Université de Toulouse

THÈSE

En vue de l'obtention du

DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

Délivré par :
Université Toulouse 3 Paul Sabatier (UT3 Paul Sabatier)

Cotutelle internationale avec :
Université de Mahajanga, Madagascar

Présentée et soutenue par :
Marius RAKOTOVAO ANDRIANAVAH

Le lundi 1 juin 2015

Titre :

CARTE PALÉONTOLOGIQUE DE MADAGASCAR
INVENTAIRE ET MISE EN VALEUR DU PATRIMOINE PALÉONTOLOGIQUE

ED SDU2E : Sciences de la Terre et des Planètes Solides

Unité de recherche :
Couplage Lithosphère - Océan - Atmosphère (LOA)

Directeur(s) de Thèse :
Pr. Yves LIGNEREUX, M. H. N et E. N. V. Toulouse (directeur de thèse)
Pr. Tit. Beby RAMANIVOSOA, Université de Mahajanga (co-directrice de thèse)
Pr. Pierre-Olivier ANTOINE, Université de Montpellier (co-directeur de thèse)

Rapporteurs :

Pr. Tit. Gervais RAFAMANTANANTSOA, Université d'Antananarivo (1er rapporteur)
Pr. Pascal TASSY, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris (2ème rapporteur)

Autre(s) membre(s) du jury :

Pr. Didier BEZIAT, U. P. S (représentant de l'Université Paul Sabatier)
Pr. Julien RANDRIANODIASANA (représentant de l'université de Mahajanga)
Pr. Michel GREGOIRE, CNRS, GET (examinateur)

. :

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES ……..…… i

LISTE DES FIGURES ……..…….……. v

LISTE DES TABLEAUX ……..…….……..... x

1.- INTRODUCTION ……..……...… 1
1.1.- OBJECTIFS : inventaire, sauvegarde et mise en valeur du patrimoine ……..…. 2
1.2.- PRÉSENTATION GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE ……..……..……. 3
1.2.1.- Géographie de Madagascar …… 3
1.2.1.1.- Géographie physique ……... 3
1.2.1.1.a.- Relief ……. 6
1.2.1.1.b.- Climat ……...… 8
1.2.1.1.c.- Cours d'eau/Hydrographie ……...… 10
1.2.1.1.d.- Pédologie …….……... 12
1.2.1.1.e.- Végétation ……... 14
1.2.1.2.- Divisions administratives …….. 16
1.2.1.2.a.- Provinces et Régions ….……...… 16
1.2.1.2.b.- Districts ……...…. 17
1.2.2.- Géologie de Madagascar ……...… 18
1.2.2.1.- Géologie générale …….. 18
1.2.2.1.1.- Socle cristallin …….……... 22
1.2.2.1.2.- Bassins sédimentaires ……..……... 24
1.2.2.1.2.a.- Karroo malgache ……...… 26
1.2.2.1.2.a.1.- Groupe de la Sakoa ……..….. 26
1.2.2.1.2.a.2.- Groupe de la Sakamena ……..... 27
1.2.2.1.2.a.3.- Groupe de l'Isalo ……...…… 28
1.2.2.1.2.b.- Post-Karroo ……..... 28
1.2.2.1.2.-b.1.- Post-Karroo jurassique sup[r] …. 29
1.2.2.1.2.-b.2.- Post-Karroo crétacé …….…… 29
1.2.2.1.2.-b.3.- Post-Karroo tertiaire ……...… 29
1.2.2.1.2.-b.4.- Post-Karroo quaternaire …….. 29
1.3.- ÉVOLUTION GÉO-BIOLOGIQUE DE MADAGASCAR ……...…...…… 31
1.3.1.- Paléozoïque …….……...……... 32
1.3.1.1- Carbonifère supérieur …….……...…… 32
1.3.1.2.- Permien …….. 33
1.3.2. – Mésozoïque ……...……...……...… 36
1.3.2.1.- Trias …….……..……..... 36
1.3.2.2.- Jurassique …….……...….. 38
1.3.2.3.- Crétacé …….…….. 39
1.3.3 – Cénozoïque ……....……..... 41
1.3.3.1.- « Tertiaire » : Paléogène et Néogène ….…… 41
1.3.3.2.- Quaternaire (Pléistocène et Holocène) ..…… 43

2.- MATÉRIEL ET MÉTHODES ……..…….. 45
2.1.- RASSEMBLEMENT DES PUBLICATIONS ET RÉFÉRENCES ……..……..….. 45
2.1.1.- Outil informatique ……..……. 45
2.1.2.- Bibliothèques ……..……. 45
2.2.- VISITES DE TERRAIN : prospection, vérification et localisation ……..…….. 46
2.2.1.- Déplacements ……..……..……..……... 46
2.2.2.- Cartes ……..……..……. 48
2.3.- MATÉRIELS ……..……..…….. 49
2.3.1.- Travaux « de laboratoire » ……..…… 49
2.3.2.- Matériel de terrain ……..……..…… 49
2.4.- ENQUÊTES ……..…….. 52
2.5.- CLASSIFICATION DES AIRES PROTÉGÉES ……..……..… 52

3.- RÉSULTATS ……..……. 55
3.1.- BIBLIOGRAPHIE, analyse des publications ……..……. 55
3.1.1.- Distribution géographique des publications ……. 55
3.1.2.- Distribution dans le temps des publications ……. 56
3.1.3.- Langues de publication ……..……. 57
3.1.4.- Répartition des références selon les spécialités ……..…… 57
3.2.- ZONES PROSPECTÉES ……..……..……... 58
3.2.1.- Secteur nord : bassin sédimentaire de Diégo ……..…….. 59
3.2.1.1.- Géographie …… 60
3.2.1.1.a.- Divisions administratives ……..…….. 60
3.2.1.1.b.- Relief ……..……. 60
3.2.1.1.c.- Climat ..……... 61
3.2.1.1.d.- Hydrographie …..…… 61
3.2.1.2.- Géologie …… 62
3.2.1.2.a.- Carte géologique du secteur nord ……..…..… 62
3.2.1.2.b.- Stratigraphie du secteur nord ……..……..… 63
3.2.2.- Secteur nord-ouest : bassin sédimentaire de Mahajanga ……..……. 66
3.2.2.1. – Géographie ……... 66
3.2.2.1.a.- Divisions administratives ……..……... 66
3.2.2.1.b.- Relief ……..……. 66
3.2.2.1.c.- Climat ……..……..……. 69
3.2.2.1.d.- Hydrographie ……..……. 69
3.2.2.2.- Géologie …… 70
3.2.2.2.a.- Carte géologique du secteur nord-ouest ……..…..... 70
3.2.2.2.b.- Stratigraphie du secteur nord-ouest ……..... 71
3.2.3.- Secteur sud-ouest : bassin sédimentaire de Morondava ……..…….. 77
3.2.3.1. – Géographie ……..……. 77
3.2.3.1.a.- Divisions administratives ……..…….. 77
3.2.3.1.b.- Relief ……..……..…….. 77
3.2.3.1.c.- Climat ……..……..……. 80
3.2.3.1.d.- Hydrographie ……..……..…….81
3.2.3.2.- Géologie …… 82
3.2.3.2.a.- Carte géologique du secteur sud-ouest ……..…….. 82
3.2.3.2.b.- Stratigraphie du secteur sud-ouest ……..……. 83
3.2.4. – Secteur est et bassins sédimentaires d'altitude ……..……. 93
3.2.4.1.- Côte orientale …… 93
3.2.4.2.- Bassins de rétention des Hauts-plateaux centraux ……..….. 93

3.3.- BIOGÉOGRAPHIE ÉVOLUTIVE ……..……..…….. 95
3.3.1.- Unicellulaires ……..…….. 97
3.3.1.1.- Dinophytes (dinoflagellés) …… 97
3.3.1.2.- Rhizariens ……..…. 98
3.2.1.2.a.- Radiolaires polycystines ……..……...……. 98
3.2.1.2.b.- Foraminifères ……..……..... 98
3.3.2.- Plantes (Planta, chlorobiontes) ……..…….. 105
3.3.3.- Éponges (spongiaires, porifères) ……...……. 111
3.3.4.- Cnidaires (anthozoaires) ……. 111
3.3.5.- Ectoproctes ou bryozoaires (Bryozoa) ……...…… 118
3.3.6.- Brachiopodes (Brachiopoda) ……..……. 121
3.3.7.- Annélides …… 126
3.3.8.- Mollusques : bivalves, gastéropodes et céphalopodes ……...…… 128
3.3.8.1.- Bivalves ……..…….. 129
3.3.8.2.- Gastéropodes ……...…… 137
3.3.8.2.- Céphalopodes …….. 143
3.3.8.2.a.- Ammonoïdes ……..…… 143
3.3.8.2.b.- Nautiloïdes ……..…….. 151
3.3.8.2.c.- Bélemnoïdes (bélemnites) ……..…… 155
3.3.9.- Arthropodes …… 159
3.3.9.1.- Crustacés ……. 160
3.3.9.2.- Arthropodes terrestres ……. 164
3.3.10.- Échinodermes ……... 168
Conclusion sur la paléontologie des « invertébrés » de Madagascar …...…. 172
3.3.11.- Vertébrés ……..... 173
3.310.1.- « Poissons » : les premiers vertébrés ……. 173
3.3.10.2.- Tétrapodes basaux (temnospondyles et lissamphibiens)… 180
3.3.10.3.- Amniotes: synapsides et sauropsides non-archosauromorphes 185
3.3.10.4.- Archosauromorphes non-aviens ……...……. 192
3.3.10.5.- Oiseaux …….. 199
3.3.10.6.- Mammifères ……..…….. 204
Conclusion sur la paléontologie des vertébrés de Madagascar .....… 211

3.4.- VALORISATION DU PATRIMOINE PALÉONTOLOGIQUE ……..……..… 213
3.4.1.- Objets de la valorisation ……..… 215
3.4.1.1. Sites paléontologiques ……..…… 215
3.4.1.1.a.- Sites du Paléozoïque ……..… 219
3.4.1.1.b.- Sites du Mésozoïque ……..… 221
3.4.1.1.c.- Sites du Cénozoïque ……...… 229
3.4.1.2. Spécimens ……..……...… 231
3.4.1.3. Musées ……..…… 232
3.4.1.3.a.- Musées à l'extérieur de Madagascar ...…..……. 232
3.4.1.3.b.- Musées de Madagascar ……..…… 235
3.4.2.- Valorisation scientifique (publications, médiation) ……...… 237
3.4.3.- Sensibilisation et communication ……..…… 238
3.4.4.- Protection et développement …….……. 239

4.- CONCLUSION ……..…..…..……. 241

ANNEXES …… 243

ANNEXE 1 LISTE DES PÉRIODIQUES CONSULTÉS ……..…….…… 244

ANNEXE 2
SITES PALÉONTOLOGIQUES DE MADAGASCAR ……...…..…… 246
Sites du Permien ..……..……...……..... 246
Sites du Trias ……..……...…… 247
Sites du Jurassique ……...…….. 248
Sites du Crétacé ….……...……...……...…….. 250
Sites du « Tertiaire » …….. 253
Sites du Quaternaire ……..…...…….. 254
FICHE DESCRIPTIVE DE SITE ……..……...……. 255

ANNEXE 3 CHARTE CHRONOSTRATIGRAPHIQUE INTERNATIONALE . 257

ANNEXE 4 TAXONS PAR PÉRIODES ET PAR BASSINS ……..…… 259
4.1.- Foraminifères …… 260
4.2.- Plantes ……...…… 268
4.3.- Cnidaires ……... 272
4.4.- Bryozoaires ……...…… 278
Brachiozoaires, annélides ……...… 280
4.5.- Bivalves ……..…… 282
4.6.- Gastéropodes ……. 294
4.7- Céphalopodes
4.7.1.- Ammonoïdes……...…… 300
4.7.2.- Bélemnoïdes…… 346
4.7.3.- Nautiloïdes……...…… 348
4.8.- Crustacés ……...… 350
4.9.- Arthropodes terrestres ……...…… 354
4.10.- Échinodermes ……..……. 356
4.11.- « Poissons » ……. 360
4.12.- Amphibiens ……. 362
4.13.- « Reptiles » ……..…. 364
4.14.- Archosauromorphes non-aviens …….. 366
4.15.- Oiseaux …… 368
4.16.- Mammifères …… 370

ANNEXE 5 ARTICLE SUR LES HIPPOPOTAMES DE MADAGASCAR …… 375

BIBLIOGRAPHIE ……...……. 421

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ……..……. 421

RÉFÉRENCES INTERNET ……..…… 484

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 Carte générale, topographique, orographique et des routes principales ……. 5
Figure 1.2 Coupe de Madagascar du Nord au Sud …….. 6
Figure 1.3 Coupe de Madagascar d'Ouest en Est …… 6
Figure 1.4 Carte du relief de Madagascar ……..….. 7
Figure 1.5 Après le passage du cyclone 2014…….…….. 8
Figure 1.6 Carte du climat de Madagascar …….. 9
Figure 1.7 Fleuve Betsiboka, sur la RN 4……10
Figure 1.8 Réseau hydrographique de Madagascar …..…… 11
Figure 1.9 Vue en direction du Nord-Ouest sur la RN 4 entre Ambondromamy et « 5/5 »... 12
Figure 1.10 Carte des sols de Madagascar ……..…… 13
Figure 1.11 Carte de la végétation de Madagascar (2002) ……...……. 14
Figure 1.12 Carte de la végétation de Madagascar (1967) …… 15
Figure 1.13 Carte administrative de Madagascar : provinces et régions ……...…… 16
Figure 1.14 Carte administrative de Madagascar : provinces et districts …….. 17
Figure 1.15 Position de Madagascar avant le Jurassique ……...…… 18
Figure 1.16 Carte géologique générale de Madagascar d'après BESAIRIE (1972) ……...….. 19
Figure 1.17 Lieu dit Belobaka, à 8 km au Nord-Est de Majunga, à droite de la RN 4 …….. 20
Figure 1.18 Carte géologique générale de Madagascar ……...…….. 21
Figure 1.19 Géologie précambrienne et structure tectonique de Madagascar …….….. 23
Figure 1.20 Carte géologique simplifiée de Madagascar ……..……. 25
Figure 1.21 Nombre de sites paléontologiques selon les périodes …….…….. 31
Figure 1.22 Paléogéographie terrestre à la fin du Carbonifère ……..…… 32
Figure 1.23 Paléogéographie régionale au Permo-Carbonifère …….…… 33
Figure 1.24 Position de Madagascar au Permien supérieur ……..…….…… 34
Figure 1.25 Paléogéographie terrestre au Trias inférieur ……...……...…….…… 36
Figure 1.26 Paléogéographie terrestre au Jurassique supérieur ……..……..……. 38
Figure 1.27 Paléogéographie terrestre au Crétacé supérieur ……..…… 40
Figure 1.28 Paléogéographie terrestre au Miocène ……..…….. 42
Figure 1.29 Paléogéographie terrestre au Quaternaire ……..……. 43

Figure 2.1 Carte des déplacements sur le terrain à Madagascar ……..…..…… 46
Figure 2.2 Situation des bassins sédimentaires relativement aux régions administratives 50
Figure 2.3 Situation des zones explorées relativement aux bassins sédimentaires ……...…. 51
Figure 2.4 Aires naturelles protégées de Madagascar ……...…. 53

Figure 3.1 Statistique des publications paléontologiques selon les bassins sédimentaires….. 55
Figure 3.2 Nombre de publications par décennie depuis 1880 ……..… 56
Figure 3.3 Langues utilisées dans les publications sur la paléontologie de Madagascar ….. 57

Figure 3.4 Occurrences de la paléontologie dans les publications ……..…..…. 57
Figure 3.5 Bassin de Diégo …… 59
Figure 3.6 Secteur nord, hydrographie …….…….. 62
Figure 3.7 Carte géologique du secteur nord ……...…….. 63
Figure 3.8 Tableau stratigraphique du Permo-Trias de la région nord …….……. 65
Figure 3.9 Carte physique de la région nord-ouest ……...……. 68
Figure 3.10 Secteur nord-ouest, hydrographie …….. 69
Figure 3.11 Carte géologique du secteur nord-ouest ……. 70
Figure 3.12 Coupe géologique Ambalanjanakomby-Ambondromamy sur la RN 4 ……..…..72
Figure 3.13 Carte physique de la région sud-ouest ……...…….…… 78
Figure 3.14 Secteur sud-ouest, hydrographie …….…… 81
Figure 3.15 Secteur sud-ouest, géologie …… 82
Figure 3.16 Carte physique de Madagascar …….…….. 94

Figure 3.17 Importance relative des groupes identifiés dans le registre fossile …… 96
Figure 3.18 Nombre d'espèces fossiles décrites selon les périodes géologiques ……..…… 96
Figure 3.19 Phylogénie des genres planctoniques des foraminifères du Mésozoïque …….. 99
Figure 3.20 Phylogénie des genres planctoniques des foraminifères du Cénozoïque ….….100
Figure 3.21 Distribution relative des foraminifères dans les périodes géologiques ……..... 102
Figure 3.22 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des foraminifères ……. 103
Figure 3.23 Distribution temporelle comparée des foraminifères et de de l'ensemble …..... 104
Figure 3.24 Distribution des foraminifères fossiles dans les bassins sédimentaires …...…. 104
Figure 3.25 Tronc silicifié (*Dadoxylon*), Jurassique de Madagascar …….….. 106
Figure 3.26 Classification phylogénétique simplifiée des plantes …….…….. 107
Figure 3.27 Distribution relative des plantes fossiles dans les périodes géologiques …..… 108
Figure 3.28 Répartition temporelle comparée des plantes et de l'ensemble …… 108
Figure 3.29 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des plantes …… 109
Figure 3.30 Distribution des plantes fossiles dans les bassins sédimentaires …….. 110
Figure 3.31 Coraux et apparentés au cours des temps géologiques ……....…… 112
Figure 3.32 Distribution relative des cnidaires dans les périodes géologiques ……..…..…. 113
Figure 3.33 Répartition temporelle comparée des cnidaires et de l'ensemble ……. 114
Figure 3.34 Distribution des cnidaires fossiles dans les bassins sédimentaires ….…….. 114
Figure 3.35 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des coralliaires ……. 115
Figure 3.36 Plateau récifal de Sarodrano (Sud-Ouest de Madagascar) …….…….. 116
Figure 3.37 Classification phylogénétique simplifiée des métazoaires ……...…… 117
Figure 3.38 Distribution relative des bryozoaires dans les périodes géologiques ……..…. 119
Figure 3.39 Répartition temporelle comparée des bryozoaires et de l'ensemble ……. 119
Figure 3.40 Distribution des bryozoaires dans les bassins sédimentaires …… 120
Figure 3.41 Morphologie et structure schématique d'un brachiopode ……....…… 121
Figure 3.42 Périodes d'extension des groupes de brachiopodes …….……. 122
Figure 3.43 Distribution relative des brachiopodes dans les périodes géologiques …… 123
Figure 3.44 Répartition temporelle comparée des brachiopodes et de l'ensemble ……..... 123
Figure 3.45 Distribution des brachiopodes dans les bassins sédimentaires ……..… 124
Figure 3.46 Squelette de la lophophore d'un brachiopode (Bathonien) …….. 124
Figure 3.47 Sites paléontologiques ayant livré bryozoaires, brachiopodes et annélides …. 125

Figure 3.48 Distribution des annélides dans les périodes géologiques ……...…… 126
Figure 3.49 Répartition temporelle comparée des annélides et de l'ensemble ……...…. 127
Figure 3.50 Distribution des annélides fossiles dans les bassins sédimentaires ……...…... 127
Figure 3.51 Classification phylogénétique des mollusques ……. 128
Figure 3.52 Deux bivalves fossiles (Veneroidea ?) provenant de Madagascar ...…… 129
Figure 3.53 Structure branchiale des lamellibranches (bivalves) ……...……. 130
Figure 3.54 Structure de la charnière des bivalves (lamellibranches) ……. 130
Figure 3.55 Distribution relative des bivalves dans les périodes géologiques …… 133
Figure 3.56 Répartition temporelle comparée des bivalves et de l'ensemble …….....…. 133
Figure 3.57 Distribution des bivalves fossiles dans les bassins sédimentaires …….....… 134
Figure 3.58 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des bivalves …….…. 135
Figure 3.59 Un fossile en mal de détermination : *Gervillia* (Permien-Jurassique) …..…… 136
Figure 3.60 Faciès marin à mollusques bivalves (Montagne des Français) …….…… 136
Figure 3.61 *Alaria tegulata* (Crétacé) …….……..…… 137
Figure 3.62 Distribution relative des gastéropodes dans les périodes géologiques ….…… 140
Figure 3.63 Répartition temporelle comparée des gastéropodes et de l'ensemble ……... 140
Figure 3.64 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des gastéropodes …..…… 141
Figure 3.65 Distribution des gastéropodes dans les bassins sédimentaires ……..… 142
Figure 3.66 *Perisphinctes* sp. (Callovo-Oxfordien, Tuléar, Madagascar) ……... 146
Figure 3.67 Distribution relative des ammonoïdes dans les périodes géologiques …….. 147
Figure 3.68 Répartition temporelle comparée des ammonoïdes et de l'ensemble ….…….. 147
Figure 3.69 Distribution des ammonoïdes dans les bassins sédimentaires ……..…. 148
Figure 3.70 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des ammonoïdes …….…….. 149
Figure 3.71 Classification phylogénétique des céphalopodes ……..…….…….. 150
Figure 3.72 *Hercoglossa danica* montre la vaste répartition d'un taxon océanique …..….. 151
Figure 3.73 Distribution relative des nautiloïdes dans les périodes géologiques ……..... 152
Figure 3.74 Répartition temporelle comparée des nautiloïdes ……..……. 152
Figure 3.75 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des nautiloïdes ……..…… 153
Figure 3.76 Distribution des nautiloïdes fossiles dans les bassins sédimentaires …....….. 154
Figure 3.76a *Cymatoceras sakalavum* (Crétacé du pays Sakalave, Majunga) ….....…… 154
Figure 3.77 *Belemnites* (*Belemnopsis*) *pistilliformis perrieri* (Hauterivien de Betioky) …. 155
Figure 3.78 Distribution relative des bélemnoïdes dans les périodes géologiques ……..… 156
Figure 3.79 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des bélemnoïdes ……..….. 157
Figure 3.80 Répartition temporelle des bélemnoïdes comparée à celle de l'ensemble ...…. 158
Figure 3.81 Distribution des bélemnoïdes fossiles dans les bassins sédimentaires ……. 158
Figure 3.82 Classification phylogénétique des euarthropodes …… 159
Figure 3.83 Distribution relative des crustacés dans les périodes géologiques ……...…… 161
Figure 3.84 Répartition temporelle comparée des crustacés et de l'ensemble ……. 161
Figure 3.85 Distribution des crustacés fossiles dans les bassins sédimentaires …..…… 162
Figure 3.86 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des crustacés …… 163
Figure 3.87 Distribution relative des arthropodes terrestres dans les périodes géologiques 164
Figure 3.88 Répartition temporelle comparée des arthropodes terrestres et de l'ensemble . 165
Figure 3.89 Distribution des arthropodes terrestres fossiles dans les bassins sédimentaires 165
Figure 3.90. Insecte et arachnide fossiles de Madagascar inclus dans l'ambre …… 166
Figure 3.91 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des arthropodes terrestres …… 167

Figure 3.92 Distribution relative des échinodermes dans les périodes géologiques …….. 168
Figure 3.93 Répartition temporelle comparée des échinodermes et de l'ensemble ……. 169
Figure 3.94 Distribution des échinodermes fossiles dans les bassins sédimentaires …….. 169
Figure 3.95 *Holectotypus* sp., échinide callovien de Lagniro …….. 170
Figure 3.96 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des échinodermes ……. 171

Figure 3.97 Classification phylogénétique des chondrichtyens ……...…… 174
Figure 3.98 Classification phylogénétique simplifiée des ostéichtyens …….. 175
Figure 3.99 Évolution des actinoptérygiens du Dévonien à l'actuel …… 176
Figure 3.100 Distribution relative des « poissons » dans les périodes géologiques …… 176
Figure 3.101 Distribution temporelle comparée des « poissons » et de l'ensemble ……..... 177
Figure 3.102 Distribution des « poissons » fossiles dans les bassins sédimentaires-.....… 177
Figure 3.103 Sites paléontologiques malgaches ayant livré une ichthyofaune ……..….. 179
Figure 3.104 Le temnospondyle *Edingerella madagascariensis* (Trias) ……...…...….. 180
Figure 3.105 L'anoure *Triadobatrachus massinoti* (Trias) …….. 180
Figure 3.106 L'anoure *Beelzebufo ampinga* (Crétacé terminal) …….. 181
Figure 3.107 Distribution relative des tétrapodes basaux dans les périodes géologiques ... 182
Figure 3.108 Distribution temporelle comparée des tétrapodes basaux et de l'ensemble ... 182
Figure 3.109 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des tétrapodes basaux ……..... 184
Figure 3.110 Distribution des tétrapodes basaux fossiles dans les bassins sédimentaires ... 183
Figure 3.111 Arbre des néodiapsides basaux ……... 185
Figure 3.112 *Acerosodontosaurus piveteaui* (Permien) ……..……...….. 186
Figure 3.113 *Hovasaurus*, éosuchien dulçaquicole (Permien supérieur) …….…… 186
Figure 3.114 *Cœlurosauravus*, éosuchien volant (Permien supérieur) …… 186
Figure 3.115 *Cynognathus*, un thérapside cynodonte (Trias) ……..……...……. 187
Figure 3.116 *Brachypterygius*, ichthyosaure ophtalmosauridé (Jurassique) …….…….. 187
Figure 3.117 *Aldabrachelys* s. *Testudo grandidieri* (Pléistocène) ……188
Figure 3.118 Distribution relative des sauropsides non-archosauromorphes par périodes 189
Figure 3.119 Distribution temporelle comparée des sauropsides non-archosauromorphes 189
Figure 3.120 Distribution des sauropsides non-archosauromorphes dans les bassins .....… 190
Figure 3.121 Sites paléontologiques ayant livré des sauropsides non-archosauromorphes 191
Figure 3.122 Le « crocodile » *Simosuchus* (Crétacé) ……...……... 192
Figure 3.123 Le théropode abélisauride *Majungasaurus crenatissimus* (Crétacé) …….…. 193
Figure 3.124 *Lapparentosaurus* s. *Bothriospondylus madagascariensis* (Crétacé) …… 194
Figure 3.125 Distribution relative des archosauromorphes dans les périodes géologiques . 195
Figure 3.126 Distribution temporelle comparée des archosauromorphes et de l'ensemble . 195
Figure 3.127 Distribution des archosauromorphes fossiles dans les bassins sédimentaires 196
Figure 3.128 Sites paléontologiques ayant livré des archosauromorphes non-aviens ……. 197
Figure 3.129 *Rahonavis orstromi*, théropode dromæosauridé (Crétacé) …….……..... 197
Figure 3.130 *Aepyornis maximus*, reconstitution, squelette monté et œuf …….. 199
Figure 3.131 Distribution relative des oiseaux dans les périodes géologiques …… 200
Figure 3.132 Distribution temporelle comparée des oiseaux et de l'ensemble ……..... 200
Figure 3.133 Distribution des oiseaux fossiles dans les bassins sédimentaires .....… 201
Figure 3.134 *Aepyornis*, MNHN …….. 202
Figure 3.135 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des oiseaux ……..… 203

Figure 3.136 Les crânes d'hippopotames de Madagascar du MHNT ……..…. 205
Figure 3.137 Classification phylogénétique des lémuriens ……. 206
Figure 3.138 *Palaeopropithecus ingens* (Quaternaire) ……...……. 207
Figure 3.139 Distribution relative des mammifères dans les périodes géologiques …… 207
Figure 3.140 Distribution temporelle comparée des mammifères et de l'ensemble ……..... 208
Figure 3.141 Distribution des mammifères fossiles dans les bassins sédimentaires.....… 208
Figure 3.142 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des mammifères ….…… 202
Figure 3.143 Crânes de lémuriens dans une grotte immergée, PN de Tsimanampesotse … 210

Figure 3.144 Axes de valorisation …….…….. 213
Figure 3.145 : Sites des plantes et invertébrés fossiles de Madagascar ……..….. 214
Figure 3.146 Sites des vertébrés fossiles de Madagascar ……..... 216
Figure 3.147 Carte d'ensemble des sites paléontologiques ……..…… 217
Figure 3.148 Sites paléontologiques permiens de Madagascar ……...…… 218
Figure 3.149 Sites paléontologiques triasiques de Madagascar ……..… 220
Figure 3.150 Deux actinoptérygiens du Trias malgache…….……. 221
Figure 3.151 Sites paléontologiques jurassiques de Madagascar …… 222
Figure 3.152 Sites paléontologiques crétacés de Madagascar ……...…….. 224
Figure 3.153 Carte d'ensemble des sites paléontologiques mésozoïques de Madagascar ... 227
Figure 3.154 Sites paléontologiques tertiaires de Madagascar ……...…. 228
Figure 3.155 Sites paléontologiques quaternaires de Madagascar ……... 230
Figure 3.156 Collections malgaches du MNHN (Paris) …….…… 232
Figure 3.157 Salle forte dédiée aux collections holotypes de l'université de Bourgogne 233
Figure 3.158 Collections Malgaches de l'université de Lyon, avec Abel PRIEUR ……..… 233
Figure 3.159 Présentation de Madagascar au MHN de Nice ……..…. 234
Figure 3.160 Collections de paléontologie du NHM (Londres) ……...…234
Figure 3.161 « *Hippopotamus lemerlei* » du Muséum d'histoire naturelle de Berlin …… 235
Figure 3.162 Musée régional de la région Diana ……...…..……. 236
Figure 3.163 Concessions minières à Madagascar …….. 240

Vignette Philibert COMMERSON ……...……. 241

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 Les 10 plus grandes îles du monde……...…….4
Tableau 1.2 Formations sédimentaires du Karroo de Madagascar …….…….….. 24
Tableau 1.3 Formations sédimentaires du Post-Karroo de Madagascar …… 28

Tableau 2.1 Catégories d'aires protégées ……..……. 52
Tableau 3.1 Distribution administrative des zones visitées ……...…… 58

Tableau 3.2 Divisions administratives du secteur nord ……. 60
Tableau 3.3 Divisions administratives du secteur nord-ouest ……..... 66
Tableau 3.4 Correspondances entre faciès, époques et étages ……..……. 71
Tableau 3.5 Divisions administratives du secteur sud-ouest ……. 77

Tableau 3.6 Groupes majeurs des foraminifères ……..…….. 98
Tableau 3.7 Classification des foraminifères …….…….. 101
Tableau 3.8 Classification simplifiée des bryozoaires (ectoproctes) ……...…… 118
Tableau 3.9 Les Cyclostomata (ectoproctes) …….…….. 119
Tableau 3.10 Classification phylogénétique des brachiopodes ……...……..… 121
Tableau 3.11 Classification phylogénétique schématique des bivalves …….... 131
Tableau 3.12 Classification phylogénétique réduite des gastéropodes ……..….. 138
Tableau 3.13. Classification phylogénétique des Ammonoidea ……... 145
Tableau 3.14 Classification phylogénétique des Coleoidea ……. 156

1- INTRODUCTION

La **paléontologie** (du grec παλαιός, ancien, τά ὄντα, les êtres et λόγος, étude), est la science qui étudie les êtres vivants (microorganismes, végétaux, animaux) ayant vécu au cours des temps géologiques et qui se fonde principalement sur l'interprétation des **fossiles**. C'est donc l'étude des formes biologiques passées. Les fossiles sont les traces et les vestiges laissés par ces organismes.

Le terme *fossile* a pour racine *fossa*, la fosse. *Fossilis* désignait, chez les Latins, ce qui était enfoui dans la terre.
Les objets enfouis ou cachés ont toujours été enveloppés de mystère. Les profondeurs de l'inconscient collectif ont ainsi nourri mythes et légendes. Dans les cultures anciennes, des êtres monstrueux vivaient dans des cavernes, géants, dragons recouverts d'écailles et crachant le feu… L'Océan Indien et Madagascar n'ont pas manqué de telles légendes, avec celles de l'oiseau roc, taolambiby, vorombe… Et les fossiles nourrissaient la fable…

Sur un fond tenace de croyance dans le surnaturel, les errements conceptuels ne se dissipèrent que lentement, à la faveur du développement de l'esprit scientifique au XVII^{e} s. Nicolas STENON (1638-1686)[1] reconnut dans les couches sédimentaires à coquilles fossiles, un moyen d'étudier l'histoire de la terre et inventait la *stratigraphie*. Vision lumineuse et féconde. Mais il fallut encore attendre 1822 pour qu'Henri de BLAINVILLE (1777-1850) invente le terme de *paléontologie*. Terme ensuite repris et popularisé surtout par Charles LYELL (1797-1875), ami et inspirateur, sur bien des points, de Charles DARWIN (1809-1882). Alors que la notion de paléontologie commençait à se dégager, les découvertes faites à Madagascar inspiraient les naturalistes du monde entier.

Madagascar fait partie des 11 pays prioritaires de l'UNESCO en matière de conservation de la biodiversité. **L'île fascina dès l'abord** les naturalistes, comme Philibert COMMERSON (1727-1773), médecin naturaliste du Roi, membre de l'expédition autour du monde d'Antoine de BOUGAINVILLE. Il y voyait le « laboratoire de la nature », nous étions en 1771 : on voit que Madagascar fut d'emblée une source d'inspiration pour les esprits disposés, plus de 30 ans avant le transformisme de Jean-Baptiste LAMARCK (1744-1829)...
Mais ce sont les voyageurs du XIX^{e} siècle, aventuriers, commerçants, naturalistes, ou « touristes scientifiques », qui découvrirent **les faunes disparues** de l'Île. En 1821, le géologue et paléontologue Anglais William BUCKLAND rédigea une note sur l'existence de faciès de l'ère secondaire sur la Grande Île. C'est plus tard que des naturalistes français comme Étienne et Isidore GEOFFROY SAINT-HILAIRE (1850) ou Alfred GRANDIDIER (1867) et d'autres personnalités ont **commencé à publier sur les fossiles** de Madagascar. Un certain Henri BARRET procura des spécimens à l'université de Lyon dans une vente de 1860 (c'est le premier cas de vente de fossiles provenant de Madagascar).

[1] Nous renvoyons, pour les références historiques, aux ouvrages généraux (e.g. *Encyclopædia Universalis*).

Des **fossiles** (outre les minéraux, les végétaux et les animaux) ont été exportés de Madagascar, avant même la première expédition militaire française de 1881-1882 et l'établissement du protectorat en 1885. La découverte de ces fossiles a suscité d'intenses discussions scientifiques, en Europe (Muséum National d'Histoire naturelle, Paris, *British Museum*, Londres, mais aussi en Allemagne et en Italie) et ailleurs.
C'est avec la présentation en 1851, devant l'Académie des Sciences, d'un œuf d'*Æpyornis* par I. GEOFFROY SAINT-HILAIRE que débuta en France la série des articles sur la paléontologie de l'île ; les vertébrés furent servis les premiers, puis les invertébrés, à partir des notes et des fossiles récoltés par A. GRANDIDIER en 1867 et ramenés en France (Crisse & FISCHER, 1868).

De nombreuses découvertes et publications suivirent : Alfred GRANDIDIER (1866) sur une tortue géante (aujourd'hui conservée au MNHN). MILNE EDWARDS (1868) rédigea une note « Sur les découvertes zoologiques faites récemment à Madagascar par M. Alfred GRANDIDIER ». Celui-ci publia en 1867 dans le Bulletin de la Société de Géographie une note sur les côtes Sud et Sud-Ouest de Madagascar. GULDBERG (1883) décrivit l'hippopotame nain de Madagascar (FOVET *et al*., 2011 ; RAKOTOVAO *et al*., 2014). BASTARD écrivit en 1896 une « Lettre de Majunga » pour le Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle, dans laquelle il parle de la géologie et de la paléontologie du Nord-Ouest de Madagascar. Jules LAMBERT (1903) révisa les échinides crétacés et cénozoïques (*in* NERAUDEAU, 2006). COLLIGNON consacra sa carrière scientifique – presque sa vie – à la description des ammonoïdes de Madagascar. Aujourd'hui, plusieurs équipes (New-York, Poitiers, Rennes…) s'attachent à dévoiler des pans entiers de l'histoire paléontologique malgache, où tant reste encore à découvrir.

Aujourd'hui, alors que l'Ile a fourni de grandes quantités de spécimens très variés au monde entier, aucun exemplaire d'importance ne figure dans un établissement (musée ou réserve) de Madagascar. La plus grande partie des fossiles malgaches se trouve à l'étranger, dans différents laboratoires, musées et institutions : par exemple, environ 2500 taxons d'invertébrés sont conservés à l'université de Bourgogne (Dijon) dont environ 1500 holotypes, plusieurs espèces de vertébrés (spécimens inventoriés ou décrits), au MNHN à Paris, plusieurs dinosaures et d'autres taxons mis au jour depuis les années 1990 sont aux USA (Université de Stony Brook, NY). Quelques centaines de spécimens sont déposés au NHM à Londres et au MHNT à Toulouse. On n'a par ailleurs aucune idée de ce que les Chinois et les Japonais peuvent détenir dans leurs collections.
Si des centaines d'articles décrivant les holotypes malgaches sont conservés à la bibliothèque de Nice (COLLIGNON), la majorité des ouvrages concernant la paléontologie de Madagascar ne se trouve pas sur place, d'autant que des sinistres ont détruit certaines collections d'ouvrages.
Actuellement le produit des fouilles effectuées grâce à des partenariats et des collaborations avec les institutions étrangères (américaines, françaises, japonaises...) est en partie exporté, en accord avec la législation et les conventions internationales. Mais de nombreux spécimens sont soustraits illégalement en raison de l'opacité des circuits clandestins, d'un défaut de vigilance, d'une méconnaissance de la valeur scientifique et patrimoniale des découvertes.
Un grand nombre de sites fouillés, exploités, voire pillés pendant des décennies méritent d'être protégés pour promouvoir le développement des territoires.

Le présent travail, focalisé sur les trois grands bassins sédimentaires de Madagascar, a pour objectif de sensibiliser le public aux patrimoines géologique et paléontologique de l'Île, de promouvoir leur valorisation et leur médiation scientifique. Sa portée est politique, juridique, mais aussi sociale, afin que les outils nécessaires à une bonne gouvernance de ces patrimoines soient mis à la disposition des décideurs, au profit des citoyens de Madagascar.

1.1.- OBJECTIFS : INVENTAIRE, SAUVEGARDE ET MISE EN VALEUR DU PATRIMOINE NATUREL ET PALÉONTOLOGIQUE DE MADAGASCAR

Les différents patrimoines du pays sont soumis à des pressions considérables, cela sans guère d'état des lieux ni de base légale. Pour parvenir à un développement véritablement respectueux (durable) et à son organisation réglementaire, il est devenu urgent de procéder à l'inventaire des richesses patrimoniales de l'Île. Le présent mémoire s'attache au versant paléontologique de cet héritage.

La plupart des **travaux paléontologiques** ayant trait à Madagascar reste donc inaccessible aux scientifiques et aux autorités qui, dans le pays même, travaillent sur ces thèmes et à la conservation et à la gestion des ressources patrimoniales nationales. Face à la **dispersion des références et des collections**, il nous est apparu nécessaire de procéder à un **inventaire**, aussi exhaustif que possible, des connaissances et à leur mise à disposition du plus grand nombre.
Il est nécessaire de **rétablir un équilibre** entre l'exportation pour l'étude et la conservation extraterritoriale des fossiles de Madagascar, et leurs conservation et valorisation sur place.

Notre objectif est donc multiple, encyclopédique et scientifique, conservatoire et patrimonial. Pour y parvenir, il convient de faire aussi l'**inventaire des découvertes** et des sites et de les situer dans le temps et dans l'espace.
Ce n'est qu'en toute connaissance de cause que l'on pourra prendre les mesures nécessaires concernant leur sauvegarde et leur valorisation dans une double perspective de développement scientifique et économique.
Les populations doivent aussi être sensibilisées à la richesse de leur patrimoine naturel et culturel et au potentiel qu'elle offre pour leur développement.
Les professionnels, qui connaissent la valeur des objets mis au jour, scientifique et/ou marchande, doivent être mis devant leurs responsabilités, notamment en matière de partage des connaissances et des spécimens : les collaborations doivent être encouragées, et les axes de recherche, multipliés.

Après un chapitre de présentation de Madagascar, nous exposerons les matériels et méthodes puis présenterons et discuterons les résultats avant de conclure. Le mémoire se terminera par des annexes (listes des revues consultées, liste des sites paléontologiques, listes des fossiles classés par groupes taxonomiques et par périodes) et la bibliographie générale.

1.2.- PRÉSENTATION GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE DE MADAGASCAR

1.2.1.- GÉOGRAPHIE de MADAGASCAR

Nous considèrerons successivement la géographie physique et les divisions administratives.

1.2.1.1.- Géographie physique

Madagascar est une île de l'Océan Indien austral ; elle appartient au continent africain dont elle n'est séparée que par le canal de Mozambique, large de 400 km. Située entre 11°57' et 25°35' Sud et 43°14' et 50°27' Est, elle dessine un trapèze allongé du Nord au Sud sur environ 1580 km et de 580 km de largeur Est-Ouest, et possède 5603 km de côtes. Sa superficie est celle d'un petit continent : ses 578 041 km^2 en font la cinquième grande île du monde (tabl. 1.1). Le Nord de l'île est proche de l'équateur et le Sud est traversé par le tropique du Capricorne.

1 - Australie	7 617 930 km^2
2 - Groenland	2 130 800 km^2
3 - Nouvelle-Guinée	786 000 km^2
4 - Bornéo	725 500 km^2
5 - **Madagascar**	**578 041 km^2**
6 - île de Baffin	507 451 km^2
7 - Sumatra	473 481 km^2
8 - Honshu	227 414 km^2
9 - île de Victoria	217 291 km^2
10 - Grande-Bretagne	216 777 km^2

Tableau 1.1 Les 10 plus grandes îles du monde.



Légende de la figure 1.1



Figure 1.1 Carte générale, topographique, orographique et des routes principales de Madagascar. Extrait de GAF AG, R. DAHL, BPGRM, 2005. Légende page précédente.

1.2.1.1.a.- *Relief*

La géographie de Madagascar est commandée par son relief.

Le long de l'axe principal de l'île, étendu du Nord-Nord-Est au Sud-Sud-Ouest, on observe de forts accidents de relief, bien qu'aucun ne dépasse 3000 m d'altitude.
Trois massifs montagneux principaux, le massif du Tsaratanana au Nord, celui d'Ankaratra au centre et celui d'Andringitra (Isalo et Makay) au Sud, culminent respectivement à 2876, 2642 et 2658 m d'altitude.

Les coupes Nord-Sud et Est-Ouest apparaissent sur les figures 2, 3 et 4 (traits noir et bleu, respectivement).

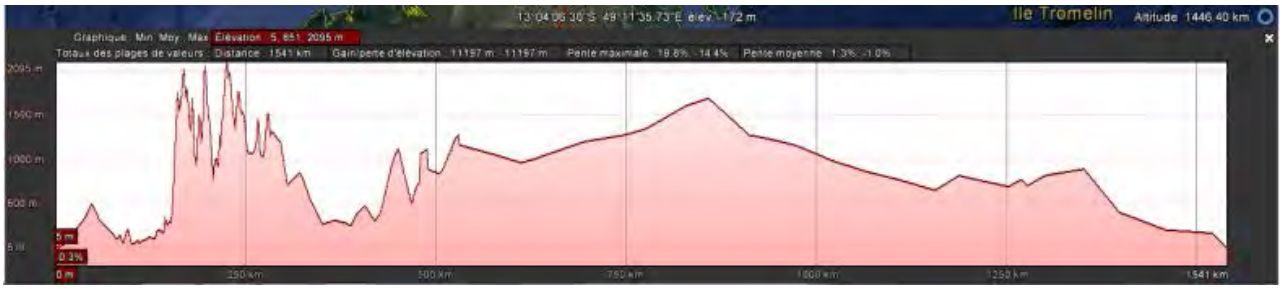


Figure 1.2 Coupe de Madagascar du Nord au Sud (pour les détails de la figure, voir Google Earth). Cf. trait noir sur la fig. 1.4.

D'Ouest en Est, on rencontre une plaine côtière, un plateau montagneux et une pente abrupte.



Figure 1.3 Coupe de Madagascar d'Ouest en Est (Google Earth). Cf. trait bleu sur la fig. 1.4.

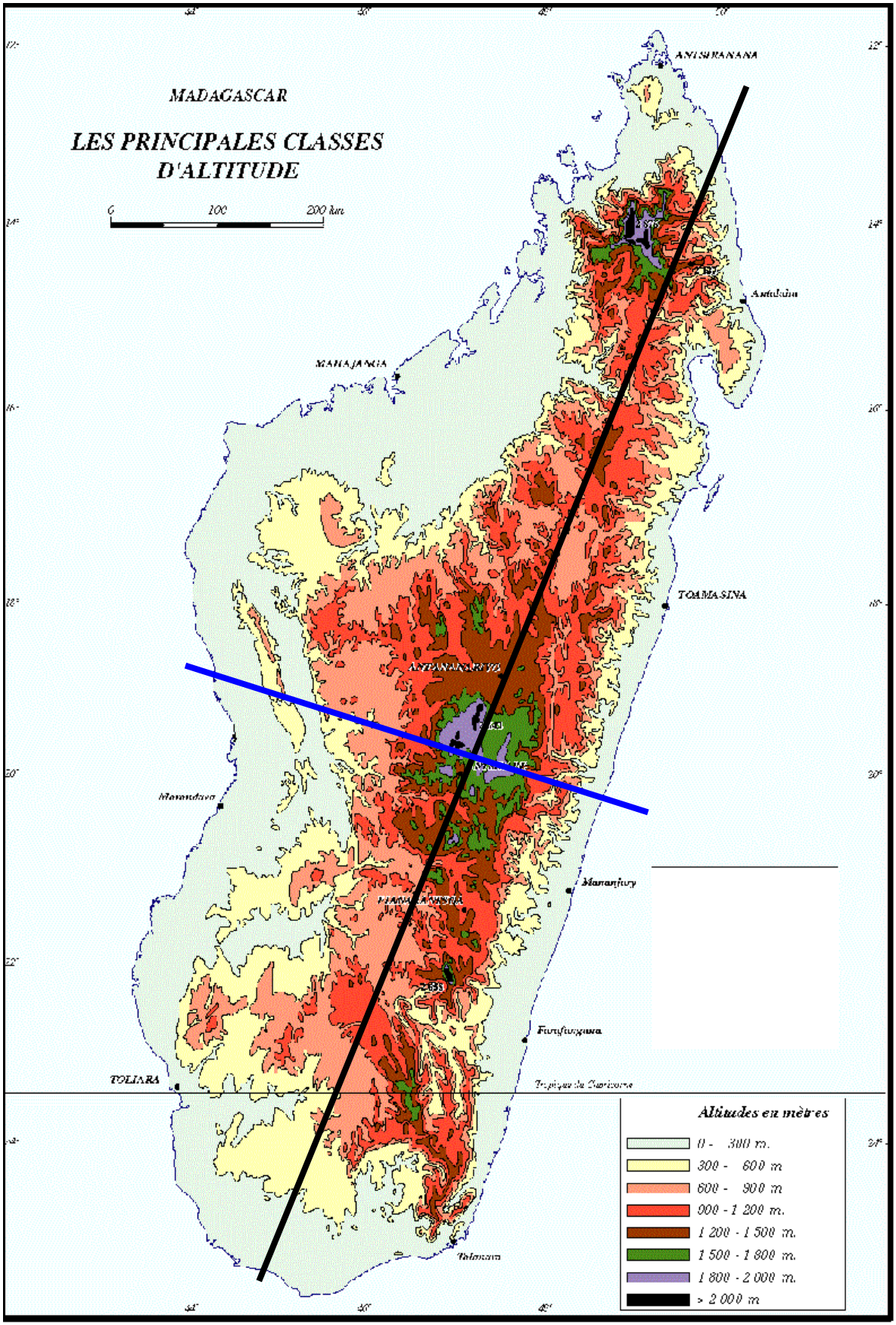


Figure 1.4 Carte du relief de Madagascar (Service Cartographique de Madagascar, s.d.).

1.2.1.1.b.- *Climat*

Le climat de Madagascar est un climat tropical à deux saisons nettement marquées, avec une différence de pluviométrie très nette entre l'Ouest et l'Est.
- l'été, qui va de novembre à avril, se confond avec la saison des pluies ; la pluviométrie est maximale entre décembre et janvier, qui est la période des cyclones ;
- l'hiver, qui s'étend de mai à octobre, est la saison sèche, avec des minimales pluviométriques en septembre et octobre.

La ***température*** moyenne annuelle varie entre 23°C et 27°C ; l'amplitude thermique moyenne annuelle est de 3°C au Nord et de 7,5°C dans les régions sèches du Sud-Ouest ; la température maximale moyenne atteint 39°C à Maevatanana (Province de Mahajanga : cf fig. 1.14 p. 17). Dans la partie centrale du pays, la température varie aussi en fonction de l'altitude : sur le plateau central, la température annuelle moyenne est comprise entre 16°C et 19°C, avec un minimum qui peut atteindre 0°C (Antsirabe). On remarque depuis quelques années des modifications climatiques locales (diminution de la pluviométrie, accentuation de l'amplitude thermique) liées à la pollution de l'air (due à la concentration de la population et aux feux de brousse).

Les ***précipitations*** diminuent d'Est (avec un maximum de 3700 mm par an) en Ouest, et du Nord au Sud (avec un minimum de 350 mm par an), tandis que la *saisonnalité* augmente dans les mêmes directions : la saison sèche devient de plus longue et de plus en plus marquée vers l'Ouest et vers le Sud. Là où la saisonnalité est la plus marquée, la saison sèche coïncide avec la saison fraîche, entre juin et octobre. Ainsi, le climat est de type semi-désertique dans le Sud-Ouest, tandis qu'il est de type tropical humide tout au long de la côte Est.

Les ***circulations atmosphériques*** sont caractérisées par les influences océaniques à l'Est (vents alizés), par un régime de mousson au Nord-Ouest et des vents secs à l'Ouest.



Figure 1.5 Après le passage du cyclone 2014 (à gauche : clichés Sylvain RAKOTOVAO ; à droite : http://www.wingsinternational.org/sites/default/files/CIMG6983.jpg)

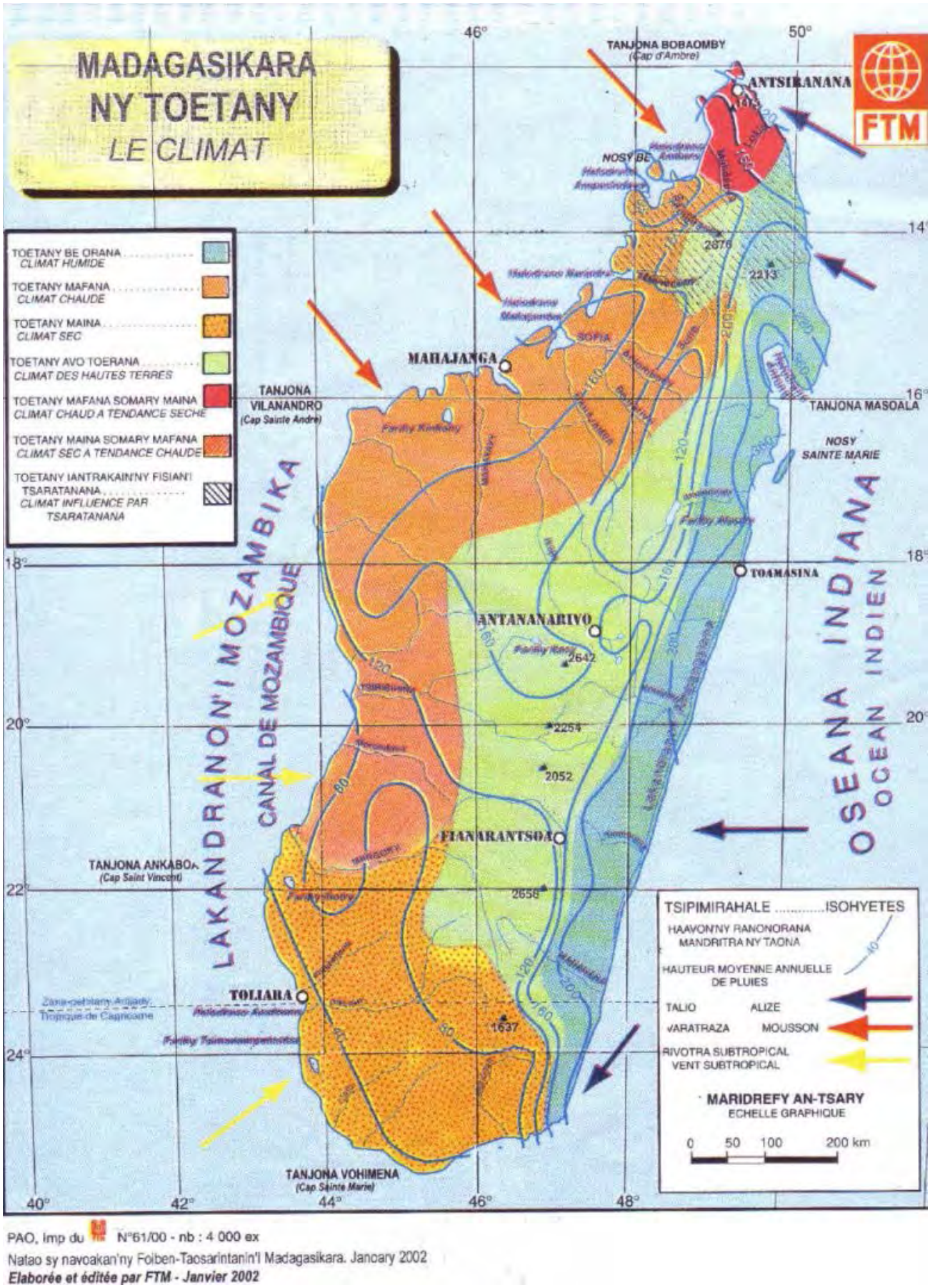


Figure 1.6 Carte du climat de Madagascar (Service Cartographique de Madagascar, 2002).

1.2.1.1.c.- *Cours d'eau/Hydrographie*

L'hydrographie de Madagascar, outre qu'elle détermine les circonscriptions administratives, conditionne la répartition des bassins sédimentaires. Elle constitue de fait des repères géographiques commodes…



Figure 1.7 Fleuve Betsiboka, sur la RN 4, vue en direction du Nord-Ouest (astérisque rouge sur la carte de la figure 1.8) (http://www.bertard.fr/Images/PERSO/2007/Mada%202007/mada%20mars%202007%2018b.jpg).

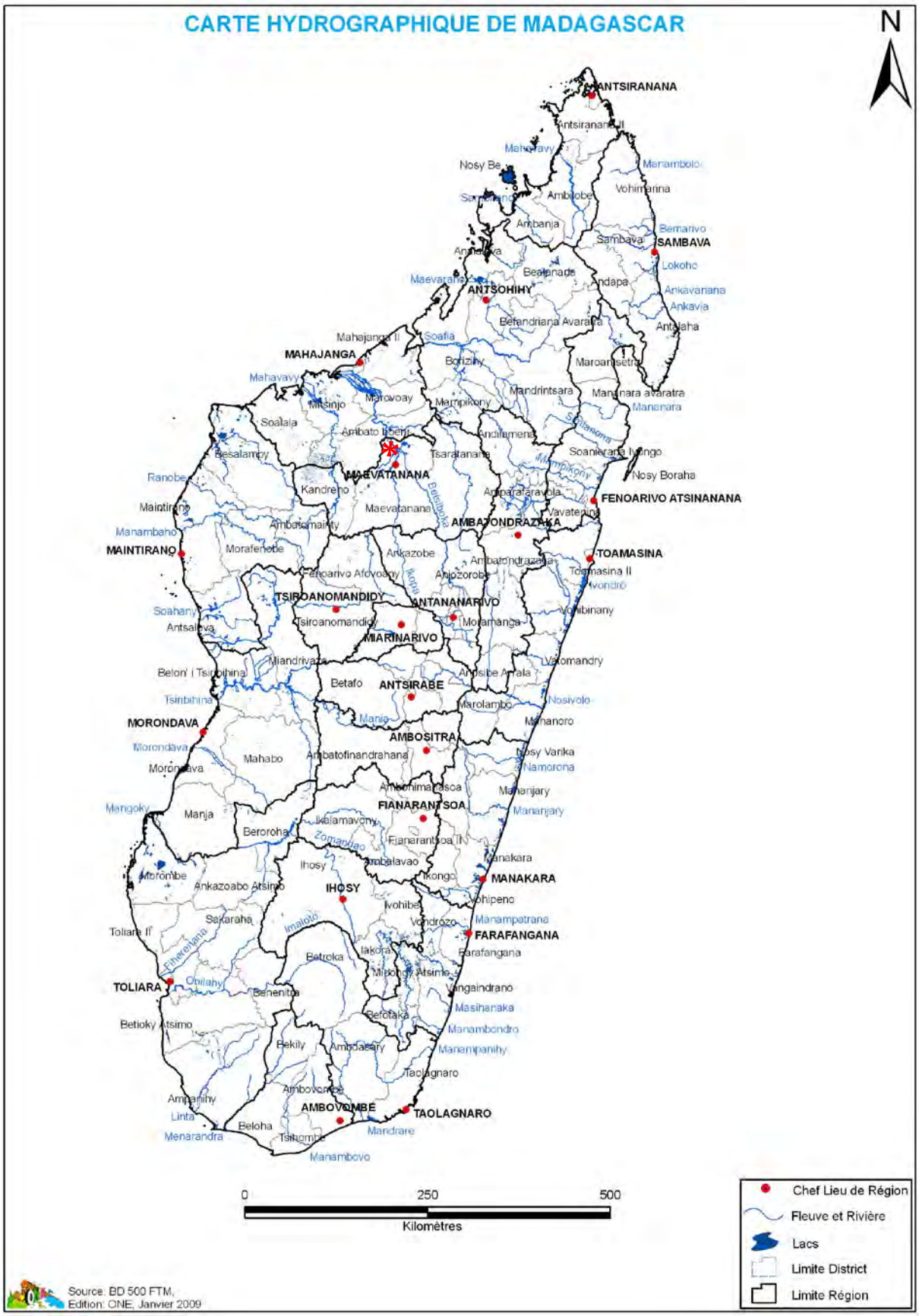


Figure 1.8 Réseau hydrographique de Madagascar
(Organisation Nationale pour l'Environnement, 2009).

1.2.1.1.d.- *Pédologie*

La fragilité des sols tropicaux, particulièrement de Madagascar, est connue depuis longtemps. Supports de toute vie, ils en sont d'autant plus précieux.

Madagascar est connue pour être l'« Île rouge » en raison de la nature latéritique de son sol qui est composé surtout d'oxydes de fer et d'aluminium : les sols ferralitiques et /ou ferrugineux occupent plus des deux-tiers de l'île (HERVIEU, 1967).



Figure 1.9 Vue en direction du Nord-Ouest sur la RN 4 entre Ambondromamy et « 5/5 ». Photo prise en août, au début de la saison sèche sur un sol ferralitique (cliché M. RAKOTOVAO).

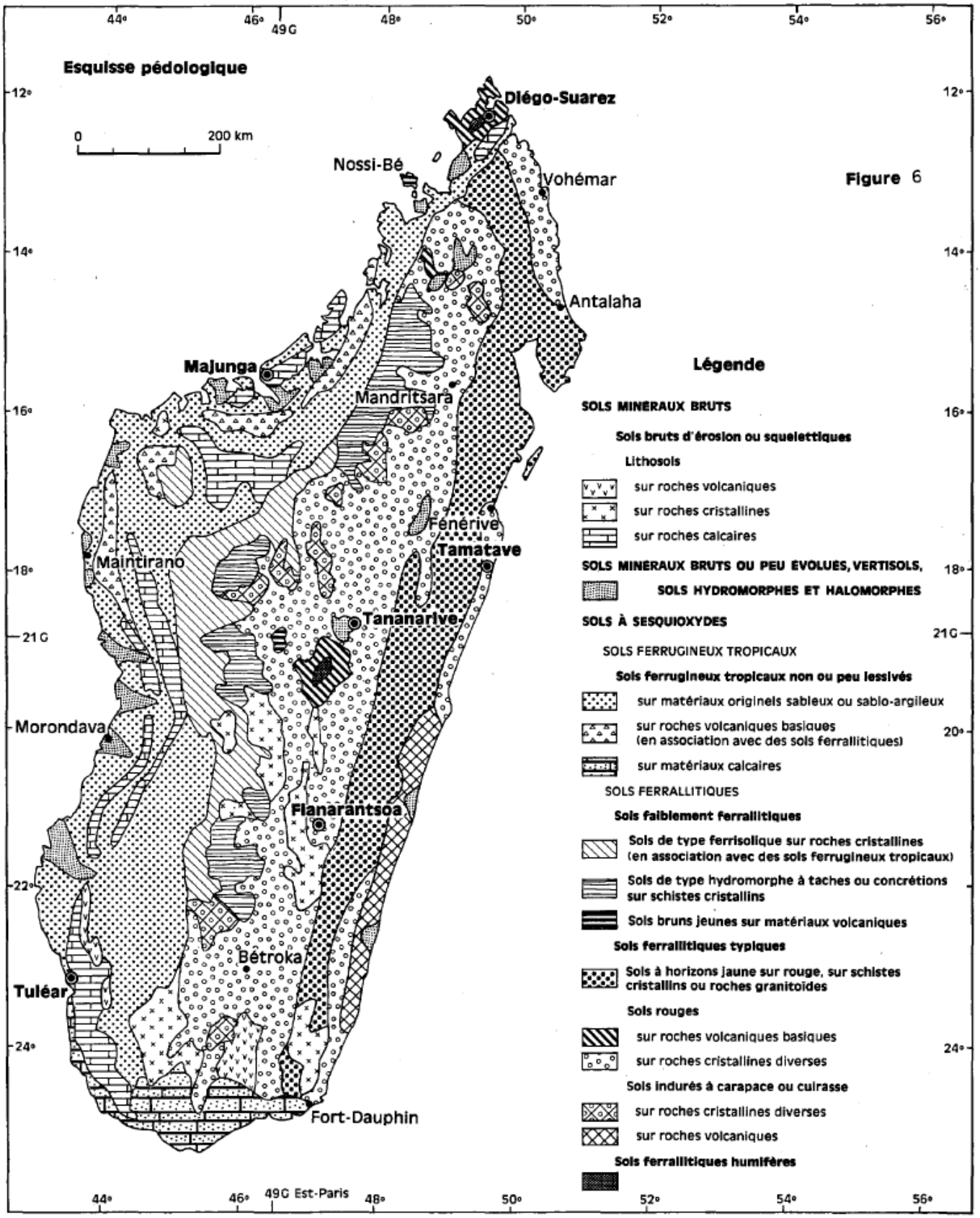


Figure 1.10 Carte des sols de Madagascar
(HERVIEU, 1967 : fig. 6, p. 56)

1.2.1.1.e.- *Végétation*

La couverture végétale de l'île est très dégradée, obérant la biodiversité de l'île et son économie.
La côte Est de l'île est dominée par la forêt dense et humide, sur environ 6 000 000 ha, étendue du Nord Est (Sava) au Sud-Est (Atsimo-Atsinanana).
L'Ouest est le domaine de la forêt tropicale sèche : environ 2 580 000 ha, depuis la région Sofia au Nord-Ouest jusqu'au Sud de la région de Menabe, sa densité est plus faible. Les côtes sont bordées par une bande de mangrove.
Le Sud (régions Atsimo-Andrefana, Androy et Anosy) est caractérisé par des forêts épineuses (brousse ou bush) qui couvrent environ 270 000 ha.

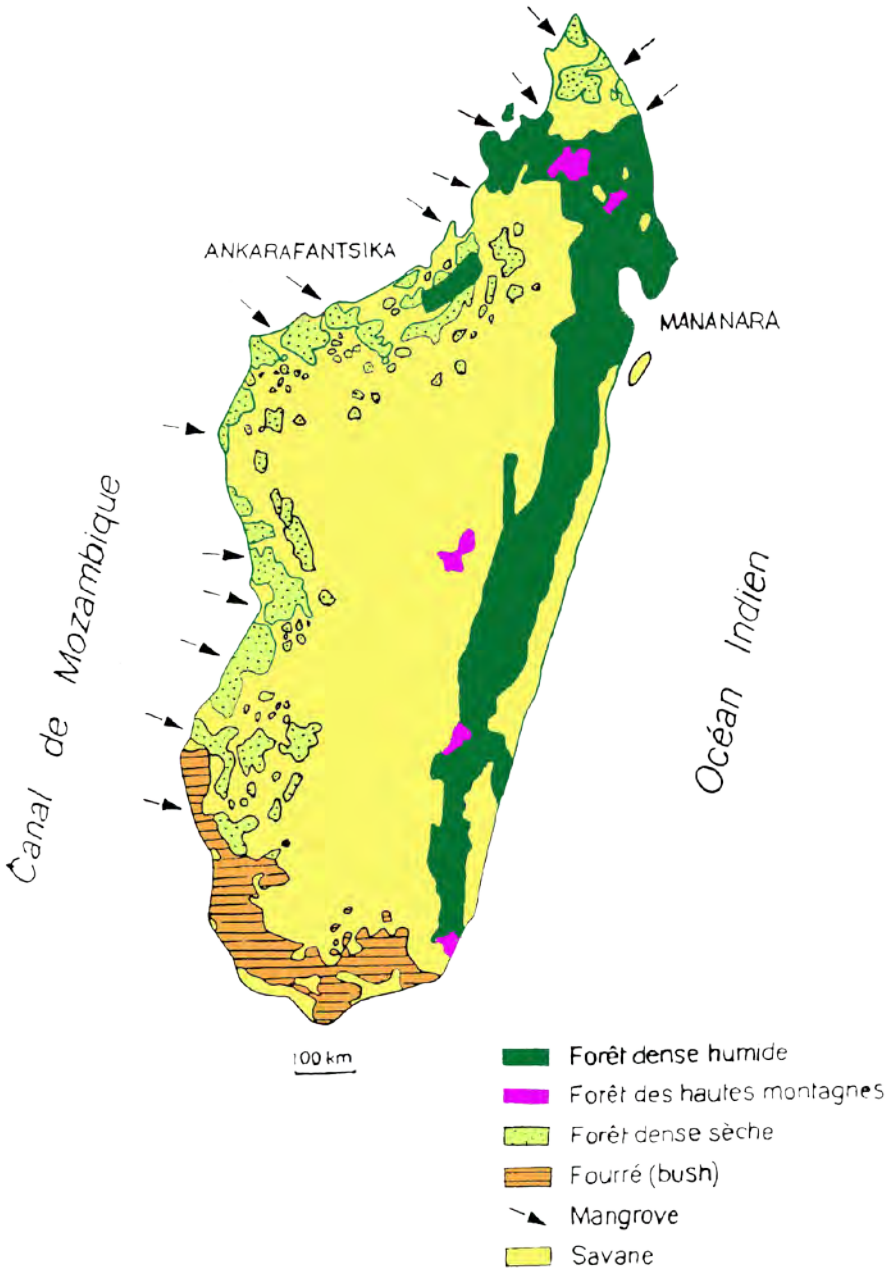


Figure 1.11 Carte de la végétation de Madagascar (2002)
(source : http://madaorchidee.free.fr/carte/carte%20vegetation.jpg).

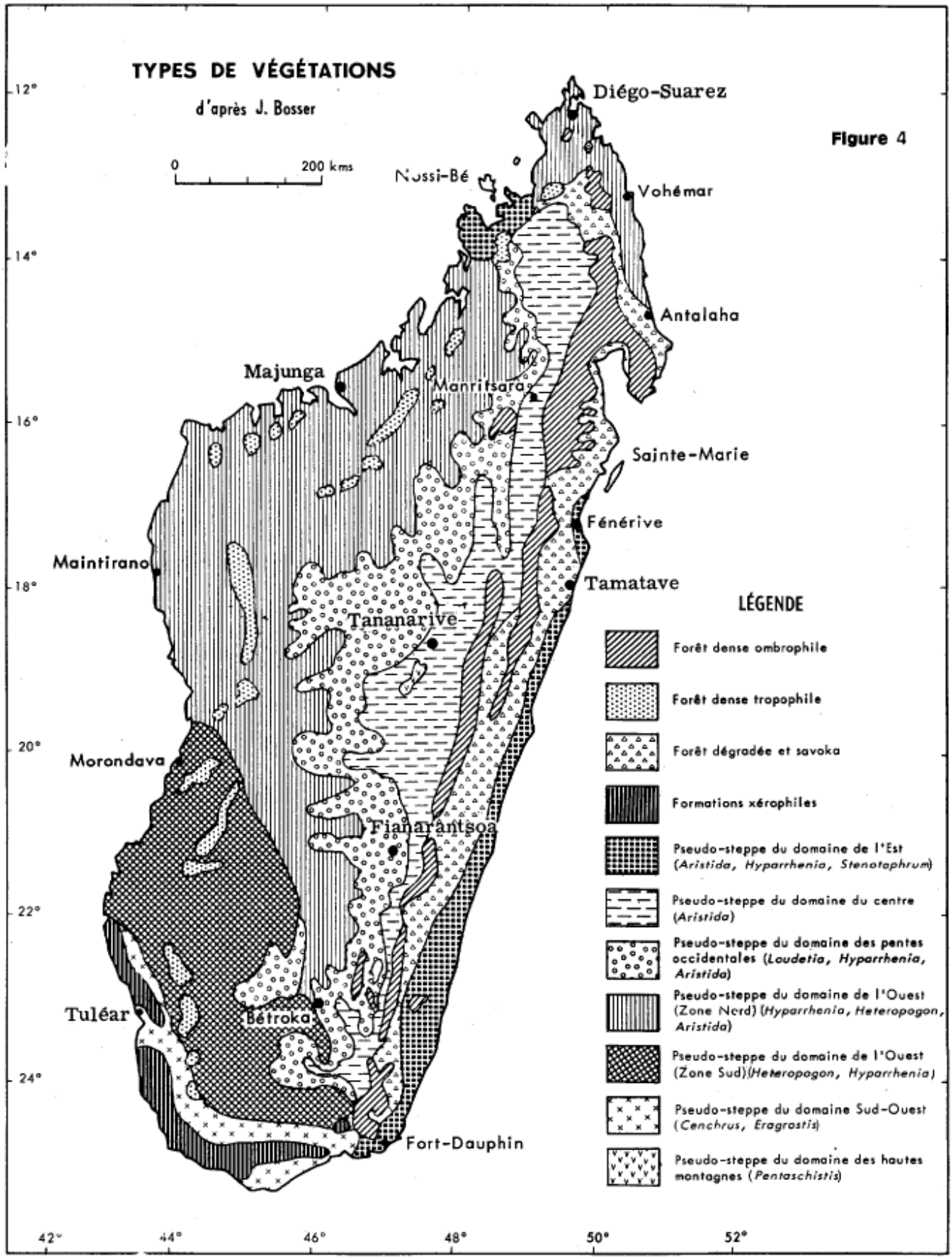


Figure 1.12 Carte de la végétation de Madagascar
(HERVIEU, 1967 : fig. 4, p. 48).

1.2.1.2.- Divisions administratives

Madagascar est subdivisée en 6 provinces : Antananarivo (Tananarive), Antsiranana (Diégo-Suarez), Mahajanga (Majunga), Fianarantsoa, Toamasina (Tamatave) et Toliary (Tuléar). Chaque province comprend de 2 à 5 régions (22 au total), et celles-ci de 9 à 24 districts. Les districts sont des ensembles de communes, dont le nombre total est d'environ 1700. Les communes, les districts et les provinces ont été mis en place par l'administration française, les régions ont été instituées en 2002.

1.2.1.2.a.- *Provinces et Régions*

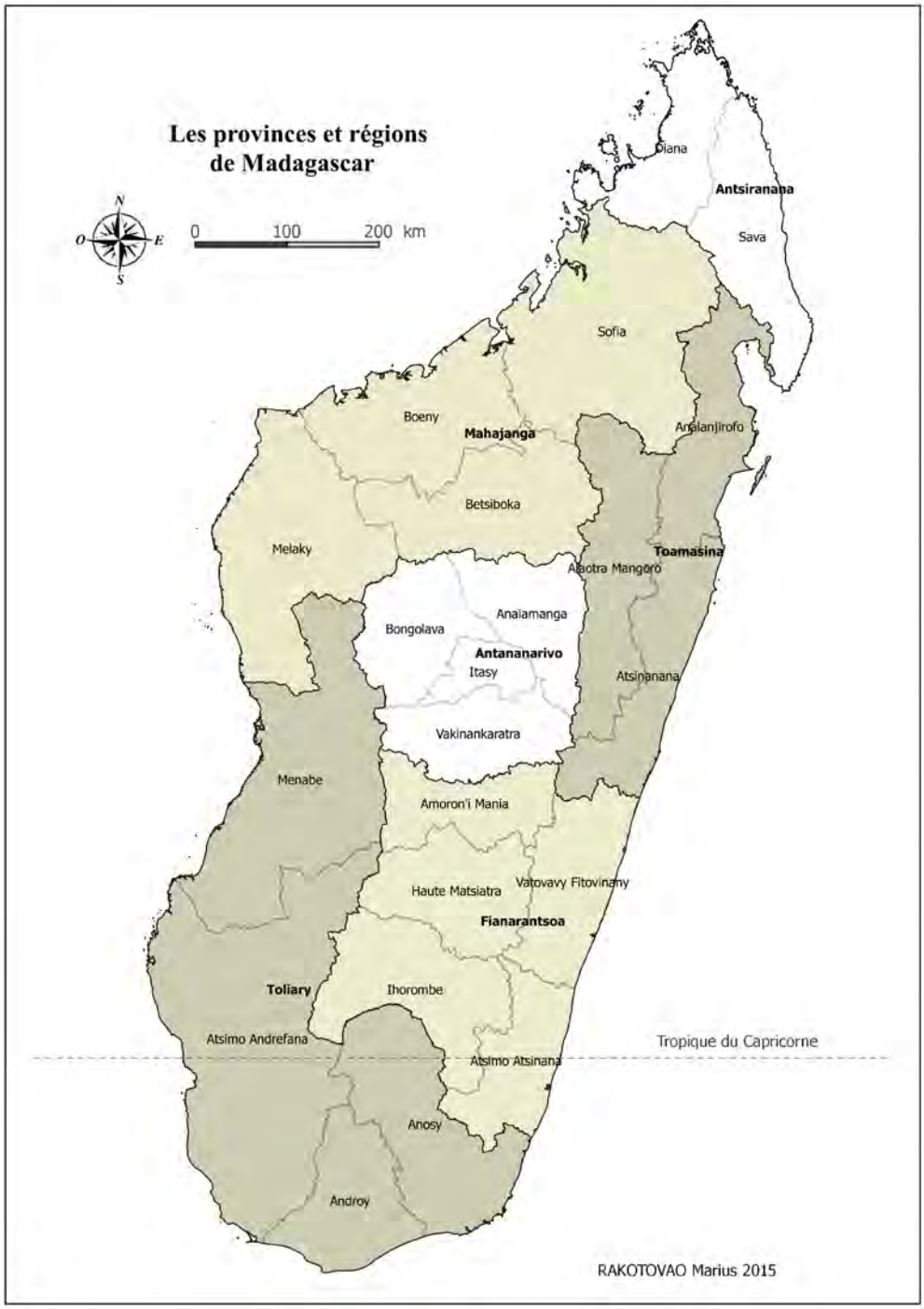


Figure 1.13 Carte administrative de Madagascar : provinces et régions.

1.2.1.2.b.- *Districts*

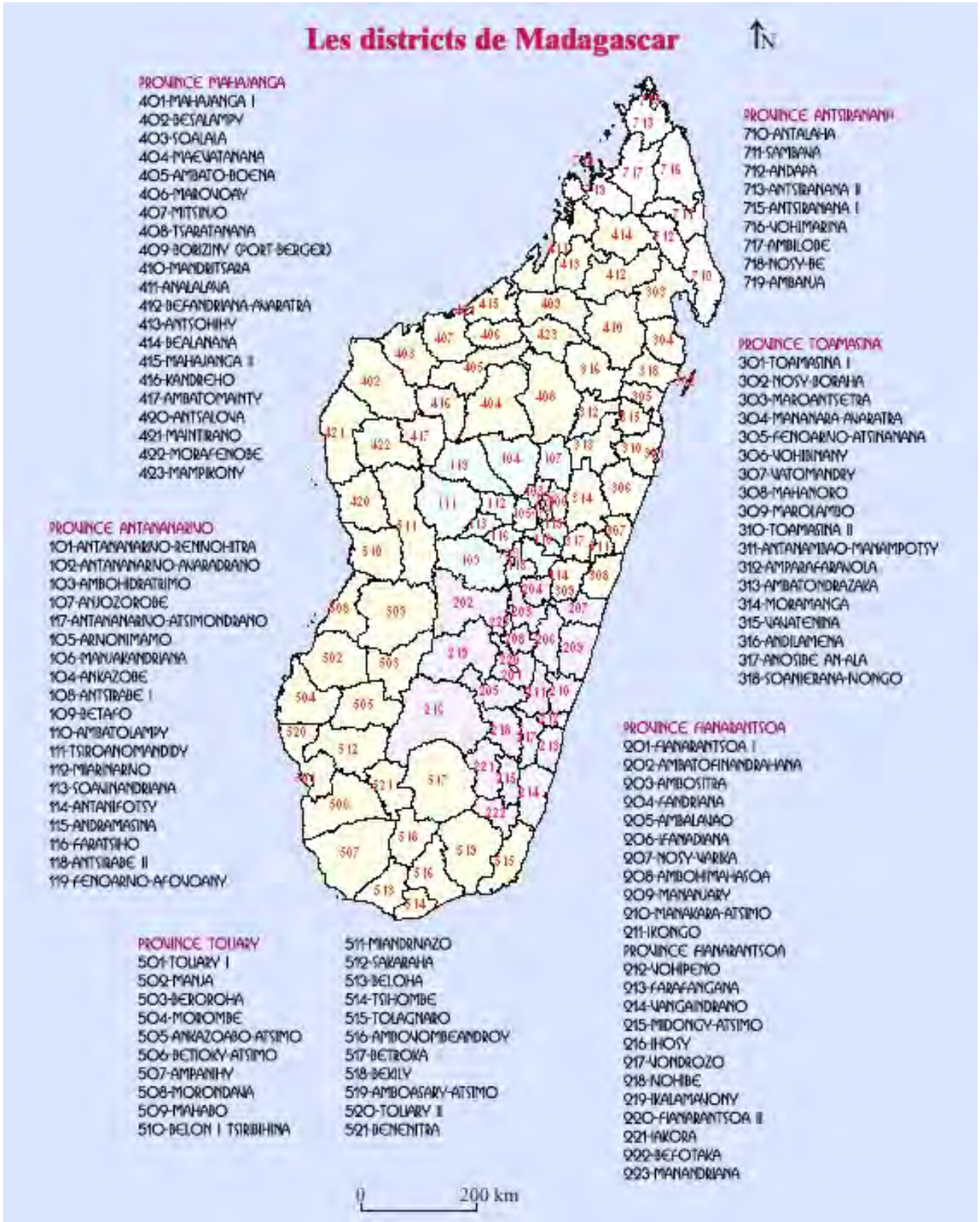


Figure 1.14 Carte administrative de Madagascar : provinces et districts.

1.2.2.- GEOLOGIE DE MADAGASCAR

1.2.2.1.- Géologie générale

Madagascar est un fragment de croûte terrestre détaché du supercontinent Gondwana au Mésozoïque. Elle comprend un socle cristallin, avec ses massifs volcaniques vestigiaux, et des formations plus récentes, volcaniques au Nord et au Centre, sédimentaires à l'Ouest.
Nous nous référons d'une part aux travaux de BESAIRIE (1930, 1960, 1967, 1972 : fig. 1.16), l'un des premiers auteurs qui a étudié la géologie malgache dans son ensemble et qui a établi ses grandes subdivisions en bassins le long des côtes ouest, et d'autre part à la récente publication (carte en trois parties) du Projet de Gouvernance sur les Ressources Minérales de Madagascar (PRGM, 2012).

Du Protérozoïque au Jurassique, soit pendant environ 450 millions d'années (Ma), Madagascar était annexée à la partie Est du supercontinent Gondwana. La séparation de l'île des autres continents issus du paléo-continent (Afrique, Inde, Australie et Antarctique) s'est produite il y a environ 150 Ma. Dès lors, l'île a possédé ses contours caractéristiques mais elle a gardé, avec les régions continentales dont elle s'est séparée (Mozambique, Inde, Australie et probablement aussi Antarctique) des corrélations géologiques très fortes (BESAIRIE, 1957 ; ALLARD *et al.,*1964 ; FRÖHLICH, 1996).

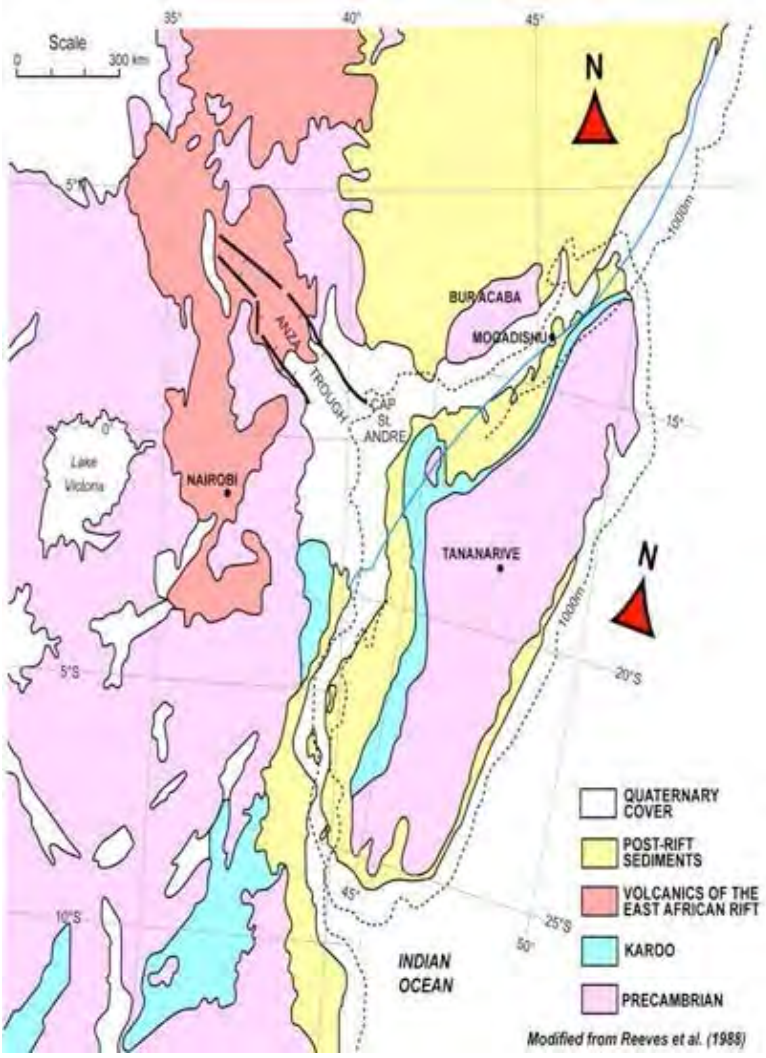


Figure 1.15 Position de Madagascar avant le Jurassique. (source : http://www.omnis.mg/images/photo_des02.jpg)



Figure 1.16 Carte géologique générale de Madagascar (BESAIRIE, 1972). Pour les détails, voir le site ONE (Office National pour l'Environnement : www.pnae.mg/)

L'île s'est donc trouvée isolée, très tôt, ce qui n'a pas été sans conséquences sur sa géomorphologie et sur les organismes qui y vivaient.

D'un point de vue général, la géologie de Madagascar est marquée par la présence de deux grandes entités :
i) Sur les deux tiers centraux de l'île et vers l'Est, un socle cristallin précambrien, formé de granites, de roches ignées basiques et de schistes cristallins, porte les stigmates d'un volcanisme ancien ; quelques volcans plus récents, mais éteints, se présentent dans les massifs montagneux du Nord et du Centre, ils ont fait l'objet d'importantes études (par ex. GREGOIRE, 1999 ; de WIT, 2003) ;
ii) Sur le tiers Ouest de l'île s'étendent les bassins sédimentaires sablo-marneux et latéritiques concernés par le présent travail.



Figure 1.17 Lieu dit Belobaka, à 8 km au Nord-Est de Majunga, à droite de la RN 4.
Dépôts calcaires de la fin du Crétacé et karst, août, début de la saison sèche
(cliché M. RAKOTOVAO)

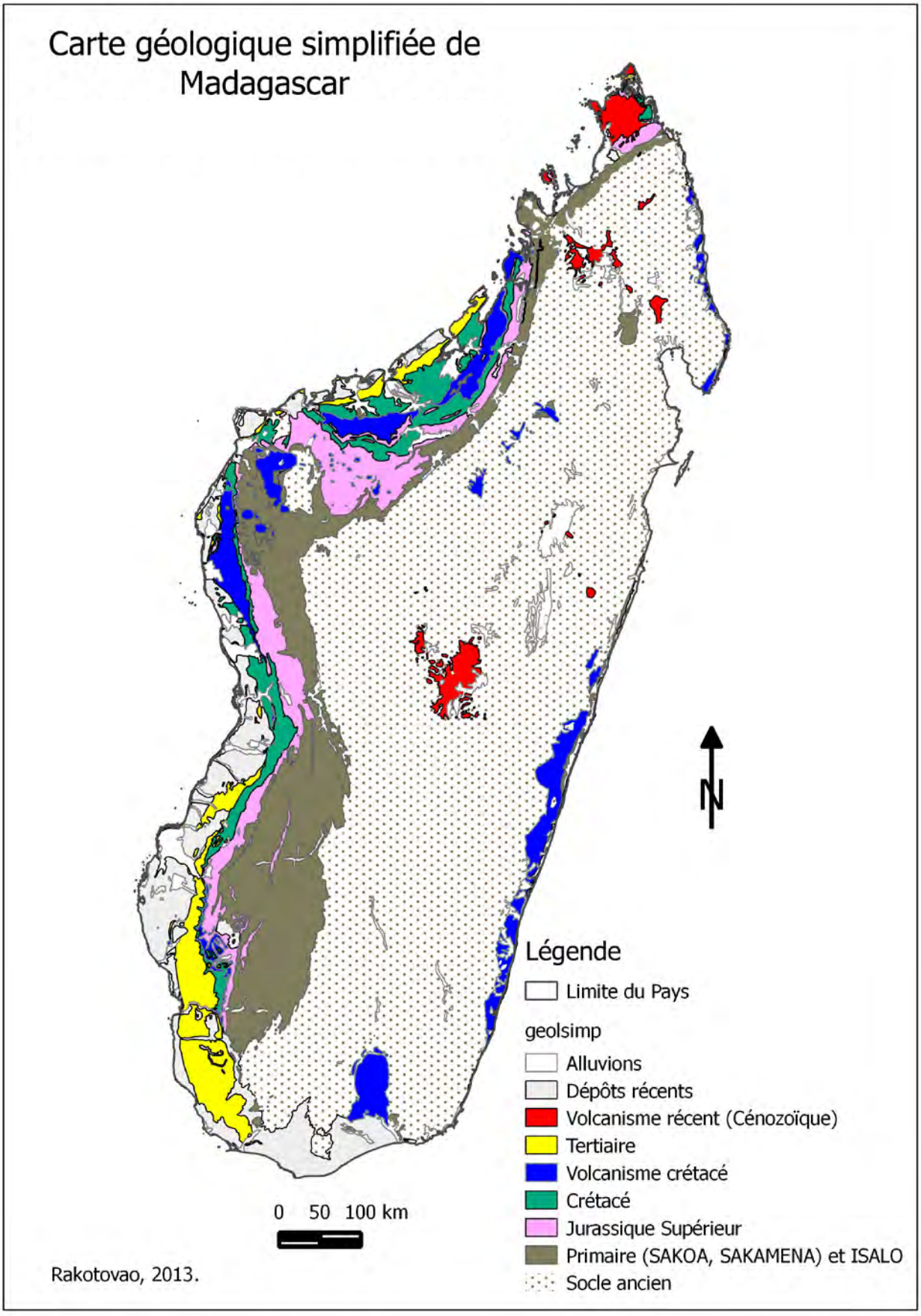


Figure 1.18 Carte géologique générale de Madagascar, d'après ALLARD *et al*. (1970).

1.2.2.1.1.- <u>Le socle cristallin</u>

Notre travail s'intéresse tout particulièrement aux bassins sédimentaires (fossilifères) de Madagascar ; cependant, pour ne pas paraître négliger une partie importante – et centrale – de l'Île, nous présentons succinctement ici son noyau cristallin. Nous nous inspirons de HERVIEU (1967), GREGOIRE (1999) et de WIT (2003).

La plaque malgache appartient au domaine de la plaque africaine.
L'intérêt du socle cristallin et du volcanisme qui lui est lié tient, dans le cadre de cette thèse, aux conditions géomorphologiques qu'il a imposées à la répartition et à l'évolution de la vie sur l'île.

Le Socle cristallin de Madagascar occupe les 2/3 de la surface orientale et centrale, soit environ 400 000 km^2, il est daté du Précambrien au Dévonien, a subi de très fortes déformations (BESAIRIE, 1946) et a été subdivisé par cet auteur en deux systèmes (Androyen et Anosyen) et trois séries (Vohimena, cipolins, schistes et quartzites). Deux discordances sont présentes, la première entre les deux systèmes et la série de Vohimena, et la deuxième, entre la série des cipolins et la série des schistes et quartzites.
Les deux systèmes forment le socle ancien, d'âge précambrien :

- l'Androyen est formé essentiellement par un système de paragneiss, avec des faciès métamorphiques profonds ;
- l'Anosyen correspond à un système granitique et paragneissique.

Les travaux du Projet de Gouvernance sur les Ressources Minérales (PRGM, 2012) ont modifié ce schéma, et on reconnaît aujourd'hui 6 domaines :

- Antongil-Masora,
- Anatananarivo,
- Ikalamavony,
- Anosy-Androyen,
- Vohibory,
- Bemarivo.

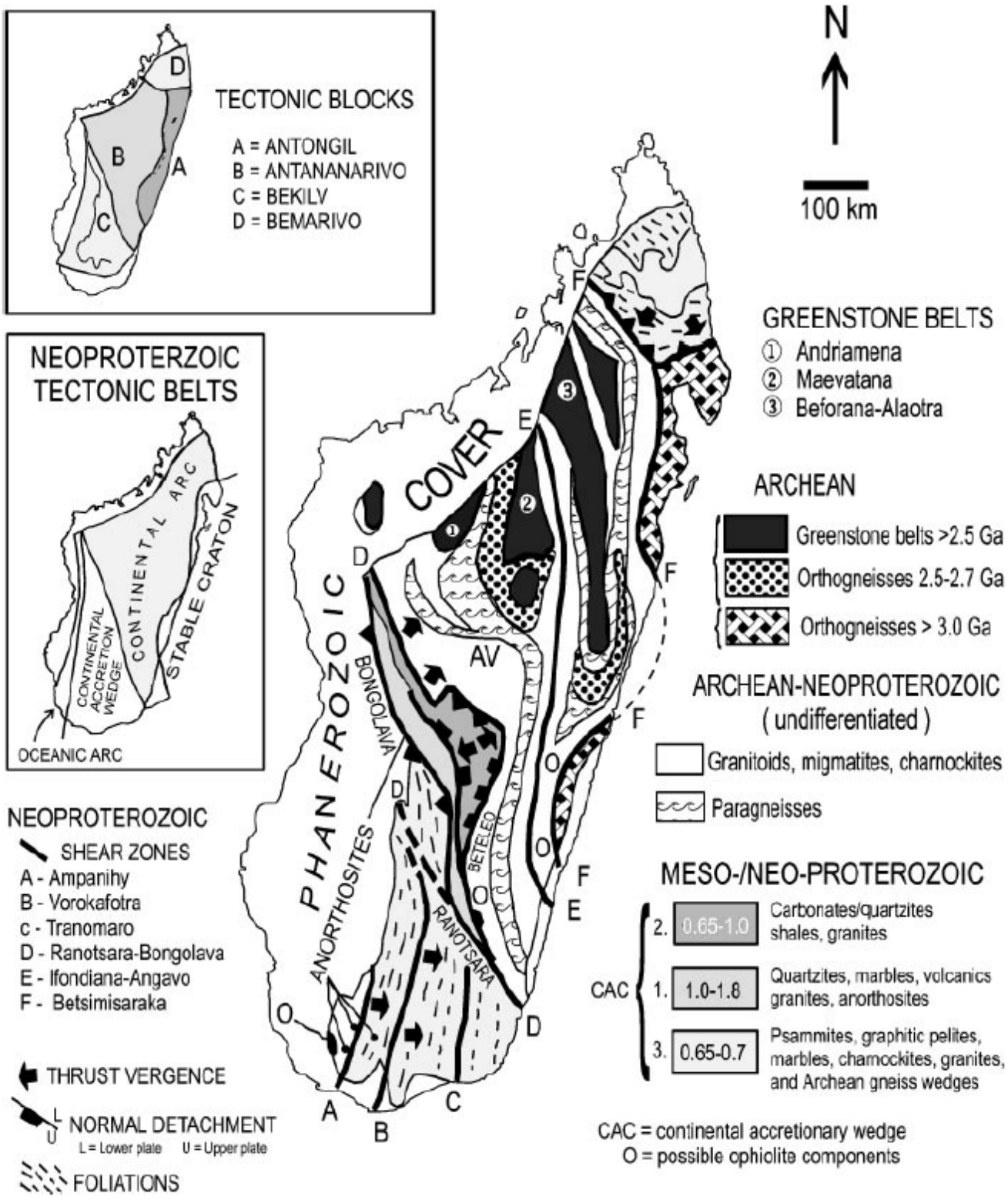


Figure 1.19 Carte structurale de Madagascar – Géologie précambrienne et structure tectonique de Madagascar selon deWIT (2003, fig. 5).

1 : Groupes Amborompotsy, Ikalamavony et Benato ; 2 : Groupes Itremo et Molo ; 3 : Groupes Androyen, Graphite et Vohibory. En cartouche, les ensembles tectoniques et les environnements néoprotérozoïques de Madagascar.

AV : Zone de cisaillement (« virgation ») de Tananarive.

1.2.2.1.2. - <u>Les bassins sédimentaires</u>

L'ensemble des séries sédimentaires de Madagascar se développe particulièrement à l'Ouest de l'île : au Nord, le bassin sédimentaire de Diégo, au Nord-Ouest, le bassin de Majunga et au Sud-Ouest, le bassin de Morondava. Ces formations sont datées du Carbonifère supérieur au Plio-Quaternaire.

Citant BOULE (1908), BESAIRIE a distingué deux grands groupes stratigraphiques (1930 : 5) : le **Karroo**, qui s'étend du Carbonifère supérieur au Jurassique moyen, et le **post-Karroo**, qui s'étend du Jurassique supérieur à l'Holocène (tableau 2). Par la suite, BESAIRIE et COLLIGNON (1956) et BESAIRIE (1960, 1967) ont précisé les subdivisions de ces deux formations stratigraphiques, qu'ils ont appelées « groupes » dans le Karroo [celui de la Sakoa (du Carbonifère au Méso-Permien), celui de la Sakamena (du Néo-Permien au Trias supérieur) et celui de l'Isalo (du Méso-Trias au Jurassique moyen)], et pour lesquelles ils ont conservé, dans le post-Karroo, les dénominations classiques (fin du Jurassique moyen, Crétacé, Tertiaire et Quaternaire malgaches].

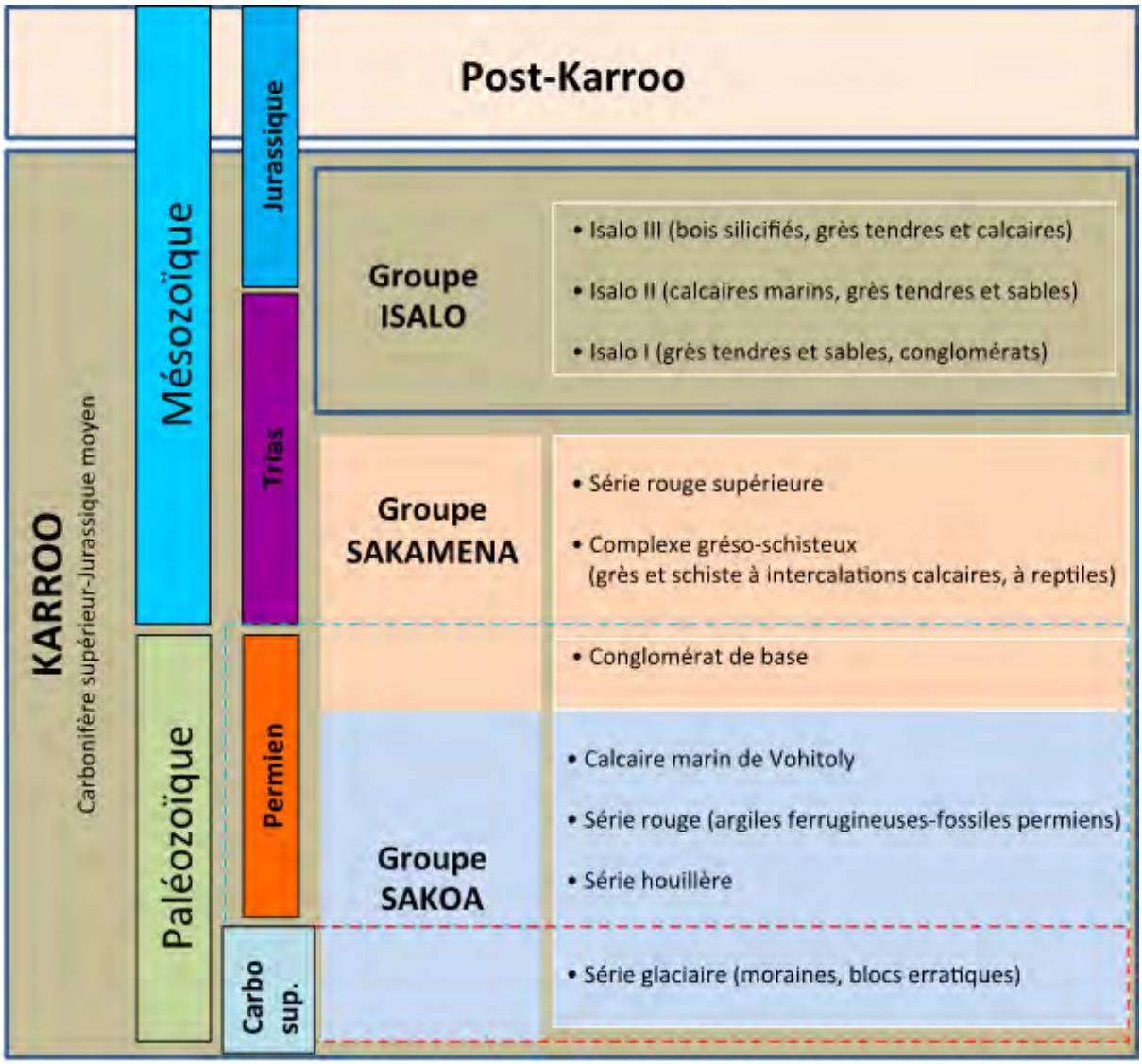


Tableau 1.2 Formations sédimentaires du Karroo de Madagascar (d'après BESAIRIE, 1930).

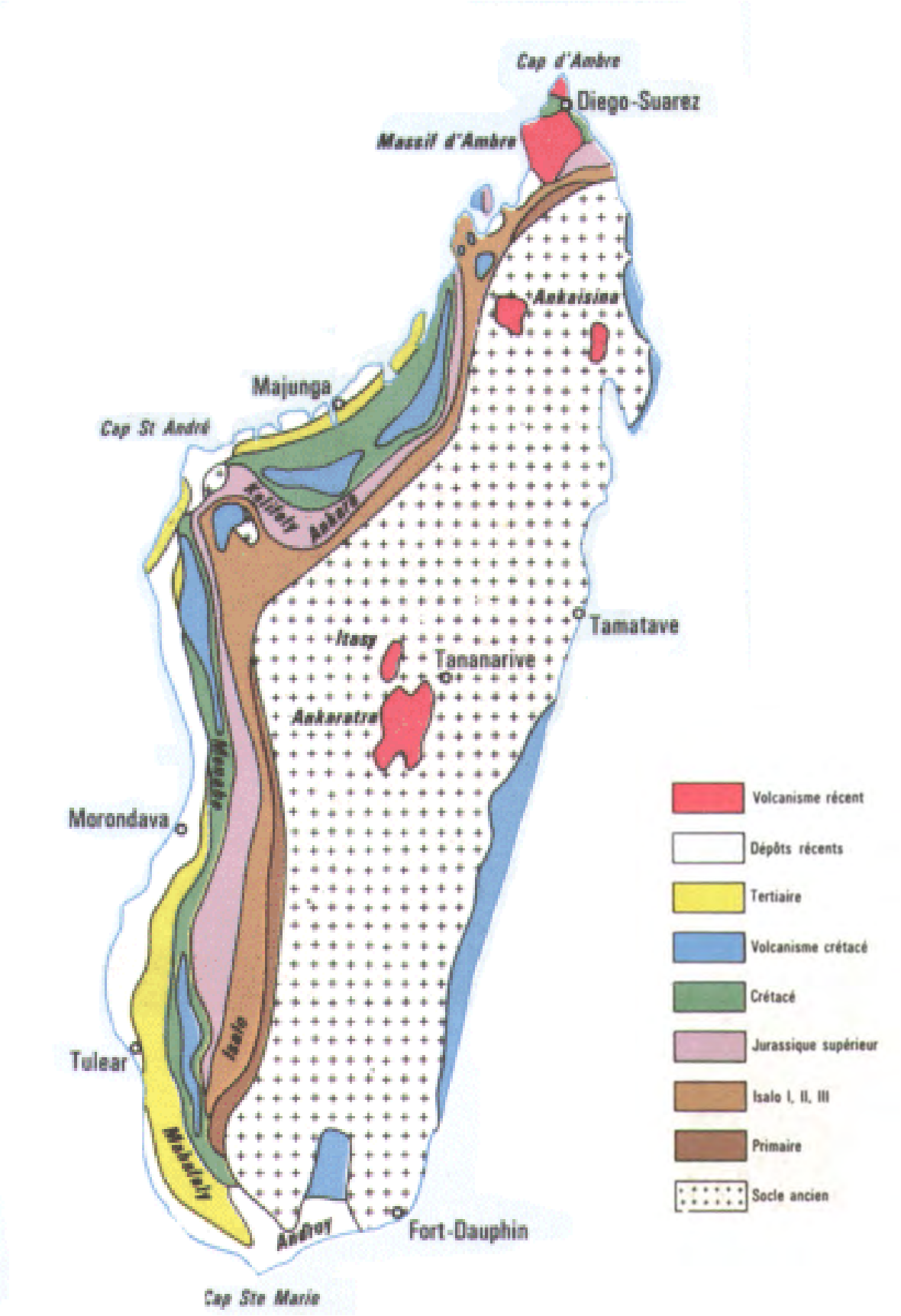


Figure 1.20 Carte géologique simplifiée de Madagascar
(Source : http://svt.ac-reunion.fr/svt/environ/geologie/madageologie1.gif)

1.2.2.1.2.a.- Karroo malgache

Le Karroo est un faciès géologique localisé typiquement à l'Afrique australe (Karroo) mais étendu à Madagascar (Karroo : BESAIRIE, 1930, 6) : constituant aussi un biotope original, il se caractérise par une certaine aridité et une végétation rase de type steppique.

L'ensemble du Karroo malgache est essentiellement continental, avec cependant quelques épisodes d'incursions marines et/ou des dépôts lagunaires ; il se situe à la base des séries sédimentaires, à l'Ouest de l'île. On le retrouve généralement en profondeur, à la limite du socle cristallin.
BESAIRIE (1930) souligne que le Karroo malgache ne correspond pas exactement au Karoo sud-africain[2]. La présence de deux faibles discordances angulaires détermine sa subdivision en trois groupes :
- à la base, celui de la Sakoa (du Carbonifère supérieur au Permien moyen) ;
- au milieu, celui de la Sakamena (du Permien supérieur au Trias inférieur) ;
- au sommet, le groupe de l'Isalo (du Trias supérieur au Jurassique inférieur ou Lias).

1.2.2.1.2.a.1.- Groupe de la SAKOA

Il s'est déposé au Paléozoïque, du Carbonifère supérieur au Permien moyen. Il s'étend sur environ 10 000 km^2 dans la région d'Antsimo-Andrefana (Sud-Ouest), le long du cours moyen du fleuve Onilahy, en aval du socle cristallin de l'Isalo.
Ce groupe, qui forme la base du Karroo, comprend quatre séries :

i) *Série à schistes noirs et à conglomérats* ou conglomérat de base du groupe de la Sakoa. Plus que des conglomérats, ce sont en fait des ensembles de blocs détachés, de dimensions et de formes variées. Ce sont des roches sédimentaires et/ou d'origine essentiellement métamorphique (grès, pegmatites, amphibolites, leptinites et quartzites). Cette série est caractérisée par des schistes noirs qui se présentent sous la forme soit de petites lamelles, soit de boules, parfois très grosses (métriques). Les grès forment des intercalations de faibles épaisseurs et de couleur gris-verdâtre. Cette série est la plus inférieure, son épaisseur est variable d'une région à l'autre. Les fossiles y sont très rares, mais parfois les schistes noirs présentent des empreintes de sphénophytes attribués à *Schizoneura.*

ii) *Série houillère*. Lorsqu'elle est présente, elle est au-dessus de la précédente ; des nappes de charbons y sont parsemées de formations gréseuses. Les grès sont durs, fins ou grossiers, ou encore « conglomératiques » (BESAIRIE, 1930 : 10). Les schistes, gris, sont très rares. Les charbons sont très riches en en plantes fossiles comme *Schizoneura*, *Glossopteris, Gangamopteris*, ils contiennent aussi des nodules de pyrite (FeS_2).

iii) *Série rouge inférieure*. Cette couche, de très grande épaisseur (jusqu'à 400 mètres localement), s'interpose entre la série houillère et les conglomérats de base du groupe Sakamena. C'est une formation argilo-gréseuse complexe où dominent des argiles rouges (vertes dans la région de l'Imaloto) et des grès verdâtres à grain moyen, avec des sables dont les proportions déterminent des variations de couleur.

[2] À titre indicatif et pour mémoire, Le Karoo sud-africain comprend quatre séries géologiques : Dwyka (Carbonifère : schistes et charbon), Ecca (Permien inférieur et moyen : charbon et schistes), Beaufort (Permien supérieur au Trias moyen) et Stormberg (Trias supérieur : grès), réunies dans deux faciès, l'un au Nord de la RSA, l'autre, au Sud.

iv) *Calcaires de Vohitolia*. Dans la région de Vohitoly, on trouve, au-dessus de la série rouge inférieure, un faciès calcaire marin, dû à une invasion du domaine laguno-continental. Les calcaires sont noirs ou blancs riches en fossiles marins (tabulés et tétracoralliaires, brachiopodes, lamellibranches, vertébrés gnathostomes)…

Une discordance d'une dizaine de degrés se manifeste entre ces calcaires et le groupe suivant.

1.2.2.1.2.a.2.- Groupe de la SAKAMENA

Il s'est déposé du Permien supérieur au Trias inférieur et se compose de grès et de schistes à plantes, ammonites et amniotes. On le trouve principalement de part et d'autre du fleuve Onilahy, dans son cours inférieur, jusqu'au littoral, mais il s'étend au Nord jusqu'à la presqu'île d'Ampasindava.

Il comprend trois séries :

i) *Conglomérats de base du groupe de la Sakamena*

Cette formation, qui atteint jusqu'à 40 mètres d'épaisseur, s'étend sur plus de 150 km de part et d'autre de l'Onilahy, depuis Antararatsy au sud, jusqu'à Ranohira au Nord. Elle repose plus au sud directement sur le socle cristallin, et plus au Nord sur le groupe de la Sakoa. C'est un conglomérat gréseux dont les galets sont empruntés à des roches sédimentaires.

ii) *Complexe gréso-schisteux*

Située immédiatement au-dessus du conglomérat, cette série atteint jusqu'à mille mètres d'épaisseur. Les blocs de grès, fin et phylliteux, plus ou moins schisteux ou ardoisiers, argileux ou marneux, s'intercalent éventuellement avec des dépôts calcaires. Des empreintes ou des débris de plantes (*Schizoneura* et *Glossopteris*) y sont présents, mais d'autres fossiles ne sont abondants que dans l'« horizon calcaire » à polypiers de Vohipanana-Ambatokapika et dans les « Grès à plantes et à reptiles » [avec les amniotes *Hovasaurus boulei, Tangasaurus menelli* et *Coelurosauravus elivensis*, l'acanthoptérygien *Atherstonia* d'après PIVETEAU (1926), et probablement aussi *Daedalosaurus madagascariensis, Thadeosaurus colcanapi, Acerosodontosaurus piveteaui,* d'après CURRIE (1980)] de la région de l'Éliva au sud de L'Onilahy. Au Nord de l'Onilahy, BESAIRIE (1930 : 20) distingue les Schistes à plantes (*Schizoneura gondwanensis, Cladophlebis remota, Lepidopteris stuttgartensis, Danaeopteris marantacea, Taeniopteris magnifolia, Voltzia heterophylla, Naeggerathiopsis* cf. *lacerata* selon ZEILLER, 1911), les Schistes argileux à stégocéphales (*Rhinesuchus* cf. *senekalensis*) et les Schistes et grès sans fossiles.

iii) *Série rouge supérieure*

Cette série n'est visible qu'au Sud du fleuve Onilahy et dans la presqu'île d'Ampasindava, tout au Nord. Ces argiles, rouges ou bariolées, intercalées dans des grès tendres, ne contiennent pas de fossiles selon BESAIRIE (1930 : 21), mais la presqu'île d'Ampasindava est aujourd'hui connue pour sa richesse en fossiles.

Une petite discordance sépare ce groupe de celui de l'Isalo (voir ci-dessous).

1.2.2.1.2.a.3.- Groupe de l'ISALO

Il s'est formé du Trias au Jurassique moyen (une partie du Dogger), principalement de dépôts continentaux épais (schistes gréseux) issus de la dégradation du socle cristallin, dans lesquels se sont entrecroisés des dépôts marins contenant des fossiles caractéristiques (bois silicifiés, ammonites, poissons).
Les formations peuvent atteindre plusieurs centaines de mètres d'épaisseur en fonction des localisations ; leurs affleurements se rencontrent dans les trois grands bassins sédimentaires.
Le groupe de l'Isalo comprend trois subdivisions (BESAIRIE, 1930 : 21-22). À la base, au-dessus du groupe Sakamena et en discordance, le sous-groupe de l'Isalo I (grès continentaux grossiers avec des conglomérats de base, caractérisés par la présence de bois silicifiés) et le sous-groupe de l'Isalo II (faciès mixte de calcaires marins, de grès moyens et d'argiles rouges) s'étendent du bassin de Morondava jusqu'au bassin de Majunga. Les faciès marins sont connus pour leur abondance en ammonites. Enfin, le sous-groupe de l'Isalo III (faciès mixte, continental ou marin, avec des grès tendres et des calcaires, avec quelques bois silicifiés) s'étend sur les trois bassins. Il est essentiellement marin dans le bassin de Diégo Suarez et sa partie continentale est caractérisée par des argiles rouges et des grès entrecroisés livrant des restes de dinosaures (BESAIRIE, 1972 : 24).

L'Isalo est donc une formation gréseuse caractérisée par la présence éventuelle de bois silicifiés. Il est recouvert par une couche argileuse dépourvue de fossiles, qui marque la limite avec le Post-Karroo (BESAIRIE, 1930 : 21).

1.2.2.1.2.b.- Post-Karroo

Les dépôts du Post-Karroo incluent toutes les formations depuis le Jurassique supérieur jusqu'à l'Holocène.

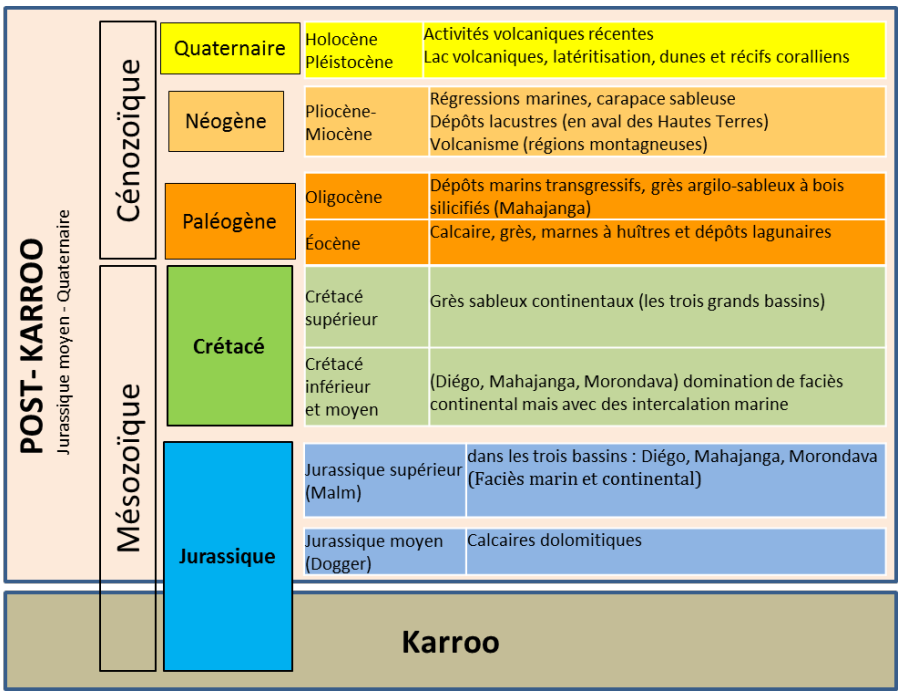


Tableau 1.3 Formations sédimentaires du Post-Karroo de Madagascar (d'après BESAIRIE, 1930).

1.2.2.1.2.b.1.- Post-Karroo du Jurassique moyen et supérieur (Remarquons que les dépôts du Lias et du Dogger (Jurassique inférieur et moyen) sont parfois compris dans l'Isalo, qui est du Karroo). Cette période voit la division du Gondwana, avec comme corollaire la séparation de l'ensemble indo-malgache du continent africain.
Les dépôts de la fin du Jurassique sont très abondants et particulièrement épais. Des dépôts sédimentaires contemporains de l'ouverture océanique se sont accumulés sur tout l'Ouest de l'île (du Nord au Sud). Ce sont des calcaires marins fossilifères parfois gréseux et contenant dans certaines zones des fossiles caractéristiques. Les étages stratigraphiques (Bathonien, Bajocien et Aalénien) se reconnaissent par ces fossiles.
Le Post-Karroo jurassique est présent dans les trois bassins sédimentaires, Diégo Suarez, Mahajanga et Morondava, avec des variations locales qualitatives (espèces fossiles) et quantitatives (puissance des séries).

1.2.2.1.2.b.2.- Post-Karroo du Crétacé
Il est essentiellement marin, formé d'argiles, marnes et calcaires. Il se manifeste aussi dans les trois bassins (Diégo Suarez, Mahajanga et Morondava). Cette période est marquée par l'abondance des céphalopodes avec l'apparition et le développement des ammonites déroulées (Cénomanien) et la disparition progressive des bélemnites. La présence de ces fossiles autour de l'île marque l'isolement du sous-continent malgache : Madagascar est devenu une île. Une séquence continentale se dépose ensuite sur les grès calcaires (Maastrichtien) et marque une forte régression.
Cette période est également marquée par les dépôts volcaniques, sous la forme variable de coulées massives, de filons magmatiques, de tufs ainsi que d'épanchements en réseaux filoniens dans les formations les plus basses. Dans les bassins de Diégo Suarez et de Majunga, le Post-Karroo du Crétacé forme des affleurements importants, cependant qu'au Sud (bassin de Morondava), il est souvent masqué par des carapaces sableuses.

1.2.2.1.2.b.3.- Post-Karroo du Tertiaire (Paléo- et Néogène)
Il dépend de deux ensembles de phénomènes :
1°) l'activation d'anciennes failles continentales subméridiennes et la formation de petits bassins sédimentaires, comme par exemple les bassins de Sirabé et du lac Alaotra ;
2°) les volcans récents dont les coulées, depuis les points hauts de l'île (montagne d'Ambre et massif de Tsaratanana au Nord, Monts d'Ankaratra et massif d'Itasy au centre, et massif d'Androy au Sud), déterminent aussi la formation de bassins sédimentaires d'altitude.
Le Paléogène est marin et représenté par les calcaires marins de plateforme riches en foraminifères. L'Oligocène est dominé par des manifestations volcaniques qui se poursuivent jusqu'au Quaternaire, avec les éruptions de l'Ankaratra, de la montagne d'Ambre et de l'Ankaizina, qui donnent lieu à des intrusions subvolcaniques dans la presqu'île d'Ampasindava.
Au début du Miocène, s'accumulent des calcaires à lépidocyclines (foraminifères), tandis qu'au Miocène supérieur et au Pliocène, une nouvelle régression entraîne le dépôt de sédiments continentaux (grès, argiles). Les argiles ont livré des bois silicifiés mais pas d'autres fossiles, pour l'instant.

1.2.2.1.2.b.4.- Post-Karroo du Quaternaire
Il est représenté par les dépôts volcaniques les plus récents (exemples : Montagne d'Ambre, Nosy-bé, Andrafiavelona…) et par des formations sédimentaires deltaïques, dunaires et/ou côtières. Ces dépôts et formations se retrouvent principalement le long des

côtes, mais aussi dans les petits bassins (aujourd'hui lacustres) en aval des Hautes Terres (lacs Kinkony, Itasy, Antsirabé, …). Les sédiments sont variés, volcaniques, sableux, coralliens ou latéritiques.
D'une manière générale, les formations post-Karroo les plus récentes masquent les formations plus anciennes, qui n'apparaissent, en définitive, qu'au niveau d'affleurements : vallées fluviales et régions accidentées notamment.

Les deux grands faciès du Karroo et du Post-Karroo malgaches sont une particularité de l'île, déterminée par BESAIRIE (1930) et COLLIGNON (1934). Mais il convient maintenant de les replacer dans la stratigraphie classique, du Paléozoïque au Cénozoïque, en insistant sur les aspects paléogéographiques, paléoclimatiques et paléoenvironnementaux, dans une reconstitution brève, mais stimulante pour le lecteur, proposée dans le chapitre suivant.

1.3.- ÉVOLUTION GÉO-BIOLOGIQUE DE MADAGASCAR

L'histoire géologique de Madagascar commence avec celle de la Terre — et des continents à l'origine du Gondwana, mais son histoire biologique est beaucoup plus récente, en raison de sa situation initialement polaire.

La Terre existe depuis plus de 4,5 milliards d'années et la Vie y évolue depuis environ 3,8 milliards d'années. Les roches archéennes de Madagascar (de WIT, 2003) montrent que l'île, à tout le moins son socle cristallin, existait déjà il y a 3 milliards d'années.

L'histoire géologique de Madagascar se confond plus tard avec celle du supercontinent **Gondwana**. Au **Paléozoïque** inférieur et moyen, l'ensemble se trouve près du Pôle sud. Au Paléozoïque supérieur, après un passage sous les glaces polaires, le Gondwana se déplace vers le Nord tandis que Madagascar est baignée par un bras de l'Océan Téthys (à l'origine du canal de Mozambique). Dès le Permien, la vie s'installe, à la fois sur le continent malgache, et le long de sa côte : c'est le début des dépôts de la Sakoa et des calcaires marins de Vohitoly. À la fin du Permien, la grande extinction de masse permo-triasique concerne Madagascar, comme les autres régions du monde. Au début du **Mésozoïque**, le climat est froid et sec, les faunes sont rares, reliques des faunes permiennes. C'est au Jurassique, alors que l'île se détache peu à peu de l'Afrique, que la vie se renouvelle, à partir des faunes des continents voisins. Au Crétacé, Madagascar se sépare de l'Inde, et ses faunes deviennent endémiques. La crise K/T aura raison des dinosaures non-aviens de Madagascar, comme de tous les autres. Au début du **Cénozoïque**, le peuplement mammalien de l'île se limite à des populations afrothériennes et euarchontoglires relictuelles, et l'île ne recevra que des apports occasionnels (crocodile du Nil, lémuriens, hippopotames) avant l'arrivée de l'homme et avec lui, d'une cohorte d'animaux domestiques et commensaux.

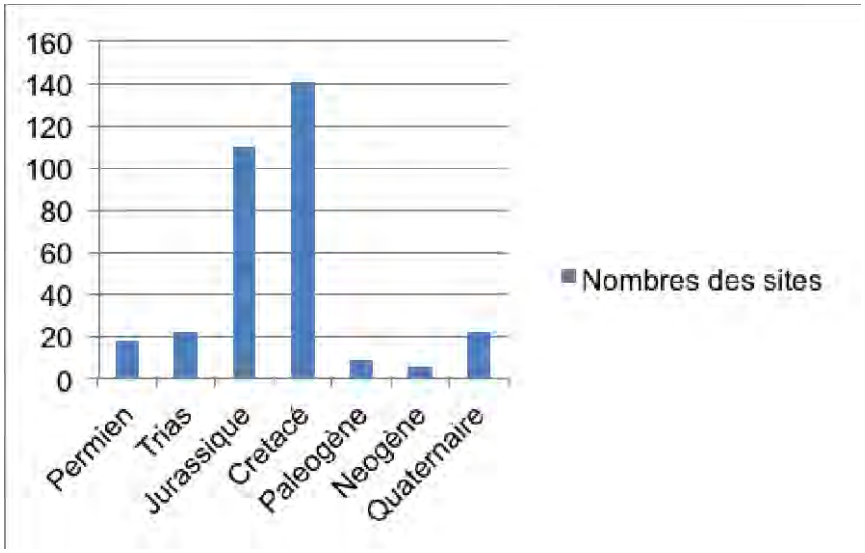


Figure 1.21 Nombre de sites paléontologiques selon les périodes (voir chap. 3.4.1.1., p. 215).

On remarque un biais potentiel pour l'estimation de la biodiversité et de son évolution, lié non seulement à la qualité du registre fossile (affleurements disponibles, longueur des étages/périodes, nombre de sites par période) (BENTON & HARPER, 2009), mais aussi au « facteur humain » (intérêt, nombre, spécialité des intervenants, et premier lieu des paléontologues)…

1.3.1.- PALÉOZOÏQUE

Madagascar est intégré au Gondwana, qui forme la moitié sud de la Pangée.
Jusqu'au **Permien**, Madagascar, incluse dans le continent Gondwana, occupe avec lui une position très australe, sans ligne de rivage ; conformément à l'absence de vie documentée hors des mers à l'échelle globale avant le **Silurien**, aucun indice d'activité organique n'y est enregistré. À partir de cette époque, le Gondwana pivote dans le sens des aiguilles d'une montre et porte la région malgache vers le pôle ; au **Carbonifère** une calotte glaciaire se forme, qui recouvre Madagascar et empêche la vie terrestre de l'investir.

1.3.1.1- Carbonifère supérieur

Le Carbonifère à Madagascar ? Une période glaciale. La vie n'arrivera qu'après la période !
C'est pourquoi le Carbonifère n'est pas renseigné sur le plan paléontologique, le Carbonifère supérieur a conservé quelques traces (moraines, stries glaciaires) le long du couloir Sakamena-Sakoa, visibles dans le Sud de l'Île, dans la région au Sud de l'Onilahy, où elles forment une partie du massif de la Sakoa.
Les publications sur cette période insistent aussi sur la continuité entre Madagascar et les autres continents du Gondwana (EMBELTON & MCELHINNY, 1975 ; MCELHINNY & EMBLETON, 1976 ; RAZAFINDRAZAKA *et al.*, 1976, 1999 ; PINTO *et al.*, 1978 ; PIQUE 1999…)

Paléogéographie
Madagascar appartenait à cette période au Gondwana qui était décalé vers les hautes latitudes de l'Hémisphère Sud. Elle était intercalée entre l'Afrique et l'Inde, les masses continentales gondwaniennes étaient en continuité : Amérique du Sud, Afrique, Madagascar, Inde, Australie et Antarctique.

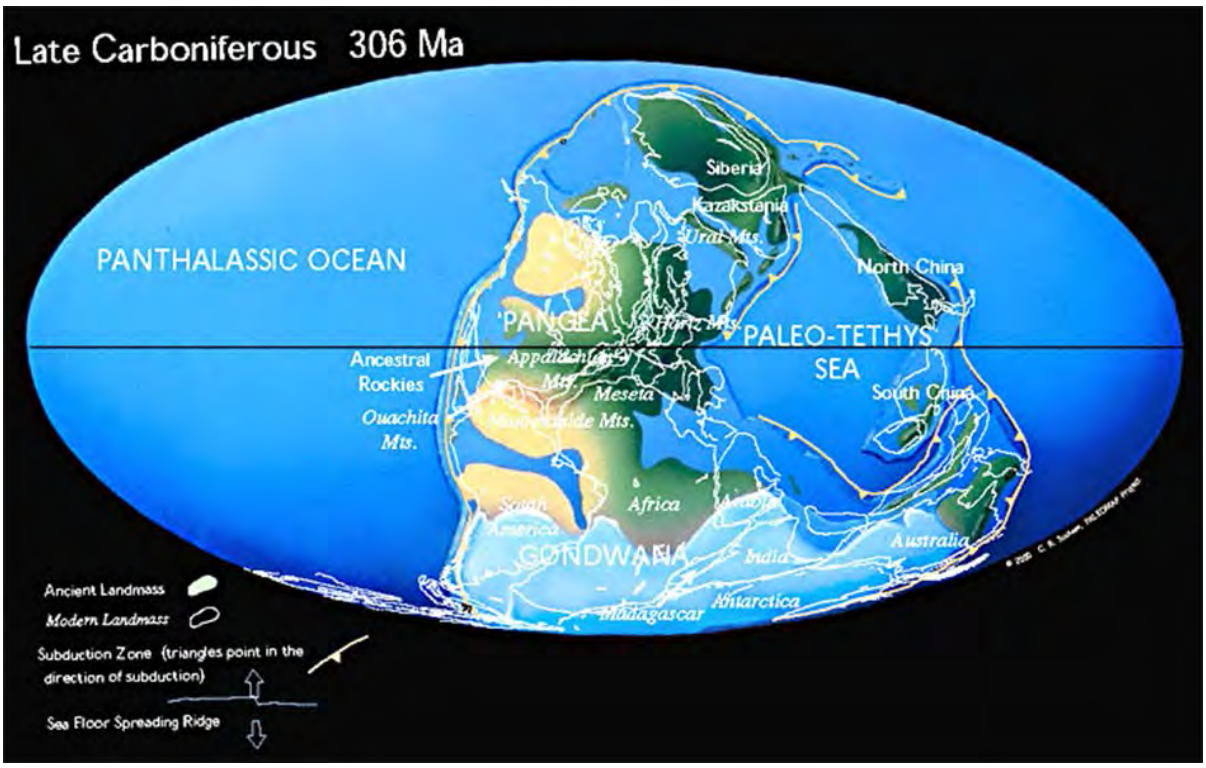


Figure 1.22 Paléogéographie terrestre à la fin du Carbonifère, selon SCOTESE (http://scotese.com/images/306.jpg).

La partie correspondant à Madagascar présente, à l'époque, le socle cristallin et un liseré du Carbonifère sur le versant africain, dont il ne subsiste aujourd'hui que quelques affleurements d'attribution indécise entre le Carbonifère et le Permien. Au Sud de l'Onilahy la base de la Sakoa date de cette période : c'est la série glaciaire du Karroo.



Figure 1.23 Paléogéographie régionale au Permo-Carbonifère (Encyclopædia Britannica, 2013).

Paléoclimats et paléoenvironnements
À cette période, la position de Madagascar est très australe et une calotte glaciaire recouvre son territoire, comme tout le Sud du Gondwana.
La série glaciaire (stries glaciaires, moraines, tillites et blocs erratiques ou *dropstones*) de la Sakoa dans la région Sud de l'Onilahy témoigne d'un climat polaire, en accord avec les reconstitutions paléogéographiques.
Le registre fossile est totalement vide pour toute la période concernée (IRAJA *et al.*, 1978 ; PIQUE *et al.*, 1999).

1.3.1.2.- Permien

Madagascar, interposée entre l'Afrique et l'Inde

Généralités
Cette période, la dernière de l'ère Paléozoïque, s'étend de 298,9 à 252,2 Ma.
Le Permien malgache est documenté par les séries supérieures du groupe de la Sakoa (formations houillères, série argilo-gréseuse rouge, calcaires marins de Vohitoly) et la série inférieure du groupe de la Sakamena (conglomérat gréseux de base) (Tabl. 2).
Les dépôts houillers de la Sakoa contiennent des fossiles végétaux permiens à la limite du socle cristallin à la base du Karroo) dans les massifs du Makay, de l'Isalo et de la Sakoa (cf. carte des sites du Permien : fig. 3.148, p. 218,).
Dans certaines localités, les complexes gréso-schisteux de la Sakaména remontent aussi au Permien (BESAIRIE 1972 : 100, 2013, 223, 266-267, 235-237, 401).

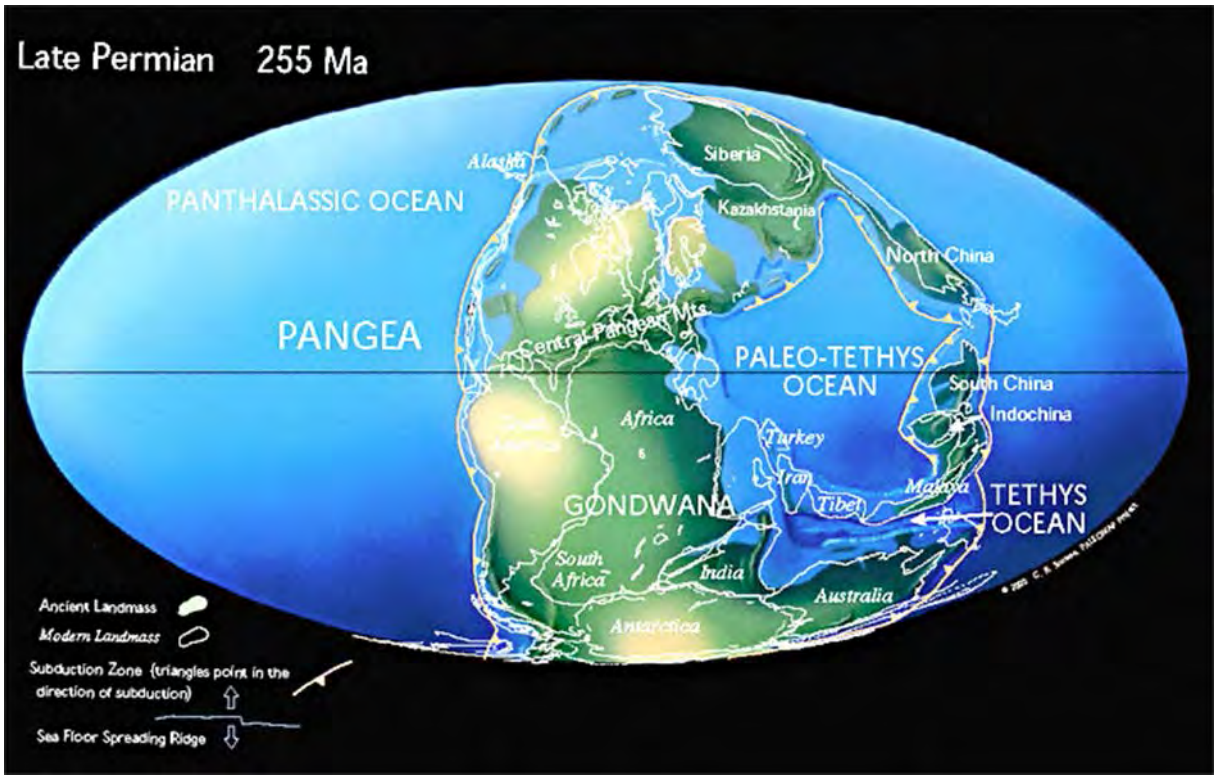


Figure 1.24 Position de Madagascar au Permien supérieur, selon SCOTESE (http://scotese.com/images/255.jpg).

Paléogéographie

Le Gondwana commence à s'ouvrir, avec la transgression sakaménienne (formation d'une mer épicontinentale, préfiguration du canal de Mozambique), et il a entamé sa migration vers le Nord. Au début du Permien, l'île occupe une position très australe, mais la présence de dépôts houillers, qui n'ont pu se faire que sous un climat tropical, montre que l'ensemble a dérivé vers le Nord, et cela dès le Permien moyen.

Le Permien n'est reconnu que dans deux bassins, celui du Nord (sédiments marins et continentaux du bassin d'Ankitokazo) et celui du Sud-Ouest (cf Carte des sites permiens ; BERTRAND & JOLEAUD 1923 ; BESAIRIE, 1930, 1966, 1972).

On remarque deux choses :

1°) le bassin Nord-Ouest (Majunga) ne présente aucun sédiment marin de cette période, et

2°) les calcaires (récifaux) de Vohitolia sont au Sud de l'île, alors qu'à cette période, la mer est censée n'avoir baigné que l'extrême Nord de l'île (fig. 1.24) : une révision sur la paléogéographie de l'île semble devoir s'imposer : il a bien fallu qu'un bras de mer, au moins, atteigne cette région pour que s'y déposent des sédiments marins, ce que BESAIRIE (1972 : 334) signale d'ailleurs comme étant la « première transgression marine »…

Paléoclimatologie

Le climat du Permien a varié à l'échelle globale. Le Permien inférieur est encore dominé par l'influence glaciaire faisant suite au Carbonifère supérieur. Au Permien moyen, le climat se caractérise par une succession de périodes plus ou moins froides et sèches. Le Permien supérieur connaît une période chaude et même tropicale : les dépôts houillers et accessoirement les calcaires marins de Vohitolia témoignent d'une augmentation des

températures, qui peut s'expliquer soit par la dérive de l'île vers le Nord, soit par un réchauffement global, soit par la concomitance des deux facteurs. La fin du Permien est marquée par une chute brutale des températures (quatrième grande extinction).

Paléoenvironnement

La Pangée (Laurasie et Gondwana) est formée. Les mers proches (Téthys) sont peu profondes. Madagascar se situe encore entre l'Afrique et l'Inde.

Il faut attendre le **Permien** pour voir s'installer, enfin, la vie sur le sous-continent malgache, une vie d'abord uniquement terrestre, largement dominée par les plantes ptéridospermaphytes (*Gangamopteris*, *Glossopteris*, *Lepidopteris*) qui ont alimenté les « Charbons de la Sakoa » et par les insectes, *Appertia* et mécoptéroïdés (ZEILLER, 1900 ; BOULE 1908 ; FRITEL, 1920 ; BRIERE, 1924 ; CARPENTIER, 1935 ; PAULIAN, 1965 ; SINGH & SHAW, 1966, *in* BESAIRIE, 1972 : 399), puis terrestre et marine, lorsque l'île s'est trouvée partiellement immergée. Les organismes marins se retrouvent au Nord de l'Île : ce sont des gastéropodes (*Cyclonema*) et des céphalopodes (goniatites : *Cyclolobus*)… Les premiers vertébrés terrestres (dicynodontes) arrivent au Permien moyen ; on les retrouve dans la série rouge de la Sakoa. Au Permien supérieur, se retrouvent, dans le groupe Sakamena du Sud, le temnospondyle *Rhinesuchus* et de nombreux diapsides marins comme les tangasauridés *Tangasaurus* et *Hovasaurus* et le claudiosauridé *Claudiosaurus*, ou terrestre/arboricole comme le younginidé *Thadeosaurus* et *Cœlurosauravus* (PIVETEAU, 1926) petit diapside convergent du dragon volant d'Indonésie actuel.

1.3.2. – MÉSOZOÏQUE

Le Mésozoïque, « l'âge des dinosaures », est l'ère qui a laissé le plus de fossiles à Madagascar (plus de 80% des taxons), et dans les sites les plus nombreux. C'est donc aussi l'ère qui a suscité le plus grand nombre d'études et de publications.
Après les disparitions de masse de la fin du Permien (90 % des espèces marines), la Pangée se disloque lentement, les continents se séparent ; Madagascar suit le mouvement de l'Inde au Jurassique (« Lémurie »), puis s'isole complètement dès le Crétacé moyen. Le climat, continental, froid et sec au Trias, devient plus océanique, humide et chaud au Jurassique et au Crétacé. Dès le Trias moyen, les flores et les faunes, typiquement gondwaniennes mais avec un début de régionalisme, se réinstallent (*Lystrosaurus*, *Azendohsaurus, Hovasaurus*, *Tangasaurus*…). Au Jurassique, certains taxons montrent que Madagascar n'est pas encore complètement isolée : le mammifère à molaire tribosphénique *Ambondro mahabo* (Bathonien, ca 167 Ma ; FLYNN *et al*., 1999), aux affinités discutées parmi les Mammalia (proche des monotrèmes ou des placentaires, selon les auteurs), n'a pas pu apparaître isolément à Madagascar. Son origine est nécessairement gondwanienne. Un certain endémisme indo-malgache se manifeste déjà (*Archaeodontosaurus, Razanandrongobe*…). Au Jurassique supérieur et au Crétacé, l'endémisme malgache est consommé : de nombreux taxons sont exclusivement locaux, comme par exemple le dinosaure théropode *Majungasaurus*.

1.3.2.1. – Trias

Début de l'ouverture du futur canal de Mozambique

Au Trias, une mer épicontinentale baigne l'Ouest de Madagascar et la sépare de l'Afrique.

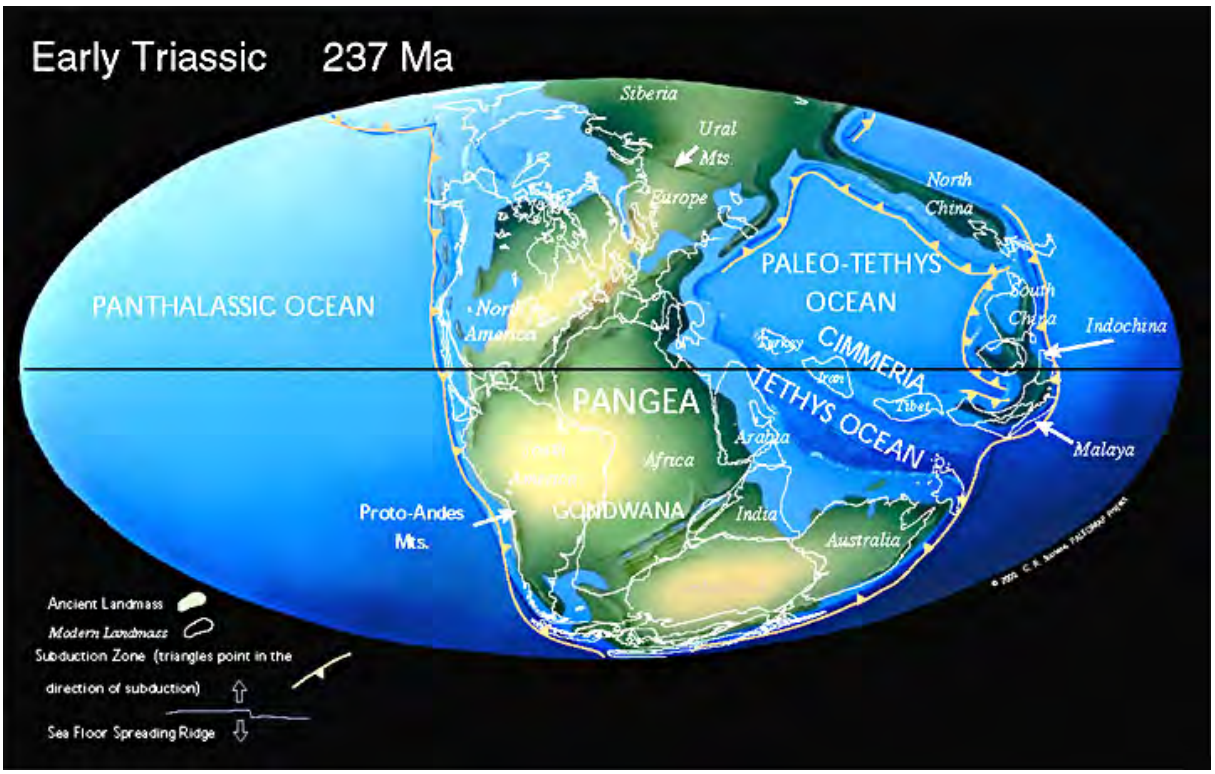


Figure 1.25 Paléogéographie terrestre au Trias inférieur, selon SCOTESE (http://scotese.com/images/237.jpg).

Généralités
Le Trias se situe entre 252,2 et 201,3 Ma, il forme la base de l'ère Mésozoïque. Le Trias malgache appartient entièrement à l'ensemble du Karroo ; il est formé (Tabl. 2) par des dépôts continentaux qui relèvent des deux séries supérieures du groupe de la Sakamena (les complexes gréso-schisteux et la série argileuse rouge supérieure) et par des dépôts mixtes formant la base de l'Isalo (Isalo I). Il est donc caractérisé par des dépôts de grès à reptiles et des calcaires marins.
Les principaux auteurs ayant publié sur cette période sont BERTRAND & JOLEAUD (1923), COLLIGNON (1934), BELTAN (1968), DUTUIT (1978), ARDUINI (1990), ALESSANDRELLO (1990), HANKEL (1993), FLYNN *et al.* (1999, 2000, 2006, 2010)…

Paléogéographie
L'île est encore rattachée aux autres continents gondwaniens, l'ensemble se déplace lentement vers le Nord. Le Trias Malgache fait partie du groupe Isalo, entité de l'ancien continent Gondwana (Karroo). Le Trias continental est continu dans les trois grands bassins sédimentaires, depuis Andavakoera au Nord jusqu'au Massif de l'Isalo au Sud.
Une question demeure, à propos du Trias terminal « marin » : un bras de mer épicontinentale baigne alors la partie sud de Madagascar, comme à l'époque permienne où se sont déposés les calcaires de Vohitolia. Il faut remarquer que ces dépôts marins ne sont connus qu'au Sud et à l'extrême Nord de l'île, mais pas au Nord-Ouest : cela est paradoxal, puisque les transgressions marines n'ont pu venir que du Nord si l'on considère comme acquise la paléogéographie telle que représentée dans la fig. 1.25. Ce paradoxe apparent pourrait être lié à un biais dans le registre fossile et sédimentaire, comme par exemple une érosion complète de ces strates au Nord.

Paléoclimat
Après la glaciation permienne (cause de la 4^{e} extinction de masse), le réchauffement climatique est sensible, le climat reste ensuite chaud tandis qu'il s'humidifie de plus en plus. La continuité des continents de la Pangée engendre la désertification d'une grande partie des terres émergées : les influences océaniques n'atteignent pas l'intérieur des terres. Mais la position de Madagascar, en bordure de l'océan Téthys, est plus favorable. Un climat chaud avec des vents humides s'y installe.

Paléoenvironnement
Soumis à un climat relativement pluvieux, le socle cristallin s'érode, ce qui aboutit à la formation de grès et de marnes continentales, mais aussi de calcaires, d'argiles et de marnes lagunaires ou marins. Deux types d'environnements majeurs de dépôt sont donc présents : continentaux et marins. La tempérance du climat favorise les dispersions et la diversification des organismes. La vie marine est dominée par des mollusques (céphalopodes et bivalves), des actinoptérygiens (*Boreosomus, Errolichthys, Eosaurichthys, Australosomus*…), des ichtyosaures et des plésiosaures. Sur le continent, Madagascar a livré le plus ancien lissamphibien connu (*Triadobatrachus*, très proche des anoures), dans le Trias inférieur de Betsieka (Nord de l'Île). Par extension, il est très probable que l'on finira aussi par découvrir dans le Trias malgache le thérapside *Lystrosaurus*, largement représenté dans le Karroo sud-africain et en Inde, c'est-à-dire de part et d'autre de Madagascar.
Les flores du Trias malgache comprennent des ptéridospermatophytes gondwaniennes (*Glossopteris*) et des conifères ; leurs fossiles se présentent de deux manières, selon que les plantes se sont développées sur place (Bobasatra, rivière de Mahavavy, dans le Nord de l'île) où qu'elles ont été transportées après leur mort par des cours d'eau fossiles (dans l'Isalo, à Ankozany près de Beraketa, ou à Sakeny) à partir de stations situées plus au Nord.

1.3.2.2. – Jurassique

Madagascar et l'Inde se séparent ensemble de l'Afrique

Le Jurassique s'étend de 201,3 à 145 Ma, et se subdivise en trois séries : inférieur (Lias), moyen (Dogger) et supérieur (Malm). Les étages qui appartiennent au Post-Karroo (Jurassique moyen et supérieur) sont reconnus à Madagascar.

Généralités
Cette période, la plus riche et la plus étudiée, surtout dans les bassins nord-ouest et sud-ouest, est marquée par l'ouverture du canal de Mozambique qui a laissé de très abondants sédiments marins, intercalés éventuellement avec des dépôts continentaux (Isalo I et, surtout, II et III). Le Jurassique s'étend du Karroo au Post-Karroo : la série inférieure (Lias) appartient au Karroo (groupe de l'Isalo) et les séries moyenne et supérieure, au Post-Karroo (formé par des dépôts marin et continentaux, des faciès dominés par des calcaires et des marnes). Les étages successifs sont caractérisés par les fossiles stratigraphiques, comme p. ex. *Spiriferina rostrata dans* le Toarcien ou *Ludwigia murchisonae* dans l'Aalénien (BESAIRIE, 1972).
Les sources bibliographiques principales sont de COLLIGNON (1936 à 1970), ESPITALIE & SIGAL (1963), BLAISON (1963, 1964), BALOGE *et al*. (1984), BONAPARTE (1986), FERNANDEZ (1997), FLYNN (1999), PIQUE (1999a), CLARK & RAMANAMPISOA (2002), DAL SASSO & PASINI (2003), BUFFETAUT (2005), MAGANUCO *et al.* (2005)…

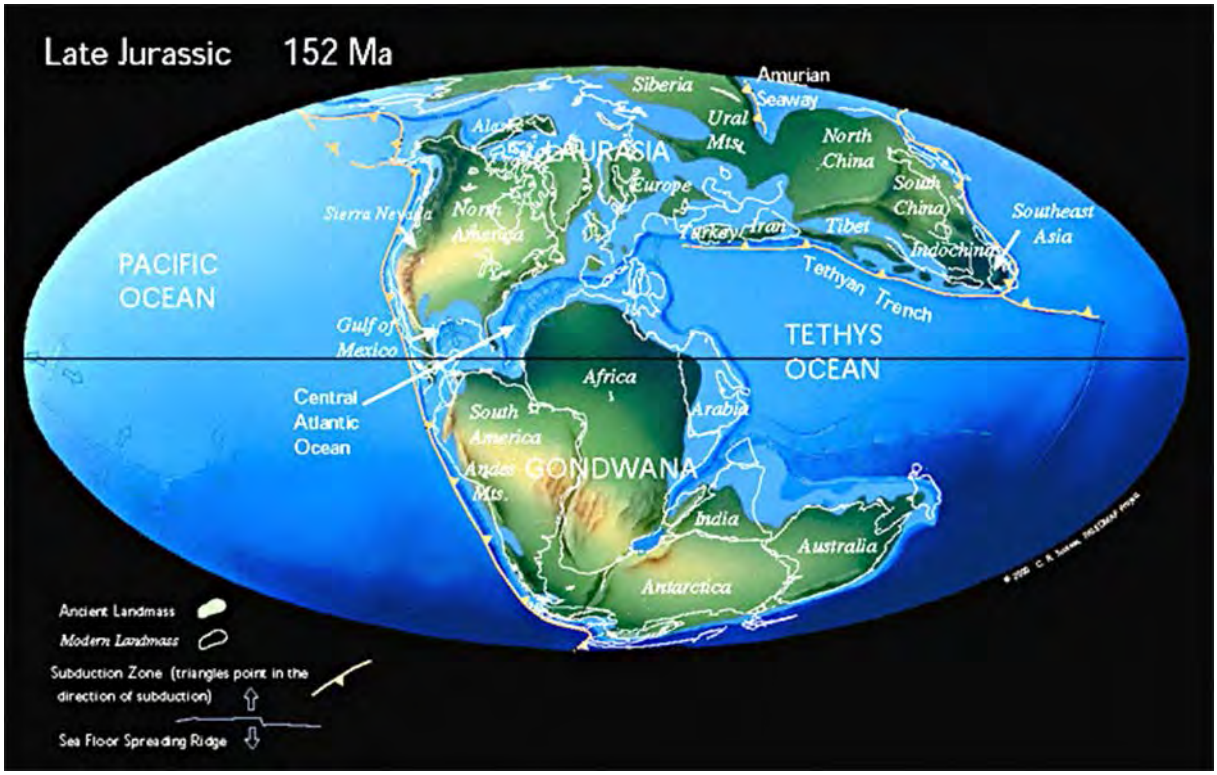


Figure 1.26 Paléogéographie terrestre au Jurassique supérieur, selon SCOTESE (http://scotese.com/images/152.jpg).

Paléogéographie
Au Jurassique inférieur le Gondwana est encore continu, mais à la fin de la période, Madagascar et l'Inde sont définitivement séparés de l'Afrique. Au Jurassique moyen (Dogger), le canal de Mozambique s'ouvre et divise le supercontinent Gondwana en deux entités. De

très importants dépôts marins se forment le long de la côte Ouest de l'île, donc des trois bassins : les formations les plus remarquables en sont les massifs calcaires de Bemaraha, du Makay, avec des sites karstiques spectaculaires, comme les *Tsingy* de Bemaraha ou les grottes de Diégo Suarez.

Paléoclimatologie
Le climat global change : à cette période, la Terre se réchauffe et le niveau des mers est plus élevé. Il est beaucoup plus humide qu'au Trias, avec des influences océaniques encore plus marquées localement au Jurassique supérieur. À Madagascar, le climat devient saisonnier (régime de mousson) et se différencie entre le Nord et le Sud. Néanmoins, Madagascar se trouve alors encore à de hautes latitudes australes, ce qui explique que le climat du continent indo-malgache (ou Lémurie), était plutôt froid à cette période.

Paléoenvironnement
Le Jurassique est marqué par des dépôts continentaux (argiles et grès) et marins (calcaires). Le registre fossile correspondant est abondant et diversifié. Les espèces reconnues sont nombreuses et variées car la période était favorable à l'épanouissement de la vie. La flore continentale est dominée par les fougères, cycadales (*Brachyphyllum*, *Elatocladus*), les ginkgoales et les pinophytes… Dans les mers, notamment en raison de leur niveau élevé, les algues et les invertébrés (hexacorraliaires, céphalopodes et ostracodes…) sont très abondants. Sur terre, les lépidosauriens et les archosauriens (crocodiliens, ptérosaures, dinosaures) se diversifient chacun dans leur milieu (*Megalosaurus*, *Majungasaurus*). Parmi ces derniers, les oiseaux apparaissent dans le registre fossile malgache à cette époque.

1.3.2.3. - Crétacé

Madagascar, séparée de l'Inde, est maintenant une île.

Généralités
Comme le Jurassique, le système Crétacé est très documenté à Madagascar. Il s'étend dans les trois grands bassins sédimentaires et dans d'autres localités (volcans du Crétacé). Au Crétacé, le climat et les températures ont été globalement très favorables à l'épanouissement des organismes, d'où la richesse des espèces, à Madagascar comme ailleurs. Beaucoup d'auteurs ont publié sur cette période : dans le Nord de l'Île, GERMAIN (1954) sur le massif d'Analanavelona et BALOGE (1984), dans le Sud-Ouest de l'Ile, BASSE de MENORVAL (1931-1933) ; sur les ammonites, BOULE et LEMOINE (1906, 1907), COTTREAU (1922) et COLLIGNON (de 1954 à 1961) ; sur les dinosaures sauropodes et théropodes, DEPERET (1896) ou LAVOCAT (1955, 1957). D'autres auteurs ont travaillé plus spécialement sur certains taxons de cette période : HOFFSTETTER (1961) sur le Boidé *Madtsoia*, JANIN *et al*. (1996) sur les nano- et microfossiles, JOLY (1993) sur les phyllocératidés, RABARISON, GOTTFRIED et RANDRIAMIARIMANANA (1996, 2001) sur l'ichthyofaune (élasmobranches et actinoptérygiens), RATSIMBAHOLISOA (2008) sur le théropode *Majungasaurus*. SAMONDS (2013) évoque longuement l'isolement de Madagascar et ses conséquences sur les relations biogéographiques de l'île.

Paléogéographie
Les terres émergées commencent à ressembler aux masses continentales actuelles, mais de nombreuses mers épicontinentales en modifient les contours. L'élargissement du canal de Mozambique a éloigné le sous-continent indo-malgache (« Lémurie ») de l'Afrique, mais à la fin de la période, l'Inde file très vite au Nord, laissant derrière elle Madagascar plus au Sud.

BOULE & THEVENIN décrivent en 1906 des fossiles marins du Crétacé supérieur (« Sénonien ») provenant de la côte est de Madagascar : cela indique que Madagascar, séparée de l'Inde, est devenue une île ; elle est encore relativement australe, à la latitude actuelle de la Nouvelle-Zélande (ALI & AITCHISON, 2008).

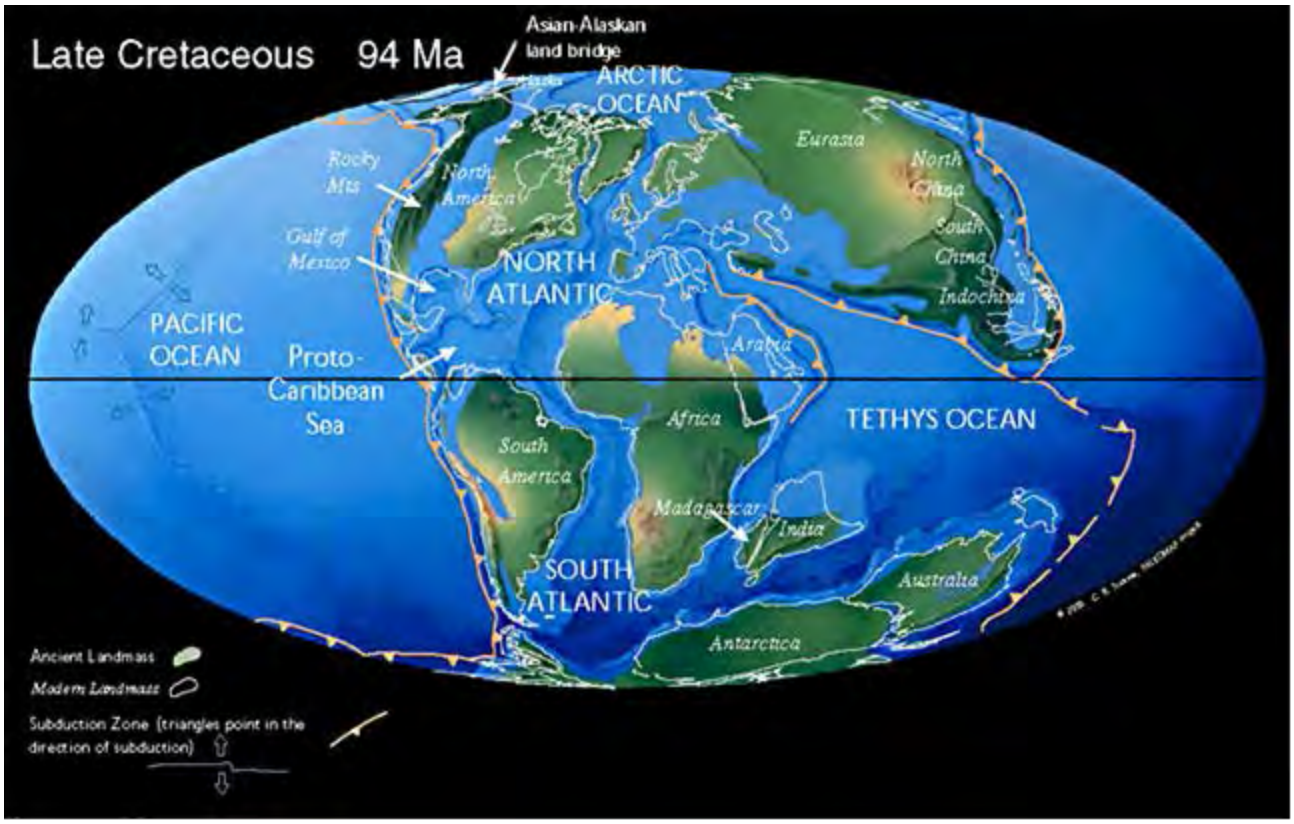


Figure 1.27 Paléogéographie terrestre au Crétacé supérieur, selon SCOTESE (http://scotese.com/images/094.jpg).

Paléoclimat

Au Crétacé, le climat devient saisonnier, océanique, et influencé par le volcanisme. Jusqu'au début du Crétacé « moyen », il est relativement froid mais adouci par le développement du volcanisme dans l'île jusqu'à la fin de la période. À la fin du Crétacé, la grande crise K/T a touché l'île, et Madagascar a connu depuis une évolution biologique distincte.

Paléoenvironnement

Dans les mers, règnent les céphalopodes (ammonites des genres *Hamites*, *Anisoceras*, *Beudanticeras*…) et les gastéropodes (*Alaria*, *Amauropsis*, *Cerithium*…), les chondrichtyens (*Asteracanthus*) et les ostéichtyens (*Axelrodichthys*, *Ceratodus*…).

La faune terrestre est dominée par des myriapodes, des insectes, mais les découvertes récentes de vertébrés du Crétacé dans les deux grands bassins de l'Ouest sont très encourageantes.

Au Nord de Madagascar, le Crétacé domine sur les petits monts (Mont Raynaud, Montagne des Français), il est caractérisé par des dépôts continentaux à intercalations marines, et par les coulées volcaniques subcontemporaines de la montagne d'Ambre. Au Nord, ont été découverts des fossiles marins ; au Nord-Ouest à partir d'Ambilobe, ce sont des vertébrés continentaux, comme la tortue pleurodire *Kinkonychelys*, le grand serpent *Madtsoia*, les théropodes abélisauridés… Dans les régions Nord-Ouest (Majunga) et Sud-Ouest (Morondava), on trouve aussi des faciès marins et continentaux intercalés.

1.3.3 – CÉNOZOÏQUE

Isolement de Madagascar : insularité et endémisme
Aujourd'hui, cette ère est divisée officiellement en trois périodes : le Paléogène, le Néogène, et le Quaternaire (comprenant le Gélasien, déplacé du Pliocène ; 2,59 Ma-Actuel, cf. Annexe 3, p. 257). La plupart des articles concernant Madagascar utilisent les divisions antérieures : Tertiaire (Paléogène et Néogène avec le Gélasien) et Quaternaire (Pléistocène débutant au Calabrien et Holocène ; 1,81 Ma-Actuel).
La dérive des continents se poursuit, Madagascar atteint peu à peu sa position actuelle. Cette ère fait suite aux disparitions de la « crise K/T », qui ont touché aussi Madagascar : les dinosaures non-aviens ont péri, mais d'autres taxons ont survécu,…
Au Quaternaire, l'aridification de toute la partie Sud de l'Île, puis l'arrivée des hommes et les modifications supplémentaires qu'ils ont imposées aux biotopes, ont provoqué la disparition des animaux de grande taille. C'est pendant cette ère que se sont différenciées les taxons endémiques de Madagascar (aloès, ravenala, népenthès, baobabs, *Æpyornis*, lémuriens, hippopotames nains, fossa…)

1.3.3.1.- « Tertiaire » : Paléogène et Néogène

Généralités
Le Paléogène et le Néogène sont reconnus dans les trois grands bassins de Madagascar, mais avec de nombreuses lacunes ; ils ont été le témoin de régressions et transgressions marines qui ont laissé des dépôts le long des côtes. Les petits bassins du centre de l'île contiennent des dépôts tertiaires (et quaternaires), continentaux. LEMOINE (1906), LAVOCAT (1955), SIGAL (1955), RERAT (1962), COLLIGNON (1968) et JANIN (1996) sont parmi les auteurs principaux sur ces périodes. Le Nord est marqué par le volcanisme du Néogène ; les dépôts y sont marins et continentaux. Dans le Nord-Ouest, le Tertiaire est représenté par des dépôts marins de l'Eocène (Lutétien), de l'Oligocène (*Nummulites*, *Assilina*…) et du Miocène (*Chlamys*, *Flabelipecten*, *Ostrea*…) et par des dépôts continentaux du Pliocène (bois silicifiés, argiles versicolores). Dans le Sud-Ouest les trois séries (Éocène, Miocène et Pliocène) sont présentes, parfois incomplètes. Les espèces continentales identifiées sont endémiques.

Paléogéographie
Pendant cette période, les continents se déplacent toujours, la position de Madagascar s'approche de l'actuelle ; au début du Miocène, passant près du point chaud situé aujourd'hui sous la Réunion, l'Île connaît un épisode volcanique. Les trois bassins présentent une stratigraphie différant selon leurs lacunes sédimentaires particulières ; c'est dans le Sud que la stratigraphie est la plus complète. Les faciès sont mixtes, marins et continentaux ; ils résultent des transgressions et des régressions survenues à cette période.

Paléoclimatologie
Après plusieurs *optima* climatiques à la transition Paléocène-Eocène, puis à l'Éocène inférieur et à l'Éocène moyen, le climat global se refroidit sensiblement à l'Éocène supérieur, avant que ne soit enregistré le premier épisode de glaciation du Cénozoïque à la limite Éocène-Oligocène (ZACHOS *et al*., 2008 ; VANDENBERGHE *et al*., 2012).

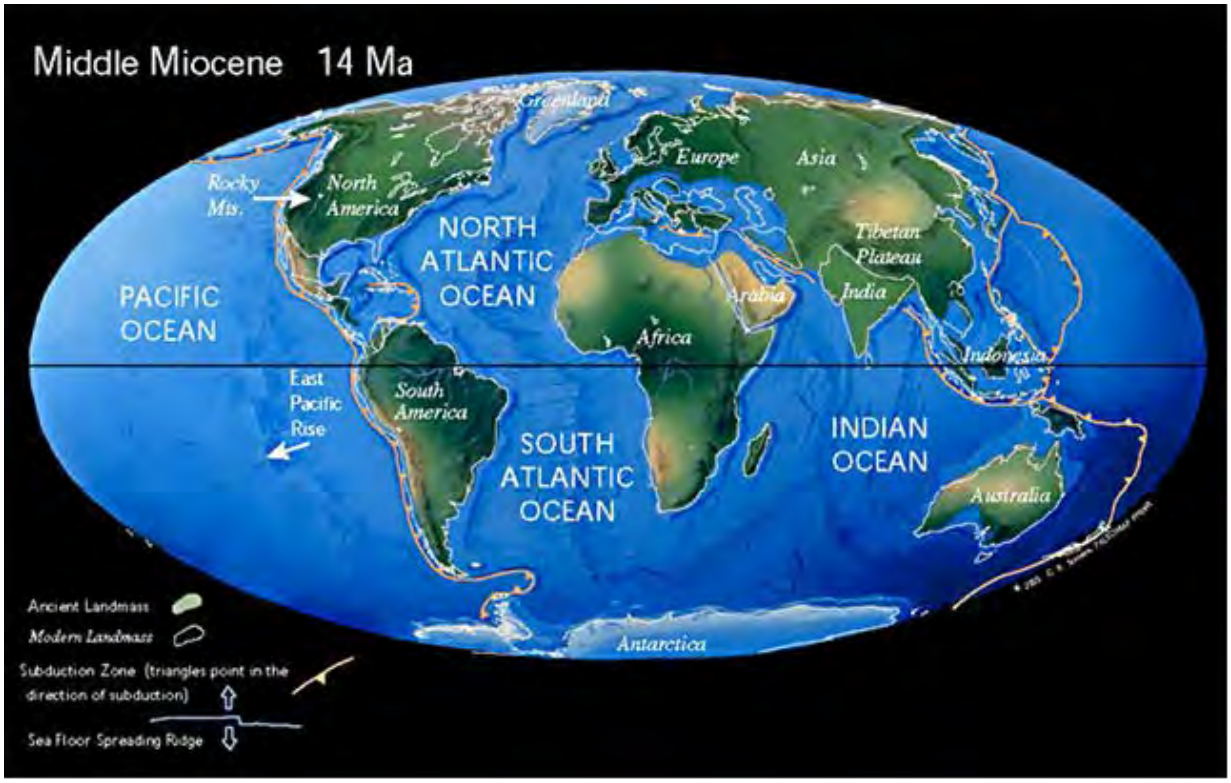


Figure 1.28 Paléogéographie terrestre au Miocène, selon SCOTESE (http://scotese.com/images/014.jpg).

Le climat est froid à l'Oligocène inférieur, mais la température remonte à l'Oligocène supérieur (allant de pair avec une diminution globale de la pluviométrie), avant de chuter à nouveau à la limite Oligocène-Miocène (ZACHOS *et al.*, 2008). Le climat global s'améliore alors jusqu'à l'optimum climatique du Miocène moyen (le dernier en date). Le refroidissement enregistré depuis lors s'accompagne d'un assèchement global. Les trois derniers millions d'années avant nos jours auront également été marqués par une alternance de phases glaciaires et interglaciaires particulièrement sensibles. Au Cénozoïque, l'insularité de Madagascar lui procure des influences océaniques. À la faveur de sa migration vers l'Équateur, l'île a acquis un climat plus chaud.

Paléoenvironnement

Le début de cette période est sous le coup de la crise K/T, de nombreux taxons ont disparu, Madagascar n'y a pas échappé, les formes de grande taille en particulier. Les plupart des fossiles connus du Paléogène sont marins : des nummulites planctoniques (globigérines) et benthiques (*Alveolina, Assilina, Orthophragmina*), des gastéropodes (*Nerita, Trochus*) et des bivalves (*Paleomarcia, Ostrea*), des chondrichtyens (*Galeocerdo*)…

Le long des côtes nord et nord-ouest, les dépôts sédimentaires (essentiellement calcaires) des périodes précédentes sont repris par l'érosion et forment des biotopes karstiques favorables à de nombreux organismes qui s'y déposeront ensuite (foraminifères, coquillages etc.). À l'intérieur des terres s'étend la forêt tropicale, dominée par les arbres caducifoliés. Chez les mammifères, les multituberculés locaux laisseront la place aux euthériens, afroinsectivores (tenrécidés), carnivores (fossa) et primates lémuriens, originaires du continent africain et probablement arrivés sur des radeaux végétaux dès le Paléogène, comme le feront beaucoup plus tard les hippopotames (au Pliocène), puis les hommes (vers 4 000 BC ; GOMMERY *et al.*, 2011).

1.3.3.2. - Quaternaire (Pléistocène et Holocène)

Généralités

Le Quaternaire rassemble le Pléistocène et l'Holocène, c'est la période la plus récente, elle dure depuis 2,6 Ma.

Le Quaternaire malgache est mieux connu depuis BATTISTINI (1984). La présence de nombreuses espèces subfossiles a suscité l'intérêt des chercheurs : BATTISTINI (de 1959 à 1975), MAHE (1972), Mc PHEE (1985), FAURE et GUERIN (de 1983 à 2011), GOMMERY (de 1998 à 2011)…

Dans le Sud, où le faciès sédimentaire du Quaternaire est particulier, BATTISTINI (1959) a reconnu un étage Aepyornien malgache, étendu de 2,2 Ma à nos jours et divisé en trois sous-étages (ancien, moyen et supérieur).

Les formations de cette période sont très différentes entre le Nord et le Sud :

- Dans le Nord on trouve des dépôts marins et des dépôts laguno-continentaux (mangroves)…
- Dans le Sud (régions de Menabe, d'Antsimo Andrefana, de l'Androy et d'Anosy), cette période est bien représentée, avec des subdivisions locales.

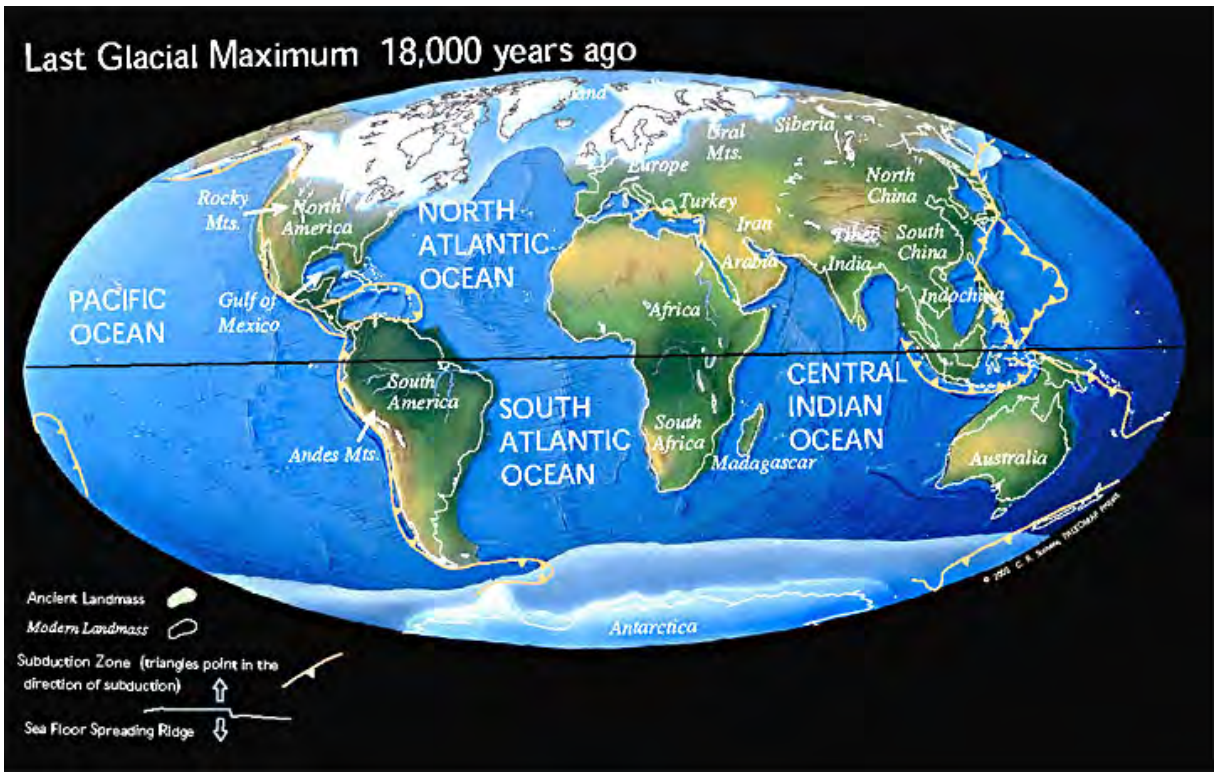


Figure 1.29 Paléogéographie terrestre au Quaternaire, selon SCOTESE (http://scotese.com/images/LGM.jpg)

Paléogéographie

- Dans le Nord de l'Île, les dépôts viennent au-dessus des coulées volcaniques tertiaires ; ils peuvent être en hauteur grâce au développement de la forêt dans l'Est de Madagascar, qui a formé une protection naturelle contre les vents d'Est.
- Le long des côtes de la région nord-ouest, les formations karstiques, marines et lagunaires sont à une petite distance de la mer, qui s'est quelque peu éloignée ; les fossiles qu'on y rencontre sont des mollusques (sub)actuels, et certaines espèces terrestres qui y avaient trouvé refuge (hippopotames, lémuriens…).

- Dans le Sud, la quasi absence de couverture végétale a permis au vent d'élever des dunes toujours en mouvement, et aux intempéries de creuser les formations karstiques typiques de cette régions (BATTISTINI, 1984).

Paléoclimat

Sur Terre, le froid domine, les régions polaires sont recouvertes par les calottes glaciaires. Madagascar, favorablement située, connaît cependant une température tropicale. Le climat n'y a pas vraiment changé tout au long du Quaternaire, mais les variations locales (en particulier entre le Nord et le Sud et entre l'Est et l'Ouest) dépendent beaucoup de la couverture végétale, du relief et des influences océaniques. Il en résulte que les dépôts du Quaternaire sont les plus abondants au Sud de Madagascar.

Paléoenvironnement

Tous les spécimens mis au jour à Madagascar et datant de cette période sont des subfossiles (essentiellement de l'Holocène). Leur disparition a été accélérée du fait de la présence de l'homme, non seulement par son intervention directe (chasse), mais aussi en raison des changements brutaux des milieux par les feux de brousse et les cultures sur brûlis. Selon MAHE (1972), c'est l'aridification du Sud qui aurait provoqué la disparition progressive de ces espèces.

Au Nord, les faciès sont marins et continentaux, par suite de l'érosion des formations plus anciennes. Au Nord-Est, où les reliefs sont accentués et très boisés, les dépôts n'ont guère pu se déposer que dans les vallées et dans les estuaires.

Au Nord-Ouest de l'île les faciès sont soit marins (riches en *Ostrea*) soit continentaux. Dans ce dernier cas, ils se sont formés dans des vallées basses qui ont fonctionné comme des refuges pour les espèces subfossiles.

Dans l'extrême Sud, les faciès sont mixtes (karstiques et éoliens, marno-calcaires et sablonneux), ils contiennent des Mollusques terrestres (*Clavator*, *Helicophanta*). L'aridité a permis la formation de dépôts continentaux (région de Mahafaly), et a provoqué la disparition de nombreuses espèces (arbres, tortues terrestres, æpyornis, hippopotames, tenrecs et lémurs).

Dans le Centre et l'Est de l'île, ce sont des rivières aujourd'hui asséchées qui ont formé les dépôts quaternaires.

L'homme est arrivé sur l'île vers 4000 BC. Depuis, il a amplifié certains phénomènes naturels (désertification, chasse : GOODMAN & PATTERSON, 1997 ; SENEGAS, 2012).

Le cadre physique, géologique et paléoenvironnemental de Madagascar ainsi posé, nous présentons maintenant les objets et les moyens de nos recherches.

2.- MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les objets et moyens de nos recherches (documentation en bibliothèque et sur le terrain) sont indissociables. L'étude de laboratoire formant l'annexe 5 de cet ouvrage (déjà publiée : RAKOTOVAO *et al*., 2014) présentera le matériel et les méthodes spécifiques.
L'objectif d'un inventaire étant d'être aussi exhaustif que possible, cela implique un important travail de recherches documentaires et d'enquête bibliographique. Les études de terrain menées en alternance impliquent aussi un investissement physique, avec de nombreux déplacements et des enquêtes de terrain. Enfin, le versant expérimental de cette thèse suppose du matériel à étudier (issu des collections du Muséum d'Histoire Naturelle de Toulouse).

2.1.- Rassemblement des publications et références bibliographiques

Les références bibliographiques depuis la première note de BUCKLAND (1821) dans les *Transactions of the Geological Society* jusqu'en 2014 seront récapitulées.
Deux ressources ont été explorées : les bibliothèques en ligne et les bibliothèques classiques.

2.1.1.- L'outil informatique a permis, avec Internet, d'accéder aux sites en ligne des bibliothèques nationales et/ou scientifiques francophones, anglophones, malgaches, allemandes, italiennes, etc. La possibilité d'accès aux sites spécialisés du laboratoire Géosciences et Environnement Toulouse (GET) et la possibilité de télécharger les travaux numérisés nous ont été particulièrement utiles.

Nous nous sommes attaché à collecter les articles, notes, informations relatifs à la paléontologie de Madagascar, et avons visité pour cela une vingtaine de sites dédiés, parmi lesquels ceux des revues scientifiques en ligne. Ces revues et journaux scientifiques, et même certaines publications de la grande presse lorsqu'elles sont accessibles sur Internet, ont été passés en revue systématiquement, année après année et en fonction des mots-clés.
Les mots-clés utilisés étaient éventuellement couplés : « Madagascar, Secondaire », « paléontologie, malgache », « fossiles Madagascar », etc.

2.1.2.- Les bibliothèques visitées sont la bibliothèque de l'Observatoire Midi-Pyrénées, les bibliothèques universitaires de Toulouse (BU Toulouse), de Dijon et de Nice, la bibliothèque du MNHN (Paris), la bibliothèque de la Société Géologique de France, la bibliothèque de la Société Géologique Malgache (Tananarive), la BNF, la Bibliothèque Nationale de Madagascar (Tananarive), La bibliothèque du NHM de Londres etc.
La Bibliothèque de l'Observatoire Midi-Pyrénées a obtenu pour nous les références inaccessibles par Internet (prêts inter).
Les personnels (bibliothécaires et documentalistes) nous ont permis :
- de consulter sur place les collections de revues,
- d'obtenir des listes de publications, sur papier ou sur CD-ROM,
  des copies d'articles (photocopies et fichiers au format pdf),
  des ouvrages en prêt,
- de saisir des donnés sur les sites spécialisés,
- de numériser des ouvrages et de les retravailler (nettoyage, élargissement,...)

2.2.- Visites de terrain : prospection, vérification et localisation

Pour la réalisation de ce travail, neuf mois de terrain ont été nécessaires, répartis sur trois années. Nous avons effectué plusieurs missions de terrain, avec pour objectifs de vérifier les coordonnées anciennes, de constater l'état des sites et d'évaluer leur potentiel de valorisation.

2.2.1.- Les déplacements ont été regroupés par zones géographiques pendant les séjours à Madagascar. Ils sont présentés sur la carte ci-dessous (fig. 2.1).

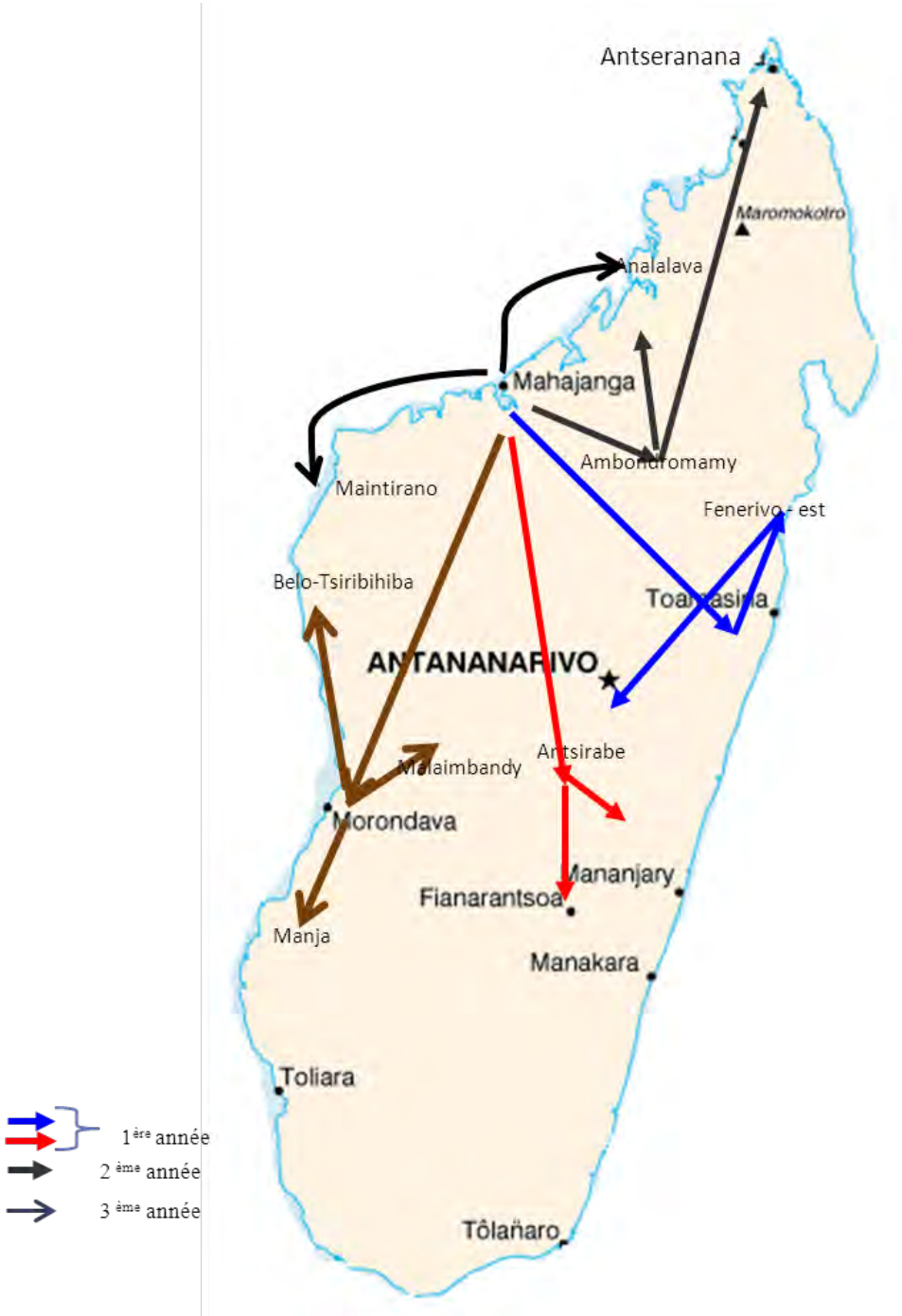


Figure 2.1 Carte des déplacements sur le terrain à Madagascar (2009-10 en bleu et rouge ; 2010-11 en marron ; 2011-12 en noir).

Le pays compte 22 régions administratives : 17 ont été visitées, cependant que les cinq régions du Sud et du Sud-Est, rendues inaccessibles pour des raisons d'insécurité (2009-2013) ont été laissées de côté. Les régions visitées représentent toutefois l'ensemble des anciennes provinces de l'Île (Diégo-Suarez, Majunga, Tananarive, Fianarantsoa, Tamatave, Tuléar).

Quatre grandes zones d'intérêt paléontologique se dégagent, correspondant *grosso modo* aux bassins sédimentaires. Dans ces derniers, affleurent des dépôts s'étageant depuis le Paléozoïque (Carbonifère supérieur, ~320 millions d'années) jusqu'au Cénozoïque (Holocène, -11700 BP-Actuel). Ils occupent le tiers de la surface totale (587 040 km^2) de l'île et sont répartis dans trois grands bassins (Diégo, Mahajanga, Morondava) et plusieurs petits bassins d'altitude (Antsirabé, bassins de l'Est…) :

(i) Dans le Nord, le bassin sédimentaire de Diégo : majeure partie de la région de Diégo et une partie de la région de *Sava* (ancienne province de Diégo-Suarez) datant du Mésozoïque jusqu'à nos jours ;

(ii) au Nord-Ouest (bassin sédimentaire de Mahajanga/Majunga) : les régions de Sofia, de Boeny, de Betsiboka et de Melaky présentent l'ensemble des étages stratigraphiques de Madagascar ;

(iii) dans la partie Sud-Ouest (bassin de Morondava dans la majeure parie de l'ex-province de Toliary/Tuléar) : les régions de Menabe, d'Atsimo-Andrefana, et d'Anosy. C'est le plus vaste et il contient tous les étages stratigraphiques de Madagascar ;

(iv) Les autres bassins sont plus petits et se répartissent au centre et dans l'Est : dans la région de Bongolava, où se trouvent des niveaux riches en fossiles cénozoïques et restes subfossiles, et dans les régions d'Antsinana et de Vatoviany.

Les registres fossiles seront détaillés dans les chapitres correspondants.

Environ 380 sites recensés ont été visités. Chaque site visité a été mis sur fiche (modèle en Annexe 2). Nous nous sommes inspiré des fiches d'enquête du "*vade mecum*" de DE WAEVER *et al*. (2006) pour l'inventaire du Patrimoine Géologique national de France, que nous avons adaptées au contexte de Madagascar.

Les informations suivantes sont enregistrées sur chaque fiche. Il s'agit :
- de l'identité du site (nom du site, de la localité, de la région) ;
- de sa localisation : les coordonnées géographiques ont été vérifiées et relevées grâce à un appareil GPS (*Global Position System*) ; parfois, la localisation est restée approximative, en raison de l'inaccessibilité du site (imprécision de la publication initiale, défaut de moyen de locomotion, zones interdites du fait des traditions, insécurité…)
- de sa description géologique : phénomène géologique illustré, typologie, stratigraphie, fossiles identifiés ;
- de son statut : organismes ou communautés qui gèrent le site (la plupart n'ont pas de statut officiel) ;
- de son intérêt scientifique et/ou conservatoire ;
- de sa vulnérabilité : état actuel du site et risques de dégradations anthropiques ou autres ;
- de l'évolution et des perspectives du site : connaissance de son histoire et suivi des projets qui le concernent.

La liste des sites paléontologiques figure à l'Annexe 2 (pp. 246-254).

Chaque déplacement a commencé par la visite des autorités locales [députés, maires, chefs de quartier (*fonkontany*), sages (*sojabe*)…] pour les prévenir de notre arrivée et échanger des renseignements concernant notre mission. Ainsi, les autorités et communautés locales ont-elles systématiquement été sensibilisées à l'intérêt de la conservation des sites comme appartenant à leur patrimoine.
Les Musées (au nombre de 22, la plupart étant situés dans la capitale), les centres de recherches (Diégo, Majunga, Tananarive, Tamatave, Tuléar, Fianarantsoa…) et quelques dépôts isolés chez des particuliers ou des organismes locaux ont été visités, et leur inventaire effectué.

Note sur les systèmes de coordonnées.
Il existe plusieurs systèmes de coordonnées géographiques, cela pose un problème de correspondances :
- Coordonnées kilométriques Laborde (longitude X, latitude Y)
- Coordonnées kilométriques Lambert (longitude X, latitude Y)
- Coordonnées actuelles classiques longitude-latitude (degrés, minutes, secondes)
- Coordonnées actuelles World Global System 1984 (WGS 84)
- Aujourd'hui le système GPS (Global Position System) en degrés et décimales tend à supplanter le système classique de coordonnées en degrés, minutes et secondes.
Dans le présent travail, nous avons ramené toutes les coordonnées au système GPS ; quelques imprécisions peuvent demeurer, en raison de l'approximation de certaines références bibliographiques…

2.2.2.- Les cartes ont été réalisées à partir des documents bibliographiques et des bases de données du Ministère malgache des Mines et Hydrocarbures (actuellement le Ministère auprès de la Présidence chargé des Ressources stratégiques), de l'Institut National de la Statistique, d'Internet (*Google Earth*) et/ou de nos déplacements. Il s'agit de captures d'écran ou de publications numérisées, qui ont été retravaillées (grâce au service infographie du laboratoire GET). Les cartes finales sont de notre propre réalisation. Les bases de cartes régionales sont issues des monographies des régions au Ministère du Tourisme et du Patrimoine actuellement séparées en deux : Ministère du Tourisme et Ministère de l'Artisanat, de la Culture et du Patrimoine.
Les coordonnées géographiques des sites ont été relevées sur le terrain ; certaines ont été extraites d'articles ou estimées à partir des cartes qui y figuraient.

Les identifications taxinomiques sont reprises d'articles, d'ouvrages et de sites spécialisés (par ex. *Paleobiology database*, *trans'Tyfipal*, *Global Names Index*, *Global Biodiversity Information Facility*, *Geological New-Zealand Survey*/*GNS Science*, *Tree Of Life web project*…). Nous avons révisé si besoin était les âges stratigraphiques en fonction du découpage en vigueur (GRADSTEIN *et al*., 2012).

Les tableaux ont nécessité un soin particulier. En effet, les musées, institutions ou sites spécialisés ont diverses manières d'inventorier les collections. Les musées utilisent le « Manuel de normes : documentation des collections africaines » publié par l'ICOM (ANNABI *et al*., 1996). Les données utiles, saisies sur Excel, ont été retravaillées avant d'être homogénéisées.

2.3.- Matériel

2.3.1.- Pour les travaux « de laboratoire », nous avons eu recours aux matériels, instruments et spécimens mis à notre disposition par le Laboratoire Géoscience et Environnement de Toulouse (GET) et le Muséum d'Histoire Naturelle de Toulouse (MHNT), et aux spécimens du Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris (MNHN), du Laboratoire Biogéosciences de l'Université de Bourgogne à Dijon, du Musée des Confluences de Lyon, du MHN de Nice et du Natural History Museum (NHM) à Londres .

• Les matériels informatiques de connexion, de rédaction et de reprographie (photocopieur et imprimante, scanner) du laboratoire G.E.T. ont été largement sollicités. La connexion du laboratoire GET et l'accès à la Bibliothèque Universitaire (Documents à distance, DOCADIS, de la B.U.) de Toulouse III (Université Paul Sabatier) nous ont permis d'accéder aux sites utiles pour les ouvrages et les articles disponibles en ligne ; pour les sites payants, nous avons bénéficié en outre d'un code d'accès à la bibliothèque de l'Observatoire Midi-Pyrénées (OMP, dont dépend le GET), ce qui a permis d'élargir le champ de la recherche bibliographique.

• Le logiciel QGIS (*Quantum Geographical Information System*, http://www.qgis.org/) a été particulièrement utile. Ce logiciel gratuit nous a permis (méthode) d'acquérir et de stocker des données topographiques, de vérifier et de mettre à jour les données publiées et de faire les manipulations nécessaires à la réalisation des cartes.

• Les cartes ont été numérisées et retravaillées par nous-même et le service de cartographie du GET.

• Le Muséum d'Histoire Naturelle de Toulouse nous a confié l'étude des hippopotames subfossiles de Madagascar de la collection GALLIENI (1905). Pour ce faire, l'École Vétérinaire de Toulouse nous a fourni des instruments de mesure ostéométriques (règle, compas, équerre…). Les appareils photographiques utilisés à Toulouse et à Madagascar sont privés.

2.3.2.- Le matériel de terrain est celui utilisé pour la prospection, les prélèvements et les déplacements.

(i) Pour la prospection, un GPS nous a permis de prendre les coordonnés géographiques, de nous positionner et de nous repérer. Un appareil photo s'est révélé particulièrement utile. Des cartes (routières, géologiques et topographiques) ont été nécessaires dans nos déplacements, ainsi qu'une boussole et de la papeterie (carnets de notes, crayons et stylos, marqueurs, étiquettes…)

(ii) Pour les prélèvements, nous avons utilisé un marteau de géologue, des sachets en plastique, des pinceaux pour dégager quelques fossiles, les conditionner et les transporter.

(iii) Pour les transports, nous avons fait appel à tous les moyens disponibles pour nous rendre dans des zones difficiles : taxi brousse, moto, vedette, pirogue, charrette, sans compter nos pas…

Les zones de nos déplacements figurent sur les cartes des figs. 2.1 (p. 46) et 2.3 (p. 51).

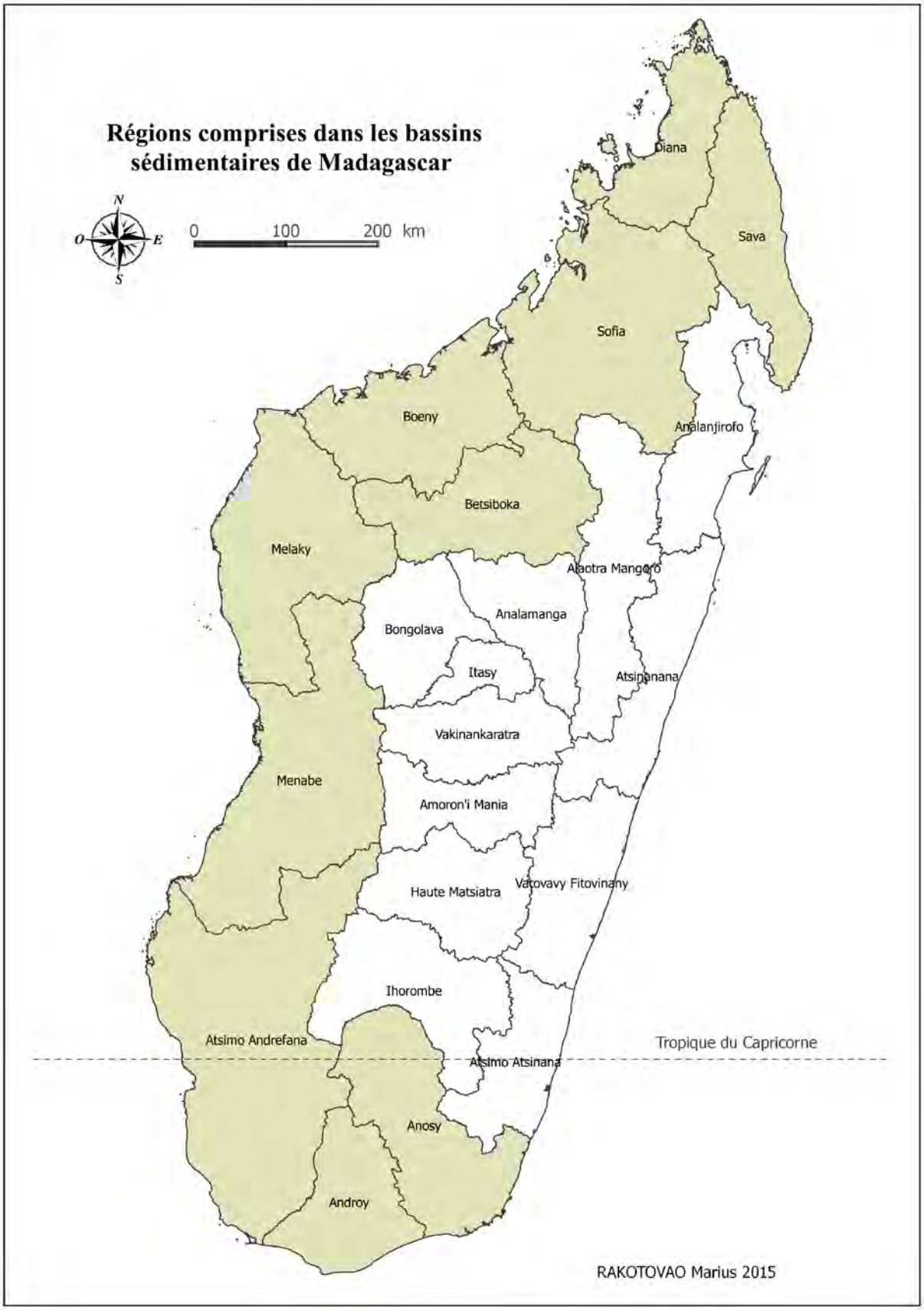


Figure 2.2 Situation des bassins sédimentaires relativement aux régions administratives.

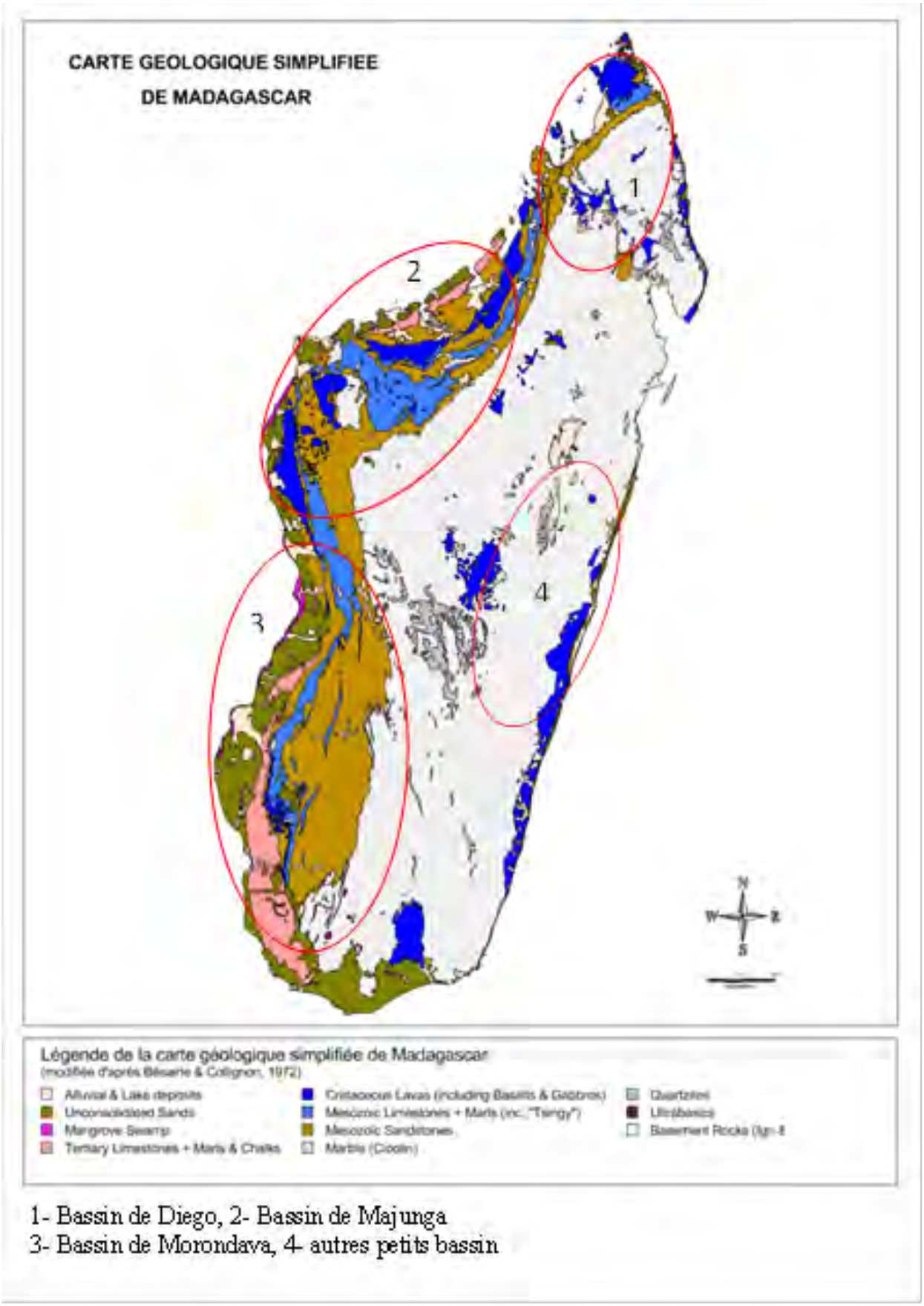


Figure 2. 3 Situation des zones explorées relativement aux bassins sédimentaires.

2.4.- Enquêtes

Trois enquêtes ont été menées :

(i) Sur le terrain, auprès des autorités locales et des populations, l'enquête s'est basée sur les fiches d'enquête préparées. Ainsi, nous avons pu collecter des renseignements sur les sites, et leur description, et sur les musées locaux (les 22 Musées de Madagascar).

(ii) Auprès des musées et institutions détenteurs de sujets provenant de Madagascar (MNHN, Institut géologique de Dijon, collection du département géologique de Lyon, Muséum de Nice, Muséum de Toulouse) Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris) : envoi des questionnaires, collecte et traitement des données.

Un questionnaire a été adressé aux musées, mais les réponses ont été rares, faute de temps et de moyens humains, sinon en nous communiquant leurs renseignements par voie informatique, en bloc (MNHN, Laboratoire Biogéosciences et Muséum de Nice) : nous n'avons alors eu accès qu'aux spécimens déjà inventoriés de leurs collections.

(iii) Auprès des responsables des bases de données paléontologiques, à Santa Cruz, Californie (FossilWorks et Paleobiology Database : http://paleodb.org/), à Paris (http://colhelper.mnhn.fr/), à Dijon (Trans'Tyfipal : http://transtyfipal.u-bourgogne.fr/).

Après une prise de contact et de rendez vous, nous avons présenté notre projet de thèse. Cela nous a permis d'avoir des informations de première main particulièrement utiles.

2.5.- Classification des aires protégées

Les sites paléontologiques suivent la classification des aires naturelles protégées, lorsqu'ils y sont inclus. La carte suivante (fig. 2.4), montre les principaux sites naturels protégés, et leur statut particulier. Les responsables de ces sites doivent savoir que ces zones présentent aussi un intérêt géologique et paléontologique particulier.

Selon l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) il existe six catégories d'aires protégées (tabl. 2.1).

Figure 1 : La classification des Aires Protégées par catégorie et par type de gouvernance

Type de Gouvernance	A. Aires Protégées Gérées par le Gouvernement			B. Aires Protégées en Gestion Participative (Cogestion)			C. Aires Protégées Privées			D. Aires du Patrimoine Communautaire	
Catégorie UICN (objectif de gestion)	Ministère national ou Fédéral ou Agence Nationale en charge	Ministère ou agence local ou municipale en charge	Gestion déléguée par le Gouvernement (p.ex. à une ONG)	Gestion transfrontalière	Gestion collaborative (plusieurs formes d'influence par plusieurs parties prenantes)	Gestion Conjointe (comité de gestion pluraliste)	Déclarées et gérées par des propriétaires en tant qu'individus	...par des organisations pas à but lucratif (p.ex., ONGs, universités, etc.)	...par des organisations à but lucratif (p.ex., entreprises touristiques)	Déclarées et gérées par des Peuples Autochtones	Déclarées et gérées par des Communautés Locales
I – Réserve naturelle Intégrale/ de nature sauvage											
II – Parc National (protection des écosystèmes et buts récréatifs											
III – Monument Naturel											
IV – Aire de gestion des habitats ou des espèces											
V – Paysage terrestre ou marin protégé											
VI – AP de ressources naturelles gérées											

Tableau 2.1 Catégories d'aires protégées selon BORRINI-FEYERABEND et DUDLEY (2005 : http://equilibriumresearch.com/upload/document/elandurban.pdf).

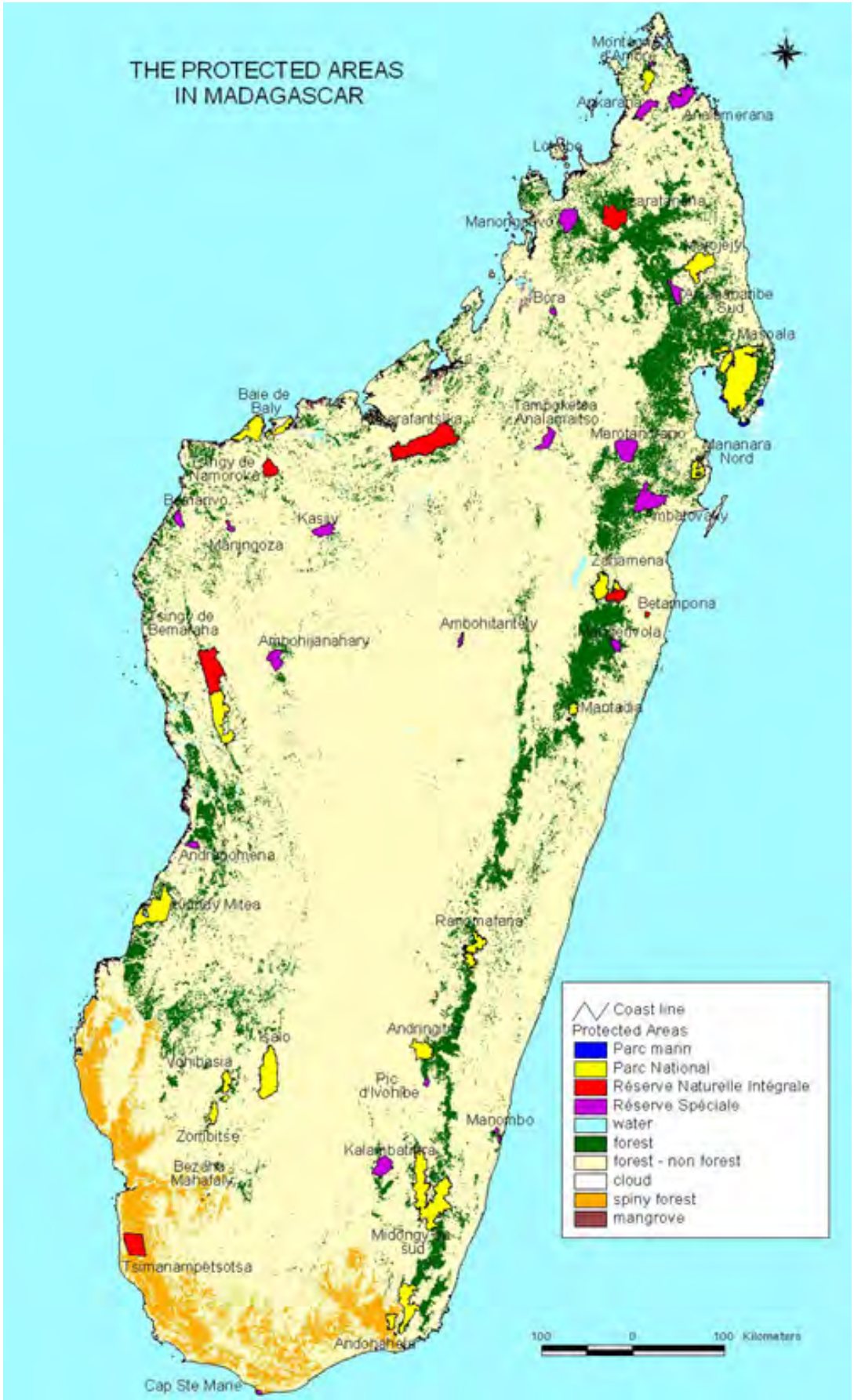


Figure 2.4 Aires naturelles protégées de Madagascar (http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/26/Mada_PAs.jpg).

3.- RESULTATS

Le chapitre sur la géographie et la géologie permet de suivre plus facilement les résultats.
Ceux-ci sont de plusieurs ordres : il y a en effet les analyses bibliographiques, les visites de musées (inventaires et étude de collections) et les observations sur le terrain, où les sites les plus importants ont été explorés, géolocalisés et décrits (mis en fiches).

3.1.- BIBLIOGRAPHIE Analyse des publications

Depuis la première mention de fossiles provenant de Madagascar par BARON (1823), plusieurs milliers de publications ont été émises sur l'Île. Pour le présent travail, nous avons recensé plus de 2000 références (articles originaux, articles de synthèse, notes et ouvrages) concernant directement ou indirectement la paléontologie et aussi, accessoirement, la géologie de Madagascar.
Un grand nombre de ces références ont été regroupées, comme par exemple celles de COLLIGNON : environ 1200 références condensées en deux douzaines, par regroupement des fascicules, ce qui aurait "déséquilibré" le chapitre de la bibliographie.
Madagascar compte plus de 3470 espèces de fossiles documentant le Paléozoïque supérieur (*Glossopteris*, *Gangamopteris*), le Mésozoïque (ptérosaures, dinosaures) et le Cénozoïque (essentiellement des invertébrés marins), dont l'Holocène (hippopotames, lémuriens…), avec des groupes qui s'étendent sur l'ensemble du Phanérozoïque (brachiopodes, bivalves…).
Les trois bassins sédimentaires ont été reconnus dès le XIX^{e} siècle, tant sur le plan de la géologie que de la paléontologie.
De nombreuses descriptions initiales (des XIX^{e} et début du XX^{e} siècles), ont fait l'objet de révisions par des auteurs plus récents ; cela a entraîné des changements de nomenclature et/ou d'attribution taxinomique — par exemple, ESPITALIE & SIGAL (1963) sur les foraminifères ; COMBEMOREL (1988) sur les bélemnites — sources potentielles de confusions auxquelles, malgré notre vigilance, nous n'aurons pu toujours échapper.

3.1.1.- Distribution géographique des publications

Le volume des publications consacrées à chaque bassin est proportionnel à leur extension géographique. La première région qui ait été étudiée est aussi la plus petite, c'est celle de Diégo Suarez au Nord. Aujourd'hui, ce sont les deux grands bassins de Majunga et, surtout, de Monrondava, qui retiennent l'attention des chercheurs et d'autres prospecteurs, attirés par leur potentiel minéral.

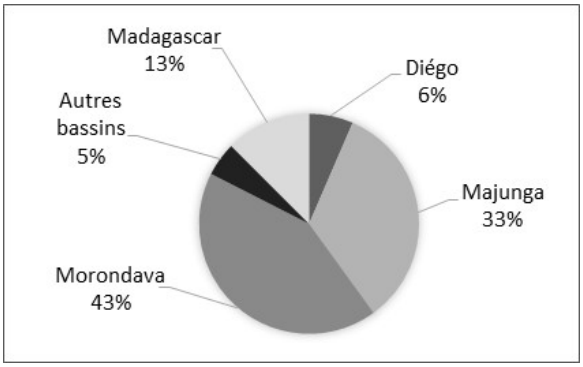


Figure 3.1 Statistique des publications paléontologiques selon les bassins sédimentaires.

3.1.2.- Distribution dans le temps des publications

Les publications peuvent être regroupées en trois périodes.
• Avant 1960, c'est la période d'exploration et de découverte, dans un contexte initial de rivalité entre les Anglais et les Français, réglé au bénéfice des seconds dès la fin du XIX^{e} siècle. Les trouvailles ont été très nombreuses et la plupart des fossiles ont été expédiés en France ou en Angleterre. Les recherches de ce temps ont été dominées par quelques personnalités marquantes (GRANDIDIER père et fils, MILNE EDWARDS, FORSYTH MAJOR, COLLIGNON, BESAIRIE, LAVOCAT…) ; on remarque que les décennies 1910-1919 et 1940-1949 sont déficitaires en publications, en raison des deux guerres mondiales.
• De 1960 à 1980 : à l'indépendance (1960), les recherches sur place ont continué un temps, mais elles ont été brutalement interrompues entre 1972 et 1980, période pendant laquelle les publications ont continué, mais à l'extérieur, sur des matériels déjà exportés ;
• De 1980 à 2000, les recherches sont plus ciblées. Beaucoup de chercheurs, spécialisés, concentrent leurs efforts sur un taxon, sur une période ou sur un site particulier.
• De 2000 à nos jours, la langue anglaise devient dominante dans les articles scientifiques. Les publications sont désormais d'un accès plus commode (mais pas forcément gratuit !) grâce à Internet. Nous avons bénéficié des abonnements du GET (Géosciences Environnement Toulouse) et de l'OMP (Observatoire Midi-Pyrénées) pour obtenir de nombreux articles.

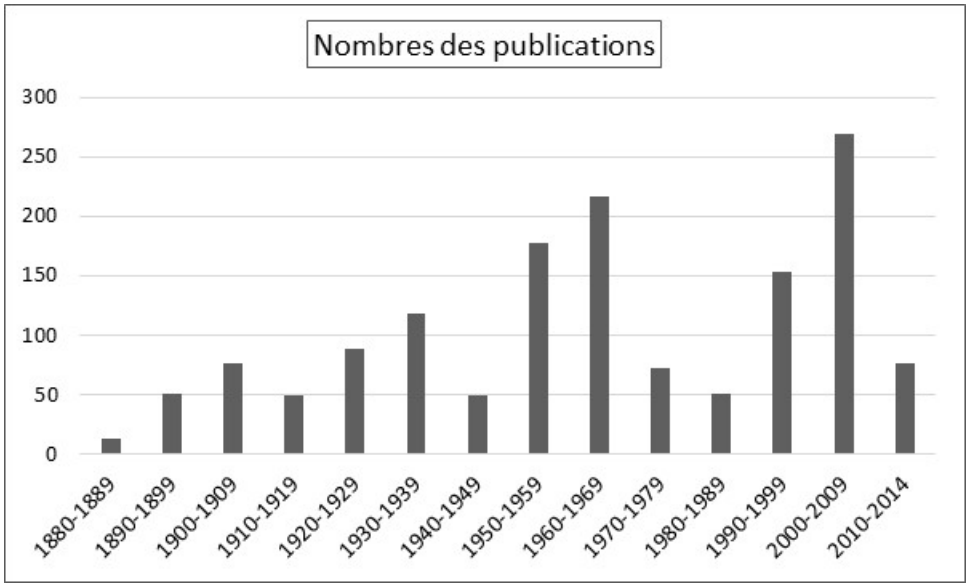


Figure 3.2 Nombre de publications par décennie depuis 1880 (sur un total de 1540).

3.1.3.- Langues de publication

L'anglais et le français dominent dans nos références. Mais d'autres langues ont été utilisées, comme l'italien, le riksmal (Norvège), le mandarin, le japonais… À notre connaissance, aucun article scientifique n'est paru en langue malgache, même pendant la période dite de « malgachisation » (1978-1985) de l'enseignement : cette langue ne concernait que les articles des journaux de l'Ile. En 1995, PATTERSON *et al*. codirigent une publication en anglais avec traduction malgache.
La langue de publication dépend aussi de la période considérée : en gros, plutôt le français avant le XXI^{e} siècle, plutôt l'anglais ensuite.

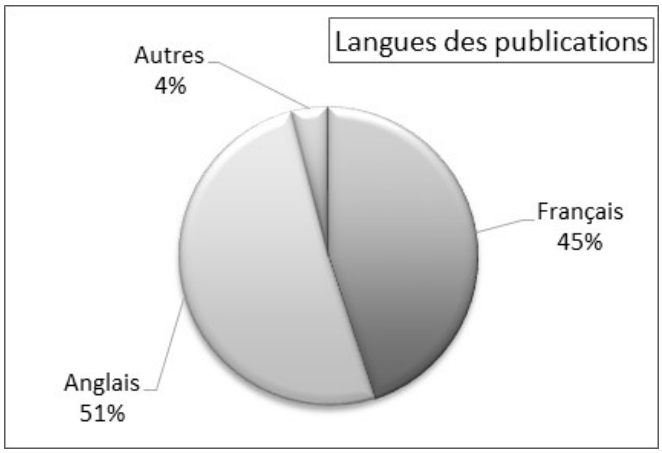


Figure 3.3 Langues utilisées dans les publications sur la paléontologie de Madagascar (sur un total de 1540 publications).

3.1.4.- Répartition des références selon les spécialités

Les références relevées dans le cadre du présent travail (à partir de mots-clés comme : inventaire, paléontologie, sédimentologie, fossile, Madagascar…) peuvent être regroupées dans trois rubriques : celles de géologie, celles de paléontologie et celles sur des sujets divers (géographie, anthropologie, environnement…) où la géologie et/ou la paléontologie ne sont que mentionnées. *Nota* : les regroupements éventuels (voir COLLIGNON) réduisent évidemment la part de la Paléontologie.

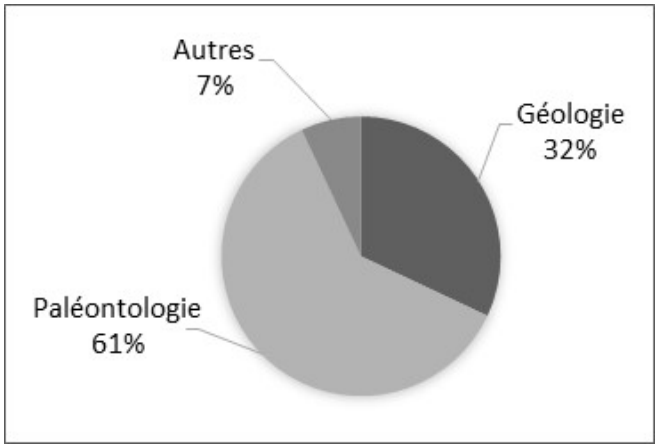


Figure 3.4 Occurrences de la paléontologie dans les publications : de géologie (en relation avec la paléontologie), de paléontologie pure, et autres (géographie, botanique, administration… faisant allusion à la paléontologie) (sur un total de 1540 publications). *Nota* : les publications de paléontologie relatives à un seul taxon ont été condensées (par ex. celles de COLLIGNON sur les ammonites, celles de COMBEMOREL sur les bélemnites).

3.2.- ZONES PROSPECTÉES

Au cours des trois périodes sur le terrain (juillet-octobre 2010 à 2012), nous avons parcouru près de 5000 km, dans 17 des 22 régions de Madagascar, délaissant toutefois les régions où la sécurité n'était pas assurée. Ces prospections ont intéressé quatre secteurs géographiques de Madagascar ; chacun possède ses caractéristiques propres, ici présentées.

Les données récoltées sur le terrain seront confrontées aux documents officiels existants, éventuellement reportées sur ces documents, lorsqu'elles les complètent. Il s'agit de documents cadres de Madagascar et de publications sur la géographie de l'île (monographies des régions, Documents Multisectoriels pour la Réduction de la Pauvreté, *Madagascar Action Plan*, Programmes Régionaux de Développement et Programmes de Développement Communaux).

Les 17 régions prospectées intéressent l'ensemble des 6 provinces (tableau 3.1).

Zone d'étude	Bassin	Province	Régions	Districts / Sous-préfectures
1 : Nord	Bassin de Diégo	Antsiranana / Diégo Suarez	Diana	Ambanja, Ambilobe, Antsiranana I, Antsiranana II, Nosy Bé
			Sava	Andapa, Antalaha, Sambava, Vohemar
2 : Nord-Ouest	Bassin de Mahajanga	Mahajanga	Betsiboka	Kandreo, Maevatanana, Tsaratanana
			Boëny	Ambato-Boeny, Mahajanga I, Mahajanga II, Marovoay, Mitsinjo, Soalala
			Mélaky	Ambatomainty, Antsalova, Besalampy, Maintirano, Morafenobe
			Sofia	Analalava, Antsohihy, Bealanana, Befandriana-Avaratra, Boriziny , Mampikony, Mandritsara
3 : Sud	Bassin de Morondava	Toliary	Androy	
			Anosy	Amboasary-Antsimo, Betroka, Taolanaro
			Antsimo-Andréfana	Ampanihy, Ankazoabo Benenitra, Betioky-Sud, Beroroha, Morombe, Sakaraha, Tuléar-I, Tuléar-II
			Ménabé	Belo-sur-Tsiribihina, Mahabo, Manja, Miandrivazo, Morondava
4 : Centre et Est	Petits bassins	Antananarivo	Vakinakaratra Bongolava	
		Fianarantsoa	Fianarantsoa Amoronimania	
		Tamatave	Atsimo-Antsinanana Antsinanana Vatovavy-Fitovinany	

Tableau 3.1 Distribution administrative des zones visitées.

3.2.1.- Le secteur nord : bassin sédimentaire de Diégo

Notre prospection du Nord de Madagascar s'est étendue de la presqu'île d'Ampasindava jusqu'au cap d'Ambre et au cap Masoala, entre le Canal de Mozambique, l'Océan Indien, et les régions de Sofia, Analanjirofo et Alaotra-Mangoro (province de Tamatave).



Figure 3.5 Bassin de Diégo (extrait de BESAIRIE, 1972 : pl. 1)

3.2.1.1.- Géographie

Le secteur nord s'étend entre 12 et 16° de latitude Sud et 47 et 52° de longitude Est.

3.2.1.1.a.- Divisions administratives

Ce secteur, qui recouvre la province d'Antsiranana/Diégo-Suarez, concerne deux régions : Diana et Sava, avec 9 districts et 116 communes (INSTAT : 2013) (tableau suivant).

REGION	SUPERFICIE (km^2)	POPULATION (2013)	DISTRICT
Sava	44025	980 807	Sambava
			Antalaha
			Vohemar
			Andapa
Diana	20942	700 021	Antsiranana I
			Antsiranana II
			Ambilobe
			Ambanja
			Nosy-Bé

Tableau 3.2 Divisions administratives du secteur nord.

La région est très rurale : seulement deux communes sont classées comme urbaines, Antsiranana I et Nosy Bé et les quatre chefs-lieux de la sous-préfecture de la région Sava sont considérés comme des agglomérations à vocation urbaine.

3.2.1.1.b.- Relief

Sur le plan *physique*, ce secteur est marqué par un massif de montagnes arrondies culminant à 2800 m d'altitude, qui descend rapidement vers la mer à l'Ouest et à l'Est : d'une manière générale on peut distinguer quatre sous-ensembles.

• Zone montagneuse ; l'extrême Nord, plus de 1000 m d'altitude moyenne, est dominé par la Montagne d'Ambre et celle de Bombahomby (Région de Diana) ; l'Est et le Sud-Est, à plus de 2000 m d'altitude moyenne, sont dominés à l'intérieur par le massif de Maningoro (Pic d'Antsatrotro : 1887 m) et plus à l'Est par la Montagne de Marojejy ; cette région possède encore sa forêt primaire jusqu'au Cap Masoala. Le massif de Tsaratanana constitue sa limite sud-ouest. La zone montagneuse, difficile d'accès, est peu peuplée ; les activités humaines sont essentiellement des cultures traditionnelles sur brûlis ; le déboisement illégal constitue une menace pour la forêt primaire.

• Cuvettes suspendues : ce sont des vallées hautes ou des bassins d'altitude qui, recevant des alluvions et des dépôts volcaniques, sont particulièrement riches. La population s'adonne à la culture de la vanille et du girofle et à l'élevage de zébus. La cuvette d'Ankaibé se trouve à l'Est, celle d'Andapa forme le grenier du Nord-Est de l'île, et à l'Ouest le triangle vert de Nosy-bé, Sambirano et Ambilobé ferme cette zone de montagne.

• La région située entre montagnes et littoral (de 60 m à 250 m d'altitude moyenne), située à l'Ouest, est limitée à l'Est par les massifs de Tsaratanana, d'Ankaratra et d'Analamena.

• La région côtière, avec environ 1500 km de côtes s'étendant de la presqu'île d'Ampasindava à l'Ouest en passant par le Cap d'Ambre au Nord, jusqu'au cap Masoala à l'Est, formée par plusieurs petites baies, des mangroves et des plages sableuses.
La côte ouest (Région de Diana), plus basse, est un vaste bassin sédimentaire, creusé de nombreuses baies (baies de Diégo, d'Ambaro, des pigeons, de Sakalava…) ouvertes sur le Canal de Mozambique et parsemé de lacs côtiers aux eaux plus ou moins saumâtres selon la distance à la mer. La végétation y est tropicale sèche (savane et palmiers). La côte Est (Région de Sava) est marquée par des montagnes qui plongent directement dans la mer, certaines formant des falaises hautes de plus de 1500 m (cap Masoala). Ces reliefs sont entrecoupés par des zones plus basses, avec des dunes et de petites plages à la végétation adaptée, en particulier quelques rares mangroves. La région littorale de l'Est est aussi remarquable par ses forêts primaires résiduelles, qui sont protégées dans trois des réserves spéciales du groupe des forêts primaires d'Antsinanana (UNESCO : Ankarana, Analamerana et Manongarivo). Les biotopes montagnards ouverts sont protégés dans un parc national (Montagne d'Ambre) et une réserve naturelle intégrale (Tsaratanana).

3.2.1.c.- Climat

Le climat est tropical, avec deux saisons très marquées : l'une chaude et humide, d'octobre à avril et l'autre fraîche et sèche de mai à septembre. Les variations locales sont importantes, ainsi le Nord-Ouest (région de Diana) est plus sec alors que le Nord-Est (région de Sava) est pluvieux. La température moyenne est comprise entre 19 et 31°C.

3.2.1.d.- Hydrographie

Le Nord de l'île est parcouru par de nombreux cours d'eau, les uns tributaires du canal de Mozambique : la Mahavavy (Nord), le Sambirano, le Maevarano, la Ramena, les autres de l'Océan Indien : le Manambolo (Nord), le Bemarivo, le Lokoho, l'Ankavanana et l'Ankavia (fig. 3.6).

Ces fleuves sont permanents, leur débit, important en altitude, diminue en aval, où certains, comme le Mahavavy et le Sambirano, élargissent leur lit et forment des étendues d'eau favorables à l'agriculture et aux établissements humains (transport, pêche, abreuvement du bétail, irrigation, eau domestique…).

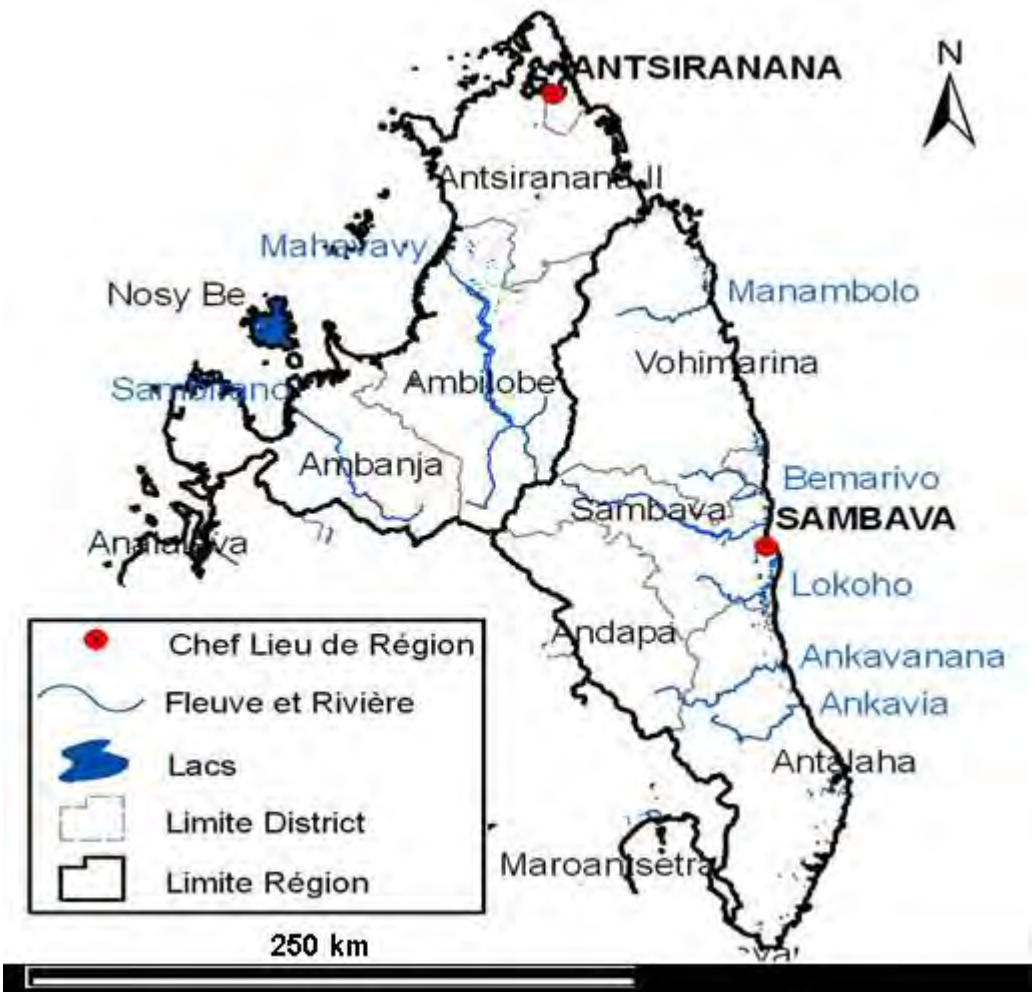


Figure 3.6 Secteur nord, hydrographie.

3.2.1.2.- Géologie

C'est la première région à avoir été explorée sur le plan de la géologie (BESAIRIE, 1972)

3.2.1.2. a.- Carte géologique du secteur nord

Le secteur nord est intéressé par les deux domaines géologiques : le socle cristallin au centre et les bassins sédimentaires, sur les côtes.
Les géologues français et anglais se sont intéressés dès le milieu du XIX^{e} siècle au Nord de Madagascar, supposé prometteur en minerais : nous renvoyons à BESAIRIE (1972 : 15, 16) pour une revue historique de ces explorations et prospections, s'étendant jusqu'en 1965. Par la suite, les études se sont orientées selon les programmes et les objectifs des chercheurs.

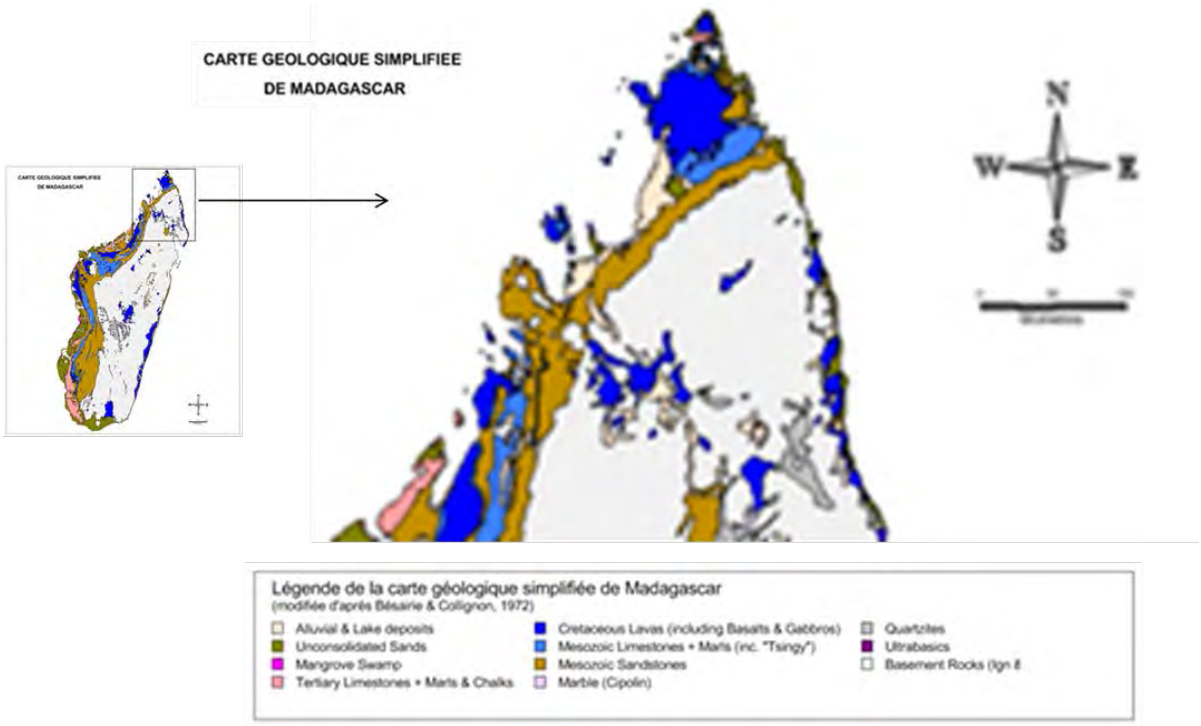


Figure 3.7 Carte géologique du secteur nord.

3.2.1.2.b.- Stratigraphie

Les dépôts sédimentaires septentrionaux, situés à l'Ouest du massif cristallin, appartiennent à une même structure monoclinale composée de formations accumulées entre le milieu du Permien et l'Holocène. Les mouvements du socle ont déterminé des failles, avec des fosses et des horsts, des discordances et des discontinuités qui caractérisent la géomorphologie de cette zone nord

• Dans le Karroo (jusqu'au Lias supérieur), le groupe Sakoa manque mais des éléments des groupes Sakamena et de l'Isalo sont présents, ils affleurent entre le seuil cristallin de la Ramena au Sud-Ouest et Tsaramborona du Nord-Est. Ce sont des dépôts marins et continentaux alternés en raison d'une succession de transgressions et de régressions marines : la présence de *Productus, Spirifer*, *Xenaspis*, *Cyclolobus*, ammonites et de divers poissons permet de caractériser les couches (BESAIRIE 1972 : 23-24).
Le groupe Sakamena peut s'observer entre la presqu'île d'Ampasindava, Ambilobe et l'Océan Indien (de Sambirano à l'Océan Indien) ; le groupe Isalo se trouve à Ampasindava où existe un faciès mixte Lias-Dogger.

• Le Karroo est représenté dans le secteur nord par la Sakamena et l'Isalo (BESAIRIE 1972 : 81).
- La Sakamena est à la base du Karroo, ses dépôts marins bordent le socle cristallin, du fleuve Sambirano à l'océan Indien.
- L'Isalo forme la partie supérieure du Karroo.

• Le Post-Karroo (du Jurassique moyen à l'Holocène) est plus dispersé à l'intérieur des terres (Montagne d'Ambre, massif de Tsaratanana), mais il est continu sur la côte, où il forme aussi Nosy Bé.

- Le Jurassique moyen (de l'Aalénien au Callovien) s'étend au-dessus du Karroo terminal de la presqu'île d'Ampasindava à l'Océan Indien. C'est un faciès mixte (RERAT, 1962, 1964). Sa puissance est variable, maximale (3000 à 6000 m) à Ampasindava, moyenne (1300 m) à Ambilobe, et minimale (500 m) à Analamera.

- Le Jurassique supérieur (de l'Oxfordien au Tithonien) n'est documenté que par quelques affleurements isolés dans ce bassin. En effet, il est masqué par des coulées volcaniques, d'une part entre la faille d'Ankarana et la côte occidentale, d'autre part à l'Est de Bobasakoa dans la région d'Ampodiantombo. Les faciès sont marins avec des dépôts de marnes à gypse et d'argiles, sur environ 400 m d'épaisseur.

- Le Crétacé inférieur (Valanginien-Albien) traverse d'Ouest en Est l'extrémité nord du Bassin, de la presqu'île de Saint-Sébastien au plateau de Sahamena. Ses marnes jaunes et bleues à gypse et ses calcaires affleurent près d'Ampombiatombo et disparaissent sous les coulées basaltiques de la Montagne d'Ambre. Sur le versant oriental, à Ankarongana le Valanginien-Hauterivien se présente sous forme de marnes et d'argiles (250 m d'épaisseur) pauvres en fossiles (à l'exception de la bélemnite *Duvalia*). L'Albien supérieur et moyen présente en plus des niveaux sableux, avec parfois du gypse ou de la glauconie (Mont-Raynaud et Sud de la Montagne-des-Français).

- Le Crétacé supérieur (Cénomanien-Maastrichtien) est bien développé autour de Diégo. Il affleure tout autour de la baie de Diégo-Suarez, à l'Ouest dans les baies du Courrier et de Befotaka, au Mont Raynaud, et il est bien développé au Sud de la Montagne-des-Français ; son épaisseur varie selon les localités ; ce sont des grès ou des marnes bleues à gypse. Les premiers phénomènes volcaniques se manifestent au Turonien inférieur : ce sont les coulées d'Antanamitarana, sur 45 m d'épaisseur.

- Le Tertiaire est marqué par l'envahissement de la mer mais une régression marine se produit au Lutétien supérieur jusqu'à l'Aquitano-Burdigalien (faciès mixte). Un deuxième épisode volcanique se manifeste du Paléocène jusqu'au Pléistocène.
L'Éocène forme la partie supérieure de la Montagne-des-Français ainsi que les massifs à l'Ouest de Diégo. Ce sont des dolomies, associées à la base à des tufs basaltiques, et au sommet à des calcaires compacts à érosion karstique. RERAT (1962) a donné des précisions sur cette formation, qui atteint jusqu'à 140 m d'épaisseur à Ambohimarina, dans l'isthme d'Ampasindava.

- Le Miocène est marin avec alternance de calcaires, de grès plus ou moins sableux et de tufs fossilifères. Il forme la presqu'île de Bobaomby jusqu'aux alentours de Diégo. Les formations récentes sont d'une part les coulées basaltiques des volcans de la Montagne d'Ambre et de Nosy-Bé (DECARY 1922), d'autre part les deltas des fleuves Mahavavy et Sambirano formés par des dépôts alluvionnaires issus de l'érosion du massif de Tsaratanana).

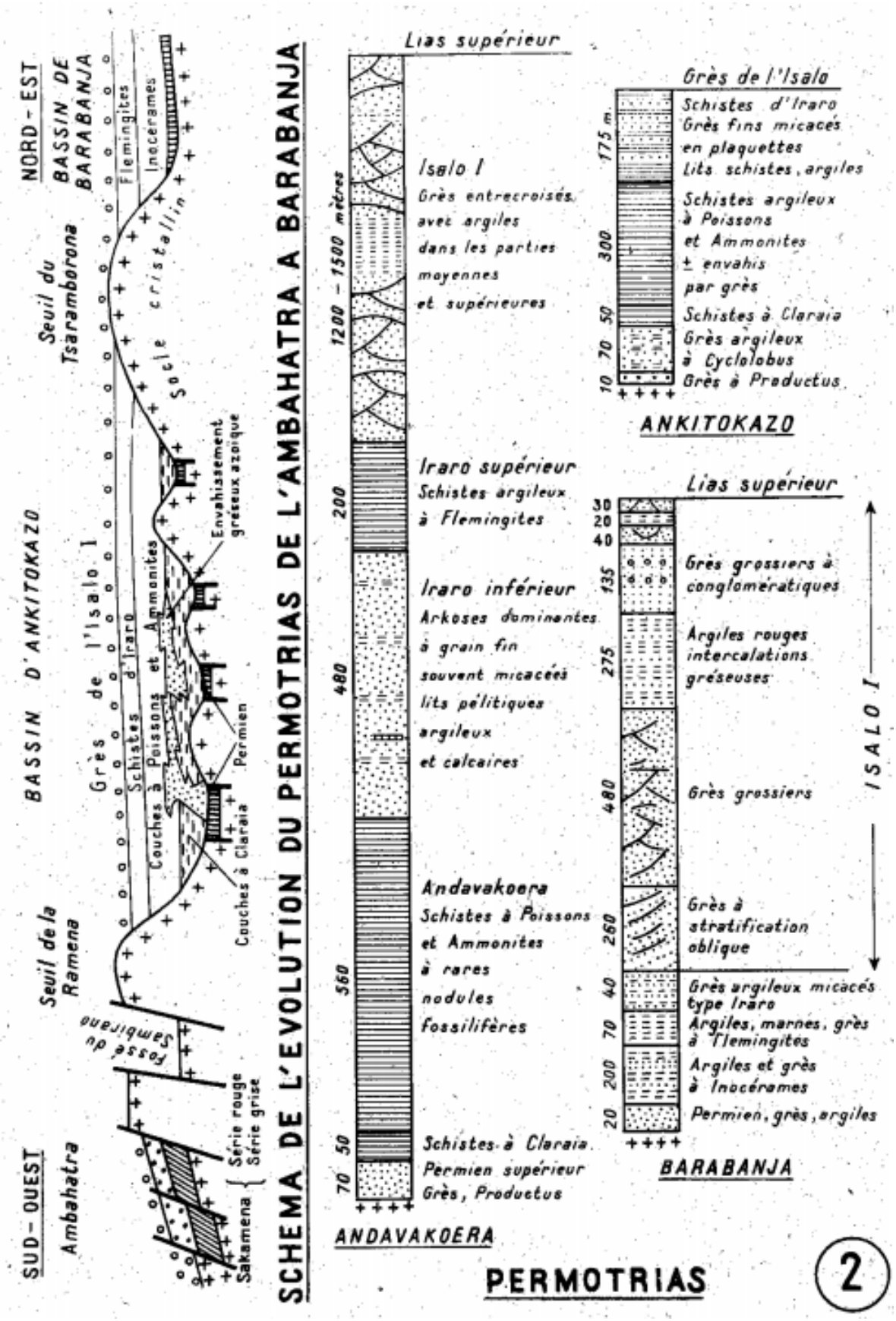


Figure 3.8 Tableau stratigraphique du Permo-Trias de la région nord (extrait de BESAIRIE, 1972, planche 2).

3.2.2.- Le secteur nord-ouest : bassin sédimentaire de Mahajanga

Le bassin sédimentaire de Mahajanga ne couvre pas la totalité de l'ancienne province de Majunga : il s'étend de la presqu'île d'Ampasindava au Nord jusqu'au cap Saint-André au Sud. L'ancienne province descend jusqu'au fleuve Manambolo, qui fait frontière avec l'ancienne province de Tuléar (Toliary). Nous avons prospecté les quatre régions de cette province : Boëny (Ambato-Boëny, Mariarano Marovoay et ses environs, Mitsinjo, Katsepy, Makamby), Betsiboka (Maevatanana, Andranomamy, Ambalanjanakomby), Sofia (Mampikony Antsohihy, Port-Berger), Melaky (qui appartient au bassin de Morondava) et une partie de la région de Bongolava.

3.2.2.1. – Géographie

Cette zone de prospection s'étend d'Est en Ouest depuis le pied des Hautes-Terres jusqu'au Canal de Mozambique, entre 14° et 19° de latitude Sud et 44° et 48° de longitude Est.

3.2.2.1.a.- Divisions administratives

L'ancienne province de Majunga est aujourd'hui divisée en quatre régions administratives étendues sur 150 023 km^2 : Sofia au Nord, Boëny à l'Ouest, Betsiboka à l'Est et Mélaky au Sud (tabl. 3.3).

REGION	SUPERFICIE (km^2)	POPULATION (2013)	DISTRICT
Boeny	31 046	799 675	Ambato-Boéni Mahajanga I Mahajanga II Marovoay Mitsinjo Soalala
Betsiboka	11 800	293 522	Maevatanàna Kandreho Tsaratanàna
Melaky	38 852	289 594	Antsalova Ambatomainty Besalampy Morafenobe Maintirano
Sofia	52 504	1 247 037	Antsohihy Analalava Mampikony Bealanana Port-Bergé Befandriana Mandritsara

Tableau 3.3 Divisions administratives du secteur nord-ouest.

3.2.2.1.b.- Relief

Ces quatre régions se distribuent en trois divisions géographiques : la côte (trois régions, sauf Betsiboka), les plaines basses (quatre régions) et les plateaux (trois régions, sauf Boëny).

• La côte s'étend sur environ 550 km à vol d'oiseau, d'Ampasidava au Cap Saint-André.

Elle forme de nombreuses baies (Narindra, Mahajamba, Baly) et des estuaires (Betsiboka) dont la mangrove (palétuviers) et les plages de sable constituent les biotopes majeurs ; elle est ponctuée de collines volcaniques boisées au Nord (région Sofia). La côte est vouée à la pêche et les anses abritées du Nord à l'aquaculture (crevettes). Dans le Sud (une partie de Boëny et Melaky), la mangrove est beaucoup plus dense, et ces forêts de palétuviers ont un rôle important de protection de la côte contre la houle, d'épuration des effluents continentaux, de nurserie et de milieu de vie pour de très nombreuses espèces, et de source de matières premières (bois de construction et de chauffage) pour la population, qui souvent les surexploite.

• Les plaines de l'intérieur, au-dessous de 500 mètres d'altitude, sont parsemées d'étendues d'eau douce, lacs et étangs, et possèdent de nombreux cours d'eau (la Loza, la Sofia, la Mahajamba, la Betsiboka, la Mahavavy... fig. 3.9), qui nourrissent une abondante avifaune : Ankoay ou pygargue de Madagascar (*Haliaetus vociferides*), sarcelle de Bernier (*Anas bernieri*) et autres canards, hérons, martins pêcheurs… C'est aussi grande région agricole, son nom local de *bahiboho* signifie terre alluvionnaire fertile ; dans la région de Boëny, la plaine rizicole de Marovoay forme le « grenier de Madagascar ».

• Les hauts plateaux, plus ou moins accidentés et rocailleux (*hara*), s'élèvent au-dessus de 1000 mètres et impliquent trois régions (Sofia, Betsiboka et Mélaky) : c'est la limite entre le socle cristallin (Hautes Terres) et les bassins. Ils sont faiblement peuplés, car peu favorables aux cultures et à l'élevage (sauf dans le Sud) en raison de la composition de leurs sols (grès et basalte) et du lessivage accentué par la destruction du couvert végétal (cycle feux de brousse / érosion). Cette zone de transition entre les plateaux et les Hautes-Terres forme les régions des *Tampoketsa* (ce qui signifie « cultures d'altitude », entre Sofia/Betsiboka et les Hautes-Terres) et de Kandreo (entre Mélaky et les Hautes-Terres) (fig. 3.9).

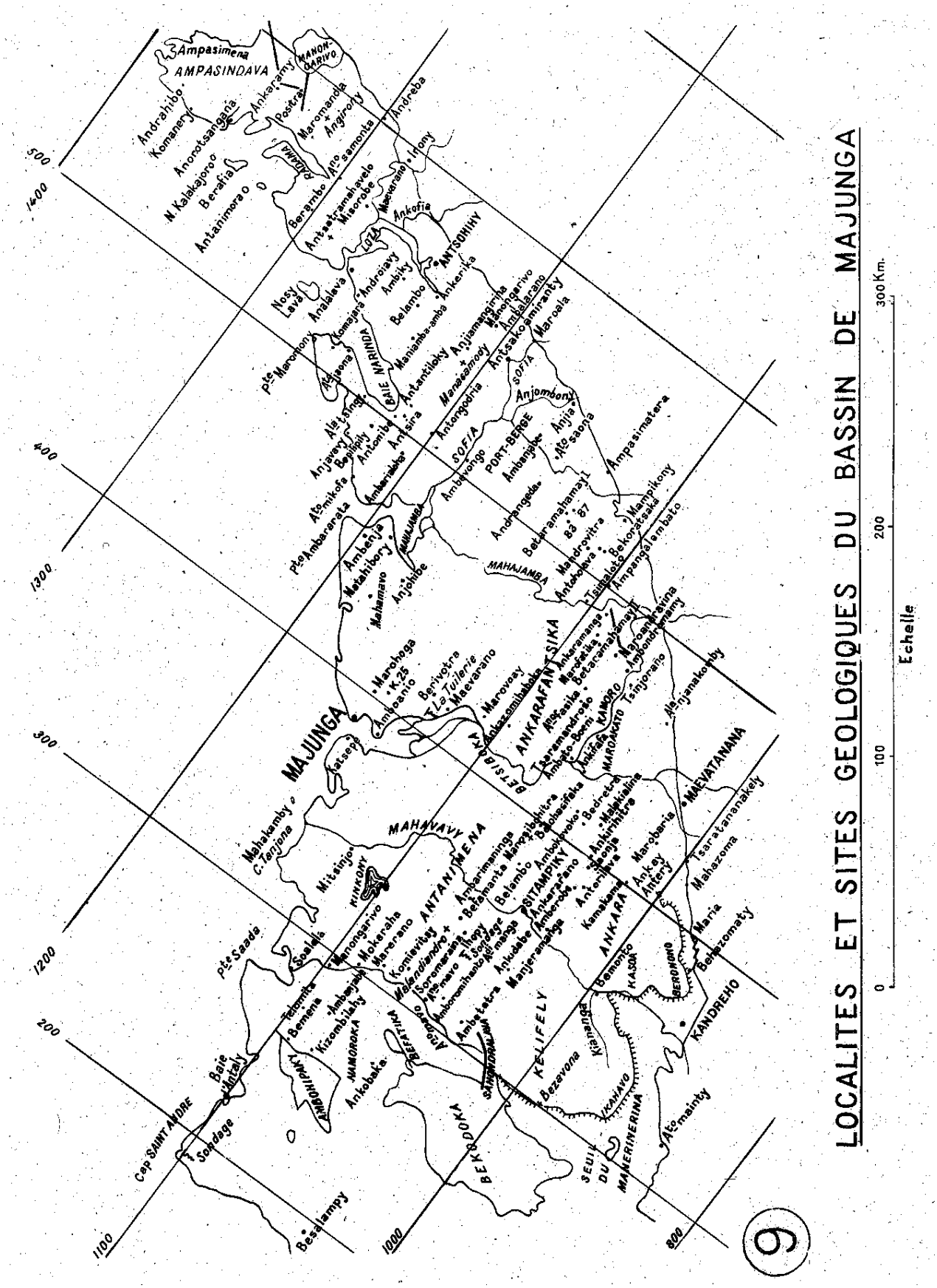


Figure 3.9 Carte physique de la région nord-ouest (extrait de BESAIRIE 1972, pl. 9)

3.2.2.1.c.- Climat

Il ressemble au climat du secteur nord, mais ici l'influence de l'Océan Indien est réduite.

Le climat est tropical chaud et sec, avec deux saisons, sèche de mai à octobre, et humide de novembre à avril. C'est dans la région de la Betsiboka, à Maevatanana, que se situe le point le plus chaud de l'île, avec une température moyenne annuelle de 32°C. Les régions d'altitude (*Tampoketsa* et autres plateaux, d'Androna, de Kandreo, de Bongolava) possèdent un microclimat montagnard plus froid. La température varie entre 18°C et 33°C, mais elle peut descendre à 13°C dans les régions élevées au-dessus de 1150 m (Bealanana, Tsaratanana et *Tampoketsa*).

La pluviométrie varie de 600 à 1900 mm par an, avec une variation entre le Nord, plus humide (de 1 100 à 1 900 mm dans la région Sofia où la saison humide dure 5 mois), et le Sud (entre 600 et 1 200 mm dans la région Mélaky, où la saison humide ne dure que 3 mois). La région de Majunga reçoit d'octobre à novembre une brise de mer modérée, la mousson du Nord-Ouest. Suit une période de pluies, de décembre à mars ; en janvier et février, c'est la saison des cyclones accompagnés de très fortes pluies. D'avril à août, le temps fraîchit, les vents alizés soufflent du Sud-Est en perdant leur humidité sur les Hautes-Terres, et la saison la plus froide et la plus sèche survient en juillet août.

3.2.2.1.d.- Hydrographie

Comme dans le secteur nord, les fleuves, nombreux, s'apaisent dans les parties basses. La Loza, la Sofia et la Mahajamba sont au Nord du Bassin et la Betsiboka, l'Ikopa et le Mahavavy au Sud. Ces fleuves jouent aussi un rôle très important dans l'écologie et l'économie locales (riz, élevage bovin).



Figure 3.10 Secteur nord-ouest, hydrographie.

3.2.2.2.- Géologie

La connaissance géologique de cette région s'est effectuée en plusieurs étapes.

3.2.2.2.a.- Carte géologique du secteur nord-ouest

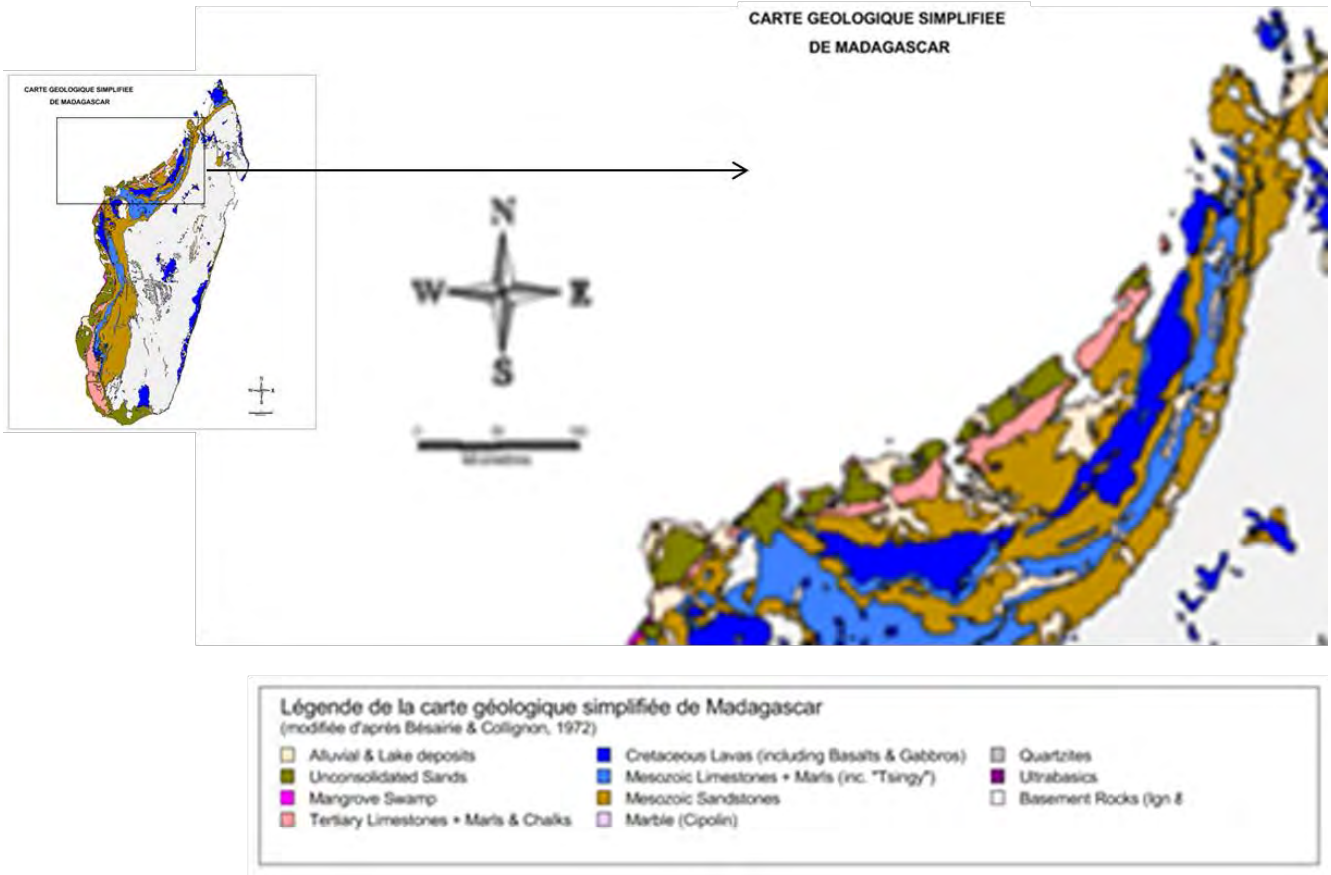


Figure 3.11 Carte géologique du secteur nord-ouest.

Étendu sur environ 50 000 km^2, c'est le 2ème bassin sédimentaire de la Grande Île. Il est encastré dans la bordure nord-ouest du massif cristallin et constitué par une succession de formations monoclinales, coupées par quatre fleuves principaux : la Loza, la Sofia, la Betsiboka et la Mahavavy, du Nord au Sud (cf. fig. 1.8, p. 11 et 3.16, p. 94). Le bassin a une forme de triangle allongé au Nord et incurvé en suivant la côte.

BESAIRIE (1972 : 15, 16) a effectué une revue des recherches, plus directement ciblées vers les débouchés que dans la région nord. De 1970 à 1990, les recherches ont été ralenties, mais depuis, les recherches paléontologiques ont repris, menées notamment au Sud par KRAUSE (depuis 1993) et au Nord par GOMMERY *et al*. (depuis 1997).

3.2.2.2.b.- Stratigraphie du secteur nord-ouest

• Dans le Karroo, la base (Sakoa) n'a jamais été découverte.
Formé seulement par la Sakamena et l'Isalo, le Karroo est d'âge « néopermien » à bathonien ; ses affleurements sont visibles de la presqu'île d'Ampasindava jusqu'au fleuve Bestiboka, au centre du bassin.

- La Sakamena (Néopermien-Trias inférieur) présente à la base des formations argileuses à *Estheria* et au sommet des grès argileux ; elle n'est visible qu'au niveau de quelques affleurements (Manongarivo) au pied du socle cristallin, tout au long du bassin (BESAIRIE 1972 : 94).

Le groupe de la Sakamena, relativement épais, n'est cependant pas visibles, sauf au niveau de quelques affleurements : au Nord du bassin, à Bekolosy (au Sud de la réserve de Manongarivo, près d'Ampasindava) ; vers le centre à Andreba, sur la rive gauche du fleuve Maevarano en bordure du socle, où il atteint 300 m d'épaisseur, recouvert par l'Isalo (de VENDEGIES, 1965). Sur la RN 4, à Ambondromamy après le pont de Kamoro vers Majunga, il est aussi très épais (2000 m par sondage) mais toujours recouvert par l'Isalo. À Maevatanana, une couche d'Isalo définie par PERRIER de la BATHIE (1910) a été rapportée à la Sakamena par BARRABE (1929) en raison de ses fossiles végétaux. Considérant de telles épaisseurs, on peut penser que la Sakamena est beaucoup plus étendue géographiquement qu'elle ne le paraît, recouverte par des formations récentes (Isalo et Post-Karroo). En tout état de cause, elle s'étend jusqu'au bassin de Diégo.

La discordance entre les groupes de Sakamena et de l'Isalo est bien marquée localement (Bekolosy).

- L'Isalo s'étend dans toute la région et se présente avec des épaisseurs variables.
Les grès continentaux de l'Isalo I et II affleurent dans le Nord, les grès intercalés d'argiles sont au centre et au Sud (rive droite de la Betsiboka). Les faciès marins du Lias Supérieur (Isalo II et III) et les faciès mixtes à niveaux fossilifères (Bajocien et Bathonien) de l'Isalo III se répartissent dans tout le bassin (pour les correspondances, cf. tabl. 3.4).

Faciès continentaux	Âges
Isalo IIIb	Bathonien
IsaloIIIa	Bajocien
IsaloII	Lias supérieur
IsaloI	Trias inférieur-Lias moyen
Sakamena	Permien supérieur à Trias inférieur
Sakoa	Carbonifère supérieur à Permien moyen

Tableau 3.4 Correspondances entre faciès, époques et étages (d'après BESAIRIE, 1936).

Du Trias moyen au Lias supérieur, le faciès continental de l'Isalo I et II domine (« Isalo inférieur »), il se présente sous forme de grès plus ou moins grossiers à stratification entrecroisée avec des sables et des calcaires, parfois avec des argiles. Ces formations s'étendent sur tout le bassin de Mahajanga, depuis la presqu'île d'Ampasindava (sous le calcaire liasique de Jangoa) ; elles sont traversées par le fleuve Betsiboka et descendent au Sud jusqu'au jusqu'au Cap Saint-André ; plus à l'Est vers Maevatanana, elles s'étendent à Ambalanjanakomby, Anjiajia, Marobaria et Kandreo. Sous le pont d'Ambalanjanakomby, nous avons observé des bois fossiles dans un affleurement que nous supposons de l'Isalo III.

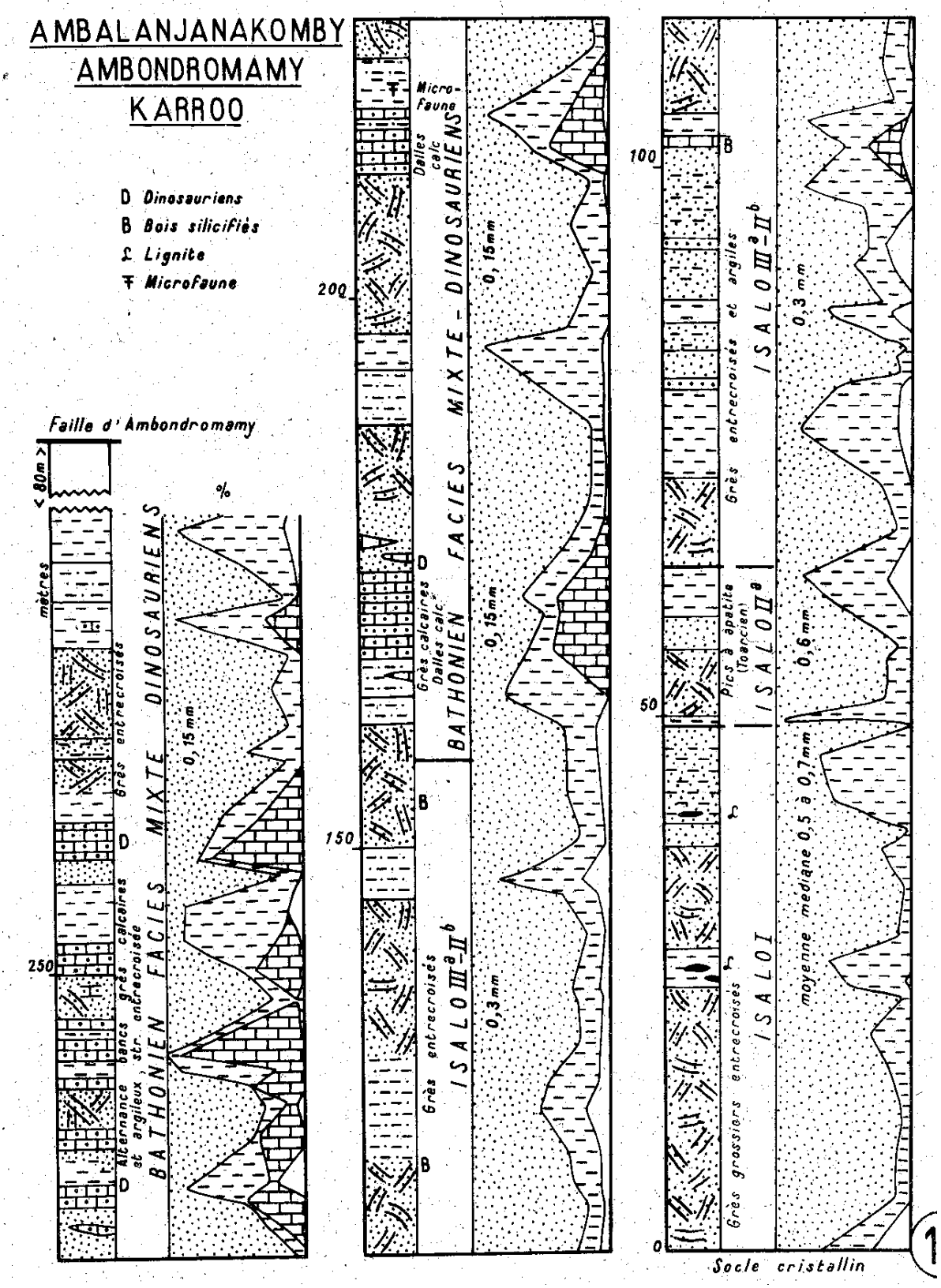


Figure 3.12 Coupe géologique Ambalanjanakomby-Ambondromamy sur la RN 4 (extrait de BESAIRIE 1972, pl. 12).

Par la suite, au Lias supérieur, apparaît un faciès marin dans le Sud du bassin à l'Ouest de la Betsiboka. Dans le Nord, ce faciès marin est plus tardif, il ne débute qu'au Dogger (Bajocien-Bathonien). Certains affleurements montrent une grande variation dans les faunes et les flores fossiles ; ainsi par exemple, entre les localités de Maevatanana et Mahazoma, la coupe de Marobaria, dans une couche de calcaire sableux, présente une grande variété de fossiles végétaux et animaux (marins : brachiopodes, bivalves, gastéropodes ; continentaux : dinosaures, crocodiles).

• Dans le Post-Karroo

- Le Jurassique supérieur (cf. BESAIRIE, 1972 : p. 121 et pl 22) montre une prédominance marine, avec quelques épisodes lagunaires. Les faciès sont variés, mais ils présentent une abondance de formations argilo-marneuses, qui sont excellentes pour l'agriculture.
Il débute par une transgression marine du Callovien à *Macrocephalites.* On y reconnaît trois niveaux avec ammonites marqueurs, à *Macrocephalites*, à *Reineckeia* et à *Peltoceras*. Cet étage est incomplet au Nord (Antsohihy-Betsiboka), mais il continu au Sud (de Maromandia au Cap Saint-André).
L'Oxfordien-Argovien est représenté par des grès lités ferrugineux qui se transforment en nodules avec des empreintes d'ammonites (à Maromandia) ; l'épaisseur de cette couche diminue du Nord au Sud. L'absence occasionnelle de grès signale des lacunes sédimentaires (à Mahajamba par exemple). Cette formation s'étend, du Nord au Sud, de Maromandia, Befotaka, Mahajamba, Antsohihy, Maevatanana jusqu'au Cap Saint-André.
Une formation marine du Kimméridgien s'étend de Maromandia à Mahavavy avec des faciès marneux à miches et bancs calcaires (fossilifères) ; elle disparaît vers le Sud-Ouest du bassin entre Mahavavy et Ihopy.
Le Tithonien s'étend de Maromandia au Cap Saint-André, tout au long du bassin. Il est représenté par un faciès argilo-marneux à bancs calcaires fréquents, niveaux à miches, nodules à septaria et glauconie, très riche en fossiles (bélemnites, ammonites). Sa puissance est variable : au Nord, entre la Loza et la Betsiboka, l'épaisseur est constante (de 60 à 70 m), mais elle diminue entre la Betsiboka et la Mahavavy (de 20 à 30 m) et augmente progressivement vers l'Ouest.

Le CRÉTACÉ présente une succession de formations marines et continentales. Il est subdivisé en deux époques :
• Le Crétacé inférieur (Berriasien, Valanginien, Hauterivien, Barrémien, Aptien et Albien ; 145-100 Ma). (*Nota* : le fleuve Betsiboka s'oriente du Sud-Est au Nord-Ouest).
Le Berriasien-Valanginien est bien marqué entre les fleuves Betsiboka et Mahavavy ; vers le Nord-Est près de la Sofia, la formation correspondante disparaît, pour réapparaître vers l'Est du Bassin au Sud d'Antsohihy. Elle est identifiée par des fossiles caractéristiques : le Berriasien est caractérisé par des argiles gypsifères à *Berriasella* (ammonite index) ; le Valanginien est composé de deux unités : l'inférieure correspond à un faciès à marnes ou argiles, souvent gypseuses à bélemnites (*Duvalia),* le supérieur à un faciès argilo-marneux avec miches calcaires et nodules ferrugineux à *Holcostephanus (Rogersites).*
L'Hauterivien-Aptien présente une succession de faciès marins et continentaux, le long du bassin. Il en résulte qu'il n'existe aucune continuité de sédiments marins de cet étage, encadrés par des dépôts d'âge Valanginien supérieur et Albien inférieur. L'Hauterivien est formé d'argiles à glauconie ; c'est un faciès marin riche en bélemnites et d'épaisseur parfois considérable (de 200 à 400 mètres). Il présente cependant parfois des indices d'émersion avec des argiles ligniteuses (épicontinentales). Il s'étend de la Betsiboka vers le Nord du bassin (presqu'île de Radama). Sa puissance est d'environ 200 m à l'Est de la Betsiboka et au Nord

de la Loza, et de 400 m vers Antsohihy ; le faciès disparaît au niveau du fleuve Mahajamba et s'épaissit pour atteindre 200 m vers Tsaramandroso.
À l'Ouest de la Betsiboka, les deux sous-étages de l'Hauterivien sont reconnus. L'inférieur (350 m d'épaisseur) correspond à Belambo à des argiles surmontées par des grès continentaux (grès de Sitampiky, BESAIRIE, 1972 : 147). L'Hauterivien supérieur est marin, marneux ou gréseux, souvent à glauconies.
Le Barrémien se rencontre très localement (à Belohafasika) et son épaisseur n'est que de 30 mètres.
L'Aptien est un faciès mixte à prédominance continentale avec des intercalations marines qui montre une alternance de grès glauconieux et de grès continentaux, l'Aptien inférieur est distingué par ses faunes (*Deshayites, Lytoceras, Sphenotrigonia, Megatrigonia*). Mais dans le Nord du bassin de la Betsiboka et jusqu'à la presqu'île de Radama, il arrive que l'Aptien supérieur, qui atteint là 200 m d'épaisseur, soit directement au contact de l'Hauterivien, parfois même du Valanginien (Aptien inférieur, Barrémien, et parfois Hauterivien manquent) ; il diminue vers le Sud (70 m d'épaisseur à Mahajamba).

L'Albien et le Cénomanien forment une bande quasi continue du Nord (presqu'île de Radama) au Sud (Soalala) ; il peut être masqué par les niveaux supérieurs.
L'Albien est complet et bien défini par de nombreux gisements : au Nord, il est entièrement marin (Analalava-Manasamody) ; dans le centre du bassin, il est masqué, mais on le retrouve dans la partie sud-ouest du bassin, à l'Ouest de la rivière Ihopy. Il est représenté par des grès argileux parfois glauconieux avec des marnes et des argiles grises (ammonites de l'Albien). L'épaisseur de l'Albien est la plus grande au Nord (250 m à la Loza) et au Sud (240 m à Soalala), la plus faible au centre (environ 135 m au fleuve Betsiboka et à son affluent l'Ihopy).

• Le Crétacé supérieur (Cénomanien-Maastrichtien) est majoritairement continental, marqué par l'épisode volcanique turonien et plusieurs transgressions marines.
Le Cénomanien, marin au Nord, entre la Loza et la Sofia devient continental au Sud de la Sofia. Le faciès est dominé par de l'argile (120 m dans le Nord) mais on trouve aussi des grès non stratifiés au-dessous. Vers le centre, les grès s'épaississent pour atteindre jusqu'à 370 m d'épaisseur : ce sont les grès d'Ankarafantsika (parc national) réduits à une centaine de mètres au niveau de la Betsiboka.

Le faciès continental est homogène au Nord du bassin entre la Sofia et la Soalala. Au centre du bassin, entre le Mahajamba et la Bestiboka, il s'élargit, occupant un quadrilatère d'environ 100 km de côté, et se divise en trois séries chevauchantes et entremêlées :
- série d'*Ankazomihaboka* présente quelques coulées basaltiques dénudées et très érodées, vite recouvertes par les deux autres séries, qui sont les plus importantes ;
- série de *Marovoay* atteint jusqu'à 450 m d'épaisseur ; elle se présente comme un ensemble d'apports sédimentaires ocre-jaunes, mêlant grès, sables et argiles, avec des fossiles (vertébrés : dents de dinosaures, etc.) ;
- série de *Maevarano*, qui peut atteindre 370 m d'épaisseur, est formée d'argiles d'une couleur vert d'eau caractéristique, très riches en fossiles, bien connus à Berivotra (district de Mahajanga) : des dipneustes (*Ceratodus*), des chéloniens, des ophidiens (*Madtsoia*), des crocodiliens et des dinosaures (*Titanosaurus, Majungasaurus, Stegosaurus*).
Ces deux dernières séries se poursuivent vers le Sud du bassin (BESAIRIE 1966, 218-219).

Le Turonien est marqué d'une part par des oscillations marines qui se traduisent par des faciès mixtes et d'autre part par une activité volcanique localisée. Le volcanisme turonien comprend

des intrusions localisées et des coulées basaltiques le long du bassin depuis la presqu'île de Radama jusqu'au cap Saint-André (BESAIRIE 1966, 193). Le Turonien sédimentaire présente deux séries, l'une infrabasaltique (grès sans fossiles et non stratifiés, qu'on peut observer autour de la Loza) et l'autre suprabasaltique (argiles riches en fossiles, à l'Ouest d'Antantiloky).

Le Coniacien est identifié au Sud de la baie de Narindra où il est recouvert par des « carapaces » sableuses. Ses faciès sont généralement laguno-continentaux avec des intercalations marines. Des sondages sismiques ont donné des épaisseurs d'environ 180 m. Il comprend une série de bandes calcaires alternant avec des argiles sableuses et des grès argileux riches en zircons et disthène, et une série gréseuse avec un cortège minéralogique additionné de grenats.

Le Santonien atteint 170 m d'épaisseur. Il comprend une partie inférieure, qui présente un faciès continental avec des grès à stratification entrecroisée, une partie moyenne avec des grès argileux fossilifères (dinosaures) et une partie supérieure marine formée de grès argileux et de bancs calcaires très riches en ammonites.

Le Campanien présente un faciès mixte généralement dominé par le continental, parfois par les intercalations marines. BESAIRIE (1972 : 203) le divise en trois séries :
- la série inférieure (env. 200 m) affleure dans le bas des cuestas (elle n'est visible qu'en saison sèche affluents de la Betsiboka : rivières Mahamavo, Mariarano etc.) où elle se présente sous la forme d'alternances de grès argileux à nodules calcaires et d'argiles sableuses lenticulaires ;
- la série moyenne, sensiblement de même épaisseur, est formée par des grès feldspathiques intercalés avec des grès carbonatés ; on la trouve sur la rive ouest de la baie de Narindra ;
- la série supérieure, à caractère continental, est moins puissante (100 m) et formée de grès entrecroisés et de grès argileux.

Le Maastrichtien, d'épaisseur comprise entre 50 et 70 m, s'observe lui aussi tout au long du bassin, parallèlement à la côte. Riche en fossiles stratigraphiques, il est séparé en quatre niveaux (BESAIRIE, 1966 : 203-204 et 1972 : 170-171) ; il est constitué de calcaires et de marnes en proportions variables.

PALÉOGÈNE et NÉOGÈNE (« TERTIAIRE »)

Le Paléocène (Danien, Sélandien et Thanétien) est caractérisé par des calcaires dolomitiques ou crayeux à foraminifères planctoniques (globigérines, dont *Globorotalia)*. On peut distinguer une partie inférieure (à *Globorotalia angulata*) et un ensemble supérieur (à *Globorotalia velascoensis*). On le trouve au Nord de la baie de Mahajamba à Antanambao, à Bepilipily et à Ambatojao, où il peut atteindre une soixantaine de mètres (coupe de Komajara, cf. BESAIRIE, 1972 : 174-175) ; il s'amincit en direction du Nord de la presqu'île d'Antonibe (30 m), où ses affleurements sont visibles sur les flancs des collines que croise la route de Mahajanga à Antonibe.
Le Danien est marin pélagique, caractérisé par sa richesse en globigérines. Il est bien représenté au centre du bassin à une quarantaine de km de la côte (RN4, Amboanio), mais s'amenuise vers le Nord (région de Sofia) et disparaît entre Antonibe et la presqu'île de Narindra.
L'Éocène (Yprésien, Lutétien, Bartonien et Priabonien confondus) est bien visible sur certains affleurements entre la baie de Mahajamba et la Soalala, au-dessus (stratigraphiquement) et à

l'Ouest (topographiquement) du Paléocène. Le Lutétien supérieur (une centaine de mètres) est formé par un calcaire à lumachelles et à nummulites et la série marno-sableuse d'Ambenja. L'Yprésien se présente sous la forme de calcaires à alvéolines, orbitolines et nummulites, on le trouve à Katsepy et dans le Nord de la presqu'île de Narindra.
L'Oligocène se rencontre au niveau de Nosy Kalakajoro sur un affleurement de calcaires avec lits marneux sur une coulée de trachyte.
Le Miocène est marin et transgressif. Très épais (il peut atteindre 200 m), il affleure par endroits, mais la plus grande partie se trouve masquée par les dépôts pliocènes. On le rencontre sur la côte à l'Ouest de Majunga (presqu'île de Makamby et Cap Tanjona), formé de grès, de calcaires moyens et de sables.
Le Pliocène est continental (régression marine). Son épaisseur peut atteindre 150 m ; il se trouve le long de la côte, de Mahajamba au Cap Saint-André (Cirque rouge d'Amborovy, puis entre Katsepy et Soalala). Ce sont des grès et des sables gris ou rouges (comme au Cap Saint-André, où ils atteignent 50 m d'épaisseur), à stratification entrecroisée et intercalés avec des argiles siliceuses verdâtres ; les seuls fossiles documentés jusqu'à présent sont des bois silicifiés.

QUATERNAIRE (Pléistocène et Holocène)
Il forme presque toute la côte de la moitié Sud du bassin (et se prolonge dans le bassin de Morondava). Deux transgressions ont formé de très importants dépôts alluvionnaires et des carapaces sableuses. Cette phase est riche en vertébrés subfossiles (*Crocodylus, Aepyornis, Mullerornis, Hippopotamus, Archaeolemur, Lemur, Palaeopropithecus, Megaladapis)*. De petits mouvements de subduction ont abouti à des reliefs collinaires alignés, plus ou moins espacés, surmontés par ces carapaces sableuses. La première transgression a laissé dans les vallées (Sofia, Marovoay, Kinkony) et les deltas (Mahavavy, Boéni, Makamby), des dépôts à *Ostrea* de faible épaisseur (20 m). Cette transgression a été suivie d'une régression ; la deuxième transgression a rempli les dépressions formées par l'érosion précédente.
Dans l'extême Sud, dans le secteur de Mahafaly, BATTISTINI (1984) a montré que le Quaternaire présentait plusieurs faciès, dont il a publié les divisions et les développements.

3.2.3.- Le secteur sud-ouest : bassin sédimentaire de Morondava

Le Bassin sédimentaire de Morondava est le plus grand de l'île, il s'étend sur environ 1000 km de côte, du Cap Saint-André au Nord au Cap Sainte-Marie au Sud. Il fait suite au bassin de Mahajanga, en conservant sa forme monoclinale à faible pendage vers l'Ouest.
Le quart nord du bassin appartient à l'ancienne province de Mahajanga, les trois quarts sud à celle de Toliary.
Nous avons prospecté ce secteur dans les régions de Melaky (Besalampy, Maintirano), de Menabe (Morondava, Belo-sur-Tsiribihina, Mahabo, Manja, Malaimbandy) et Atsimo-Andrefana (Toleary I et II et Sakaraha). Certaines parties du Sud, considérées « zones rouges », n'ont pas été visitées.

3.2.3.1.- Géographie

Cette zone de prospection s'étend d'Est en Ouest depuis le pied des Hautes-Terres jusqu'au Canal de Mozambique, entre 16° et 26° de latitude Sud et 43°5 et 46° de longitude Est.

3.2.3.1.a.- Divisions administratives

Le bassin appartient à cinq régions administratives : Melaky (prov. de Mahajanga), Menabe, Atsimo-Andrefana, Androy, Anosy (province de Toliary).

RÉGION	SUPERFICIE (km^2)	POPULATION (2013)	DISTRICTS
Melaky	38 852	289 594	Antsalova, Ambatomainty, Besalampy, Morafenobe, Maintirano
Menabe	46 121	592 113	Belo-sur-Tsiribihina, Mahabo, Manja, Miandrivazo, Morondava
Atsimo-Andrefana	66 236	1 316 756	Ampanihy, Ankazoabo, Benenitra, Betioky-Sud, Beroroha, Morombe, Sakaraha, Tuléar-I et -II
Androy	19 317	733 933	Ambovombe, Bekily, Beloha, Tsiombe
Anosy	30 198	671 805	Amboasary-Sud, Betroka, Taolanaro

Tableau 3.5 Divisions administratives du secteur sud-ouest.

3.2.3.1.b.- Relief

Cette grande région présente de nombreuses plaines et des reliefs, séparés par des fleuves. Ces fleuves, le Manambaho, le Manambolo, la Tsiribihina, le Mangoky et l'Onilahy, permettent de la diviser en trois entités (fig. 3.13) :
i) le Nord comprend, du Cap Saint-André au Manambaho, les collines de Bongolava, de Kelifely-Ankara et d'Ambongo jusqu'à la côte, et du Manambaho au Manambolo, le massif de Bongo-Lava et le massif et le plateau de Bemaraha ;
ii) le Centre comprend, du Manambolo à la Tsiribihina, le Sud du massif de Bongolava et de la plaine de Bemaraha, et de la Tsiribihina au Mangoky, la région de Malaimbandy, le massif du Makay et la plaine de Menabé ;
iii) le Sud comprend, du Mangoky à l'Onilahy, les massifs de l'Isalo et de l'Analavelona et le bassin d'Ankazoabo, et de l'Onilahy au cap Sainte-Marie, la région de Benenitra-Bekily, et les plaines côtières de Mahafaly et de Karimbola.

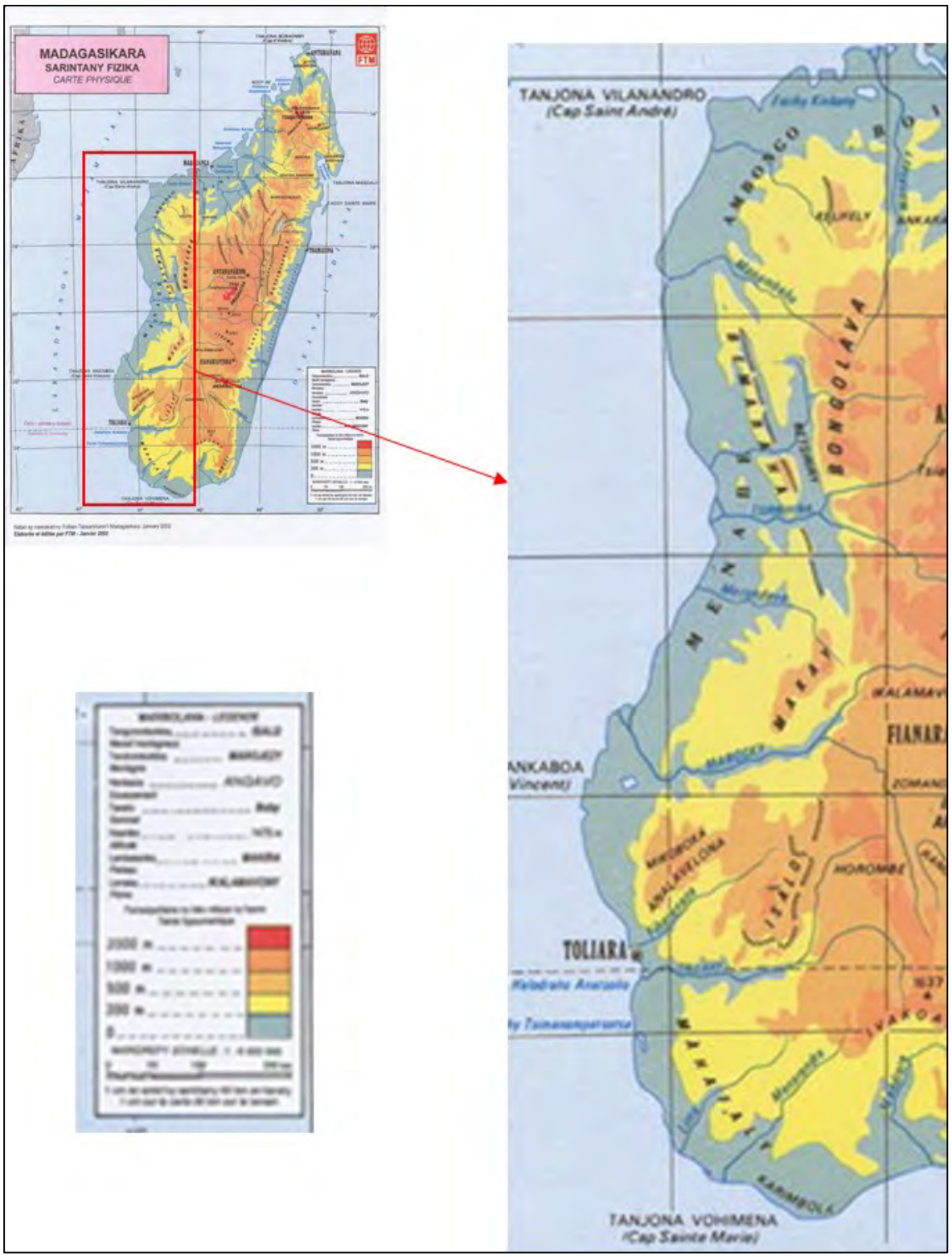


Figure 3.13 Carte physique de la région sud-ouest
(Carte physique FTM : Foiben-Taosaritanin'i Madagascar 2002)

L’altitude du bassin augmente d’Ouest en Est et du Nord au Sud. Ces variations sont commandées par une succession de massifs montagneux (Bongolava, Makay, Bemaraha, Isalo, Ihorombe…). À moyenne altitude, se présentent des cirques et des cuestas avec leurs falaises dominant de petits bassins ; plus bas se trouvent les plaines fluviales, et enfin la côte.

• La côte
Du Cap Saint-André au Cap Sainte-Marie, nous sommes passés à Besalampy, Tambohorano, Maintirano, Masoarivo, Morondava, Bélo-sur-Mer, Morombe, Maromiandra, Toliary, Ambohimahavelona, Saint-Augustin et Itampolo. La côte est formée d'une suite de belles plages sableuses, parfois marno-calcaires (notamment autour de Tuléar) ; des mangroves bordent les estuaires, une formation très claire de palmiers (Palmacées, *Cocos* et *Tahina* au Nord, euphorbiacées et cactacées : *Opuntia* au Sud) longe la côte. Au Sud de Tuléar, dans la région de Betsioky entre l'Ihotry et la Fiherena, la côte est généralement dépourvue de reliefs, mais elle est ponctuée par quelques pitons volcaniques.

• La plaine
Les plaines dépendent des cours d'eau et des lacs.
Du Nord au Sud, ce sont les plaines de la Sambao, du Manambaho, de la Betsipolitra, du Maroboaly et du Mangoky. Les berges sont basses, marécageuses et inondables, leurs sédiments sont granoclassés. La végétation naturelle est faite de roselières en amont et de mangroves en aval ; l'agriculture est centrée sur la riziculture au Nord (Bemarivo, Ranobe) et au centre (Manja, Tsiribihina, Fiherena) et sur le pastoralisme (zébus et moutons) au Sud.

• Les plateaux de moyenne altitude
- Au Nord du bassin, le plateau est peu élevé (environ 100 m) ; il remonte de 100 m à 450 m environ (fig. 42) vers le Sud et l'Est en direction du plateau de Bemaraha et du Manambolo. Cette région, centrée sur le dôme cristallin d’Andranojongy, est formée par une carapace sableuse ; elle est très accidentée et entrecoupée de ravins.
- Vers le centre, dans l'arrière-pays de Morondava, le plateau de Bemaraha s'abaisse sur la plaine de moyenne altitude (environ 400 m) de Mandabe-Marerano ;
- plus au Sud, l'altitude augmente, sur le piémont de l'Isalo (Tongobory-Sakaraha, Sakondry).

• Les massifs montagneux forment la limite Est du bassin de Morondava, comme ils formaient celle du bassin de Majunga.
- Au Nord, les intrusions volcaniques crétacées forment des reliefs comme Ankavitra (556 m), Bekodoka (783 m), Ambohitrosy-Ambohibengy (773m) et Bevendro (831 m).
- Le centre du Bassin est la région la plus élevée, de direction Nord-Sud. Il comprend deux reliefs, de part et d'autre du couloir Sakamena-Sakoa parcouru par des cours d'eau : à l'Ouest, le plateau de Bemaraha (500 m) et à l'Est, les massifs des Tampoketsa, du Makay et de l'Isalo (plus de 1000 m).
- Au Sud du Mangoky et de l’Onilahy dans un paysage semi-aride, vers l'Est, le massif volcanique (crétacé) s'élève jusqu'à 1325 m (Analanavelona) ; plus à l’intérieur, les montagnes sont séparées par le haut cours des fleuves permanents Mangoky, Fiherenana, Onilahy, et leurs affluents. L'extrême Sud est parcouru par des fleuves temporaires (Linta, Menarandra, Manambovo).

3.2.3.1.c.- Climat

D’une manière générale, il présente deux saisons : la saison sèche d'avril à novembre (« hiver ») ; la saison humide s'étend de novembre à mars (saison des cyclones). Ce climat subit de grandes variations entre le Nord du Bassin et le Sud.

- Dans le Nord (régions de Melaky et de Menabe), les saisons sont très marquées ; la température varie entre 10 et 30 °C, c’est l’endroit le plus ensoleillé de l’île, la pluviométrie est de 1000 à 2000 mm par an. La végétation est une savane caractérisée par les baobabs (typiques de Madagascar) en plaine et des forêts tropicales sèches sur les reliefs.
- Les vents qui traversent le Sud ont perdu leur humidité et cette région est très sèche toute l’année, avec environ 35 à 40 mm d'eau par an ; certaines années ne voient pas d'eau, par périodes de trois ou quatre ans. C'est aussi dans cette région que les écarts de température sont les plus élevés, tant d'une saison à l'autre qu'entre le jour et la nuit (de 6°C à 40°). Les organismes y vivant sont évidemment adaptés à ces conditions climatiques.

Le Sud-Est possède un climat plus adouci grâce aux vents océaniques : il est plus humide que le Sud et sa végétation s'approche du type tropical humide.

3.2.3.1.d.- Hydrographie

Les fleuves, nombreux, délimitent des sous-ensembles régionaux. Ils sont très importants dans l'écologie et l'économie locales ; particulièrement dans le Sud du bassin qui est soumis à un climat très sec, avec des étiages importants, et des crises alimentaires dramatiques.

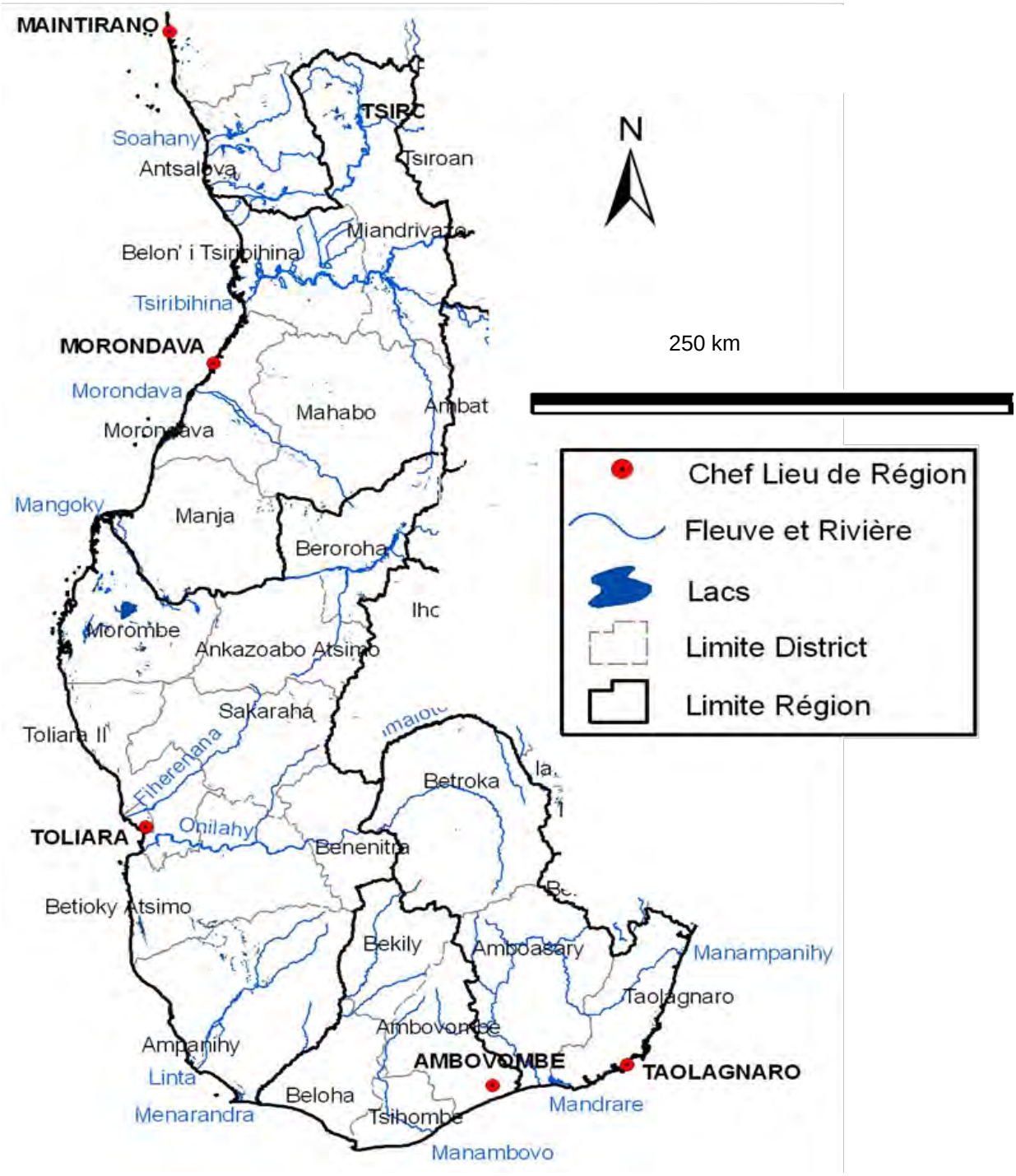


Figure 3.14 Secteur sud-ouest, hydrographie

3.2.3.2.- Géologie

3.2.3.2.a.- Carte géologique du secteur sud-ouest

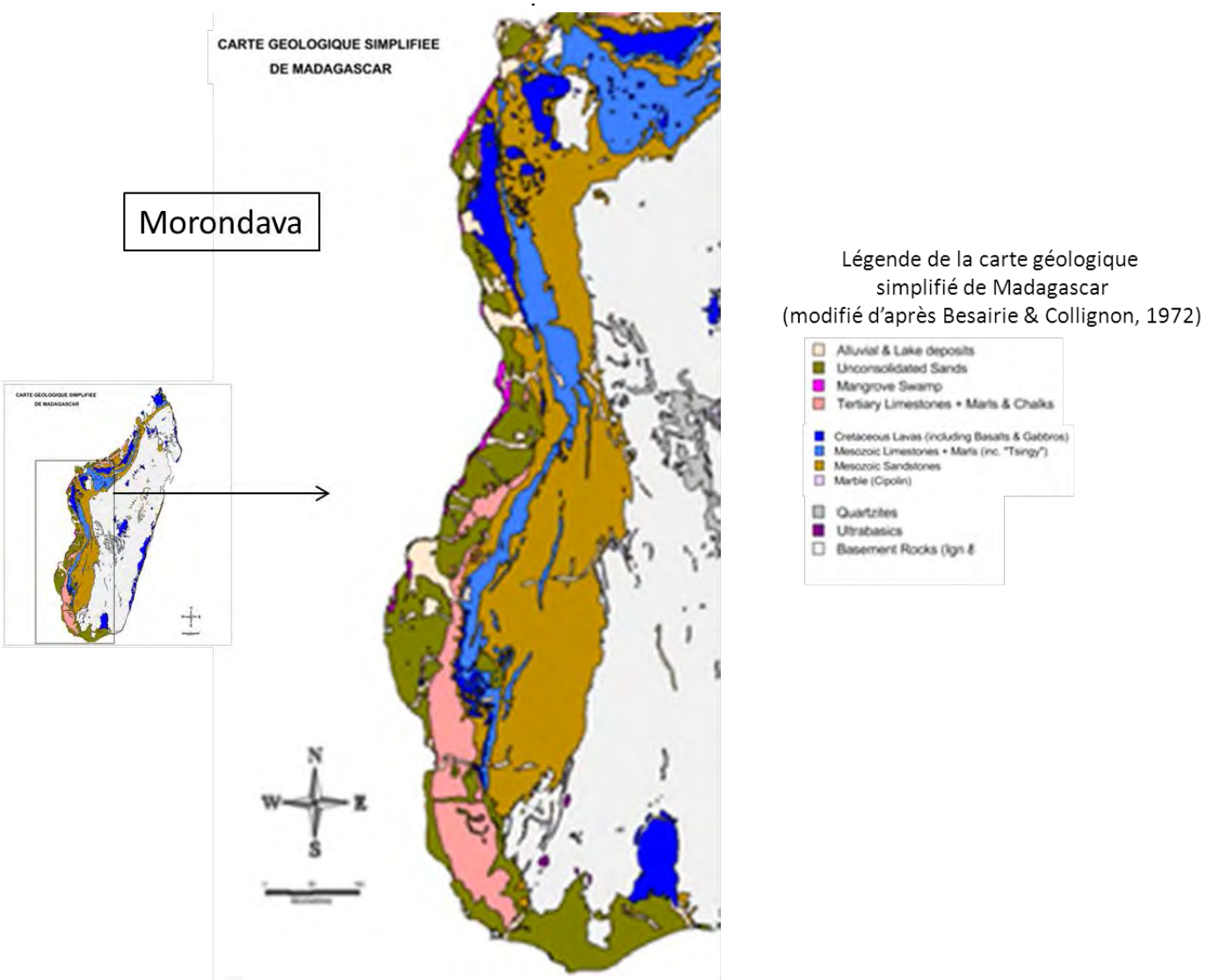


Figure 3.15 Secteur sud-ouest, géologie.

La reconnaissance paléontologique de cette région s'est effectuée en plusieurs étapes.
La période d'exploration a occupé l'intervalle entre la fin du 17ème siècle et la première guerre mondiale. Les grandes figures en sont GRANDIDIER, COLCANAP, PERRIER de la BATHIE, BOULE ou DOUVILLE. Entre les deux guerres, l'intérêt s'est porté sur les ressources minérales, et surtout pétrolières : parmi les chercheurs qui sont alors intervenus sur le terrain, figurent JOLEAUD, BARRABE, PIVETEAU, BASSE de MENORVAL, BESAIRIE et HOURCQ, alors que les matériels récoltés étaient étudiés en métropole par LAMBERT, COLLIGNON. Après la guerre, les travaux reprirent sur le terrain, avec d'autres moyens, avec COLLIGNON, BESAIRIE, RAKOTONANDRAMAZAVA, PAVLOVSKY : la carte géologique de Madagascar au 1/200.000e fut éditée à partir de 1952. Les travaux de BESAIRIE (1972) font toujours autorité, ils ont été mis à jour par le BRGM de Madagascar en 2004.

3.2.3.2.b.- Stratigraphie du secteur sud-ouest

Ce bassin est le plus étendu et le plus complet des trois grands bassins de Madagascar. Le Karroo est complet, depuis le Carbonifère jusqu'au Lias supérieur (Sakoa, Sakamena et Isalo), ainsi que le Post-Karroo, à partir du Jurassique moyen (Dogger). Les couches se disposent parallèlement à la côte, dans une direction générale Nord-Sud, les plus anciennes étant à l'Est, les plus récentes à l'Ouest.

• Le Karroo

Les trois grandes divisions du Karroo (Sakoa, Sakamena et Isalo) ont reçu des noms de lieux de cette région, car c'est là qu'elles sont au complet et d'un seul tenant (BESAIRIE, 1930).
Les groupes Sakoa et, surtout, Sakamena, forment une série de reliefs à l'Est du bassin, contre la masse cristalline du socle ; le groupe Isalo affleure à l'Ouest de ces formations.
C'est au Sud de l'Onilahy que le groupe du Karroo malgache atteint son plein maximum avec une épaisseur de 9000 mètres dans le massif de l'Isalo (BESAIRIE, 1930 : 397). Il forme, à l'Ouest du socle cristallin, les dépressions caractéristiques d'Ankavandra et de Sakamena-Sakoa, limitées à l'Ouest par le plateau du Bemaraha.

- Le Groupe Sakoa (qui forme la base du Karroo, du Carbonifère supérieur au Permien moyen) n'a d'ailleurs été observé que dans le bassin de Morondava, où il s'étend du Nord, à la rivière Ankotobila, au Sud, dans la région de Mahafaly. Nous l'avons observé au premier de ces deux points, à l'Est de Soaloka, où il apparaît comme un affleurement métrique (calcaires de Vohitoly) au-dessous de la Sakamena et en discordance avec elle, et vers Malaimbandy ; au-delà vers le Sud, sur la rive gauche de l'Onilahy, ce groupe est complet, ses quatre séries sont présentes sur une épaisseur totale de 2 à 3000 mètres :
i) sa couche la plus profonde (Carbonifère supérieur) appartient à la série glaciaire gondwanienne, avec des moraines (tillites), elle repose directement sur le socle cristallin ;
ii) la série houillère (Permien inf[1]) avec les glossoptéridales *Gangamopteris* et *Glossopteris* ;
iii) la série rouge (à fossiles de vertébrés) avec des grès, argiles à thérapsides et bois silicifiés ;
iv) la série calcaire de Vohitolia (Permien moyen) due à une transgression marine localisée, avec des brachiopodes marqueurs comme *Productus* et *Spirifer*.

La Sakoa s'étend sur les deux rives de l'Onilahy, jusqu'à Ampasindrasoa sur sa rive droite. Selon sa situation sur les sauts de failles (déplacements verticaux), le groupe se retrouve soit dans les fossés d'effondrement (grabens) soit plus haut, dans les horsts, et cela tout au long des trois quarts sud du bassin : dans l'Ianapera, le Vohibory, la Sakoa et la Vohipotsy, sites nés de failles. Dans le Sud, le groupe est complet et atteint plus de 2000 m d'épaisseur (Vohitoly). Dans le centre, ses affleurements sont incomplets (absence des séries glaciaire ou calcaire) (Menamaty, Malaimbandy, respectivement au Sud et au Nord de Mangoky), ils atteignent encore 600 m dans le coude de la Matsiatra et 300 m sur le horst d'Ankarafanja entre le socle cristallin et la Sakamena (KUNTZ, 1959). Au Nord, la Sakoa disparaît sur la rive droite du fleuve Manambaho, mais on peut encore voir le sommet calcaire du groupe à la base de la Sakamena, à l'Est de Soaloka, en amont de la rivière Ankotobila : c'est le dernier affleurement de la Sakoa au Nord du bassin de Morondava.
Le groupe Sakoa et le conglomérat de base du groupe de la Sakamena sont séparés par une discordance angulaire d'environ 10°.

- Le groupe Sakamena (Permien supérieur-Lias inférieur) s'étend du Nord au Sud du bassin. On le reconnaît par ces dépôts continentaux à conglomérats à plantes pinophytes (*Woltzia*, *Araucaria*) et glossoptéridales (*Gangamopteris*) et ses dépôts marins ou lagunaires par des crustacés branchiopodes (*Estheria*). Dans cette région, la Sakamena est subdivisée en trois étages, inférieur, moyen et supérieur.

* Nord du bassin, du Cap Saint-André au fleuve Manambolo.

• Du Cap St-André au fleuve Manambaho, la formation se présente comme une bande simple et continue de quelques km de largeur, d'origine continentale (conglomérat de base et complexes schisto-gréseux) avec quelques dépôts lagunaires à *Estheria*. La Sakamena recouvre directement le socle cristallin (absence de Sakoa), elle s'épaissit progressivement vers l'Ouest ; on l'observe sur 20 m de hauteur au niveau des dômes cristallins d'Ambohipaky et d'Andranojongy. Plus loin vers l'Ouest, vers le Cap Saint-André, sur la route entre Besalampy et Bekodoka, des sondages ont donné de 800 à 1100 m d'épaisseur ; ces sondages ont révélé des plantes fossiles (le pinophyte *Woltzia* et la filicopside *Cladophlebis)* dans des formations de grès arkosiques avec argiles pélitiques roses et schistes verts, gris et noirs. Au niveau de la bordure ouest du dôme cristallin de Bekodoka, la Sakamena se présente sur environ 3 à 10 mètres d'épaisseur, puis elle s'étire vers Besalampy ; elle s'étend vers le Sud jusqu'au fleuve Ranobe et au massif de Fonjay.

• Entre les fleuves Manambaho et Manambolo, c'est à partir de Soaloka (faille de Beravina) que les trois divisions de la Sakamena ont été signalées, encore incomplètes jusqu'à Ankavandra, 20 km plus au Sud : la Sakamena inférieure est représentée par une couche fossilifère du Permien supérieur (à *Estheria minuta* et *Glossopteris* cf. *indica*) ; la Sakamena moyenne est parfois masquée ; la Sakamena supérieure est parfois la seule présente.
- Sakamena inférieure : les conglomérats à plantes s'observent à 13 km au Nord de Soaloka (150 m d'épaisseur) et plus au Sud sur les berges du Manambolo. Cette zone (Ankavandra) est très riche en fossiles végétaux (*Glossopteris* sp*., Schizoneura gondwanensis, Cladophlebis remota, Lepidopteris madagascariensis*…).
- Sakamena moyenne : les faciès argileux bleus noirâtres dominent, leurs affleurements sont de faible épaisseur à Beravina, ils atteignent plus de 250 m vers Ankavandra, à Befotaka, où ils contiennent des crustacés et des bivalves (*Mytilus* cf. *psilonoti*).
- Sakamena supérieure, la série est argilo-marno-psammitique avec des miches calcaires. Son épaisseur augmente du Nord au Sud : moins de 100 m à Beravina, 200 m entre Beravina et Soaloka, environ 300 m dans le secteur d'Ankavandra.

* Le centre du bassin, du fleuve Manambolo à l'Onilahy, est divisé par le fleuve Mangoky en deux sous-régions. Les trois divisions de la Sakamena y sont très marquées : la Sakaména inférieure avec ses conglomérats de base, la Sakaména moyenne avec ses complexes gréso-schisteux et la Sakaména supérieure avec la série rouge (GERMAIN, 1953).

- La Sakaména inférieure (Permien supérieur) se reconnaît par ses conglomérats de base en discordance avec la Sakoa ; leurs éléments, de tailles différentes, sont formés par des sédiments à faciès mixte, gréso-pélitiques et argileux, à pinophytes (*Woltzia*) et « fougères » (*Glossopteris* et *Thinfelia*).

• Au Nord du fleuve Mangoky, cette couche est très épaisse, mais son importance visible dépend des accidents du relief (horsts et grabens). Au Sud d'Ankavandra où elle affleure, elle longe le versant Est des massifs de Bemaraha et de Makay. Son épaisseur est de 300 m à Itondry ; on peut l'observer sur la Tsiribihina, à Andafia (Malaimbandy) (150 m), à Tsimazava (300 m) et à Mandronarivo (600 m). La partie supérieure de la Sakamena inférieure présente un faciès marin (calcaire lumachellique à nombreux bivalves).

• Au Sud du Mangoky et jusqu'à l'Onilahy, la Sakamena inférieure présente aussi parfois des faciès marins, récifaux. Elle longe le socle cristallin dont elle est par endroits séparée par la Sakoa. Elle suit la vallée de la rivière Menamaty entre Beroroha (sur le Mangoky) et Ranohira, son épaisseur varie entre 285 et 550 m ; près de cette localité, PIVETEAU (1955) a découvert des ossements de sauropsides et amphibiens (*Barasaurus=Hovasaurus, Rhinesuchus*). De Ranohira à Benenitra sur l'Onilahy, la Sakamena inférieure est très constante sous la forme d'un complexe schisto-gréseux à débris végétaux typiques (*Woltzia*, *Cladophlebis, Glossopteris* et *Danacopsis* : ZELLER, 1911).

- La Sakaména moyenne (Trias supérieur-Lias inférieur) présente à sa base un faciès continental à sauropsides (*Tangasaurus* et *Hovasaurus* ; BESAIRIE, 1972 : 306). Elle est composée d'argilites bleues avec des bancs de grès à ciment calcaire où dominent des faciès laguno-marins à *Estheria*, *Edmondia*, *Posidonomya* et poissons marins.

=> Du fleuve Manambolo au Mangoky, elle possède deux niveaux, i) le niveau inférieur de la Sakaména moyenne, caractérisé par des sauropsides du Permien supérieur (*Tangasaurus* et *Hovasaurus* : TORTOCHAUX, 1950) et représenté par les calcaires de l'Eliva, et ii) le niveau supérieur, qui contient des fossiles marins (brachiopodes, bivalves et poissons : LEHMAN, 1959). C'est entre Mandronarivo et Antanamary que se trouve un très important gisement riche en ichthyofaune (BESAIRIE, 1972 : 306).

=> Au Sud du Mangoky et jusqu'à l'Onilahy, la Sakamena moyenne est formée par des argiles feuilletées à nodules et septaria avec des fossiles de poissons, son épaisseur atteint 250 m à Mamolaky (au Nord de l'Isalo entre Mangoky et Ranohira). Le massif de l'Isalo affecte cette formation, qui devient argilo-schisto-gréseuse à l'Ouest de Ranohira. De Ranohira à l'Onilahy, en descendant le cours de l'Imaloto, elle retrouve son faciès à nodules et septaria. Cette zone (Leoposa) a fourni des nothosauridés et des plésiosauridés (PIVETEAU, 1955).

- La Sakaména supérieure présente un faciès continental. Sa partie inférieure est dominée par des argiles rouges et sa partie supérieure par des grès chamois (BESAIRIE, 1972 : 341). Il n'y a qu'au Nord du fleuve Mangoky que la base est formée, non d'argiles rouges, mais de dalles gréseuses avec des nodules. Son épaisseur atteint 150 m à Ambohitsitorina et 220 m à l'Est de Taninaly ; près du massif de la Sakoa, la Sakamena a une puissance de 250 m au-dessous de l'Isalo (coupe de Koriaky près de Saloanivo : BESAIRIE, 1972 : 338).

* Dans le Sud du bassin (au Sud de l'Onilahy), la Sakamena affleure entre la région de Mahafaly à l'Ouest et le socle cristallin à l'Est. C'est dans cette région très faillée que se présente l'ensemble de collines et de dépressions sédimentaires typiques du Karroo malgache. Son épaisseur est considérable, de 3000 à 4000 m ; elle présente toujours ses trois divisions, jusque dans l'extrême Sud.

- La Sakamena inférieure, en discordance avec la Sakoa, se reconnaît à ses conglomérats, éventuellement de grande taille, résultant de l'érosion des couches plus anciennes, et à ses

fossiles végétaux (*Woltzia*…). Au-dessus de ce conglomérat se trouve le complexe gréso-schisteux mêlé d'autres minéraux (mica, argiles, psammites etc.) de différentes formes. Ses affleurements sont présents le long de la vallée de la Sakoa, où l'épaisseur atteint 2000 mètres, entre Vohipanana au Sud de Belamoty et Ambatokapika au Sud de Betioky, on la repère à la présente des fossiles de plantes (*Woltzia, Thinfelia* et l'équisétale *Phyllotheca*), de sauropsides (*Tangasaurus minelli*, *Hovasaurus boulei*, *Coelurosaurus ellivensis*) et d'actinoptérygiens (*Atherstonia colcanapi*) qui font partie du groupe des fossiles caractéristiques de l'Eliva (Permien supérieur).

- La Sakamena moyenne est formée par une série argilo-gréseuse avec des nodules (5 à 50 cm de diamètre) et des septaria (faciès lagunaire) ; son épaisseur atteint environ 200 m. Remarquons ici que la partie complexe appartient non à la Sakamena moyenne, mais à la Sakamena inférieure.

- La Sakamena supérieure est représentée par la série rouge formée d'argiles mixtes continentaux et lagunaires de 500 à 600 mètres d'épaisseur. Elle se trouve dans les zones basses inondées pendant la saison des pluies.

Le passage de la Sakamena à l'Isalo est marqué par une discordance de 5° environ.

- Le groupe Isalo (Lias moyen-Jurassique moyen ou Dogger) s'étend aussi du Nord au Sud du bassin ; d'une manière générale, il est recouvert par les couches post-Karroo, sur son versant ouest.
Les formations de l'Isalo sont continentales avec des intercalations marines (Isalo I et II) puis marines au Jurassique moyen (Isalo III). En général, l'Isalo repose sur le groupe Sakamena mais il peut être au contact direct du socle. Le nom de ce groupe provient de celui du massif de l'Isalo où il atteint son maximum de développement dans le Sud du bassin de Morondava. Son faciès est surtout argilo-gréseux à bois silicifiés. Son épaisseur se situe entre 500 et 700 m dans le Nord du bassin (Baie d'Antaly), elle diminue vers le centre (100 m au Nord du fleuve Mangoky : Isalo I) et ré-augmente sur la rive gauche du Mangoky (400 m : Isalo I) jusqu'à atteindre plus de 5000 m dans la région de l'Onilahy, au Sud du massif de l'Isalo ; plus au Sud, le groupe de l'Isalo est inaccessible, recouvert par des « carapaces » sableuses : ses affleurements sont moins fréquents, nous en avons vu à Tainamboaratsy et Tsiombitrimo.
=> L'Isalo I, inférieur, ou conglomératique, est à dominante de grès, grossiers et entrecroisés, à imprégnation bitumineuse (Bemolanga).

Dans le Nord du bassin, il affleure sur la bordure ouest du Massif de Manerinerina (massif central), à la limite de la région de Mahajanga et des Hautes-Terres ; il s'élargit vers le fleuve Ranobe, puis diminue, tant en largeur (une vingtaine de km) qu'en épaisseur (100 à 200 m), du fleuve Manambao jusqu'au Manambolo. L'Isalo I domine sur les 180 km dudit massif.
=> L'Isalo II est formé de grès tendres et de sables et il est essentiellement continental, avec localement d'importantes intercalations marines.
Dans le Nord du bassin, il est inséparable de l'Isalo I. Dans les régions situées entre les fleuves Sambao et Manambao (Sud du Cap Saint-André), de Bemolanga et entre les fleuves Manambao et Manambolo, L'Isalo II se complique en Isalo IIa, IIb et IIc (BESAIRIE, 1972 : 236-240).
L'Isalo II est présent jusqu'au pied du massif du Makay vers le Mangoky ; plus au Sud, entre les fleuves Mangoky et Onilahy, il se présente avec des épaisseurs d'environ 1000 m.
=> L'Isalo III est une formation marine, inconstante, ses affleurements viennent toujours au sommet de l'Isalo, limités à l'Ouest par le Post-Karroo.

• Le Post-Karroo (Dogger-Holocène)

- Le Jurassique moyen (Bajocien-Callovien). Il est formé généralement par des calcaires dolomitiques subrécifaux. Les dépôts datés des étages bajocien, bathonien et callovien présentent un pendage Nord-Sud, de sorte que les couches les plus anciennes affleurent au Nord du Bemaraha (« massif »), et les couches calloviennes, au Sud du Bemahara (« plateau et plaine »)
* Dans le Nord du bassin de Morondava, le Jurassique moyen s'observe sur la rive droite du fleuve Sambao (faciès mixte recouvrant l'Isalo) ; entre le Sambao et le Manambao, il forme un karst recouvert par une carapace sableuse, d'épaisseur estimée à 150-200 m (BESAIRIE 1972 : 219) ; entre le Manambao et le Manambolo et jusqu'à la Tsiribihina, il varie de subrécifal à des faciès continentaux et forme le « massif » de Bemaraha (environ 600 mètres d'épaisseur) ; les marnes et les calcaires du Bajocien et du Bathonien ancien constituent la partie inférieure (de 120 à 260 m) de ce massif.
* Dans le centre du bassin, à l'Est du plateau de Bemaraha (Ankilizato), le Bathonien est formé par une série de sédiments d'origine deltaïque à faciès mixte. Plus au Sud, à l'Ouest du Makay, il est formé par des calcaires marins en affleurement (environ 300 m d'épaisseur (COMBEMOREL, 1988 : 51).
Vers le Mangoky la plaine de Menabe est constituée de dépôts bathoniens et calloviens, dont le faciès indique une dominante continentale, avec des intercalations saumâtres et marines, sur une épaisseur d'environ 1000 m.
* Dans le Sud du bassin de Morondava, le Jurassique moyen (Bathonien et Callovien) est constitué par trois séries, disposées d'Est en Ouest (BESAIRIE : 1966, 343-346 ; 402-404) :
i) la série de Sakaraha, qui est une transgression marine calcaréo-gréseuse, qui débute dans le massif de l'Analavelona ;
ii) la série de Besabora, qui remonte au Nord jusqu'à Ankazoabo, est un faciès mixte à dominante continentale ;
iii) la série de Menabe (ou de Sakanavaka, au Sud de l'Onilahy), à faciès mixte avec des corbules. Le faciès marin, du Callovien inférieur, est un calcaire à polypiers que l'on trouve à Laniro et à Besavoa, sur 30 à 50 m d'épaisseur.

- Le Jurassique supérieur (Oxfordien, Kimméridgien, Tithonien)

=> Oxfordien
* Dans le Nord, du Cap Saint-André au Manambolo, il n'est pas visible en surface, recouvert par des terrains marécageux ; au Sud de Besalampy, on le confond facilement avec le Callovien.
* Dans le centre du bassin, 15 km au Sud d'Ankilizato, sur la coupe de la rivière Mandabe, il est représenté par des calcaires et marnes gréseux à oolithes ferrugineux de 20 m d'épaisseur. L'Oxfordien moyen/supérieur (Argovien) apparaît entre le Manambolo et la Tsiribihina ; il est épais (200 à 300 m) jusqu'à Andrangory-Ankilimanjaka mais son épaisseur diminue vers le Sud ; ce sont des grès entrecroisés à bois silicifiés (flottés ?) et ammonites (*Proscaphites anar*, puis *Epimayaites transiens*).
* Dans le Sud du bassin, l'Oxfordien inférieur est bien représenté entre les fleuves Mangoky et Fiherenana, sous forme d'argiles grises et de grès argileux.

=> Kimméridgien et Tithonien
Ils sont formés par un mélange de grès, de calcaires et d'argiles glauconieuses.
* Absents dans l'extrême Nord du bassin, ils sont masqués par des alluvions entre Besalampy

et Antsalova. Au Sud d'Antsalova, ils forment une petite série de collines d'une centaine de mètres de hauteur sur une longueur d'à peine 1 km.
* Au centre du bassin, le Kimméridgien et le Tithonien, plus gréseux, affleurent depuis le Nord d'Ankilizato jusqu'à la rive droite du Mangoky.
* Dans le Sud du bassin, ils peuvent atteindre 200 m d'épaisseur sur le Mangoky, avec peu de fossiles. Ces deux étagent atteignent une épaisseur cumulée de 85 + 55 m au Nord-Est du massif de l'Analavelona (Manamana, BESAIRIE, 1972 : 355).

CRÉTACÉ : il repose toujours en conformité sur le Jurassique supérieur, sans jamais avoir de contact direct avec le Karroo ou le socle. Son épaisseur peut atteindre plusieurs centaines de mètres, et les dépôts maastrichtiens sont généralement recouverts par des formations cénozoïques, discordantes au niveau des dômes volcaniques crétacés. Cet intervalle est entrecoupé d'épisodes volcaniques : au Nord, les petits massifs (filons et dykes) de Fonjay à Antsalova (Ambohitrosy-Ambohibengy, Berevo, Ambereny), situés à l'Ouest du massif de Bemaraha, en sont les vestiges actuels ; au Sud, le volcanisme crétacé marque la région de Betioky jusqu'au mont Ejeda et de Berenty à Beraketa.

Le Crétacé malgache peut être subdivisé généralement en trois séries : inférieure, moyenne et supérieure.

- Crétacé inférieur

* Dans le Nord, vers le Manambaho, il est peu visible ; mais dans la région de Tsimilenda, on peut voir ses argiles sableuses marines jaunes ou vertes, qui renferment des bivalves (moulages internes abondants) et des bryozoaires ; son épaisseur se situe entre 150 et 200 mètres.
Au Sud du fleuve Ranobe et dans le centre du Bassin, le Crétacé inférieur est quasi continu, ses marnes à *Duvalia* barrémiennes et aptiennes, entrecoupées par des intercalations continentales, s'étendent jusqu'à la Tsiribihina. Dans la région d'Antsalova, il forme l'anticlinal d'Andrafiavelona.

* Dans le centre du Bassin, il est parfois recouvert par des carapaces sableuses tertiaires ou quaternaires. Il longe à l'Ouest le plateau du Bemaraha, du Manambolo au Mangoky. Au Sud de la Tsiribihina, le Crétacé inférieur comprend trois étages, le Valanginien (marnes glauconieuses et gypseuses), l'Aptien et l'Albien calcaréo-gréseux, il n'affleure qu'à Andranofotsy (au Sud-Est de Morondava), sur un escarpement d'environ 50 mètres de hauteur.

* Dans le Sud du Bassin (à partir du Mangoky), le Crétacé inférieur est bien représenté, comme on peut le voir sur les escarpements de l'Analanavelona : le Berriasien, sur 5 m d'épaisseur, avec des calcaires gréseux et des marnes glauconieuses à *Berriasella* ; le Valanginien, sur 30 m, avec des grès grossiers et des argiles à grosses bélemnites, l'Hauterivien, moins épais, avec des grès glauconieux. Au Sud de l'Onilahy, le Crétacé inférieur est discontinu.

- « Crétacé moyen »

Ce découpage, qui n'est plus usité (GRADSTEIN *et al*., 2012), regroupe les étages Albien, parfois Aptien, et Cénomanien, qui se confondent : c'est un « Apto-albo-cénomanien ».

* Dans le Nord, les affleurements sont très réduits. L'Albo-Cénomanien est recouvert par la carapace sableuse au voisinage du fleuve Sambao ; son épaisseur est estimée entre 50 et 100 mètres, mais un sondage au niveau du Cap Saint-André a montré une épaisseur de 200 à 220 mètres (BESAIRIE, 1972 : 222). Jusqu'au Manambaho, les grès forment des plateaux lorsqu'il n'y a pas de carapace sableuse, mais ils forment aussi des dômes arrondis, lorsqu'une carapace de sable les recouvre. Ce sont des grès grossiers ou fins contenant des dragées de quartz.

* Vers le centre du Bassin, il est formé de grès continentaux (BESAIRIE, 1972 : 281) avec quelques intercalations marines.

* Dans le Sud du Bassin, il est représenté par l'Aptien et l'Albien, gréso-marneux, dans le massif de Manamana à l'Est du mont Analanavelona, et il s'étend au Sud de l'Onilahy. Le Cénomanien s'étend aussi du Mangoky jusqu'au Sud de l'Onilahy (30 mètres d'épaisseur au mont Analanavelona, 110 m à Manombo et 50 mètres plus au Sud).

- Le « Crétacé supérieur » (Turonien, Coniacien, Santonien, Campanien, Maastrichtien), il est présent du Nord au Sud du bassin, mais dans le centre, les affleurements d'âges Campanien et Maastrichtien sont dominants. Cette période est marquée par un épisode volcanique, avec épanchements basaltiques, au Nord et au Sud. Les carapaces sableuses (cénozoïques) qui, on l'a vu, recouvrent aussi les autres formations, sont là aussi présentes, parfois au-dessus des basaltes (BESAIRIE, 1966 : 249-254).
* Dans le Nord du Bassin, au Cap Saint-André, le Turonien et le Coniacien ont connu un épisode volcanique, recouvert ensuite par la carapace sableuse. Le Crétacé supérieur affleure cependant aux abords du fleuve Ranobe au Nord du Manambaho, et il est complètement apparent entre les fleuves Demoka et Manambolo. Le Coniacien est formé de sédiments variés, gréseux, argilo-marneux, parfois gypseux et fossilifères (*Peroniceras* sp., *Hemiaster* sp.). Le Santonien est formé de grès calcaires à *Texanites olivieti et le Campanien* est caractérisé par *Hoplitoplacenticeras*. Le Maastrichtien est formé de marnes grises sur une épaisseur de 80 mètres.

* Dans le centre du Bassin, le Crétacé supérieur affleure abondamment dans la région du Menabe, au pied du plateau de Bemaraha. Du Manambolo à Morondava, le Crétacé supérieur est représenté par des terrains étagés du Coniacien au Maastrichtien (mais de manière incomplète) et très souvent recouverts par les formations récentes (carapaces sableuses, basaltes, sédiments cénozoïques). Plusieurs gisements paléontologiques y ont été reconnus de longue date (BESAIRIE, 1977 : 282-289). Entre Morondava et le Mangoky, aucune coupe ne présente l'ensemble du Crétacé supérieur: celui-ci n'est représenté que par le Campano-Maastrichtien, au faciès continental de grès ferrugineux. Le Crétacé supérieur diminue d'épaisseur du centre vers le Sud ; on peut l'observer dans le secteur de Manja (Ambinda), où il atteint une soixantaine de mètres d'épaisseur.

* Sud du Bassin : entre le Mangoky et l'Onilahy, le Crétacé supérieur forme une bande de terrain continue sur environ 150 km de longueur et une dizaine de km de largeur ; il atteint 100 à 150 m d'épaisseur. Il est représenté le Campanien et le Maastrichtien. Le Campanien est

représenté par un calcaire à *Karapadites* ; deux niveaux successifs couvrent le Maastrichtien : l'inférieur, qui est un calcaire à *Pachydiscus neubergicus* et le supérieur, qui est un calcaire crayeux à *Sphenodiscus acutodorsatus*. Au Sud de l'Onilahy, le Crétacé supérieur est caractérisé par une forte activité volcanique, comme dans le Nord du bassin : le Turonien forme le couronnement de la falaise d'Anontsy (Sud de Betioky), avec des grès jaunâtres ou rougeâtres ; le Coniacien (environ 30 m) est formé de grès jaunes ou verdâtres, caractérisés par *Barroiceras* ; le Santonien se reconnaît à ses grès continentaux jaunes mi-grossiers à bois silicifiés et à stratifications entrecroisées ; il est visible au Sud-Ouest de Betioky (région de Mahafaly).

PALÉOGÈNE et NÉOGÈNE (« TERTIAIRE »)

- Le Paléocène n'est pas distingué par BESAIRIE dans le Sud-Ouest (1972 : 8-9).

- Éocène

* Dans le Nord du Bassin, il est composé de calcaires oolithiques silicifiés à et quartzites, généralement recouverts par les carapaces sableuses. Du cap Saint-André au Sud du Manambaho, il ne contient pas de fossiles ; il repose directement sur le Maastrichtien sur 10 à 15 m d'épaisseur sur la rive droite du bas Manambaho à Mahakenda et au Sud du manambaho, où deux affleurements sont visibles de part et d'autre de la piste de Soahanina et de Masoarivo.

* Dans le centre du bassin, l'Eocène est en grande partie recouvert par les grès et les sables pliocènes et la carapace sableuse. Mais au Sud de la Tsiribihina, il est toujours apparent, parfois sous forme de calcaires marins plus grossiers (40 mètres d'épaisseur au Nord de l'« Allée des baobabs » sur la route de Belo-Tsiribihina à Morondava), Parfois sous forme de grès sur la route de Morondava à Ankilizato plus à l'Est. En direction du fleuve Mangoky, vers l'intérieur des terres, cette série contient des grès quartzeux, sur une épaisseur de 20 mètres environ (BESAIRIE 1972 : 291) ; plus à l'Ouest, elle est entièrement calcaire et forme une longue bande côtière, qui peut atteindre une centaine de mètres à hauteur du fleuve. Entre Manja et la rivière Maharivo (affluent de la rive droite Tsiribihina), c'est un calcaire argileux à algues (mélobésiées, codiacées), alvéolines et lumachelles à huîtres (*Ostrea* sp., *Crassostrea loperrinei*).

* Au Sud du Mangoky l'Éocène est incomplet, son épaisseur est d'environ 150 m. Du fleuve Manombo à l'Onilahy, l'Éocène atteint une épaisseur de 600 m, 400 à 450 m pour l'Éocène inférieur et 150 m pour le moyen. Au Sud de l'Onilahy, l'Éocène forme le bord ouest du plateau calcaire de Mahafaly : sur 300 m, on retrouve l'Yprésien à nummulites et alvéolines (*A. oblonga*) et sur 150 m au-dessus, le Lutétien à *Alveolina* e*lliptica*, *A. gigantea*.

- Oligocène

Il est présent sous forme de marnes vertes pyriteuses à débris calcaires fossilifères au niveau du sondage d'Andavakoaka, et très distinct au centre du bassin. Dans la zone de l'Onilahy – Fiherenana, cette époque manque et présente une lacune. Vers le Sud de l'Onilahy l'Oligocène atteint une épaisseur située entre 162 et 242 mètres (BESAIRIE, 1972).
Le tertiaire marin au Sud du bassin constitue l'ensemble du plateau Mahafaly formé par le Calcaire de Mahafaly ; il s'étend de l'Onilahy à la Menarandra.

- Miocène

Il est formé par des marnes avec des alternances de calcaires à pisolithes et à grains de quartz.

* Au Nord, il est recouvert par les carapaces sableuses et parfois par la mangrove, mais un sondage réalisé au Cap Saint-André a montré une épaisseur de 150 à 200 mètres. Il suit la côte jusqu'à Tambohorano où il affleure, très riche en fossiles (BESAIRIE, 1972 : 221) ; vers Maintirano, il présente le même faciès (calcaire de Tambohorano) mais sans fossiles.

* Au centre du Bassin, on peut l'observer sur la rivière Maharivo avec les mêmes fossiles qu'à Besalampy (HOURCQ, 1950). Au Nord de Mangoky le Miocène, ainsi que l'Oligocène, sont mal connus, en effet, les dépôts du Pliocène recouvrent directement ceux de l'Éocène.

*Au Sud du bassin, la Miocène est représenté par l'Aquitano-Burdigalien. À Andavandaoka, il présente une épaisseur de 300 mètres, avec des marnes à miogypsines et amphistégines ; on le retrouve, très érodé, au niveau des gorges qu'y creusent les fleuves Fiherenana et Onilahy, autour de Tuléar. Au Sud de l'Onilahy, il forme une série marine dans le bord du plateau calcaire de Mahafaly, au-dessus des couches éocènes (BESAIRIE, 1972 : 411).

- Pliocène

À cette époque se sont constitués des grès continentaux sous forme de carapaces sableuses prises par des ciments ferrugineux (limonite), substrat favorable aux formations végétales arbustives.

* Dans le Nord du bassin, il a été identifié par sondage au Cap Saint-André ; du fleuve Manambaho au Manomba, il forme un plateau épais de 70 à 85 mètres, du Manomba au Demoka, quelques affleurements apparaissent sous la carapace sableuse. Du Démoka au Manambolo, ce sont des grès rouges sans fossiles, formant de petits plateaux côtiers qui s'élèvent à une centaine de mètres, couronnés par la forêt tropicale sèche.

*Vers le centre du bassin, il est bien développé (épais de 50 m) entre le Manambolo et la Tsiribihina, sous la forêt côtière, on le reconnaît à ses grains grossiers aux tons clairs, résultant d'une dégradation des grès. Au Sud de Morondava, il diminue en épaisseur, et au Nord du Mangoky il apparaît parfois dans les ravins, tout au long de la côte : comme il ne contient pas de fossiles dans cette région, il est parfois considéré comme une formation récente.

*Au Sud du bassin il est confondu dans le Néogène avec le Miocène. Au Sud du Mangoky, un sondage l'a mis en évidence à Antanimieva. Au Sud de l'Onilahy, il repose directement sur le Maastrichtien ; ces grès et ces argiles continentaux résultent de l'érosion des massifs situés plus à l'Est, ils se localisent à l'Est du plateau de Mahafaly : du Nord d'Ambatry au fleuve Menarandra il présente une puissance de 150 mètres (BESAIRIE, 1972). Entre Betioky et le mont Ejeda, il entre dans la « série d'Andranoabo » sur 50 à 80 m ; entre le fleuve Linta et la Menarandra, à l'Ouest d'Ampanihy, il repose directement sur le socle cristallin avec des épaisseurs variant entre 88 m à Benono et 120 m à Egogy.

- QUATERNAIRE

* Dans le Nord et le centre, il est le plus souvent inclus dans les « formations récentes » (plages, mangroves…), il longe donc toute la côte. Le Quaternaire proprement dit contient des fossiles : entre le Manambaho et le Manambolo, ce sont des grès coquilliers grossiers. Dans le centre, de nombreux fossiles datant de cette période ont été découverts (*e.g*. hippopotames).

* Au Sud du bassin, ce sont des grès calcaires sableux, on peut différencier un Quaternaire marin et un continental : ainsi, au niveau du sondage d'Antanimiheva, ils se distinguent par leurs fossiles : des lamellibranches marins, et des gastéropodes (*Clavator*) et d'autres fossiles terrestres. Il forme la plage entrecoupée de mangroves entre Morombe et Manombo. De l'Onilahy au Cap Sainte Marie, le Quaternaire est entièrement continental, bien développé, avec de nombreux fossiles, au point que BATTISTINI (1964, *in* BESAIRIE, 1972 : 415-416) lui a donné le nom local d'*Aepyornien* et l'a divisé en trois séries : *Tatsimien*, *Karimbolien* et *Flandrien*.

* Les formations les plus récentes sont des formations minérales de surface : grès ferrugineux, carapaces sableuses, croûtes calcaires, alluvions, dunes, et des formations végétales : mangroves ; elles s'étendent du Nord au Sud du Bassin de Morondava en recouvrant une bonne partie des formations antérieures (Karroo et Post-Karroo). Les sites fossilifères holocènes se situent à Ankevo, Lamboharana, Ambolisatra, Itampolo, Andrahomana… (GRANDIDIER, 1867) et leurs représentants sont parmi les plus emblématiques de Madagascar (tortues, crocodiles, *Aepyornis*, hippopotames, lémuriens…).

3.2.4.- Le secteur est et les bassins sédimentaires d'altitude

Nous avons exploré cette région dès la 1ère année (carte générale des déplacements), la région Analanjirofo (Fenerivo-Est et Foulpointe) ; région Antsinana (Tamatave I et II, Brickaville, Toamasina) ; Vatovavy-Fitovinany (Ranomafana, Ifanadiana)

3.2.4.1.- La côte orientale

Nous considérons ici la côte orientale de l'île, qui ne présente, au pied du socle cristallin, que des terrains cénozoïques. Cette côte sera divisée, pour la commodité de l'exposé, en deux secteurs :
Au Nord, du cap Masaola à Mahanoro, au Sud de Mahanoro à Vangaindrano ; plus au Sud, jusqu'au cap Sainte-Marie, le socle cristallin est directement baigné par l'Océan Indien, et on retrouve les formations récentes de l'extrême Sud.

* Entre le cap Masoala et Foulpointe, aucune formation post-pliocène n'est reconnue.
* De Foulpointe à Mahanoro, les formations sont continentales, ce sont des grès sableux néogènes, de couleur rouge parfois recouverts par des sables blancs. Les grès sont très érodés, ravinés et lessivés, et les sables, bien visibles tout au long du canal des Pangalanes, sont d'une grande pureté et sont exploités pour le verre. Dans la région de Vatomandry, au Sud de Tamatave on voit quelquefois de petites intercalations marines sans fossiles (calcaires gréseux du Maastrichtien).
* De Mahanoro et du fleuve Mangoro à Vangaindrano, on rencontre deux types de formations, les unes volcaniques, et les autres sédimentaires.
Les « coulées volcaniques » de l'Est, étendues sur 20 à 40 km de largeur et 500 km de longueur du Nord au Sud forment les massifs situés à l'Ouest de Nosy-Varika (la Masora, le Sakaleona) ; elles ont prolongé des coulées venues du Nord entre les fleuve Mangoro et Namorona. Dans cette région, le Maastrichtien est transgressif et recouvre les coulées basaltiques. Il est formé de sédiments argilo-marneux et parfois gréseux, où les fossiles sont des moules internes de bivalves et de gastéropodes. Les échinides sont localisés dans des grès calcaires et les ammonites dans des marnes argileuses. Des calcaires à *Archaeolithothamnium* et à foraminifères sont aussi présents.

* Au Sud de la Namorana, de Manakara à Farafangana, les coulées résultent de trois épisodes volcaniques : i) une coulée basaltique inférieure le long de la bordure cristalline, ii) une coulée volcanique à rhyolites formant la couche moyenne et iii) une coulée basaltique qui longe la côte. Le centre de ce volcanisme est la chaîne d'Andringitra, dans l'intérieur de la région de Vohipeno.
De Farafangana à Vangaindrano, deux de ces épanchements volcaniques, l'inférieur et le moyen, se poursuivent, mais ils sont intercalés avec des grès et des argiles continentaux.

3.2.4.2.- Les bassins de rétention des Hauts-plateaux centraux

Sur les Hauts-plateaux centraux, il s'agit de zones géologiques spécifiques, en dépression, bien circonscrites, où ont pu s'accumuler des sédiments. Ce sont des bas fonds ou bassins de rétention qui ont fini par s'assécher avec le temps.
Dans la région de Vakinakaratra, c'est à Antsirabe I et II que l'on a trouvé *Hippopotamus madagascariensis*.



Figure 3.16 Carte physique de Madagascar (source : Google).

La présentation physique et géologique des bassins sédimentaires de Madagascar ainsi faite, nous nous attachons maintenant à décrire le monde vivant dans son histoire paléontologique et sa paléobiogéographie malgaches, à travers les indices, traces et fossiles qu'il nous a laissés.

Le plan suit les grandes divisions du vivant reconnues dans la classification phylogénétique. On notera cependant qu'au stade actuel, faute d'études complètes des caractères dérivés communs (synapomorphies) dans les groupes, les taxons terminaux (genres et espèces) sont le plus souvent donnés par ordre alphabétique dans les références en ligne (Colhelper.org, Trans'Tyfipal.com, palaeos.com, globalnames.org, fossilworks, marinespecies, gbif.org…).

3.3.- BIOGÉOGRAPHIE ÉVOLUTIVE (voir aussi Annexe 4, pp. 259-373)

Dans cette partie, nous suivrons l'évolution de chaque grand taxon, dans le temps et dans l'espace, **selon une trame chronologique**. Les recherches sur les différents groupes taxonomiques ont suivi des modes selon les époques et les écoles : on s'est alors intéressé plutôt aux ammonites secondaires, aux « poissons » du Trias, aux dinosaures du Crétacé ou même seulement du Maastrichtien, ou encore, avec le développement de l'anthropologie évolutive et le risque de leur disparition prochaine, aux lémuriens (sub)fossiles et actuels…

Nos recherches bibliographiques nous ont permis de répertorier 3470 espèces fossiles connues à Madagascar. Nous les avons regroupées par grands phylums dans les 16 tableaux de l'**Annexe 4** (pp. 259 à 373). Ces tableaux sont au départ des présentations et des discussions qui suivent, nous invitons toute personne à s'y reporter au fil de sa lecture.

L'histoire connue de la vie à Madagascar ne commence qu'au Permien, à la fin du Paléozoïque, en raison de la situation paléogéographique et sédimentologique antérieure de l'île. Les grands phylums, toujours actuels, sont apparus au Cambrien, *et dans l'eau* : les rhizariens (avec les polycystines, des radiolaires, siliceux et planctoniques et les foraminifères, calcaires et benthiques), les porifères, les cnidaires, les brachiopodes, les annélides, les mollusques, les arthropodes, avec les ostracodes, les échinodermes, les chordés, les vertébrés (conodontes)…Mais l'île était alors incluse dans le supercontinent Gondwana, sans rapport aucun avec l'océan Paléotéthys : on ne trouve donc pas de fossiles des périodes allant du Cambrien au Dévonien à Madagascar (voir chapitre 1.3, pp. 31, 32).

Au Dévonien, la vie a conquis les terres émergées. Il est alors possible que l'aire géographique malgache, toujours incluse dans le Gondwana, ait accueilli des plantes et des animaux terrestres susceptibles d'y avoir laissé des traces. Toutefois, au Carbonifère supérieur, l'inlandsis antarctique a recouvert la plus grande partie du Gondwana et Madagascar s'est retrouvée sous une chape de glace, masse mouvante qui a pu emporter les sédiments du Dévonien et du Carbonifère inférieur, effaçant toute trace de vie antérieure, mettant à nu le socle cristallin. On ne retrouve guère, pour le Carbonifère, que des stries glaciaires et des blocs erratiques (*dropstones*) dans la Sakoa au Sud de l'île, à proximité des dépôts houillers permiens.

À partir du moment où la vie a pu se déployer sur le territoire de Madagascar, l'île a hébergé un grand nombre d'espèces. Aujourd'hui, l'inventaire des taxons s'élève à environ 14 000 espèces végétales (à 90% endémiques http://www.conservation.org/global/madagascar/initiatives/Pages/biodiversite.aspx, consulté le 24 février 2015) et bien plus encore d'espèces animales… Le registre fossile, nécessairement plus réduit, compte environ 1290 genres et 3470 espèces.

La figure 3.17 (importance relative des groupes) montre l'inégalité des groupes, celle-ci tient à leur importance réelle, à leur fossilisation et aux études qui leur ont été consacrées, et au biais introduit par notre propre recherche bibliographique. Certains groupes sont manifestement sous-représentés : unicellulaires, plantes, annélides…
Les « invertébrés » aquatiques, regroupant plusieurs embranchements, sont largement dominants : les vertébrés ne représentent que 10% du total des fossiles.

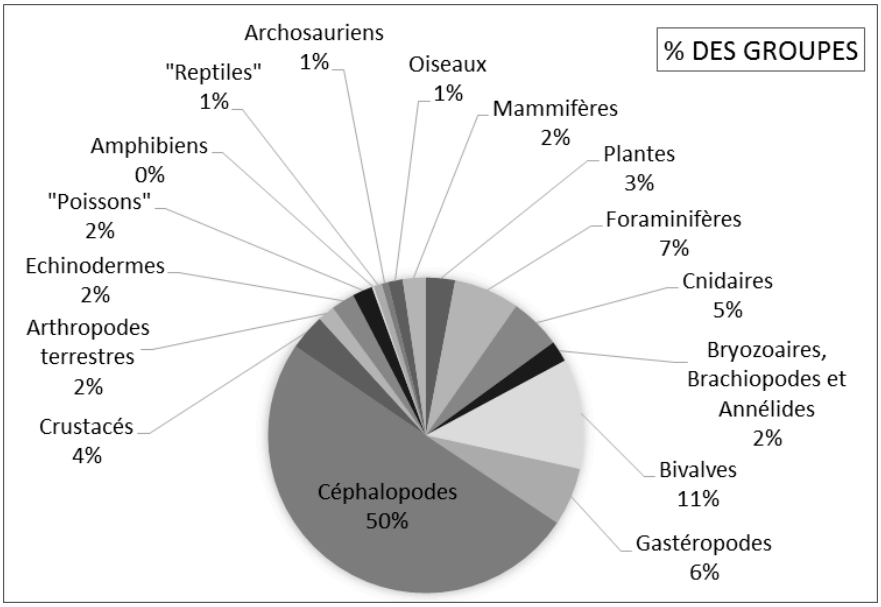


Figure 3.17 Importance relative des groupes identifiés dans le registre fossile de Madagascar (en % du nombre des espèces, sur le total, que nous avons pu comptabiliser, de 3470).

La figure 3.18 (évolution générale du nombre des taxons : genres et/ou espèces au cours des périodes géologiques) montre que c'est au Jurassique et au Crétacé qu'il y a le plus de fossiles connus. Les recherches ont de préférence visé certaines périodes (par exemple celles où se sont déposés les gisements de charbon ou de pétrole, l'Holocène) et certains groupes (foraminifères, ammonites, dinosaures, mammifères subfossiles). On remarque que la biodiversité subit une chute brutale au Paléogène : Cela pourrait être une conséquence de la crise KT, mais il semble plutôt s'agir d'un biais, lié au fait que cette période est à la fois très mal représentée et très mal caractérisée dans le registre sédimentaire de l'île. En effet, les espèces qui pourtant se sont développées après la crise K/T, comme les oiseaux ou les mammifères, sont sous-représentées dans le diagramme.

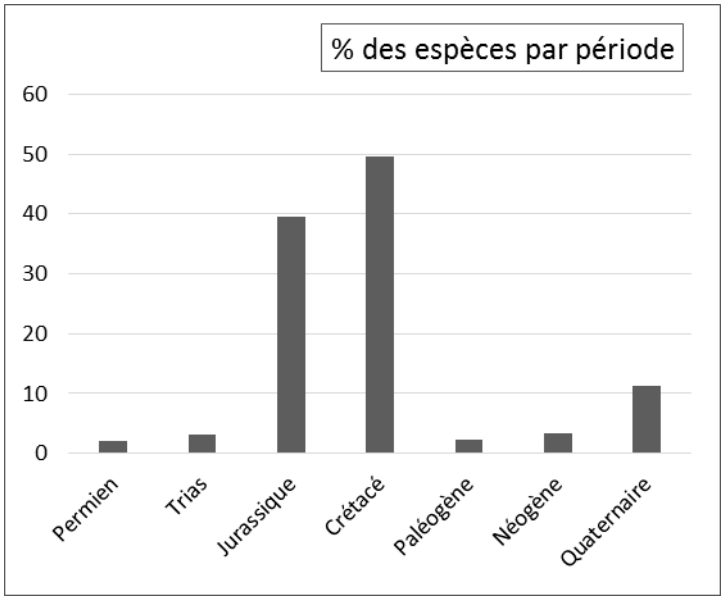


Figure 3.18 Nombre d'espèces fossiles décrites à Madagascar selon les périodes géologiques.

Nous envisagerons d'abord les « unicellulaires » (dinophytes et rhizariens, avec les radiolaires et les foraminifères), puis les plantes, les « éponges » (porifères), les cnidaires (« anthozoaires »), les brachiopodes, les annélides, les mollusques (bivalves, gastéropodes, céphalopodes), les arthropodes marins (crustacés avec les ostracodes et les malacostracés), les arthropodes terrestres (chélicérates et insectes), les échinodermes et les vertébrés : « poissons » (chondrichtyens, actinoptérygiens et sarcoptérygiens), amphibiens, « reptiles », archosauromorphes, oiseaux, mammifères. Les groupes sont inégalement représentés et inégalement publiés : deux biais qui masquent leur importance ou leur distribution réelles dans les couches sédimentaires.

Pour chaque groupe considéré, nous envisageons successivement, i) une présentation et une contextualisation taxonomique et phylogénétique du groupe (cladogrammes), ii) un inventaire taxonomique, iii) l'importance relative du groupe selon les périodes géologiques, iv) la distribution paléogéographique, milieux et climats, sites paléontologiques (cartes), v) la critique des données. Les quantités indiquées résultent de notre recherche documentaire.

Nota : dans ce chapitre, les taxons supérieurs sont écrits en latin (et alors, avec une majuscule) ou en français. Les noms des familles sont systématiquement francisés (désinence -idés au lieu de -idae).

Commençons donc par les bicontes, unicellulaires (dinophytes, rhizariens) et plantes, nous envisagerons ensuite les métazoaires.

3.2.1.- Unicellulaires

Les unicellulaires qui ont laissé des fossiles sont ceux dont le squelette, calcaire ou siliceux, a été conservé dans les sédiments (ils en constituent parfois la plus grande part). Ils forment un groupe paraphylétique d'organismes aux apparentements encore non déterminés.

3.2.1.1.- Dinophytes (dinoflagellés)

Les dinoflagellés appartiennent, avec les ciliés et les apicomplexés, au groupe des alvéolés ou alvéolobiontes, des bicontes chromoalvéolés (2 200 espèces actuelles, LECOINTRE et LE GUYADER, 2006). Ce sont des « algues » unicellulaires à la fois photosynthétiques et prédatrices, munies d'une **thèque** protectrice (cellulose et **silice**) et de deux flagelles, l'un propulseur et l'autre servant de lasso, qui sert à capturer les proies planctoniques ; leur arsenal se complète par de puissantes phycotoxines (dinotoxines). Les dinophytes sont connus dès le Cambrien, ils se sont diversifiés au Trias moyen. Ils seraient passés des mers aux eaux douces au Crétacé ; ils vivent aujourd'hui dans tous les milieux (des glaces aux océans et aux eaux douces) et selon tous les modes de vie : autotrophie, endosymbiose, parasitisme, prédation, en passant par la mixotrophie qui panache photosynthèse et phagotrophie.
Yow-Yuh CHEN (2013) a décrit, dans le Jurassique terminal et le Crétacé inférieur (du Tithonien à l'Hauterivien) malgaches, un nouveau genre, *Palaecysta*, comprenant 7 nouvelles espèces, *P. integra* (espèce type), *P. crispabaculata*, *P. foveoreticulata*, *P. melakyensis*, *P. morondavaensis*, *P. pectita* and *P. virgae* et 8 nouvelles sous-espèces : *P. integra* subsp. *digitata*, *P. integra* subsp. *mahajangaensis*, *P. crispabaculata* subsp. *delicata*, *P. foveoreticulata* subsp. *madagascarensis*, *P. palmula* subsp. *ankamotraensis*, *P. pectita* subsp. *merinai*, *P. virgae* subsp. *externa* and *P. virgae* subsp. *lanceolata*. Leur évolution rapide en fait de bons fossiles stratigraphiques, ils permettent de proposer six « zones d'assemblage ».

3.2.1.2.- Rhizariens (Rhizaria)

Les rhizariens, ou Rhizaria, sont des bicontes straménopiles émettant des filaments cytoplasmiques : ils comprennent les cercozoaires (chlorarachniophytes) et les rétariens (Retaria : actinopodes et foraminifères). Dans les terrains sédimentaires, on retrouve les radiolaires polycystines (siliceux et planctoniques) et les foraminifères (calcaires et benthiques).

3.2.1.2.a- Radiolaires polycystines

Les radiolaires appartiennent, avec les héliozoaires et les acanthaires, au groupe des actinopodes. Leur corps cellulaire globuleux (spumellaires) ou conique (nacellaires), à symétrie radiaire, contient un endosquelette **siliceux**. Des projections cytoplasmiques, les filopodes et les axopodes (ceux-ci contenant un spicule axial), leur servent à capturer les proies. Connus depuis la fin du Précambrien (540 Ma), ce sont des fossiles stratigraphiques.

3.2.1.2.b- Foraminifères

Ce groupe présente un intérêt majeur en stratigraphie, en biochronologie, et pour la connaissance des paléoenvironnements.
Les foraminifères sont les unicellulaires marins les plus répandus et les plus abondants. Ils occupent tous les milieux, dans les mers et les estuaires, entre les plus hautes eaux et les grands fonds, de l'Équateur aux Pôles. Ils sont protégés par un test spiralé et criblé, fait de glycoprotéines et de **calcaire**. Ils se déplacent et capturent leurs proies grâce à des filaments cytoplasmiques mobiles, expansibles et anastomotiques, les filopodes. Ils se sont répandus dans toutes les mers dès le Cambrien inférieur (540 Ma) et c'est au Trias (230 Ma) qu'ils apparaissent dans le registre fossile de Madagascar. Environ 6 000 espèces actuelles sont connues et plus de 30 000 espèces fossiles, la plupart étant de bons fossiles stratigraphiques. Ils ont un cycle biologique court, une très grande variabilité, et sont très sensibles aux variations du milieu : ce sont donc d'excellents indicateurs des changements environnementaux et, particulièrement, climatiques.
À Madagascar, on a répertorié plus de 54 genres (231 espèces) du Jurassique à l'Holocène.

La classification des foraminifères est basée sur la morphologie des tests. Nous nous sommes fondé sur la classification du *World Foraminifera Database* hébergé dans www.marinespecies.org. (Tableau 3.6).

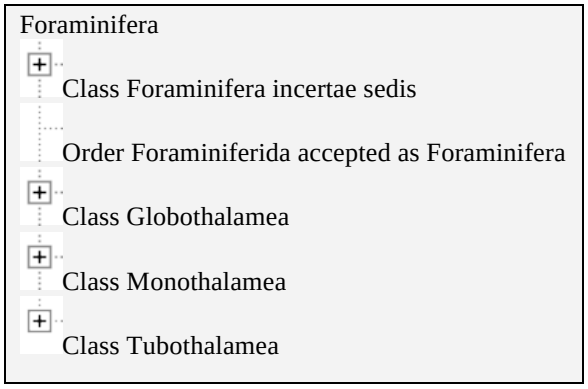


Tableau 3.6 Groupes majeurs des foraminifères
(http://www.marinespecies.org/foraminifera/aphia.php?p=browser, consulté le 17 X 2014)

Toutes ces classes sont présentes à Madagascar, à l'exception des Monothalamea.

BELLIER *et al*. (2010) fournissent une classification différente qui ne contient pas tous les taxons représentés à Madagascar (figs. 3.19 et 3.20).
Les diagrammes évolutifs publiés par BELLIER *et al*. (2010) d'après CARON (1983) pour le Mésozoïque et BLOW (1979) pour le Cénozoïque ne sont pas directement applicables à Madagascar, mais ils permettent de situer certains groupes inventoriés dans l'Île.

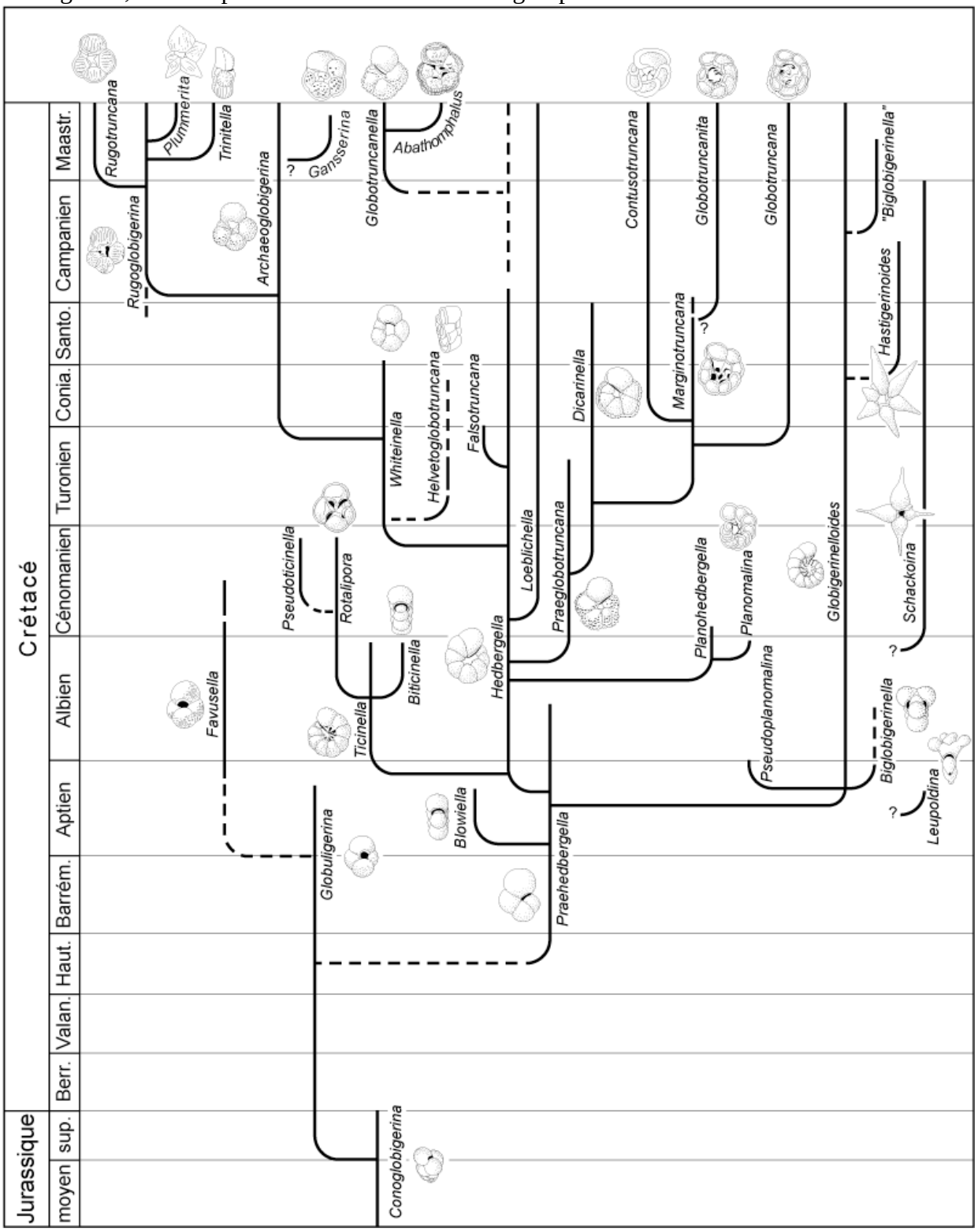


Figure 3.19 Phylogénie des genres planctoniques des foraminifères du Mésozoïque, d'après CARON (1983), *in* BELLIER *et al*. (2010).

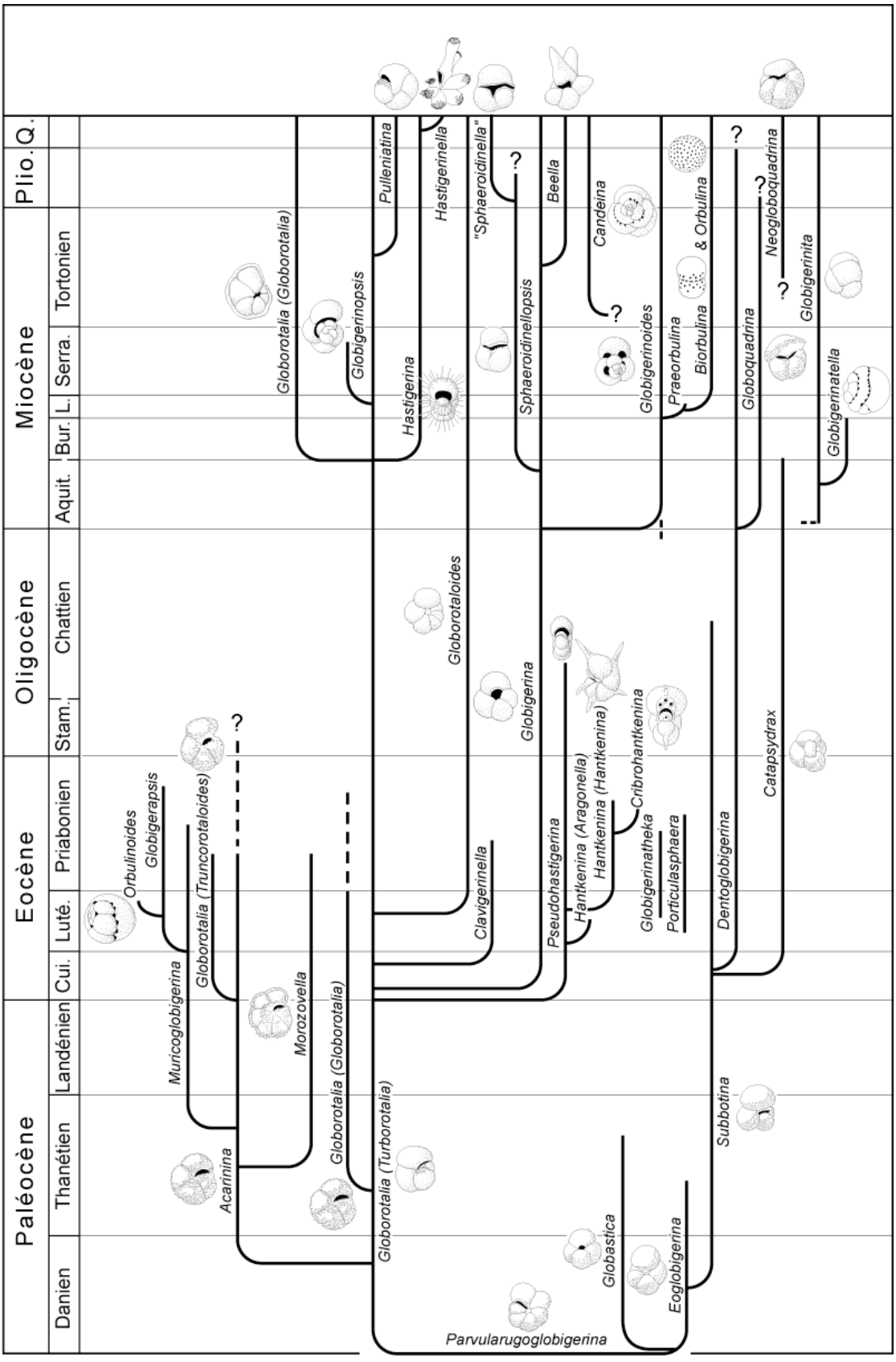


Figure 3.20 Phylogénie des genres planctoniques des foraminifères du Cénozoïque, d'après BLOW (1979), *in* BELLIER *et al*. (2010).

Foraminifères à tests organiques : Ordre des Allogromiida
(Cet ordre est dans la classe des Monothalamea qui contient aussi, d'après le World Foraminifera Database, celui des Astrorhizida.)

Foraminifères à tests minéralisés : 15 ordres dont les plus importants sont les suivants :
Foraminifères agglutinants (4 ordres) :
- ASTRORHIZIDA,
- LITUOLIDA (*Orbitolina*),
- TROCHAMMINIDA et
- TEXTULARIIDA (*Textularia, Spiroplectammina, Bigenerina*) ;

Foraminifères à test aragonitique (2 ordres réduits) :
- INVOLUTINIDA (*Spirillina*) et
- ROBERTINIDA ;

Foraminifères à test microgranulaire (exclusivement paléozoïques)
- FUSULINIDA (*Fusulina*) ;

Foraminifères à test porcelané :
- MILIOLIDA (*Quinqueloculina, Alveolina, Borelis, Orbitolites, Parasorites, Peneroplis, Spirolina*) ;

Formes hyalines présentant une structure de test originale (monolamellaire) et une ouverture de type radiée :
- LAGENIDA (*Lenticulina, Dentalina, Amphicoryna, Lagena, Fissurina, Oolina*) ;

Espèces benthiques à test hyalin (bilamellaire) :
- BULIMINIDA et
- ROTALIIDA

Les représentants de ces ordres sont extrêmement variés et représentent l'immense majorité des formes benthiques. Quelques superfamilles :
- S.f. Buliminacea, formes à trochospire haute (*Buliminella, Bulimina*) ;
- S.f. Bolivinacea, formes bisériées (*Bolivina, Uvigerina*) ;
- Formes bisériées ou planispiralées : S.f. Cassidulinacea, (*Cassidulina*) et S.f. Nonionacea (*Melonis, Astrononion*) ;
- S.f. Discorbacea, formes à trochospire basse (*Gyroidina, Cibicides, Heterolepa, Planorbulina*) ;
- S.f. Rotaliacea, formes trocho-spiralées ou planispiralées à structure interne complexe (*Ammonia, Cribroelphidium, Elphidium, Operculina, Nummulites*, *Amphistegina, Orbitoides*) ;

Foraminifères planctoniques (tous de type hyalin bilamellaire).
- GLOBIGERINIDA. Quelques exemples de superfamilles :
  - S.f. Globotruncanacea, morphotypes bicarénés uniquement fossiles ;
  - S.f. Globororataliacea, à test trochospiralé à périphérie souvent carénée et loges peu nombreuses ;
  - S.f. Globigerinacea, formes à loges globuleuses.

Tableau 3.7 Classification des foraminifères d'après BELLIER *et al*. (2010).

- Inventaire taxonomique

Nous nous sommes référé aux publications d'ALLOITEAU (1958), GREKOFF (1963), ESPITALIÉ & SIGAL (1963), BESAIRIE & COLLIGNON (1972), COLLIGNON *et al.* (1979), CAMOIN *et al.* (2004), ainsi que sur les bases de données Colhelper du MNHN (Paris) et Trans'TyfiPal (Inventaires des Types et Figurés Paléontologiques conservés en France).

La liste des taxons regroupés selon le *World Foraminifera Database* est produite dans le tableau en Annexe 4.1 (pp. 260-267). La position systématique des espèces est indiquée dans la troisième colonne (classe ; sous-classe et/ou ordre) et la quatrième (sous-ordre et/ou superfamille ; famille) ; rappelons que les noms des taxons sont en latin, sauf ceux des familles, que nous avons francisés (-idés au lieu de -idae).

Les groupes sont ici présentés suivant une séquence grossièrement chronologique :
• Les **Foraminifera incertae sedis** sont les plus nombreux : 113 taxons dont un jurassique, qui appartient à l'ordre des Involutidina, et les autres jurassiques et/ou crétacés, qui appartiennent à l'ordre des Lagenida (59 nodosariidés, 47 vaginulinidés, 3 polymorphinidés).
• Les **Tubothalamea** sont présents avec deux ordres, les Spirillinida mésozoïques (2 spirillinidés) et les Miliolida cénozoïques (3 alvéolinidés et 1 pénéroplidé).
• Les **Globothalamea** comptent 109 taxons, dans trois ordres,
- les **Robertinida** mésozoïques (16 épistominidés et 3 cératobulimidés),
- les **Textulariia** mésozoïques (1 eggerellidé, 1 textulariidé, 4 haplophragmoididés, 8 lituolidés, 1 placopsilinidé, 1 rhéophacidé, 2 trochamminidés et 2 verneuilinidés).
- les **Rotaliida** dont la plupart appartiennent aux deux groupes emblématiques des **globigérines** crétacées (5 globigérinelloididés, 1 planomalinidé, 1 hedbergellidé, 15 rotaliporidés) et des **nummulites** paléogènes (10 discocyclinidés, 28 nummulitidés) et les autres se distribuant dans de petits groupes cénozoïques (1 amphistéginidé, 4 lépidocyclinidés, 1 discorbidé, 1 nonionidé, 1 elphidiidé, 2 miogypsinidés, 2 rotaliidés).

- Importance relative des foraminifères selon les périodes géologiques

Les foraminifères ne sont présents dans les sédiments malgaches qu'à partir du Trias, et ce jusqu'à l'actuel. Ils sont les plus abondants au Jurassique, au Crétacé et au Paléogène (Nummulitique) ; leur diminution apparente au Néogène peut résulter d'un biais de découverte.
Les sites à foraminifères se confondent avec ceux d'autres taxons marins (brachiopodes, annélides, mollusques, ostracodes, échinodermes…), qui ont occupé les mêmes milieux. Le « Nummulitique malgache » est illustré sur le site de MNHN (Colhelper), la plupart des sites étant d'ailleurs cités dès BOULE et THÉVENIN (1906) et DOUVILLÉ (1906).

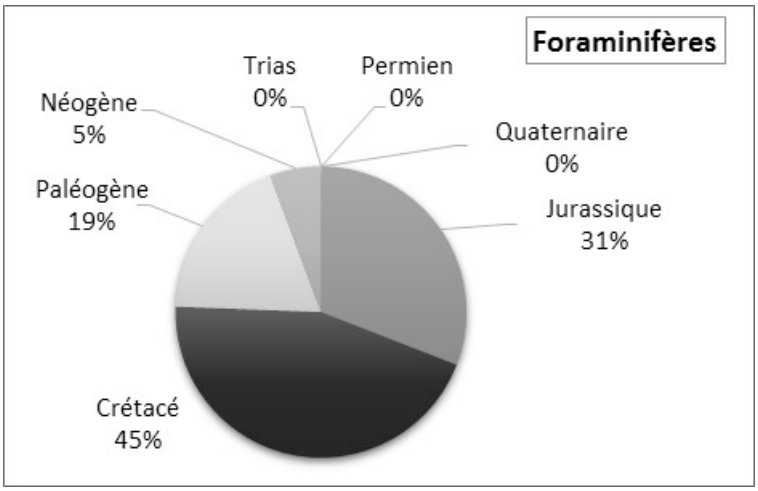


Figure 3.21 Distribution relative des foraminifères dans les périodes géologiques, à Madagascar. Voir Annexe 4.1 pour les données brutes

La figure 3.23 montre l'évolution de la diversité des foraminifères relativement à celle des espèces fossiles de Madagascar. Les deux courbes sont essentiellement parallèles, indiquant par là même que le groupe est un bon indicateur du registre fossile de l'Île.

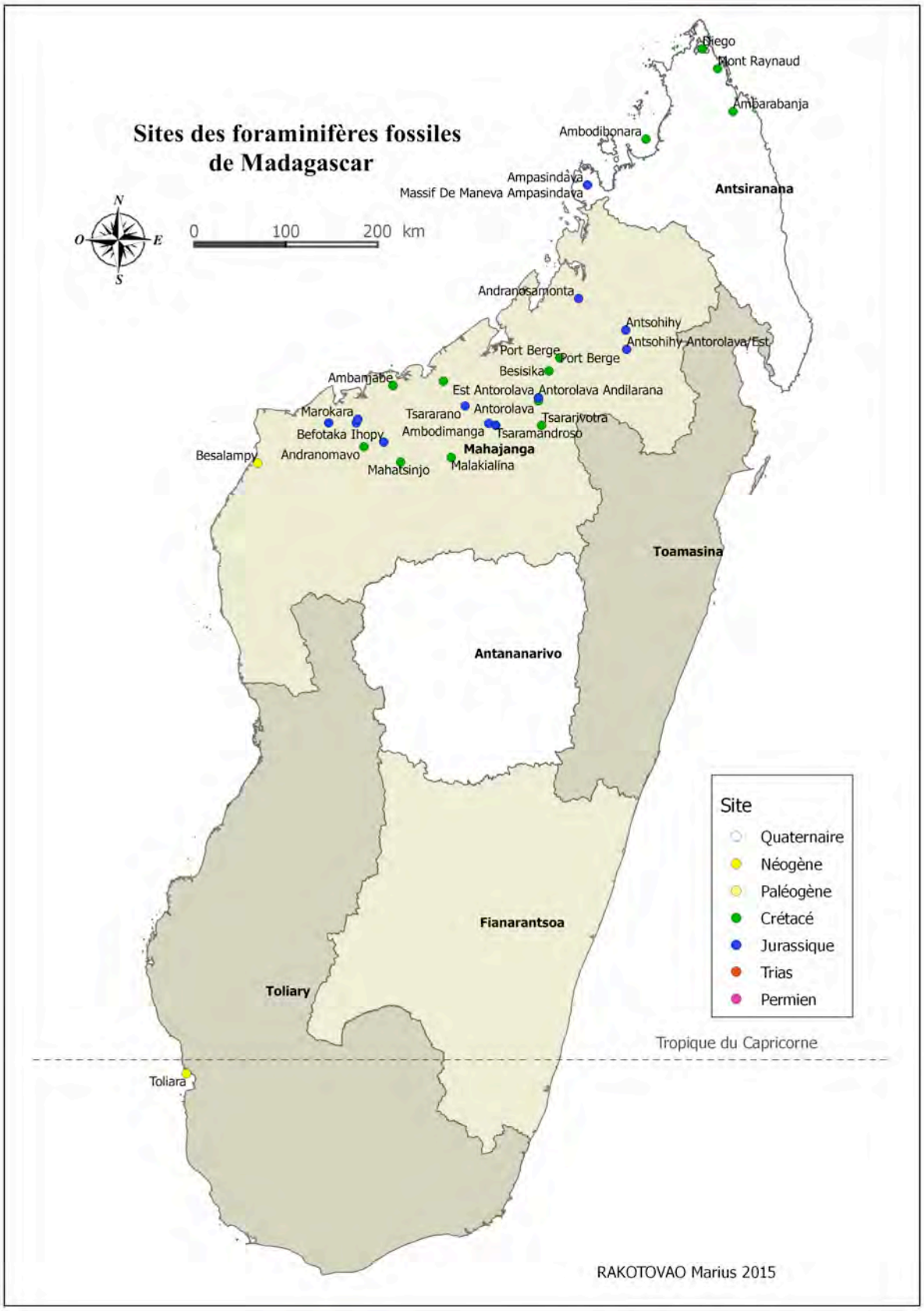


Figure 3.22 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des foraminifères.
Pour plus de détails, voir Annexes 2 et 4.1.
Nota : Le site de l'île Makamby (Néogène) se superpose à celui d'Ambanjabe.

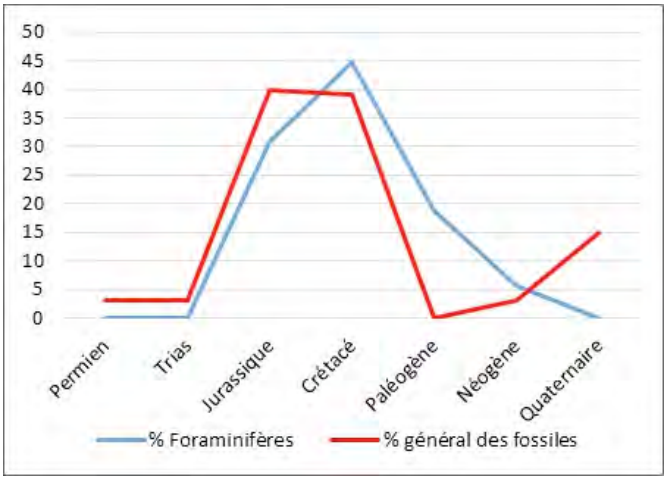


Figure 3.23 Distribution temporelle comparée des foraminifères et de l'ensemble des espèces fossiles identifiées à Madagascar (%). En bleu : foraminifères (230 espèces) ; en rouge : total des fossiles (3470 espèces). Voir Annexe 4.1 pour les données brutes

- Distribution géographique, milieux et climats, sites

La figure 3.24 montre la distribution géographique des foraminifères fossiles. Ce groupe se rencontre majoritairement au Nord-Ouest.

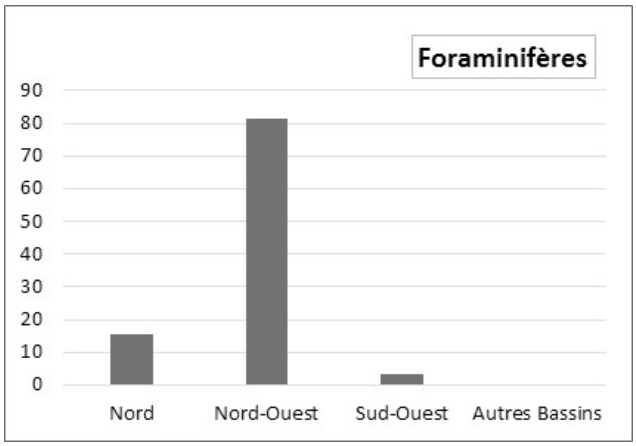


Figure 3.24 Distribution des foraminifères fossiles dans les bassins sédimentaires de Madagascar. Voir Annexe 4.1 pour les données brutes.

La figure 3.22 (carte) situe les gisements à foraminifères.

- Critique des données

Les publications sur les foraminifères se concentrent dans deux régions, au Nord et à l'Ouest (de part et d'autre du Cap Saint-André), essentiellement en raison des prospections pétrolières qui y ont été conduites jusque dans les années 1960. Depuis, les recherches pétrolières ne se fondent plus autant sur l'étude des microfossiles, aussi ce domaine bien particulier de la recherche micropaléontologique est en sommeil ; de nouvelles recherches ont toutefois été effectuées dans la région de l'île Makamby (RAMIHANGIHAJASON *et al.*, 2014).

3.2.2.- Plantes (Planta, chlorobiontes)

Les plantes, constituent un vaste phylum de plus de 600 000 espèces vivantes.
La flore actuelle de Madagascar comprend environ 12 000 espèces, dont 80 % d'endémiques.
Avec moins d'une centaine d'espèces fossiles identifiées, les plantes (y compris les palynomorphes), regroupent environ 4 % des fossiles inventoriés à Madagascar. La plupart des fossiles de plantes se trouvent dans le Karroo (Sakoa, Sakamena et Isalo), de telle sorte que le Permien, le Trias et le Jurassique se partagent également ce registre fossile et que les autres périodes (Crétacé, Paléogène, Néogène et Quaternaire) sont très peu, ou pas renseignées.

Les recherches paléobotaniques sont liées aux prospections déjà anciennes de gisements de charbon (BOULE 1908). CARPENTIER (1935) a publié les fossiles de la Sakoa et de la Sakamena provenant des recherches sur le terrain de BESAIRIE en 1928 : il soulignait la domination des équisétales (*Phyllotheca* sp.), des filicales (*Pecopteris* sp., *Cladophlebis* sp.), des glossoptéridales (*Glossopteris* sp.), des ginkgoales (*Baiera* sp., *Gynkgophyllum* sp.) et des coniférales (*Voltzia*, *Brachyphyllum* sp.). Les spécimens jurassiques du Sud-Ouest de l'île sont conservés à l'Institut de Géologie de l'École Polytechnique de Zurich (Suisse) et ont été publiés notamment par APPERT (1973), BARALE & APPERT (2007). VAKHRAMEEV (1991) et TAYLOR *et al.* (2009) donnent de très utiles visions globales de l'évolution des plantes et des milieux.

- Inventaire taxonomique
La flore malgache actuelle est réputée pour sa richesse. Par contraste, les flores passées sont bien moins connues.

• Les premières plantes remontent, comme les autres fossiles, au **début du Permien**, *ca* 280 Ma ; on les rencontre au Sud de l'île (bassin de Morondava) où elles entrent dans les dépôts houillers de la Sakoa, du Karroo.
C'est une **flore à *Glossopteris*** typiquement gondwanienne, comme celle qui s'étendait sur toute l'Amérique du Sud, l'Afrique centrale et australe, l'Inde, l'Australie, la Nouvelle-Zélande et l'Antarctique.
Les anciennes « fougères à graines » ou ptéridospermales forment un groupe paraphylétique comprenant, dans le Gondwana, les **glossoptéridales** (*Glossopteris*, *Gangamopteris cyclopteroides, Ottokaria*) et les **peltaspermales** (*Lepidopteris madagascariensis*) ; elles sont aujourd'hui classées avec les plantes à graines (spermatophytes).
Les **ptéridophytes** (prêles et fougères) sont représentés par les sphénophytes (équisétales) *Phyllotheca*, *Sakoarota*, *Schizoneura* et *Sphenophyllum sakoense* (une espèce parente de *S. speciosum* répandue sur le Gondwana) les filicopsides (polypodiidae) *Cladophlebis, Danaeopsis*, *Pecopteris*, *Pachypteris* (*Thinnfeldia*).
Les **lignophytes** regroupent les progymnospermes, qui se reproduisent toujours par spores, (*Lesleya* ?) et les plantes à graines (**spermaphytes**) : les gymnospermes sont représentés par des cordaïtales (*Noeggerathiopsis, Dolianitia*), des ginkgoales (*Baiera*, *Ginkgophyllum*) et des pinophytes (*Brachyphyllum, Cordaicarpus, Ullmannia, Voltzia*)…

Selon APPERT (2003), la flore du **Permien supérieur et** du **Trias** (c'est-à-dire de la Sakamena) a été peu publiée : HANKEL (1993) lui a bien consacré un article pour le bassin de Mahajanga, mais il s'agit d'acritarches, de spores ou de pollen : de **chlorophytes** (*Peltacystia, Schizosporis, Simeonospora*), de **bryophytes** (*Limatulasporites, Stereisporites*), de

lycophytes (*Densosporites*, *Lundbladispora*, *Perotrilites*, *Uvaesporites*), de **filicopsides** (*Dictyophyllidites*, *Osmundacidites*), de **gymnospermes** (*Lunatisporites*, *Striatopodocarpites*), de **cycadophytes** (*Cycadopites*), de plantes non classées (*Aratrisporites*, *Brevitriletes*, *Inaperturopollenites*, *Kraeuselisporites*, *Fimbriaesporites*, *Leiosphaeridia*, *Michrystridium*, *Peltacystia*, *Platysaccus*, *Punctatisporites*, *Schizosporis*, *Simeonospora*, *Tetraporina*) et d'acritarches (*Leiosphaeridia*, *Protohaploxypinus*, *Veryhachium*). BESAIRIE et COLLIGNON (1972 : 304) donnent aussi une liste de pollénites du bassin de Morondava, mais les datations et les attributions taxonomiques manquent.

• Au **Mésozoïque**, c'est une **flore à fougères**, peut être même la plus importante de ce type de tout l'Hémisphère sud, que l'on rencontre à Ankazoabo-Sud (Sud-Ouest de Madagascar) au **Jurassique supérieur** (APPERT 1973) : une grande variété prêles et de fougères, certaines relativement primitives comme les marattiales (marattiacées), les osmondales (guairéacées) et les gleichéniales (gleichéniacées et diptéridacées-matoniacées), et le groupe des schizæales (schizæacées) et des polypodiales (polypodiacées, dicksoniacées). Aujourd'hui, les gleichéniales et les schizæacées ne sont plus présentes à Madagascar, les diptéridacées et les matoniacées vivent en Asie du Sud-Est, mais certaines espèces actuelles sont peu différentes des espèces fossiles de Madagascar (*e.g*. chez les gleichéniacées, *Dicranopteris linearis* est très semblable aux fossiles malgaches de 150 Ma).
À côté des fougères, on trouve aussi des **équisétales** et des **conifères**, comme des **araucarias** (*Dadoxylon*, 150 Ma), groupe qui ne se retrouve aujourd'hui qu'en Amérique du Sud et en Australie ; au Jurassique supérieur, les cycadophytes sont absents (VAKHRAMEEV, 1991 : 82). Ces taxons sont à l'étude (APPERT 2003).

Au **Crétacé inférieur** (130 Ma), la flore est riche, mais non publiée. Les **benettitales**, qui n'étaient pas connues à Madagascar, sont présentes, avec quelques **angiospermes** primitives. Au **Crétacé supérieur**, les fougères cèdent devant les angiospermes dont l'expansion est rapide : leurs feuilles fossilisées, d'aspect déjà moderne, sont très reconnaissables.

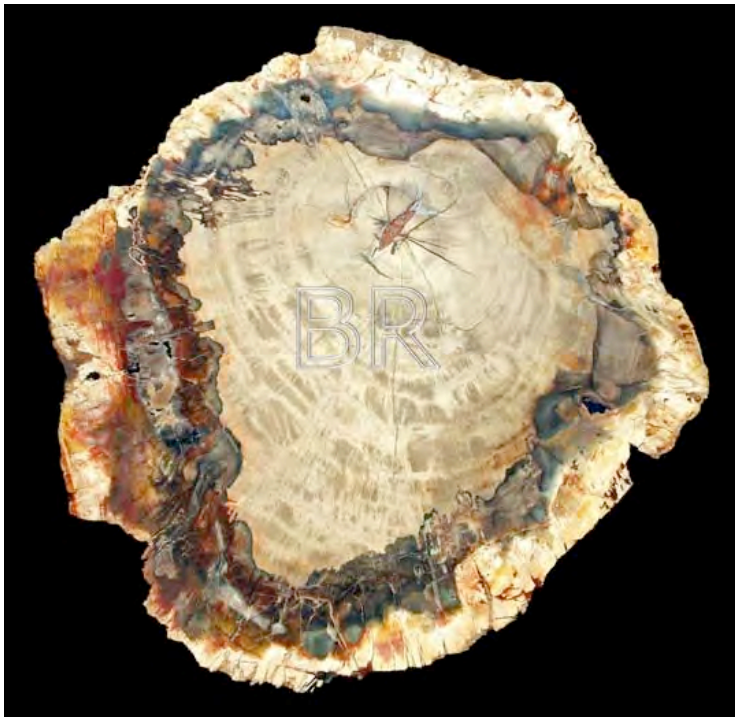
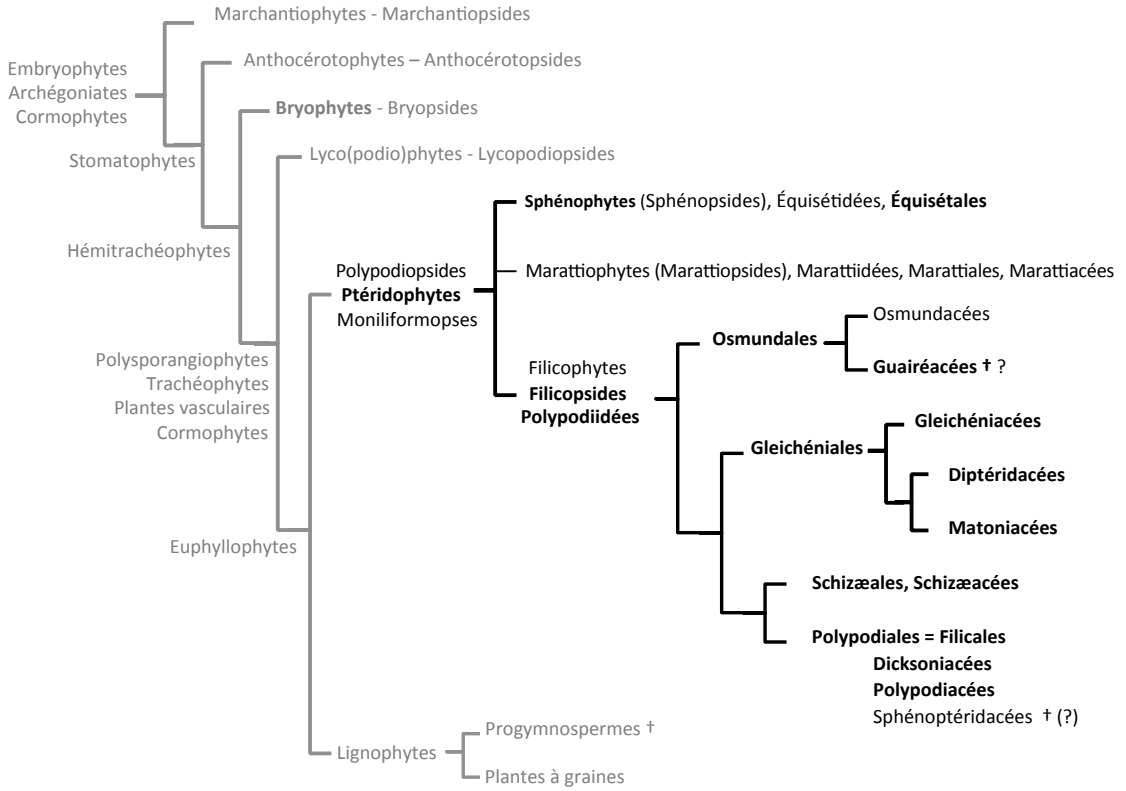
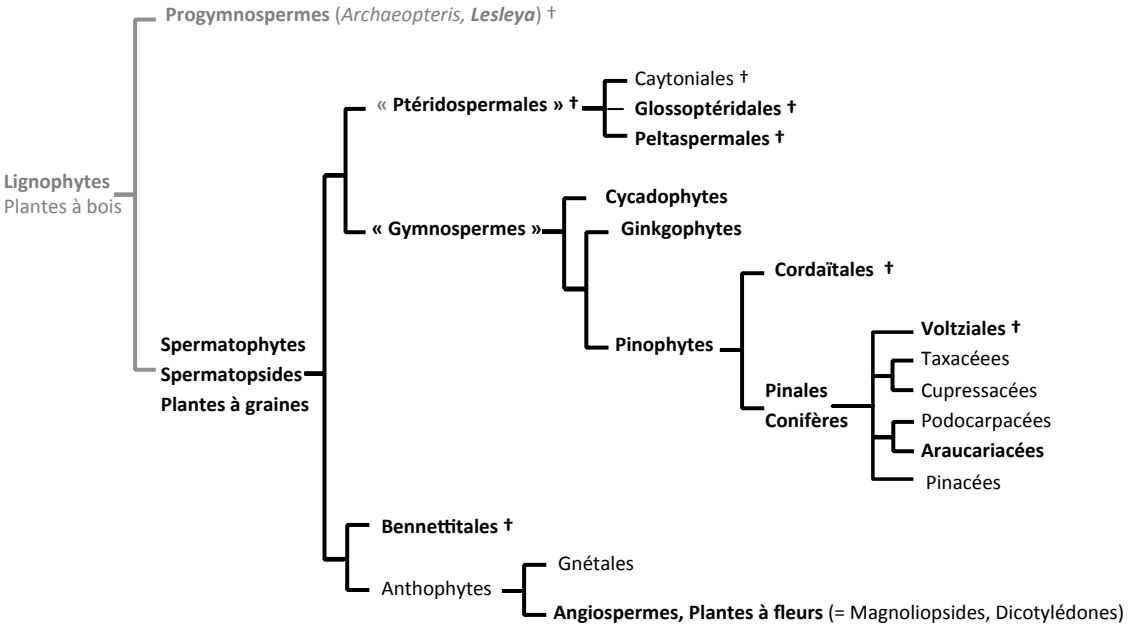


Figure 3.25 Tronc silicifié (*Dadoxylon*), Jurassique de Madagascar. Cliché Bernard RIOU
http://www.musee-fossiles.com/uploads/images/Fossiles%20du%20Secondaire/bois-madagascar.jpg



Classification phylogénétique des Ptéridophytes (Prêles et Fougères)
adapté d'après http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosevol/imgArt/images/Chap2/dubuis/Fig4.jpg ,
http://tolweb.org/Polypodiopsida/20615 et http://tolweb.org/Polypodiidae/21666



Classification phylogénétique des Spermatophytes (Plantes à graines)
Les Ptéridospermales et les Gymnospermes sont des groupes paraphylétiques.
modifié, d'après http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosevol/imgArt/images/Chap2/dubuis/Fig4.jpg,
http://tolweb.org/Spermatopsida/20622 et http://tolweb.org/Conifers/20634

Figure 3.26 Classification phylogénétique simplifiée des plantes.
Les taxons mentionnés dans le texte sont en caractères gras.

- Importance relative des plantes selon les périodes géologiques

La figure 3.27 montre la répartition des plantes au cours des temps géologiques. Les périodes pednant lesquelles on connaît des plantes fossiles sont le Permien, le Trias et le Jurassique, pour parties égales. Très peu de taxons sont connus au Crétacé (une spore de lycophyte, *Lycopsida getulina*), aucun au Cénozoïque.

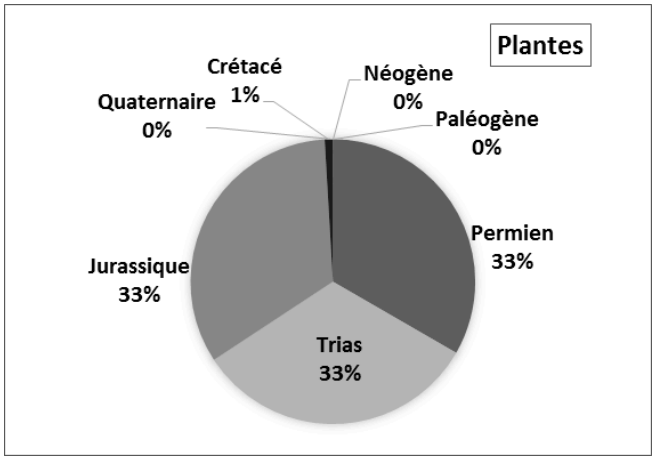


Figure 3.27 Distribution relative des plantes dans les périodes géologiques, à Madagascar. Voir Annexe 4.2 pour les données brutes.

La figure 3.28 montre l'évolution numérique des espèces de plantes par rapport à celle de l'ensemble des espèces fossiles identifiées à Madagascar. Les taxons les plus anciens sont bien mieux connus que les plus récents !

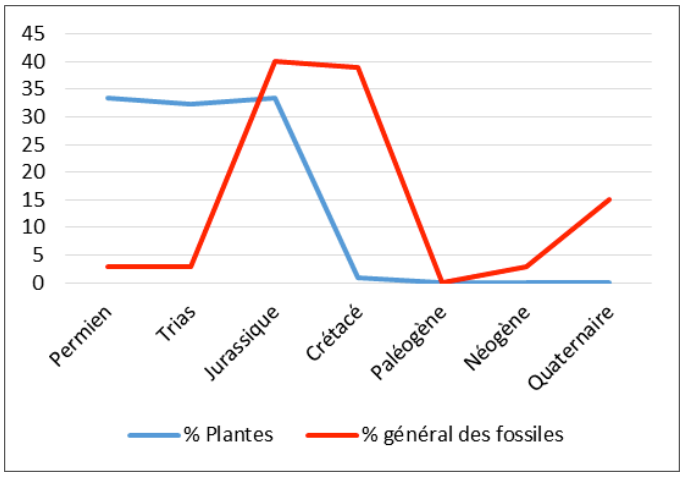


Figure 3.28 Répartition temporelle comparée des plantes et de l'ensemble des espèces fossiles identifiées à Madagascar (%). En bleu : plantes (104 espèces) ; en rouge : total des fossiles (3470 espèces). Voir Annexe 4.2 pour les données brutes.

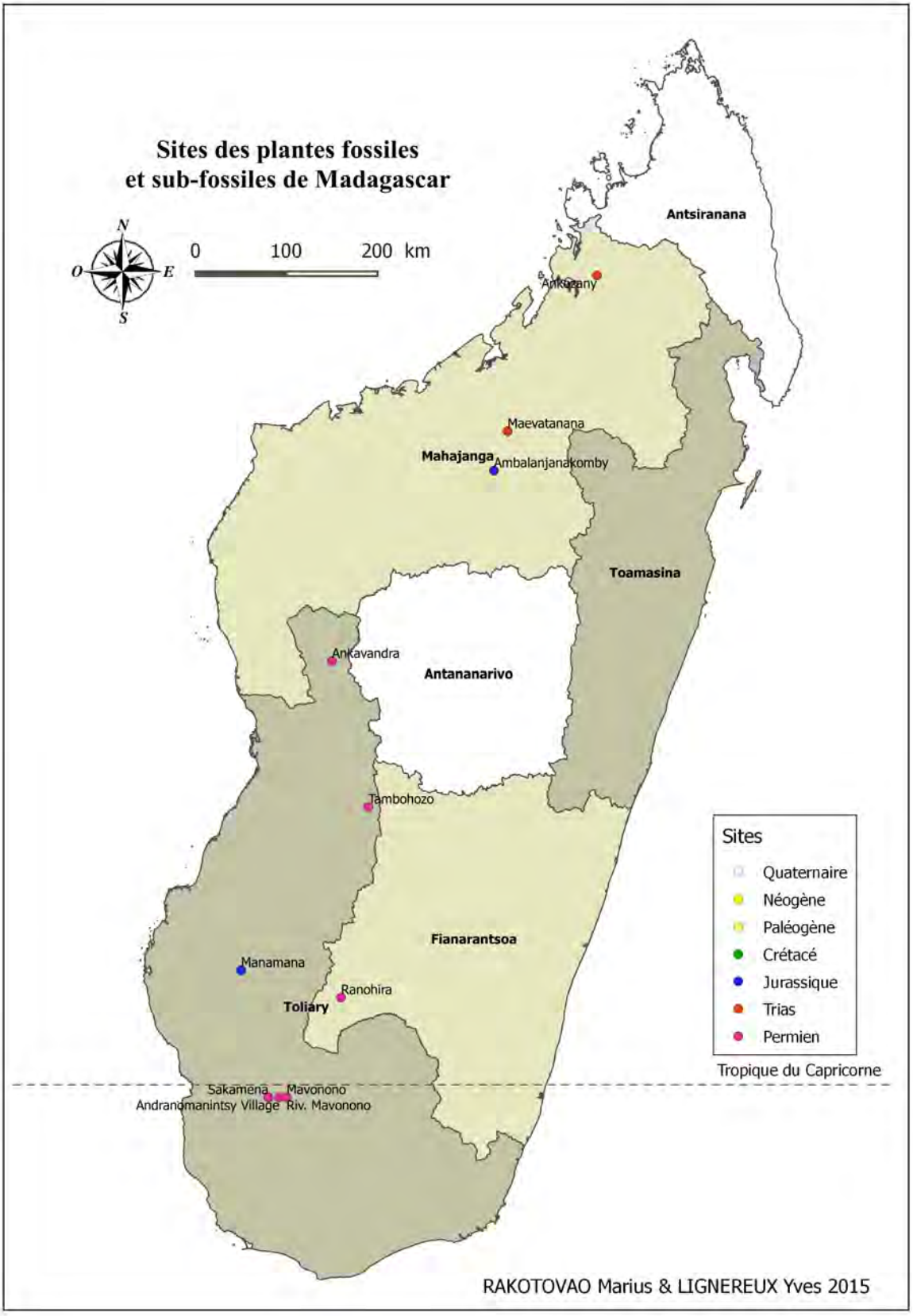


Figure 3.29 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des plantes.
Pour plus de détails, voir Annexes 2 et 4.2.
Nota : le site d'Ankazoabo-Sud se superpose à celui de Manamana.

- Distribution géographique, milieux et climats, sites

La figure 3.30 montre la distribution géographique des plantes fossiles sur l'Île.

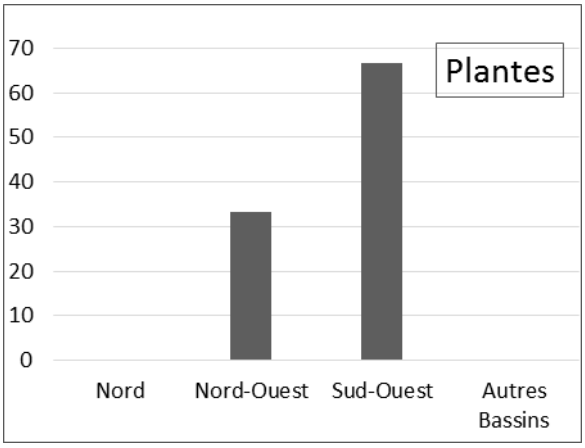


Figure 3.30 Distribution des plantes fossiles dans les bassins sédimentaires de Madagascar. Voir Annexe 4.2 pour les données brutes.

Les prospections de BESAIRIE en 1928 ont permis la récolte de plantes fossiles d'Ankavandra à Mavonono. Les fossiles du Trias sont concentrés dans le bassin de Mahajanga et ceux du Permo-Trias et du Jurassique dans le Bassin de Morondava. Les taxons fossiles se trouvent dans les formations continentales du Karroo. Au Permo-Trias, une grande partie du bassin de Diégo était sous l'eau : on n'y a pas découvert de plantes terrestres.
Les bois fossilisés sont dans les séries de l'Isalo le long du Bassin nord-ouest et dans les formations de la Sakoa et de la Sakamena dans le bassin de Morondava.
Au Nord de ce bassin, des bois fossilisés se rencontrent dans les formations Isalo de la région Melaky, entre Bemaraha et le socle. Au Sud du bassin de Morondava, les formations houillères et de la Sakoa et les grès schisteux de la Sakamena renferment aussi des plantes. Certaines plantes gondwaniennes se retrouvent sur d'autres continents (*e.g.* GOSWAMI *et al.* 2010). Au Jurassique supérieur (Oxfordien), l'abondance des prêles et des fougères indique un climat humide, sous influence océanique, mais sans que l'on assiste à la formation de houilles (VAKHRAMEEV, 1991 : 83).

Les sites à plantes fossiles de Madagascar sont figurés sur la figure 3.29 (carte).

- Critique des données : interprétation de la représentation des groupes

La plupart des données sur les plantes fossiles résultent des prospections minières (recherche du charbon). Concernant la Sakoa et la Sakamena, les premières observations remontent aux explorations de l'île avant et pendant la colonisation, en particulier par le Service des Pétroles de Madagascar (SPM), puis par l'ORSTOM. Les sites à plantes fossiles (charbon, pétrole, bois silicifiés) sont relativement peu nombreux, mais si caractéristiques qu'ils ont, pour ainsi dire, stérilisé les recherches. Le faible nombre de découvertes au Crétacé s'explique mal, mais l'absence de données pour le Cénozoïque est à rapporter au déficit général constaté à cette période.

3.2.3.- Éponges (spongiaires, porifères)

Les éponges, ou spongiaires, ou porifères, forment un ensemble paraphylétique à la base des métazoaires, les « parazoaires », connu depuis le Cambrien. Ce sont des animaux fixés (sessiles) vivant au fond de l'eau. Trois groupes le composent : les éponges calcaires (calcarea), les éponges siliceuses (hexactinellides) et les éponges fibreuses (démosponges). les calcarea, les plus basales, vivent dans les eaux peu profondes ; les hexactinellides vivent dans les grands fonds ; les démosponges, qui représentent 95 % d'un total d'environ 3000 espèces actuelles, vivent dans tous les milieux aquatiques, y compris en eaux douces.

Aucun fossile de spongiaire n'est connu à Madagascar. Les études concernant ce groupe entrent dans le cadre de celles, plus générales, consacrées aux milieux récifaux et à leur protection : les espèces concernées sont actuelles.

3.2.4.- Cnidaires (anthozoaires)

Les cnidaires sont caractérisés par la possession de cellules urticantes, les cnidocytes. Dotés aussi de cellules nerveuses et musculaires, ils sont à la base des eumétazoaires. Ce phylum d'animaux aquatiques, marins à 99%, formait jadis, avec les cténaires, l'embranchement des cœlentérés, un groupe paraphylétique.
Certains sont fixes (formes polype : anthozoaires) et peuvent se multiplier par bourgeonnement, d'autres sont mobiles (formes méduse : médusozoaires) et se reproduisent surtout par voie sexuée. Chez les médusozoaires, certains présentent successivement dans leur cycle de vie la phase polype et la phase méduse (hydrozoaires), d'autres ne possèdent plus guère que la forme méduse (scyphozoaires, cubozoaires).

D'une manière générale, les formes libres ont pu laisser leurs empreintes fossilisées dès le Cambrien et peut-être le Précambrien (faune d'Édiacara) ; les formes fixes, qui possèdent souvent un squelette calcaire (anthozoaires : coraux, madréporaires) ont laissé leurs fossiles dès le Cambrien.

Ce sont des animaux planctoniques ou benthiques en eaux peu profondes où ils construisent des récifs, parfois sur de très vastes étendues et aussi de très grandes épaisseurs à la faveur des transgressions marines. Ils ne se développent que sous des températures moyennes à élevées et signent donc des environnements peu profonds et au climat subtropical : ce sont de très bons indicateurs du niveau marin et des paléoclimats. De plus, il leur faut beaucoup de lumière et d'oxygène et une eau très peu acide : ce sont donc aussi des indicateurs de pollutions (turbidité, eutrophisation, acidification)…

Les anthozoaires (coraux) du Paléozoïque appartenaient à deux grands groupes, les tabulés (les principaux constructeurs de récifs de cette ère) et les rugueux (tétracoralliaires [Ordovicien-Permien] et hétérocoralliaires [Dévonien-Carbonifère]). L’extinction de ces deux groupes majeurs est due à la crise du Permo-Trias. Aujourd'hui, les anthozoaires sont représentés par les hexacoralliaires (dont les scléractiniaires ; fig. 3.31) et les octocoralliaires (alcyones et gorgones). Leur squelette étant peu minéralisé, ces derniers n’ont pas de registre fossile ou presque.

À Madagascar, les fossiles d'anthozoaires sont connus dès le Jurassique, après l'ouverture du Canal de Mozambique. Près de 200 espèces ont été décrites, qui représentent environ 6 % des fossiles malgaches. La plupart de ces fossiles sont conservés à Dijon (collections COLLIGNON

et HOURCQ, au Laboratoire Biogéosciences de l'Université de Bourgogne) et ont été décrits essentiellement par ALLOITEAU dans les années 1930 à 1960. Depuis, d'autres auteurs se sont intéressés à ce groupe : nous pouvons citer, parmi les plus récents, STANLEY et FAUTIN (2001).

La classification, non définitive, des anthozoaires est empruntée au World Register of Marine Species (www.marinespecies.org/) : Anthozoa incertae sedis, Hexacorallia avec les Zoantharia, Octocorallia.
Les espèces sont inventoriées dans plusieurs bases : WoRMS et Global Biodiversity Information Facility (www.gbif.fr/) qui contient 1 454 695 espèces (actuelles et fossiles) au jour de la consultation (27 octobre 2014), Fossilworks, gateway to paleobiology database (www.fossilworks.org/), Trans'Typhipal du Laboratoire Biogéosciences de l'université de Bourgogne (www.transtyphipal/) et Colhelper, du Muséum National d'Histoire Naturelle (www.mnhn.fr/).

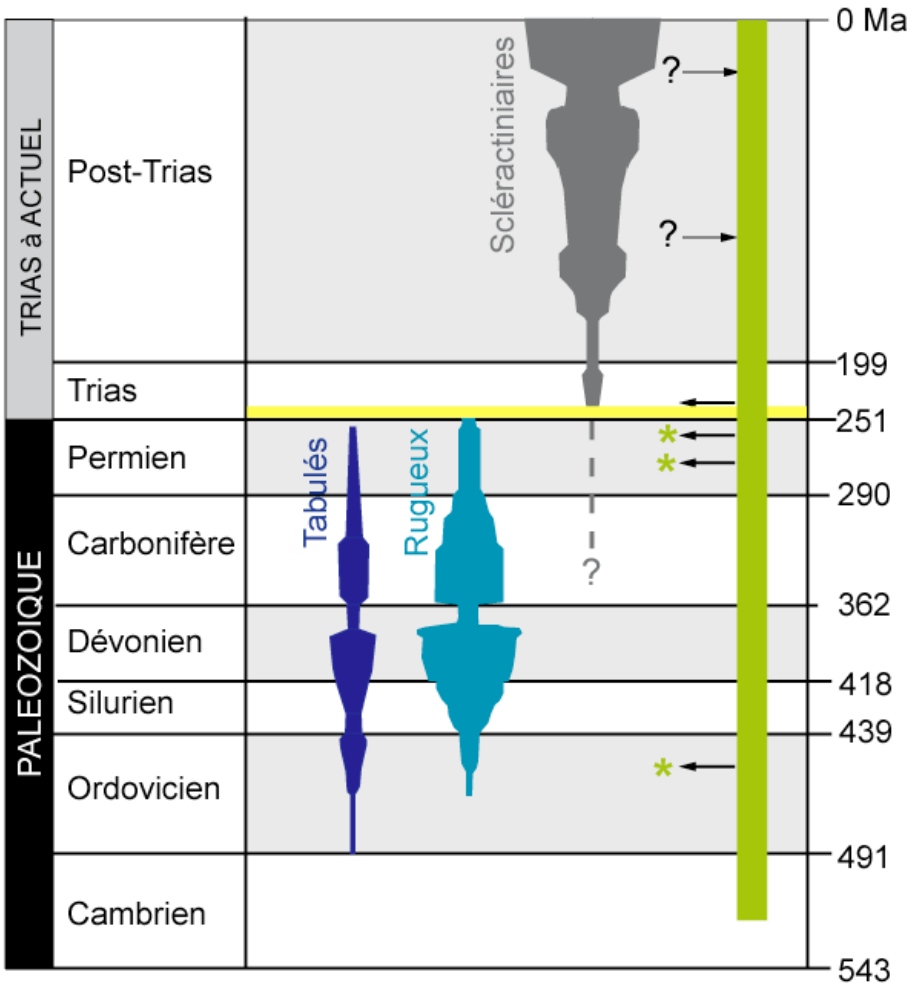


Figure 3.31 Coraux et apparentés au cours des temps géologiques. La barre verticale à droite indique l'extension temporelle supposée des espèces sans squelette calcifié non fossilisées. Il existe une lacune sans coraux fossiles connus à la base du Trias. Les astérisques indiquent les périodes d'apparition de scléractinomorphes calcifiés. Les flèches dirigées à gauche ou à droite symbolisent respectivement des périodes d'acquisition ou de perte d'un squelette calcifié, phénomène qui s'est produit plusieurs fois au cours des temps géologiques. Adapté de STANLEY & FAUTIN (2001).

- Inventaire taxonomique

La presque totalité des 183 espèces de cnidaires fossiles de Madagascar que nous avons pu répertorier appartient au sous-embranchement des anthozoaires, à la classe des hexacoralliaires et à l'ordre des scléractiniaires ou madréporaires. Un autre sous-embranchement, celui des scyphozoaires, est représenté, à Ankitokazo dans le Nord de Madagascar, par le genre *Conularia*.
Les 31 familles représentées ont été découvertes dans les strates :
- du Permien (conulariidés),
- du Jurassique (actinastræidés, amphiastræidés, andémantastræidés, isastréidés, ellipsosmiliidés, cyathophoridés, cyclolitidés, pamirosériidés, smilotrochiidés et thamnastéridés),
- du Jurassique et du Crétacé (dendrogyriidés, dendrophylliidés, isastréidés, latoméandridés, microsolénidés, montlivaltiidés, stylinidés et caryophylliidés),
- du Crétacé (actinacididés, actinastræidés, calamophyllidés, fungiidés, guyniidés, haplaræidés, micrabaciidés et turbinoliidés),
- du Paléogène (rhipidogyridés),
- du Crétacé et du Néogène (oculinidés) – avec une lignée fantôme au Paléogène,
- du Jurassique au Quaternaire (acroporidés et faviidés) et
- du Crétacé au Quaternaire (pocilloporidés et poritidés).

- Importance relative des cnidaires selon les périodes géologiques

La figure 3.32 montre la distribution temporelle des cnidaires à Madagascar.
Les cnidaires sont absents de Madagascar au Permo-Trias. C'est au Mésozoïque que l'on retrouve le plus grand nombre d'espèces inventoriées, alors que le Cénozoïque n'en rassemble que 15%. La durée des périodes considérées (135 Ma pour le Jurassique et le Crétacé, 65 Ma pour le Cénozoïque) rend compte en partie de ces résultats, mais d'autres facteurs interviennent, comme le biais temporel dans les recherches paléontologiques déjà évoqué plus haut, et les changements abiotiques (paléoclimats/paléoenvironnements) intervenus dans l'histoire géologique de l'Île et de ses zones littorales.

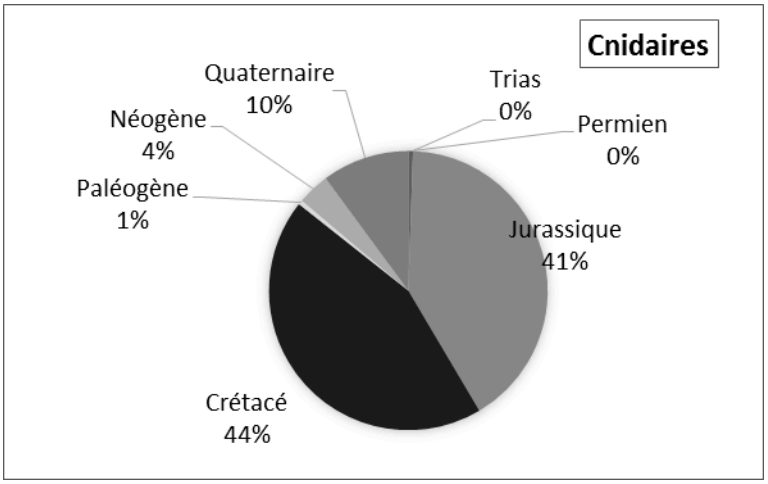


Figure 3.32 Distribution relative des cnidaires dans les périodes géologiques, à Madagascar. Voir Annexe 4.3 pour les données brutes.

Au Jurassique, la plupart des fossiles proviennent du bassin Sud-Ouest ; au Crétacé, leur présence s'étend au Nord-Ouest et au Nord, mais c'est toujours dans le Sud-Ouest qu'ils sont les plus nombreux. Ce résultat est paradoxal, car c'est le Nord et le Nord-Ouest qui ont été les premiers baignés par le canal de Mozambique.
Au Paléogène et au Néogène, les fossiles sont rares, leur nombre augmente au Quaternaire, où l'on constate, aujourd'hui, le grand développement des récifs coralliens.

La figure 3.33 montre l'évolution du nombre des espèces de cnidaires par rapport à celui des autres espèces fossiles identifiées à Madagascar. Les courbes sont parallèles ; on constate un déficit général au Tertiaire.

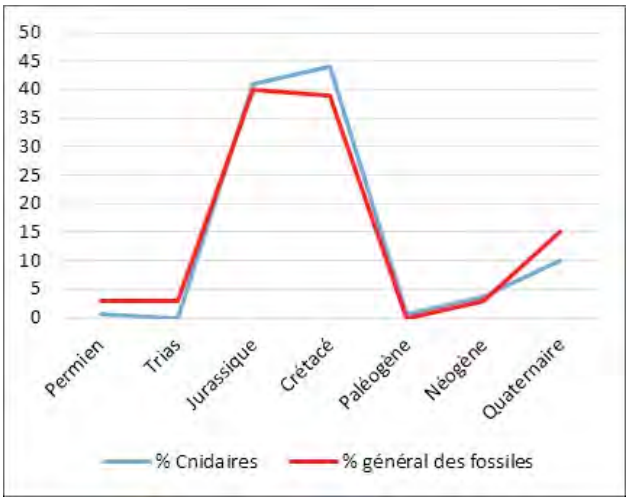


Figure 3.33 Répartition temporelle comparée des cnidaires et de l'ensemble des espèces fossiles identifiées à Madagascar (%). En bleu : cnidaires (188 espèces) ; en rouge : total des fossiles (3470 espèces). Voir Annexe 4.3 pour les données brutes

- Distribution géographique, milieux et climats, sites

La figure 3.34 montre l'abondance des cnidaires fossiles dans les différents bassins sédimentaires de Madagascar : le bassin Sud-Ouest est le plus fourni, c'est aussi celui qui a les côtes et les extensions sédimentaires les plus étendues.

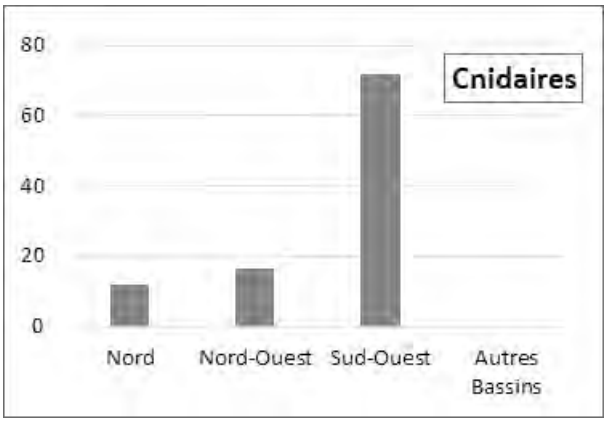


Figure 3.34 Distribution des cnidaires fossiles dans les bassins sédimentaires de Madagascar. Voir Annexe 4.3 pour les données brutes.

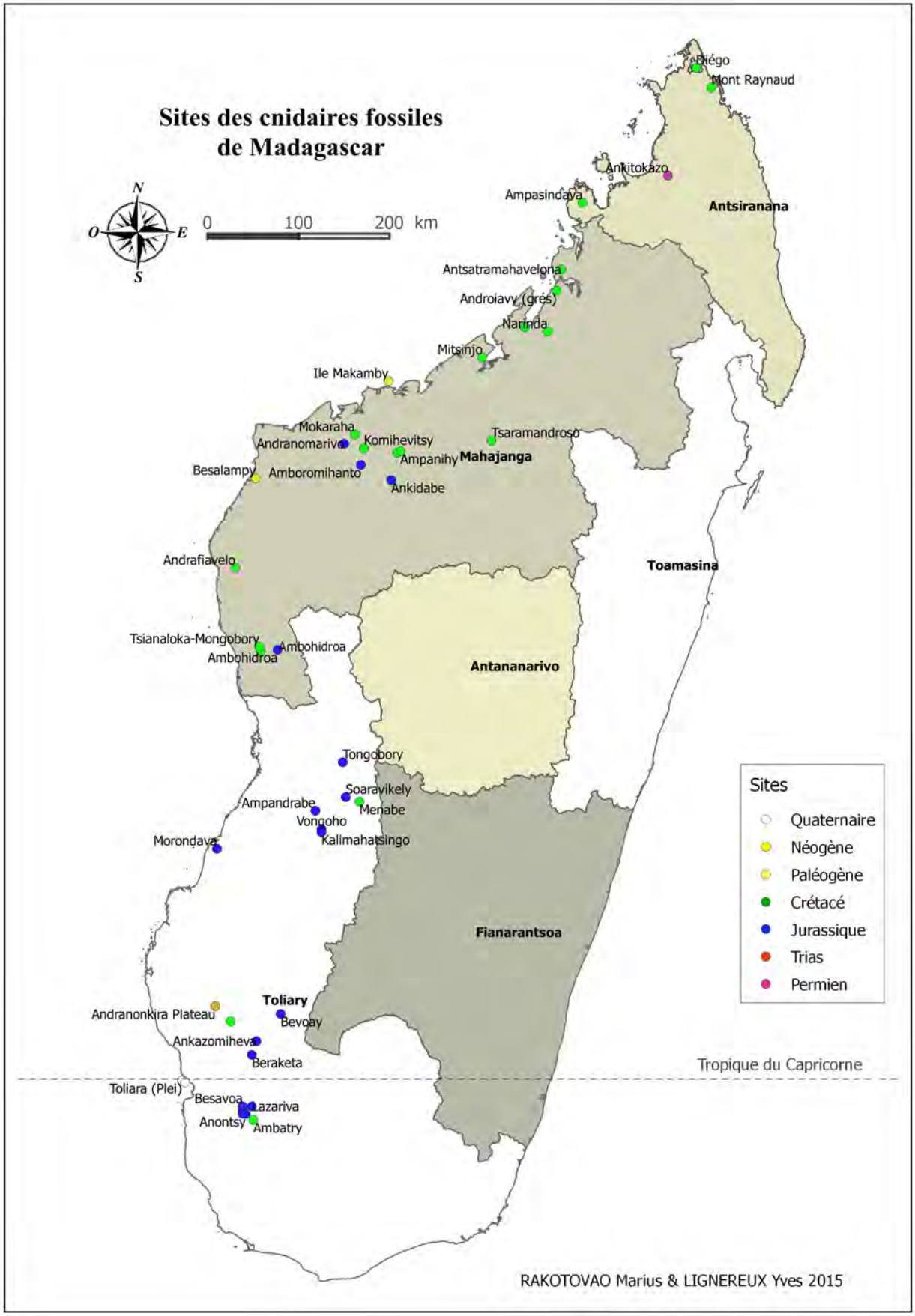


Figure 3.35 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des coralliaires.
Pour plus de détails, voir Annexes 2 et 4.3.

Les cnidaires sont présents au Permo-Trias dans les dépôts de la Sakamena du Nord (Ankitokazo) : Madagascar était encore continentale mais son extrémité septentrionale, baignait dans l'océan Paléotéthys dont les courants chauds lui apportaient des espèces marines thermophiles (cf. 1.2.3.1.2.- Permien, p. 34). Les coraux sont déjà nombreux au Jurassique : cela signifie un climat favorable à leur développement tandis que Madagascar s'écarte du continent africain et se déplace vers le Nord. Au Crétacé, les coraux atteignent leur apogée et sont présents dans tous les bassins : Madagascar est définitivement une île au climat tempéré plutôt chaud.

La figure 3.35 (carte) montre les sites à fossiles coralliaires de Madagascar.

Les sites à coralliaires sont au nombre de 44, étagés du Nord au Sud de l'Île. Les plus importants, pour ce taxon, sont, dans le Nord, Mont Raynaud, Diégo (ALLOITEAU, 1958) et Ankitokazo (site remarquable en raison de son âge Permo-Trias : VAILLANT-COUTURIER & TREAT, 1933). Dans le Nord-Ouest, les sites les plus anciens sont du Jurassique (Amboromihanto) et du Crétacé (Ambarimaninga, Mitsinjo) et les plus récents du Miocène (Makamby, Besalampy). Au Sud-Ouest, les sites majeurs du Jurassique sont Bésavoa, Bérakéta, Tongobory, ceux du Crétacé Ambatry, Andrafiavelo, Ménabé, et les rares sites cénozoïques sont Andranonkira (Paléocène) et Tuléar (Quaternaire).

- Critique des données
Deux périodes sont mal documentées : le Trias sensu stricto et le Tertiaire.
Les recherches ont été plus nombreuses pour les périodes mésozoïque et quaternaire, et moins abondantes pour le Tertiaire : cette déficience de travaux concernant le Tertiaire est commune à tous les taxons.
Les travaux sur les coraux quaternaires sont à mettre à l'actif de l'orientation actuelle des recherches dans une perspective de conservation.



Figure 3.36 Plateau récifal de Sarodrano (Sud-Ouest de Madagascar)
http://4.bp.blogspot.com/-7keBua6Nbl0/Uwt3vRoFIcI/AAAAAAAAAW0/CxOalmfVRZ0/s1600/MAD_Sarodrano_JMLebigre_1989_21.jpg

Le groupe-frère des **cnidaires** est celui des animaux à symétrie bilatérale ou **bilatériens**.
Ceux-ci se divisent en deux grands groupes, les protostomiens et les deutérostomiens (échinodermes et chordés).

Les **protostomiens** ou hyponeuriens comprennent les lophotrochozoaires et les cuticulates. Dans ces deux phylums, les organismes possédant un squelette (externe) ont des modes de croissance différents : les lophotrochozoaires s'accroissent par leur périphérie (coquille des mollusques et des brachiopodes), les cuticulates par des mues (cuticule des arthropodes ou articulés).

Les **lophotrochozoaires** possèdent pour certains, les lophophoriens **(lophophorates, tentaculates)**, un panache de tentacules (λόφος, aigrette) et pour d'autres, les trochozoaires, des larves tournantes (de τρόχος, roue) et un développement embryonnaire de type spiral (spiraliens). Ce clade très diversifié, apparaît donc quelque peu artificiel. Nous considèrerons les ectoproctes, les brachiopodes, puis les annélides et les mollusques.

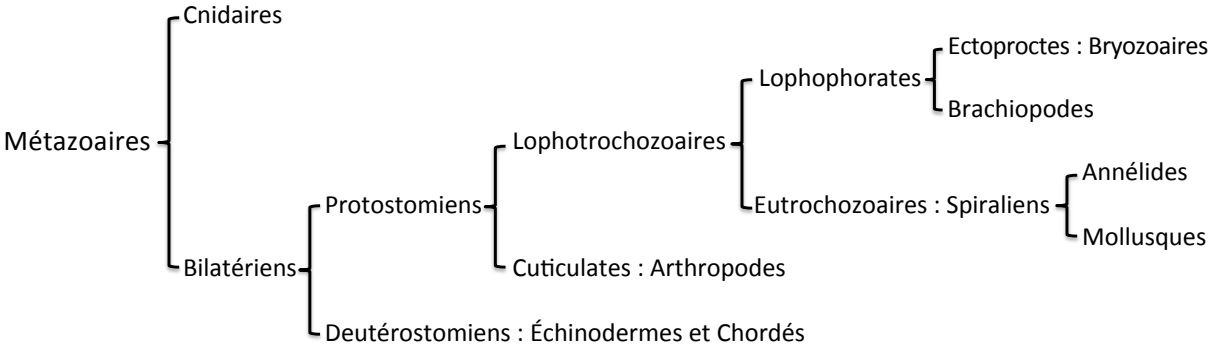


Figure 3.37 Classification phylogénétique simplifiée des métazoaires
(taxons présents dans le registre fossile de Madagascar).

3.2.5.- Ectoproctes ou bryozoaires (Bryozoa)

Les bryozoaires sont des lophophoriens (lophophorates ou tentaculates) : ils constituent le groupe-frère des phoronozoaires (phoronidiens et brachiopodes).

Ils possèdent une couronne de tentacules (lophophore) centrée sur la bouche, l'anus étant à l'extérieur (ectoproctes). Ce sont des animaux (zoïdes) de taille millimétrique, qui se reproduisent par bourgeonnement et dont les colonies forment des amas fixés, de quelques centimètres de diamètre, ressemblant à des mousses (d'où le nom de bryozoaires). Ils possèdent un squelette chitineux ou gélatineux, parfois calcifié et donc susceptible de se fossiliser. Ils vivent dans les eaux plus ou moins profondes, salées ou douces, sur tous les substrats possibles (rocheux, détritiques… ou même animaux). La première mention de ce groupe à Madagascar est de COLLIGNON & COTTREAU (1927) sur l'île Makamby ; BROOD (1976) s'est attaché à sa description exhaustive sur les sites de Baonamary.

Le groupe (embranchement) comprend 4 classes et 9 ordres (selon une conception linnéenne de la classification).
Selon WoRMS :

Bryozoa incertae sedis (*Tubipora* sp.)
Gymnolaemata (gymnolémés)
  Cheilostomata/ Cheilostomatida
  Ctenostomatida
Phylactolaemata (phylactolémés)
  Phylactolaemata incertae sedis
  Plumatellida
Stenolaemata (sténolémés)
  † Cryptostomida
  Cyclostomata / Cyclostomatida (cyclostomes)
  † Cystoporida
  † Fenestrida
  † Trepostomatida

Tableau 3.8 Classification simplifiée des bryozoaires (ectoproctes) (marinespecies.org).

Connus depuis l'Ordovicien inférieur de la Baltique, ils se sont répandus dans l'ensemble des océans. Selon nos recherches, on ne les connaît à Madagascar que depuis le Jurassique.

- Inventaire taxonomique

L'ordre des Cyclostomata est le seul représenté à Madagascar selon BROOD (1976), qui en cite 14 taxons regroupés dans 11 genres (Annexe 4.4).

Cyclostomata
Articulina
Cancellata (canaliporidés et crisinidés)
Cerioporina
Cyclostomatida incertae sedis
Fasciculina
† Paleotubuliporina
Rectangulata (lichénoporidés)
Tubuliporina (diatoporidés, filipsarsidés, pustuloporidés, terviidés, tubuliporidés)

Tableau 3.9 Cyclostomata (ectoproctes) ayant livré des fossiles à Madagascar (en gras) (marinespecies.org).

- Importance relative des bryozoaires selon les périodes (fig. 3.38)

Les 14 taxons inventoriés sont du Crétacé et du Paléogène. Les Cancellata et les Rectangulata ne sont présents qu'au Crétacé, les Tubuliporina s'étendent du Crétacé au Paléogène.

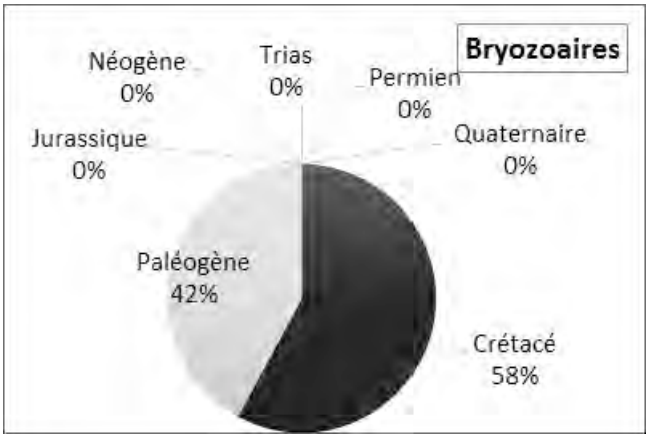


Figure 3.38 Distribution relative des bryozoaires dans les périodes géologiques, à Madagascar. Voir Annexe 4.4 pour les données brutes.

La figure 3.39 montre l'évolution numérique des espèces de bryozoaires par rapport aux autres espèces fossiles identifiées à Madagascar.

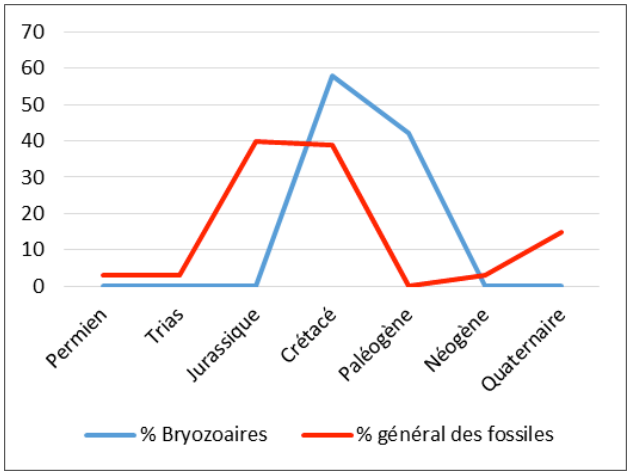


Figure 3.39 Répartition temporelle comparée des bryozoaires et de l'ensemble des espèces fossiles identifiées à Madagascar (%). En bleu : bryozoaires (14 espèces) ; en rouge : total des fossiles

(3470 espèces). Voir Annexe 4.4 pour les données brutes.

- Distribution géographique, milieux et climats, sites

Les bryozoaires ont été découverts et étudiés dans des sédiments fini-crétacés (Maastrichtien) et paléogènes de la région de Mahajanga.
Ces organismes ont vécu dans des eaux relativement peu profondes (jusqu'à 100-200 mètres), quelques genres ont été retrouvés aussi en Europe (*Lichenopora*, *Diatopora*, *Crisisina* et *Idmidronea*) ou aux Philippines (*Tubulipora*) (BROOD, 1996 ; gbif.org ; fossilworks.org), témoignant par là de probables similitudes climatiques ou plus généralement environnementales, à ces époques, entre ces localités.

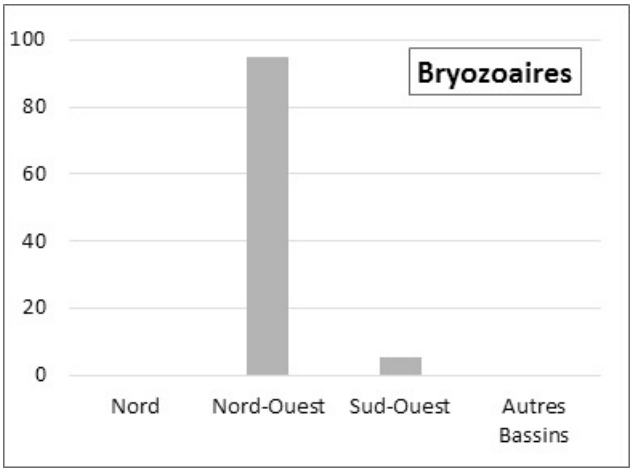


Figure 3.40 Distribution des bryozoaires dans les bassins sédimentaires de Madagascar. Voir Annexe 4.4 pour les données brutes.

Deux sites sont répertoriés : Baonamary (Crétacé et Paléogène) et l'île Makamby (Miocène inférieur). Ils dépendent du bassin de Mahajanga (cf. fig. 3.47).

La situation géographique des bryozoaires figure sur la fig. 3.47 (carte), avec celle des bryozoaires, brachiopodes et annélides.

- Critique des données

BROOD (1976) est le seul auteur, à notre connaissance, qui a étudié ce groupe en particulier (à Baonamary), après les mentions faites par COLLIGNON & COTTREAU (1927) à Makamby. Ces deux sites sont proches l'un de l'autre et les lacunes dans les données résultent non seulement de la proximité des sites fouillés, mais aussi de deux autres facteurs défavorables : la difficulté de fossilisation, et un certain manque d'intérêt des chercheurs pour ce groupe. Les fouilles de BROOD à Baonamary ont été conduites d'une manière très systématique, et les échantillons traités par les spécialistes concernés ; la diversité des taxons identifiés permet de penser que d'autres recherches seraient tout aussi fructueuses.

3.2.6.- Brachiopodes (Brachiopoda)

Les brachiopodes sont des animaux marins présentant deux valves, l'une dorsale et l'autre ventrale. La plupart sont fixés sur un support par un pédoncule.
Ils vivent depuis le Cambrien et ont connu une extinction massive au Permo-Trias. Leur présence à Madagascar est attestée dès le Permo-Trias, mais ils sont surtout abondants au Jurassique et au Crétacé. Aujourd'hui, ils se distribuent tout autour de l'île. C'est à l'Ouest qu'ils sont les plus variés, bénéficiant là des meilleures conditions pour leur développement (plateau continental, exposition, température).
Plus de 12 000 espèces appartenant à 5000 genres sont connues. À Madagascar, le registre fossile comprend près de soixante espèces réparties dans dix-sept genres.

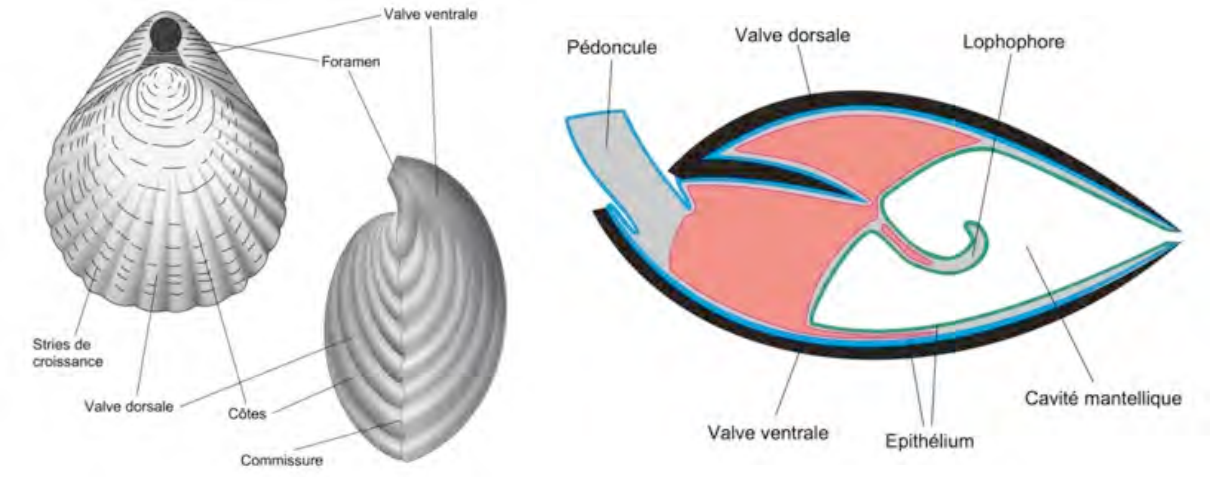


Figure 3.41 Morphologie et structure schématique d'un brachiopode. *Nota* : la coupe doit être retournée : au naturel, le pédoncule et la valve dorsale sont dirigés vers le bas. (http://www.ulb.ac.be/sciences/dste/sediment/Paleonto/fossiles/brachiopodes.html).

- **Phoronozoa ou Brachiozoa ou Brachiopoda s.l.**
  - Craniiformea
  - Linguliformea
    - Phoronida
  - **Rhynchonelliformea**
    - Chileata (†)
    -
      - Obolellata (†)
      - Kutorginata (†)
      - Articulata
        - **Strophomenata** (†)
        - **Rhynchonellata**
          - Atrypida (†)
          - Athyridida (†)
          - **Spiriferida** (†)
          - Spiriferinida ou Cyrtinidina (†)
          - Thecideida
          - **Terebratulida**
          -
            - Protorthida (†)
            -
              - Orthida (†)
              -
                - Pentamerida (†)
                - **Rhynchonellida**

Tableau 3.10 Classification phylogénétique des brachiopodes. En gras, les groupes documentés dans le registre fossile à Madagascar. (wikipedia.org/)

Une classification phylogénétique simplifiée des brachiopodes est donnée sur le tableau 3.10, selon http://fr.wikipedia.org/wiki/Brachiopoda_%28classification_phylog%C3%A9n%C3%A9tique%29, consulté le 10 novembre 2014 (en gras, les taxons fossiles connus à Madagascar) ; nous nous sommes aussi référé au site Brachiopoda World Database hébergé par WoRMS (http://www.marinespecies.org/brachiopoda/aphia.php?p=browser, consulté le 10/11/2104).

- Inventaire taxonomique

Les brachiopodes fossiles de Madagascar appartiennent aux groupes des Strophomenata et des Rhynchonellata (Spiriferida, Terebratulida et des Rhynchonellida).
Les Strophomenata ont existé du Cambrien au Lias (GRASSÉ & TÉTRY, 1963 : 979) ; on les rencontre dans les sédiments permiens (Karroo, Sakamena) du Nord de Madagascar (familles des productellidés et des échinoconchidés).
Le groupe des spirifers s'est éteint à la fin du Jurassique (GRASSÉ & TÉTRY, 1963 : 980 ; WILLIAMS *et al*., 2000) : il est présent à Madagascar au Jurassique moyen.
Les térébratules ne sont connues dans le registre fossile de Madagascar qu'au Jurassique et au Crétacé, avec cinq familles (eudésiidés/zeilléria, lissajousithyrididés, loboidothyrididés, postépithyrididés et térébratulidés). Les rhynchonelles sont présentes au Jurassique et au Crétacé, avec 4 familles (wellérellidés/tétrarhynchiidés, érymnariidés, cyclothyrididés et rhynchonellidés/friéléiidés).
Les térébratulidés et les rhynchonellidés y sont toujours représentés actuellement.

- Importance relative du groupe selon les périodes géologiques

Les inarticulés aux coquilles chitineuses n'ont pas laissé de fossiles. Les brachiopodes articulés sont présents à Madagascar dès le Permien (Wuchapingien : VAILLANT-COUTURIER TREAT, 1933), avec les strophomènes, un groupe ancien. Les rhynchonelles, les spirifers et les térébratules ont été préservés dans les sédiments mésozoïques plus récents.
Certaines familles ne sont connues qu'au Jurassique (spiriféridés, eudésiidés/zeilleriidés, lissajousithyrididés, loboidothyrididés, postépithyrididés, wellrellidés, érymnariidés, cyclothyrididés). Les térébratulidés et les rhynchonellidés, qui sont présentes aujourd'hui autour de l'Île, sont connues dans les sédiments du Crétacé, mais aucun fossile n'a pour l'instant été découvert dans des sédiments cénozoïques.

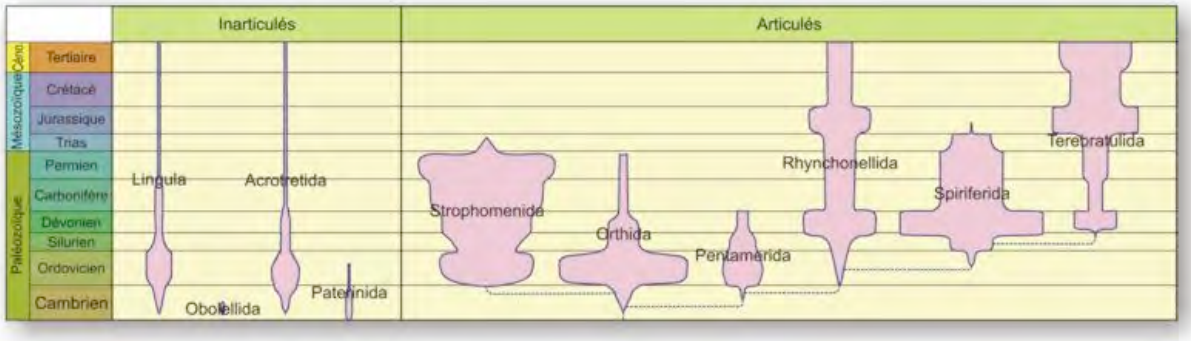


Figure 3.42 Périodes d'extension des groupes de brachiopodes.
(http://www.ulb.ac.be/sciences/dste/sediment/Paleonto/fossiles/brachiopodes_fichiers/strati-brach.jpg).

La figure 3.43 montre la distribution temporelle du groupe : presque tous datent du Mésozoïque (2/3 pour le Jurassique et 1/3 pour le Crétacé).

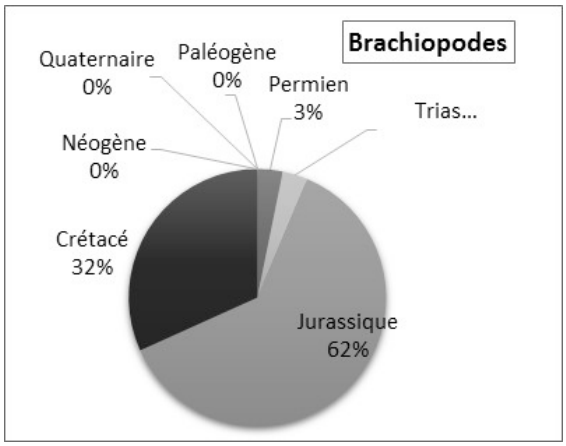


Figure 3.43 Distribution relative des brachiopodes dans les périodes géologiques, à Madagascar. Voir Annexe 4.4 pour les données brutes.

- Distribution géographique, milieux et climats, sites

Les brachiopodes fossiles ont été mis au jour dans le Nord à Ankitokazo (VAILLANT-COUTURIER TREAT, 1933), dans le Nord-Ouest, à Maromandia, Ambalarano, Antsakoamirainty, Bekoratsaka, Bemena, Ankaramanga (THÉVENIN, 1908 ; BASSE, 1931), et dans le Sud-Ouest : Mahabo, Maroandavina, Andranomavo, Ankirihitra, Ankidabe, Antorilava, Antsiareza, Ambatomanendry. Manarandrohy, Isovoky (BESAIRIE & COLLIGNON, 1972, MNHN ColHelper ; GBIF). Ils se retrouvent dans des dépôts côtiers constitués de calcaires coquilliers à mollusques. Ce sont des animaux benthiques, plutôt de plate-forme, vivant à des profondeurs faibles à moyennes, et dans des eaux plutôt froides (pour les espèces actuelles).

La figure 3.43 montre l'évolution du nombre des espèces de brachiopodes fossiles par rapport à celui de l'ensemble des fossiles identifiés à Madagascar.

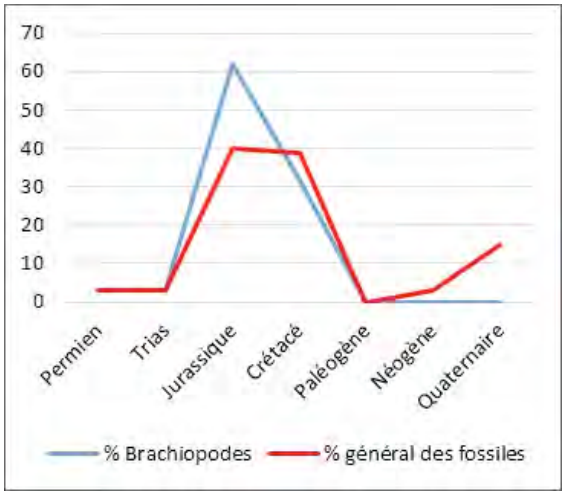


Figure 3.44 Répartition temporelle comparée des brachiopodes et de l'ensemble des espèces fossiles identifiées à Madagascar (%). En bleu : brachiopodes (61 espèces) ; en rouge : total des fossiles (3470 espèces). Voir Annexe 4.4 pour les données brutes.

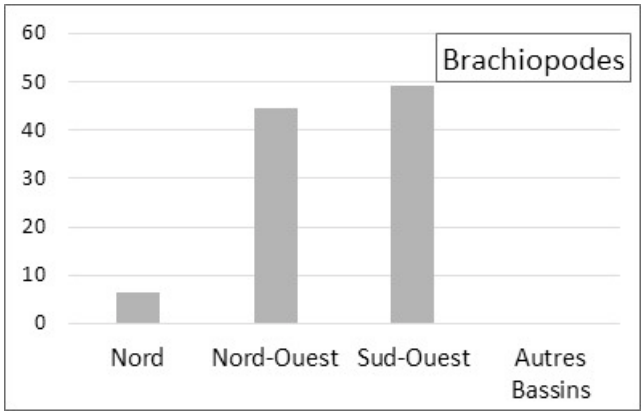


Figure 3.45 Distribution des brachiopodes dans les bassins sédimentaires de Madagascar. Voir Annexe 4.4 pour les données brutes.

Au Permo-Trias, seul le bassin de Diégo recèle des brachiopodes. Les dépôts jurassiques du bassin de Mahajanga sont très riches en sites à brachiopodes. Les localités les plus riches au Crétacé (en termes de diversité taxonomique) proviennent du bassin de Morondava. Si l'on excepte l'hypothèse d'un biais d'échantillonnage, tout se passe comme si les assemblages de brachiopodes s'étaient déplacés du Nord vers le Sud, ainsi que l'ouverture et l'élargissement du canal du Mozambique le leur ont probablement permis.

- Critique des données

Le Permo-Trias ne renferme que des Strophomenata, alors que les Rhynchonellata existaient aussi à la même période. De la même manière, l'absence de brachiopodes dans le registre fossile cénozoïque de l'Île implique une lacune dans la reconnaissance du groupe pour cette période.



Figure 3.46 Squelette de la lophophore d'un brachiopode du Jurassique moyen (Bathonien). *Nota* : ce spécimen n'est pas malgache.
http://www.musee-fossiles.com/uploads/images/Fossiles%20du%20Secondaire/brachiopode-bathonien-2.jpg

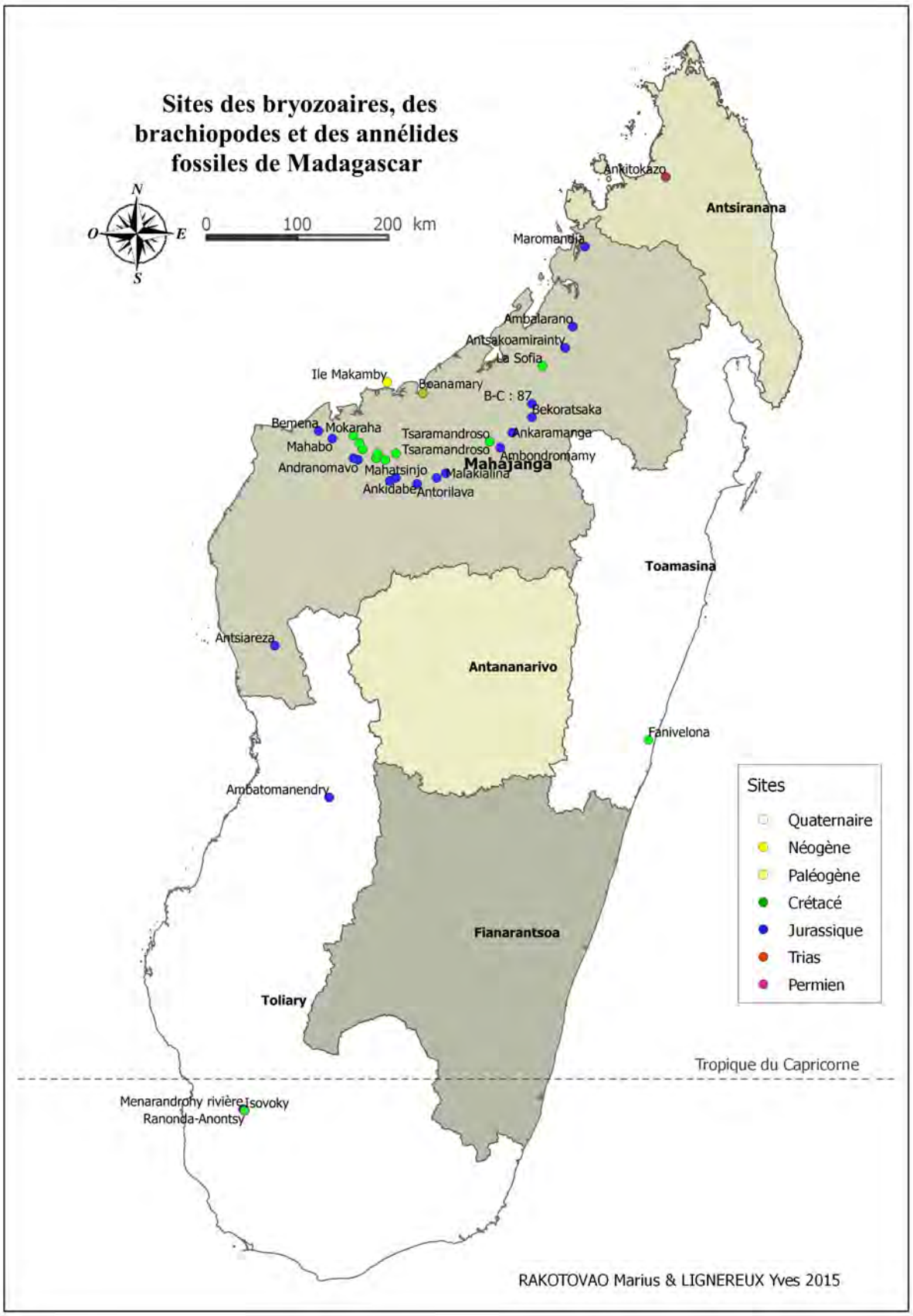


Figure 3.47 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des bryozoaires, des brachiopodes et des annélides. *Nota* : les noms de certains sites crétacés ne sont pas affichés à cet agrandissement ; pour plus de détails, voir Annexes 2 et 4.4.

3.2.7.- Annélides

Les eutrochozoaires spiraliens comprennent les entoproctes (kamptozoaires), les parenchymiens (plathelminthes et némertes) et les sipunculiens, qui n'ont laissé aucun fossile connu à Madagascar, les annélides, qui en ont laissé très peu, et les mollusques, avec de très nombreuses espèces (fig. 3.37, p. 117).

Les annélides ont un corps mou qui ne se prête pas à la fossilisation, sinon leur moulage ou leurs empreintes, mais certains polychètes, les serpules, sont sédentaires et s'abritent dans des tubes calcaires (et par là même fossilisables).

- Inventaire taxonomique

Les polychètes sédentaires fossiles de Madagascar sont tous des serpulidés du genre *Serpula*, du Jurassique et du Crétacé. Ils figurent en Annexe 4.4 (Bryozoa, Brachiopoda, Annelida).

- Importance relative des annélides selon les périodes

Parmi les six espèces de serpules fossiles malgaches attribuées au genre *Serpula*, cinq datent du Crétacé (Albien), sauf *S.* aff. *gordialis*, qui est du Jurassique (Callovien ; ALLOITEAU, 1958 ; BESAIRIE & COLLIGNON, 1972).

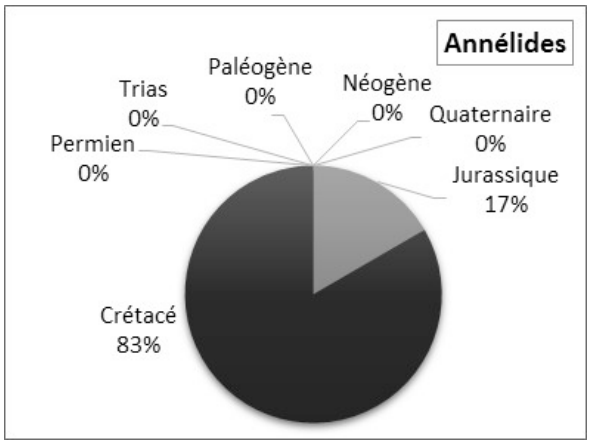


Figure 3.48 Distribution relative des annélides dans les périodes géologiques, à Madagascar. Voir Annexe 4.4 pour les données brutes.

Les annélides tubicoles, les seules à avoir laissé des fossiles, ne sont guère présentes qu'au Jurassique et au Crétacé, périodes connues pour avoir été à la fois plus favorables à la sédimentation carbonatée et mieux échantillonnées que les périodes contiguës pour leur registre fossile marin à Madagascar.

La figure 3.49 montre l'évolution de la diversité spécifique des annélides par rapport aux autres espèces fossiles identifiées à Madagascar.

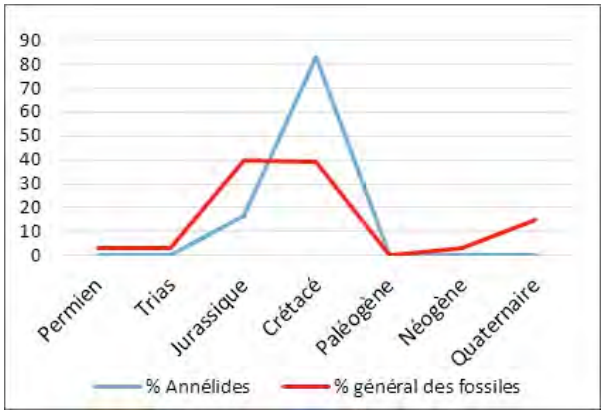


Figure 3.49 Répartition temporelle comparée des annélides et de l'ensemble des espèces fossiles identifiées à Madagascar (%). En bleu : annélides (6 espèces) ; en rouge : total des fossiles (3470 espèces). Voir Annexe 4.4 pour les données brutes.

- Distribution géographique, milieux et climats, sites

Ces animaux ont été retrouvés au Nord-Ouest de Madagascar dans de nombreux sites, jurassique (Ambalarano) et crétacés (Ambarimaninga, Mokaraha, la rivière Sofia, Tsaramandroso, Soromaraina, Andrafiamanjera et Komihevitsy ; cf. fig. 3.47) : cela signifie que les serpules étaient largement distribuées, malgré leur faible diversité générique.

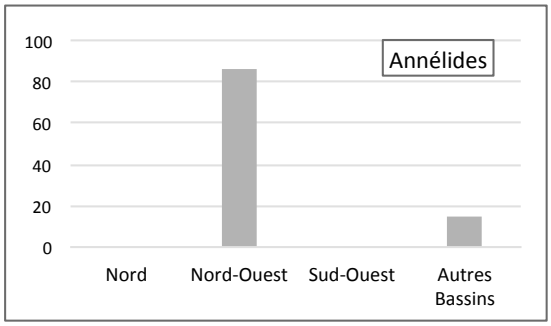


Figure 3.50 Distribution des annélides fossiles dans les bassins sédimentaires de Madagascar. Voir Annexe 4.4 pour les données brutes.

La figure 3.47 (carte des bryozoaires, brachiopodes et annélides) montre les sites ayant livré des fossiles d'annélides. La plupart se situent dans le bassin de Mahajanga, mais il s'en trouve aussi dans les autres bassins, à l'Est de l'Île.

- Critique des données

Les annélides sont des organismes très anciens, ils remontent probablement à l'Édiacarien (fin du Précambrien : Ediacara), mais ils sont toujours présents dans la nature actuelle. Les formes sédentaires à tube calcifié sont aussi anciennes dans le registre fossile à l'échelle globale, mais aucun fossile permo-triasique ou cénozoïque n'a été retrouvé (ou décrit) à Madagascar, par défaut de découverte et d'intérêt pour leur recherche systématique.

3.2.8.- Mollusques : bivalves, gastéropodes et céphalopodes

Les mollusques sont de fait (et étymologiquement) des animaux au corps mou. Ce sont des bilatériens, protostomiens, lophotrochozoaires, eutrochozoaires (larve trochophore), spiraliens (développement spiral), comme les annélides dont ils sont un groupe frère.
Ils se caractérisent par un pied locomoteur et un manteau. Celui-ci sécrète la coquille, laquelle est susceptible de se fossiliser (moulages ou *in toto*).
Les mollusques forment un ensemble très varié, comprenant plusieurs phylums (fig. 3.51), dont certains seulement ont laissé des fossiles à Madagascar. Ce sont les fossiles de loin les plus nombreux en termes de spécimens et de richesse spécifique : sur les 3470 espèces recensées tous groupes confondus, environ 2340 concernent les bivalves, les gastéropodes (connus dès le Permien dans le Bassin du Nord de Madagascar, la seule région alors au contact de la mer), et les céphalopodes. Ainsi, les mollusques représentent plus des 2/3 de la paléobiodiversité spécifique malgache connue (67,4%).

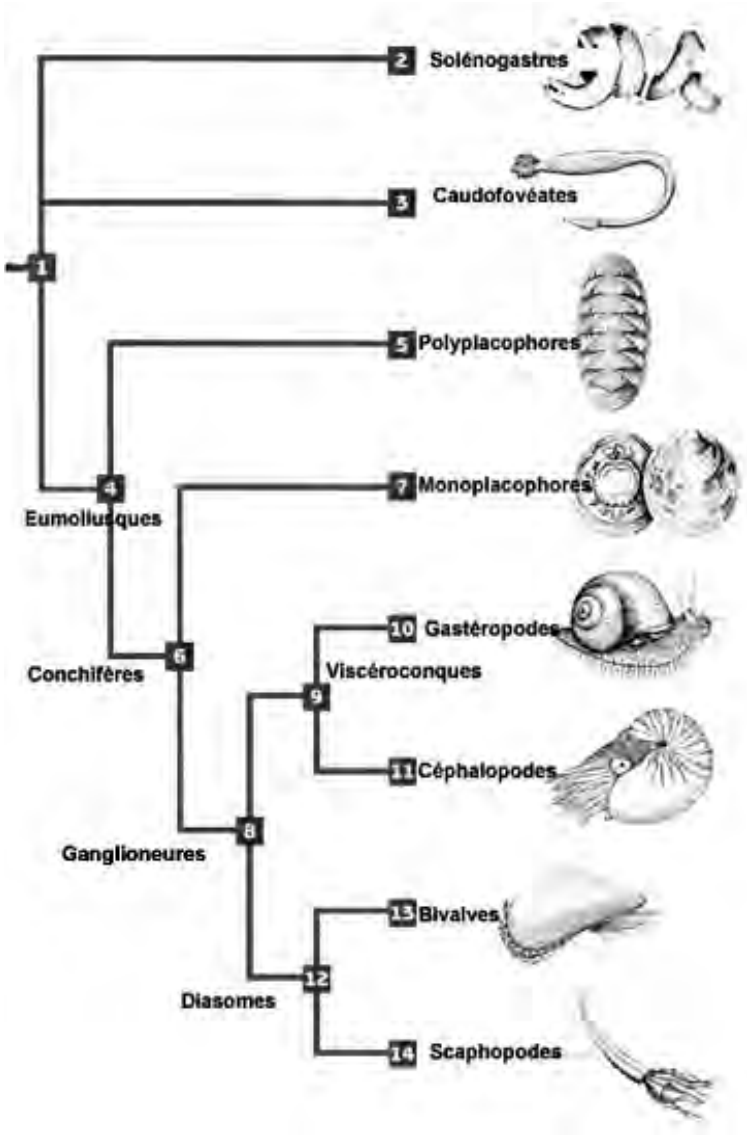


Figure 3.51 Classification phylogénétique des mollusques (LECOINTRE & LE GUYADER, 2006 http://mglebrusc.free.fr/textes/la%20mer/Faune/classification_mollusques.jpg).

3.2.8.1.- Bivalves

Les bivalves ou lamellibranches sont dotés d'une coquille à deux valves, droite et gauche. On les considère souvent comme les concurrents écologiques des brachiopodes, qu'ils ont d'ailleurs supplantés après la crise Permo-Trias. Ce sont des animaux aquatiques vivant à des profondeurs variables, de la zone littorale (zone des marées) au plateau continental et aux grands fonds, pour les formes marines. Ils sont fixes (byssus, concrétionnement de la coquille) ou modérément mobiles (pied musculeux), filtrants et/mais parfois épibiotiques, commensaux ou parasites (larves glochidies des Unionata).
Les bivalves sont connus depuis le Cambrien inférieur (*Projetaia*, un prénuculidé). En raison de leur évolution entièrement aquatique, leurs fossiles signent des environnements marins, saumâtres ou fluvio-lacustres. La comparaison avec les espèces actuelles permet de déduire le mode de vie des espèces fossiles et les faciès qui les contiennent.

Les bivalves comptent aujourd'hui environ 12 000 espèces (HUBER, 2010).
Plus de 390 espèces fossiles sont connues à Madagascar, depuis le Permien dans le Nord et depuis le Mésozoïque dans les autres bassins. Les bivalves n'ont pas fait l'objet de revues de synthèse et se trouvent donc dispersés dans la bibliographie (SOWERBY 1814-1819 ; CUVIER 1817 ;AGASSIZ 1843-1845 ; DOUVILLÉ 1904 ; VAILLANT-COUTURIER TREAT 1933, ALLOITEAU 1958 ; BESAIRIE & COLLIGNON 1972 ; JABLONSKI & RAUP 1999 ; METTE 2004, WALASZCZYK 2004 ; SAMONDS et ZALMOUT 2009).
Les systèmes de classification sont nombreux, nous avons repris celui, phylogénétique, du site de wikipedia, modifié et complété d'après d'autres sites (WoRMS, GBIF et fossilworks).



Figure 3.52 Deux bivalves fossiles (Veneroidea ?) provenant de Madagascar trouvés sur des sites de vente en ligne :
http://www.ebay.com/itm/Fossil-BiValve-madagascar-AA-GRade-C4-MiscApril-59-/230957185061
http://www.artisans-de-madagascar.fr/p-5325-fossile-bivalve-madagascar.html

La classification des bivalves actuels est fondée sur la disposition des branchies, mais dans les espèces disparues, dont on ne connaît que des fossiles (coquilles ou empreintes), des caractères persistants, comme la structure de la charnière, deviennent prépondérants.

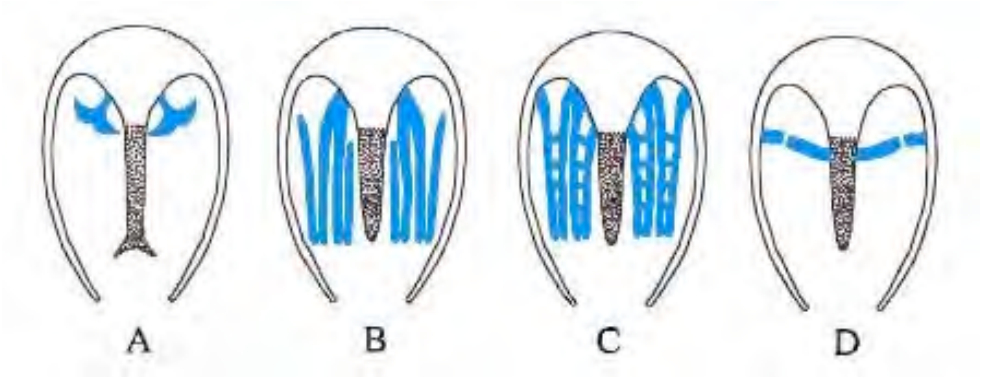


Figure 3.53 Structure branchiale des lamellibranches (bivalves).
A : protobranches ; B : filibranches ; C : eulamellibranches ; D : septibranches.
(Source : http://muszle.concha.pl/wp-content/uploads/2013/08/SKRZELA.jpg)

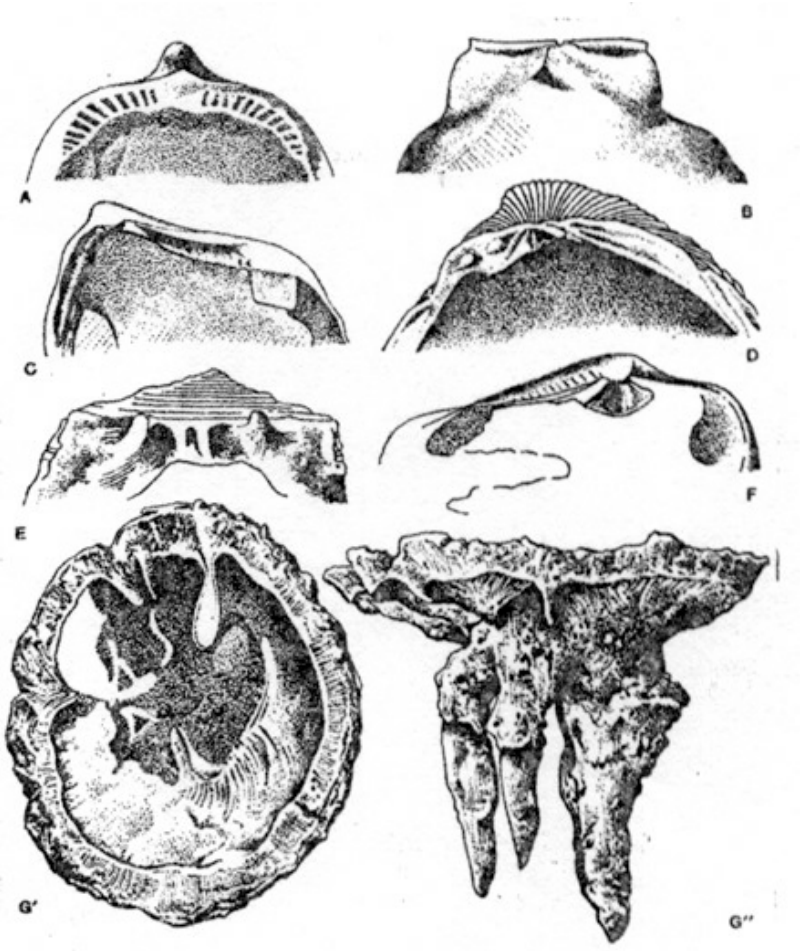


Figure 3.54 Structure de la charnière des bivalves (lamellibranches).
A : charnière taxodonte (*Glycymeris*) ; B : charnière dysodonte (*Pecten*) ; C : charnière schizodonte (*Venus*) ; D : charnière hétérodonte (*Venus*) ; E : charnière isodonte (*Spondylus*) ; F : charnière desmodonte (*Mya*) ; G : charnière pachyodonte (*Hippurites*) ; G' : valve fixe, aspect interne ; G" : valve operculaire mobile, aspect latéral. (LANGLOIS, 2006).

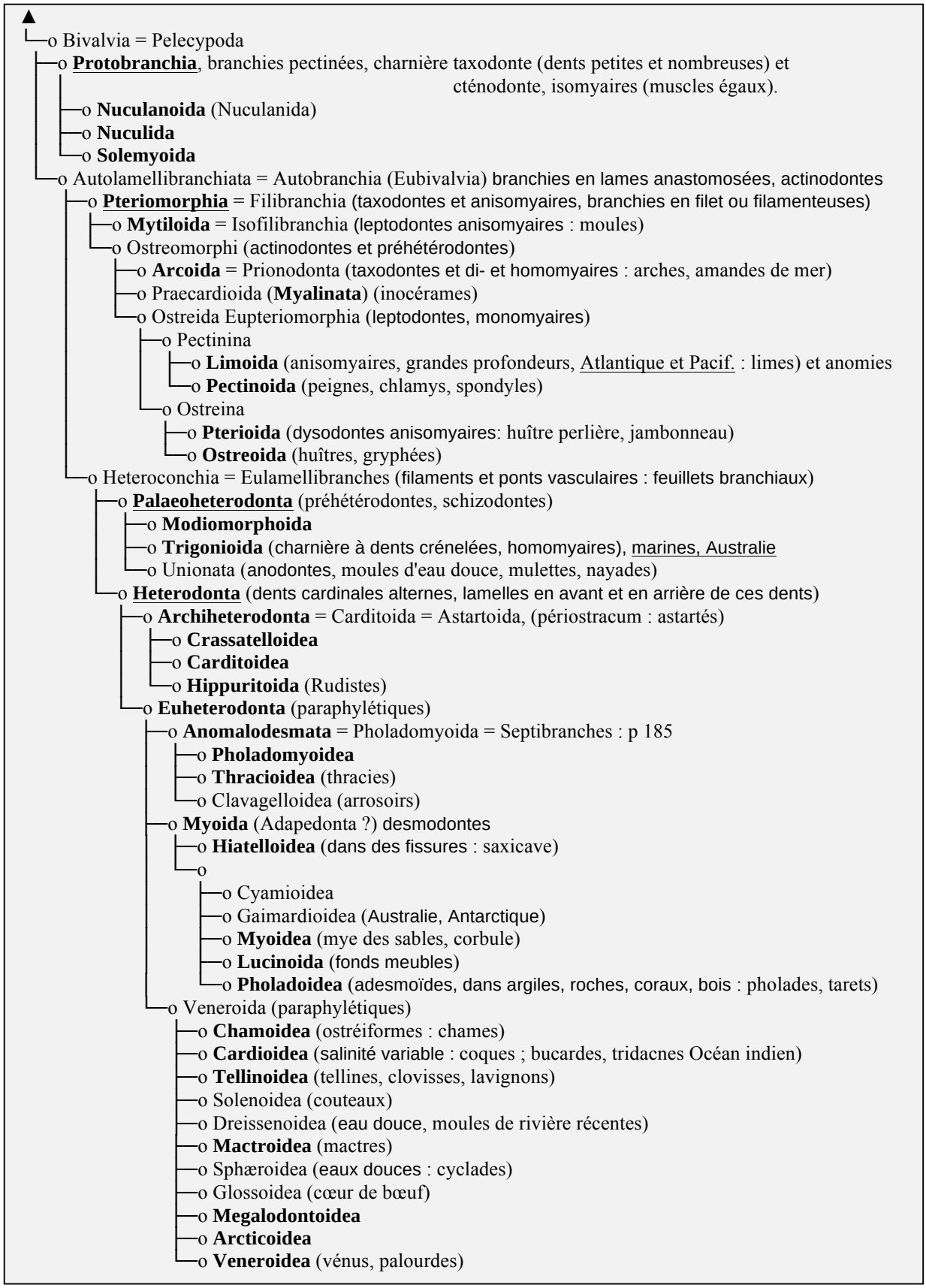


Tableau 3.11 Classification phylogénétique schématique des bivalves (synthèse, d'après http://fr.wikipedia.org/wiki/Bivalvia_%28classification_phylog%C3%A9n%C3%A9tique%29, WoRMS et fossilworks). En gras, les taxons identifiés dans le registre fossile malgache.

- Inventaire taxonomique

Au total, 325 espèces de bivalves sont identifiées, auxquelles il faut ajouter 67 taxons en nomenclature ouverte (392 taxons de rang spécifique). Elles sont réparties dans plus de 150 genres, regroupés dans 57 familles. Quatre « classes » sont présentes : Protobranchia, Pteriomorphia, Palaeoheterodonta et Heterodonta (cf. aussi Annexe 4.5, tableau bivalves).

• Les **protobranches** (Nuculanoida, Nuculida et Solemyoida) ont vécu à toutes les périodes, depuis le Permien (*Palaeoneilo, Phestia* et *Nuculopsis*) jusqu'au Quaternaire (*Nucula rugosa*).
• Les **ptériomorphes** sont beaucoup plus nombreux (225 taxons), ils sont divisés en plusieurs sous-classes : les Mytiloida (une seule famille, celle des mytilidés, les moules), sont présentes depuis le Jurassique (*Arcomytilus, Mytilus, Pharomytilus, Modiolus*) jusqu'au Quaternaire (*Modiolus, Perna* et *Crenella*), cependant que *Lithophaga* semble être un genre exclusivement tertiaire à Madagascar.
- Les Arcoida ont un registre s'étageant également depuis le Jurassique (parallélodontidés, cucullaeidés et arcidés) jusqu'au Quaternaire (arcidés, glycyméridés et limopsidés). Certains arcoïdes parallélodontidés, arches (*Arca chavani*) et amandes (5 espèces de *Glycymeris*) ont vécu aussi au Crétacé.
- Les Myalinata sont documentés par une espèce au Permien (*Liebea dieneri*), tandis que tous les inocérames sont du Crétacé.
- Les Limoida, tous des limidés, datent du Permien (*Palaeolima*), du Jurassique (*Ctenostreon, Lima, Plagiostoma* et *Pseudolimea*) et du Crétacé (*Acesta* et *Cyenoides*).
- Les Pectinoida sont présents dès le Permo-Trias, avec les Anomiidina (aviculo- et ptérinopectinidés). À Madagascar, les neithéidés sont exclusivement jurassiques, cependant que les buchiidés, les entoliidés et les dimyidés sont uniquement crétacés. D'autres groupes ont une extension beaucoup plus large : les pectinidés, les spondylidés et les plicatulidés sont connus pendant tout l'intervalle Jurassique-Quaternaire.
- les Pterioida sont présentes du Permien (un myalinidé) au Crétacé (un autre myalinidé et des bakevellidés, ptériidés, malléidés et pinnidés, toutes des familles actuelles).
- Les Ostreoida sont représentées par les gryphées et les huîtres, depuis le Jurassique jusqu'à l'Actuel.

• Les hétéroconches ou eulamellibranches sont les paléohétérodontes et les hétérodontes.
- Les **paléohétérodontes** Modiomorphoidea sont exclusivement connus dans le Permien (avec un seul genre, *Modiolopsis*) et les Trigonioida s'étagent sur le Jurassique (myophorellidés et trigoniidés) et le Crétacé (trigoniidés et mégatrigoniidés) à Madagascar.
- Les **hétérodontes** rassemblent les archihétérodontes et les euhétérodontes.
* Les archihétérodontes ou Carditoida comptent quatre familles : les astartidés (Jurassique-Crétacé) et les crassatellidés, carditidés et caprotinidés (Crétacé). Notons ici que le groupe des rudistes n'est représenté que par un seul taxon (*Monopleura*).
* Chez les euhétérodontes (un groupe diversifié, mal défini et paraphylétique), on distingue les Anomalodesmata, les Myoida et les Veneroida.
° Les Anomalodesmata malgaches sont des thracidés du Jurassique et des pholadomyidés du Jurassique et du Crétacé.
° Les Myoida comprennent les hiatellidés (Crétacé), les corbulidés (Crétacé-Quaternaire), les macromyidés et, selon certaines classifications, aussi les mactromyidés (Jurassique), les lucinidés (Jurassique-Quaternaire), les cératomyidés et les pleuromyidés (Jurassique), et les térédinidés (Crétacé et Cénozoïque).

° Les Veneroida sont les chames (chamidés quaternaires), les coques (tancrédiidés jurassiques, cardiidés post-paléozoïques), les tellines (psammobiidés et sémélidés quaternaires et tellinidés post-jurassiques), les mactres (un mactridé crétacé), les mégalodontes (quatre cératomyopsidés jurassiques), les arcticoidés (arcticidés mésozoïques et trapéziidés quaternaires) et enfin les vénus (vénéridés post-jurassiques).

- Importance relative des bivalves selon les périodes géologiques

Trois espèces sur quatre sont du Jurassique et du Crétacé, périodes de grande diversité. Les espèces permiennes sont marines et au nombre de 8, soit seulement 2% de la paléodiversité des bivalves, ce qui est logique, puisque l'île est alors encore essentiellement continentale. Le Paléogène malgache n'a à ce jour livré aucun spécimen. On compte 48 espèces néogènes et 52 quaternaires.

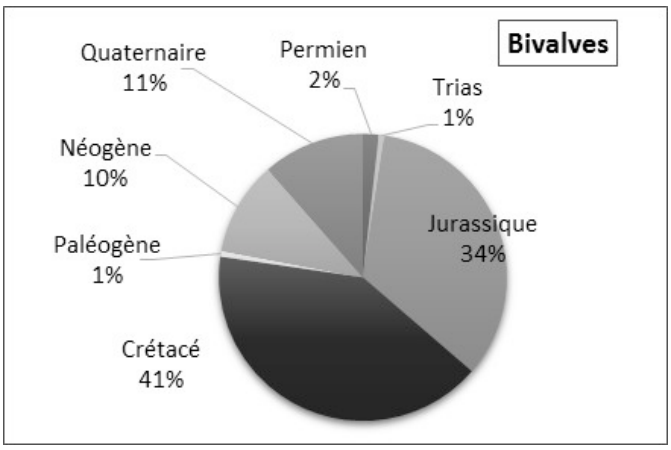


Figure 3.55 Distribution relative des bivalves dans les périodes géologiques, à Madagascar. Voir Annexe 4.5 pour les données brutes..

L'évolution numérique (fig. 3.56) montre un déficit au Cénozoïque, comme pour l'ensemble des espèces fossiles, mais avec une remontée au Néogène.

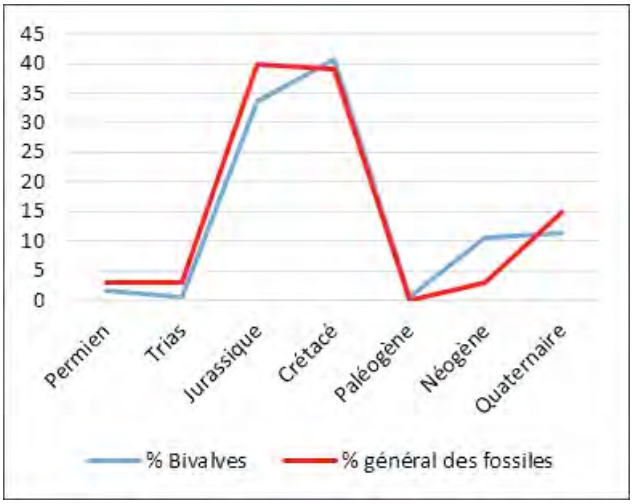


Figure 3.56 Répartition temporelle comparée des bivalves et de l'ensemble des espèces fossiles identifiées à Madagascar (%). En bleu : bivalves (392 espèces) ; en rouge : total des fossiles (3470 espèces). Voir Annexe 4.5 pour les données brutes.

- Distribution géographique, milieux et climats, sites

Près de 80 sites ont été répertoriés, dans les trois grands bassins sédimentaires.
Deux bivalves, *Gervillia elianae* et *Modiolopsis stockleyi*, identifiées dans un site permien du Sud-Ouest, au confluent de la Bena et de l'Imaloto, pourraient être des espèces dulçaquicoles (BESAIRIE, 1972).
Les autres fossiles du Permo-Trias se trouvent, très logiquement, dans le bassin de Diégo (VAILLANT-COUTURIER TREAT 1933) dans les affleurements d'Ankitokazo, de Mamoro-Kingonio et d'Anaborano, le long des sédiments de la Sakamena ancienne. Les sites du Jurassique sont les plus nombreux, ils se trouvent surtout dans les bassins de Majunga et de Morondava (fig. 3.58 ; BESAIRIE & COLLIGNON, 1972 ; METTE, 2004). Les sites du Crétacé livrent également des bivalves dans les deux bassins de l'Ouest ; certains sont bien connus localement, comme Tongombory, Ambarimaninga, fleuve Sofia, Péninsule de Radama, Androiavy, Tsaramandroso, Belohafasika et Andafia (fig. 3.58).
Les sites cénozoïques à bivalves sont pratiquement restreints au bassin de Mahajanga : Île Makamby, Ampazony, Cap Tanjona (Saint-André), Pointe de Sada, Besalampy. Le bassin de Morondava possède trois sites à bivalves : Andronamy, Vovomena et le Cap Sainte-Marie tout au Sud (COLLIGNON & COTTREAU, 1927).
Des bivalves quaternaires ont été mis au jour dans les trois bassins.

Le milieu de vie (marin ou dulçaquicole) des espèces énigmatiques est le plus souvent déduit des préférences écologiques des taxons associés. C'est ainsi que l'extrême majorité des bivalves rencontrés à Madagascar est considérée comme d'origine marine. Toutefois, le milieu de dépôt fluvio-lacustre des niveaux permiens du Sud de l'île tendrait à indiquer que *Gervillia* ? et *Modiolopsis* étaient quant à eux dulçaquicoles.

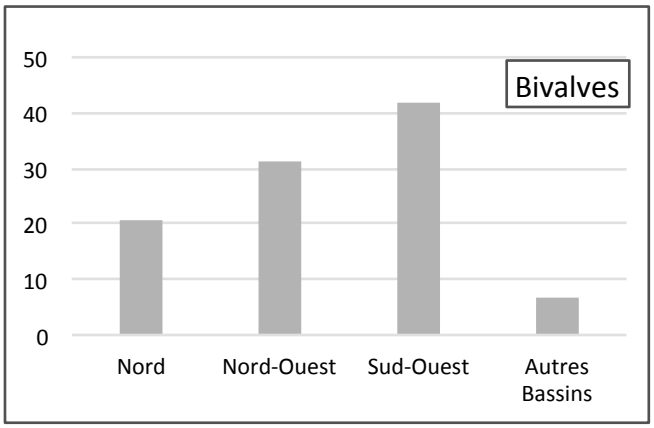


Figure 3.57 Distribution des bivalves fossiles dans les bassins sédimentaires de Madagascar. Voir Annexe 4.5 pour les données brutes.

Les bivalves ont été très étudiés en raison de leur intérêt stratigraphique, de leur vaste distribution et de leur variété, mais par un nombre relativement restreint de spécialistes. De nombreux sites recèlent un grand nombre de taxons, ce qui permet également de reconstituer précisément les paléoenvironnements correspondants (voir par ex. les sites d'Ankitokazo pour le Permien, Mont Raynaud pour le Crétacé, île Makamby pour le Cénozoïque).

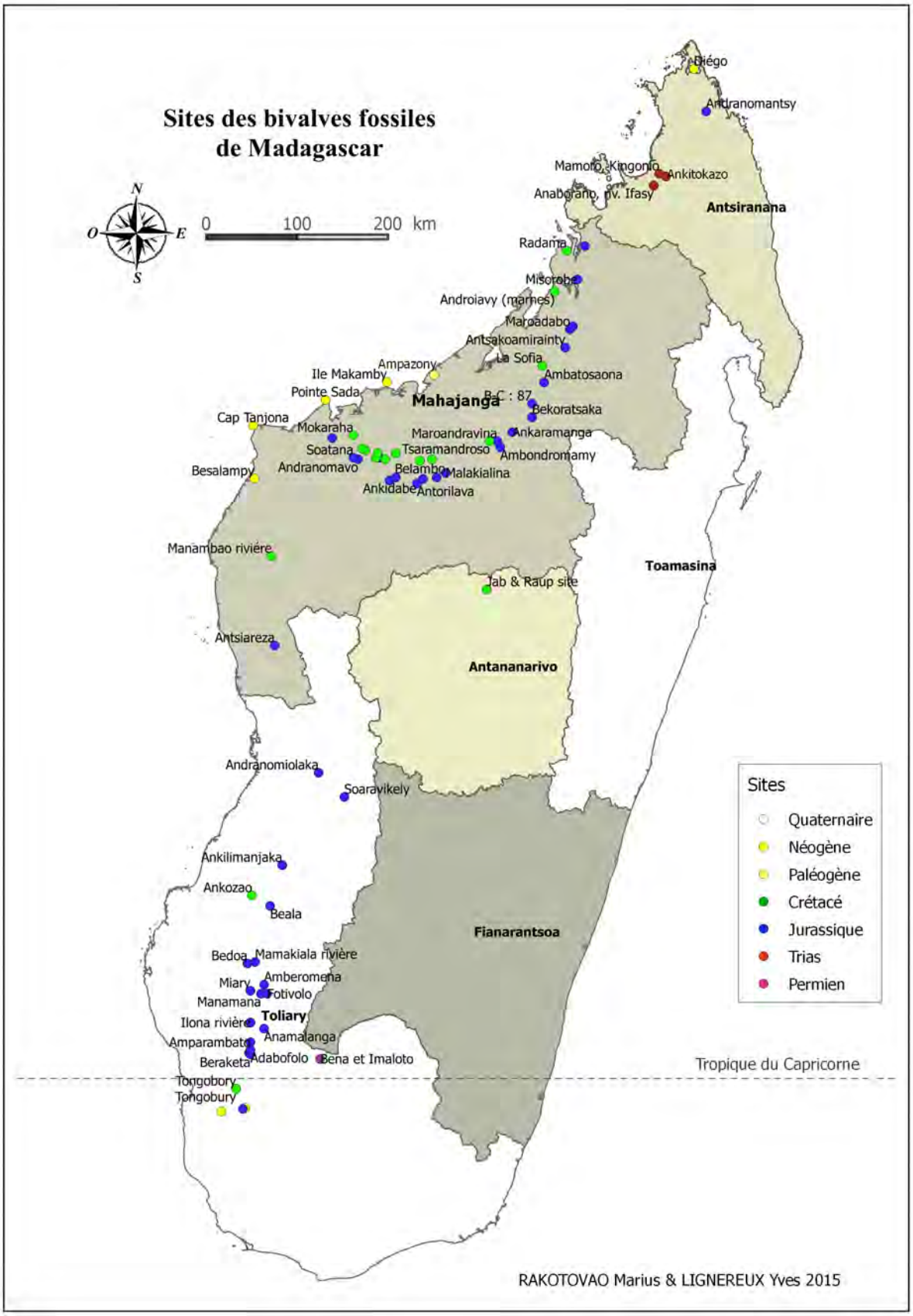


Figure 3.58 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des bivalves.
Pour plus de détails, voir Annexes 2 et 4.5.

Critique des données

Les bivalves forment un groupe très diversifié, dont les fossiles peuvent prêter à confusion et dont la classification n'est pas fixée, en raison notamment du fait que les caractères pris en compte pour les fossiles ne sont pas (ne peuvent pas être) les mêmes que ceux utilisés pour les espèces actuelles. De plus, certains noms semblent avoir été attribués à des taxons complètement différents. *Gervillia* est par exemple répertorié par GBIF et ColHelper dans les bivalves alors qu'il est répertorié par FossilWorks comme ichnogenre théropodipède jurassique (ichnofamille des grallatoridés), ce qui ne facilite pas les choses !



Figure 3.59 Un fossile en mal de détermination : *Gervillia* (Permien-Jurassique).
Nota : ce spécimen n'est pas de Madagascar, mais de Villers-sur-mer (Calvados)
http://www.geoforum.fr/topic/27453-gervillia-de-villers-sur-mer/

Mytilus n'a été rencontré sous ce nom dans la littérature malgache que dans le Jurassique, alors que *Mytilus* est un genre actuel, que *Modiolus* (*Mytilus*) *philippinarum* est une espèce quaternaire, et que *Pharomytilus* est aussi considéré comme synonyme de *Mytilus* (Fossilworks.org) : la systématique de ce(s) genre(s) n'est pas arrêtée, et leur évolution a été très longue.

Chez les Myalinata, *Liebea dieneri* appartient à la famille des myalinidés exclusivement permienne, tandis que les inocérames sont exclusivement crétacés : il y a là une anomalie, ou une longue lignée fantôme triasico-jurassique au sein de ce groupe. De plus, la synonymie entre les Myalinata et les Praecardioida (les inocérames) ne semble pas affirmée.



Figure 3.60 Faciès marin à mollusques bivalves
(Montagne des Français, Diégo, cliché M. RAKOTOVAO).

3.2.8.2.- Gastéropodes

Les gastéropodes se caractérisent majoritairement par la torsion de leur corps, la dissymétrie de leurs organes pairs (disparition des viscères gauches) et, pour ceux qui en sont dotés, leur coquille univalve asymétrique présentant une ouverture et un opercule. Ils sont connus depuis le Cambrien supérieur et comptent aujourd'hui plus de 103 000 espèces, ce qui en fait le deuxième groupe actuel le plus diversifié (après les insectes).

De nombreux auteurs ont travaillé sur ce groupe pour les formes malgaches, mais aucun auteur ne s'y est attaché en particulier : BAVAY & GERMAIN (1920), COLLIGNON (depuis 1932) dans ses Atlas des fossiles de Madagascar, BESAIRIE & COLLIGNON (1972), KIEL (2006), HARASEWYCZ & KIEL (2007)…

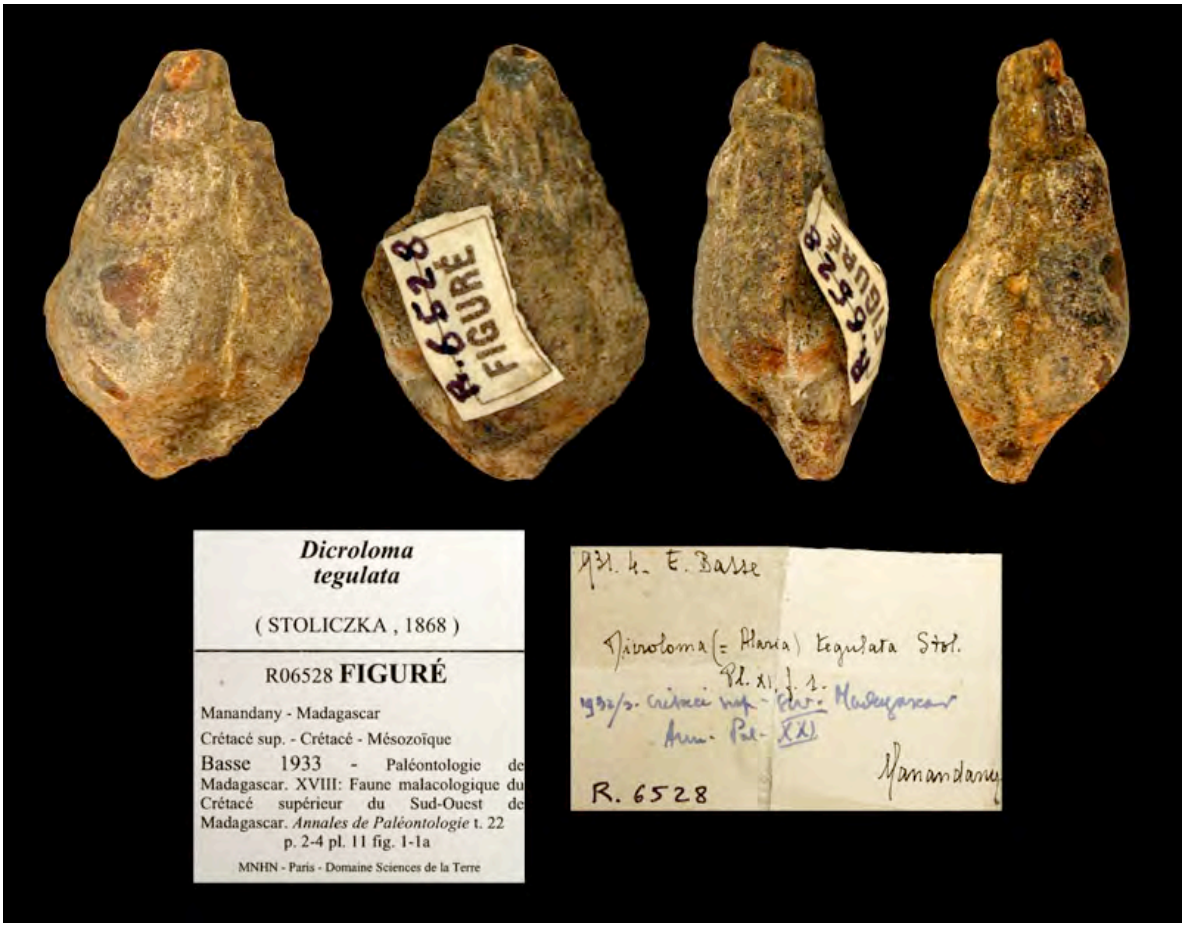


Figure 3.61 *Alaria tegulata*. Description originale par STOLICZKA (1868) :
« *A. testa spira elongata, acuta, superficie polita; anfractibus 8-10, subconvexis, transversaliter costulatis; costulis parum obliquis, nonnullis fortioribus interdumque in anfractibus sucsedentibus contnuiis; ultimo anfractu circiter dirnidium totius altitudinis occupante, ad basim spiraliter striato; rostro elongato (?), tenui; labio calloso; labro expanso posterius uncinato (?), postice nonnunquam supra anfractum antepenultimum decurrente.* »
(source : http://www.stromboidea.de/bilder/Dicroloma_tegulata_Coll_MNHN_R06528.jpg, in : http://www.stromboidea.de/?n=Species.LatialaTegulata).

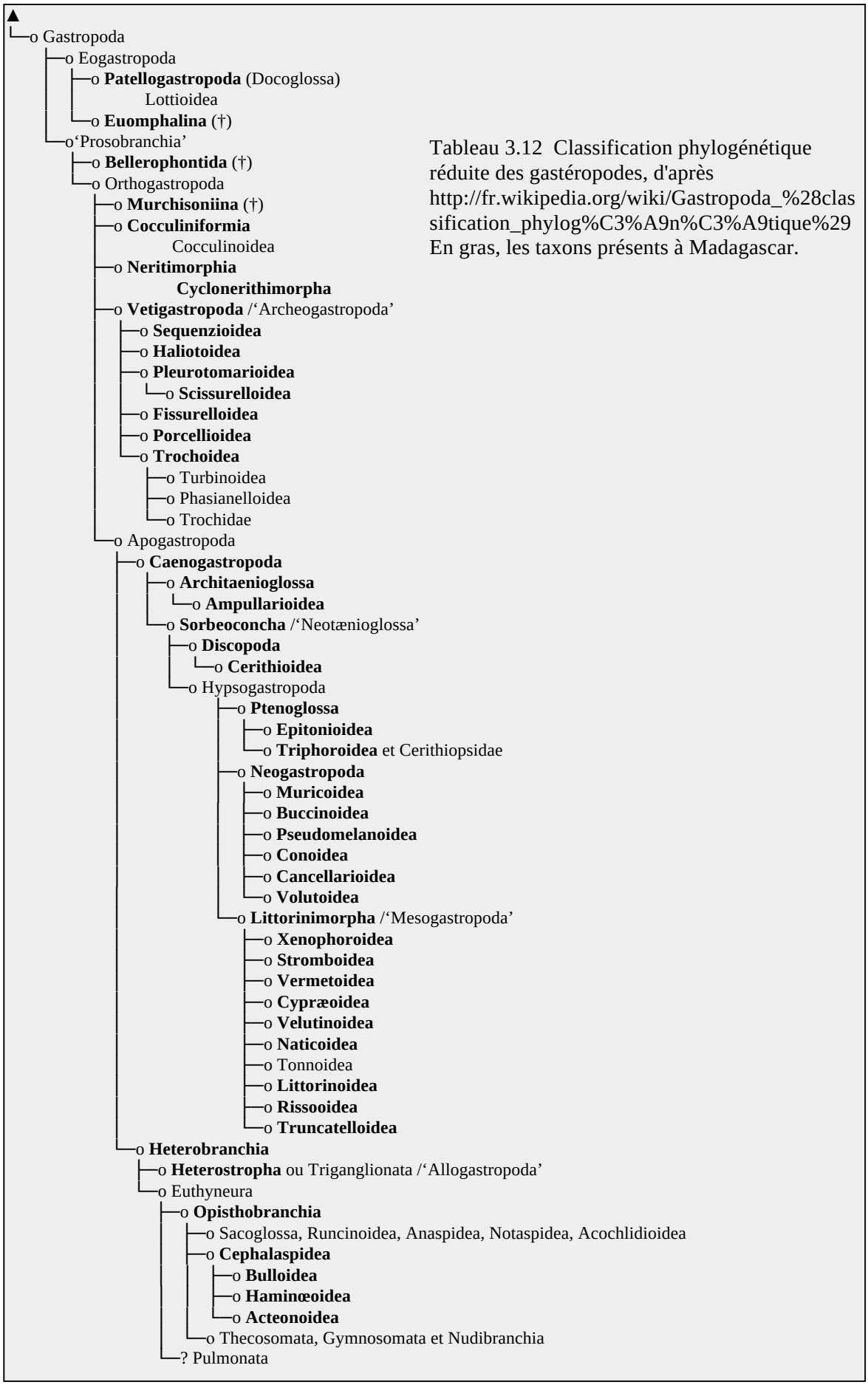


Tableau 3.12 Classification phylogénétique réduite des gastéropodes, d'après http://fr.wikipedia.org/wiki/Gastropoda_%28classification_phylog%C3%A9n%C3%A9tique%29
En gras, les taxons présents à Madagascar.

- Inventaire taxonomique (voir Annexe 4.6, liste des gastéropodes fossiles).

Les gastéropodes fossiles de Madagascar, au nombre de 206 espèces, représentent 6 % des espèces fossiles inventoriées, réparties sur une trentaine de familles ayant vécu depuis le Permien (*Bellerophon*) jusqu'au Quaternaire.

Les **gastéropodes basaux** forment plusieurs groupes :
- Les éogastropodes sont représentés par deux ordres, au Jurassique les Euomphalina (euomphalidés et platycératidés), et au Quaternaire les Patellogastropoda (nacellidés et lottiidés).
- Un bellérophontidé est présent au Permien, un lophospiridé au Jurassique et un cocculinidé au Crétacé.
- Les cyclonérithimorphes s'étendent depuis le Jurassique (néritopsidés) jusqu'au Quaternaire (néritidés), avec un hiatus crétacé et paléogène.
- Les vétigastropodes sont nombreux, onze familles présentes depuis le Jurassique jusqu'au Quaternaire : au Jurassique, les Sequenzioidea (eucyclidés et calliotropidés) ; au Jurassique et au Crétacé, les pleurotomarioidés ; au Crétacé, les discohélicidés et les liotiidés ; et depuis le Crétacé jusqu'au Quaternaire, les trochidés. Au Quaternaire, cinq nouvelles familles sont connues, les haliotidés, les scissurellidés, les fissurellidés, les turbidinés et les phasianellidés.

Les **cænogastropodes**, les plus nombreux, sont connus depuis le Jurassique jusqu'au Quaternaire ; ils comprennent les architænioglosses et les sorbéoconches.
Les architænioglosses, qui ont vécu au Jurassique et au Crétacé à Madagascar, y sont connus par une seule famille, les ampullinidés.
Les sorbéoconches sont en revanche très variés ; ils comprennent deux sous-groupes, les discopodes et les hypsogastropodes (celui-ci divisé en ptenoglosses, néogastropodes et littorinimorphes) ; quelques taxons sont *incertae sedis*.
- les discopodes sont tous des Cerithioidea ; ils ont vécu du Jurassique au Quaternaire. Les planaxidés et les métacérithiidés se cantonnent au Crétacé ; les cérithiidés sont connus depuis le Jurassique jusqu'au Quaternaire ; les potamididés et turritellidés, depuis le Crétacé jusqu'au Quaternaire et les batillariidés, au Néogène.
- Chez les hypsogastéropodes, les pténoglosses (épitoniidés, nystiellidés et newtoniellidés) sont crétacés. Les néogastéropodes s'étagent depuis le Jurassique jusqu'au Quaternaire : les Pseudomelanoidea sont jurassiques et crétacés. L'unique cancellarioïde malgache est du Crétacé. Les Conoidea, les Muricoidea et les Buccinoidea snt connus depuis le Crétacé jusqu'au Quaternaire. Les Volutoidea ne sont connus qu'au Quaternaire. Les littorinimorphes comprennent un xénophoroïde jurassique, les stromboïdes (Jurassique-Quaternaire), les rissooïdes et truncatelloïdes (Crétacé), les naticoïdes (Crétacé-Quaternaire), les vermetoïdes, littorinoïdes, cypræoïdes et vélutinoïdes (Néogène-Quaternaire).

Les **hétérobranches** sont représentés par les hétérostrophes du Jurassique et du Crétacé, et les opisthobranches, depuis le Jurassique jusqu'au Quaternaire.

- Importance relative du groupe selon les périodes géologiques

Une seule espèce est présente au Permien, près de la moitié des espèces sont mésozoïques, et l'autre moitié, quaternaire, avec un hiatus notable au Paléogène.

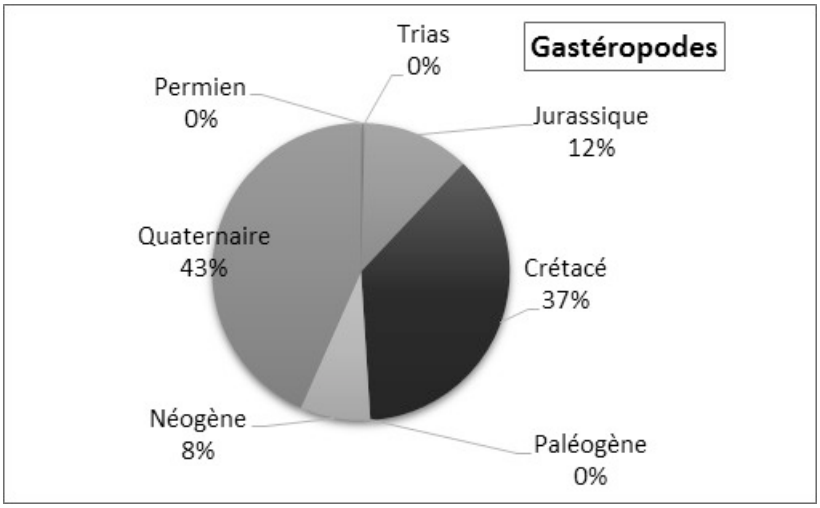


Figure 3.62 Distribution relative des gastéropodes dans les périodes géologiques, à Madagascar. Voir Annexe 4.6 pour les données brutes.

Ce groupe à la grande paléobiodiversité spécifique influence beaucoup l'évolution numérique générale des fossiles. Sa grande diversité au Crétacé et au Quaternaire est responsable d'une partie de l'élévation de la courbe générale à ces périodes (fig. 3.63).

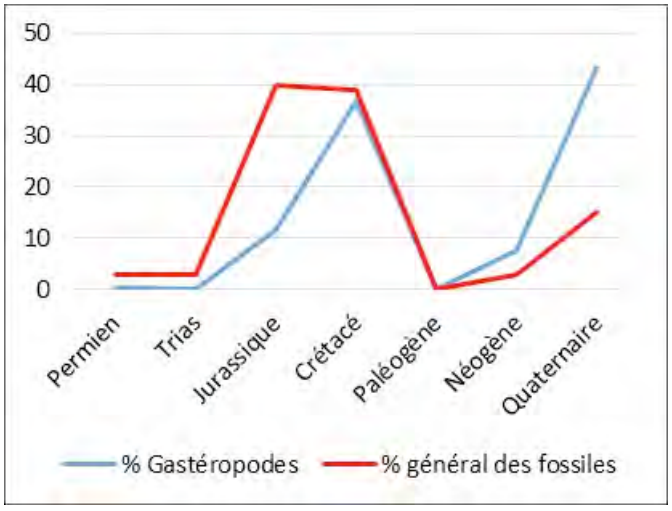


Figure 3.63 Répartition temporelle comparée des gastéropodes et de l'ensemble des espèces fossiles identifiées à Madagascar (%). En bleu : gastéropodes (206 espèces) ; en rouge : total des fossiles (3470 espèces). Voir Annexe 4.6 pour les données brutes.

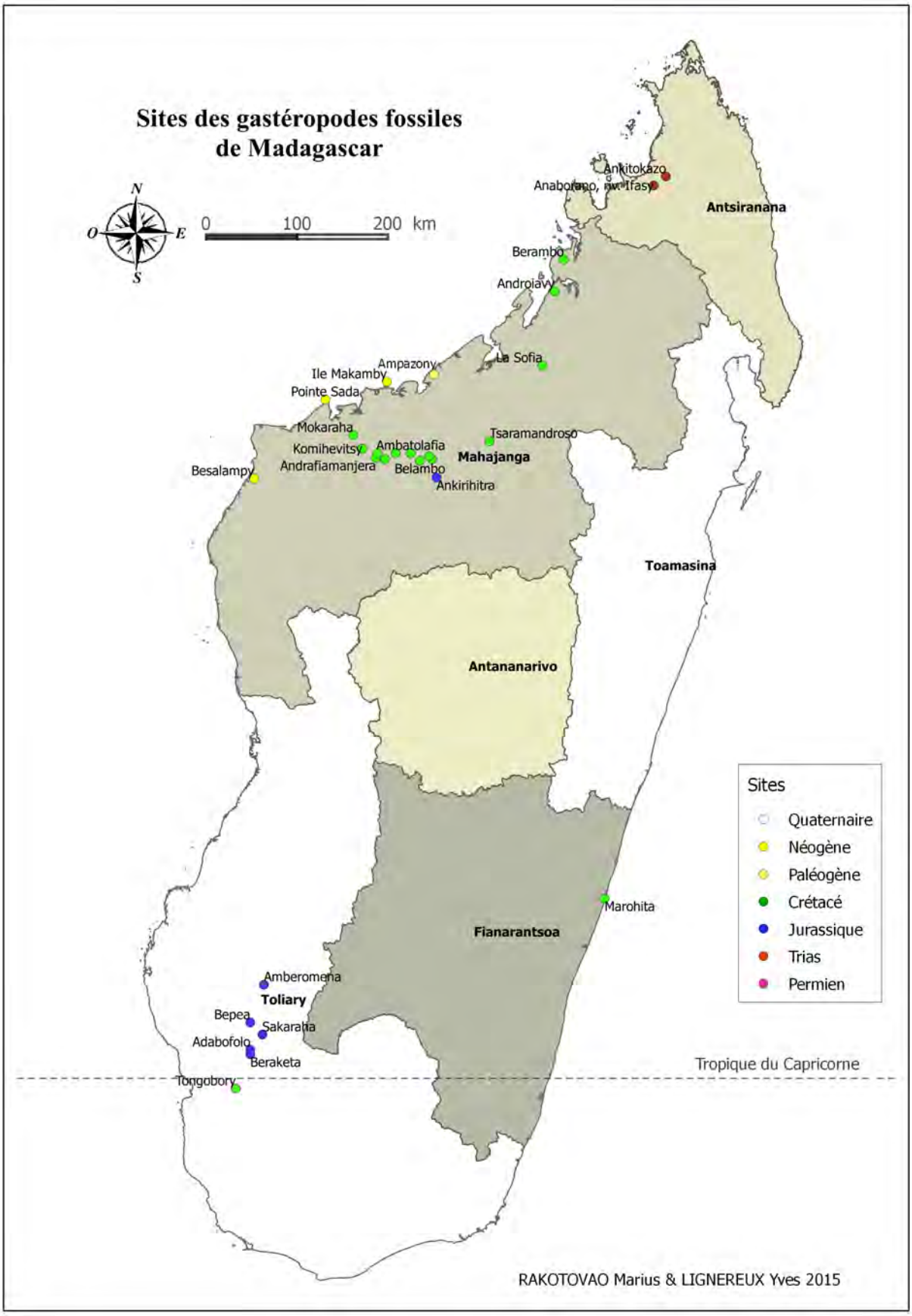


Figure 3.64 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des gastéropodes.
Pour plus de détails, voir Annexe 4.6.

- Distribution géographique, milieux et climats, sites

Plus de 30 sites sont connus à partir de travaux d'ALLOITEAU (1958), BESAIRIE & COLLIGNON (1972), KIEL (2006).
La plupart des espèces proviennent de faciès marins ou lagunaires, comme en témoignent les ensembles de faunes ; cela est valable sur tous les sites et à toutes les périodes. Ainsi, les sites permo-triasiques à *Bellerophon* d'Ankitokazo et d'Anaborano du Bassin de Diégo (VAILLANT-COUTURIER TREAT, 1933), ont livré d'autres fossiles, tous marins : céphalopodes, bivalves, des foraminifères Strophomenata et des cnidaires scyphozoaires. La plupart des sites jurassiques, mentionnés par BESAIRIE & COLLIGNON (1972), se trouvent dans les deux bassins de l'Ouest, mais avec une vaste lacune géographique entre la Mahavavy et le Mangoky ; les sites crétacés, signalés par ALLOITEAU (1958), WALASZCZYK (2004) et KIEL (2006) et les sites paléogènes, par COLLIGNON et COTTREAU (1927), se trouvent pour la plupart dans le bassin de Mahajanga.
BOULE & THÉVENIN (1906) ont signalé de la présence de gastéropodes dans le Crétacé à l'Est de l'île (à Fanivelona et Marohita).

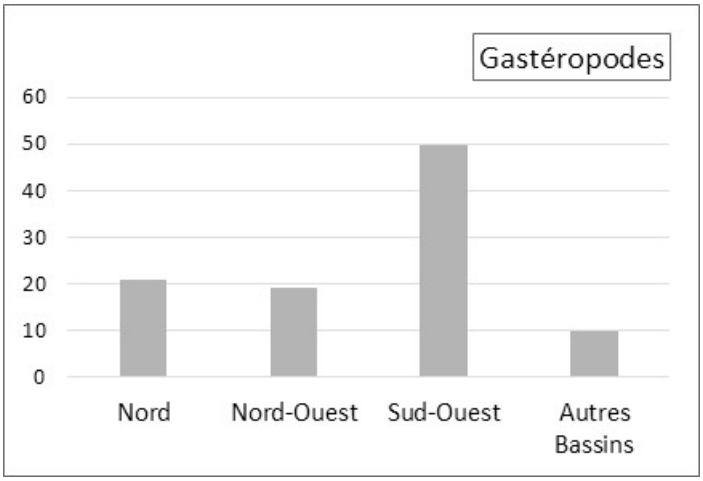


Figure 3.65 Distribution des gastéropodes dans les bassins sédimentaires de Madagascar. Voir Annexe 4.6 pour les données brutes.

La figure 3.64 (carte) indique les sites qui ont livré des fossiles de gastéropodes.

- Critique des données

Les gastéropodes, comme les bivalves et les ammonites, présentent un très grand intérêt stratigraphique et ont pour cela été très étudiés. Ils sont connus dans les trois grands bassins sédimentaires mais restent à découvrir sur la côte est de l'Île.
Le Paléogène fait toujours figure de parent pauvre, les gastéropodes terrestres manquent aussi cruellement à l'appel : les escargots sont des espèces fragiles…

3.2.8.2.- Céphalopodes

La majeure partie du registre fossile des céphalopodes est constituée par des formes monoconques, qui possèdent une coquille univalve cloisonnée de forme variable.
- Chez les ammonites et les nautiles, la coquille est extérieure, enroulée dans un plan (en général), avec une ouverture simple, des loges successives séparées par des *septa* percés d'un siphon, le corps occupe la dernière loge tandis que les autres loges, emplies de gaz, font office de flotteur : ces animaux fonctionnent comme des ludions.
- Chez les bélemnites, la coquille forme une "pointe" profilée dans le sens du déplacement.
- Chez les calmars, la coquille devient interne, perd sa fonction purement protectrice, au profit d'une fonction de squelette interne, de soutien, analogue de la notocorde chez les cordés. Les poulpes, adaptés à la vie sur le fond et ayant perdu la forme hydrodynamique de leurs cousins, ont également perdu leur coquille, ce qui rend rarissime leur préservation à l'état fossile.

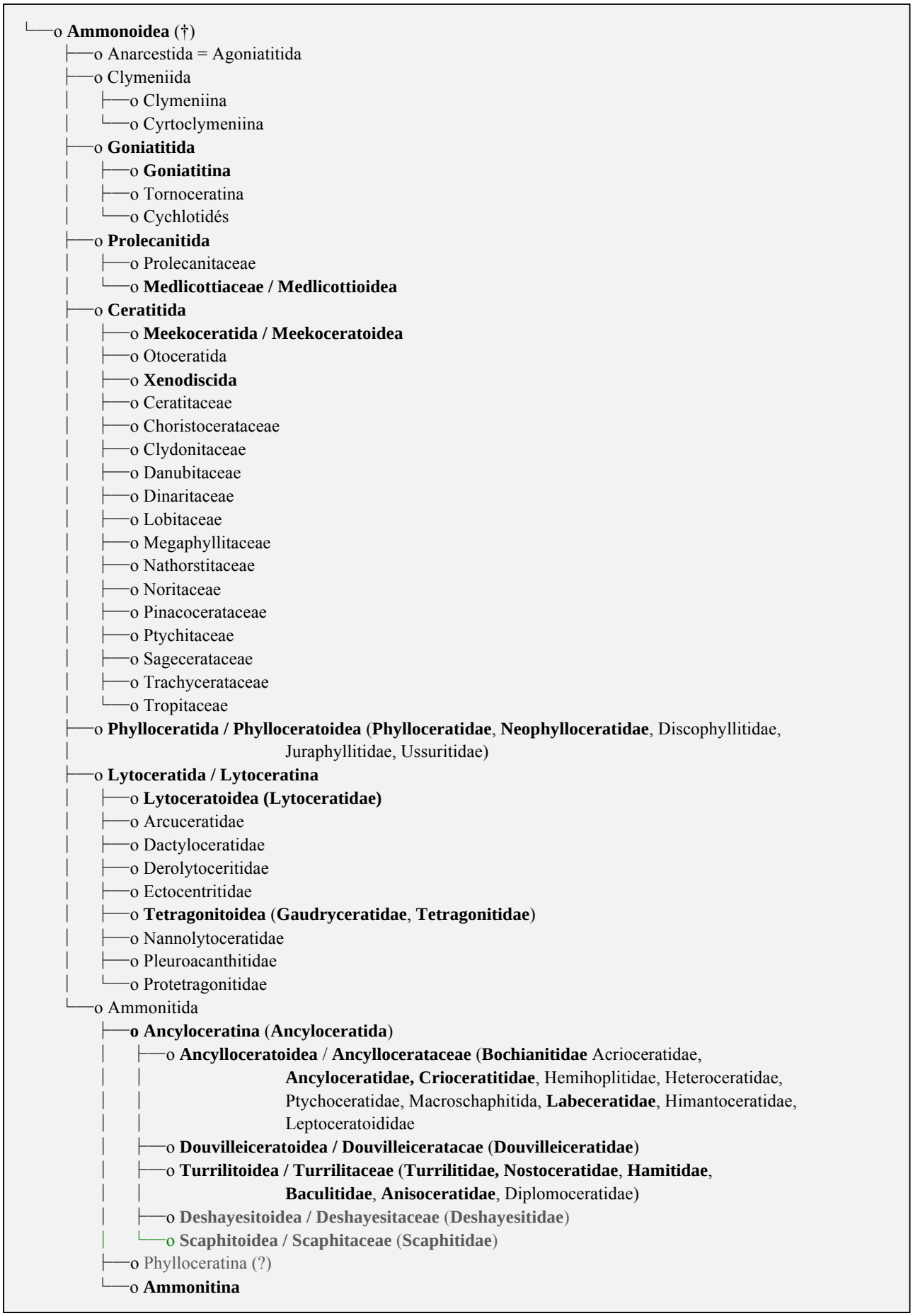
Les parties susceptibles de se fossiliser sont les coquilles (moulage internes ou externes, et fossiles complets), certaines parties de l'appareil masticateur (radula), des éléments operculaires (aptychus) et aussi, parfois, l'empreinte du corps. Le registre fossile comporte essentiellement des ammonoïdes, des nautiloïdes et des bélemnites.

Le phylum des céphalopodes, apparu à la fin du Cambrien, constitue une classe d'animaux marins extrêmement variés en termes de diversité taxonomique et morphologique, dont les fossiles sont souvent directeurs (fossiles stratigraphiques).
À Madagascar, on trouve des spécimens appartenant à toutes les « sous-classes » postérieures au Paléozoïque (ammonoïdes, nautiloïdes et coléoïdes, avec le « super-ordre » des bélemnoïdes).

3.2.8.2.a.- <u>Ammonoïdes</u>

Les ammonoïdes ont été étudiés d'une manière quasi exhaustive par M. COLLIGNON (1893-1978), médecin militaire qui a séjourné à Madagascar de 1928 à 1972, en a décrit environ 1500 espèces publiées dans plus de 1300 articles groupés dans 33 volumes des séries *Paléontologie de Madagascar* et *Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar* ; plus de 1200 holotypes sont conservés dans les collections du Laboratoire Biogéosciences de l'Université de Dijon. D'autres auteurs ont complété ces recherches (*e.g.* JOLY 1976, 1993, 2000 ; KENNEDY et KLINGER, 2010).
Les ammonoïdes sont abondants dans les sédiments permiens et mésozoïques marins, d'abord au Nord (Permien), puis également à l'Ouest et au Sud lorsque le canal de Mozambique est formé (Trias et Jurassique) et enfin, après la séparation d'avec l'Inde, à l'Est (Crétacé). Comme souvent pour les organismes marins pélagiques nectoniques, la plupart des espèces sont communes à l'ensemble des sites d'une même période même si d'autres, endémiques, sont présentes sur un seul site (*Scaphites manasoaensis*, *Menabites bererensis* et *Pseudouhligella mahabobokensis*) ou sur quelques sites très rapprochés (*Menabites menabensis*, *Austiniceras menabensis*, *Beudanticeras ambanjabense* et *Puzosia androiavensis*). On peut en conclure que ces sites, du temps de leur activité, constituaient probablement des milieux marins restreints (baie ou lagon).

La **classification des ammonoïdes** est résumée dans le tableau 3.13 ; la liste des espèces malgaches, dans chaque période et étage, figure au tableau de l'Annexe 4.7.


└──o **Ammonoidea** (†)
├──o Anarcestida = Agoniatitida
├──o Clymeniida
│ ├──o Clymeniina
│ └──o Cyrtoclymeniina
├──o **Goniatitida**
│ ├──o **Goniatitina**
│ ├──o Tornoceratina
│ └──o Cychlotidés
├──o **Prolecanitida**
│ ├──o Prolecanitaceae
│ └──o **Medlicottiaceae / Medlicottioidea**
├──o **Ceratitida**
│ ├──o **Meekoceratida / Meekoceratoidea**
│ ├──o Otoceratida
│ ├──o **Xenodiscida**
│ ├──o Ceratitaceae
│ ├──o Choristocerataceae
│ ├──o Clydonitaceae
│ ├──o Danubitaceae
│ ├──o Dinaritaceae
│ ├──o Lobitaceae
│ ├──o Megaphyllitaceae
│ ├──o Nathorstitaceae
│ ├──o Noritaceae
│ ├──o Pinacocerataceae
│ ├──o Ptychitaceae
│ ├──o Sageceratacеae
│ ├──o Trachyceratacеae
│ └──o Tropitaceae
├──o **Phylloceratida / Phylloceratoidea** (**Phylloceratidae**, **Neophylloceratidae**, Discophyllitidae,
│ Juraphyllitidae, Ussuritidae)
├──o **Lytoceratida / Lytoceratina**
│ ├──o **Lytoceratoidea (Lytoceratidae)**
│ ├──o Arcuceratidae
│ ├──o Dactyloceratidae
│ ├──o Derolytoceritidae
│ ├──o Ectocentritidae
│ ├──o **Tetragonitoidea** (**Gaudryceratidae**, **Tetragonitidae**)
│ ├──o Nannolytoceratidae
│ ├──o Pleuroacanthitidae
│ └──o Protetragonitidae
└──o Ammonitida
├──**o Ancyloceratina** (**Ancyloceratida**)
│ ├──o **Ancylloceratoidea** / **Ancylloceratacеae** (**Bochianitidae** Acrioceratidae,
│ │ **Ancyloceratidae, Crioceratitidae**, Hemihoplitidae, Heteroceratidae,
│ │ Ptychoceratidae, Macroschaphitida, **Labeceratidae**, Himantoceratidae,
│ │ Leptoceratoididae
│ ├──o **Douvilleiceratoidea / Douvilleiceratacae** (**Douvilleiceratidae**)
│ ├──o **Turrilitoidea / Turrilitaceae** (**Turrilitidae, Nostoceratidae**, **Hamitidae**,
│ │ **Baculitidae**, **Anisoceratidae**, Diplomoceratidae)
│ ├──o **Deshayesitoidea / Deshayesitaceae** (**Deshayesitidae**)
│ └──o **Scaphitoidea / Scaphitaceae** (**Scaphitidae**)
├──o Phylloceratina (?)
└──o **Ammonitina**

└──o Ammonitida
  ├──**o Ancyloceratina (Ancyloceratida)**
  ├──o Phylloceratina (?)
  └──o **Ammonitina**
    ├──o **Acanthoceratoidea / Acanthocerataceae** (**Acanthoceratidae**, Binneyitidae, **Brancoceratidae**, Dipoloceratidae, **Coilopoceratidae**, **Collignoniceratidae**, **Flickiidae**, **Lyelliceratidae**, **Phlycticrioceratidae**, **Sphenodiscidae**, **Tissotiidae**, **Pseudotissotiidae**, **Vascoceratidae**)
    ├──o **Desmoceratoidea / Desmocerataceae** (**Desmoceratidae**, **Kossmaticeratidae, Muniericeratidae, Pachydiscidae, Silesitidae**)
    ├──o **Hoplitoidea / Hoplitaceae** (**Engonoceratidae**, **Forbesiceridae**, **Hoplitidae**, **Placenticeratidae**, **Schloenbachiidae**, Pulchelliidae, Trochleiceratidae, Douvilleiceratidae, Deshayesitidae, Leymeriellidae)
    ├──o Psiloceratoidea = Psiloceratacеae (Psiloceratidae, Schlotheimiidae, Arietitidae, Oxynoticeratidae, Echioceratidae, Cymbitidae)
    ├──o Eodeoceratoidea = Eoderoceratacеae (Eodeoceratidae, Xipheroceratidae, Phricodoceratidae, Coeloceratidae, Dactylioceratidae, Liparoceratidae, Amaltheidae, Polymorphitidae
    ├──o Hildoceratoidea = Hildocerataceae (Erycitidae, Hildoceratidae, Phymatoceratidae, Graphoceratidae, Sonninidae)
    ├──o Hammatoceratoidea (Hammatoceratidae, Graphoceratidae, Soninniidae)
    ├──o Spiroceratacеae ou Spiroceratidae
    ├──o **Stephanoceratoidea / Stephanocerataceae** (**Clydoniceratidae**, **Macrocephalitidae, Mayaitidae, Stephanoceratidae, Tulitidae**, Otoitidae, Sphaeroceratidae Cardioceratidae, Kosmoceratidae, **Pachyceratidae**)
    ├──o **Haploceratoidea / Haploceratacеae** (**Haploceratidae, Oppeliidae,** Strigoceratidae, Lissoceratidae, Binneytidae)
    ├──o **Endemoceratoidea** (**Endemoceratidae**, Pulchellidae, **Neocomitidae**)
    └──o **Perisphinctoidea = Perisphinctaceae** (**Himalayitidae, Perisphinctidae**, **Reineckiidae**, Pachyceratidae, **Aspidoceratidae**, **Aulacostephanidae**, Ataxioceratidae, Dorsoplanitidae, Craspeditidae, Virgatitidae, **Simoceratidae**, **Olcostephanidae**, Morphoceratidae, Oosterellidae, **Parkinsoniidae**, Polyptychidae, Holcodiscidae)

Tableau 3.13. Classification phylogénétique des Ammonoidea.
En gras, taxons présents dans le registre fossile de Madagascar - d'après Wikipedia et Crioceratites.fr. Certains groupes (Deshayesitoidea, Scaphitoidea, Phylloceratina, Pulchellidae et Douvilleiceratidae) n'ont pas une place fixée : ils sont marqués d'une teinte différente (gris) dans la situation qui nous est apparue la plus douteuse.

La systématique présentée est fondée sur celle qui est utilisée dans les sites du MNHN (Colhelper), de l'Université de Bourgogne (Trans'Tyfipal), du Paleobiology Database (Fossilworks), du Global Biodiversity Information Facility (gbif.fr) et d'auteurs particuliers (Wikipedia.fr, crioceratites.free.fr ; jsdammonites.fr).

- Inventaire taxonomique (cf. Annexe 4.7)

Parmi les ammonoïdes basaux présents dans le Permo-Trias de Madagascar, on rencontre une seule espèce de Goniatitida (*Cyclolobus walkeri*), deux Prolecanitida (*Episageceras, Propinacoceras*) et des Ceratitida appartenant aux familles des meekocératidés, fléminingitidés, galfettitidés, clypéocératidés et xénodiscidés. Ces fossiles, peu nombreux, proviennent tous du bassin Nord.

Au Jurassique, les ammonoïdes sont beaucoup plus abondants et ils se distribuent dans les trois grands bassins sédimentaires. On compte des Phylloceratida, des Lytoceratida et des Ammonitida. Chez celles-ci, sont quelques rares Ancyloceratina (*Anisoceras diegoensis*) et des Ammonitina (Acanthoceratoidea : *Pseudaspidoceras conciliatum* et *Thomasites madagascariensis* ; Hoplitoidea : *Cleoniceras cleoniforme* et *Pseudosonneratia dondeyi*, de nombreux Stephanoceratoidea et Haploceratoidea, quelques Endemoceratoidea des genres *Berriasella*, *Blanfordiceras* et *Lytohoplites* ; et la plupart des Perisphinctoidea).

Au Crétacé, l'aire de distribution des ammonoïdes s'étend à tous les bassins sédimentaires.
Les groupes basaux ont disparu, il reste des Phylloceratida, la plupart des Lytoceratida et des Ammonitida. Parmi celles-ci, la plupart des Ancyloceratina, et des Ammonitina (Acanthoceratoidea, Desmoceratoidea, Hoplitoidea, quelques Haploceratoidea opellidés aconécératinés rescapés du Jurassique, Endemoceratoidea, quelques Perisphinctoidea des genres *Perisphinctes*, *Peltoceras*, *Olcostephanus* et *Pilticeras*).



Figure 3.66 *Perisphinctes* sp., Callovo-Oxfordien, Tuléar, Madagascar. Diamètre ca. 18 cm. http://img.over-blog.com/600x450/0/28/02/25/ammonites/perisphinctes-sp.jpg.

- Importance relative des ammonoïdes selon les périodes géologiques

La figure 3.67 montre la distribution des ammonoïdes selon les périodes géologiques.
Presque tous les ammonoïdes sont du Mésozoïque. Quelques espèces sont présentes au Permien (cinq espèces), dans le bassin de Diégo. Celles du Trias (1%) sont sur les mêmes sites des celles du Permien : ce sont les sites de la Sakoa du Nord. 41% des taxons sont du Jurassique et sont répartis suivant l'arc du Jurassique, du Nord au Sud-Ouest (cf. fig. 3.70, carte des ammonoïdes). Les taxons du Crétacé représentent presque 60% des ammonoïdes inventoriés.

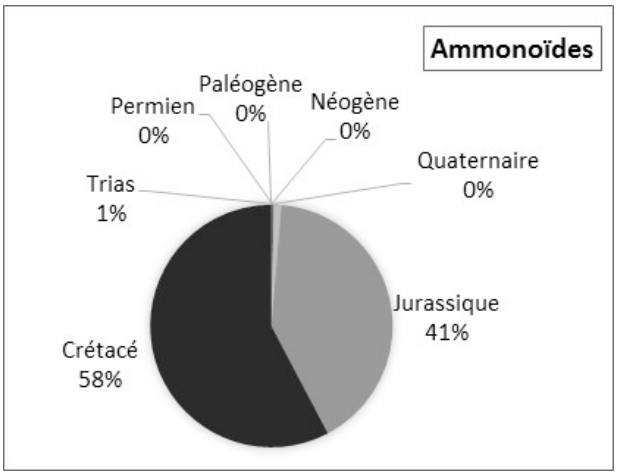


Figure 3.67 Distribution relative des ammonoïdes dans les périodes géologiques, à Madagascar. Voir Annexe 4.7 pour les données brutes.

La figure 3.68 montre l'évolution de la diversité spécifique des ammonoïdes relativement aux autres espèces fossiles de Madagascar.
Les ammonoïdes sont parmi les groupes directeurs de l'évolution générale de la paléobiodiversité inventoriée à Madagascar car leur diversité, avec celle des autres mollusques, détermine le mode/pic des espèces au Mésozoïque. Les deux courbes sont sensiblement parallèles jusqu'à la fin du Mésozoïque, au-delà de laquelle le groupe n'existe plus, bien sûr.

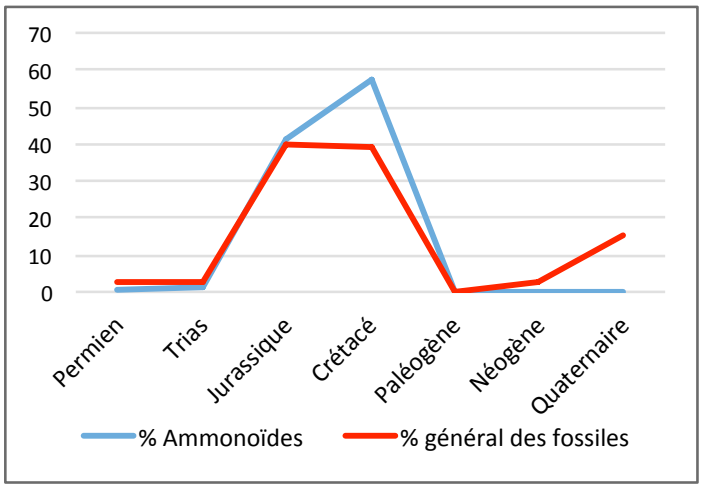


Figure 3.68 Répartition temporelle comparée des ammonoïdes et de l'ensemble des espèces fossiles identifiées à Madagascar (%). En bleu : ammonoïdes (1638 espèces) ; en rouge : total des fossiles (3470 espèces). Voir Annexe 4.7 pour les données brutes.

- Distribution géographique, milieux et climats et sites

La figure 3.69 montre la distribution numérique des espèces d'ammonoïdes dans les grands bassins sédimentaires de Madagascar.

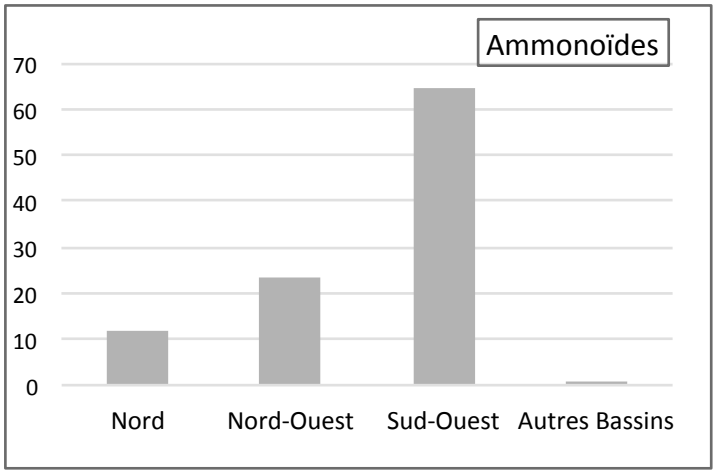


Figure 3.69 Distribution des ammonoïdes dans les bassins sédimentaires de Madagascar. Voir Annexe 4.7 pour les données brutes.

Au Permo-Trias, les ammonoïdes sont peu nombreux, en raison de la position paléogéographique de l'île, encore rattachée au Gondwana (cf. fig. 1.24). La plupart des ammonoïdes proviennent des dépôts du Jurassique et du Crétacé, où ils s'étendent à tout le pourtour de l'Île. Certaines espèces ont des noms qui rappellent l'Inde ou l'Asie (*Calliphylloceras malayanum, Gaudryceras madraspatanum, Diplomoceras indicum, Mantelliceras agrawali, M. indianense, Sharpeiceras indicum, Anapachydiscus deccanensis, Lemuroceras* spp., *Acanthodiscus asiaticus*, *Choffatia* spp., *Orionoides indicus, Aulacosphinctoides* spp., *Parawedekindia* spp., *Peltoceras* spp., *Peltoceratoides choffati, Sivajiceras* spp.) : elles marquent l'époque de la scission de la Lémurie, quand elles se sont déposées de part et d'autre du bras de mer intermédiaire entre Madagascar et le subcontinent indien.

La bathymétrie peut être déduite de la morphologie de la coquille de certaines espèces, dont l'on peut supposer que certaines étaient plutôt benthiques, tandis que d'autres vivaient en pleine eau. Les associations fauniques peuvent aussi donner des renseignements sur les milieux de vie.

- Critique des données

Ce groupe est celui qui a été le plus étudié, tant dans la quantité des taxons, que dans le temps : les ammonites sont en effet bien conservées, ce sont des fossiles stratigraphiques de choix, et elles se prêtent facilement aux collections. La collection COLLIGNON est, à juste titre, la fierté de l'université de Dijon, tandis que ses manuscrits sont conservés au Muséum d'Histoire Naturelle de Nice. La systématique des ammonoïdes n'est pas fixée, et certaines déterminations de COLLIGNON ont depuis été remises en question. Cependant, on ne peut qu'être admiratif devant l'œuvre accomplie.

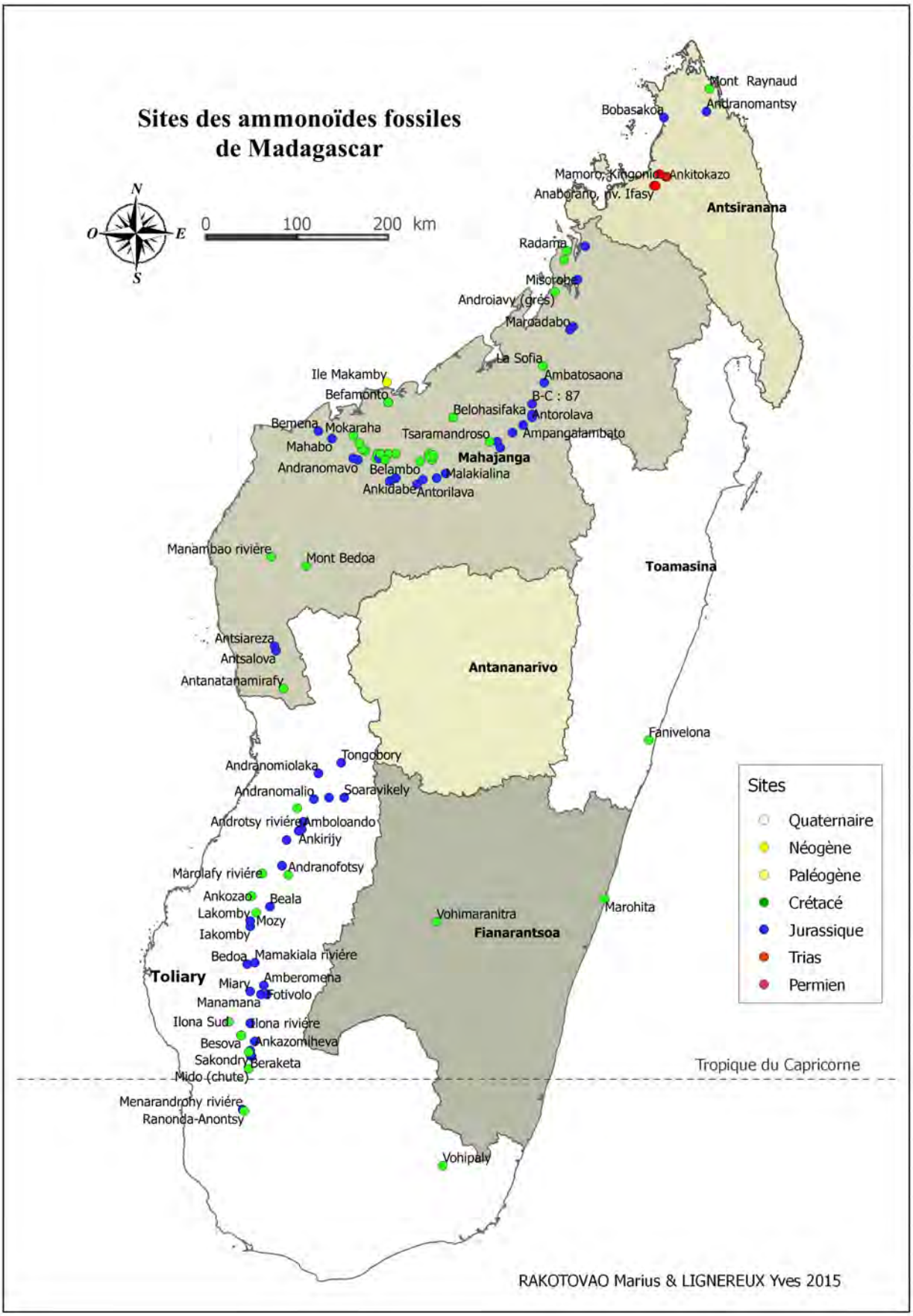


Figure 3.70 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des ammonoïdes.
Pour plus de détails, voir Annexes 2 et 4.7.

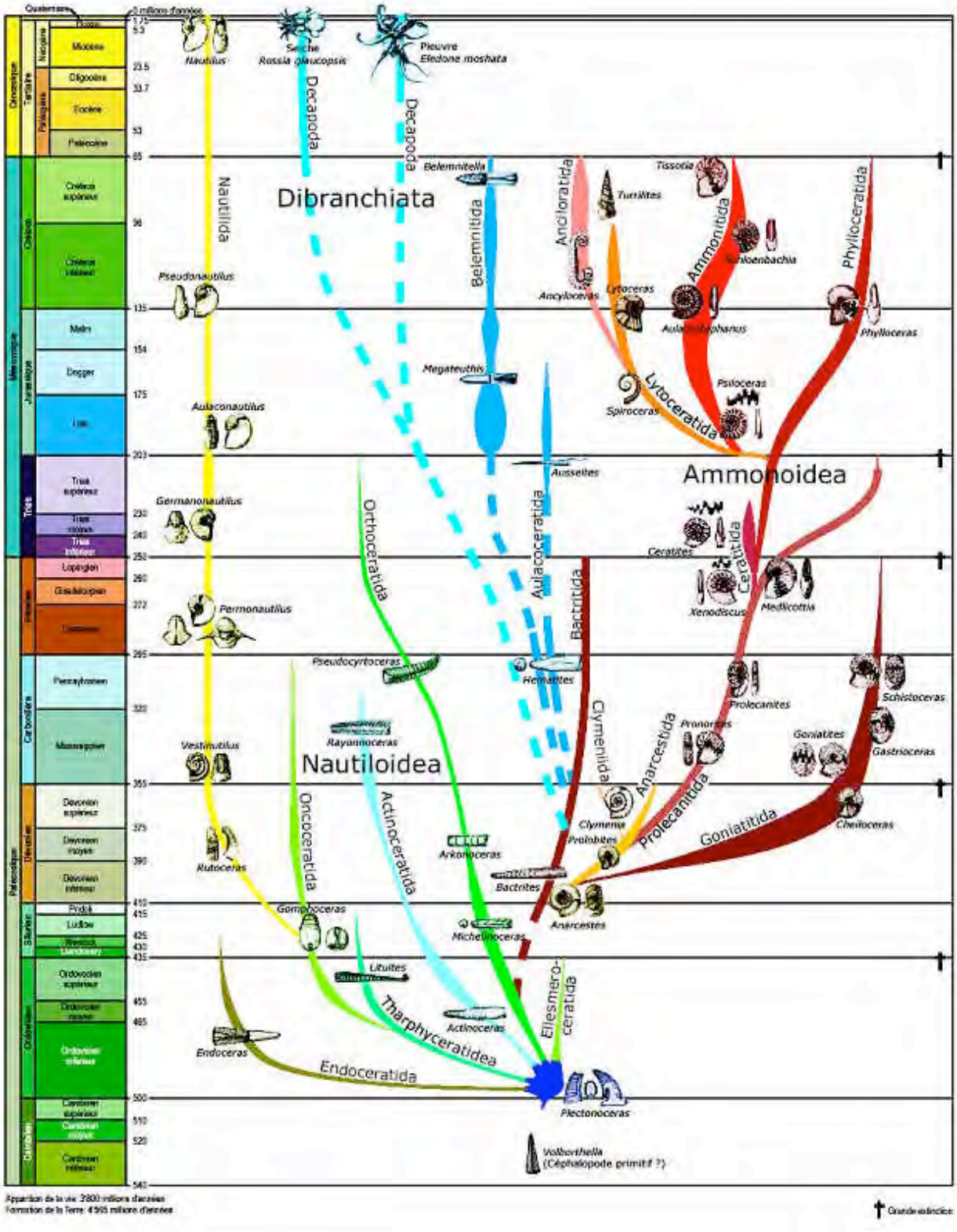


Figure 3.71 Arbre phylogénétique schématique des céphalopodes.
Source : GENOUD, *in* S. ANSERMET (2007).

3.2.8.2.b.- Nautiloïdes

Les nautiloïdes forment un groupe diversifié au Paléozoïque (Plectronoceratoidea, Endoceratoidea, Actiniceratoidea et Oncoceratoidea ; fig. 3.69) ; au Mésozoïque, il n'en subsiste que deux lignées, les Orthoceratida et les Nautilida.

Les nautiloïdes du Permo-Trias du Nord ont été publiés par VAILLANT-COUTURIER TREAT (1933). Au Paléogène, un seul taxon a été identifié, *Hercoglossa majungaensis* (OBATA & KANIE, 1979), et au Néogène, le genre *Aturia* (COLLIGNON & COTTREAU, 1927). La plupart des taxons fossiles sont datés du Mésozoïque.



Figure 3.72 *Hercoglossa danica*, une espèce non malgache,
mais qui montre la vaste répartition d'un taxon océanique.
http://media.eol.org/content/2013/11/30/18/37544_orig.jpg Mary Wade, 1988

Les nautiloïdes fossiles de Madagascar figurent au tableau de l'Annexe 4.7 (céphalopodes).

- Inventaire taxonomique (Annexe 4.7)

Les Orthoceratida ne sont représentés que par un seul taxon, *Orthoceras* sp., dans le Permien du Nord (Sakoa d'Ankitokazo).

Les Nautilida appartiennent à deux superfamilles, les Clydonautilaceae et les Nautilaceae.
Les Clydonautilaceae (famille des lirocératidés) sont signalés au Permien dans le Nord.
Les Nautilaceae sont présents du Permien à l'actuel : les nautilidés du Permien au Néogène, les pseudonautilidés au Jurassique, les paracénocératidés au Jurassique et au Crétacé, les cymatocératidés au Crétacé et les hercoglossidés au Crétacé et au Paléogène. Aucun spécimen subfossile n'a été signalé à notre connaissance, alors que ce groupe, qui a compté 300 espèces fossiles, est toujours actuel avec les 6 espèces du genre *Nautilus*.

- Importance relative des nautiloïdes selon les périodes géologiques

La figure 3.73 montre l'évolution de la diversité numérique du groupe dans le temps.

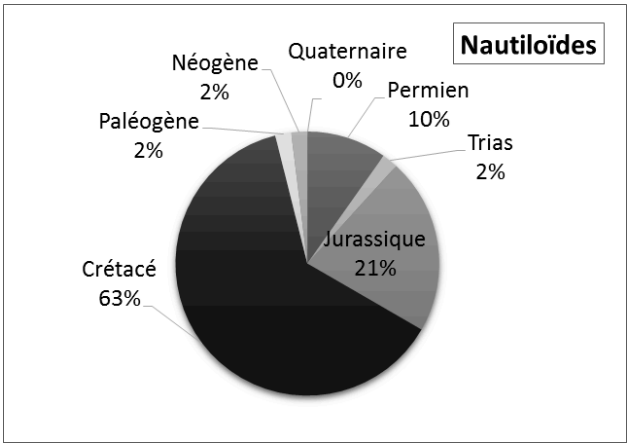


Figure 3.73 Distribution relative des nautiloïdes dans les périodes géologiques, à Madagascar. Voir Annexe 4.7 pour les données brutes.

La figure 3.74 montre l'évolution numérique du groupe relativement à celle de l'ensemble des taxons fossiles à Madagascar.

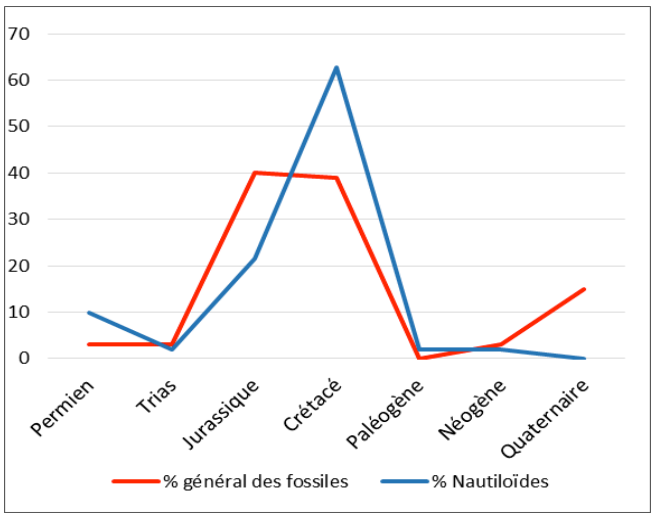


Figure 3.74 Répartition temporelle comparée des nautiloïdes et de l'ensemble des espèces fossiles identifiées à Madagascar (%). En bleu : nautiloïdes (45 espèces) ; en rouge : total des fossiles (3470 espèces). Voir Annexe 4.7 pour les données brutes.

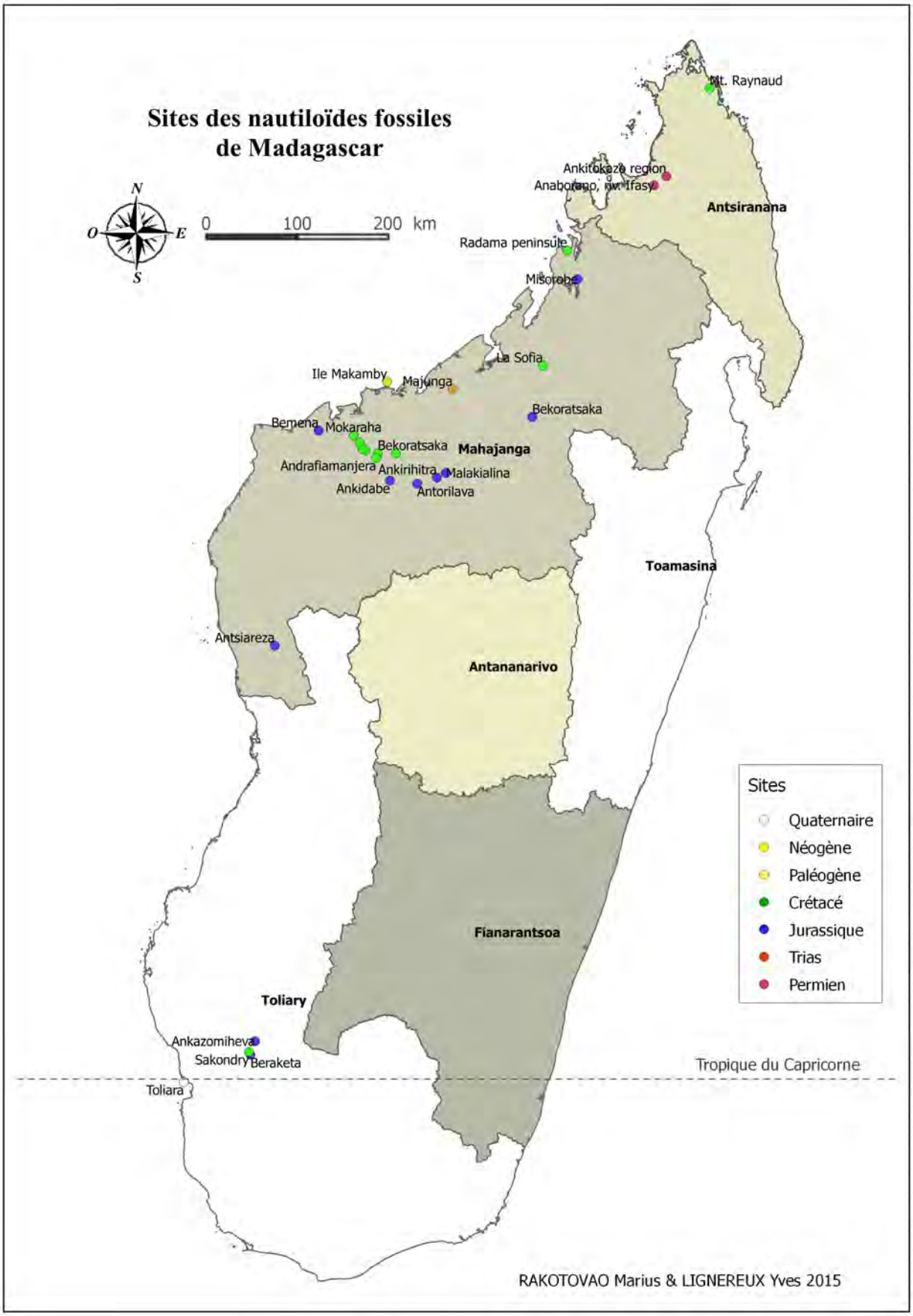


Figure 3.75 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des nautiloïdes.
Pour plus de détails, voir Annexes 2 et 4.7.

- Distribution géographique, milieux et climats, sites

Les taxons sont relativement peu nombreux, mais leur distribution est vaste (fig. 3.76) : ces animaux étaient largement répartis dans les mers de leur époque, attestant ainsi de leur grande mobilité (mobilité active circadienne et soumission aux courants marins).

La figure 3.75 montre la distribution numérique des nautiloïdes dans les grands bassins sédimentaires de Madagascar.

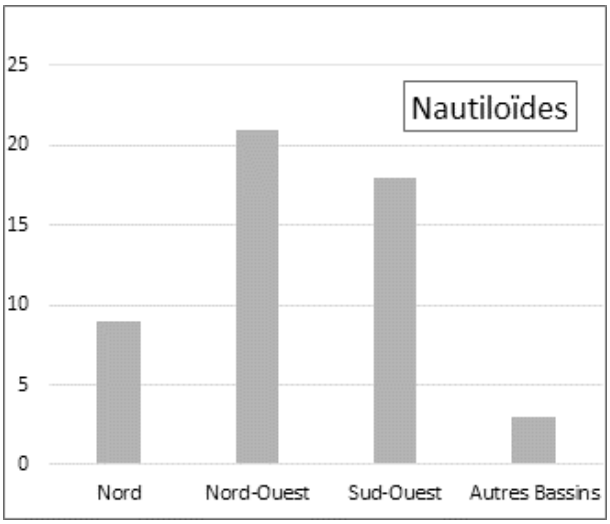


Figure 3.76 Distribution (%) des nautiloïdes fossiles dans les bassins sédimentaires de Madagascar. Voir Annexe 4.7 pour les données brutes.

La fig. 3.75 (carte) montre la distribution géographique des nautiloïdes à Madagascar.

- Critique des données

Les nautiles existent depuis le Paléozoïque. Comme tous les autres fossiles marins, ils ne sont présents à Madagascar que depuis le Permien, mais aucun site n'a encore livré de fossiles quaternaires, ce qui illustre encore la faiblesse du registre fossile marin correspondant.



Figure 3.76a *Cymatoceras sakalavum*. Exemplaire mis en vente sur Internet et provenant du Crétacé du pays Sakalave (région de Majunga).
http://www.lithologia.com/CYMATOCERAS-SAKALAVUS-nautile-a-vendre-cbhaaacea.asp

3.2.8.2.c.- **Bélemnoïdes (bélemnites)**

Les bélemnoïdes forment avec les octopodes et les décapodes (poulpes et calmars), le groupe des coléoïdes, dont le manteau en « fourreau » (κολεον) contient et protège les viscères.
Ces céphalopodes ressemblaient à des calmars, mais avec un rostre minéral (fait d'aragonite et/ou de calcite) dépassant du manteau à l'arrière (βέλεμνον : flèche, en grec). Ce rostre, dit-on, « servait à équilibrer l'animal dans ses déplacements » : nous pensons plutôt que son poids devait rendre la statique et la dynamique de ces animaux assez différentes de celle des calmars.

Les bélemnites ont en premier lieu été étudiées par d'ORBIGNY (1847), BLANFORD (1861) et, pour Madagascar, par BAISERIE (1930) et COMBEMOREL (1988). Selon ce dernier auteur, les bélemnites ne sont présentes à Madagascar qu'au Jurassique.
Nous reprenons ici les travaux de COMBEMOREL (1988, 35) : les bélemnites qu'il a étudiées proviennent toutes des collectes de COLLIGNON, HOURCQ, HIRTZ, SAINT-OURS et de la SPM (Société des Pétroles de Madagascar).

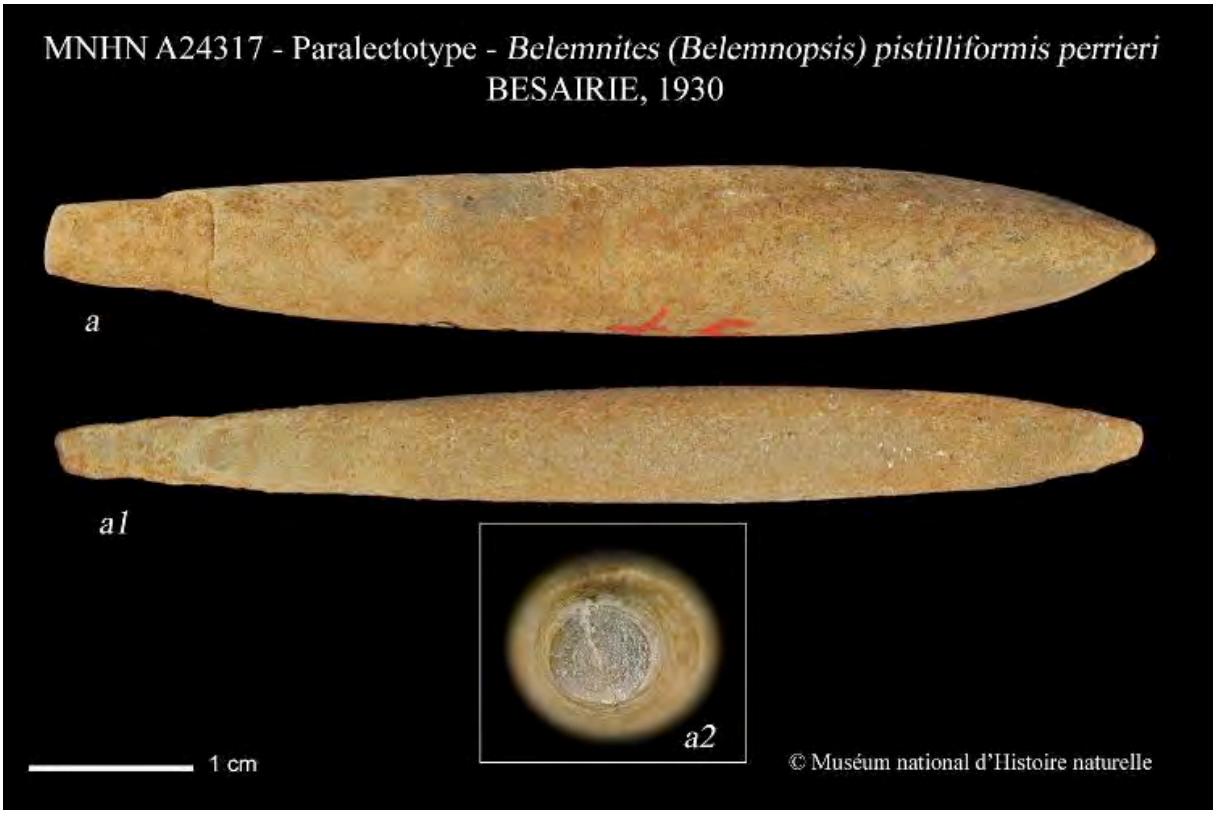


Figure 3.77 *Belemnites* (*Belemnopsis*) *pistilliformis perrieri* (BESAIRIE, 1930), une espèce du Crétacé inférieur (Hauterivien) de Betioky (Lagniro, Sud-Ouest de Madagascar). http://transtyfipal.u-bourgogne.fr/

La classification phylogénétique des bélemnites n'est pas arrêtée ; nous reprenons celle de Systema Naturae 2000 (http://sn2000.taxonomy.nl/Main/Classification/158420.htm) et de Tree of Life (http://tolweb.org/Coleoidea/19400), consultées le 17 février 2015, et celle de COMBEMOREL (1988) (tableau 3.14).

└──o **Coleoidea**
  ├──o † **Belemnoidea**
  │ ├──**o** Aulacocerida
  │ ├──o Phragmoteuthida
  │ ├──**o Belemnitida**
  │ │ ├──o Belemnitida incertae sedis
  │ │ └──o Belemnopseina (**dicoelitidés**, **bélemnopséidés**, **duvaliidés**)
  │ ├──o Diplobelida
  │ └──o Belemnoteuthina
  └──o Neocoleoidea
    ├──o Octopodiformes
    └──o Decapodiformes

Tableau 3.14 Classification phylogénétique des Coleoidea.
En gras, taxons présents dans le registre fossile de Madagascar.

- Inventaire taxonomique

COMBEMOREL (1988) a étudié 43 taxons, regroupés dans trois familles (dicoélitidés, bélemnopséidés, duvaliidés) plus un groupe *incertae sedis*. Nous avons trouvé d'autres taxons sur les sites Fossilworks et GBIF, mais les synonymies contribuent à brouiller les pistes. Ainsi le « genre » *Belemnites* se trouve éclaté dans plusieurs genres différents : *Rhopaloteuthis (R. oldhamianus), Belemnopsis (B. latesulcatus, B. calloviensis)* ou encore *Dicoelites (D. challinori*) ; et genre *Belemnopsis* a aussi pour synonyme *Hibolites (B. sive H. latesulcatus)*. COMBEMOREL (1988 : 60) a reconnu la présence à Madagascar de la famille des dicoélitidés, et dissipé la confusion entre *Dicoelites challinori* (dicoélitidé) et *Belemnopsis tanganensis* (bélemnopséidés). Voir le tableau de l'Annexe 4.7, céphalopodes (bélemnoïdes).

- Importance relative du groupe selon les périodes
Les bélemnites ne sont présentes à Madagascar qu'au Jurassique. Elles sont apparues au Bathonien et ont disparu au Tithonien selon COMBEMOREL (1988).

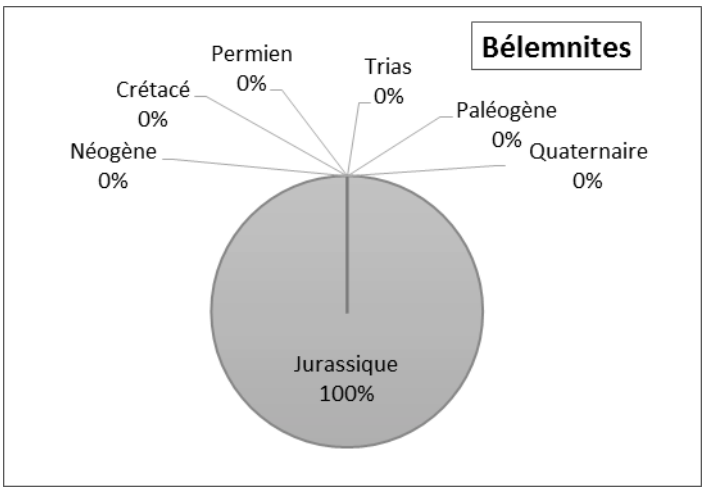


Figure 3.78 Distribution relative des bélemnoïdes dans les périodes géologiques, à Madagascar. Voir Annexe 4.7 pour les données brutes.

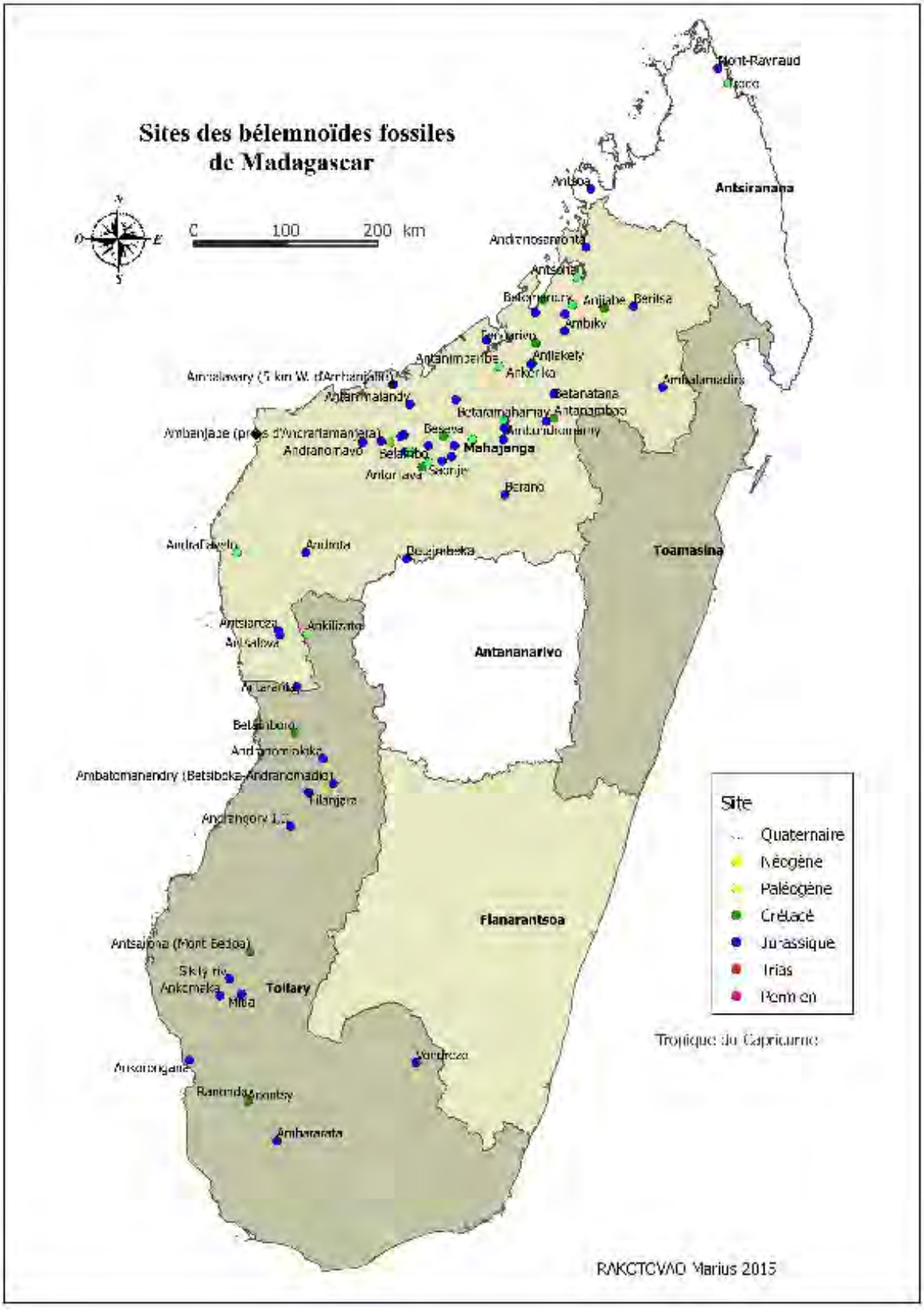


Figure 3.79 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des bélemnoïdes, d'après COMBEMOREL (1988). Pour plus de détails, voir Annexes 2 et 4.7.

La figure 3.80 montre l'évolution quantitative du groupe comparée à celle de l'ensemble des fossiles identifiés à Madagascar.
Leur présence exclusivement restreinte au Jurassique ne fait qu'augmenter le pic déjà enregistré pour cette période.

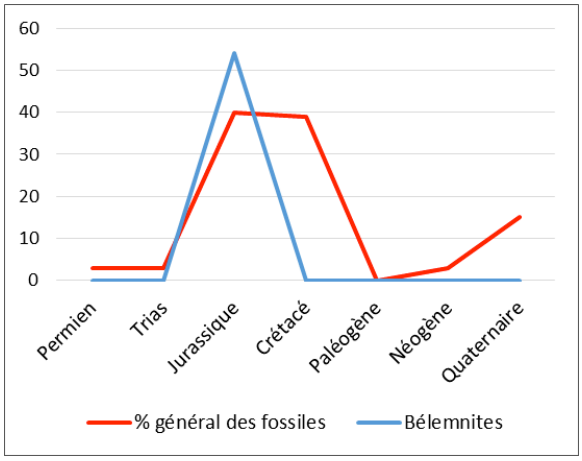


Figure 3.80 Répartition temporelle comparée des bélemnoïdes et de l'ensemble des espèces fossiles identifiées à Madagascar (%). En bleu : bélemnoïdes (63 espèces) ; en rouge : total des fossiles (3470 espèces). Voir Annexe 4.7 pour les données brutes.

- Distribution géographique, milieux et climats, sites

Les bélemnites étaient des animaux très mobiles, largement dispersés dans les dépôts jurassiques de l'Île : 77 sites malgaches en contiennent, distribués du Nord au Sud de l'Île. Certains taxons, dénommés d'une manière sur certains sites par tel auteur, le sont d'une autre manière ailleurs, par d'autres auteurs (*e.g. Belemnites calloviensis*).
La figure 3.81 montre la fréquence du groupe dans chacun des trois grands bassins sédimentaires : le Bassin de Morondava, le plus vaste, est le mieux pourvu.

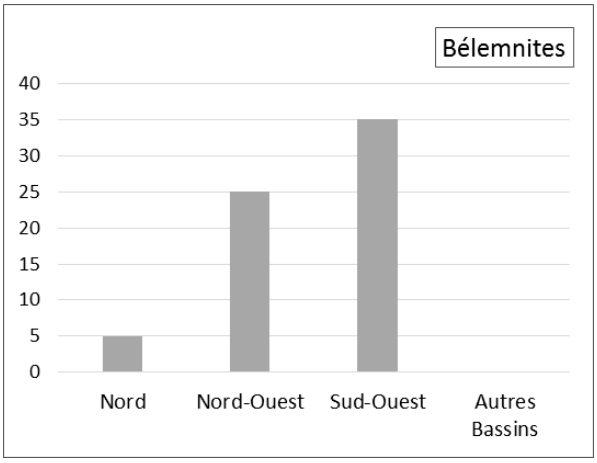


Figure 3.81 Distribution des bélemnoïdes fossiles dans les bassins sédimentaires de Madagascar. Voir Annexe 4.7 pour les données brutes.

La figure 3.79 (carte) montre la distribution des bélemnoïdes à Madagascar, d'après COMBEMOREL (1988).

- Critique des données
COMBEMOREL (1988) affirme que le groupe n'est présent qu'au Jurassique, tandis que COLLIGNON (1929) avait signalé *Belemnites (Hibolites) ultimus* et *B. stilus* au Crétacé (Cénomanien d'Antsiranana) : la question mériterait d'être approfondie.

3.2.9.- Arthropodes

Les (pan)arthropodes sont, parmi les cuticulates qui muent (ecdysozaires), le groupe frère des introvertés (vers à trompe : nématozoaires et céphalorhynques) (LECOINTRE & LE GUYADER, 2014).
Ce groupe se fossilise plus ou moins facilement selon les milieux de vie : les espèces aquatiques peuvent être conservées dans une gangue sédimentaire, alors que les espèces terrestres, plus soumises aux aléas de la conservation différentielle, se fossilisent moins ; quant aux espèces parasites, nombreuses chez les céphalorhynques, leur fossilisation est exceptionnelle sinon nulle.
Nous distinguerons les arthropodes aquatiques (essentiellement, les crustacés), et les terrestres (essentiellement les arachnides et les insectes).

Les arthropodes existent au moins depuis le Cambrien et possèdent trois grandes divisions : les trilobites, les chélicériformes (essentiellement, les arachnides) et les mandibulates (myriapodes et pancrustacés, essentiellement crustacés et insectes).

Ce phylum se retrouve à Madagascar dans les premiers dépôts sédimentaires, dès le Permien. Les arthropodes fossiles malgaches sont dominés par les ostracodes (crustacés), on y trouve d'autres crustacés (malacostracés), des arachnides et des insectes. Ces fossiles sont connus par leur cuticule, leurs articles, et parfois par leurs empreintes, pattes et ailes.

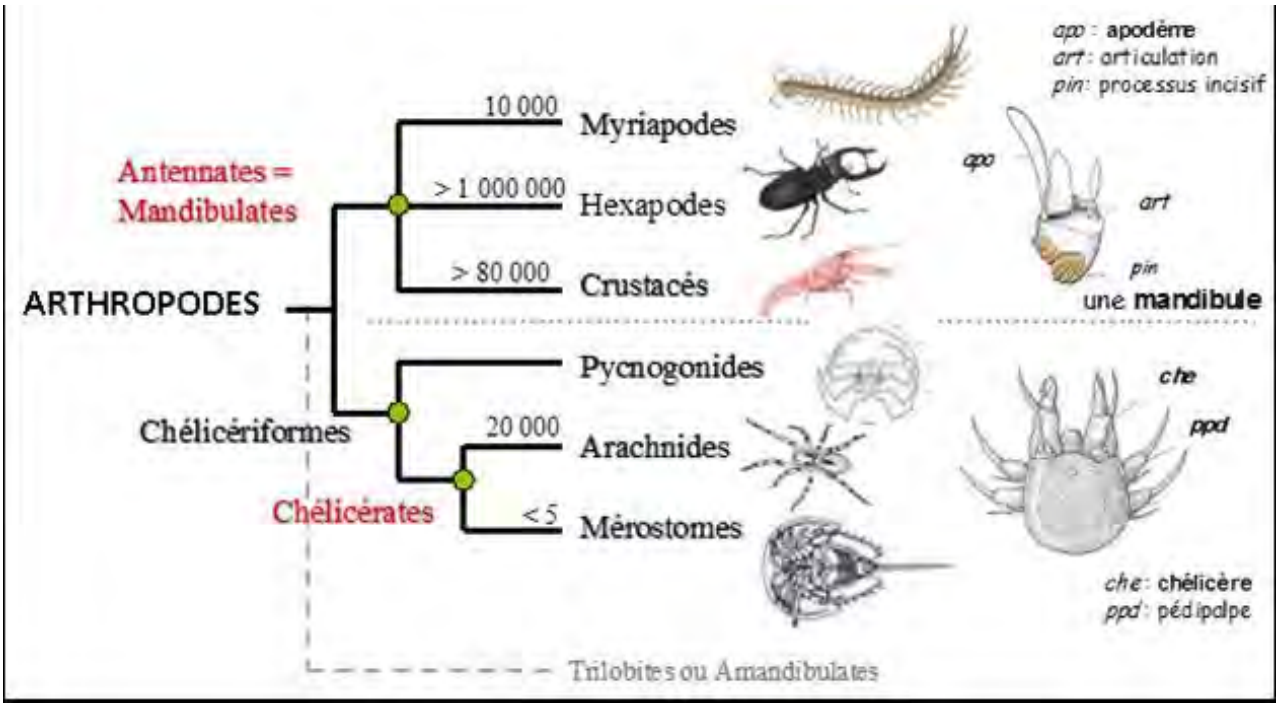


Figure 3.82 Classification phylogénétique simplifiée des euarthropodes
(source : Bruno GUINAND, http://mon.univ-montp2.fr/claroline/course/index.php?cid=GLBE401)

3.2.9.1.- Crustacés

Ce sont, pour l'essentiel, des arthropodes aquatiques. Ils comprennent plusieurs groupes mais seuls les ostracodes et les malacostracés ont laissé des fossiles à Madagascar, au nombre de 129 espèces réunies dans 61 genres.
Les **ostracodes** existent depuis l'Ordovicien (et peut-être le Cambrien) et évoluent encore aujourd'hui ; ce sont des organismes marins, d'eau douce ou saumâtre, (sub)microscopiques à macroscopiques (0,5 à 50 mm) ; ils sont caractérisés par leur carapace calcaire (ὄστρακον : coquille, en grec) qui subsiste dans les sédiments où elle se fossilise, et dont la morphologie est à la base de la classification. Ces microfossiles sont très importants en stratigraphie (BIGNOT, 1982). RAFARA (1990) en a fait une synthèse pour la région de Mahajanga, dans le sillage des travaux de GREKOFF (1963, 1979) et ouvrant à ceux de BABINOT *et al*. (2009) pour la région de Diégo : les publications sont rares et donc précieuses.
Les classifications des paléontologues et des zoologistes diffèrent, en raison des caractères disponibles : la carapace pour les paléontologues, l'ensemble du corps pour les zoologistes : nous avons utilisé principalement deux sites, Fossilworks (http://fossilworks.org/?a=home#) et World Ostracoda Database (http://www.marinespecies.org/ostracoda/index.php) et accessoirement Cypris (www.irgo.uni-koeln.de/index.php/cypris/past-issues/15-cypris-2002-4/112-2004-newtaxa) (http://sylvie.crasquin.free.fr/Ostracodes.htm).

- Inventaire taxonomique

La classe des ostracodes comprend trois sous-classes, les Paleocopa ou Paleocopida (paléozoïques et sans surprise absentes de Madagascar), les Myodocopa et les Podocopa, tous deux encore actuelles ; une sous-classe Ostracoda *incertae sedis* est aussi considérée, compte tenu des irrésolutions taxonomiques.
Les Myodocopa ne sont représentées que par le genre *Polycope*, dans le Crétacé de la région de Mahajanga. Entre les Myodocopa et les Podocopa se retrouvent les *incertae sedis*, avec les genres *Amicytheridea, Australophocythere, Ektyphocythere, Fastigatocythere* (*Lophocythere*), *Tickalaracythere* et *Trichordis*, du Crétacé de l'Ouest de Madagascar. Les Podocopa comprennent plusieurs "ordres" (désinence "-ida"), les Metacopida, les Platycopida et les Podocopida *incertae sedis* et les Podocopida (World Ostracoda Database, consulté le 20 août 2014). À Madagascar, on rencontre, au Jurassique et au Crétacé, des Platycopida (une famille, les cythérellidés) et des Podocopida (13 familles) et, au Néogène, une seule famille de Podocopida, les Hémicythéridés (tableau en Annexe 4.8).

Les crabes et les crevettes (**malacostracés**) sont présents à Madagascar dès le Trias inférieur, avec *Ambilobeia* et *Ifasya*, des pénéidés (famille des crevettes). On les retrouve ensuite au Crétacé, avec les genres *Hoploparia, Palaeohomarus*, des néphropidés (famille du homard) et l'érymidé *Enoploclytia* (une sorte d'écrevisse fossile) et au Néogène, avec *Achelous portunus* (un crabe).

- Importance relative des crustacés selon les périodes géologiques

Au Trias dans la partie Nord de Madagascar, des fossiles de malacostracés (*Ambilobeia karojoi*) indiquent la présence d'un bras de mer, preuve de l'existence d'une ouverture océanique dans cette région à cette période. Au Jurassique, les ostracodes sont dominants, il n'y a pas de malacostracés (2/3 des espèces), au Crétacé, les ostracodes sont encore nombreux. Le Tertiaire et le Quaternaire sont très pauvres en fossiles de crustacés (fig. 3.83).

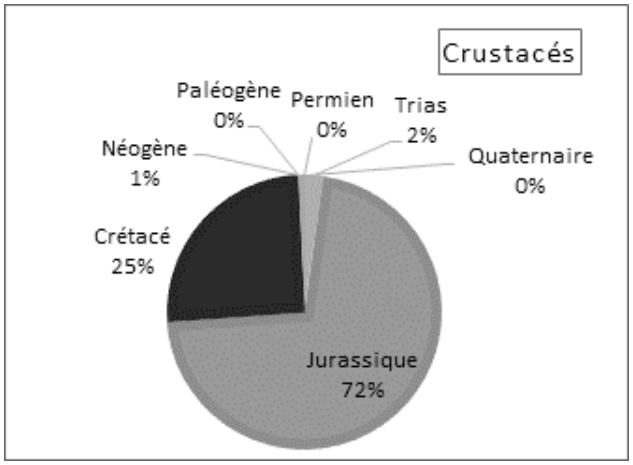


Figure 3.83 Distribution relative des crustacés dans les périodes géologiques, à Madagascar. Voir Annexe 4.8 pour les données brutes.

La figure 3.84 montre l'évolution numérique comparée des crustacés et de l'ensemble des fossiles malgaches. Les courbes sont concordantes, avec un pic au Jurassique.

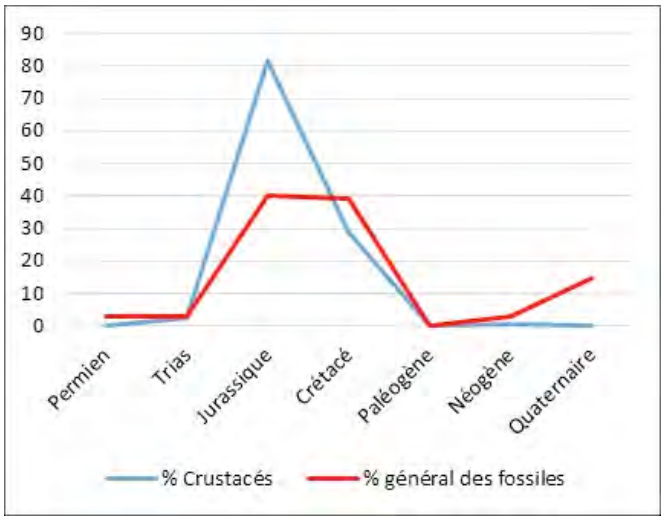


Figure 3.84 Répartition temporelle comparée des crustacés et de l'ensemble des espèces fossiles identifiées à Madagascar (%). En bleu : crustacés (129 espèces) ; en rouge : total des fossiles (3470 espèces). Voir Annexe 4.8 pour les données brutes.

Avec 129 espèces, les ostracodes représentent plus de 80% des espèces d'arthropodes fossiles.

- Distribution géographique, milieux et climats, sites

Dans le Nord, les sites du Trias, Ambarakaratra, Mamoro-Kingonia et Bobasatra, ont livré des malacostracés.
Dans la région nord-ouest, la plupart des sites sont datés du Crétacé. À partir de Bérivotra en direction du Sud-Ouest, les couches maastrichtiennes de la formation Maevarano possèdent plusieurs sites dont les fossiles, foraminifères, gastéropodes, bivalves et céphalopodes témoignent du caractère marin (Ambarimaninga).
Dans le bassin Sud-Ouest, ce sont les sites du Jurassique qui sont les plus nombreux. Ainsi se dessine une progression paradoxale qui va du Nord au Sud-Ouest puis « remonte » au

Nord-Ouest. Cela est dû aux recherches minutieuses menées dans cette dernière région en raison de la présence de dinosaures (par ex. KRAUSE, 2000 ; KRAUSE *et al*., 2003).

Les associations de faunes et de flores permettent de reconstituer les milieux, et de dire si certaines espèces fossiles peuvent être considérées comme étant d'eau douce, d'eau salée ou encore saumâtre. La présence d'espèces continentales et marines dans des sites voisins montre que la côte était proche. Voir le chapitre 4 sur les sites à valoriser.

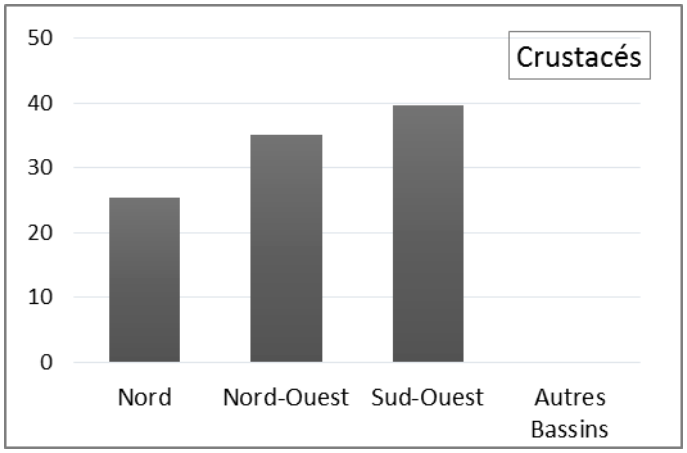


Figure 3.85 Distribution des crustacés fossiles dans les bassins sédimentaires de Madagascar. Voir Annexe 4.8 pour les données brutes.

La carte de la figure 3.86 montre la distribution géographique des crustacés à Madagascar.

- Critique des données

Les données sont incomplètes, et hétérogènes : le Jurassique est privilégié du fait de recherches d'autres taxons emblématiques, comme les dinosaures, dans le bassin de Mahajanga.

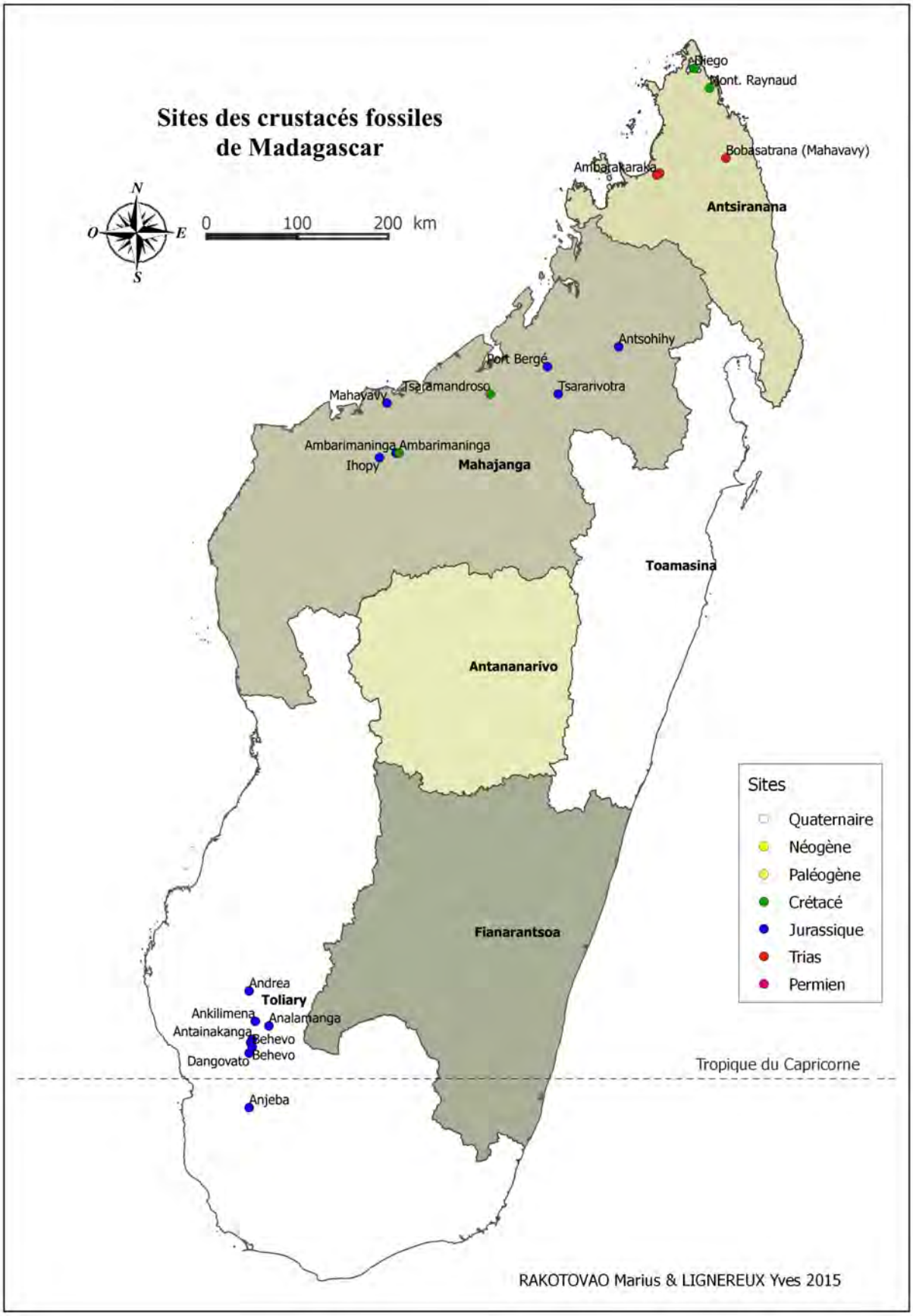


Figure 3.86 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des crustacés.
Pour plus de détails, voir Annexes 2 et 4.8.

3.2.9.2.- Arthropodes terrestres

Les arthropodes terrestres fossilisés à Madagascar sont les arachnides (chélicérates) et les insectes (mandibulates sans les crustacés)

Les insectes et les arachnides, environ 60 espèces, représentent à peine 2 % des fossiles inventoriés à Madagascar. Le registre fossile de Madagascar ne comporte aucun trilobite. Les insectes permiens gondwaniens se rencontrent aussi en Australie, en Inde, en Afrique et en Amérique du Sud (PINTO & DE ORNELLAS, 1978). La découverte de deux insectes au Crétacé n'a pu se faire qu'à la faveur de celle de dinosaures (ROBERTS *et al*., 2007), dans le bassin de Mahajanga. Les insectes décrits dans cet article appartiennent aux groupes actuels, mais ils sont de dimensions plus importantes que leurs représentants actuels.
Ils se distribuent dans tous les bassins sédimentaires. A notre connaissance, aucune base de données générales n'est disponible pour les arthropodes.

- Inventaires des taxons (arthropodes terrestres)

Les arthropodes sont connus depuis le Permien à Madagascar : ce sont des insectes ; mais la plupart (92 %) des taxons sont du Quaternaire.
Les insectes sont présents depuis le Permien, dans le Nord et le Sud de l'île (*Elatra*, *Narkemina* et *Permoraphidia*). Deux genres (*Cubiculum* et *Osteocallis*) sont connus aussi au Crétacé, mais seulement par les traces qu'ils ont laissées sur des ossements de dinosaures : ils sont donc *incertae sedis*.
On connaît des coléoptères (curculionidés) au Néogène et au Quaternaire.
Le Quaternaire, est la pleine époque des insectes, et de nombreux ordres y sont connus : coléoptères, diptères, hyménoptères et névroptères, dans le Nord de l'île.
Des araignées et des scorpions ont été retrouvés emprisonnés dans les ambres quaternaires du bassin du Nord : ils appartiennent à presque autant de familles (22) que d'espèces (voir tableau en Annexe 4.9 : arthropodes).

- Importance relative des arthropodes terrestres selon les périodes géologiques

Les insectes, dont l'extension va du Permien au Quaternaire, ont la plus large répartition géographique, dans les trois grands bassins de l'île ; les arachnides se concentrent dans le Quaternaire du Nord (fig. 3.87).

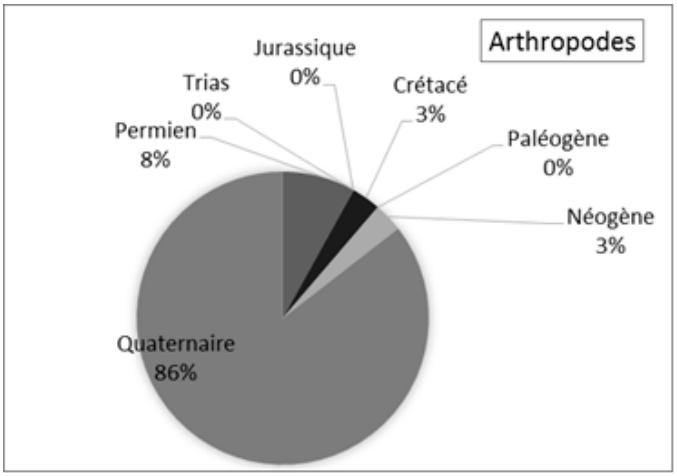


Figure 3.87 Distribution relative des arthropodes terrestres dans les périodes géologiques, à Madagascar. Voir Annexe 4.9 pour les données brutes.

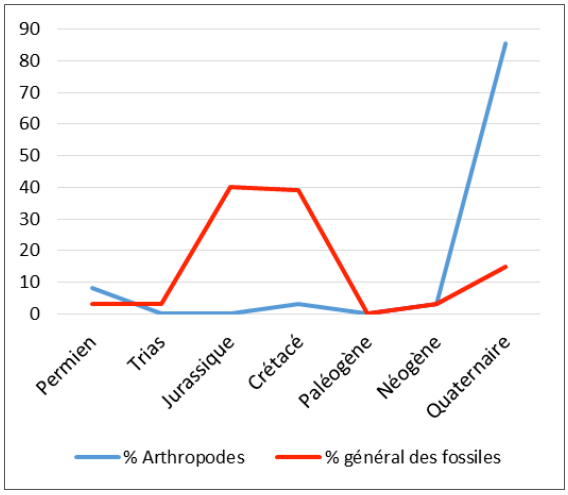


Figure 3.88 Répartition temporelle comparée des arthropodes terrestres et de l'ensemble des espèces fossiles identifiées à Madagascar (%). En bleu : arthropodes terrestres (60 spp.) ; en rouge : total des fossiles (3470 espèces). Voir Annexe 4.9 pour les données brutes.

Les courbes de diversité générale et des arthropodes terrestres sont discordantes : le pic mésozoïque (diversité générale) est remplacé par un autre pic (quaternaire : arthropodes terrestres) qui détermine la légère remontée de la courbe générale.

- Distribution géographique, milieux et climats, sites

La plupart des fossiles proviennent du Nord de l'Île (fig. 3.89).
Les fossiles du Permien *Elatra* et *Narkeminia* ont été retrouvés dans le Sud-Ouest, au fond de vallées fluviales (Mavonono et Andranomanintsy). *Narkemnina* sp. et *Permoraphidia* l'ont été dans la région d'Ankitokazo au Nord de Madagascar, dans la Sakamena marine (Paleobiology Database, consulté le 17 février 2015) : ces mentions posent question.

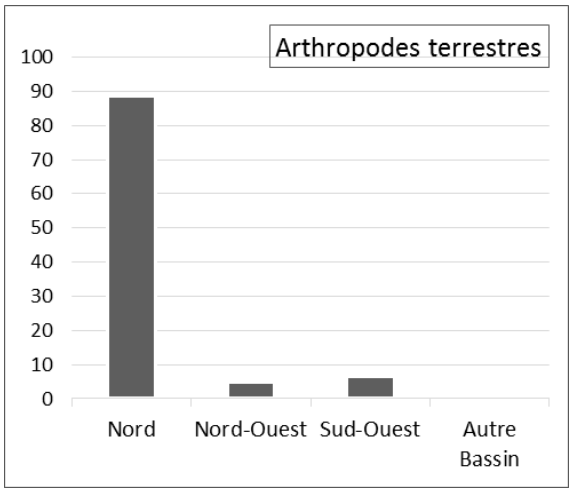


Figure 3.89 Nombre (%) d'espèces fossiles d'arthropodes terrestres par bassin sédimentaire, à Madagascar. Voir Annexe 4.9 pour les données brutes.

Les sites du Permien sont au Nord et au Sud de l'île, ceux du Crétacé au Nord-Est dans le Bassin de Mahajanga (Berivotra ; voir sites à valoriser du Crétacé), dans la formation de Maevarano (Maastrichtien). Les sites quaternaires sont tous localisés dans le Nord, où la plupart des fossiles ont été trouvés dans de l'ambre (Montagne d'Ambre et copal de Madagascar).

La carte de la figure 3.91 montre la distribution géographique des arthropodes terrestres à Madagascar.

- Critique des données

Aucun arthropode terrestre fossile n'est connu au Trias, au Jurassique ni au Paléogène. Ce n'est bien sûr pas dû à la disparition de ces animaux à ces périodes, mais à des lacunes dans leur registre fossile.
Le groupe existe depuis le Paléozoïque, mais c'est au Crétacé (par ex. ROBERTS *et al*., 2007) et surtout au Quaternaire (BERVOETS, 1990 ; WUNDERLICH, 2004) qu'il est le mieux documenté. De nouvelles recherches doivent être entreprises pour connaître l'évolution et l'extension réelles de ce groupe passionnant.



Figure 3.90. Insecte et arachnide fossiles de Madagascar inclus dans l'ambre provenant du Nord de Madagascar (~2 millions d'années ; GEIRNAERT, 2002).
À gauche : *Archaerrhyncha*, hémiptère fulgomorphe nogodinidé.
À droite : araignée salticidé mâle.

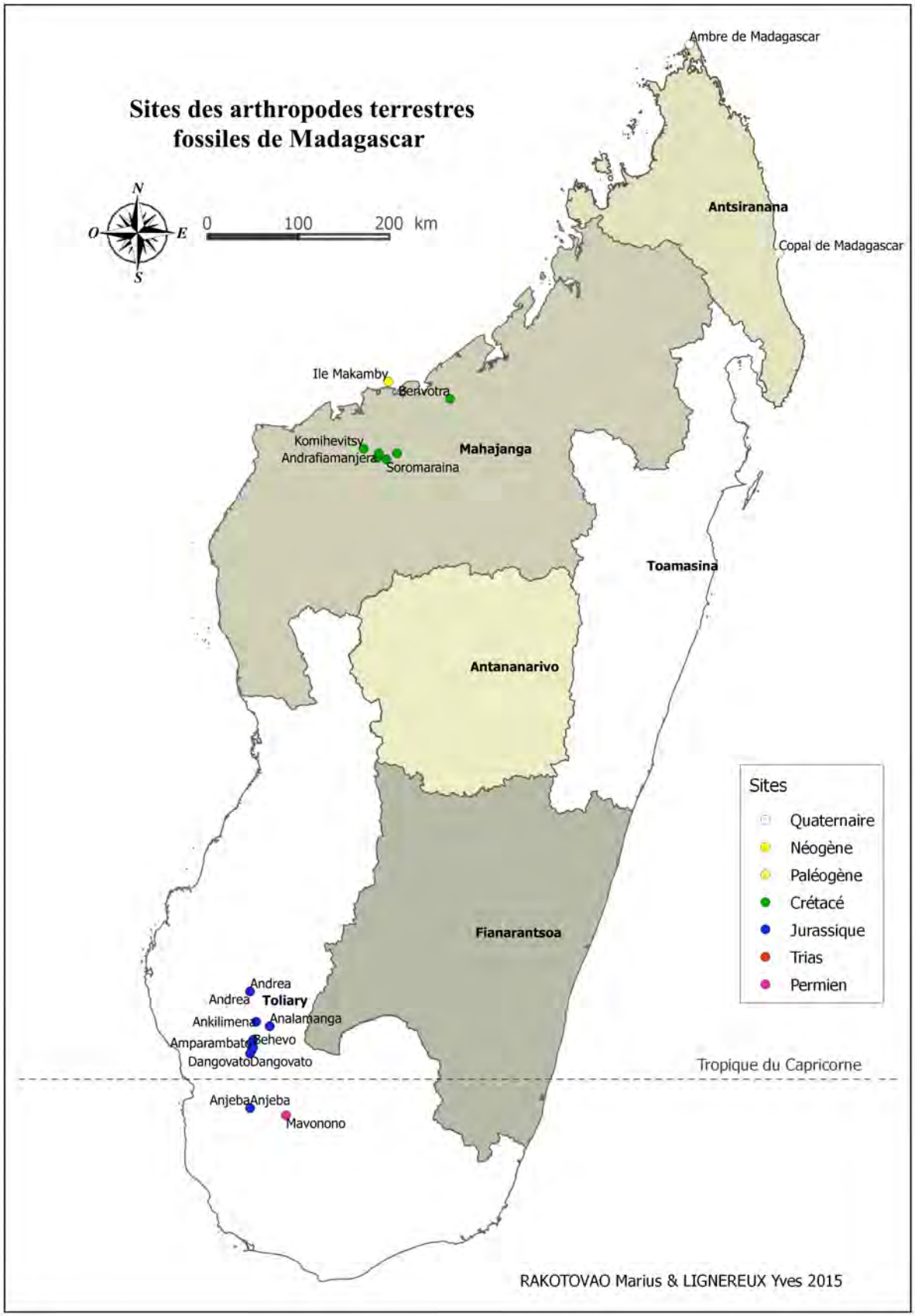


Figure 3.91 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des arthropodes terrestres. Pour plus de détails, voir Annexes 2 et 4.9.

3.2.10.- Échinodermes

A Madagascar, 84 espèces d'échinodermes fossiles ont été identifiées (13 000 espèces actuelles).
Les échinodermes (deutérostomiens) sont des animaux exclusivement marins, connus dès le Cambrien, avec les hélicoplacoïdes, les homalozoaires (ou carpoïdes) et les crinozoaires (éocrinoïdes). Les astérozoaires (somastéroïdes et leurs descendants, ophiures et étoiles de mer) et les échinozoaires apparaissent à l'Ordovicien ; chez les crinozoaires, les crinoïdes vrais et les blastoïdes apparaissent à la fin de cette période et se développent au point de caractériser certains dépôts calcaires (calcaires à entroques), avant de disparaître au Carbonifère, complètement (blastoïdes) ou pour la plupart (crinoïdes). Aux ères suivantes, les astérozoaires et les échinozoaires dominent dans le groupe ; classées avec les échinozoaires, les holothuries ont laissé peu de vestiges fossiles.
Madagascar, qui émerge au Carbonifère supérieur et reste continentale jusqu'au Permien, n'a pas pu connaître l'aventure paléozoïque des échinodermes : on n'y pourra donc retrouver que les groupes post-paléozoïques de crinoïdes, d'astérozoaires et d'échinozoaires. La plupart sont du Jurassique et du Crétacé et se répartissent dans les deux grands bassins de Mahajanga et de Morondava.

- Inventaire taxonomique (localisations et périodes)

La liste des échinodermes fossiles figure au tableau de l'Annexe 4.10.
Ce sont tous des échinoïdes, autrement dit, des oursins. Aucun lys, aucune étoile de mer n'est identifié à ce jour Deux « sous-classes » sont très inégalement représentées : les Cidaroida (*Plegiocidaris, Rhabdocidaris*) et les Euechinoidea, Acroechinoidea (*Pedina*), Carinacea (15 genres et 19 espèces) et iIrregularia (25 genres et 35 espèces).
Les Cidaroida se cantonnent au Jurassique du Sud-Ouest de l'Île, alors que les autres s'étendent aussi au Crétacé et au Tertiaire, et au Nord-Ouest.
Ainsi, les familles des apatopygidés et des schizastéridés et les « sous-ordres » des Echinolampadida et des Clypeasteroida (Irregularia) et les Temnopleuridea et Echinidea ainsi que des stoméchinidés (Carinacea) s'étendent-ils jusqu'au Paléogène et/ou Néogène, dans le Nord-Ouest de Madagascar (île de Makamby, au Nord de Mahajanga).

- Importance relative des échinodermes selon les périodes géologiques

La figure 3.92 confirme ce qui vient d'être dit : le Jurassique, et Crétacé et le Tertiaire renferment la totalité des échinodermes fossiles de Madagascar.

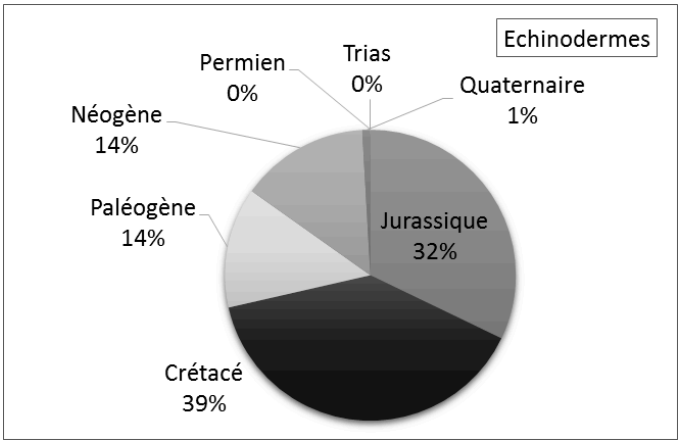


Figure 3.92 Distribution relative des échinodermes dans les périodes géologiques. Voir Annexe 4.10 pour les données brutes.

La figure 3.93 montre les évolutions numériques comparées de la paléodiversité des échinodermes et de l'ensemble des fossiles de Madagascar.

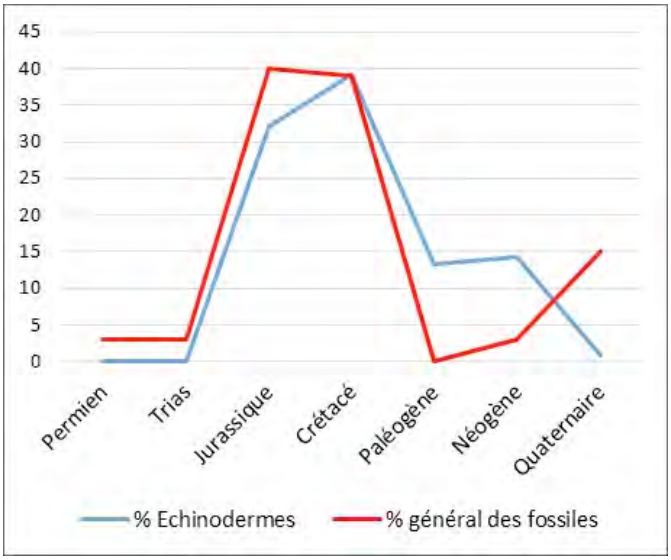


Figure 3.93 Répartition temporelle des échinodermes comparée à celle de l'ensemble des espèces fossiles identifiées à Madagascar (%). En bleu : échinodermes (84 espèces) ; en rouge : total des fossiles (3470 espèces). Voir Annexe 4.10 pour les données brutes.

L'évolution numérique des échinodermes suit l'évolution numérique générale des fossiles, avec une diversité apparente accrue aux périodes jurassique et crétacée (et une diversité Cénozoïque relativement supérieure à la diversité générale).

- Distribution géographique, milieux et climats, sites

La carte de la figure 3.94 montre la distribution géographique des espèces fossiles d'échinodermes de Madagascar.

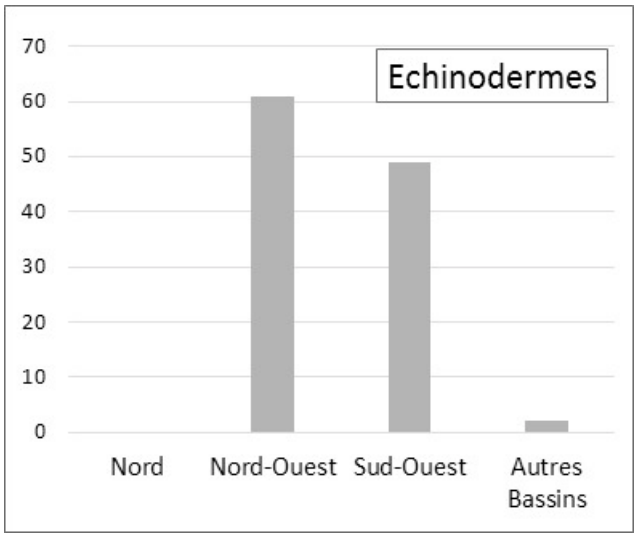


Figure 3.94 Distribution des échinodermes fossiles dans les bassins sédimentaires de Madagascar. Voir Annexe 4.10 pour les données brutes.

Le bassin du Nord, peu étendu, ne recèle à ce jour aucune espèce inventoriée d'échinoderme. Les deux autres grands bassins contiennent la totalité des espèces connues, mais dans un nombre restreint de sites. Il s'agit d'espèces benthiques, mais avec une phase larvaire planctonique qui permet d'en élargir la distribution géographique.

- Critique des données

La paucité des sites à échinodermes ne doit pas faire illusion sur le potentiel paléontologique de ce clade. On ne trouvera pas de fossiles antérieurs au Trias bien sûr, mais la marge est encore grande pour des découvertes aux périodes ultérieures.

Le Quaternaire de Madagascar n'a livré aucun spécimen en raison probablement des difficultés de fossilisation de ce groupe. Celui-ci y présente cependant une grande diversité actuelle.



Figure 3.95 *Holectotypus* sp., échinide callovien de Lagniro, Sud-Ouest de Madagascar (source : http://www.lithologia.com/HOLECTYPUS-de-Madagascar-cbjaaabHc.asp.)

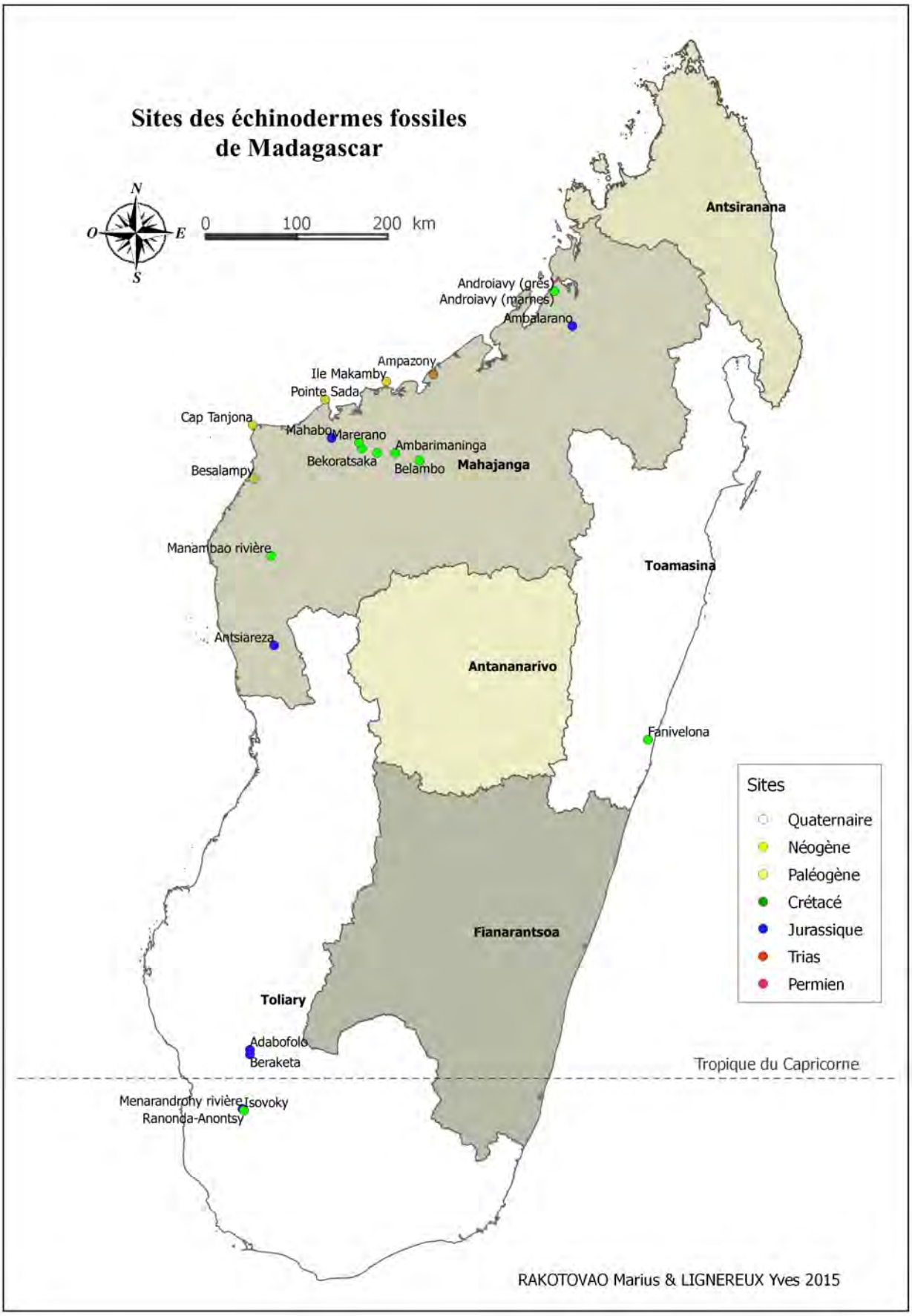


Figure 3.96 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des échinodermes.
Pour plus de détails, voir Annexes 2 et 4.10.

Conclusion sur la paléontologie des « invertébrés » de Madagascar

Les invertébrés fossiles malgaches se concentrent massivement sur deux périodes, le Jurassique et le Crétacé ; quelques familles sont connues au Permo-Trias, le Paléogène est marqué par l'abondance (typique) des nummulites, alors que les autres invertébrés sont rares ou même absents, le Néogène et le Quaternaire sont aussi très pauvres en fossiles d'invertébrés.
La plupart des genres se retrouvent dans un nombre limité de taxons de rang supérieur (ainsi par exemple, les ammonoïdes), et beaucoup de genres sont multispécifiques (ainsi, toujours chez les ammonoïdes, le genre *Aspidoceras* compte une quinzaine d'espèces malgaches).

L'histoire paléogéographique de Madagascar est soulignée par le registre fossile des invertébrés : au Permo-Trias, l'ouverture marine entre le Nord de Madagascar et l'Afrique, déclenche l'arrivée d'espèces marines, alors que les autres bassins livrent des espèces continentales (végétales et animales).

La figure 3.145 (carte, p. 215) récapitule les principaux taxons invertébrés selon les périodes et les localités.

Au Jurassique, les fossiles marins sont présents dans le Sud de Madagascar, montrant ainsi que la séparation d'avec l'Afrique est achevée. À cette période, l'Est de l'île est toujours rattaché à l'Inde et forme la Lémurie : les fossiles jurassiques (marins) sont donc absents à l'Est, en raison de la présence, là, de reliefs élevés.

Au Crétacé, la présence de fossiles marins dans l'Est de l'Île (deux sites : Fanivelona et Marohita), montre que la séparation de l'Inde et de Madagascar est consommée.

Le Cénozoïque est pauvre en fossiles d'invertébrés : les recherches pour cette période sont encore peu nombreuses et ponctuelles, concentrées sur quelques sites seulement (île Makamby, Besalampy, pointe Sada, cap Tanjona, Ampazony dans le Nord-Ouest). Elles ont été conduites là où des dépôts cénozoïques avaient été repérés par les auteurs historiques (BESAIRIE, COLLIGNON) : c'est dire que de nouvelles campagnes de prospection sont à entreprendre.
Ce constat se retrouvera à propos des vertébrés que nous abordons maintenant.

3.3.10.- Vertébrés

Les vertébrés ne représentent que 10% du total des fossiles animaux de Madagascar. Les crâniates basaux apparentés aux myxinoïdes n'ont pas laissé de fossiles. Les autres vertébrés, qui possèdent un squelette interne et parfois aussi externe, ont en revanche laissé de nombreux fossiles. Ils sont connus dès le Permien, dans les premiers dépôts, ceux de la formation Sakoa du Karroo.

Au Permien, les synapsides et les diapsides (tangasauridés, owenettidés) sont présents à Madagascar. Au Trias inférieur Madagascar livre le plus ancien lissamphibien connu, le protobatrachidé *Triadobatrachus massinoti* (RAGE & ROCEK, 1989). À la même période, la mer touche le territoire de Madagascar, d'où la présence de fossiles de chondrichtyens et d'ostéichtyens dans des sédiments marins sur l'Île. Avec les arthropodes, divers groupes de sauropsides (dont des archosauromorphes : BUFFETAUT, 1983, FLYNN *et al.*, 2010) occupent la terre ferme.

Les vertébrés permo-triassiques sont d'affinités gondwaniennes, mais déjà se manifeste un certain endémisme. Au Jurassique, ce sont les archosauromorphes qui dominent le registre fossile ; le premier mammifère malgache est *Ambondro mahabo* du Jurassique moyen (FLYNN, 1999, LUO *et al.*, 2004). Les dinosaures, sauropodes et théropodes, se diversifient jusqu'au Crétacé, avec d'une part des titanosaures et des brachiosaures et d'autre part des abélisaures et des droméosaures ; les oiseaux apparaissent au Crétacé dans les archives fossiles de Madagascar (p. ex. O'CONNOR & FORSTER, 2010). Au Paléogène, les afrothères se manifestent avec un dugongidé, cependant que les primates strepsirrhiniens (lémuriens) gagnent probablement l'Île à l'Éocène (une hypothèse fondée sur les relations phylogénétiques du groupe, mais sans registre fossile pour l'instant (GODFREY *et al.*, 1997). Les vertébrés connus du Néogène sont surtout des chondrichtyens (AGASSIZ, 1843) et des actinoptérygiens (CUVIER, 1829). Au Quaternaire, ce sont des oiseaux et des mammifères, dont de nombreuses espèces subfossiles (RAKOTOZAFY, 2013).

3.3.10.1.- « Poissons » : les premiers vertébrés

Les « poissons » (groupe paraphylétique, un grade, en fait) désignent ici les chondrichtyens (poissons cartilagineux) et, chez les ostéichtyens (poissons osseux), les actinoptérygiens (poissons à nageoires rayonnées) et les sarcoptérygiens pisciformes (cœlacanthes).

Les premiers vertébrés sont apparus au **Cambrien** vers 510 Ma avec les conodontes, disparus au Trias. Les premiers crâniates sont de l'**Ordovicien** (450 Ma), avec les ostracodermes, et les premiers gnathostomes, du **Silurien** (430 Ma), avec les acanthodiens et les placodermes. Au Dévonien, les **sarcoptérygiens** conquièrent la terre ferme et au Carbonifère les « poissons cuirassés » (ostracodermes et placodermes) disparaissent.
À ces époques Madagascar est continentale et même couverte de glace au Carbonifère. Elle est inaccessible à ces groupes marins.

À Madagascar, des fossiles d'actinoptérygiens se retrouvent dans les couches permo-triassiques (Sakoa-Sakamena) du Nord de l'île (p. ex. MERLE, 1908 ; CARPENTER, 1935 ; LEHMAN, 1952 ; BARBIERI, 1991). L'ouverture du canal de Mozambique au Jurassique a ouvert tout l'Ouest de Madagascar aux vertébrés marins (p. ex. MOY-THOMAS, 1935 ; GOODMAN & RAKOTOZAFY, 1997 ; GOTTFRIED *et al.*, 1998 ; MARSHALL & ROGERS, 2010). Les espèces marines dominent, mais quelques espèces sont considérées comme ayant pu être d'eau douce (BARBIERI, 1991).

- Inventaire taxonomique
Plus d'une soixantaine d'espèces fossiles de « poissons » ont été découvertes à Madagascar.

Chondrichtyens

Les chondrichtyens (28 taxons) comprennent les holocéphales (chimères) et les élasmobranches (requins et raies, et leurs parents éteints). L'arbre phylogénétique suivant (fig. 3.97) permet de suivre la présentation des taxons dans le texte.

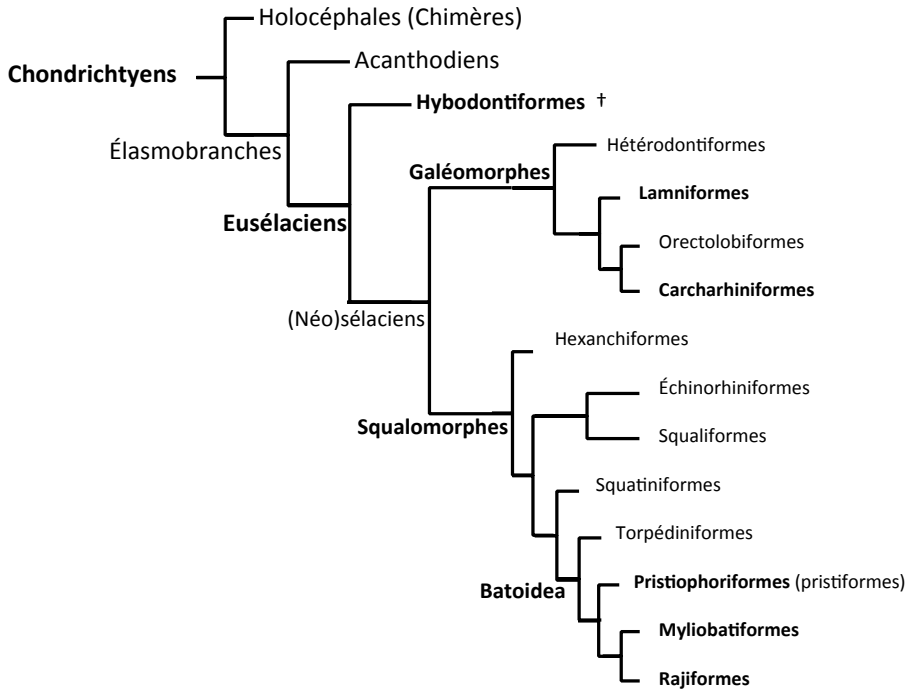


Figure 3.97 Classification phylogénétique des chondrichtyens. Les taxons cités dans le texte sont en caractères gras. Modifiée et simplifiée d'après NELSON (2006).

Les hybodontiformes, sont présents au **Permo-Trias** (*Acrodus*) dans le Bassin de Diégo et au Jurassique dans celui de Morondava (*Asteracanthus*). Ce groupe de la base des eusélaciens disparaît il y a 65 Ma (OLSEN, 1984).
Au **Crétacé**, les Chondrichtyens sont représentés essentiellement par des requins lamniformes, le groupe des poissons-scies (pristiophoriformes) et des raies (myliobatiformes et rajiformes).
Une lacune dans le registre fossile se manifeste durant tout le **Paléogène**. Elle peut être due au manque de registre sédimentaire adéquat ou à la sous-exploitation de ce dernier. Les découvertes concernent ensuite le **Néogène** et le **Quaternaire** où les groupes représentés sont, chez les galéomorphes, les lamniformes et les carcharhiniformes, et chez les squalomorphes, des raies myliobatiformes (avec en particulier *Myliobatis*, un aigle de mer ; COLLIGNON & COTTREAU, 1927).

Chez les lamniformes, une évolution s'observe : les odontaspididés sont présents du Crétacé au Quaternaire, mais les autres familles se cantonnent, les unes au Crétacé (crétoxyrhinidés et anacoracidés), les autres au Cénozoïque (lamnidés, alopiidés et mitsukurinidés : ROUX & GEISTODOERFER, 1988). Le groupe des carchariniformes est présent au Néogène (COLLIGNON & COTTREAU, 1927). Les lamniformes sont les seuls sélaciens fossiles connus au Quaternaire dans l'Île.

Ostéichtyens

Les ostéichtyens sont le groupe frère des Chondrichtyens. Dans ce phylum, auquel appartiennent les Vertébrés terrestres, le squelette est osseux et non cartilagineux. Nous ne considérons ici que les espèces primitivement aquatiques, autrement dit les poissons osseux (ce que signifie d'ailleurs le terme même d'« ostéichtyens »).

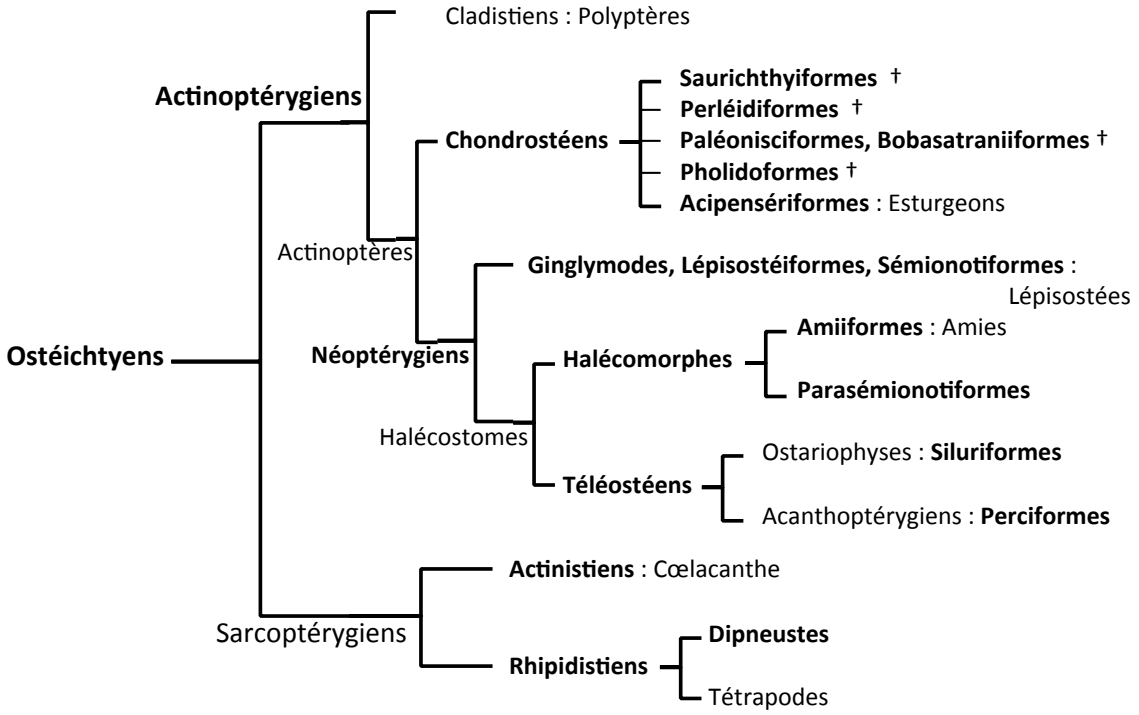


Figure 3.98 Classification phylogénétique simplifiée des ostéichtyens. Les taxons cités dans le texte sont en caractères gras. D'après LECOINTRE et LE GUYADER (2006, 2014).

On a recensé 33 actinoptérygiens et 8 sarcoptérygiens.

Le Permo-Trias malgache a enregistré plusieurs groupes d'**actinoptérygiens,** des chondrostéens et des néoptérygiens. les **chondrostéens** appartiennent à cinq ordres dont quatre disparus : les saurichthyiformes (*Eosaurichthys* et *Saurichthys*), les perléidiformes (*Helmolepis*, *Perleidus*: fig. 3.150, p. 221), les paléonisciformes ou bobasatraniiformes (*Birgeria*, *Boreosomus*, *Bobasatrania* : fig. 3.150, p. 221) et les pholidoformes (*Australosomus*) ; le groupe toujours représenté dans la nature actuelle est celui des acipensériformes (*Errolichthys*). Les **néoptérygiens** étaient alors des ginglymodes, comme les lépisostéiformes (ou sémionotiformes : *Pristisomus* et *Semionotus*), des halécomorphes, comme les amiiformes (*Paracentrophorus*) et les parasémionotiformes (*Watsonulus*, *Parasemionotus*, *Jacobulus* et *Stensionotus*), mais aussi des téléostéens, comme les siluriformes (asprédinidés : *Platysaccus*). Au Crétacé, on connaît d'autres ginglymodes, du genre *Lepisosteus*, et au Néogène, des téléostéens évolués, comme le perciforme *Cybium* et un autre scombridé (COLLIGNON & COTTREAU, 1927).
Les **sarcoptérygiens** sont représentés, au Permo-Trias, par les actinistiens (*Piveteauia madagascariensis* et *Whiteia* (BARBIERI, 1991) et, au crétacé, par un autre cœlacanthidé, *Axelrodichthys* sp. (MAISEY, 1986) et par un rhipidistien cératodontidé, le dipneuste *Ceratodus madagascariensis* (BARBIERI, 1991).

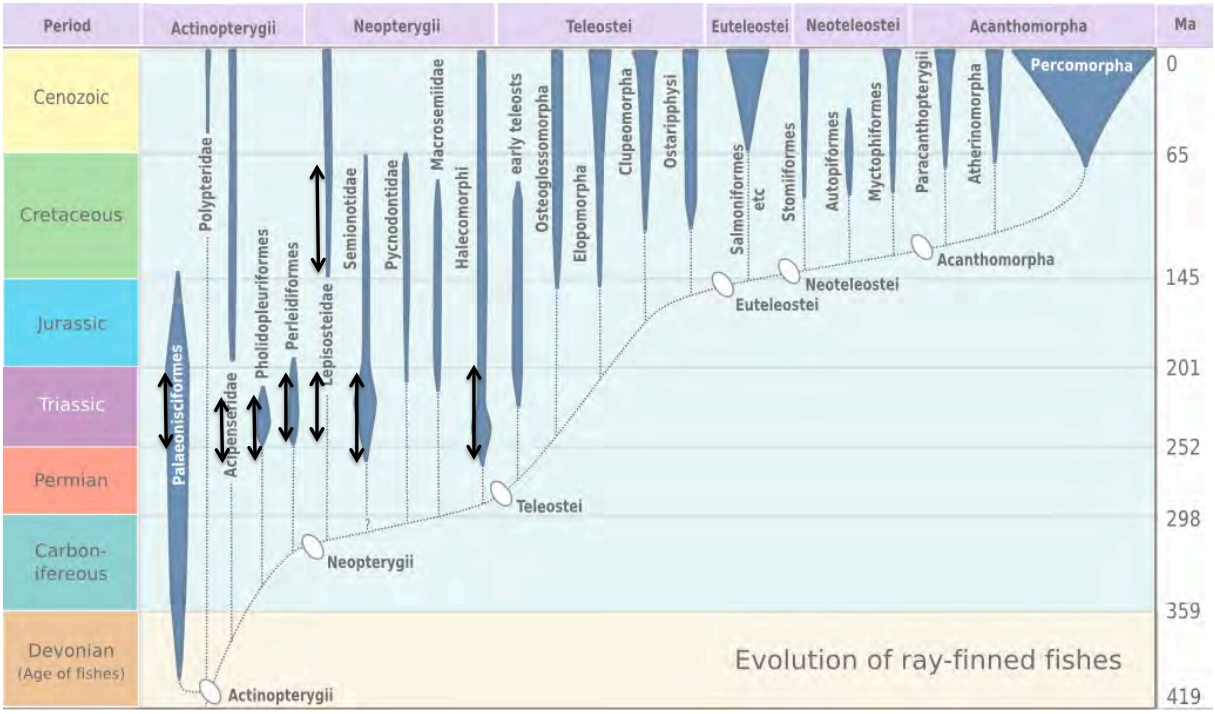


Figure 3.99 Évolution des actinoptérygiens du Dévonien à l'actuel. La largeur des fuseaux est proportionnelle au nombre des familles. La présence des groupes à Madagascar est indiquée par une double flèche. D'après BENTON (2005 : fig 7.13, p. 185 ; voir aussi BENTON, 2014 : 187).

- Importance relative des « poissons » selon les périodes

Les fossiles sont connus depuis le Permien jusqu'au Quaternaire, avec une lacune évidente au Paléogène (fig. 3.100).

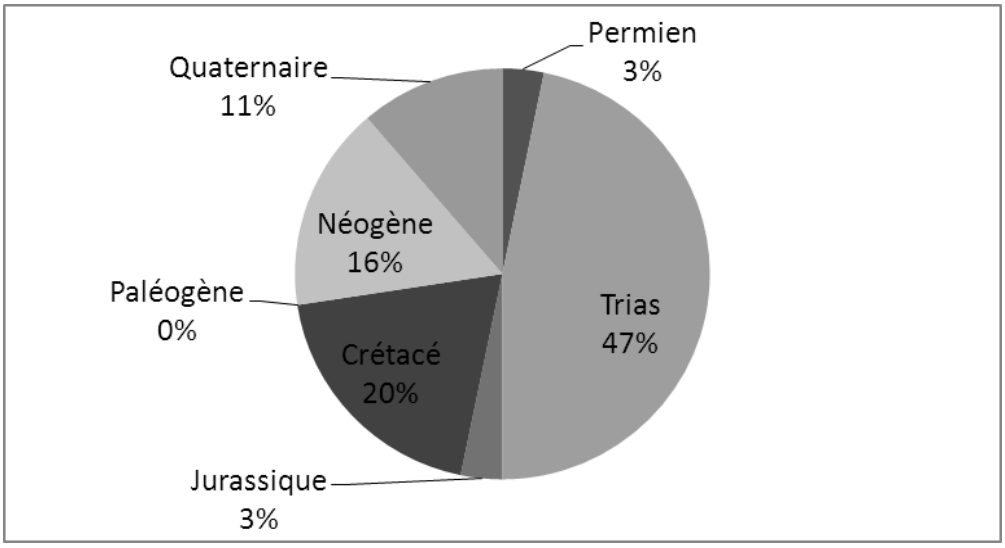


Figure 3.100 Distribution relative des « poissons » *s.l.* dans les périodes géologiques, à Madagascar (% du nombre d'espèces). Voir Annexe 4.11 pour les données brutes.

La figure 3.101 représente la répartition temporelle des espèces fossiles de « poissons » comparée à celle de l'ensemble des espèces fossiles identifiés à Madagascar.

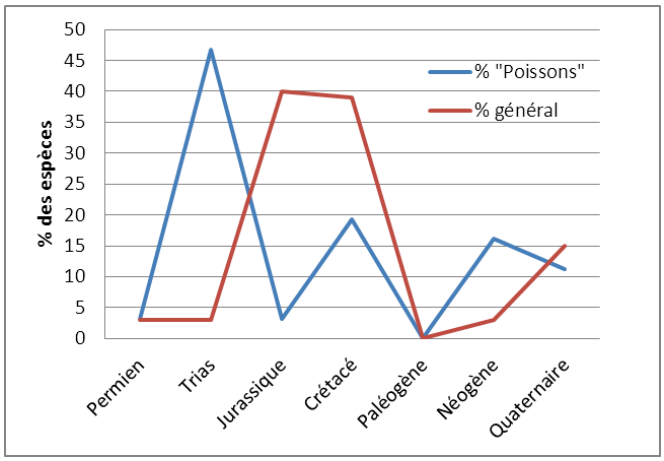


Figure 3.101 Distribution temporelle comparée des « poissons » et de l'ensemble des espèces fossiles identifiées à Madagascar. En bleu : % des « poissons » (> 60 espèces au total). En rouge : % des fossiles (3470 espèces au total). Voir Annexe 4.11 pour les données brutes.

Le grade des poissons est le mieux représenté au Trias, époque où les autres fossiles sont relativement peu abondants : une première interprétation en serait que les sites concernés étaient au Nord de l'île déjà au contact de l'océan Téthys où la vie avait bien repris, tandis que sur la plus grande partie du territoire malgache, où se faisaient encore ressentir les rigueurs de la crise permo-triasique, la vie n'avait repris que timidement.

- Distribution géographique, milieux et climats

La figure 3.102 montre le nombre d'espèces fossiles par bassin sédimentaire (le bassin S-O correspond en fait à la fouille sous-marine de ROUX et GEISTODŒRFER (1988) au Sud-Est de l'Île : voir fig. 3.103, carte).

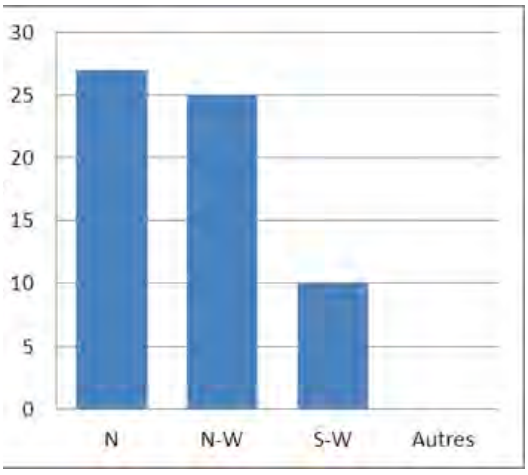


Figure 3.102 Distribution des « poissons » fossiles dans les bassins sédimentaires de Madagascar (% du nombre d'espèces). Voir Annexe 4.11 pour les données brutes.

Les « poissons » fossiles se rencontrent essentiellement au Nord et au Nord-Ouest de l'île, et ce dès l'ouverture du Canal de Mozambique au Trias. Toutefois, dès cette époque, un actinoptérygien saurichthyiforme marin (*Eosaurichthys madagascariensis*) est présent dans le Sud-Ouest de Madagascar, dans un gisement aujourd'hui situé très à l'intérieur des terres (Sakeny) (RIEPPEL, 1980) : les côtes s'approchaient peut-être du socle cristallin, mais l'éventualité que cette espèce ait été d'eau douce ne doit pas être écartée : ce taxon existe aussi en Inde à la même époque, dans un contexte sédimentaire continental (JAIN, 1984).
Les autres actinistiens appartiennent aussi à des groupes basaux, ce sont des esturgeons, des lépisostées, des amies et des silures : ces taxons sont aujourd'hui dulçaquicoles, il est possible que leurs premiers représentants l'aient été eux aussi. Néanmoins, les localités où ils ont été découverts sont très proches des côtes de l'époque et le contexte sédimentaire n'apporte pour l'instant aucune réponse définitive à ce propos.

- Critique des données : interprétation de la représentation des groupes

Les espèces de « poissons » paraissent peu nombreuses relativement au total des espèces fossiles, elles suivent en cela le faible effectif des vertébrés dans leur ensemble, mais c'est peut aussi être lié aux mauvaises conditions de fossilisation et/ou à la sous-exploitation des registres fossiles. La proportion élevée du nombre des taxons au Trias (près de 50 % de la diversité recensée) et au Crétacé (20% de ladite diversité) peut être aussi la conséquence des nombreuses campagnes de fouilles menées au Nord et au Nord-Ouest de Madagascar (BARBIERI, 1991 ; GOTTFRIED *et al*., depuis 1994). La plupart des taxons du Sud sont datés du Néogène ; ils proviennent de fouilles marines conduites au large de Fort-Dauphin (ROUX & GEISTODOERFER, 1988).

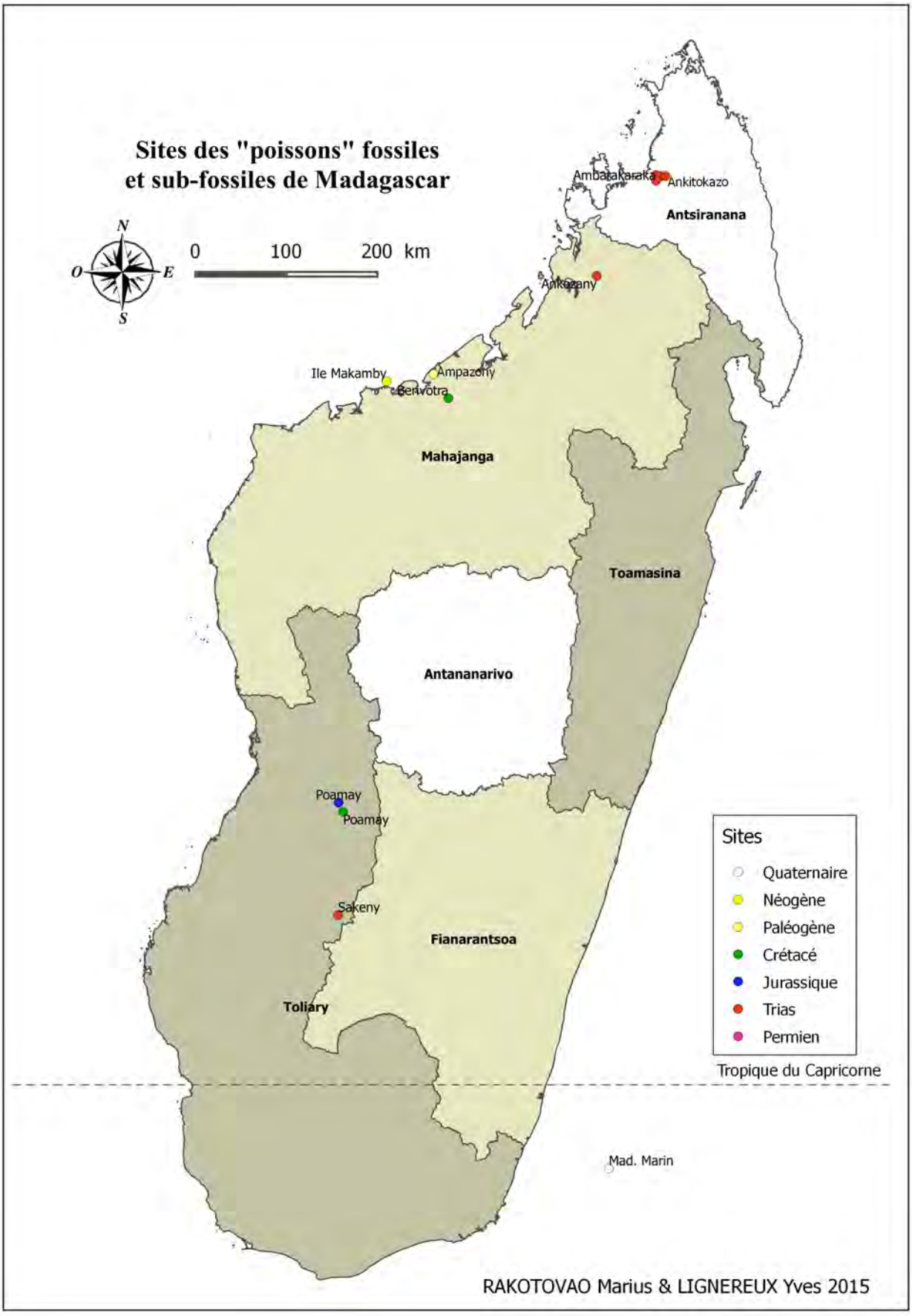


Figure 3.103 Sites paléontologiques malgaches ayant livré une ichthyofaune.
Pour plus de détails, voir Annexes 2 et 4.11.

3.3.10.2.- Tétrapodes basaux et lissamphibiens

Enracinés dans les sarcoptérygiens rhipidistiens, les premiers tétrapodes (stégocéphales et batrachomorphes) remontent au Dévonien supérieur (Famennien). La diversification du groupe s'est ensuite opérée au Carbonifère et au Permien, avec de nombreux clades aujourd'hui éteints : **temnospondyles** et « **lépospondyles** » (un groupe basal paraphylétique formé par les embolomères, seymouriamorphes, aistopodes, nectridés…). Seuls les lissamphibiens (gymnophiones ou cécilies et batraciens – urodèles et anoures) vivent aujourd'hui. À Madagascar, on a trouvé quelques lépospondyles, ancêtres des gymnophiones (cécilies) aujourd'hui absentes de l'île, et c'est aussi là que l'**anoure** le plus ancien a été découvert : *Triadobatrachus massinoti* (PIVETEAU, 1936 et 1946 ; RAGE & ROCEK, 1989), provenant du Trias inférieur du bassin de Diégo : les vertèbres caudales ne formaient pas encore un coccyx et les os de la jambe (tibia et fibula) n'étaient pas soudés…

- Inventaire taxonomique (localisation et périodes)

Au Trias, on rencontre donc le **temnospondyle** capitosaurien, *Edingerella madagascariensis* (fig. 3.104)…



Figure 3.104 Le temnospondyle *Edingerella madagascariensis*
(source : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ab/Watsonichus_BW.jpg).

… et l'**anoure** *Triadobatrachus massinoti* (fig. 3.105).

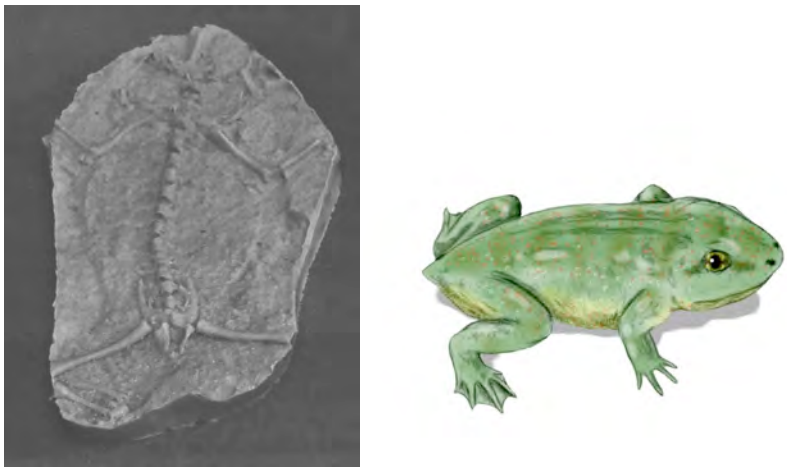
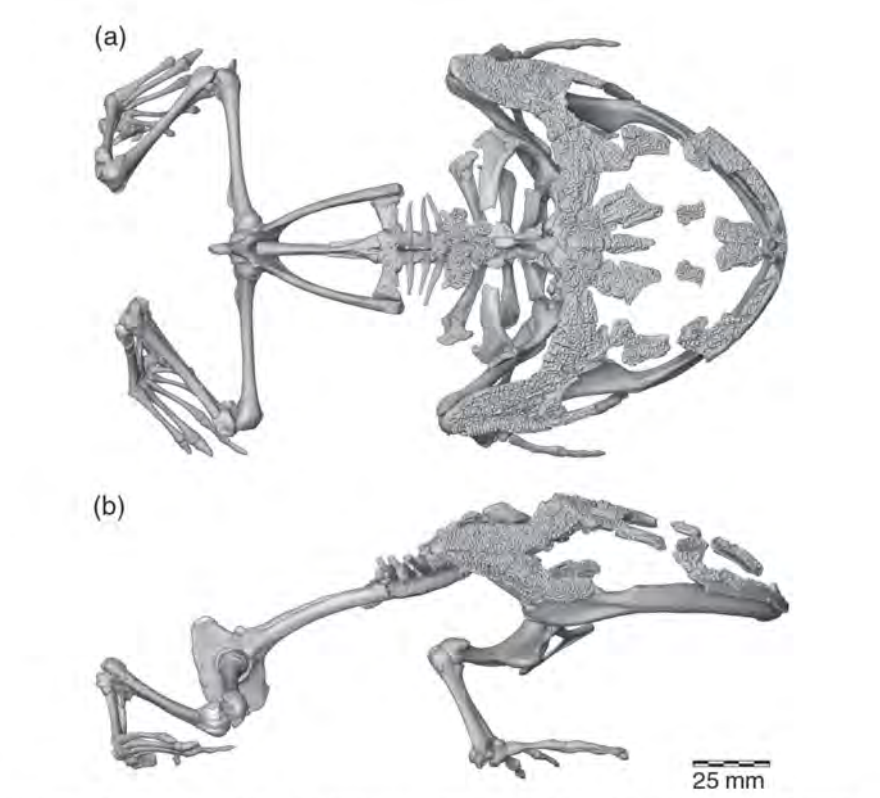


Figure 3.105 L'anoure *Triadobatrachus massinoti*
(sources :
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/cb/Triadobatrachus_massinoti.JPG/800px-Triadobatrachus_massinoti.JPG ;
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/90/Triadobatrachus_BW.jpg).

Au Crétacé, les Anoures sont présents dans le bassin de Majunga : des pélobatidés, famille aujourd'hui cantonnée à l'Europe (pélobatidé indét. DODSON, 1998), des cératophryidés (leptodactylidés), famille gondwanienne connue pour la grande taille de ses représentants (*Beelzebufo ampinga* EVANS *et al.*, 2008 ; fig. 3.106) et aujourd'hui exclusivement américaine, et d'autres anoures, qui sont en cours d'étude (par les équipes de Madagascar Conservation).



Three-dimensional digital reconstruction of skeleton of *Beelzebufo ampinga*. (a) dorsal view; and (b) right lateral view (with left limbs removed for visual clarity. Source: Evans *et al.* (2014). Reproduced with permission.

Vertebrate Palaeontology, Fourth Edition. Michael J. Benton.
© 2015 Michael J. Benton. Published 2015 by John Wiley & Sons, Ltd.
Companion Website: www.wiley.com/go/benton/vertebratepalaeontology

WILEY Blackwell



Figure 3.106 L'anoure *Beelzebufo ampinga* du Crétacé terminal de Madagascar. En haut : reconstruction du squelette (BENTON, 2015 : 112) ; en bas : reconstitution, face à une grenouille actuelle (source : http://www.ucl.ac.uk/news/news-articles/0802/beelzebufo).

Au Quaternaire, trois anoures ont été décrits : *Ptychadena mascareniensis*, *Laliostoma labrosa* et *Scaphiophryne* sp.

- Importance relative des tétrapodes basaux selon les périodes

La figure 3.107 montre la répartition dans le temps des espèces fossiles de temnospondyles et de lissamphibiens de Madagascar. Trois périodes sont stériles : le Permien, le Jurassique et le Tertiaire.

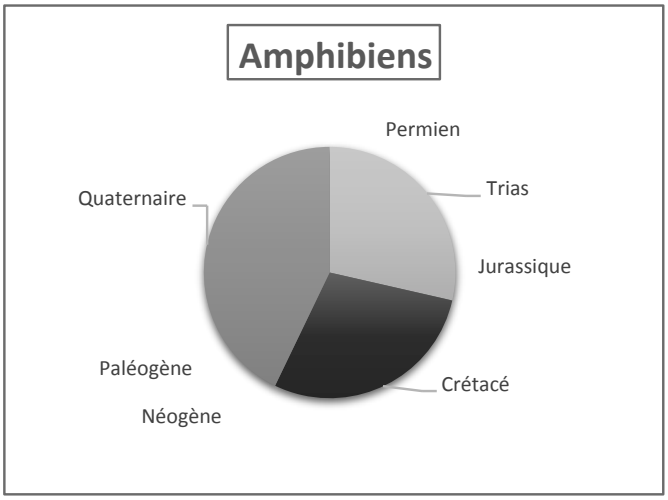


Figure 3.107 Distribution relative des temnospondyles et lissamphibiens dans les périodes géologiques, à Madagascar (% du nombre d'espèces). Voir Annexe 4.12 pour les données brutes.

La figure 3.108 montre la distribution relative des espèces fossiles de tétrapodes basaux (temnospondyles et lissamphibiens) au cours du temps. Là comme ailleurs, on relève des déficits criants au Permien, au Jurassique et au Tertiaire. Le registre fossile est très pauvre en comparaison de la faune actuelle : les batraciens ont probablement été systématiquement sous échantillonnés, ou bien les restes correspondants sont encore en attente d'identification dans les collections.

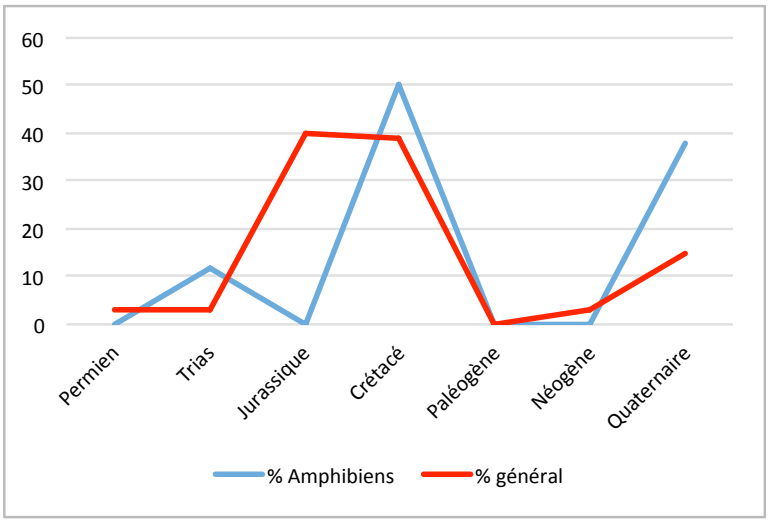


Figure 3.108 Distribution temporelle comparée des temnospondyles et lissamphibiens et de l'ensemble des espèces fossiles identifiées à Madagascar. En bleu : % des batraciens *s.l.* (7 espèces). En rouge : % des fossiles (3470 espèces). Voir Annexe 4.12 pour les données brutes.

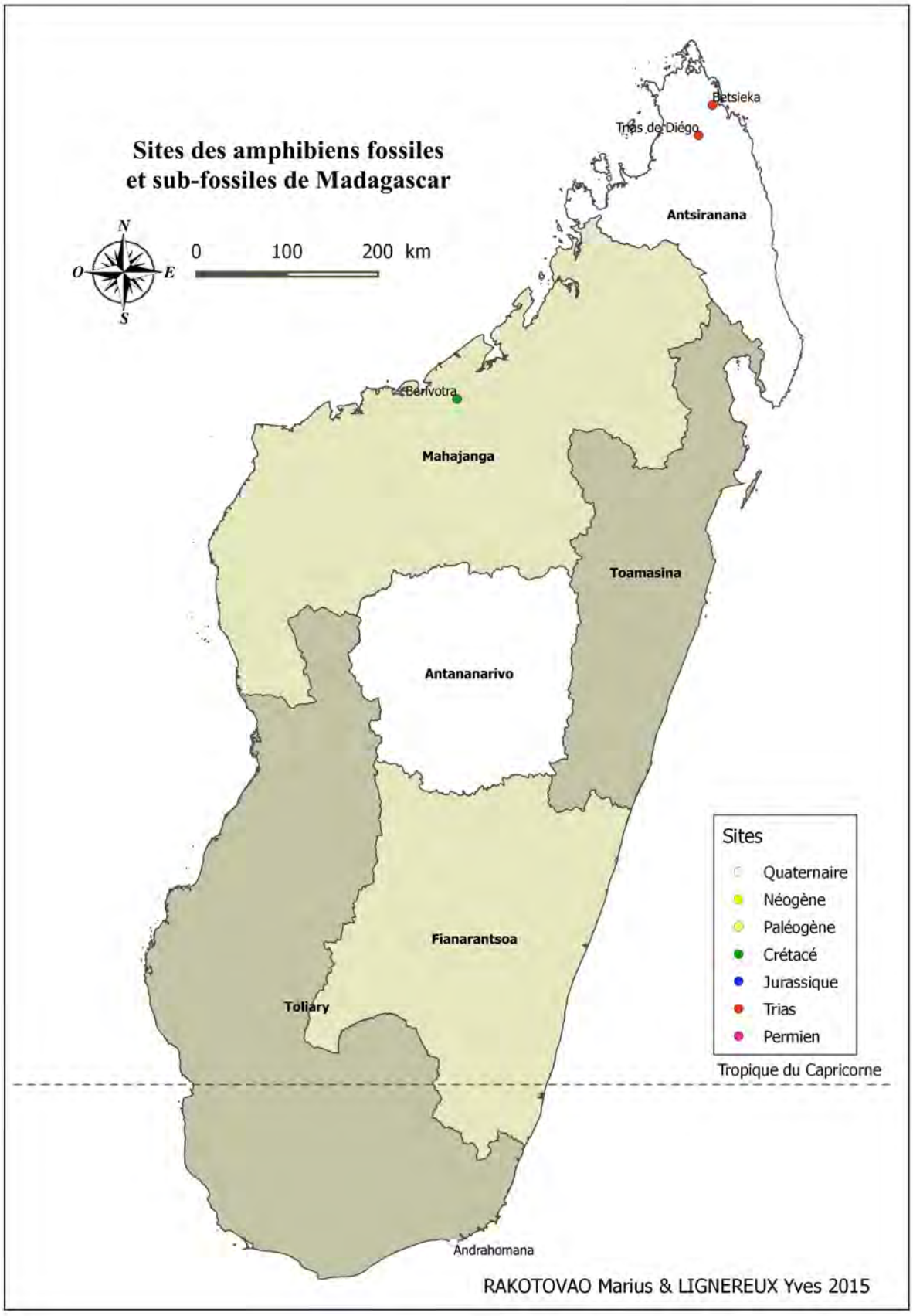


Figure 3.109 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des temnospondyles et lissamphibiens. Pour plus de détails, voir Annexes 2 et 4.12.

Les courbes numériques des espèces de Tétrapodes basaux (temnospondyles et lissamphibiens) et de l'ensemble des fossiles sont grossièrement superposées : la faiblesse de l'échantillon n'entame pas sa "cohérence" avec l'ensemble.

- Distribution géographique, milieux et climats

Des restes de tétrapodes basaux (temnospondyles et lissamphibiens) n'ont été déterminés que dans quatre localités : dans le Trias de Diégo à Betsieka et "Trias de Diégo" ; dans le Crétacé de Majunga à Berivotra (où deux nouveaux lissamphibiens, un pélobatidé et un représentant des neobatrachia, sont en cours d'étude) et dans le Quaternaire du Sud, dans la grotte d'Andrahomana.

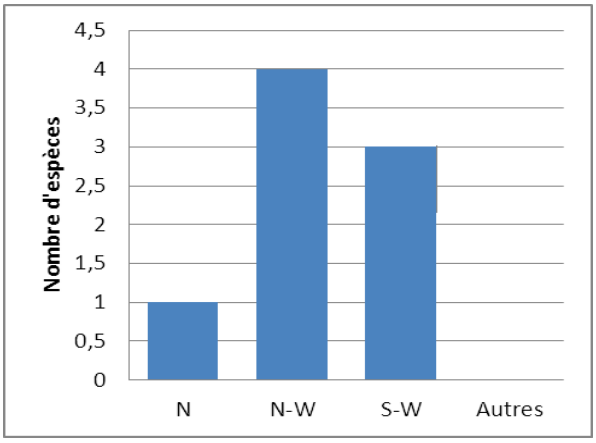


Figure 3.110 Distribution des tétrapodes basaux (temnospondyles et lissamphibiens) fossiles dans les bassins sédimentaires de Madagascar (% du nombre d'espèces). Voir Annexe 4.12 pour les données brutes.

Les fossiles du Trias (fig. 3.110) ont été mis au jour dans le Nord (MAGANUCO et PASINI, 2009), ceux du Crétacé dans le Nord-Ouest (DODSON *et al.*, 1997 et suivantes) et ceux du Quaternaire dans le Sud (BURNEY *et al.*, 2008).

- Critique des données

Les tétrapodes basaux (temnospondyles et lissamphibiens) ont été mis au jour au hasard d'excavations qui ne les concernaient pas *a priori*. C'est pourquoi chacune des espèces n'a été découverte, pour l'instant, que dans un seul site et paraît de ce fait très localisée.
L'absence de fossiles au Jurassique et au Tertiaire n'implique pas que les milieux de ces périodes aient été défavorables aux Amphibiens, puisqu'ils existent aux périodes antérieures et ultérieures. Nous pensons plutôt qu'elle résulte d'un déficit des fouilles et/ou de l'absence d'intérêt pour le groupe concerné (spécimens récoltés mais restés non identifiés à ce jour).
Une autre critique s'ajoute aux précédentes : nous n'avons pas connaissance de l'existence, à Madagascar, d'espèces fossiles d'urodèles, or les tritons et les salamandres appartiennent à la faune actuelle de l'île. La découverte future de restes d'urodèles fossiles malgaches est donc à prévoir.

3.3.10.3.- Amniotes (« reptiles ») : synapsides basaux et sauropsides non-archosauromorphes

Les reptiliomorphes amniotes comprennent les « reptiles mammaliens » et les sauropsides, « reptiles » et oiseaux.
Les reptiles mammaliens (pélycosaures et thérapsides) sont des synapsides ou théropsides, le groupe frère des sauropsides, qui comprend aussi les mammifères (traités plus loin).
Dans leur acception classique (avec les dinosaures, mais sans les oiseaux), les reptiles forment un groupe paraphylétique non pertinent dans la classification phylogénétique. Compte tenu du fait que nous traiterons les archosauromorphes (ptérosaures, crocodiliens et dinosaures, y compris aviens) à part, nous avons regroupé ici tous les autres amniotes ectothermes sous le terme d'amniotes non-archosauromorphes. Ce groupe inclut les thérapsides (« reptiles mammaliens »), les parareptiles, les néodiapsides basaux (fig. 3.111), les lépidosauriens et les ichthyosauriens.

```
===o Neodiapsida Gauthier, 1984 sensu Benton 1985
   |?-o †Weigeltisauridae Piveteau 1926 (†Coelurosauravus Piveteau 1926)
   `--+-- †Apsisaurus witteri Laurin 1991 (now known to be a varanopsid pelycosaur!)
      `--o Eosuchia Broom, 1924 sensu deBraga & Rieppel, 1997
         |?=o †Eosuchia Broom, 1924 [Younginiformes Romer, 1945]
         |   |?- †Acerosodontosaurus piveteaui Currie, 1980 [Acerosodontosauridae]
         |   |?- †Noteosuchus colletti (Watson, 1912) Broom, 1925 [Eosuchus colletti Watson, 1912]
         |   |-- †Galesphyrus capensis Broom 1914 [Galesphyridae Currie 1981]
         |   |--o †Younginidae Broom, 1914
         |   |   |-- †Heleosuchus griesbachi Broom 1913
         |   |   |-- †Thadeosaurus colcanapi Carroll, 1981
         |   |   `-- †Youngina capensis Broom, 1914 [Youngoides romeri, Youngopsis]
         |   `--o †Tangasauridae Haughton, 1924
         |      |-- †Hovasaurus boulei Currie, 1981
         |      |-- †Tangasaurus mennelli Currie, 1982
         |      `-- †Kenyasaurus mariakanensis Harris & Carroll, 1977
         `--+?- †Claudiosaurus germaini Carroll, 1981 [Claudiosauridae Carroll, 1981 ]
            |?-+--o †Lazarussuchus Hecht, 1992; U.Olig.-L.Mioc. Eu. [Lazarussaurus (lapsus calami)]
            |   |   |-- †L. inexpectatus Hecht, 1992
            |   |   `-- †L. dvoraci Evans & Klembara, 2005
            |   `?- †Choristodera
            |?- †"Ichthyosauromorpha"
            `-- Sauria Gauthier, 1984
```

Figure 3.111 Arbre des néodiapsides basaux
(source : http://palaeos.com/vertebrates/diapsida/younginiformes.html#Younginiformes).

BROOM forgea en 1914 le terme *Éosuchiens* pour désigner des diapsides basaux non spécialisés ; *Younginia*, du Permien supérieur d'Afrique du Sud est à l'origine du terme *younginiformes*. Ce terme a servi initialement de taxon générique pour les Diapsides qui n'étaient ni des lépidosauriens, ni des archosauriens, et ROMER en fit un synonyme (1945) puis une division (1966 : 366) des éosuchiens dans les lépidosauriens. BENTON (1985) en a fait le groupe frère des lépidosauriens dans le phylum des lépidosauromorphes et LAURIN (1991) les a placés à la base des néodiapsides.

- Inventaire taxonomique

Trente-et-une espèces sont recensées à ce jour.

• Les amniotes sont présents à Madagascar dès le **Permien** : les théropsides sont des caséidés (des pélycosauriens plantivores : ROZADA, 2014) et les sauropsides ont laissé des empreintes

fossilisées formant des pistes dans le Sud de l'île, à la limite des massifs du Makay et de l'Isalo, dans la formation Sakamena inférieure.



Figure 3.112 *Acerosodontosaurus piveteaui*
(source : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2c/Acerosodontosaurus_BW.jpg)

Les fossiles du Permien et du Trias sont surtout ceux d'**éosuchiens** aquatiques (tangasauridés) marins (*Acerosodontosaurus, Claudiosaurus*) ou d'eau douce (*Hovasaurus*), …

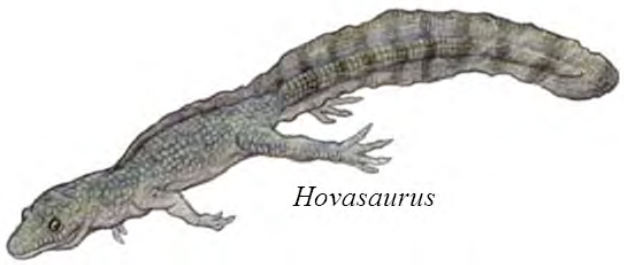


Figure 3.113 *Hovasaurus*, éosuchien dulçaquicole du Permien supérieur (source : http://pnf-primeval.wikispaces.com/file/view/Hovasaurus%203.jpg/350184342/Hovasaurus%203.jpg).

… terrestres (*Thadeosaurus*) et même volants comme *Daedalosaurus* (cf. *Cœlurosauravus*).

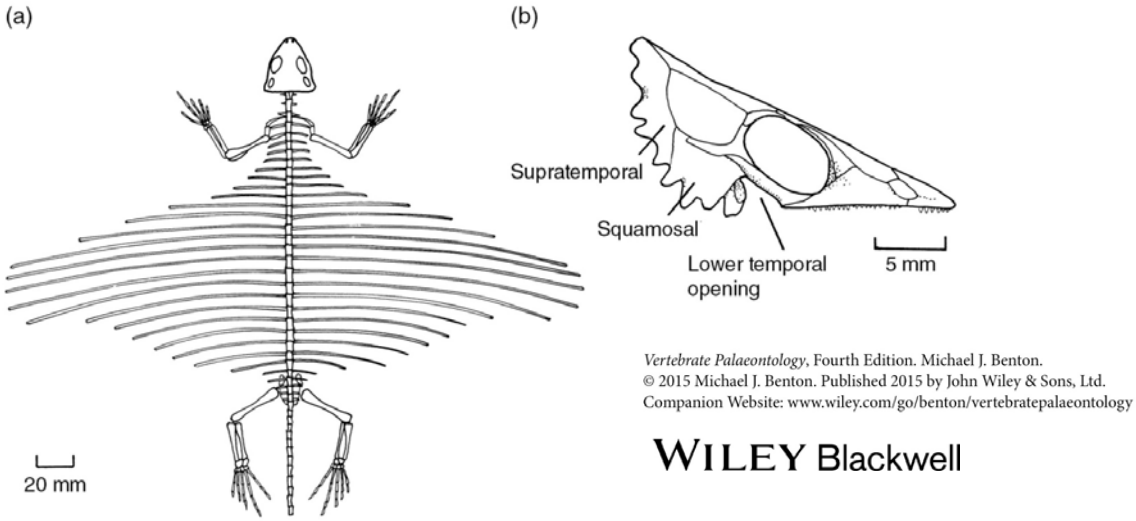


Figure 3.114 *Cœlurosauravus*, éosuchien volant du Permien supérieur (BENTON, 2014 : fig. 5.13).

Le canal de Mozambique commençait à se creuser et des différenciations régionales existaient déjà : la plupart des éosuchiens sont endémiques de Madagascar. Cependant, *Tangasaurus minelli* est présent aussi en Tanzanie (lieu de sa découverte) et *Cœlurosauravus* a été reconnu aussi en Allemagne (EVANS & HAUBOLD, 1987), ce qui montre que ces sauropsides planeurs pouvaient avoir de très vastes aires de distribution, à l'instar de ceux qui volent, et aussi que les climats n'étaient probablement pas si différents à l'époque entre ces deux régions du globe.

Les éosuchiens appartiennent aux eureptiles dont le groupe-frère, les **parareptiles**, est aussi présent au Permo-Trias, avec l'owenettidé *Barasaurus besairiei* (PIVETEAU, 1955). Ce fossile a été retrouvé dans deux sites de la Sakamena, l'un dans le Permien du Sud-Ouest, et l'autre dans le Trias du Nord (KETCHUM & BARRETT, 2004).

• Au **Trias**, les thérapsides sont représentés par des **cynodontes** comme *Chiniquodon kalanoro*, *Dadadon isaloi* et *Menadon besairiei* dans les formations Isalo II du Sud de Madagascar (massifs de l'Isalo et de Makay) (RANIVOHARIMANANA *et al*., 2011).



Figure 3.115 *Cynognathus*, un thérapside cynodonte du Trias voisin de *Chiquinodon* de Madagascar (source : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fd/Cynognathus_BW.jpg).

• Au **Jurassique**, une seule espèce de sauropside non-archosauromorphe est connue : *Brachypterygius extremus*, un **ichthyosaure** de la famille des ophtalmosauridés (MCGOWAN & MOTANI, 2003).

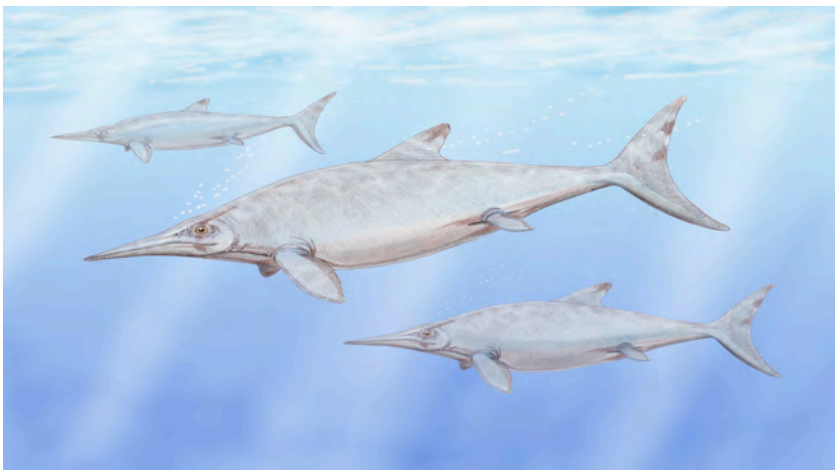


Figure 3.116 *Brachypterygius*, ichthyosaure ophtalmosauridé du Jurassique de Madagascar. (source : D. BOGDANOV, http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/78/Otshevia2DB.jpg).

• Au **Crétacé**, on connaît des chéloniens (tortues) et des lépidosauriens (lézards et serpents), dans le Nord-Ouest de Madagascar. Les **chéloniens** appartiennent au groupe des **pleurodires**, tortues gondwaniennes dont le cou se fléchit latéralement sous la carapace : *Kinkonychelys rogersi*, *Sokatra antitra* et *Erymnochelys* sp. ; des œufs ont été découverts dans le bassin de Morondava, au Crétacé supérieur (Campanien : LAWVER *et al*., 2015). Les **lépidosauriens** sont représentés par un lézard à queue épineuse cordylidé (une famille aujourd'hui cantonnée à l'Afrique subsaharienne), *Konkasaurus mahalana* des grès maastrichtiens (formation Maevarano), mais aussi par des serpents nigérophiidés (*Kelyophis hechti*) et madtsoiidés (*Madtsoia madagascariensis* et *Menarana nosymena*).

• Au **Tertiaire**, aucun représentant de ce groupe n'est connu à Madagascar.

• Le **Quaternaire** a livré des chéloniens et des lépidosauriens subfossiles, dans le Sud-Ouest. La plupart de ces taxons sont toujours vivants, mais leur présence dans des gangues calcaires de formation quaternaire permet de les considérer avec les fossiles de cette période.
Chez les tortues, un pleurodire (*Pelomedusa subrufa*) et deux **cryptodires**, les tortues de terre *Geochelone radiata* et *Aldabrachelys grandidieri*., sont recensés : leur arrivée sur l'île est un mystère (de plus). Les lépidosauriens appartiennent à cinq familles, des lézards, les chaméléonidés (*Furcifer verrucosus*), les gekkonidés (*Paroedura* sp.) et les gerrhosauridés (*Zonosaurus trilineatus*) et des serpents, les colubridés (*Leioheterodon* sp.) et les boidés (*Acrantophis* sp.).



Figure 3.17 *Testudo grandidieri* VAILLANT 1885, s. *Emys gigantea* GRANDIDIER 1868, *T. madagascariensis* ROTHSCHILD 1915, *Geochelone grand.* LOVERIDGE & WILLIAMS 1957, *Aldabrachelys grand.* BOUR 1980 et FRITZ & HAVAS 2007, *Dipsochelys grand.* BOUR 1982, http://reptile-database.reptarium.cz/species?genus=Aldabrachelys&species=grandidieri dans la galerie de paléontologie du Muséum National d'Histoire Naturelle (longueur 1,25 m) (cliché Y. LIGNEREUX).

- Importance relative des amniotes non-archosauromorphes selon les périodes

Les sauropsides non-archosauromorphes ne représentent que 0,5 % des espèces fossiles malgaches recensées : peu nombreux, ils sont pour autant assez bien renseignés, puisque la plupart des ordres sont représentés (thérapsides, chéloniens et lépidosauriens). Toutefois, leur distribution dans le temps est déséquilibrée : une seule espèce est connue au Jurassique, et aucune n'est pour l'instant documentée au Tertiaire (Paléogène et Néogène) (fig. 3.118)…

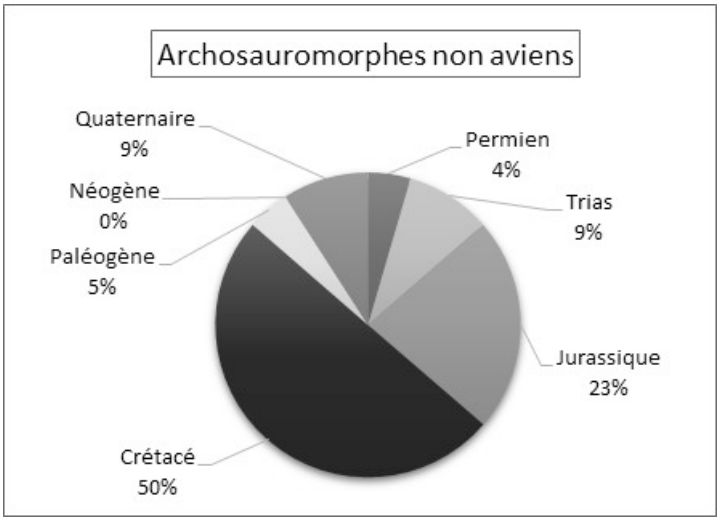


Figure 3.118 Distribution relative des sauropsides non-archosauromorphes dans les périodes géologiques, à Madagascar (% du nombre d'espèces). Cf. Annexe 4.13, données brutes.

La figure 3.119 montre la répartition temporelle des sauropsides non-archosauromorphes fossiles de Madagascar comparée à celle de l'ensemble des fossiles.

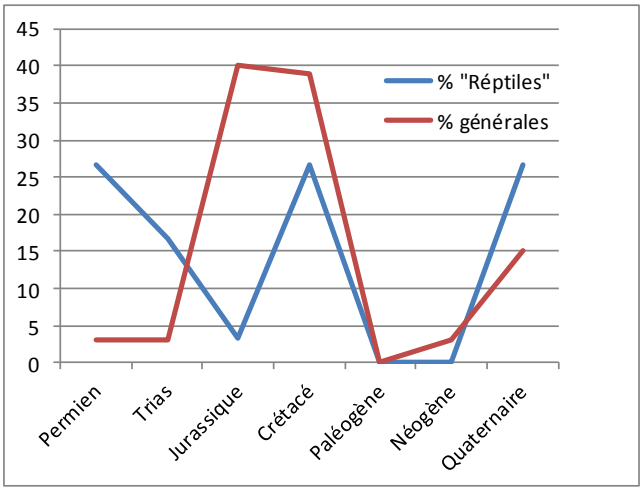


Figure 3.119 Distribution temporelle comparée des sauropsides non-archosauromorphes et de l'ensemble des espèces fossiles identifiées à Madagascar. En bleu : % des reptiles *s.l.* (30 espèces). En rouge : % des fossiles (3470 espèces). Cf. Annexe 4.13 pour les données brutes.

Au Permo-Trias et au Jurassique, les courbes numériques des sauropsides non-archosauromorphes ("reptiles") et de l'ensemble des fossiles sont discordantes, tandis qu'elles se superposent par la suite. Les fouilles dans les terrains les plus anciens ont concerné surtout

les reptiles, au Jurassique les faciès sont plutôt marins et les fossiles découverts, surtout des invertébrés marins (fouilles du SPM et travaux de COLLIGNON, notamment). Les fouilles du Crétacé du Nord-Ouest de Madagascar ont mis au jour de très nombreux fossiles reptiliens (Berivotra).

- Distribution géographique, milieux et climats

Dans le Nord, deux espèces sont reconnues (PIVETEAU, 1926, 1955) : un procolophonide owenettidé (*Barasaurus besairiei*, une espèce à large distribution, puisqu'elle se trouve aussi dans le Sud-Ouest) et un younginiforme (*Hovasaurus boulei*). Toutes les deux sont datées du Trias.
Dans le Nord-Ouest de Madagascar, à la fois des lépidosauriens (quatre espèces) et des chéloniens (quatre espèces) sont connus dans le Crétacé de la région de Berivotra (KRAUSE, 1999, 2003 ; LaDUKE, 2010 ; GAFFNEY, 2009, 2011). Tous ont été découverts dans la formation Maevarano (Maastrichtien).
Dans le Sud-Ouest (Bassin de Morondava), le registre de sauropsides non-archosauromorphes est diversifié. Les fossiles ont tous été découverts dans les couches de la Sakamena inférieure (Permien supérieur-Trias) ; ils incluent de petits éosuchiens terrestres comme *Tangasaurus menelli* et *Hovasaurus* et plusieurs autres néodiapsides, décrits par CARROLL (1978, 1981) : l'éosuchien planeur *Daedalosaurus*, assimilé à *Coelurosauravus (*PIVETEAU, 1926), et les younginiformes nageurs *Thadeosaurus* et *Claudiosaurus* (voir Annexe 4.13).

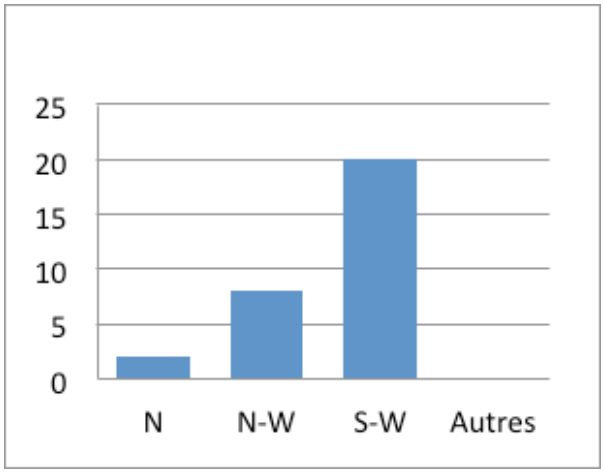


Figure 3.120 Distribution des sauropsides non-archosauromorphes fossiles dans les bassins sédimentaires de Madagascar (% du nombre d'espèces). Cf. Annexe 4.13, données brutes.

- Critique des données

Les fossiles du Permien et du Trias sont issus des données sur l'étude des formations Sakoa et Sakamena des parties Nord et Sud-Ouest de Madagascar (BESAIRIE, 1972). Les travaux récents (depuis 1999) sur les formations du Sud sont menés par l'équipe de John J. FLYNN (AMNH de New-York) et concernent le Crétacé. Pour le Cénozoïque, ce sont surtout MACPHEE (1994), GOODMAN et RAKOTOZAFY (1997, 2013…) qui interviennent, mais pour les périodes les plus récentes : le Tertiaire est le parent pauvre de la paléontologie malgache.

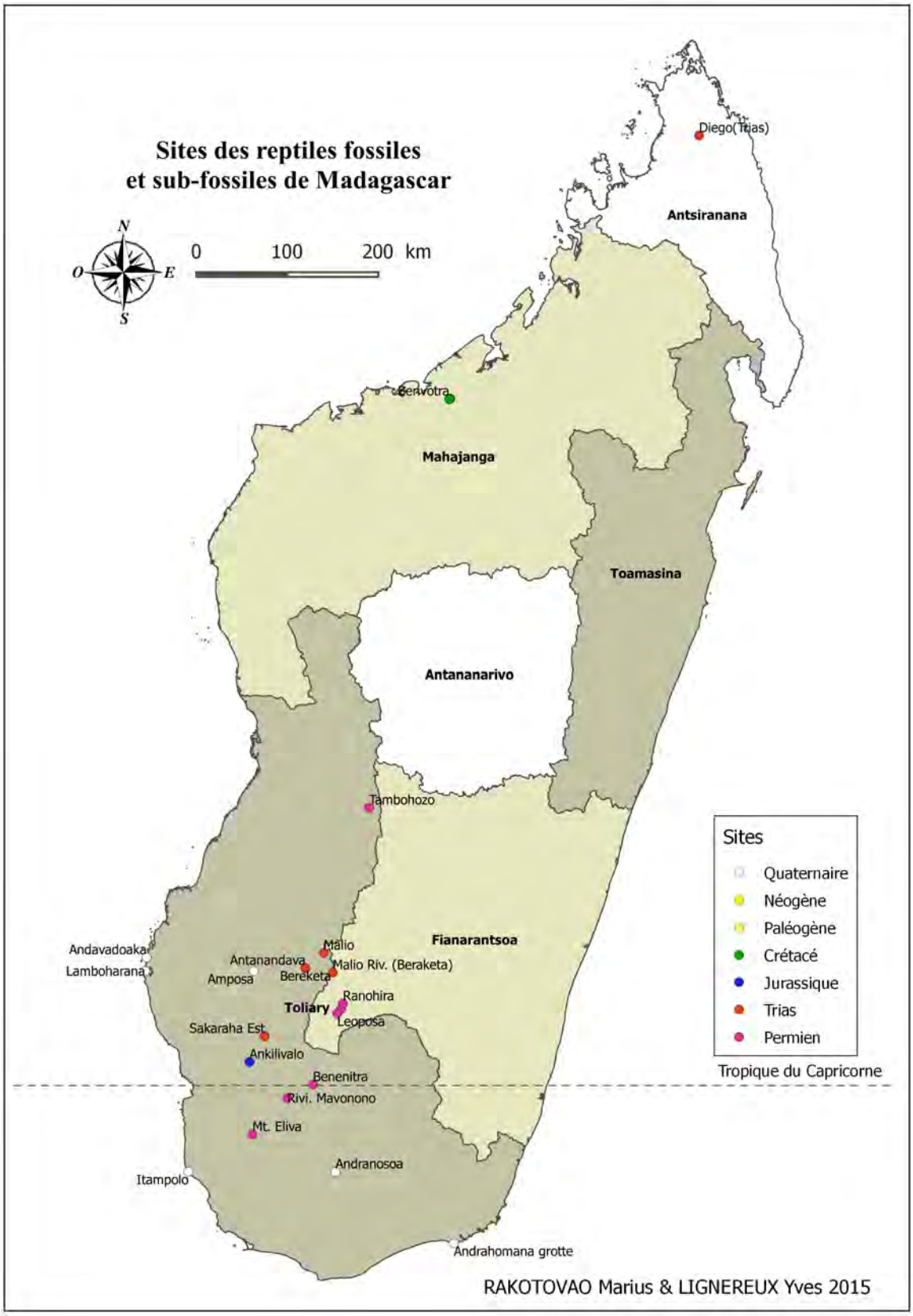


Figure 3.121 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des synapsides et des sauropsides non-archosauromorphes. Pour plus de détails, voir Annexes 2 et 4.13.

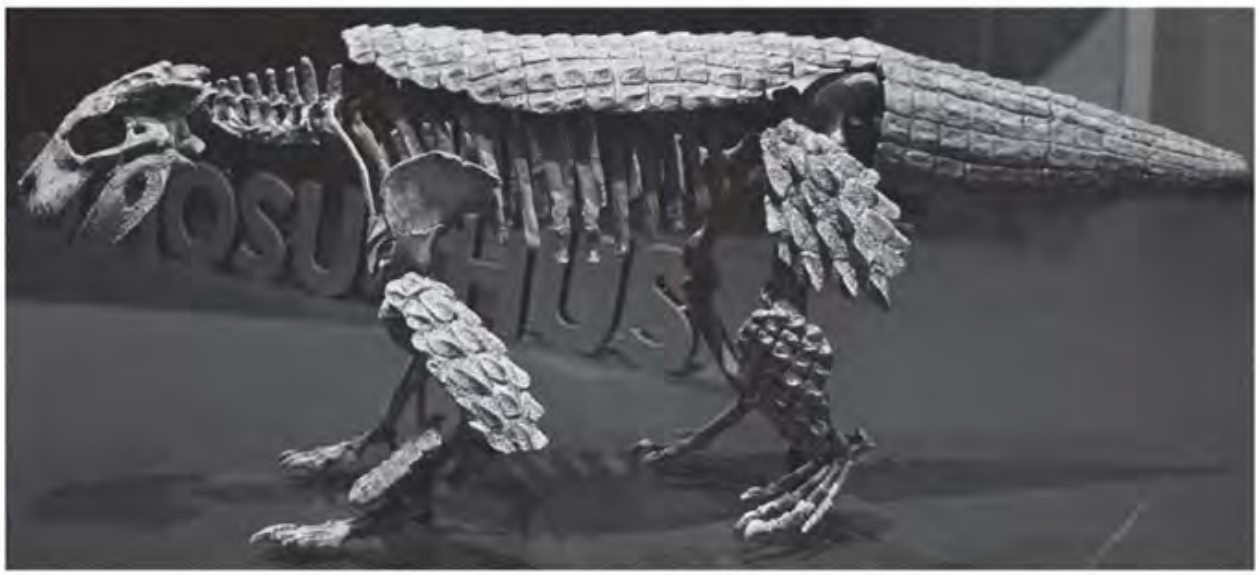
3.3.10.4.- Archosauromorphes non-aviens

Les archosauromorphes sont le groupe frère des lépidosauromorphes au sein des diapsides. Ce groupe est représenté à Madagascar dès le Trias par deux espèces d'archosauromorphes basaux, au Jurassique par des ptérosauriens, et du Jurassique à l'Actuel par des crocodyliformes (aquatiques, marins ou terrestres) et des dinosauriens (y compris aviens).

- Inventaire taxonomique

• Les **archosauromorphes** du Trias sont typiquement gondwaniens, même si leurs affinités précises sont à l'étude. Ils ont été découverts dans le massif l'Isalo, au Sud-Ouest de l'île. *Azendohsaurus madagaskarensis* est une espèce endémique de Madagascar, toutefois attribuée à un genre décrit au Maroc (DUTUIT, 1972). De la même manière, *Isalorhynchus genovefae*, décrit initialement comme endémique de l'Isalo, pourrait appartenir au genre *Hyperodapedon* connu en Afrique australe.

• Les **crocodyliformes**
Au Jurassique, un genre de téléosauridé a été découvert dans des sédiments bathoniens du bassin de Morondava. Il s'agit de *Steneosaurus baroni*, un crocodile marin.
Au Crétacé, plusieurs espèces marines ou continentales sont connues dans le Maastrichtien du bassin de Majunga : *Miadanasuchus oblita*, *Mahajangasuchus insignis* (4 m), *Simosuchus clarki* (un "crocodile" aux allures de tortue), *Araripesuchus tsangatsangana* (50 cm). Les formes, la denture et les dimensions très variées des crocodyliformes montrent l'investissement par ce groupe de nombreuses niches écologiques, contemporaines ou successives (KRAUSE, 2000).
Au Quaternaire, des restes subfossiles ont été trouvés dans les sédiments du Pléistocène supérieur ou de l'Holocène du Sud-Ouest de l'île : *Crocodylus robustus, C. niloticus*.



Skeleton of *Simosuchus*, as reconstructed with armour shields in place. Source: © D. Gordon E. Robertson/CC-BY-SA-3.0.

WILEY Blackwell

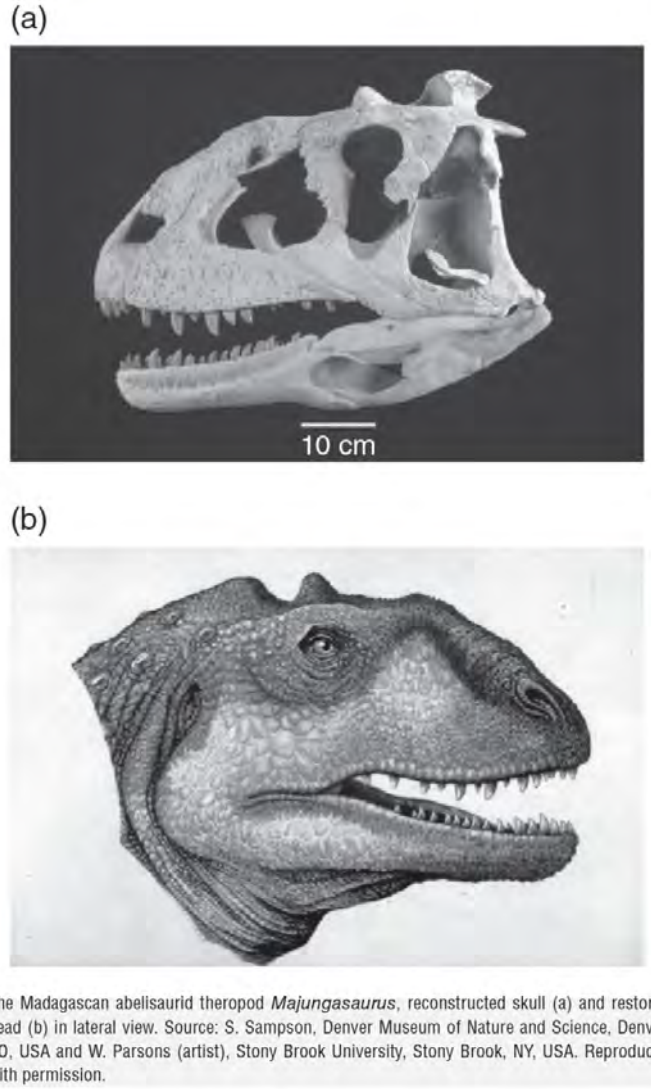
Vertebrate Palaeontology, Fourth Edition. Michael J. Benton.
© 2015 Michael J. Benton. Published 2015 by John Wiley & Sons, Ltd.
Companion Website: www.wiley.com/go/benton/vertebratepalaeontology

Figure 3.122 Le « crocodile » *Simosuchus*.

• Les **ptérosaures** sont représentés dans le Jurassique moyen (Bathonien) par un rhamphorhynchoïdé indéterminé mentionné par TAQUET (1977) cité par BARRETT *et al*. (2008).

• Le registre fossile de Dinosaures, typiquement gondwaniens (cf. SMITH & KRAUSE, 2003 ; ALLAIN *et al*., 2007 ; SERENO & BRISATTE, 2008 ; CANALE *et al*., 2009 ; NOVAS *et al*., 2010), compte parmi les plus complets de l'Île.

- Les **théropodes** sont tous endémiques : rappelons que l'île s'est détachée de l'Afrique au Jurassique, encore reliée à l'Inde dont elle ne se séparera qu'au Crétacé.
Au Jurassique, deux espèces sont connues, dans le Nord du bassin de Majunga : *Razanandrongobe sakalavae*, *Dahalokely tokana*.
Au Crétacé, trois espèces dans le bassin de Majunga : *Majungasaurus crenatissimus* (fig. 3.123 ; syn. junior : *Majungatholus atopus*), *Rahonavis ostromi* (fig. 3.128) et *Masiakasaurus knopfleri*.



Vertebrate Palaeontology, Fourth Edition. Michael J. Benton.
© 2015 Michael J. Benton. Published 2015 by John Wiley & Sons, Ltd.
Companion Website: www.wiley.com/go/benton/vertebratepalaeontology

WILEY Blackwell

The Madagascan abelisaurid theropod *Majungasaurus*, reconstructed skull (a) and restored head (b) in lateral view. Source: S. Sampson, Denver Museum of Nature and Science, Denver, CO, USA and W. Parsons (artist), Stony Brook University, Stony Brook, NY, USA. Reproduced with permission.

Figure 3.123 Le théropode abélisauride *Majungasaurus crenatissimus*.

- Les **sauropodes**
Au Jurassique, deux espèces sont connues dans le bassin de Majunga : *Lapparentosaurus madagascariensis* (fig. 3.124) et *Archaeodontosaurus discouensi.*
Au Crétacé, deux genres, toujours dans le bassin de Majunga : *Titanosaurus, madagascariensis* et sp., et *Rapetosaurus krausei.*

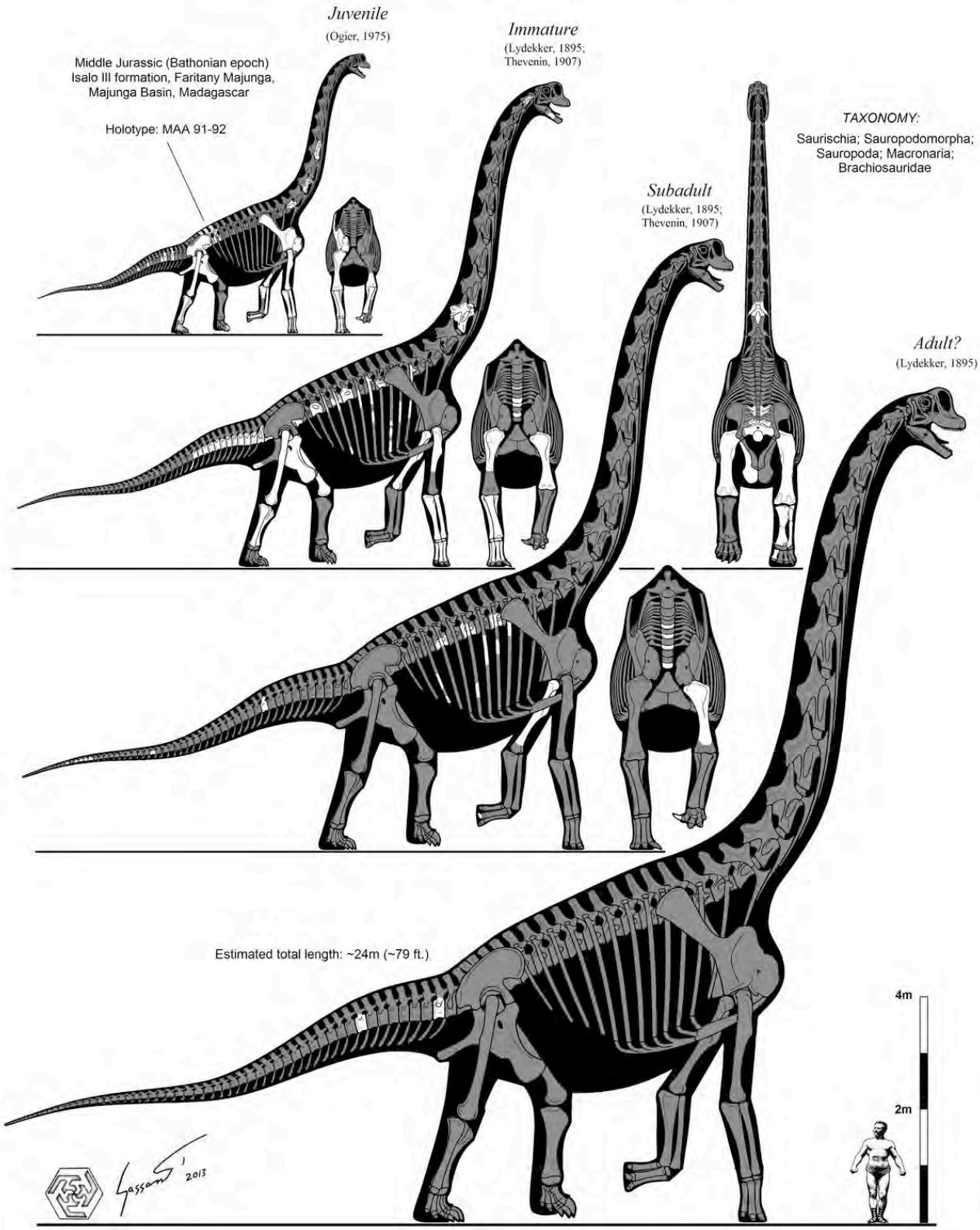


Figure 3.124 *Lapparentosaurus madagascariensis* BONAPARTE, 1986 (*Bothriospondylus madagascariensis* LYDDEKER, 1895).
http://fc08.deviantart.net/fs71/i/2014/046/3/9/lapparentosaurus_madagascariensis_skeletal_by_paleo_king-d6kh3m4.jpg

- Importance relative des archosauromorphes non-aviens selon les périodes

La figure 3.125 montre l'évolution de la diversité spécifique du groupe dans le temps.

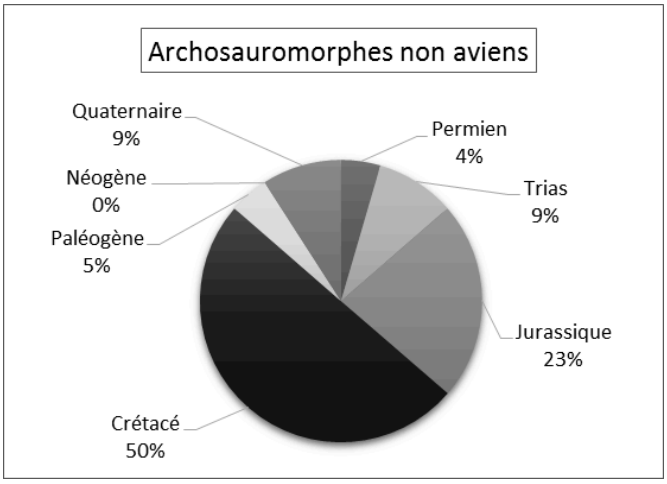


Figure 3.125 Distribution relative des archosauromorphes dans les périodes géologiques, à Madagascar. Voir Annexe 4.14 pour les données brutes.

Le Mésozoïque rassemble la plus grande partie de la diversité des archosauromorphes de Madagascar, ce qui se conçoit par le simple rappel que les dinosaures n'ont vécu qu'à cette ère. Mais le tertiaire est particulièrement déficitaire : les crocodilyformes « sautent » du Crétacé et vaguement du Paléogène… directement au Quaternaire !

La figure 3.126 montre la répartition temporelle des archosauromorphes non-aviens fossiles de Madagascar comparée à celle de l'ensemble des fossiles.

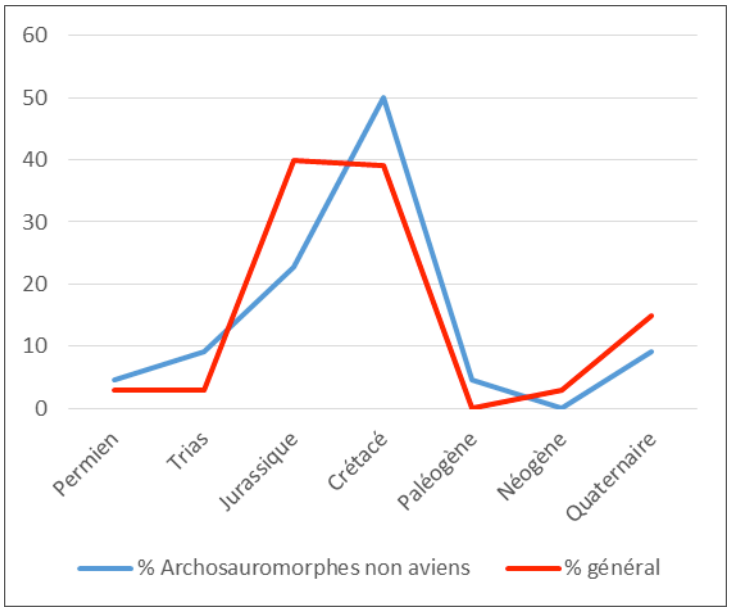


Figure 3.126 Distribution temporelle comparée des archosauromorphes et de l'ensemble des espèces fossiles identifiées à Madagascar. En bleu : % des archosauromorphes non-aviens (22 espèces). En rouge : % des fossiles (3470 espèces). Cf. Annexe 4.14 pour les données brutes.

Les archosauromorphes non-aviens apparaissent au Trias dans le registre fossile de Madagascar. Leur diversité augmente au Jurassique et au Crétacé, avec l'apogée des dinosaures et des crocodiles, avant de s'effondrer au Paléogène (*i.e.* après la crise KT). Après une longue lignée fantôme (couvrant l'ensemble du Tertiaire), les crocodiles seront à nouveau documentés au Pléistocène : beaucoup reste donc encore à découvrir dans l'intervalle silencieux — y compris si l'on considère un épisode d'immigration quaternaire, l'espèce actuelle, le crocodile du Nil, étant une espèce manifestement continentale.

- Distribution géographique, milieux et climats

La figure 3.127 montre la distribution géographique des archosauromorphes non-aviens à Madagascar, par bassin sédimentaire.

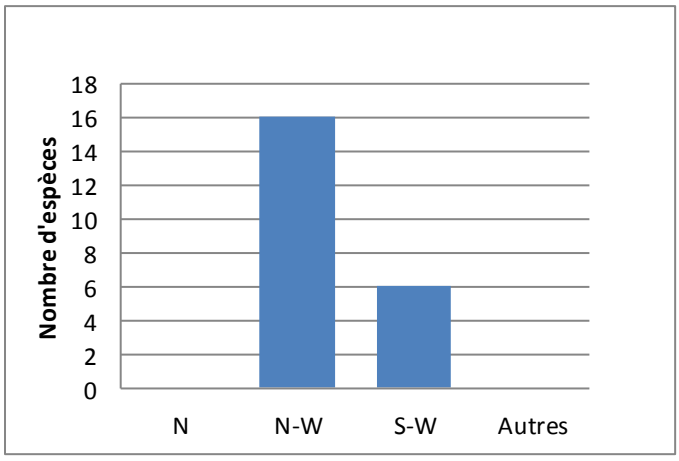


Figure 3.127 Distribution des archosauromorphes fossiles dans les bassins sédimentaires. Voir Annexe 4.14 pour les données brutes.

Les archosauromorphes sont des animaux terrestres (même si les crocodylomorphes sont plutôt aquatiques, mais d'eaux douces ou saumâtres), ils ont été retrouvés dans des sédiments continentaux, alors que les invertébrés contemporains, l'ont été pour l'essentiel dans des sédiments marins.

La région nord ne recèle aucun archosauromorphe non-avien.
La région nord-ouest (Majunga) possède le plus grand nombre d'espèces de crocodyliformes et de dinosauriens non-aviens, sur une période étagée du Jurassique au Crétacé.
Dans la région sud-ouest (Morondava) se trouvent à la fois des archosauromorphes basaux (dans les formations de la Sakamena et de l'Isalo) et le plus ancien crocodyliforme de l'Île.

L'endémisme malgache se manifeste très tôt (*Azendohsaurus madagaskariensis*), mais il s'affirme avec l'isolement de la Lémurie au Jurassique et celui de Madagascar, à la fin du Crétacé, avec des genres propres à la Grande Île (*Lapparentosaurus*, *Razanandrongobe*, *Dahalokely*, *Masiakasaurus*, *Majungasaurus*, *Rahonavis* ou *Rapetosaurus*). Curieusement, aucun des dinosaures de Madagascar, à l'exception de *Titanosaurus*, n'existe en Inde alors que les deux îles-continents font route ensemble entre le Jurassique et le Crétacé : on peut imaginer l'existence d'une barrière géographique/environnementale/climatique entre les bassins Ouest de Madagascar et le Dekkan, probablement liée à l'existence du socle cristallin de Madagascar, alors beaucoup moins érodé qu'il ne l'est aujourd'hui.

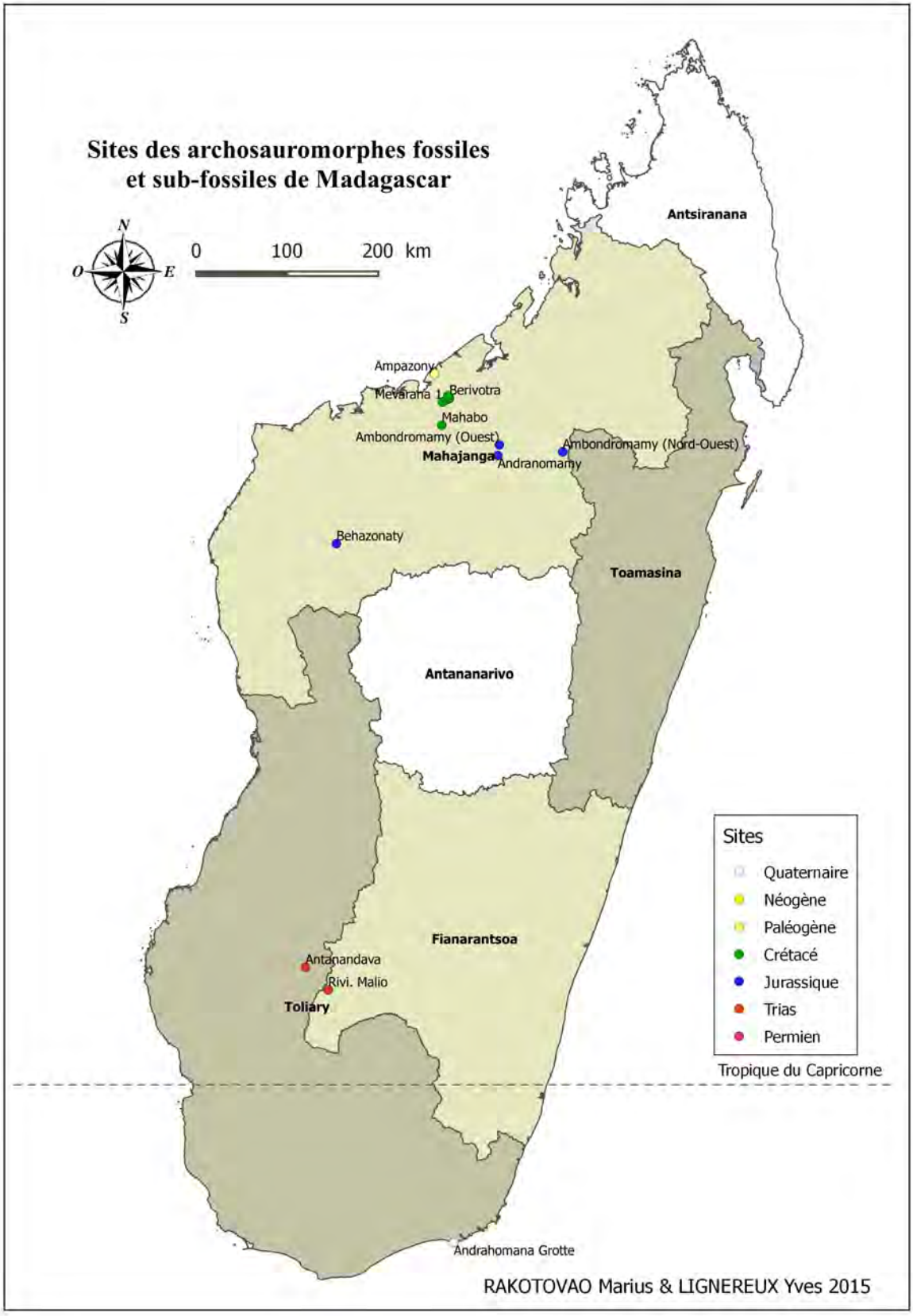


Figure 3.128 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des archosauromorphes non-aviens. Pour plus de détails, voir Annexes 2 et 4.14.

- Critique des données

Le Bassin de Majunga a livré la majorité des dinosauriens, sur deux zones de fouilles, l'une plus au Nord avec un seul genre (*Dahalokely*) et l'autre plus au Sud, avec six genres distincts. On peut penser que des fouilles systématiques entre ces deux zones, où les sédiments jurassiques (et leurs affleurements) sont continus, seraient fructueuses.
Ces fouilles n'ont pas cessé depuis une vingtaine d'années, sous l'impulsion de David KRAUSE et de son équipe (DODSON, 1998 ; FORSTER, 1998 ; BUCKLEY, 1999, 2000 ; CURRY ROGERS, 2001 ; SAMPSON, 2001) ; mais d'autres auteurs avaient aussi fait de belles découvertes dès la fin du XIX^{ème} siècle (DEPÉRET, 1896) et dans la deuxième moitié du siècle suivant (BUFFETAUT, 1979 ; SUES 1979).
Les ptérosaures sont très peu représentés dans les sédiments malgaches : un rhamphorhynchoïdé indéterminé ayant été mentionné à Faritany, dans la province de Majunga (TAQUET, 1977 ; BARRET *et al.*, 2008).

Les sédiments du Paléogène et du Néogène de l'Île n'ont pas livré de restes d'archosauromorphes (limités à ces périodes aux crocodylomorphes et aux oiseaux), mais cette lacune n'est pas particulière aux archosauriens : les sauropsides non-archosauriens et les mammifères montrent aussi une faiblesse de leur représentation cénozoïque. On observe par ailleurs un déficit des publications pour cette période. On peut donc attribuer ces faibles nombres à une lacune dans les recherches sur le terrain ou dans les publications, plutôt qu'à une réelle absence de fossiles.



Figure 3.129 Un dinosaure ? Un oiseau ?
Rahonavis ostromi, théropode dromæosauridé de la taille d'un corbeau… à dents (70 Ma).
http://svt.ac-reunion.fr/ressources/regionales/site_apoi/apoi5/5ch3_seq4_act1/rahonavis2.jpg

3.3.10.5.- Oiseaux

Les oiseaux forment un groupe naturel d'archosauromorphes qui se différencie des théropodes dès le Jurassique moyen (GODEFROIT *et al.*, 2013, *Nature*). L'un de leurs cousins théropodes le plus proches est d'ailleurs le droméosauridé *Rahonavis ostromi* du Crétacé terminal du bassin de Majunga (voir chapitre correspondant).
Lorsque l'on évoque les oiseaux éteints de Madagascar, l'æpyornis vient immédiatement à l'esprit (fig. 3.130), même si d'autres espèces, bien plus anciennes, existent aussi. De très nombreuses espèces malgaches d'oiseaux sont aujourd'hui endémiques, en raison du très long isolement géographique de l'île.

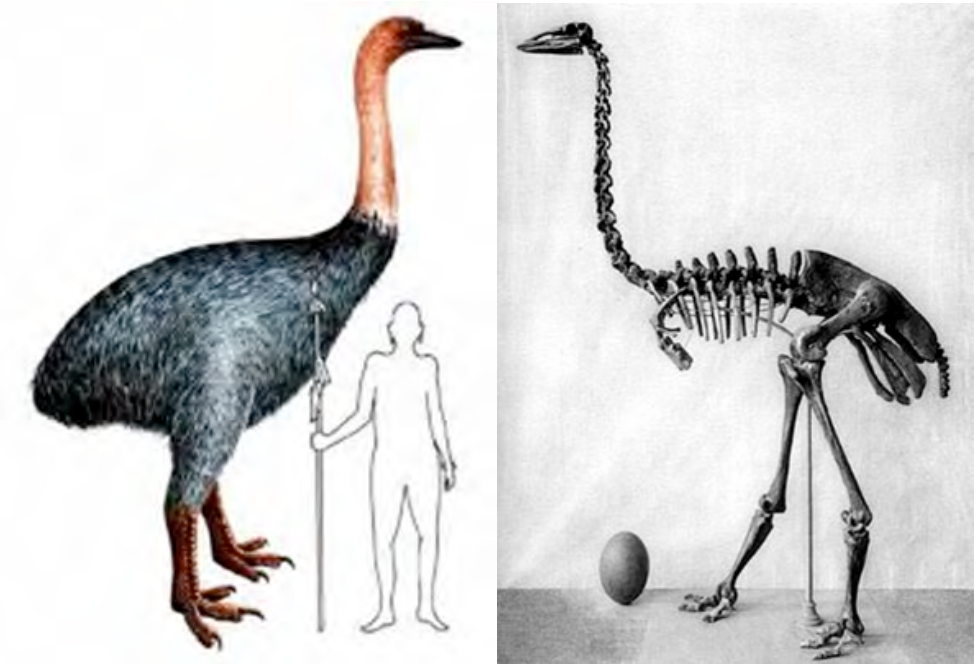


Figure 3.130 *Aepyornis maximus*, reconstitution avec silhouette d'homme donnant l'échelle (à gauche), squelette monté et œuf (à droite).
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1e/Aepyornis_maximus.jpg/290px-Aepyornis_maximus.jpg

- Inventaire taxonomique
• Le Crétacé supérieur malgache a livré deux oiseaux, dans le Nord-Ouest. Le premier, nommé *Vorona berivotrensis*, appartient au groupe des énantiornithes (ornithothoraces). L'autre est un membre indéterminé des euornithes (FORSTER *et al.* 1996).
• Le Paléogène et le Néogène n'ont livré aucun oiseau fossile à ce jour.
• C'est au Quaternaire que les oiseaux fossiles malgaches sont les plus diversifiés, avec presque 90% des espèces recensées (Annexe 4.15). Elles appartiennent soit à des taxons fossiles (des paléognathes essentiellement), soit à des groupes actuels.
- Les æpyornithidés sont les oiseaux coureurs géants de Madagascar : ils appartiennent aux ratites, un groupe paraphylétique de paléognathes dont les représentants actuels vivent en Amérique du Sud, Afrique, Australie, Nouvelle-Guinée et Nouvelle-Zélande. Ils ont été dispersés par la dislocation du Gondwana au Crétacé. Les paléognathes forment le groupe frère des néognathes au sein des neornithes (clade apical des oiseaux). Leurs représentants malgaches en sont les *Æpyornis* (4 espèces : fig. 3.129) et les *Mullerornis* (3 espèces) ; leur disparition est due à deux séries de facteurs, l'un d'ordre climatique (aridification et ensablement du Sud de la Grande Île), l'autre d'ordre anthropique (chasse : BATTISTINI, 1971).

- Chez les néognathes, presque tous les ordres représentés dans la nature actuelle à Madagascar y sont déjà présents au Quaternaire (GOODMAN & RAKOTOZAFY, 1997 et Annexe 4.15). On les a retrouvés dans des gangues calcaires ou dans des pelotes de réjection encroûtées d'aragonite dans des grottes. La plupart proviennent du bassin Sud-Ouest de Madagascar, et quelques-uns du bassin nord-ouest, dont en particulier le bec-ouvert africain *Anastomus lemelligerus* et l'ibis sacré *Threskiornis aethiopicus*. Ces taxons sont aujourd'hui connus sur l'ensemble de l'île.
Certaines espèces identifiées dans le Quaternaire de Madagascar sont aujourd'hui disparues : *Alopochen sirabensis*, *Centrornis majori* et *C.* sp., *Hovacrex roberti*, *Coua primavea*, *Vanellus madagascariensis*, *Stephanoaetus maheri*.

- Importance relative des oiseaux selon les périodes

La figure 3.131 montre que la très grande majorité des espèces fossiles connues à Madagascar est d'âge quaternaire.

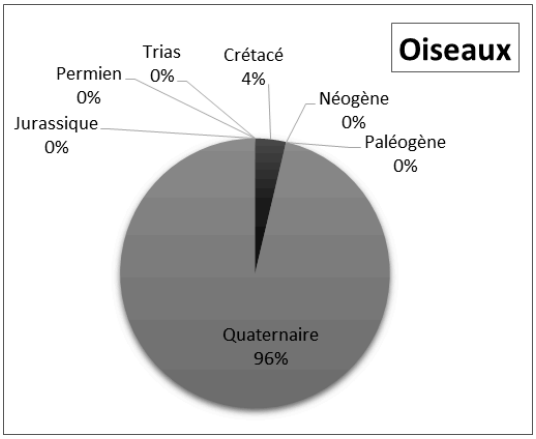


Figure 3.131 Distribution relative des oiseaux dans les périodes géologiques, à Madagascar. Voir Annexe 4.15 pour les données brutes.

La figure 3.132 montre l'importance des oiseaux relativement à celle des autres groupes fossiles.

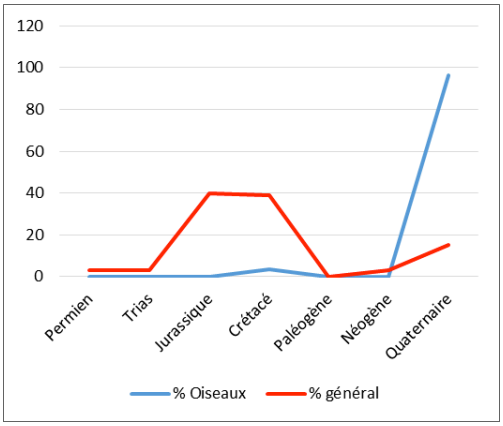


Figure 3.132 Distribution temporelle comparée des oiseaux et de l'ensemble des espèces fossiles identifiées à Madagascar. En bleu : % des Oiseaux (54 espèces). En rouge : % des fossiles (3470 espèces). Voir Annexe 4.15 pour les données brutes.

Les oiseaux apparaissent au Jurassique, leur présence à Madagascar n'est attestée qu'au Crétacé avec des taxons basaux, Enanthiornithes et Euornithes. Le catalogue fossile est vide au Tertiaire, c'est au Quaternaire qu'il s'étoffe, avec de nombreuses espèces subfossiles et actuelles.

- Distribution géographique, milieux et climats

Les oiseaux du Mésozoïque proviennent du Nord-Ouest, dans la formation Maevarano de la région de Berivotra. Cette formation continentale maastrichtienne est bien connue pour sa richesse en fossiles (par ex. KRAUSE *et al*., 2007, ROGERS *et al*., 2007), mais son origine reste discutée : il s'agirait de coulées marno-sableuses qui se seraient figées en formant des grès (*channel sandstones*), emprisonnant les animaux qu'elles auraient emportés.

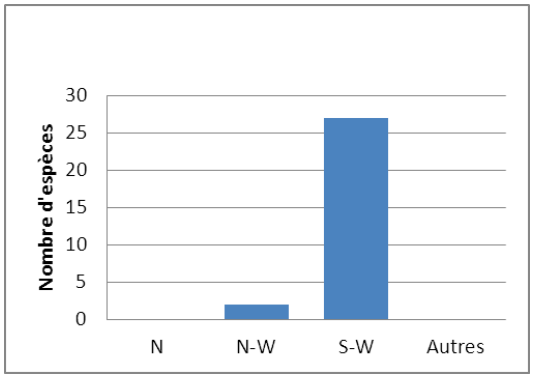


Figure 3.133 Distribution des oiseaux fossiles dans les bassins sédimentaires de Madagascar (% du nombre d'espèces). Voir Annexe 4.15 pour les données brutes.

Les oiseaux quaternaires proviennent, pour certains, de sédiments récents accumulés dans les mangroves (*cf* GOODMAN & RAKOTOZAFY 1997). Mais la plupart ont été découverts en contexte de grottes, soit qu'ils y vivaient (Andrahomana), soit qu'ils y aient été emportés par des prédateurs (serpents, rapaces nocturnes).
Les sites quaternaires sont situés soit sur les côtes, où se trouvent des grottes (Andrahomana, Belobaka, Anjohibe…) et des sédiments calcaires (baie de Narindra, île de Makamby, Belo, Tuléar…), soit à l'intérieur de l'île aux altitudes moyennes des massifs montagneux, dans un contexte de rivages lacustres favorables à la conservation de restes aussi fragiles (Ampasambazimba, Marotampona, Antsirabé, Sirabé, Ankazoabo, Taolambiby, Fompona…).

- Critique des données

La région de Berivotra a livré de nombreux fossiles du Jurassique et du Crétacé et la plupart des espèces quaternaires recensées proviennent des sites sub-fossiles malgaches : le « Tertiaire » et le Pléistocène sont très peu représentés.
Les équipes de Madagascar Conservation (KRAUSE *et al*. depuis 1999) et de la Mission archéologique et Paléontologique de la Province de Mahajanga (MAPPM) (GOMMERY *et al*. 2009) ont concentré leurs recherches sur le Nord-Ouest de Madagascar, où elles ont abouti à la découverte de nombreux fossiles de dinosaures et de mammifères ainsi que de quelques oiseaux. Dans le Sud, les fouilles menées par GOODMAN et RAKOTOZAFY (1997) ont fourni un grand nombre d'espèces d'oiseaux subfossiles.
Les périodes crétacée, paléogène et néogène sont pour l'instant très peu renseignées : de nouvelles découvertes d'oiseaux sont prévisibles, pour toutes les époques depuis le Jurassique moyen, dans l'ensemble de l'île.



Figure 3.134 *Aepyornis*, Muséum National d'Histoire Naturelle (cliché Y. LIGNEREUX).

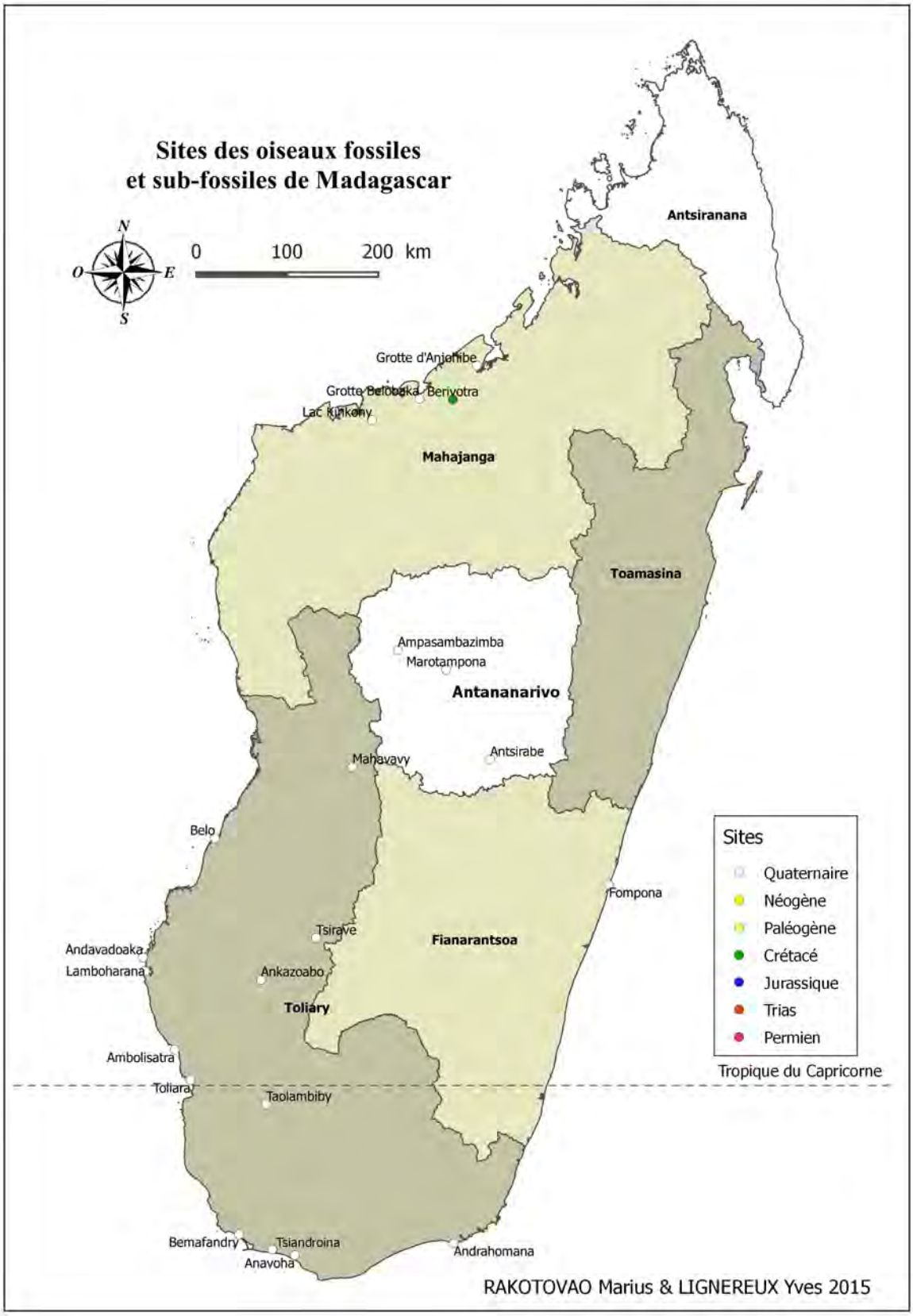


Figure 3.135 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des oiseaux.
Pour plus de détails, voir Annexes 2 et 4.15.

3.3.10.6.- Mammifères

Les mammifères comptent aujourd'hui environ 5400 espèces, regroupées dans près de 1200 genres, 153 familles et 29 ordres. Les premiers « mammifères » remontent au début du Trias supérieur, il y a 220 Ma (Carnien).
L'origine des mammifères malgaches est encore discutée (VAN DER GEER *et al*., 2010). Dans la nature actuelle, la diversité ordinale en est très réduite (sept ordres et 23 familles), en particulier par comparaison avec la diversité-α, qui correspond à des genres et espèces essentiellement endémiques (TATTERSALL, 2006).
Le plus ancien mammifères *s.s.* connu à Madagascar (Sud-Ouest) est *Ambondro mahabo*, un protothérien australosphénide du Jurassique (FLYNN *et al*., 1999). Au Crétacé et au Tertiaire, les espèces sont toujours très peu nombreuses : KRAUSE *et al*. (2014) viennent de publier *Vintana sertichi*, un mammifère gondwanathérien. C'est au Quaternaire que la diversité spécifique du groupe paraît exploser. STEVENS & HEESY (2006) pensent que le passage des mammifères s'est fait grâce à un pont terrestre (Comores ?) vers le milieu du Miocène (mais quelles sont les espèces-souches continentales ?). Les mammifères fossiles de Madagascar sont surtout des subfossiles holocènes !

- Inventaire taxonomique

• Au Trias moyen/supérieur, FLYNN *et al*. (2000) et RANIVOHARIMANANA *et al.* (2011) ont décrit un cynodonte traversodontidé, *Dadadon isaloi*,

• Les couches bathoniennes du bassin de Majunga (**Jurassique moyen**, 167 Ma) ont livré *Ambondro mahab,* le plus ancien mammifère de l'île (FLYNN *et al*., 1999). La mandibule correspondante, dotée de trois dents « superficiellement » tribosphéniques, a été interprétée comme pouvant appartenir à un représentant des ausktribosphenida. Il s'agit du groupe frère des monotrèmes dans le clade des australosphenida (LUO *et al*., 2002 ; BENTON, 2014: 337). L'hypothèse alternative, qui considérait les ausktribosphenida comme des placentaires potentiels (BENTON, 2005: 300), n'aurait plus cours (DAVIS, 2011).

• Au **Crétacé**, trois taxons ont été découverts dans le Nord-Ouest par l'équipe de KRAUSE : les gondwanathères *Lavanify miolaka* — lequel témoigne des relations avec l'Inde — et *Vintana sertichi* (70-65 Ma), et deux autres thériiformes (selon la classification de ROWE, 1988) ou Trechnotheria (selon celle de MCKENNA & BELL, 1997). Ces deux derniers taxons ne sont toujours pas déterminés au niveau spécifique. Il s'agit d'un multituberculé et d'un zhélestidé (KRAUSE, 2001 ; AVERIANOV *et al*., 2003).

• Au **Paléogène**, les dépôts marins de l'Éocène moyen du bassin de Majunga livrent l'un des plus anciens Siréniens dugongidés connus, *Eotheroides lambondrano* (SAMONDS *et al*., 2009). Ce genre était préalablement documenté dans des niveaux lutétiens-priaboniens en Inde et en Égypte (ZALMOUT & GINGERICH, 2012).

• Les dépôts sédimentaires du **Néogène** ancien n'ont encore livré aucun fossile de mammifère.

• Le **Quaternaire** présente soudain, et dans toutes les régions de l'Île (fig. 3.4.11), de nombreux fossiles de mammifères, subfossiles pour la plupart ; certains taxons, encore présents dans la faune actuelle, sont cités parce qu'ils ont été retrouvés en contexte paléontologique. Plusieurs groupes sont représentés parmi les laurasiathères (Artiodactyles — cétacés, hippopotames et suidés —, carnivores, chiroptères, eulipotyphles), les afrothères (siréniens et macroscélides malgaches) et les euarchontoglires (rongeurs et primates).

Les **cétacés** identifiés dans le Quaternaire de Madagascar sont des odontocètes : un physétéridé (*Physeter catodon*, le cachalot), des kogiidés (*Kojia* sp., un cachalot nain), des ziphiidés (*Mesoplodon* sp. et *Indopacetus pacificus*, deux baleines à bec) et des delphinidés (dauphins et marsouins : *Delphinus* sp., *Grampus griseus*, *Stenella longirostris*, *Cephalorhynchus commersoni*, *Globicephala macrorhynchus)* ; il s'agit de représentants d'espèces et de genres actuels, découverts dans les sites quaternaires du Sud-Ouest.
Les **hippopotames** de Madagascar appartiennent à trois espèces « naines » endémiques éteintes : *Hippopotamus lemerlei* GRANDIDIER, 1868, *H. madagascariensis* GULDBERG, 1883 et *H. laloumena* FAURE & GUÉRIN, 1990 (pour revue, voir RAKOTOVAO *et al*., 2014, Annexe 5, p. 375). Alors que la faune actuelle de l'Île inclut un suidé potamochère, aucun Suidé fossile n'a pour l'instant été découvert. Quant aux bovidés holocènes, ils sont rapportés à *Bos taurus indicus*, le zébu (un animal déjà domestiqué à l'époque).
Il semblerait qu'il n'y ait jamais eu de grands **carnivores** à Madagascar, mais seulement des féliformes de taille moyenne. La mammalofaune actuelle inclut un viverridé, la civette de Madagascar *Fossa fossana* et un eupléridé, le fossa *Cryptoprocta ferox*. Une espèce éteinte de fossa, le fossa géant *C. spelea*, a été découverte dans des dépôts holocènes de grottes (grottes d'Anjohibé dans le Nord-Ouest, de Lamboharana et d'Andrahomana dans le Sud-Ouest ; pour revue, voir GOODMAN *et al*., 2004).



Figure 3.136 Les crânes d'hippopotames de Madagascar de la collection GALLIÉNI du MHNT. Le premier à gauche, incomplet, est un crâne d'*H. lemerlei* ; les six autres sont d'*H. madagascariensis* (cliché Y. LIGNEREUX).

Les **chiroptères** malgaches appartiennent aux deux clades majeurs reconnus : ils comprennent des mégachiroptères, avec les ptéropodidés (roussettes) *Rousettus madagascariensis*, *Pteropus rufus* et *Eidolon dupreanum*, et des microchiroptères, avec les Hipposidéridés *Hipposideros commersoni* et *Triaenops furculus*, les molossidés *Mops leucostigma* et *Mormopterus jugularis* et les vespertilionidés (*Miniopterus gleni*). Leur mode de locomotion original explique leur présence sur l'Île.
Curieusement, un **insectivore** laurasiatique (**eulipotyphle**) est présent à Madagascar (et aux Comores) : le soricidé *Suncus madagascariensis* est congénérique de la musaraigne étrusque, le plus petit mammifère terrestre actuel. Les modalités de son arrivée sur l'Île sont inconnues.

Les **afrothères** quaternaires de Madagascar sont un sirénien dugongidé indéterminé découvert dans le bassin de Diégo (COLLIGNON et COTTREAU, 1927), de nombreux afrosoricides de la famille des tenrécidés (*Tenrec ecaudatus, Echinops telfairi, Geogale aurita, Microgale brevicaudata, M. longicaudata, M. macpheei, M. nasoloi, M. principula, M. pusilla* et *Setifer setosus*) et deux espèces d'un groupe endémique de Madagascar, celui des Bibymalagasia, avec les espèces récemment éteintes *Plesiorycteropus madagascariensis* et *P. germainepetterae*. Contrairement à ce que leur nom indique, il pourrait ne pas s'agir de tubulidentés oryctéropes, mais plutôt de tenrécoïdes convergents de ces derniers, en tout cas sur la base de données moléculaires (BUCKLEY, 2013).

Les **rongeurs** identifiés dans les sédiments quaternaires de l'Île sont des muroïdes. La grande majorité appartient aux nésomyidés, la famille des grands rats africains : *Eliurus myoxinus*, *Hypogeomys australis* et *H. antimena*, *Macrotarsomys bastardi* et *M. petteri*, et *Nesomys rufus*. Madagascar compte aussi des muridés cosmopolites et commensaux de l'homme, probablement introduits par lui : souris (*Mus musculus*) et rat (*Rattus rattus*). Ces espèces sont toujours actuelles (CARLETON & SCHMIDT, 1990).

Les **primates** de Madagascar appartiennent tous au clade des strepsirrhiniens **lémuriformes** ou lémuroïdes (fig. 3.137).

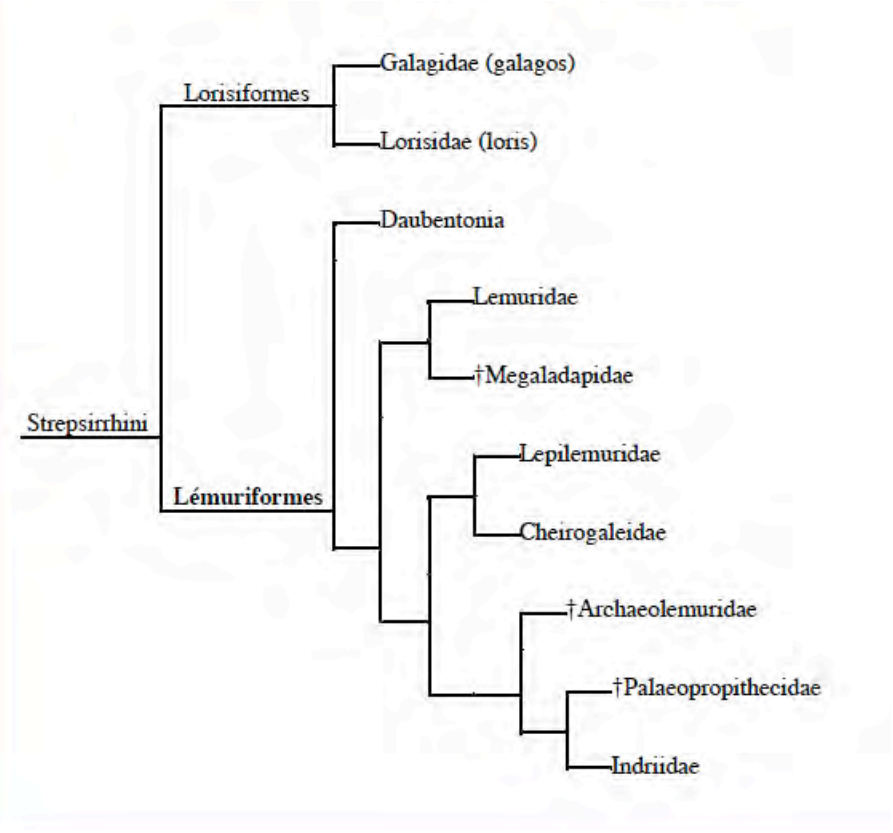


Figure 3.137 Classification phylogénétique des lémuriens
(source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Lemuriformes)

Les lémuriformes divergent des lorisiformes afro-arabes à l'Éocène (vers 54-48 Ma ; GODINOT, 2006) ; ils seraient arrivés sur la Grande Île avant 40 Ma, grâce à des îles flottantes, des radeaux végétaux formés à la faveur de crues violentes de rivières débouchant dans le Canal du Mozambique (LAVOCAT, 1967 ; SIMONS, 1997). La lignée fantôme est donc très

longue et les perspectives de découvrir des lémuriformes dans le Tertiaire et le Quaternaire ancien de l'Île sont d'autant plus engageantes.



Parmi les lémuroïdes quaternaires, les daubentoniidés ne comptent qu'une seule espèce toujours vivante mais très menacée, *Daubentonia madagascariensis*, l'aye-aye. Les mégaladapidés sont représentés par trois espèces disparues, *Megaladapis edwardsi*, *M. madagascariensis* et *M. grandidieri.* Les lémuridés fossiles sont *Hapalemur simus*, *Lemur catta*, *Pachylemur insignis* et *P. jullyi*. Les cheirogaléidés sont *Cheirogaleus medius* et *Microcebus* sp. Les archéolémuridés sont aujourd'hui disparus : *Archaeolemur edwardsi*, *A. majori* et *Hadropithecus stenognathus*. Les paléopropithécidés, disparus eux aussi, sont nombreux : *Archaeoindris fontoynonti*, *Babakotia radofilai*, *Mesopropithecus dolichobrachion*, *M. globiceps*, *M. pithecoides*, *Palaeopropithecus ingens*, *P. maximus* et *P. kelyus*. Des indriidés ont aussi été découverts dans les formations karstiques quaternaires : *Avahi laniger* et *Propithecus verreauxi*…

Figure 3.138 *Palaeopropithecus ingens*, par Smokeybjb.
Sous licence CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Palaeopropithecus_ingens.jpg#/media/File:Palaeopropithecus_ingens.jpg

Les lémuriens ont occupé toutes les niches écologiques forestières, certains, comme *Megaladapis* prenant l'habitus de koalas, d'autres, comme *Paleopropithecus ingens* (fig. 3.138), celui de gibbons (exemples de convergence)…

- Importance relative des mammifères selon les périodes

La figure 3.139 montre la distribution temporelle des mammifères : le déficit tertiaire est abyssal.

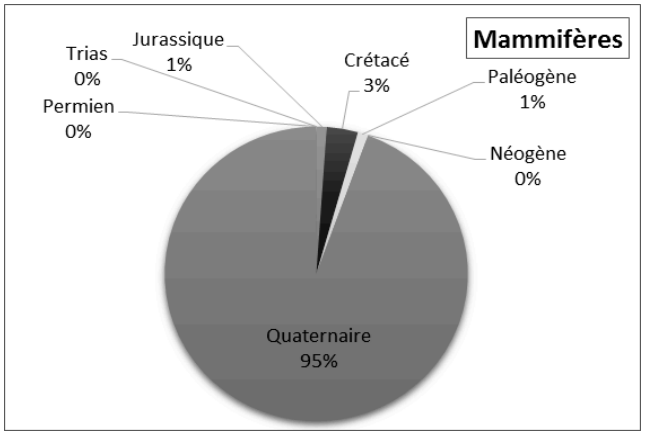


Figure 3.139 Distribution relative des mammifères dans les périodes géologiques, à Madagascar. Voir Annexe 4.16 pour les données brutes.

La figure 3.140 représente la répartition temporelle des espèces de mammifères comparée à celle de l'ensemble des espèces fossiles identifiées à Madagascar.

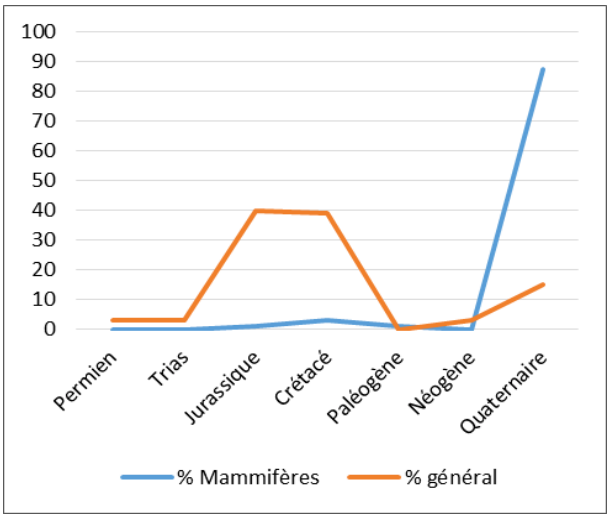


Figure 3.140 Distribution temporelle comparée des mammifères (82 espèces) et de l'ensemble des espèces fossiles (3470 au total) identifiées à Madagascar. En bleu : % des Mammifères. En rouge : % des fossiles. Voir Annexes 2 et 4.16 pour les données brutes.

Les mammifères ne se détachent du contexte général qu'au Quaternaire.

- Distribution géographique, milieux et climats

La figure 3.141 montre le nombre d'espèces fossiles de mammifères par bassin sédimentaire.

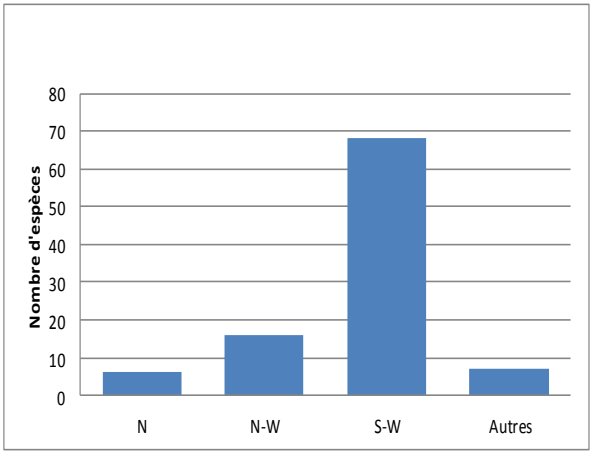


Figure 3.141 Distribution des mammifères fossiles dans les bassins sédimentaires de Madagascar. Voir Annexes 2 et 4.16 pour les données brutes.

Les fossiles jurassiques, crétacés et paléogènes ont tous été trouvés dans le bassin de Majunga (formation de Maevarano : KRAUSE *et al.*, depuis 1997). Les fossiles quaternaires sont répartis sur toute l'île, en raison de la couverture sédimentaire généralisée sur cette période, de sa fraîcheur et de sa facilité d'accès.

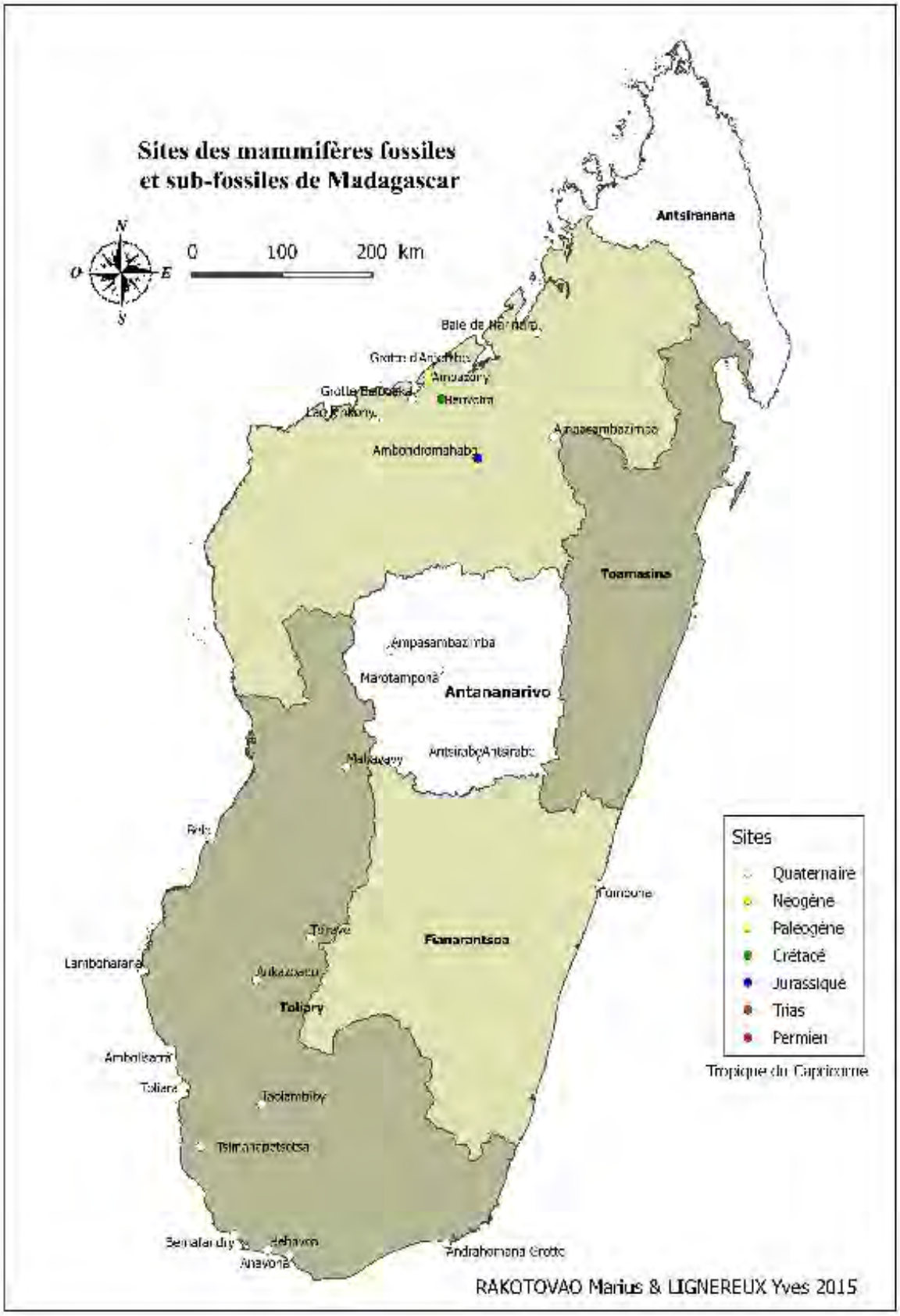


Figure 3.142 Sites paléontologiques malgaches ayant livré des mammifères.
Pour plus de détails, voir Annexes 2 et 4.16.

- Critique des données

Le registre (sub)fossile des Mammifères malgaches montre des lacunes remarquables : pas de bovidés sauvages, de cervidés, camélidés, périssodactyles, pholidotes, grands carnivores, lagomorphes, haplorrhiniens, hyracoïdes et proboscidiens : l'île a été gagnée par des animaux venus au gré des circonstances (surtout météorologiques, probablement). Il n'y a pas eu de colonisation continue et complète par l'ensemble des taxons présents en Afro-Arabie.

Pourtant, des mammifères parmi les plus anciens (*Ambondro*) ont vécu à Madagascar : le groupe, pratiquement fantôme au Tertiaire, est très loin d'avoir livré ses secrets…



Figure 3.143 Crânes de lémuriens découverts dans une grotte immergée, parc national de Tsimanampesotse, Sud-Ouest de Madagascar, National Science Fondation.
http://reunion.la1ere.fr/sites/regions_outremer/files/styles/top_big/public/assets/images/2015/01/15/grotte2.jpg?itok=EGMjHK_Q
http://www.dailymotion.com/video/k37DnhPM7uLqMzadFLt - consultés le 18 mars 2015.

Conclusion sur les vertébrés fossiles malgaches

Si les vertébrés, avec quelques 300 espèces connues, ne forment qu'une minorité des espèces fossiles de Madagascar, éclipsées par des groupes d'invertébrés littéralement tentaculaires comme les ammonites (plus de 2000 espèces), cette minorité est cependant fort importante sur les plans spéculatifs biogéographique et évolutif (peuplements, migrations, endémisme).

Les invertébrés, souvent des espèces marines, ont été apportés par les courants marins et certains se sont développés dans les parages et environnements malgaches, où ils ont été endémiques. Les vertébrés, terrestres pour la plupart, sont arrivés à Madagascar du fait de sa continuité avec le continent de Gondwana jusqu'au (début du) Trias: certains « poissons d'eau douce », les amphibiens et les reptiles, mammaliens ou non, ont ainsi pu accéder au territoire, encore continental, et le peupler d'espèces évoluant parfois localement, comme l'un des tous premiers anoures (*Triadobatrachus*). C'est aussi à Madagascar qu'a été découvert l'un des premiers mammifères placentaires supposé (*Ambondro*)… Mais après l'insularisation définitive de Madagascar, séparée d'avec l'Inde à la fin du Crétacé et la crise KT, le silence tombe : plus de dinosaures bien sûr, mais très peu d'oiseaux et de mammifères connus. Pourtant, la faune subfossile est très riche et les espèces actuelles sont très originales et extrêmement marquées par l'endémisme : elles ne peuvent provenir que d'une (longue) évolution sur place, leurs précurseurs continentaux étant connus au Crétacé pour certains (les ratites æpyornithidés), au Paléocène et à l'Éocène pour d'autres (les afrothères malgaches, les primates lémuriens), ou encore au Pliocène (les hippopotames). Cette ancestralité "fantôme" n'a pas encore été élucidée et promet de belles découvertes, les couches tertiaires ayant été peu exploitées à ce jour. Par ailleurs, on n'explique toujours pas comment (et quand) certains taxons, comme les urodèles, les crocodiles, les musaraignes laurasiathères (eulipotyphles), certains rongeurs, les hippopotames, les potamochères… ont pu débarquer sur l'île, et pourquoi d'autres (la grande faune de l'Afrique voisine dans son ensemble), ne l'ont pas fait (LAVOCAT, 1967 : 167-168). Des ponts terrestres et des îles flottantes ont été invoqués, mais il faut bien que les premiers aient eu le caractère ponctuel et éphémère des deuxièmes, pour qu'un peuplement aussi disparate et incomplet de l'île ait pu intervenir…

La carte de la figure 3.146 (p. 216) récapitule les principaux taxons vertébrés selon les périodes et les localités.
La répartition des groupes de vertébrés est très remarquable : les fossiles du Permien et du Trias proviennent surtout du bassin de Morondava (le plus anciennement exploré) tandis que ceux du Jurassique et du Crétacé proviennent du bassin de Majunga, et que les fossiles du Quaternaire se distribuent dans toute l'île.
Cette ubiquité des fossiles récents tient à la fraîcheur, à la superficialité et à l'extension des sédiments pléistocènes et holocènes.

Au terme de la présentation systématique et paléobiogéographique de Madagascar, une remarque s'impose : si, dans les premiers temps de la découverte de l'île par les occidentaux (voyageurs, naturalistes, aventuriers, commerçants, administrateurs coloniaux militaires et civils, scientifiques, prospecteurs miniers et pétroliers), les sites paléontologiques se répartissaient au hasard des expéditions sur le terrain, depuis quelques décennies les sites de recherches s'égrènent de préférence le long des voies de communications : au plus près des écoulements et des marchés, les fouilles clandestines en sont largement responsables, ce qui appelle évidemment une réponse de l'autorité publique.

Celle observation nous conduit à envisager maintenant et pour terminer ce mémoire, la valorisation du patrimoine paléontologique.

3.4.- VALORISATION DU PATRIMOINE PALÉONTOLOGIQUE

La valorisation du patrimoine paléontologique de Madagascar concerne la mise à disposition des publics (scientifiques, administratifs et civils) des informations scientifiques et la sauvegarde du patrimoine dans une perspective de développement durable (accueil pérenne de visiteurs et activités touristiques *s.l.*) (fig. 3.144).

Les objets de valorisation sont les sites paléontologiques, les spécimens et les collections.

La valorisation peut – et doit – s'envisager selon trois directions, la valorisation scientifique, la sensibilisation et le développement. Ces trois axes sont interdépendants : il ne peut pas y avoir de recherche sans cadre réglementaire, sans structures d'accueil et sans acteurs locaux.
Le but final est de parvenir à un développement partagé, équitable et, bien évidemment, durable.

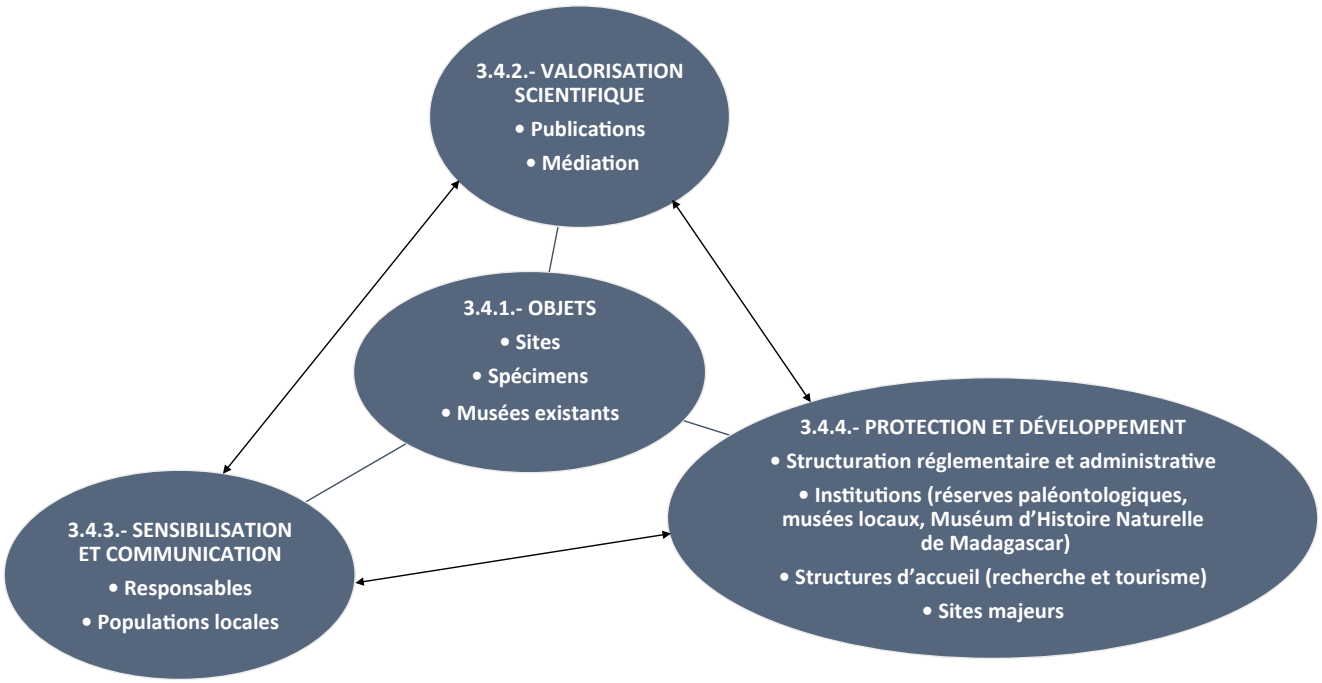


Figure 3.144 Axes de valorisation, propositions.

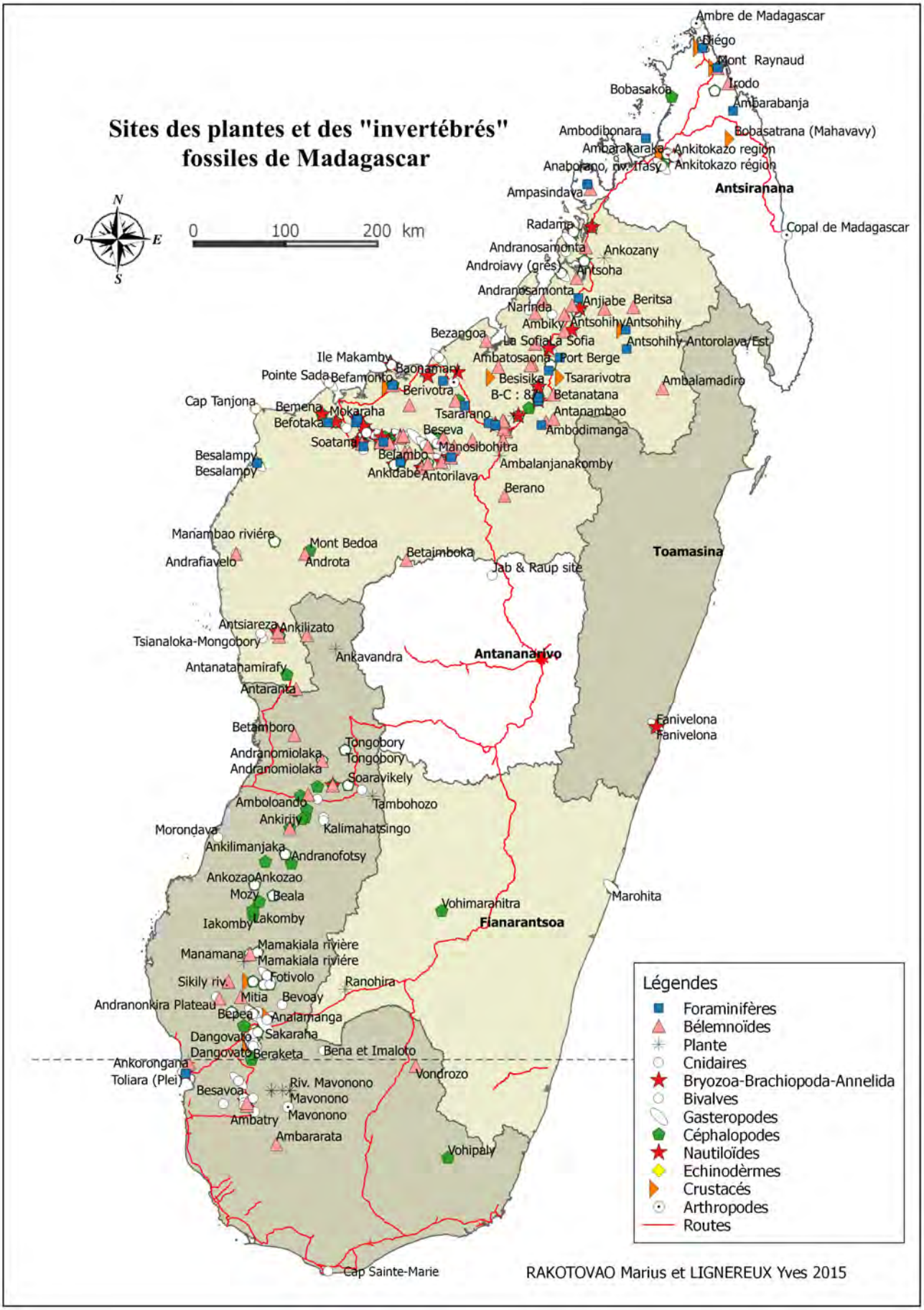


Figure 3.145 : Sites des plantes et invertébrés fossiles de Madagascar,
avec le réseau routier principal.

3.4.1.- Objets de la valorisation

Les objets à valoriser sont *a priori* les spécimens, nous en avons parlé dans la partie systématique qui précède (3.2 et 3.3) et nous y reviendrons brièvement. Mais il faut aussi considérer, en amont, leurs lieux d'origine, avec les sites paléontologiques, et, en aval, leurs lieux de destination dans les musées et leurs réserves, c'est-à-dire dans des établissements dédiés, à destination du public et/ou des chercheurs.

3.4.1.1.- Les sites paléontologiques

Environ 420 sites ont été prospectés, fouillés et publiés. Ils figurent dans le tableau Annexe 2 sites par période et par bassin. Ces sites sont très variés, tant sur le plan topographique, allant de l'affleurement au forage ou des lits de cours d'eau aux grottes, que sur le plan sédimentologique, passant des faciès marins ou lagunaires à des faciès continentaux (lacustres ou terrestres) ou que sur le plan de leur mode de formation (pièges ou dépôts).

Un site Internet sera dédié à l'ensemble des sites paléontologiques et des fossiles, il est à ce jour en projet.

Trois premières cartes présenteront : i) les sites à plantes et à invertébrés, ii) les sites à vertébrés : certains sites possèdent des fossiles de ces deux ensembles et sont pour cela d'un intérêt majeur, iii) l'ensemble des sites paléontologiques superposés au réseau routier principal : les sites se trouvent préférentiellement le long des axes routiers.

Les cartes qui suivront (figs. 3.148 à 3.155), présenteront, avec bref commentaire, les paléosites par périodes (Permien, Trias, Jurassique, Crétacé, Tertiaire, Quaternaire.

Les sites à plantes et invertébrés (fig. 3.145) sont les plus nombreux, d'accès le plus commode (affleurements, lits de rivière, falaises…), ils s'égrènent tout au long des arcs stratigraphiques des différentes périodes.

Les sites à vertébrés (fig. 3.146) sont moins nombreux, ils suivent plus les voies de communications (par la route ou par la mer) que les arcs stratigraphiques, ils sont plus spécialisés et plus représentatifs des milieux selon les périodes. C'est aussi sur eux que se concentrent les recherches actuelles, en raison non seulement de l'engouement pour les vertébrés, mais aussi du fait que des lieux ayant déjà fourni des fossiles, en fourniront d'autres, tant que la couche n'est pas épuisée : ce sont de véritables « filons ».

La carte d'ensemble des sites (fig. 3.147) montre les inégalités de répartition selon les périodes et les bassins sédimentaires : le Permo-Trias est bien représenté tout à fait au Nord (bassin d'Ankitokazo, faciès marin) et au Sud (régions du Bemaraha et de l'Isalo, faciès continentaux) ; les sites du Jurassique et du Crétacé le sont dans les deux grands bassins de l'Ouest, ou ils suivent les arcs sédimentaires ; les sites tertiaires, beaucoup plus rares, se dispersent dans les deux bassins de l'Ouest, et les sites quaternaires sont à la fois très périphériques et centraux, sur le socle cristallin…

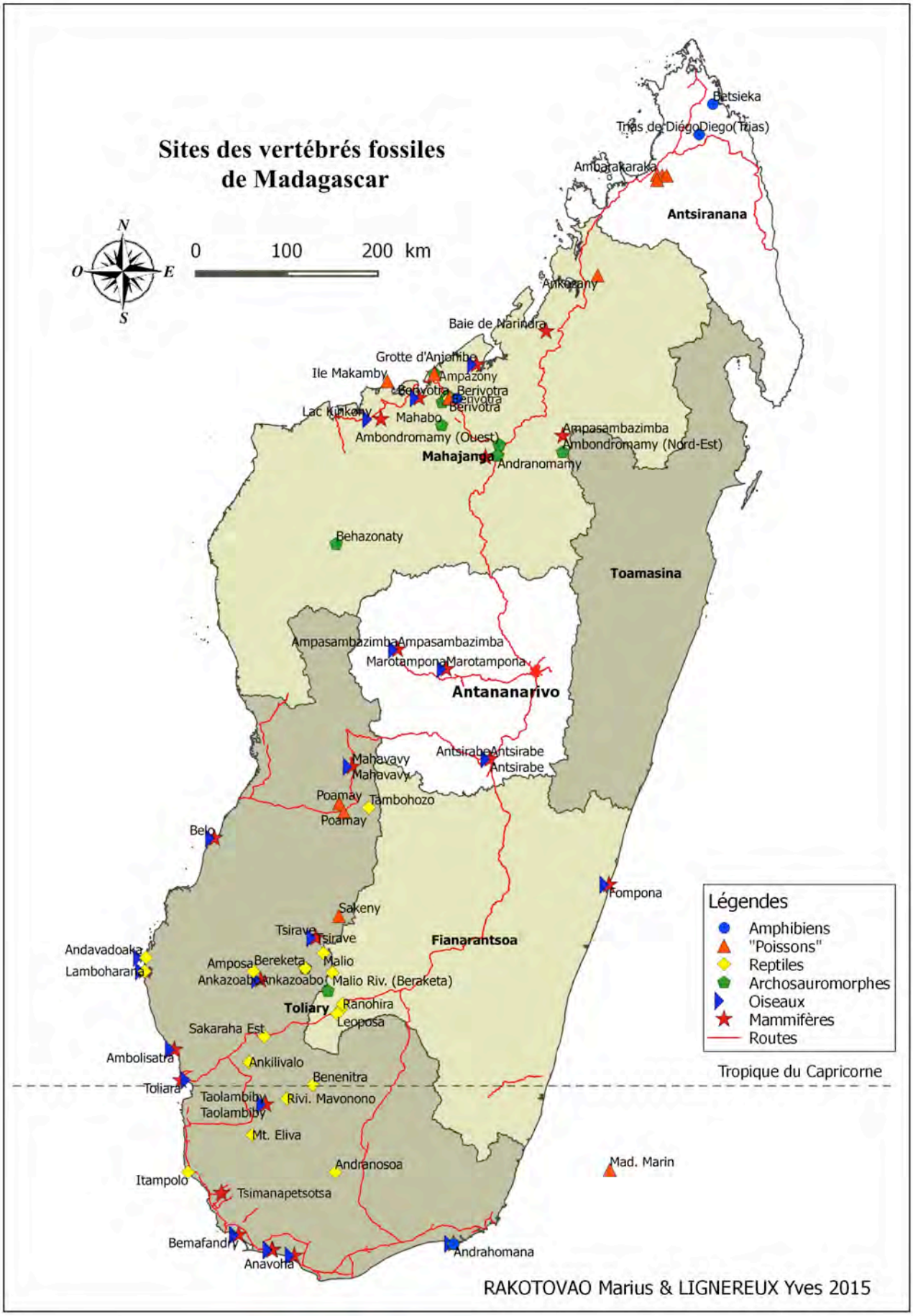


Figure 3.146 Sites des vertébrés fossiles de Madagascar, avec le réseau routier principal.

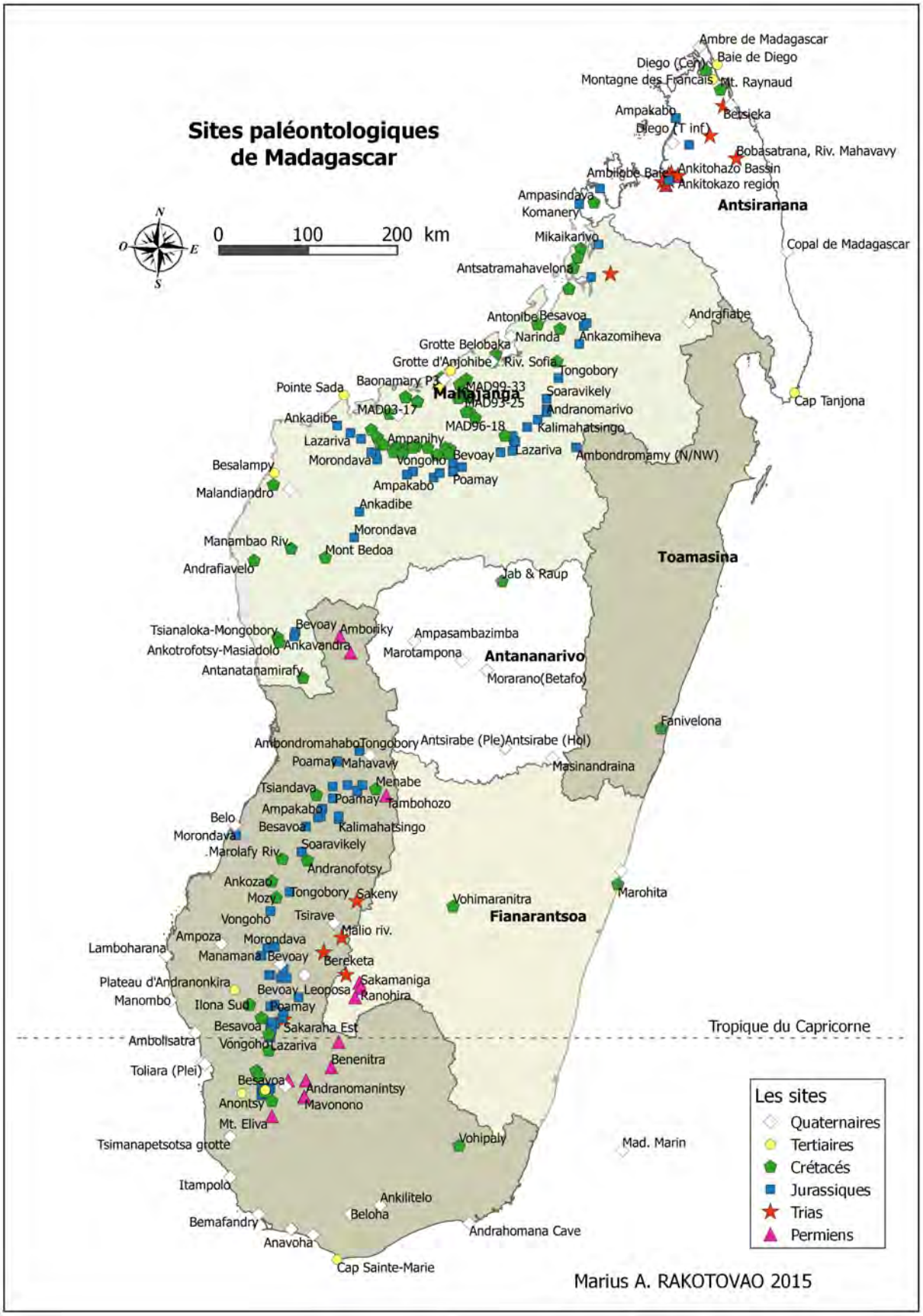


Figure 3.147 Carte d'ensemble des sites paléontologiques.

Les cartes qui suivent (figures 3.148 à 3.155) présentent les sites par période.

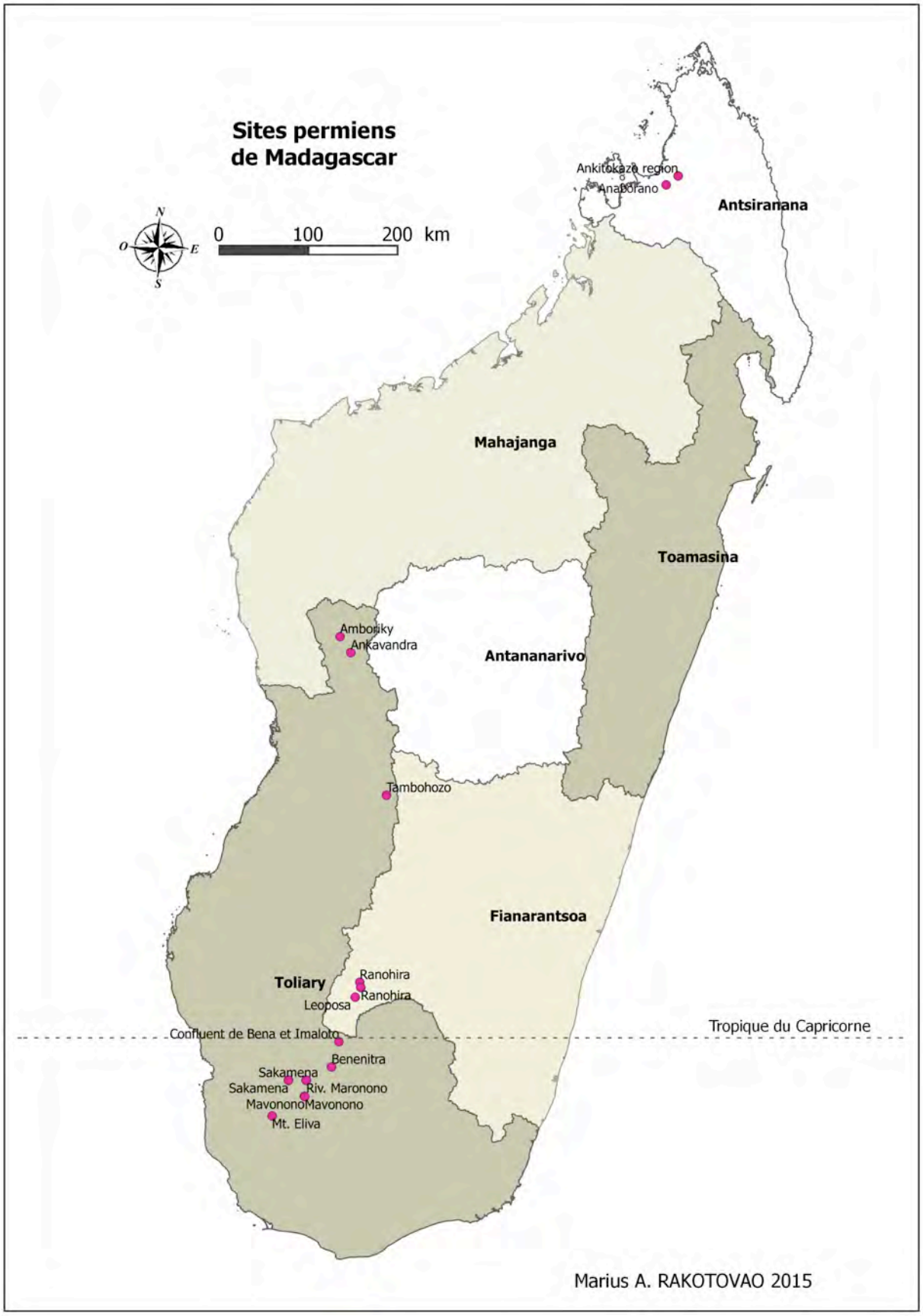


Figure 3.148 Sites paléontologiques du Permien de Madagascar.

3.4.1.1.a.- Les sites du Paléozoïque sont les plus anciens sites paléontologiques de Madagascar.

Au **Carbonifère supérieur**, on n'a guère que des stries glaciaires et des moraines sur les hauteurs du massif de l'Isalo.

Les sites du **Permien** (Sakoa) (fig. 3.148 et Annexe 2 p. 246, Permien) se localisent sur des affleurements des contreforts du socle cristallin. Dans le bassin de Diégo, la région d'Ankitokazo présente des fossiles marins (ammonoïdes, brachiopodes etc.). Dans le bassin de Morondava, les sites permiens sont continentaux, ce sont des sites à plantes (Amboriky, Akavandra et Tambohazo), ou à grès à *Productus* (brachiopode), au Sud de l'Onilahy (du confluent du Bena et de l'Imaloto au Mont Éliva).

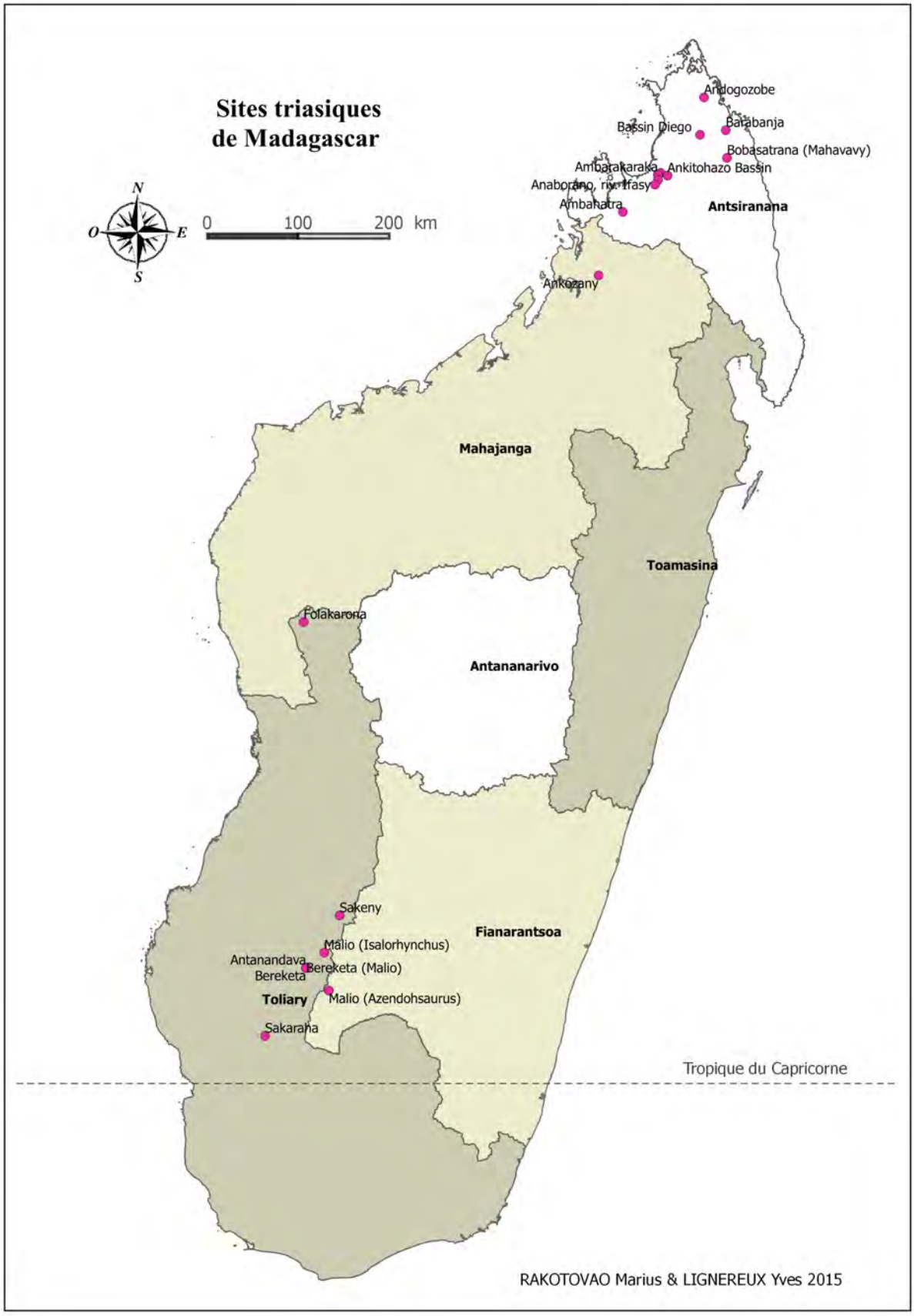


Figure 3.149 Sites paléontologiques du Trias de Madagascar.

3.4.1.1.b.- Les sites du Mésozoïque s'échelonnent du Nord au Sud de l'Île.

Les sites du Trias appartiennent aux groupes Sakamena et Isalo I et II (fig. 3.149, Annexe 2 p. 247).

- au Nord (bassin de Diégo), les sites se distribuent dans les deux régions (Diana et Sava), ce sont des sites marins appartenant au groupe de la Sakamena, et les taxons sont variés : plantes, bivalves (*Claraia*), goniatites (*Cyclolobus*), poissons (*Whitea, Acrodus*…), reptiles (*Barasaurus, Hovasaurus*)…
Ces sites longent la limite ouest du socle cristallin à des altitudes variables, plus élevées à l'Est (Bobasatrana et Barabanja), et plus basses à l'Ouest (arc d'Andogozobe à Ambahatra : Diégo bassin, Ankitohazo, Ambilobé et baie d'Ambilobé.

- au Nord-Ouest (bassin de Majunga), un site à plantes dans la région de Sofia (affleurement Sakamena d'Ankozany).

- au Sud-Ouest (bassin de Morondava), plusieurs sites de faciès continentaux sont inventoriés dans la région de Menabe à Folakarona (Dutuit., 1978), dans la région Antsimo Andrefana, longeant l'Ouest du massif de l'Isalo, du Nord au Sud : Sakeny, Beraketa, Antanandava, Sakaraha, et dans la région d'Ihorombe dans les grès de l'Isalo : rivière Malio. Ces sites sont continentaux, et Sakeny, où PIVETEAU (1945) puis RIEPPEL (1980) ont décrit l'actinoptérygien *Eosaurichthys madagascariensis*, était un site aquatique, peut-être marin, mais peut-être aussi, d'eau douce.

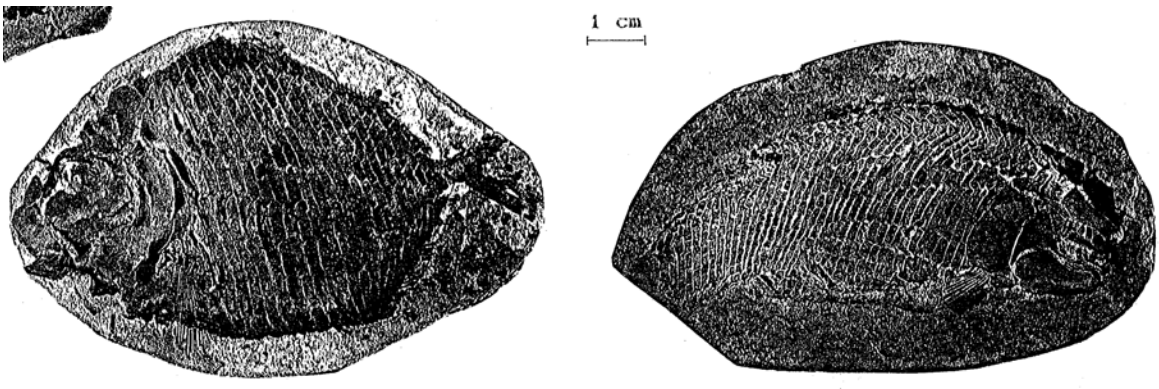


Figure 3.150 Deux actinoptérygiens du Trias malgache.
À gauche : *Bobasatrania mahavica*, à droite : *Perleidus madagascariensis*
(région d'Ankitokazo ; BARBIÉRI, 1991 : pl. 3 et 4).

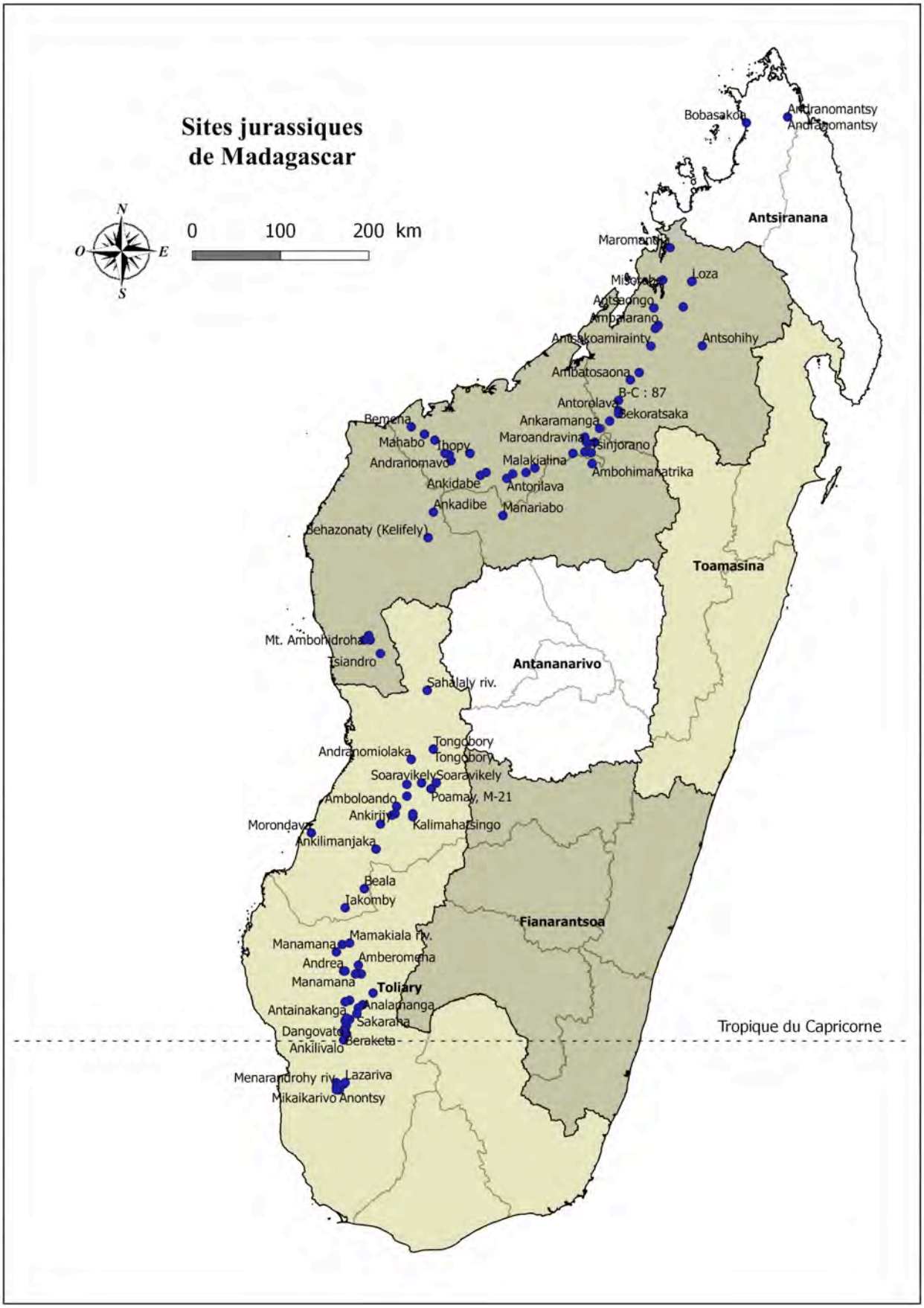


Figure 3.151 Sites paléontologiques du Jurassique de Madagascar.

Les sites du Jurassique (fig. 3.151 et Annexe 2 p. 248) suivent les arcs sédimentaires du Bajocien au Tithonien.
Le Karroo malgache se termine au Jurassique moyen (Bathonien), dans l'Isalo III : les étages plus anciens se confondent dans l'Isalo III et II.

Les sites du Jurassique inférieur et moyen jusqu'au Bathonien sont confondus avec ceux du Karroo, dans l'Isalo III. La plupart de ces sites ont un faciès marin.

- Au Nord (bassin de Diégo), dans la région de Diana, 8 sites à invertébrés, des ammonoïdes pour la plupart : Andranomantsy, Bobasakoa, Ampakabo, Ampombiatombo, Marivorahona, Ambilobe, Ampasimena, Komanery (BESAIRIE et COLLIGNON, 1972).

- Au Nord-Ouest (bassin de Majunga), les sites les plus à l'Est sont continentaux (Ambondromamy, Andranomamy, Ambondromahabo, Ambalanjanakomby), et les autres, plus éloignés du socle cristallin, sont marins, et suivent l'arc jurassique (cf. tableau des sites Jurassiques, de Maromandia en passant par Port Bergé et Malakialina, à Bemena),

- Au Sud-Ouest (bassin de Morondava), les terrains jurassiques sont à l'Ouest des massifs de Bongolava, du Makay et de l'Isalo. Les sites, nombreux, s'étagent de Kelifely et Ankadibe au Nord dans la région Melaky, au pied du massif volcanique de Bongolava, à Mikaikarivo et Anontsy au Sud du massif de l'Isalo, dans la région d'Antsimo-Andrefana.
Les plupart des sites sont marins, avec principalement des ammonites (COLLIGNON) et des ostracodes (GREKOFF, 1963 ; METTE, 2004). Quelques sites sont continentaux ou côtiers : Behazonaty à l'Ouest et Poamay au Sud du plateau de Bemaraha, Manamana à l'Ouest et Ankilivalo au Sud du massif de l'Isalo. À Poamay, les taxons rencontrés sont des brachiopodes (*Rhynchonella*), des ammonoïdes (*Ankobites*), des synapsides, des diapsides, des dinosaures et des phytosaures (BESAIRIE & COLLIGNON, 1972 ; BURMEISTER *et al*., 2006 ; Paleobiology Database.org ; FossilWorks.org).

- À l'Est, dans les petits bassins sédimentaires, le site (continental) de dinosaures (*Bothriospondylus mad.*) est connu (THÉVENIN, 1907) : Maronjano (« Marojano » : fossilworks.org.).

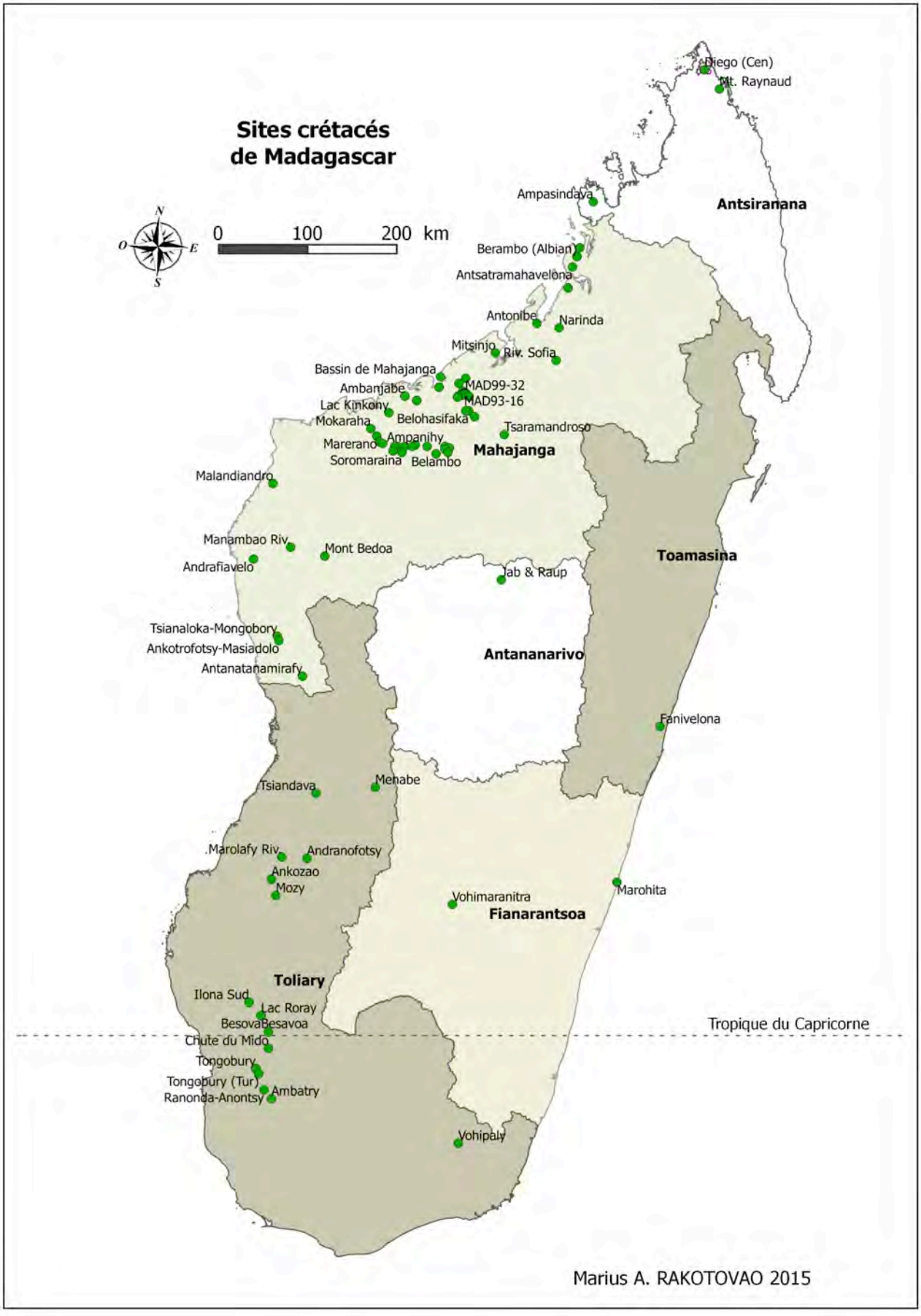


Figure 3.152 Sites paléontologiques du Crétacé de Madagascar.

Les sites du Crétacé (fig. 3.152 et Annexe 2, Crétacé)

Cette période, qui a duré 80 Ma, presque le double du Jurassique ou du Trias, est la plus riche en sites : plus de 200 sites connus, s'étendant sur toute l'île (Annexe 2 p. 250).

Les invertébrés crétacés sont illustrés principalement par les Ammonites, longuement décrites par COLLIGNON à partir de 1928, et ce jusqu'en 1972 ! Mais il y a aussi les autres mollusques (gastéropodes : KIEL, 2006 et bivalves : BOULE et THÉVENIN, 1906 ; JABLONSKI et RAUP, 1995), les madréporaires, présentés par ALLOITEAU (1958) et les bryozoaires (BROOD, 1976).

Les vertébrés remarquables du Crétacé sont des amphibiens (DODSON *et al*., 1998 ; EVANS *et al*., 2007, 2008), des archosauromorphes (*e.g*. SUESS, 1979 ; SAMPSON, 2001 ; BUFFETEAU, 2005 ; Turner, 2006), des crocodiliomorphes (TURNER et BUCKLEY, 2008), des dinosaures (*e.g*. DEPÉRET, 1896 ; KRAUSE *et al*., 1997 ; FORSTER *et al*., 1996 ; SAMPSON *et al*., 1996 ; ROGERS *et al*., 2000 ; GOTTFRIED, 1998), des oiseaux (FORSTER *et al*., 1996 ; O'CONNOR & FORSTER, 2010), et des mammifères (KRAUSE *et al*., 1997 et 2014).

- au Nord (bassin de Diégo), dans la région de Diana et de Sava, les faciès sont variés (marin, continentaux et volcaniques) et quelques sites sont connus : mais on peut escompter que d'autres dépôts seront mis au jour dans cette région. Les sites de la région de Diana sont autour du Mont Raynaud, le Champ de tir de Diégo, Ampasindava, et Diégo *intra muros* ; la région de Sava possède les sites crétacés d'Ampandriambengy.

- Au Nord-Ouest (bassin de Majunga), les sites sont plus nombreux et se répartissent sur les quatre régions ; la région de Betsiboka présente un nombre restreint de sites, mais l'étendue des sédiments crétacés dans le Nord de cette région y laisse prévoir de nouvelles découvertes.
Dans la région de Sofia, depuis la presqu'île de Radama jusquà la Sofia, la plupart des sites (plus d'une cinquantaine) se concentrent dans la région de Boeny (carte fig. 3.152 et tableau en annexe 2, Crétacé). Les plus connus sont Ambalabe, Ambanjabe, Berivotra, Belohafasika, Bekoratsaka, Andafia, Belambo…

- Au Sud-Ouest (bassin de Morondava), le volcanisme crétacé a perturbé les sédiments. Au Nord, dans la région de Melaky, l'irruption d'un volcan a dispersé les sites à sa périphérie ; en direction du Sud, les sites reprennent l'arc crétacé, et dans l'extrême Sud, dans la région d'Anosy, les dépôts crétacés ont été surélevés par le volcanisme : ils se retrouvent en hauteur, dans l'Isalo.

- Dans les petits bassins sédimentaires centraux, les dépôts sont en général plus récents, mais quelques dépôts volcaniques crétacés sont aussi présents, avec des fossiles de cette période, des bivalves (marins ?) : Site « Jab. et Raup », localité 47 : https://paleobiodb.org/cgi-bin/bridge.pl?a=basicCollectionSearch&collection_no=1322 (JABLONSKI et RAUP, 1995). La présence, si loin de l'arc crétacé et des côtes supposées de l'Île à cette époque, d'une communauté de bivalves marins, est pour nous un mystère.
Vohimaranitra et Vohipaly sont aussi des sites d'altitude, comme l'indique leur toponymie malgache (« vohitra » = en hauteur ; maranitra = pointu, donc un pic) : la présence là d'ammonites est tout aussi mystérieuse !

- À l'Est, dans la région côtière de Vatovavy Fitovinany, des fossiles marins du Crétacé supérieur sont présents à Fanivelona et Marohita.

Les sites du Mésozoïque sont récapitulés sur la figure 3.153.

Les arcs triasique, jurassique et crétacé sont disposés d'Est en Ouest, mais le Trias malgache est discontinu, ainsi que le montre la carte géologique (fig. 1.20, p. 25), la plus mal connue (et la plus ancienne) des trois périodes mésozoïque…

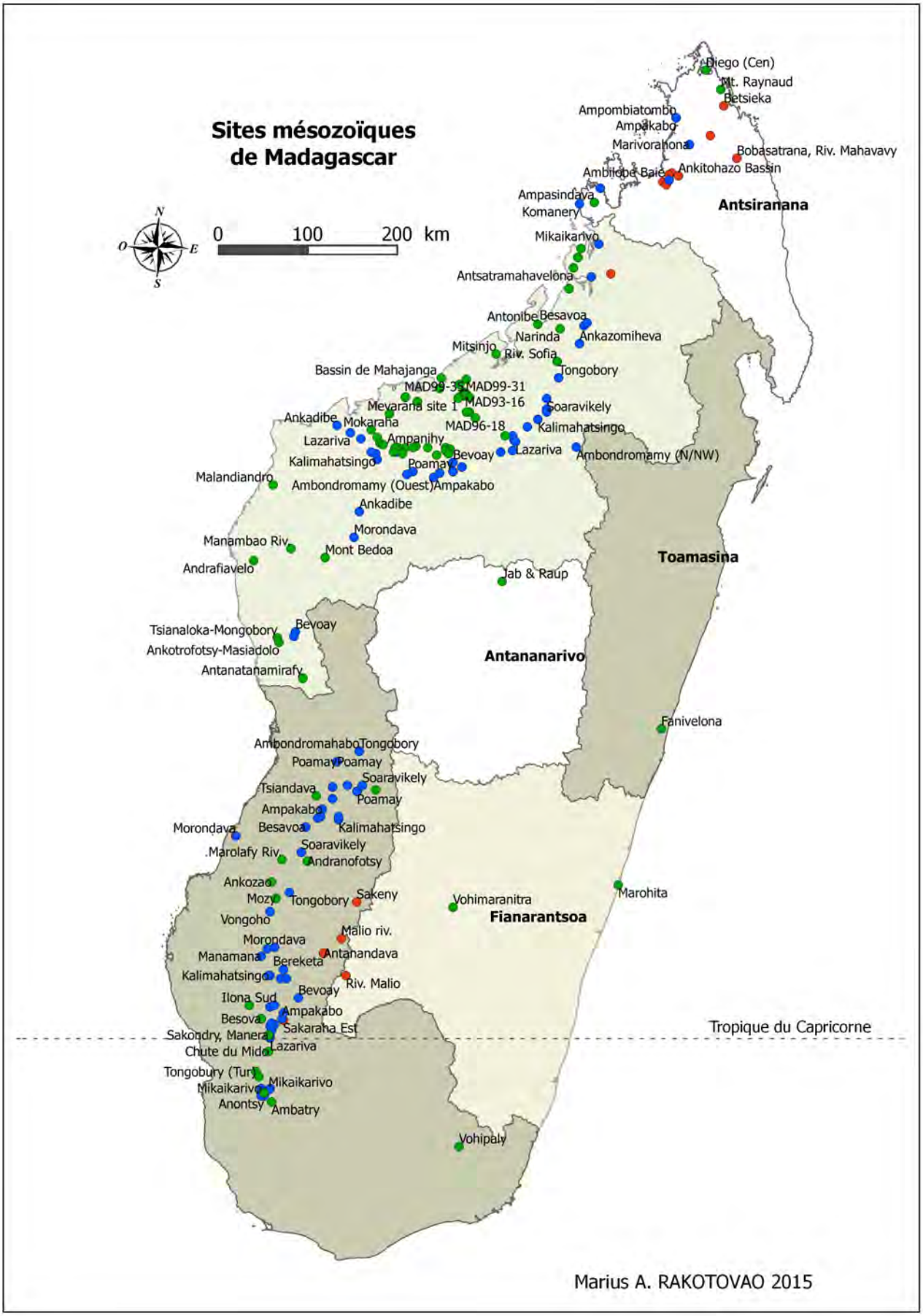


Figure 3.153 Carte d'ensemble des sites paléontologiques du Mésozoïque de Madagascar.

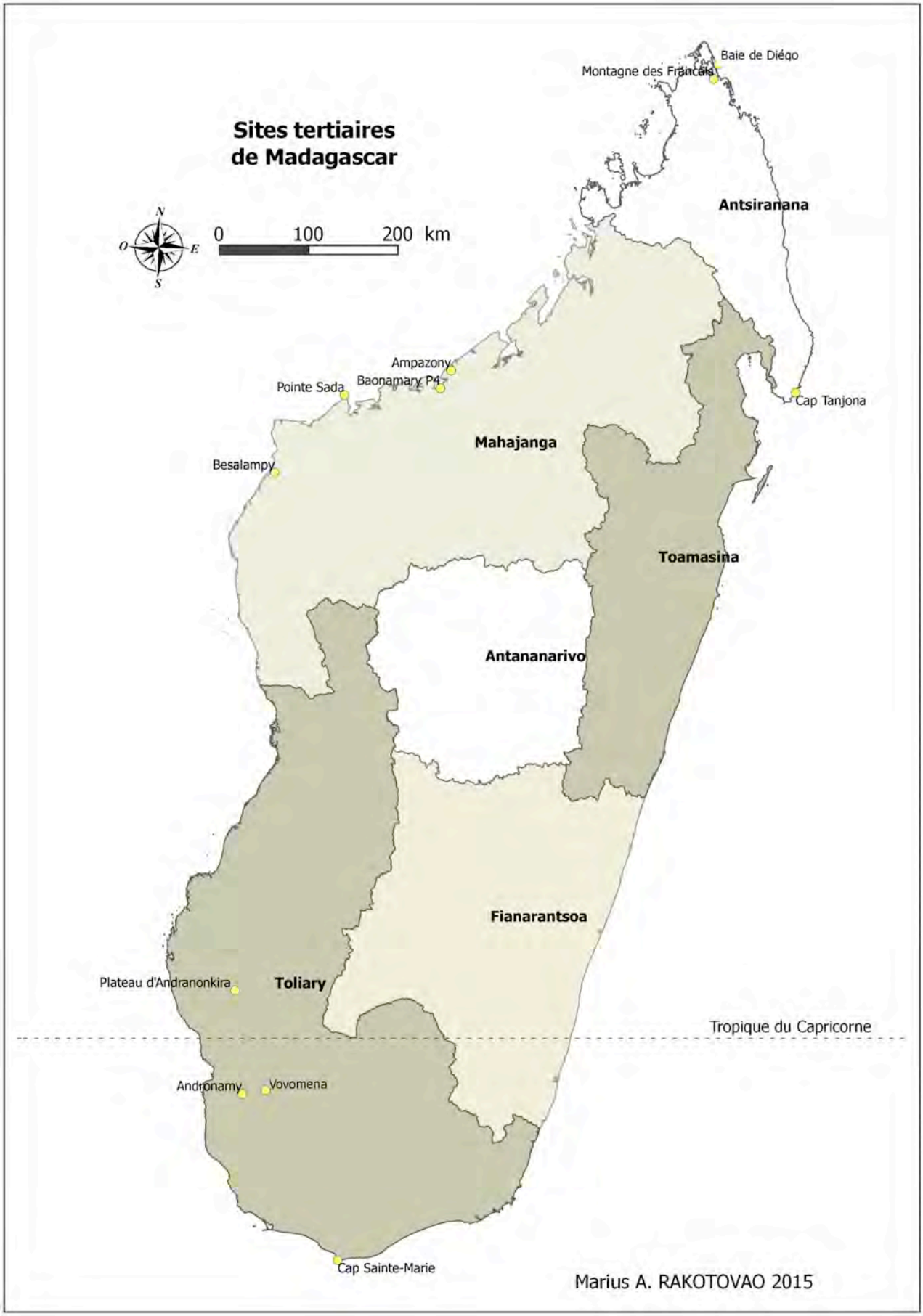


Figure 3.154 Sites paléontologiques du « Tertiaire » de Madagascar.

3.4.1.1.c- Sites du Cénozoïque

Les **sites « tertiaires »**, peu nombreux (fig. 3.154 et Annexe 2 p. 253), se présentent, sur les côtes, comme des formations karstiques, et, plus à l'intérieur des terres, comme des cavités ou des bassins de rétention qui ont piégé les organismes.

Les publications consistent pour la plupart à étudier un lieu (et ses organismes fossiles) ou un taxon plus ou moins caractéristique.

- Dans le Nord (bassin de Diégo), les sites se trouvent dans deux localités très éloignées, l'une dans la région de Diana (Éocène et Miocène) et l'autre dans celle de Sava (Miocène).

- Dans le Nord-Ouest (bassin de Majunga), seule la région de Boeny est concernée, avec quelques sites côtiers (du Paléocène, de l'Éocène et du Miocène) ;

- Dans le Sud-Ouest (bassin de Morondava), les sites connus se trouvent dans la région Melaky (Miocène), dans la région Antsimo Andrefana (Paléogène et Néogène), et dans la région d'Androy (Miocène).

Cette période encore peu étudiée, mérite d'être approfondie.

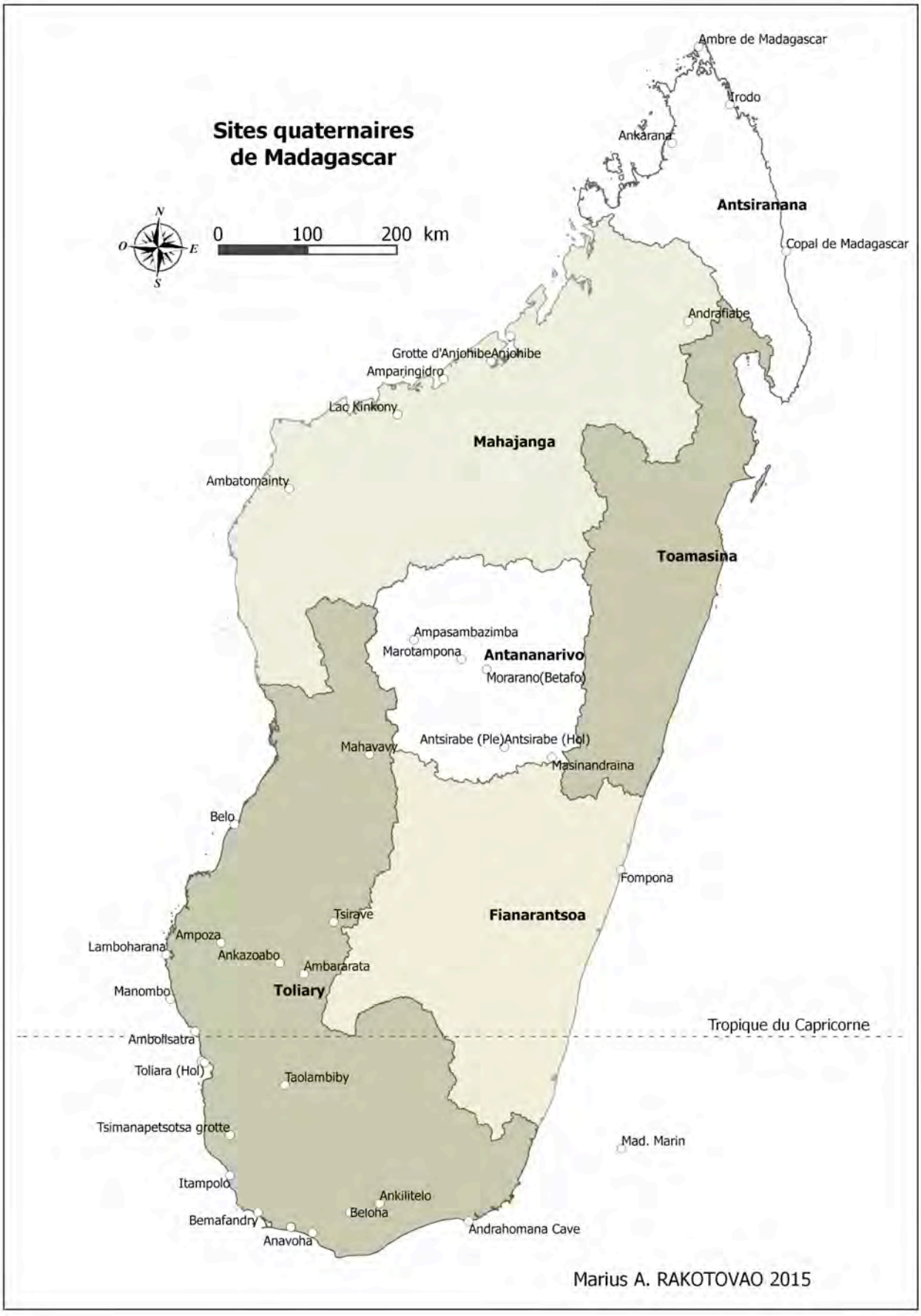


Figure 3.155 Sites paléontologiques du Quaternaire de Madagascar.

Sites du Quaternaire (fig. 3.155 et Annexe 2 p. 254, Quaternaire)

Les sites du Quaternaire de Madagascar sont périphériques et superficiels : on les trouve sur les côtes, dans des cavités éventuellement immergées (Anjohibe, Tsimanapetsotsa), sous des dépôts sableux (Itampolo, Ambolisatra) ou dans des résines (ambre), et en altitude, dans des bassins de rétention (Sirabé, Ampasambazimba).

- Dans le Nord (bassin de Diégo), les dépôts fossilifères quaternaires sont tous récents : la région de Diana recèle des restes d'œufs d'*Aepyornis* (Irodo) et de l'ambre (Montagne d'Ambre) (BATTISTINI, 1965).

- Dans le Nord-Ouest (bassin de Majunga), les sites sont de nature calcaire (karsts) et sableuse, avec des traces marines ou lagunaires proches de la côte, depuis Ampasindava jusqu'au Cap Saint-André.

- Au Sud-Ouest (bassin de Morondava), c'est dans la région d'Antsimo Andrefana que l'on observe, comme nous l'avons fait, le plus grand développement de cette période. C'est aussi le cas dans les régions de l'Androy et d'Anosy

- Dans les petits bassins, des fossiles récents ont été découverts, dans les régions centrales de Bongolava, d'Itasy et de Vakinakaratra, ainsi que sur la côte Est (Fompona).

3.4.1.2.- Les spécimens, s'ils ont été répertoriés ou signalés dans certaines publications, n'ont pas tous été décrits ou publiés. Ainsi par exemple, la collection GALLIÉNI d'hippopotames nains de Madagascar, conservée au Muséum de Toulouse, était en attente depuis plus d'un siècle : le squelette crânien vient d'être publié dans *Geodiversitas* (RAKOTOVAO *et al*., 2014). D'autres collections, dans d'autres musées, sont aussi très probablement en attente d'étude.

3.4.1.3.- Les musées conservant des collections malgaches étaient encore peu nombreux il y a une cinquantaine d'années (Paris, Toulouse, Nice, Dijon, Londres, Oslo, Uppsala…) mais aujourd'hui, avec l'extension des fouilles paléontologiques, malgaches, françaises, britanniques, italiennes, scandinaves, américaines, japonaises, chinoises etc., il n'est pas impossible que de nombreux musées en recèlent aussi. (Les explorations minières découvrent aussi des fossiles, mais leur devenir est inconnu, ce qui est un inconvénient manifeste.)
Les spécimens sont conservés soit déjà préparés, soit simplement stockés dans les réserves sans avoir été extraits de leur gangue (nodules, roche encaissante, plâtre).

Les musées extérieurs seront présentés avant ceux de Madagascar, en raison de leur antériorité.

3.4.1.3. a.- Musées à l'extérieur de Madagascar
De nombreux musées, nationaux, municipaux ou universitaires extérieurs à Madagascar conservent des spécimens provenant de l'Île.

• **Muséum National d'Histoire Naturelle** (Paris). Les collections sont impressionnantes, tant dans les réserves que dans les expositions (galeries de Paléontologie et d'Anatomie comparée). Bon an mal an, le Muséum reçoit la visite de 7 à 800 000 particuliers sans compter les scientifiques, cet établissement, qui remonte au XVIII^{e} s., est une fierté nationale pour les français.



Figure 3.156 Collections malgaches du MNHN (Paris). À gauche : zoologie (cliché M. RAKOTOVAO), à droite, paléontologie (hippopotames) (cliché Y. LIGNEREUX).

• **Laboratoire Biogéosciences de l'Université de Bourgogne**, à Dijon. C'est l'une des structures les plus riches en spécimens provenant de Madagascar. Il conserve plus de 2600 spécimens dont plus de 1500 holotypes d'ammonoïdes (publiés par Maurice COLLIGNON), dans la salle forte de 500 m^2 d'un bâtiment unique en son genre, faisant rêver tous les conservateurs de musées. Ces collections sont réservées aux scientifiques qui disposent là d'un matériel non encore étudié. Il serait intéressant de relancer les collaborations avec les établissements de Madagascar, qui pourraient aboutir à des projets de développement.



Figure 3.157 Salle forte dédiée aux collections holotypes de l'Université de Bourgogne, Dijon (cliché Jérôme THOMAS).

• **Université Claude Bernard** (Lyon). Les collections du Laboratoires de Géologie et de Paléontologie, conservent plusieurs dizaines de milliers de pièces.
Nous avons pu y repérer environ 1300 spécimens d'invertébrés et quelques uns de poissons fossiles dont la majorité n'est pas encore déterminée, ce qui montre le potentiel d'étude pour les scientifiques, chercheurs et étudiants.



Figure 3.158 Collections Malgaches de l'Université de Lyon, avec Abel PRIEUR (cliché M. RAKOTOVAO).

• **Muséum d'Histoire Naturelle de Nice**
Une vitrine entière présente une cinquantaine de spécimens paléontologiques provenant de Madagascar. Les manuscrits originaux de Collignon sont conservés à la Bibliothèque municipale de Nice.



Figure 3.159 Présentation de Madagascar au MHN de Nice (cliché M. RAKOTOVAO).

• **Muséum de Toulouse**. Il conserve un matériel abondant en provenance de Madagascar et enoyés par le général GALLIÉNI, premier gouverneur de l'Île : des os de dinosaure et d'autres vertébrés, non encore étudiés. Certains spécimens sont en excellent état de conservation, ainsi les hippopotames nains qui sont à l'étude et ont fait l'objet d'une publication récente dans le cadre de cette thèse.

• **Natural History Museum** (Londres). Il possède aussi un abondant matériel Malgache en cours d'inventaire. On ne connaît pas définitivement le nombre de fossiles, mais on sait que cette structure est parmi les grands détenteurs de fossiles de Madagascar, avec par exemple le lectotype d'*H. madagascariensis* publié par FORSYTH MAJOR (1902).



Figure 3.160 Collections de paléontologie, NHM (Londres). Placard des Hippopotames de Madagascar, ici *H. lemerlei* (cliché Y. LIGNEREUX).

• Université d'Uppsala
Nous remercions Eudes HUYGHE qui nous a appris que cette université conservait des hippopotames de Madagascar lorsque nous travaillions sur les spécimens de Toulouse. L'inventaire des spécimens fossiles de Madagascar est en cours.

• Paleontologisk museum de l'Université d'Oslo. Il possède lui aussi des spécimens malgaches. Le type d'*H. madagascariensis*, décrit par GULDBERG en 1881, a disparu du catalogue, malheureusement.
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Malagasy_Hippopotamus.jpg#/media/File:Malagasy_Hippopotamus.jpg

• **Museum für Naturkunde**, Berlin. Il conserve des spécimens malgaches, parmi lesquels « *H. lemerlei* ».



Figure 3.161 « *Hippopotamus lemerlei* » du Muséum d'Histoire Naturelle de Berlin
("*Hippopotamus lemerlei*" by FunkMonk - Own work. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons).

• Autres Musées
D'autres musées détiennent des spécimens de Madagascar, en particulier celui de l'université de Stony Brook, à New York. Nos prises de contact sont pour l'instant restées muettes sur les collections malgaches qu'ils pouvaient conserver.

3.4.1.3.b.- Musées de Madagascar
Madagascar possède 25 musées inscrits à l'ICOM (*International Council of Museum*s), ainsi que quelques structures d'expositions privées. Nous en avons visités 17.
Les musées Malgaches se présentent sous deux formes, spécialisée dans un thème, ou mixte.

Musées spécialisés
- Musée de Géologie d'Ampandrianomby (Antananarivo) : ce musée s'est constitué sur les collections tirées des prospections minières et pétrolières de Madagascar depuis le début du XX^{e} s.
- Musée du Port de Tamatave, sur l'histoire du plus grand port marchand de Madagascar.
- Musée diocésain de Fianarantsoa, sur l'histoire de l'évêché de Fianarantsoa.
- Musée de la Gendarmerie, de Moramanga, sur l'histoire militaire de Madagascar depuis la colonisation.

Musées mixtes, à vocation multiple, régionale, anthropologique, ethnologique, archéologique, traditionnelle, royale, culturelle, et avce des présentations de productions, outils et matériels quotidiens, objets artistiques…
- Diégo-Suarez : Maison du patrimoine culturel et musée régional



Figure 3.162 Maison du patrimoine culturel et musée régional de la région de Diana, à Antsiranana (cliché M. RAKOTOVAO).

- Nosy Be :
Musée de Nosy Be
- Majunga :
Mozea Akiba (de l'Université, sciences naturelles et traditions populaires)
Musée de Mandritsara, musée régional (arts et traditions populaires)

- Antananarivo :
Musée royal d'Ambohimanga
Musée de l'Académie Malgache (réservé aux scientifiques)
Musée d'Atsimbazaza (et parc zoologique)
Musée d'Andafiavaratra (palais royal)
Musée Raketamanga
Musée d'Art et d'Archéologie

- Tamatave :
Musée Lampy à Fenerive-Est (anthropologie, arts et traditions)
Centre d'Études et de Recherches anthropologiques et Linguistiques de Tamatave
- Fianarantsoa (musées d'histoire régionale et des traditions du pays Betsileo)
Musée d'Ambositra Tomponananahary (anthropologie)
Musée Fanihany (arts et traditions populaires)
- Tuléar
Musée Rabesandratana (océanographie et traditions locales du Sud)

La plupart de ces musées sont petits, mais attractifs. Chacun a ses particularités, et on sent bien que chaque région veut montrer son histoire, ses spécificités…
C'est dans cet esprit qu'un projet de présentation de l'histoire naturelle de la Grande Île nous semble souhaitable, et réalisable.

3.4.2.- Valorisation scientifique (publications, médiation)

Publications

Les études géologiques et paléontologiques des sites et celles des fossiles eux-mêmes aboutissent à des publications : la bibliographie de cette thèse s'est proposée d'en fournir un échantillonnage aussi complet que possible, selon nos moyens (cette démarche est déjà, en soi, un aspect de la médiation).

Les études débouchent sur de nouveaux questionnements et servent de points de départ à de nouvelles recherches. Ainsi par exemple, le présent travail aura mis en évidence des lacunes importantes pour le Tertiaire, lacunes que les Géologues des Universités de Toulouse et de Rennes projettent de combler dans les années qui suivent.

Par ailleurs de nombreuses collections décrites anciennement mériteraient d'être révisées à la lumière des données nouvelles concernant leurs groupes taxonomiques, ainsi par exemple les ammonites.

Ces constatations permettent d'envisager avec optimisme la poursuite des recherches paléontologiques en collaboration, sur le terrain et dans les réserves des musées.

Nous en voulons pour preuve la publication dans *Geodiversitas* en 2014, près de 110 ans après leur arrivée au Muséum de Toulouse, des hippopotames nains de Madagascar, anatomie crânienne et mise au point systématique (Annexe 5). Le squelette post-crânien est en cours d'étude.

Les Universités (Enseignants-chercheurs et Étudiants) doivent présenter des projets bien définis pour mettre en accord leurs désirs profonds, leurs ambitions, et les moyens dont ils peuvent disposer, le premier des moyens étant, toujours, le travail de base, sur le terrain, au laboratoire et en bibliothèque.

Médiation

Le « faire savoir » est un aspect important de la valorisation de la recherche, car il permet de la faire (re)connaître aux bailleurs de fonds, aux responsables politiques et aux populations locales : les uns en donneront les moyens de la poursuite, les autres en constateront l'utilité pour la promotion économique et sociale de leur région, ville ou village.

Des partenariats peuvent /doivent aussi s'instaurer pour la confection de moulages et de copies des pièces les plus marquantes éparpillées de par le monde. Garnir ainsi les vitrines et les réserves des musées malgaches existants ou à créer, multiplierait les lieux de vision tout en « consolidant » les collections. Les objets retrouveraient ainsi leur public naturel, celui des Malgaches et des visiteurs de passage, le tourisme culturel venant étoffer l'offre existante.

Le développement des structures de conservation et d'exposition faciliterait l'éveil des vocations pour la recherche et celui des consciences en faveur de la défense de tout le patrimoine.

3.4.3.- Sensibilisation et communication

Les autorités et les populations locales ont un grand rôle à jouer dans la sauvegarde des patrimoines. Leur présence sur le terrain est utile pour la collecte d'informations, mais le contrôle de la mobilité des objets patrimoniaux est un sujet de préoccupation. Intégrer les populations et leurs représentants dans un système de sauvegarde nécessite une vaste campagne de sensibilisation, car ils sont toujours dans l'indifférence vis-à-vis de ces objets et dans la méconnaissance de leur intérêt pour la collectivité.

Responsables

Les décideurs (politiques et/ou administratifs) doivent être informés et aussi formés. À cet effet, une « direction nationale pour la sauvegarde des patrimoines géo/paléontologiques » pourrait être créée. Elle aurait un rôle de consultation et serait chargée de l'inventaire des sites, de l'élaboration de mesures réglementaires et de guides pratiques et de bonne conduite.

Populations locales

Les populations locales sont les premiers interlocuteurs.
La communication et la sensibilisation sont là pour informer (ou pour renforcer l'information) : la population doit pouvoir s'impliquer et adopter des comportements qui conviennent à la gestion et à la conservation du patrimoine naturel.

Une communication sur l'intérêt collectif de ce patrimoine est stratégique.

3.4.4.- Protection et développement

Les acteurs de la protection et du développement sont multiples.

Structuration réglementaire et administrative

L'absence de structures administratives dédiées à la sauvegarde des patrimoines géo- et paléontologiques et, plus généralement, naturels, est une cause d'anarchie, d'irrégularités et de destructions.

Il faut donc une structure administrative compétente, qui puisse faire des propositions de lois. Une direction générale pour les sites géo-paléontologiques serait à créer à l'instar de la structure existante pour la protection des sites naturels, *Madagascar National Parks* (MNP). Des institutions nouvelles, comme la « direction nationale pour la sauvegarde des patrimoines géo/paléontologiques » déjà évoquée et un « Muséum d'Histoire Naturelle de Madagascar », pourraient être consultées.

Institutions

En plus de ces institutions nationales, il faut aussi des structures plus ponctuelles, de terrain, dédiées aux sites mêmes, comme par exemple, des parcs géologiques et/ou paléontologiques, comme il y a des parcs nationaux. Ces structures dépendraient de la « direction générale ».
Sur le plan strictement local, les édiles et les sages seraient consultés et participeraient à l'édification du public ; les universitaires contribueraient de leur côté à l'augmentation des connaissances.

Structures d'accueil (recherche et tourisme)

L'existence de réserves ou de musées dans une région attire des visiteurs, simples touristes ou scientifiques, fouilleurs et chercheurs : des structures d'accueil sont dès lors indispensables, elles participent aussi, et puissamment, au développement local.

Partenariats possibles

Les ressources géologiques de Madagascar sont concédées à des sociétés internationales nord-américaines, européennes, chinoises etc. (fig. 3.163) qui se partagent le territoire, en particulier dans les bassins sédimentaires où sont aussi les sites fossilifères. Leur implication peut aussi être un atout majeur pour la connaissance et la conservation, dans la mesure où elles participeraient à l'enrichissement des collections et à la restauration des territoires prospectés et exploités.

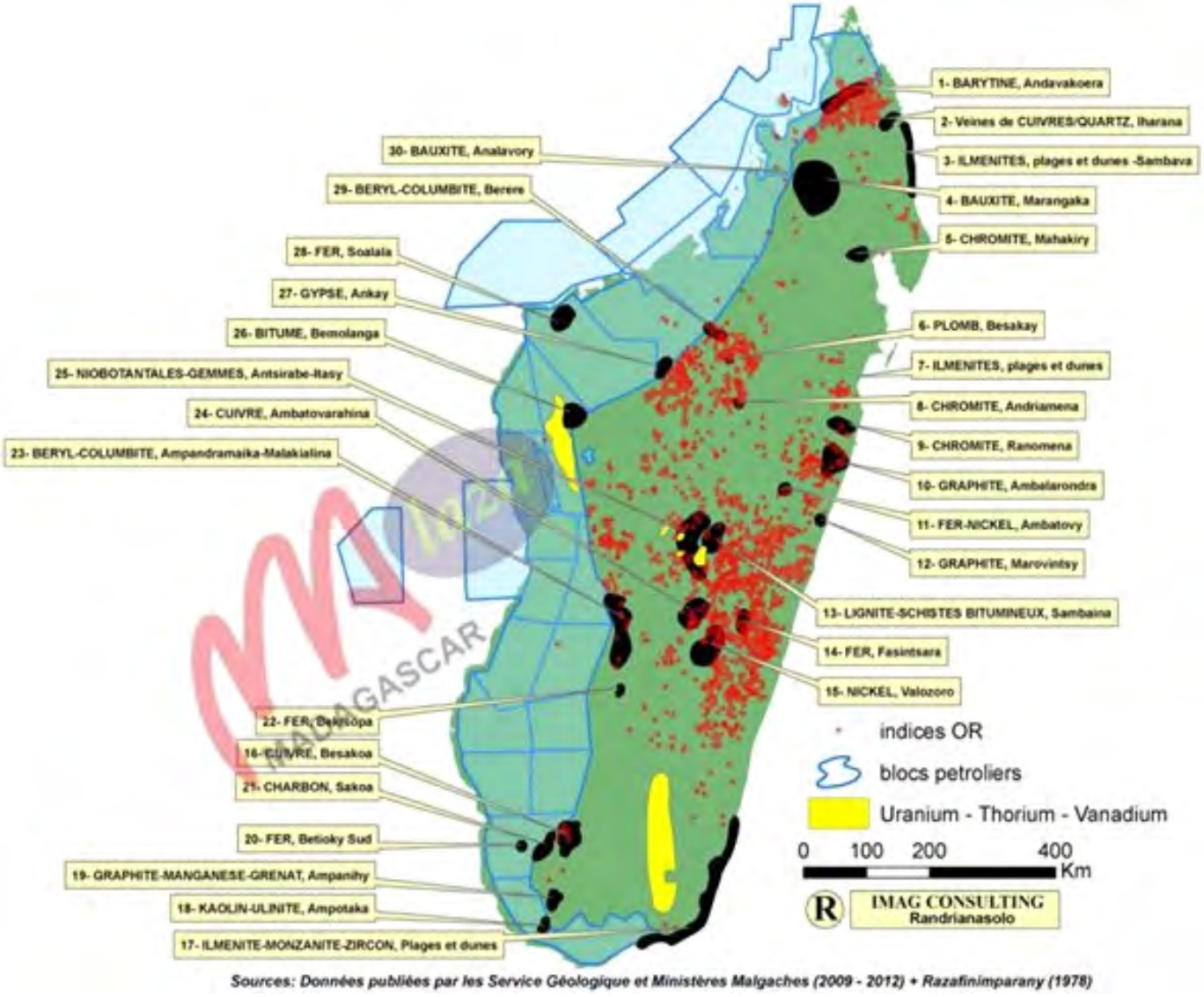


Figure 3.163 Concessions minières à Madagascar (*Malaza*, Madagascar).

4.- CONCLUSION

Madagascar est unique, Madagascar fascine,
et cela depuis Philibert COMMERSON, médecin naturaliste du Roi, qui l'avait décrite comme le « laboratoire de la nature » (1771).

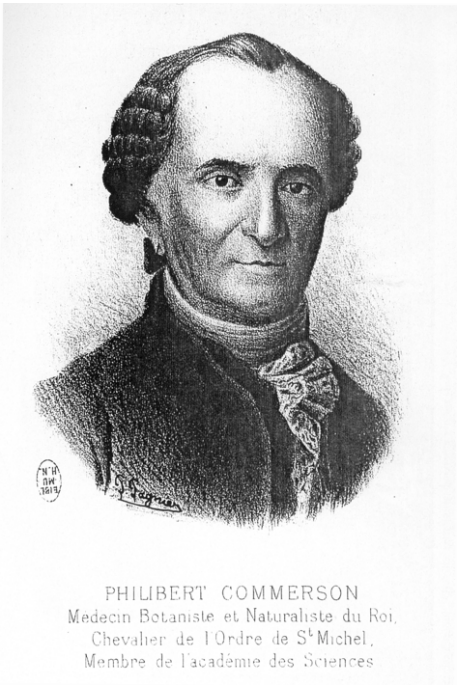
Elle est un modèle pour l'évolution, évolution géologique (socle précambrien, sédiments post-carbonifères), et évolution biologique (la vie s'installe à partir du Permien lorsque la calotte glaciaire se retire, emprunte au Gondwana puis devient endémique à partir du Jurassique, et se transforme ensuite, à la faveur de colonisations successives et partielles). Deux conclusions partielles récapitulent l'évolution biologique de l'Île (pp. 172 et 211).

Elle est un monde, du fait de sa présence ancienne dans le Gondwana, de la précocité de son isolement, de ses dimensions : ce monde est offert à la curiosité et aux réflexions des naturalistes et des scientifiques.

Les **recherches** ont été, et sont, le reflet d'intérêts multiples, différents, parfois convergents. Aux explorations du début (GRANDIDIER…) ont succédé les recherches particulières liées à l'exploitation des ressources naturelles : carrières, mines, champs pétroliers. Certaines époques, certains taxons, ont de ce fait été privilégiés (flores permiennes pour les houilles, foraminifères et pollens méso- ou cénozoïques pour les pétroles…), d'autres restent peu ou pas explorés (Paléogène, Néogène ancien) : les perspectives de découvertes sont très grandes.

Des **scientifiques éminents** ont consacré leur vie professionnelle à la géologie et aux fossiles de Madagascar : BESAIRIE à la géologie de l'Île, BASSE de MÉNORVAL, KRAUSE au Mésozoïque, COLLIGNON aux ammonoïdes, BATTISTINI, GOMMERY au Cénozoïque récent…

Madagascar est précieuse et fragile. De nombreuses espèces, endémiques, ont disparu récemment et sont à compter désormais dans les espèces fossiles, d'autres sont au bord de l'extinction ; les menaces pèsent non seulement sur la biodiversité et sur les écosystèmes malgaches, mais aussi sur le patrimoine géologique et paléontologique. Une gestion intelligente et respectueuse de l'ensemble des ressources naturelles sera la seule tenable.



PHILIBERT COMMERSON
Médecin Botaniste et Naturaliste du Roi,
Chevalier de l'Ordre de S^t Michel,
Membre de l'académie des Sciences

ANNEXES

1 LISTE DES PÉRIODIQUES CONSULTÉS ……..…….. 244

2 SITES PALÉONTOLOGIQUES DE MADAGASCAR ……..……. 246
SITES PERMIENS ……. 246
SITES TRIASIQUES …..……...……...……. 247
SITES JURASSIQUES ……..……...…. 248
SITES CRÉTACÉS ……...……. 250
SITES TERTIAIRES ……..……..…. 253
SITES QUATERNAIRES ……..……... 254

FICHE DESCRIPTIVE DE SITE ……..…..…. 255

3 CHARTE CHRONOSTRATIGRAPHIQUE INTERNATIONALE ….. 257

4 TAXONS PAR PÉRIODES ET PAR BASSINS …….……...…. 259

5 ARTICLE SCIENTIFIQUE
RAKOTOVAO M., LIGNEREUX Y., ORLIAC M.J., DURANTHON F. et P.-O. ANTOINE : *Hippopotamus lemerlei* Grandidier, 1868 et *Hippopotamus madagascariensis* Guldberg, 1883 (Mammalia, Hippopotamidae) : anatomie crânio-dentaire et révision systématique.
Geodiversitas, 2014, **36**, 1, 117-161 ..……...……...…. 374

ANNEXE 1

LISTE DES PÉRIODIQUES CONSULTÉS

Annales Géologiques de Madagascar
Annales de la Société Géologique du Nord
Annales Géologiques du Service des Mines, Tananarive
Acta Palaeontologica Polonica
American Museum Novitates
Annales de Paléontologie
Atti della Societa Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris
Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 2^{e} série
Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, Sciences de la Terre
Bulletin de la Société Géologique de France
Bulletin de la Société Géologique de France, 3^{e} série
Bulletin de la Société Géologique de France, 4^{e} série
Bulletin de l'Académie Malgache
Bulletin de l'Académie Malgache, nouvelle série
Bulletin of the American Museum of Natural History
Bulletin of the National Science Museum, Series C (Geology)
Canadian Journal of Earth Sciences
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris, Série II
Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des Sciences, Paris
Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences
Comptes Rendus de la Société Géologique de France
Cretaceous Research
Cybium
Earth-Science Reviews
Eclogae Geologicae Helvetiae
Forhandlinger i Videnskabs-Selskabet i Christiania
Fossil Record
Géobios
Geodiversitas
Geological Society of India Memoirs
Historical Biology
Ichnos
Journal of Vertebrate Paleontology
Journal of Cave and Karst Studies
Journal of Human Evolution
Journal of Geology
Journal of Paleontology
Journal of African Earth Sciences
Journal of the Palaeontological Society of India
Marine Geology
Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening, København
Nature
Le Naturaliste Malgache
Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte

New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin
Palaeontologia Africana
Paläontologische Zeitschrift
Palaeontology
Palaeontographica Abteilung A
Palaeontographica Abteilung B
Pesquisas em Geosciências
Philosophical Transactions of the Royal Society of London B
Proceedings of the National Academy of Sciences
Quarterly Journal of the Geological Society of London
Review of Palaeobotany and Palynology
Science
Sciences de la Terre et des planètes
Service Géologique de Tananarive
Schweizerische Paläontologische Abhandlungen - Mémoires suisses de Paléontologie
Society of Vertebrate Paleontology Memoirs
The Nautilus

ANNEXE 2

SITES PALÉONTOLOGIQUES DE MADAGASCAR

Les sites sont groupés, dans chaque période, par bassins et par ordre alphabétique.

PERMIEN ……..... 246
TRIAS ……..…… 247
JURASSIQUE …….. 248
CRÉTACÉ ……..….. 250
TERTIAIRE …….. 253
QUATERNAIRE …….. 254

PERMIEN

Bassin ou Province	Nom du site	Étage	Formation / faciès
Diégo	Anaborano	Lopingien	Sakamena
Diégo	Ankitokazo	Lopingien	Sakamena
Diégo	Ankitokazo région	Lopingien	Sakamena
Morondava	Amboriky		Sakamena à *Phyllotheca, Pectopteris, Cladophlebis, Glossopteris*
Morondava	Andranomanintsy	Cisuralien	Karharbari
Morondava	Andranomanintsy	Cisuralien	Karharbari
Morondava	Ankavandra		Sakamena inférieure
Morondava	Benenitra	Lopingien	Sakamena inférieure
Morondava	Confluent Bena-Imaloto	Guadalupien	
Morondava	Leoposa	Lopingien	Sakamena inférieure
Morondava	Mont Eliva	Lopingien	Sakamena inférieure
Morondava	Ranohira	Lopingien	Sakamena inférieure
Morondava	Rivière Maronono	Cisuralien	Talchir
Morondava	Rivière Mavonono		Sakoa à *Schizoneura, Glossopteris*
Morondava	Sakamaniga	Lopingien	Sakamena inférieure
Morondava	Sakamena		Sakamena inférieure
Morondava	Sakamena	Cisuralien	Sakoa
Morondava	Tambohozo		Sakamena inférieure

TRIAS

Bassin ou Province	Nom du site	Série	Formation
Diégo	Ambarakaraka (Nord)	Trias inférieur/supérieur	
Diégo	Ambahatra	Trias inférieur/supérieur	
Diégo	Ambilobe Baie	Trias inférieur/supérieur	
Diégo	Anaborano, rivière Ifasy	Trias inférieur/supérieur	
Diégo	Ankitohazo	Trias inférieur/supérieur	
Diégo	Ankitohazo Bassin	Trias inférieur/supérieur	
Diégo	Barabanja	Trias inférieur/supérieur	
Diégo	Betsieka	Trias inférieur/supérieur	
Diégo	Bobasatrana, rivière Mahavavy	Trias inférieur/supérieur	
Diégo	Bobatomendry (Sud)	Trias inférieur/supérieur	
Diégo	Diégo (Trias inférieur)	Trias inférieur/supérieur	« Couches à Poissons et Ammonites »
Diégo	Iraro	Trias inférieur/supérieur	
Diégo	Kinganio	Trias inférieur/supérieur	
Diégo	Mamoro-Kingonio	Trias inférieur/supérieur	
Mahajanga	Ankozany	Trias inférieur/supérieur	
Morondava	Antanandava		Base de l'Isalo II ou Makay
Morondava	Bereketa		Base de l'Isalo II ou Makay
Morondava	Bereketa		Base de l'Isalo II ou Makay
Morondava	Bereketa		Base de l'Isalo II ou Makay
Morondava	Folakarona	Trias	Base de l'Isalo II ou Makay
Morondava	Rivière Malio		Base de l'Isalo II ou Makay
Morondava	Rivière Malio		Base de l'Isalo II ou Makay
Morondava	Sakaraha Est		Base de l'Isalo II ou Makay
Morondava	Sakeny	Trias inférieur/supérieur	Sakamena

JURASSIQUE (1)

Bassin ou Province	Nom du site	Époque	Étage
Diégo	Andranomantsy	Jurassique moyen	Callovien
Diégo	Andranomantsy	Jurassique moyen	Callovien
Diégo	Bobasakoa	Jurassique inférieur/supérieur	Oxfordien
Mahajanga	Ambalarano	Jurassique moyen	Callovien
Mahajanga	Ambatosaona	Jurassique moyen	Callovien
Mahajanga	Ambondromahabo	Jurassique moyen	Bathonien
Mahajanga	Ambondromamy	Jurassique moyen	Callovien
Mahajanga	Ambondromamy Ouest	Jurassique moyen	Bathonien
Mahajanga	Amboromihanto	Jurassique moyen	Callovien
Mahajanga	Ampangalambato	Jurassique moyen	Callovien
Mahajanga	Andranomamy, Majunga	Jurassique moyen	Bathonien
Mahajanga	Andranomarivo	Jurassique moyen	Bathonien
Mahajanga	Andranomavo	Jurassique moyen	Callovien
Mahajanga	Ankaramanga	Jurassique moyen	Callovien
Mahajanga	Ankidabe	Jurassique moyen	Callovien
Mahajanga	Ankidabe	Jurassique moyen	Callovien
Mahajanga	Ankijahabe lac	Jurassique moyen	Bathonien
Mahajanga	Ankinganivalaka	Jurassique moyen	Bathonien
Mahajanga	Ankirihitra	Jurassique moyen	Callovien
Mahajanga	Antorilava	Jurassique moyen	Callovien
Mahajanga	Antorilava	Jurassique moyen	Callovien
Mahajanga	Antorolava	Jurassique inférieur/supérieur	Kimméridgien
Mahajanga	Antsakoamirainty	Jurassique moyen	Callovien
Mahajanga	Antsaongo	Jurassique moyen	Bathonien
Mahajanga	Antsohihy	Jurassique moyen	Bathonien
Mahajanga	B-C : 87	Jurassique moyen	Callovien
Mahajanga	Bekoratsaka	Jurassique moyen	Callovien
Mahajanga	Bemena	Jurassique moyen	Callovien
Mahajanga	Ihopy	Jurassique moyen	Callovien
Mahajanga	Kamoro	Jurassique moyen	Bathonien
Mahajanga	Loza	Jurassique moyen	Bathonien
Mahajanga	Mahabo	Jurassique moyen	Callovien
Mahajanga	Mahatsinjo	Jurassique moyen	Callovien
Mahajanga	Malakialina	Jurassique moyen	Callovien
Mahajanga	Maroadabo	Jurassique inférieur/supérieur	Kimméridgien
Mahajanga	Maroandravina	Jurassique inférieur/supérieur	Kimméridgien
Mahajanga	Maromandia	Jurassique moyen	Callovien
Mahajanga	Misorobe	Jurassique moyen	Callovien
Mahajanga	N/NO Ambondromamy	Jurassique moyen	Bathonien
Mahajanga	Port Bergé	Jurassique moyen	Bathonien
Mahajanga	Saonja	Jurassique moyen	Callovien
Mahajanga	Soatana	Jurassique moyen	Callovien
Mahajanga	Tsinjorano	Jurassique moyen	Bathonien
Morondava	Adabofolo	Jurassique moyen	Callovien
Morondava	Ambatomanendry	Jurassique inférieur/supérieur	Oxfordien
Morondava	Amberomena	Jurassique inférieur/supérieur	Oxfordien
Morondava	Ambohidroa	Jurassique moyen	Callovien
Morondava	Amboloando	Jurassique moyen	Callovien
Morondava	Ampakabo	Jurassique moyen	Bathonien
Morondava	Ampandrabe	Jurassique moyen	Bathonien
Morondava	Amparambato	Jurassique moyen	Callovien
Morondava	Anamalanga	Jurassique moyen	Bajocien
Morondava	Andangovato	Jurassique inférieur/supérieur	Oxfordien
Morondava	Andrangory	Jurassique inférieur/supérieur	Oxfordien

JURASSIQUE (2)

Morondava	Andranomalio	Jurassique inférieur/supérieur	Kimméridgien
Morondava	Andranomiolaka	Jurassique moyen	Callovien
Morondava	Andranomiolaka	Jurassique moyen	Callovien
Morondava	Andrea	Juras. inférieur/supérieur	Oxfordien
Morondava	Androtsy	Jurassique moyen	Callovien
Morondava	rivière Androtsy	Jurassique moyen	Callovien
Morondava	Anjeba	Jurassique moyen	Bathonien
Morondava	Ankadibe	Jurassique moyen	
Morondava	Ankazomiheva	Jurassique moyen	Callovien /Bathonien
Morondava	Ankazomiheva	Jurassique moyen	Callovien
Morondava	Ankilimanjaka	Jurassique moyen	Callovien
Morondava	Ankilimanjaka	Jurassique inférieur/supérieur	Oxfordien
Morondava	Ankilimena	Jurassique inférieur/supérieur	Oxfordien
Morondava	Ankilivalo	Jurassique inférieur/supérieur	Tithonien
Morondava	Ankirijy	Jurassique inférieur/supérieur	Oxfordien
Morondava	Anontsy	Jurassique moyen	Bathonien
Morondava	Antainakanga	Jurassique moyen	Callovien
Morondava	Antsalova	Jurassique inférieur/supérieur	Kimméridgien
Morondava	Antsiareza	Jurassique moyen	Callovien
Morondava	Beala	Jurassique moyen	Callovien
Morondava	Bedoa	Jurassique inférieur/supérieur	Oxfordien
Morondava	Behazonaty (Kelifely)	Jurassique inférieur	Toarcien
Morondava	Behevo	Jurassique moyen	Callovien
Morondava	Bepea	Jurassique inférieur/supérieur	Oxfordien
Morondava	Beraketa	Jurassique moyen	Callovien
Morondava	Beraketa	Jurassique inférieur/supérieur	Oxfordien
Morondava	Besavoa	Jurassique moyen	Callovien
Morondava	Bevoay	Jurassique inférieur	Toarcien
Morondava	Dangovato	Jurassique inférieur/supérieur	
Morondava	Fotivolo	Jurassique inférieur/supérieur	Oxfordien
Morondava	Iakomby	Jurassique moyen	Callovien
Morondava	Rivière Ilona	Jurassique inférieur/supérieur	Kimméridgien
Morondava	Isovoky	Jurassique moyen	Callovien
Morondava	Kalimahatsingo	Jurassique moyen	Bathonien
Morondava	Lazariva	Jurassique moyen	Callovien
Morondava	RivièreMamakiala	Jurassique moyen	Callovien
Morondava	Manamana	Jurassique inférieur/supérieur	
Morondava	Manamana	Jurassique inférieur/supérieur	Oxfordien
Morondava	Rivière Menarandrohy	Jurassique moyen	Callovien
Morondava	Miary	Jurassique inférieur/supérieur	Oxfordien
Morondava	Mikaikarivo	Jurassique moyen	Bathonien
Morondava	Morondava	Jurassique moyen	Bathonien
Morondava	Mont Ambohidroha	Jurassique inférieur/supérieur	Tithonien
Morondava	Poamay	Isalo II	Norien
Morondava	Rivière Sahalaly		Bajocien
Morondava	Sakaraha	Jurassique inférieur/supérieur	Oxfordien
Morondava	Soaravikely	Jurassique moyen	
Morondava	Soaravikely	Jurassique moyen	Callovien
Morondava	Tongobory	Jurassique moyen	Bathonien
Morondava	Tongobory	Jurassique moyen	
Morondava	Tsian dro	Jurassique moyen	Bajocien
Morondava	Vongoho	Jurassique moyen	Bathonien
Morondava	Analamanga	Jurassique moyen	Bajocien
Morondava	Manariabo	Jurassique moyen	Bathonien
Antananarivo	Ambohimanatrika	Jurassique moyen	Bathonien
Fianarantsoa	Marojano	Jurassique moyen	Bathonien

CRÉTACÉ (1)

Bassin ou Province	Nom du site	Époque	Étage	Formation
Diégo	Ampasindava	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	
Diégo	Diégo (centre)	Crétacé inférieur/supérieur	Cénomanien	
Diégo	Mont Raynaud	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Mahajanga	Ambanjabe 1	Crétacé inférieur/supérieur	Aptien	
Mahajanga	Ambanjabe 2	Crétacé inférieur/supérieur	Aptien	
Mahajanga	Ambanjabe 3	Crétacé inférieur/supérieur	Aptien	
Mahajanga	Ambarimaninga	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Mahajanga	Ambatolafia	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Mahajanga	Ampanihy	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Mahajanga	Andafia	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Mahajanga	Andoharano	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Mahajanga	Andrafiamanjera	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Mahajanga	Androiavy 4	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Mahajanga	Androiavy 5	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Mahajanga	Androiavy 3	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Mahajanga	Antonibe	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	
Mahajanga	Antsatramahavelona	Crétacé inférieur/supérieur	Cénomanien	
Mahajanga	Baonamary M1	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	
Mahajanga	Baonamary M2	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	
Mahajanga	Baonamary M3	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	
Mahajanga	Baonamary M4	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	
Mahajanga	Bassin de Mahajanga	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	Befamonto	Crétacé inférieur/supérieur	Aptien	
Mahajanga	Befamonto	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Mahajanga	Rivière Bekoratsaka	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Mahajanga	Belambo	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Mahajanga	Belohafasika (Marovoay)	Crétacé inférieur	Aptien	
Mahajanga	Belohasifaka	Crétacé inférieur/supérieur	Aptien	
Mahajanga	Belohasifaka	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Mahajanga	Belohasifaka	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Mahajanga	Berambo 1	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Mahajanga	Berambo 2	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Mahajanga	Berambo 5	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Mahajanga	Berivotra	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	Berivotra (Maevarano)	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	Berivotra à sauropodes	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	Berivotra microsite	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	Berivotra, R.N. 4	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	Besavotra	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Mahajanga	Gite du Guide (Berivotra)	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	Komihevitsy	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Mahajanga	Lac Kinkony	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD 07-66	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD01-04	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD01-05	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD03-03	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD03-09	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD03-17	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD03-23	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD05-04	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano

CRÉTACÉ (2)

Mahajanga	MAD05-14	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD05-36	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD05-37	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD05-42	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD05-59	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD05-61	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD93-01	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD93-06	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD93-102	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD93-14	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD93-16	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD93-18	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD93-19	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD93-20	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD93-25	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD93-33	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD93-34	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD93-35	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD93-36	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD93-73	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD93-81	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD95-07	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD95-11	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD95-14	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD95-16	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD96-01	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD96-02	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD96-03	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD96-04	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD96-07	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD96-18	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD96-18	Crétacé inférieur/supérieur		Ankazomihaboka
Mahajanga	MAD96-21	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD98-17	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD98-19	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD98-25	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD99-26	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD99-31	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD99-32	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD99-33	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	MAD99-35	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	Maevarano, fl. Betsiboka	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	Majunga-Ambalabe	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	Malandiandro	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Mahajanga	Malandiandro	Crétacé inférieur/supérieur	Aptien	
Mahajanga	Manosibohitra	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Mahajanga	Marerano	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Mahajanga	Mevarana	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	Mitsinjo	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	
Mahajanga	Mokaraha	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Mahajanga	Narinda	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	
Mahajanga	Péninsule de Radama	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Mahajanga	Fleuve Sofia	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Mahajanga	Soromaraina	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	

CRÉTACÉ (3)

Mahajanga	Sud de Berivotra	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	Maevarano
Mahajanga	Tsaramandroso	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Morondava	Ambatry	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	
Morondava	Analavelona	Crétacé inférieur/supérieur		
Morondava	Andrafiavelo	Crétacé inférieur/supérieur	Campanien	
Morondava	Andranofotsy	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Morondava	Ankotrofotsy-Masiadolo	Crétacé inférieur/supérieur	Coniacien	
Morondava	Ankozao	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Morondava	Antanatanamirafy	Crétacé inférieur/supérieur	Aptien	
Morondava	Besavoa	Crétacé inférieur/supérieur	Aptien	
Morondava	Besova	Crétacé inférieur/supérieur	Aptien	
Morondava	Chutes du Mido	Crétacé inférieur/supérieur	Aptien	
Morondava	Ilona Sud	Crétacé inférieur/supérieur	Aptien	
Morondava	Lac Roray	Crétacé inférieur/supérieur	Aptien	
Morondava	Rivière Manambao	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Morondava	Rivière Marolafy	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Morondava	Menabe	Crétacé inférieur/supérieur		
Morondava	Mont Bedoa	Crétacé inférieur/supérieur	Aptien	
Morondava	Mozy	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Morondava	Ranonda-Anontsy	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Morondava	Sakondry, Manera	Crétacé inférieur/supérieur	Aptien	
Morondava	Tongobury 1	Crétacé inférieur/supérieur	Turonien	
Morondava	Tongobury 2	Crétacé inférieur/supérieur	Coniacien	
Morondava	Tsianaloka-Mongobory	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Morondava	Tsiandava	Crétacé inférieur/supérieur	Albien	
Morondava	Vohipaly	Crétacé inférieur/supérieur	Aptien	
Antananarivo	Jab & Raup	Crétacé inférieur/supérieur	Maastrichtien	
Fianarantsoa	Vohimaranitra	Crétacé inférieur/supérieur	Aptien	
Toamasina	Fanivelona	Crétacé supérieur	Turonien-Cénomanien	
Toamasina	Marohita	Crétacé supérieur	Turonien-Cénomanien	

TERTIAIRE

Bassin ou Province	Nom du site	Période	Époque
Mahajanga	Ampazony	Paléogène	Eocène
Mahajanga	Baonamary P1	Paléogène	Paléocène
Mahajanga	Baonamary P2	Paléogène	Paléocène
Mahajanga	Baonamary P3	Paléogène	Paléocène
Mahajanga	Baonamary P4	Paléogène	Paléocène
Mahajanga	Baonamary P5	Paléogène	Paléocène
Mahajanga	Baonamary P6	Paléogène	Paléocène
Mahajanga	Besalampy	Néogène	Miocène
Mahajanga	Cap Tanjona	Néogène	Miocène
Mahajanga	Pointe Sada	Néogène	Miocène
Morondava	Andronamy	Néogène	Miocène
Morondava	Baie de Diégo	Paléoène	Eocène
Morondava	Cap Sainte-Marie	Néogène	Miocène
Morondava	Montagne des Français	Paléogène	Eocène
Morondava	Plateau d'Andranonkira	Paléogène	Paléocène
Morondava	Vovomena	Néogène	Miocène

QUATERNAIRE

Bassin/Province	Nom du site	Période	Série
Diégo	Ambre de Madagascar	Néogène	Holocène
Diégo	Ankarana	Néogène	
Diégo	Copal de Madagascar	Néogène	Holocène
Diégo	Irodo	Néogène	Flandrien
Diégo	Sambava	Néogène	Holocène
Mahajanga	Ambatomainty	Néogène	
Mahajanga	Amparingidro	Néogène	Pléistocène
Mahajanga	Andrafiabe	Néogène	
Mahajanga	Anjohibe	Néogène	
Mahajanga	Grotte de Belobaka	Néogène	Pléistocène
Mahajanga	Grotte d'Anjohibe	Néogène	Holocène
Mahajanga	Lac Kinkony	Néogène	
Morondava	Ambararata	Néogène	
Morondava	Ambolisatra	Néogène	Holocène
Morondava	Ambongonambakoa	Néogène	
Morondava	Ampoza	Néogène	
Morondava	Anavoha	Néogène	Holocène
Morondava	Grotte d'Andrahomana	Néogène	Holocène
Morondava	Ankazoabo	Néogène	Holocène
Morondava	Ankilitelo	Néogène	
Morondava	Behavoa	Néogène	Holocène
Morondava	Belo	Néogène	Holocène
Morondava	Beloha	Néogène	
Morondava	Bemafandry	Néogène	Holocène
Morondava	Fompona	Néogène	Holocène
Morondava	Itampolo	Néogène	
Morondava	Lamboharana	Néogène	Holocène
Morondava	Madagascar Marin	Néogène	Pléistocène
Morondava	Mahavavy	Néogène	
Morondava	Manombo	Néogène	
Morondava	Marotampona	Néogène	Holocène
Morondava	Masinandraina	Néogène	
Morondava	Taolambiby	Néogène	Holocène
Morondava	Toliara 1	Néogène	Pléistocène
Morondava	Toliara 2	Néogène	Holocène
Morondava	Tsiandroina	Néogène	Holocène
Morondava	Grotte de Tsimanapetsotsa	Néogène	Holocène
Morondava	Tsirave	Néogène	Holocène
Antananarivo	Ampasambazimba	Néogène	Holocène
Antananarivo	Antsirabe 1	Néogène	Pléistocène
Antananarivo	Antsirabe 2	Néogène	Holocène
Antananarivo	Morarano (Betafo)	Néogène	

ANNEXE 2

FICHE DESCRIPTIVE DE SITE

<table>
<tr><td colspan="2">Nom du site :</td><td>Bassin :</td></tr>
<tr><td colspan="2">Localisation du Site</td><td>Coordonnée géographique</td></tr>
<tr><td colspan="2">Région :
District :
Commune :</td><td>Lat. :
Long. :
Carte :</td></tr>
<tr><td colspan="3">Description :</td></tr>
<tr><td colspan="3">Accessibilité</td></tr>
<tr><td>Itinéraire : Facile / difficile
Terrain : Privé / Public</td><td>RN / Bateaux / Avion</td><td>Autorisation : Oui / Non
Payante / Non Payante</td></tr>
<tr><td colspan="3">Niveau stratigraphique</td></tr>
<tr><td>Ère :</td><td>Période :</td><td>«Étage :</td></tr>
<tr><td colspan="3">Phénomène géologique :
Faciès géologique :</td></tr>
<tr><td colspan="3">Intérêt</td></tr>
<tr><td colspan="2">Géologique :
Paléontologie / Hydrogéologie / Hydrothermal / Ressources naturelles / Stratigraphie / Sédimentologie / Volcanique / Karstique
Autres :</td><td>Faune / Flore
Pédagogique
Touristique
Archéologique
Histoire :
Autres :</td></tr>
<tr><td colspan="3">Remarques :</td></tr>
<tr><td colspan="3">Typologie du site</td></tr>
<tr><td>Site naturel : Oui /Non
Aménagé : Oui / Non</td><td>Terrestre / Marin / côtier</td><td>Site de surface / profondeur</td></tr>
<tr><td colspan="3">Remarques :</td></tr>
<tr><td colspan="4">Originalité du site (rareté)</td></tr>
<tr><td>Provincial</td><td>Régional</td><td>National</td><td>International</td></tr>
<tr><td colspan="2">Vulnérabilité du site</td><td colspan="2">Protections</td></tr>
<tr><td>Menace anthropique :
Oui :
Non :</td><td colspan="2">Vulnérabilité naturelle
élevée
faible</td><td>Oui
Non</td></tr>
</table>

FICHE DESCRIPTIVE DE SITE (24)

Nom du site : Boeny Marry — Bassin : Mahajanga

Localisation du Site	Coordonnée géographique
Région : Boeny District : Majunga II Commune : Boeny Marry	Lat. : – 15, 34. Long. : 46, 37. Carte :

Description : - offshore - plateau sur mer
- Cordaite argileuse
- Terrain sableux

Accessibilité

Itinéraire : Facile / difficile : ±	RN / Bateaux / Avion	Autorisation : Oui / (Non) Payante / (Non Payante)

Terrain : Privé / (Public)

Niveau stratigraphique

Ère : Méso-cénozoïque — Période : * — «Étage : * crétacé paléogène

Phénomène géologique : régression / transgression.

Faciès géologique : Marin.

Intérêt

Géologique : Paléontologie / Hydrogéologie / Hydrothermal / Ressources naturelles / (Stratigraphie) / Sédimentologie / Volcanique / Karstique Autres :	Faune / Flore Pédagogique Touristique Archéologique Histoire : Autres :

Remarques : localisation : près Lieu dit Village.

Typologie du site

Site naturel : (Oui) / Non Aménagé : Oui / Non	Terrestre / (Marin / côtier)	(Site de surface) / profondeur

Remarques : aucune structure de protection ; les populat° ne connaissent pas l'existence de ces sites

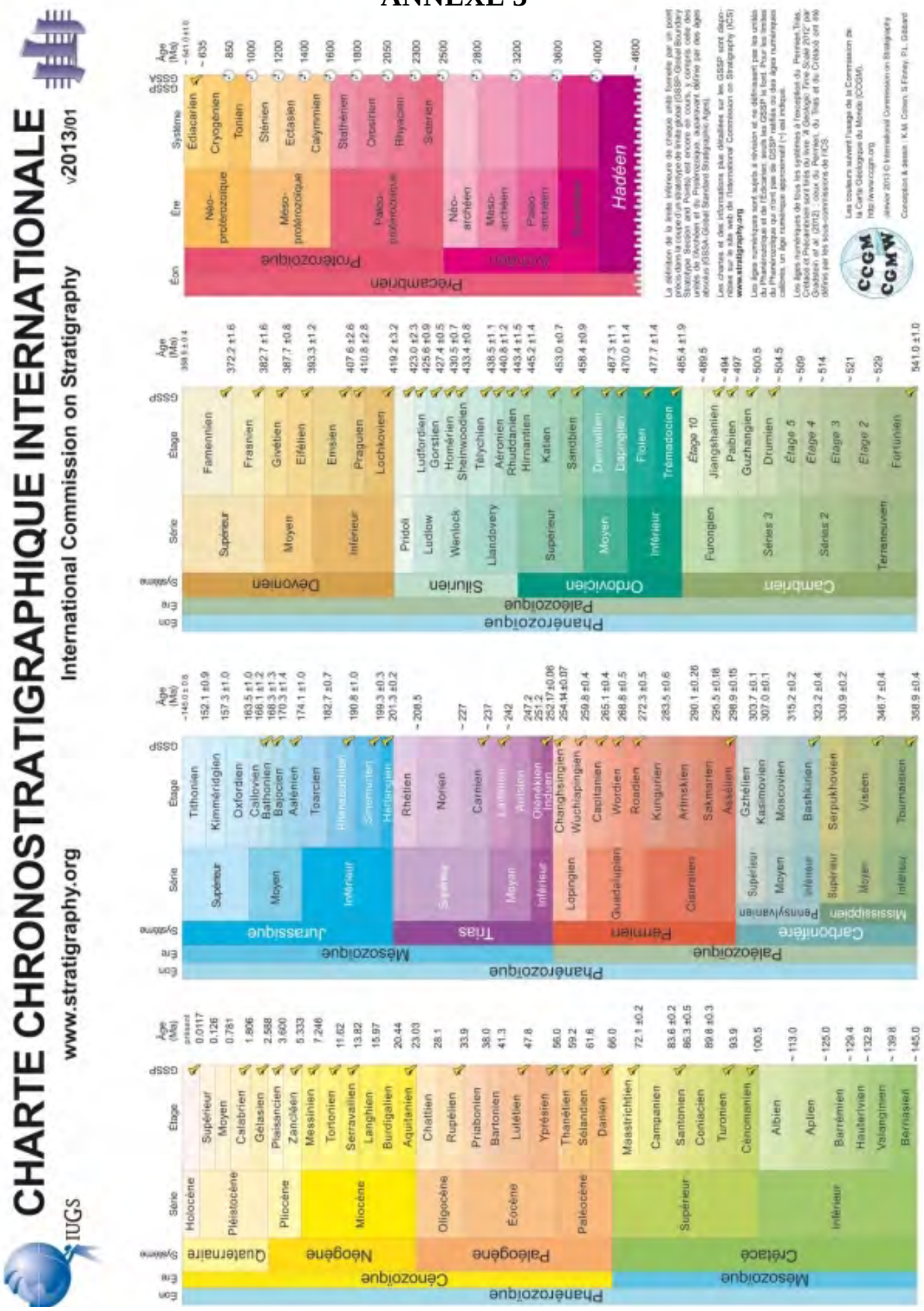
Originalité du site (rareté)

(Provincial)	Régional	National	International

Vulnérabilité du site		Protections
Menace anthropique : (Oui) Non :	Vulnérabilité naturelle élevée (faible)	Oui (Non)

K. Brod 1976

ANNEXE 3


CHARTE CHRONOSTRATIGRAPHIQUE INTERNATIONALE
International Commission on Stratigraphy
www.stratigraphy.org
v2013/01
IUGS

ANNEXE 4

TAXONS PAR PÉRIODES ET PAR BASSINS

Les tableaux suivants se présentent comme des listes taxonomiques et comportent une distribution temporelle (périodes géologiques du Permien au Quaternaire, symbolisées par leur couleur conventionnelle, voir code couleurs ci-dessous) et spatiale (bassins sédimentaires nord N, nord-ouest NW, sud-ouest SW, éventuellement n, Nord et s, Sud, et autres bassins, *i.e* ceux de l'Est et des Hautes-Terres, AB).



4.1 Foraminifères 260
4.2 Plantes 268
4.3 Cnidaires 272
4.4 Bryozoaires 278
Brachiopodes et annélides 280
4.5 Bivalves 282
4.6 Gastéropodes 294
4.7.1 Céphalopodes. Ammonoïdes 300
4.7.2 Céphalopodes. Bélemnoïdes 346
4.7.3 Céphalopodes. Nautiloïdes 348
4.8 Crustacés 350
4.9 Arthropodes terrestres 354
4.10 Échinodermes 356
4.11 « Poissons » 360
4.12 Amphibiens 362
4.13 Amniotes (« reptiles ») : synapsides basaux et sauropsides non-archosauromorphes . 364
4.14 Archosauromorphes non-aviens 366
4.15 Oiseaux 368
4.16 Mammifères 370

4.1 FORAMINIFÈRES (1)

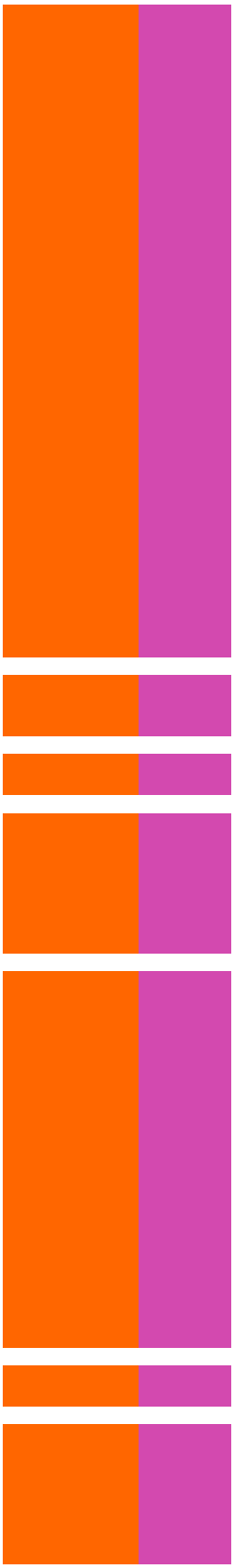
Genre	*espèce*	Classe - Sous-classe / Ordre	Sous ordre / Superfamille - Famille	N	SWn	SWs	N	NW
Trocholina	sp.	Foraminifera incertae sedis,Involutinida	Involutinidés					
Dentalina	*ectadia*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Dentalina	*oppeli*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Dentalina	sp.	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Dentalina	*terquemi*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Frondicularia	*barbatula*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Frondicularia	*hexacarinata*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Frondicularia	*hexacuarta*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Frondicularia	*majungaensis*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Frondicularia	*nodulosa*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Frondicularia	*pectinatimornata*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Frondicularia	sp.	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Frondicularia	*tsaramandrosoensis*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Frondicularia	*tsararivotraensis*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lenticulina	*ambanjabensis*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lenticulina	*andromeda*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lenticulina	*ataktos*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lenticulina	*bekalalaoensis*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lenticulina	*besairiei*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lenticulina	*bifurcilla*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lenticulina	*catascoplum*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lenticulina	*dineontos*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lenticulina	*Eichenbergi*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lenticulina	*fracta*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lenticulina	*haesitans*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lenticulina	*heiermanni*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lenticulina	*lithuanica*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lenticulina	*nimbifera*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lenticulina	*ongkodes*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lenticulina	*ouachensis inchoata*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lenticulina	*pilicensis*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lenticulina	*quenstedti*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lenticulina	*rusti*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lenticulina	*saxonica malgachensis*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lenticulina	*sculpta*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lenticulina	*secans angulosa*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lenticulina	sp.	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lenticulina	*stellaeformis*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lenticulina	*subalatiformis*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lenticulina	*subtilis var.*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lenticulina	*tsaramandrosoensis*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lingulina	*prælonga*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Lingulina	sp.	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Marginulina	*caelata*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Marginulina	*dracunculiformis*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Marginulina	*gracilissima*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Marginulina	*pyramidalis*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Marginulina	*rete*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Marginulina	sp.	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Nodosaria	*marobariaensis*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Nodosaria	*raristriata*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Nodosaria	sp.	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Rectoglandulina	*brandi*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Rectoglandulina	*humilis*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Rectoglandulina	sp.	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Rectoglandulina	*tutkowskii*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Tristix	*antorolavaensis*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Tristix	*explanata*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Tristix	sp.	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Tristix	*structa*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Tristix	*suprajurassica*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Nodosariidés					
Astacolus	*debilis*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés					
Astacolus	*dorsoarcuatus*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés					
Astacolus	*eritheles*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés					
Astacolus	*explicatus*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés					
Astacolus	*folium*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés					
Astacolus	*gibber*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés					
Astacolus	*insecta*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés					
Astacolus	*inspissatus*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés					
Astacolus	*microdictyotos*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés					
Astacolus	sp.	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés					
Citharina	*cristellaroides*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés					
Citharina	*frankei*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés					
Citharina	*sparsicostata*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés					
Citharina	*thorenensis*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés					

4.1 FORAMINIFÈRES (1)

SW	N	NW	SW	N	NW	SW	N	NW	SW	NW	SW	N	NW	SW	AB	Auteur	Année	Références
		X																
		X														Loeblich & Tappan		
		X														Schwager		
		X														d'Orbigny	1826	
					X													
					X													
					X													
					X													
					X													
					X													
		X														Espitalié & Sigal	1963	
					X													
					X													
					X													
					X													
					X													
					X													
		X														Espitalié & Sigal	1963	
		X			X											Espitalié & Sigal	1963	
					X													
		X														Mitjanina & Brand		
					X													
					X													
		X														Espitalié & Sigal	1963	
					X													
					X													
		X														Bruckmann		
					X													
					X													
					X													
					X													
		X														Gumbel		
		X														Wisniowski		
					X													
		X														Mitjanina		
					X													
		X			X													
		X														Espitalié & Sigal	1963	
		X														Dain		
		X														Espitalié & Sigal	1963	
					X													
					X													
		X			X													
		X														Loeblich & Tappan		
		X														Espitalié & Sigal	1963	
					X													
					X													
		X			X											Espitalié & Sigal	1963	
		X																
					X													
					X													
					X													
					X													
					X													
		X			X													
		X														Mjatijuk		
		X														Espitalié & Sigal	1963	
					X													
		X			X													
					X													
		X														Paalzow		
		X														Wisniowski		
		X														Wisniowski		
		X														Loeblich & Tappan		
					X													
		X														Wisniowski		
					X													
		X														Schwager		
		X														Loeblich & Tappan		
					X													
		X			X													
					X													
		X														Kuhn		
					X													
					X													

4.1 FORAMINIFÈRES (2)

Marginulopsis	*embaensis*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Marginulopsis	*Mjatijukae*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Marginulopsis	*orbignyi schreiteri*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Marginulopsis	*panda*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Marginulopsis	sp.	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Neoflabellina	*lanceolata*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Neoflabellina	*malakialinaensis*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Neoflabellina	sp.	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Planularia	*madagascariensis*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Planularia	sp.	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Saracenaria	*aculeata*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Saracenaria	*compacta*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Saracenaria	*tsaramandrosoensis*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Vaginulina	*costulata*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Vaginulina	*entypomatus*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Vaginulina	*intumescens culter*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Vaginulina	*kummi*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Vaginulina	*mosquensis*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Vaginulina	*ovata*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Vaginulina	*producta*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Vaginulina	*pseudostriatula*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Vaginulina	*raricostata*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Vaginulina	*recta tenuistriata*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Vaginulina	*rudocostata*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Vaginulina	*siliquaeformis*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Vaginulina	sp.	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Vaginulina	sp. *A*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Vaginulina	sp. *B*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Vaginulina	sp.*C*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Vaginulina	*striolata*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Vaginulina	*transversalis*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Vaginulina	*triangula*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Vaginulina	*tsararivotraensis*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Nodosarioidea, Vaginulinidés
Globulina	*oolithica*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Polymorphinoidea, Polymorphinidés
Eoguttulina	*polygona*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Polymorphinoidea, Polymorphinidés
Paleopolymorphin	*inflata*	Foraminifera incertae sedis,Lagenida	Polymorphinoidea, Polymorphinidés
Spirillina	sp.	Tubothalamea,Spirillinida	Spirillinina, Spirillinidés
Spirillina	*tenuissima*	Tubothalamea,Spirillinida	Spirillinina, Spirillinidés
Alveolina	*elliptica*	Tubothalamea,Miliolida	Miliolina, Alveolinoidea, Alvéolinidés
Alveolina	*oblonga*	Tubothalamea,Miliolida	Miliolina, Alveolinoidea, Alvéolinidés
Alveolina	*longa*	Tubothalamea,Miliolida	Miliolina, Alveolinoidea, Alvéolinidés
Alveolina	*frumentiformis*	Tubothalamea,Miliolida	Miliolina, Alveolinoidea, Alvéolinidés
Alveolina	sp.	Tubothalamea,Miliolida	Miliolina, Alveolinoidea, Alvéolinidés
Alveolina	Subpyrenaïca	Tubothalamea,Miliolida	Miliolina, Alveolinoidea, Alvéolinidés
Peneroplis	sp.	Tubothalamea,Miliolida	Miliolina, Soritoidea,Pénéroplidés
Epistomina	*alveata*	Globothalamea,Robertinida	Ceratobuliminoidea, Épistominidés
Epistomina	*alveolata (madagasca*	Globothalamea,Robertinida	Ceratobuliminoidea, Épistominidés
Epistomina	*antorolavaensis*	Globothalamea,Robertinida	Ceratobuliminoidea, Épistominidés
Epistomina	*caracolla*	Globothalamea,Robertinida	Ceratobuliminoidea, Épistominidés
Epistomina	*elschankaensis*	Globothalamea,Robertinida	Ceratobuliminoidea, Épistominidés
Epistomina	*minutereticulata*	Globothalamea,Robertinida	Ceratobuliminoidea, Épistominidés
Epistomina	*mosquensis*	Globothalamea,Robertinida	Ceratobuliminoidea, Épistominidés
Epistomina	*mosquensis (majunga*	Globothalamea,Robertinida	Ceratobuliminoidea, Épistominidés
Epistomina	*omninoreticulata*	Globothalamea,Robertinida	Ceratobuliminoidea, Épistominidés
Epistomina	*rjasanensis*	Globothalamea,Robertinida	Ceratobuliminoidea, Épistominidés
Epistomina	*ventriosa*	Globothalamea,Robertinida	Ceratobuliminoidea, Épistominidés
Garantella	*ampasindavaensis*	Globothalamea,Robertinida	Ceratobuliminoidea, Épistominidés
Garantella	*ampasindavaensis*	Globothalamea,Robertinida	Ceratobuliminoidea, Épistominidés
Garantella	*collignoni*	Globothalamea,Robertinida	Ceratobuliminoidea, Épistominidés
Garantella	*collignoni*	Globothalamea,Robertinida	Ceratobuliminoidea, Épistominidés
Garantella	*stellata*	Globothalamea,Robertinida	Ceratobuliminoidea, Épistominidés
Reinholdella	*tsararanoensis*	Globothalamea,Robertinida	Ceratobuliminoidea, Cératobuliminidés
Reinholdella	*tsararanoensis*	Globothalamea,Robertinida	Ceratobuliminoidea, Cératobuliminidés
Reinholdella	*perforata*	Globothalamea,Robertinida	Ceratobuliminoidea, Cératobuliminidés
Marssonella	*metaeformis*	Globothalamea,Textulariia, Textulariida	Textulariina,Eggerellidés
Textularia	sp.	Globothalamea,Textulariia, Textulariida	Textulariina, Textulariidés
Haplophragmoide	*excavata umbilicata*	Globothalamea,Textulariia, Lituolida	Lituolina, Haplophragmoididés
Haplophragmoide	*formosum*	Globothalamea,Textulariia, Lituolida	Lituolina, Haplophragmoididés
Haplophragmoide	*pacalis*	Globothalamea,Textulariia, Lituolida	Lituolina, Haplophragmoididés
Haplophragmoide	sp.	Globothalamea,Textulariia, Lituolida	Lituolina, Haplophragmoididés
Ammobaculites	*aequale*	Globothalamea,Textulariia, Lituolida	Lituolina, Lituolidés
Ammobaculites	*euides*	Globothalamea,Textulariia, Lituolida	Lituolina, Lituolidés
Ammobaculites	*reophacoides*	Globothalamea,Textulariia, Lituolida	Lituolina, Lituolidés



4.1 FORAMINIFÈRES (2)

		X				Espitalié et Sigal	1963	
	X					Chokhina		
		X						
	X					Thalman		
		X						
	X					Mamontova		
	X					Espitalié & Sigal	1963	
	X	X						
	X					Espitalié & Sigal	1963	
	X	X						
	X					Espitalié & Sigal	1963	Loeblich & Tappan 1987
		X						Loeblich & Tappan 1987
	X					Espitalié & Sigal	1963	Loeblich & Tappan 1987
		X						
	X					Loeblich & Tappan		
		X						
	X	X				Eichenberg		
	X					Uhlig		
	X					Espitalié & Sigal	1963	
		X						
		X						
		X						
		X						
		X						
		X						
	X	X						
		X						
		X						
		X						
		X						
		X						
	X					Espitalié & Sigal	1963	
	X					Espitalié & Sigal	1963	
	X							
	X							
		X						
	X							
		X						
			X					
				X				
				X				
			X					
				X		Sow		
					X			
				X				
		X						
	X					Espitalié & Sigal	1963	
	X					Espitalié & Sigal	1963	
		X						
	X					Mjatijuk		
	X					Espitalié & Sigal	1963	
	X					Uhlig		
	X					Espitalié & Sigal	1963	
	X					Espitalié & Sigal	1963	
		X						
	X					Espitalié & Sigal	1963	
X						Sigal		
X						Espitalié & Sigal	1963	
X						Sigal		
X						Espitalié & Sigal	1963	
X						Kaptarenko-Thernousova		
	X					Espitalié & Sigal	1963	
	X					Espitalié & Sigal	1963	
X						Kaptarenko-Thernousova		
		X						
	X							
		X						
		X						
		X						
		X						
		X						Cushman, 1910
		X						Cushman, 1910
		X						Cushman, 1910

4.1 FORAMINIFÈRES (3)

Ammobaculites	sp.	Globothalamea, Textulariia, Lituolida	Lituolina, Lituolidés
Ammomarginulina	*inflata*	Globothalamea, Textulariia, Lituolida	Lituolina, Lituolidés
Flabellammina	*compacta*	Globothalamea, Textulariia, Lituolida	Lituolina, Lituolidés
Flabellammina	*patula*	Globothalamea, Textulariia, Lituolida	Lituolina, Lituolidés
Triplasia	*narovlensis*	Globothalamea, Textulariia, Lituolida	Lituolina, Lituolidés
Placopsilina	*cenomana*	Globothalamea, Textulariia, Lituolida	Lituolina,Placopsilinidés
Reophax	sp.	Globothalamea, Textulariia, Lituolida	Hormosinoidea, Réophacidés
Trochammina	*neocomiana*	Globothalamea, Textulariia, Lituolida	Trochamminina, Trochamminidés
Trochammina	*ragatti*	Globothalamea, Textulariia, Lituolida	Trochamminina, Trochamminidés
Gaudryina	*hawkinsi*	Globothalamea, Textulariia, Lituolida	Verneuilinina, Verneuilinidés
Gaudryina	sp.	Globothalamea, Textulariia, Lituolida	Verneuilinina, Verneuilinidés
Globigerinelloides	*buxtorfi*	Globothalamea, Rotaliida	Globigerinina, Planomalinoidea, Globigérinelloididés
Globigerinelloides	*caseyi*	Globothalamea, Rotaliida	Globigerinina, Planomalinoidea, Globigérinelloididés
Globigerinelloides	*præbuxtorfi*	Globothalamea, Rotaliida	Globigerinina, Planomalinoidea, Globigérinelloididés
Globigerinelloides	sp.	Globothalamea, Rotaliida	Globigerinina, Planomalinoidea, Globigérinelloididés
Globotruncana	sp.	Globothalamea, Rotaliida	Globigerinina, Planomalinoidea, Globigérinelloididés
Planomalina	*buxtorfi*	Globothalamea, Rotaliida	Globigerinina, Planomalinoidea, Planomalinidés
Hedbergella	*spectrum washitense*	Globothalamea, Rotaliida	Globigerinina,Rotaliporoidea, Hedbergellidés
Rotalipora	*appenninica*	Globothalamea, Rotaliida	Globigerinina, Rotaliporoidea, Rotaliporidés
Rotalipora	*balernaensis*	Globothalamea, Rotaliida	Globigerinina, Rotaliporoidea, Rotaliporidés
Rotalipora	*cushmanoides*	Globothalamea, Rotaliida	Globigerinina, Rotaliporoidea, Rotaliporidés
Rotalipora	*præbalernaensis*	Globothalamea, Rotaliida	Globigerinina, Rotaliporoidea, Rotaliporidés
Rotalipora	sp.	Globothalamea, Rotaliida	Globigerinina, Rotaliporoidea, Rotaliporidés
Rotalipora	*subticinensis*	Globothalamea, Rotaliida	Globigerinina, Rotaliporoidea, Rotaliporidés
Rotalipora	*Thalmanninelloides*	Globothalamea, Rotaliida	Globigerinina, Rotaliporoidea, Rotaliporidés
Rotalipora	*ticinensis*	Globothalamea, Rotaliida	Globigerinina, Rotaliporoidea, Rotaliporidés
Ticinella	*bejaouaensis*	Globothalamea, Rotaliida	Globigerinina, Rotaliporoidea, Rotaliporidés
Ticinella	*madecassiana*	Globothalamea, Rotaliida	Globigerinina, Rotaliporoidea, Rotaliporidés
Ticinella	*praeticinensis*	Globothalamea, Rotaliida	Globigerinina, Rotaliporoidea, Rotaliporidés
Ticinella	*primula*	Globothalamea, Rotaliida	Globigerinina, Rotaliporoidea, Rotaliporidés
Ticinella	*raynaudi*	Globothalamea, Rotaliida	Globigerinina, Rotaliporoidea, Rotaliporidés
Ticinella	*roberti*	Globothalamea, Rotaliida	Globigerinina, Rotaliporoidea, Rotaliporidés
Ticinella	*roberti bejaouaensis*	Globothalamea, Rotaliida	Globigerinina, Rotaliporoidea, Rotaliporidés
Discocyclina	*auconensis*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Discocyclinidés
Discocyclina	*douvillei*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Discocyclinidés
Discocyclina	*marthae*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Discocyclinidés
Orthophragmina	*archiaci*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Discocyclinidés
Orthophragmina	*chudeaui*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Discocyclinidés
Orthophragmina	*discus*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Discocyclinidés
Orthophragmina	*dispansa*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Discocyclinidés
Orthophragmina	*lanceolata*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Discocyclinidés
Orthophragmina	*pratti*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Discocyclinidés
Orthophragmina	*stellata*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Discocyclinidés
Assilina	*aspera*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Nummulitidés
Assilina	*exponens*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Nummulitidés
Assilina	*granulosa*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Nummulitidés
Assilina	*mamillata*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Nummulitidés
Assilina	*praespira*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Nummulitidés
Assilina	*spira*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Nummulitidés
Assilina	*subspira*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Nummulitidés
Nummulites	aff. *Irregularis*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Nummulitidés
Nummulites	*atacicus*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Nummulitidés
Nummulites	*aturicus*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Nummulitidés
Nummulites	*beaumonti*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Nummulitidés
Nummulites	*boucheri*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Nummulitidés
Nummulites	*elegans*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Nummulitidés
Nummulites	*fichteli*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Nummulitidés
Nummulites	*gallensis*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Nummulitidés
Nummulites	*gallensis*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Nummulitidés
Nummulites	*globosus*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Nummulitidés
Nummulites	*globulus*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Nummulitidés
Nummulites	*guettardi*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Nummulitidés
Nummulites	*incrassatus*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Nummulitidés
Nummulites	*intermedius*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Nummulitidés
Nummulites	*montefriensis*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Nummulitidés
Nummulites	*murchisonae*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Nummulitidés
Nummulites	*planulatus*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Nummulitidés
Nummulites	*subatacicus*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Nummulitidés
Nummulites	*subbeaumonti*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Nummulitidés
Nummulites	*uroniensis*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Nummulitidés
Operculina	cf.*complanata*	Globothalamea, Rotaliida	Nummulitoidea, Nummulitidés
Amphistegina	*gypsina*	Globothalamea, Rotaliida	Asterigerinoidea, Amphistéginidés
Lepidocyclina	sp.	Globothalamea, Rotaliida	Asterigerinoidea, Lépidocyclinidés
Lepidocyclina	*dilatata*	Globothalamea, Rotaliida	Asterigerinoidea, Lépidocyclinidés
Lepidocyclina	*gallienii*	Globothalamea, Rotaliida	Asterigerinoidea, Lépidocyclinidés
Lepidocyclina	*roulini*	Globothalamea, Rotaliida	Asterigerinoidea, Lépidocyclinidés

4.1 FORAMINIFÈRES (3)

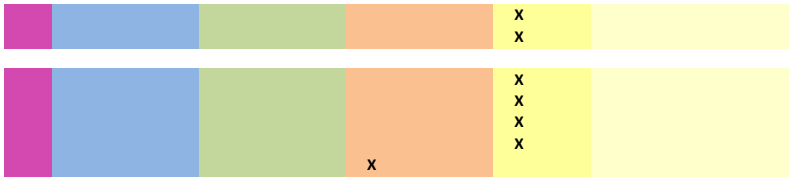
	X	X					Cushman, 1910	
		X					Wiesner, 1931	
	X					Espitalié & Sigal	1963	
		X						
	X					Mitjanina		
	X					d'orbigny		
		X						
		X						
		X						
	X					Cushman		
		X						
		X						
		X			

4.1 FORAMINIFÈRES (4)

Discorbis	sp.	Globothalamea, Rotaliida	Discorboidea, Discorbidés
Nonion	sp.	Globothalamea, Rotaliida	Nonionoidea, Nonionidés
Elphidium	cf.*craticulatum*	Globothalamea, Rotaliida	Rotalioidea, Elphidiidés
Miogypsina	*antilea*	Globothalamea, Rotaliida	Rotalioidea, Miogypsinidés
Miogypsina	*irregularis*	Globothalamea, Rotaliida	Rotalioidea, Miogypsinidés
Rotalia	aff.*tochigienis*	Globothalamea, Rotaliida	Rotalioidea, Rotaliidés
Rotalia	*sigeli*	Globothalamea, Rotaliida	Rotalioidea, Rotaliidés



4.1 FORAMINIFÈRES (4)



4.2 PLANTES (1)

Genre	*espèce*	Classe - Sous-classe	Ordre / Famille	N	NW	SW	N	NW	SW
Limatulasporites	*fossulatus*	Bryophytes (pollen)						X	
Stereisporites	spp.	Bryophytes (pollen)						X	
Densoisporites	complicatus	Lycophytes (pollen)						X	
Densoisporites	nejburgii	Lycophytes (pollen)						X	
Densoisporites	playfordii	Lycophytes (pollen)						X	
Densoisporites	spp.	Lycophytes (pollen)						X	
Densosporites	sp.	Lycophytes (pollen)						X	
Lundbladispora	spp.	Lycophytes (pollen)						X	
Lycopsida	*getulina*	Lycophytes (pollen)							
Perotrilites	sp.	Lycophytes (pollen)						X	
Uvaesporites	sp.	Lycophytes (pollen)						X	
Phyllotheca	sp. 1	Ptéridophytes - Équisétidées	Phyllothécacées			X			
Sakoarota	sp. 1	Ptéridophytes - Équisétidées	Équisétacées			X			
Schizoneura	sp. 1	Ptéridophytes - Équisétidées	Équisétacées			X			
Sphenophyllum	sakoense	Ptéridophytes - Équisétidées	Équisétacées			X			
Equisetites	ferganensis	Ptéridophytes - Équisétidées	Équisétacées						
Danaeopsis	sp. 1	Ptéridophytes - Marattiidées	Marattiacées			X			
Danaeopsis	sp. 2	Ptéridophytes - Marattiidées	Marattiacées			X			
Pecopteris	sp. 1	Ptéridophytes - Marattiidées	Marattiacées			X			
Cladophlebis	sp. 1	Ptéridophytes - Polypodiidées	Osmundacées ?			X			
Cladophlebis	sp. 2	Ptéridophytes - Polypodiidées	Osmundacées ?						
Cladophlebis	ankazoaboensis	Ptéridophytes - Polypodiidées	Osmundacées ?						
Osmundacidites	*senectus*	Ptéridophytes- Polypodiidées (pollen)	Osmundacées					X	
Osmundacidites	*wellmanii*	Ptéridophytes- Polypodiidées (pollen)	Osmundacées					X	
Gleichenites	sp. 1	Ptéridophytes - Polypodiidées	Gleichéniacées						
Gleichenites	nordenskioldii	Ptéridophytes - Polypodiidées	Gleichéniacées						
cf. *Dictyophyllum*	sp.	Ptéridophytes - Polypodiidées	Diptéridacées						
cf. Thaumatopteris	sp.	Ptéridophytes - Polypodiidées	Diptéridacées						
Dictyophyllidites	mortoni	Ptéridophytes - Polypodiidées (pollen)	Matoniacées					X	
Matonia	*mesozoica*	Ptéridophytes - Polypodiidées	Matoniacées						
Matonia	sp. 1	Ptéridophytes - Polypodiidées	Matoniacées						
Matonidium	*goepperti*	Ptéridophytes - Polypodiidées	Matoniacées						
Matonidium	sp. 1	Ptéridophytes - Polypodiidées	Matoniacées						
Phlebopteris	sp. 1	Ptéridophytes - Polypodiidées	Matoniacées						
Phlebopteris	*muensteri*	Ptéridophytes - Polypodiidées	Matoniacées						
Piazopteris	sp. 1	Ptéridophytes - Polypodiidées	Matoniacées						
Piazopteris	*lorchii (branneri)*	Ptéridophytes - Polypodiidées	Matoniacées						
Mohriopsis	*plastica*	Ptéridophytes - Polypodiidées	Schizæacées						
Ruffordia	*goeppertii*	Ptéridophytes - Polypodiidées	Schizæacées						
Ruffordia	sp. 1	Ptéridophytes - Polypodiidées	Schizæacées						
Pachypteris (Thinnfeldia)	sp. 1	Ptéridophytes - Polypodiidées	Filicales			X			
Coniopteris	manamanensis	Ptéridophytes - Polypodiidées	Dicksoniacées						
Coniopteris	sp. 1	Ptéridophytes - Polypodiidées	Dicksoniacées						
Culcitites	madagascariensis	Ptéridophytes - Polypodiidées	Dicksoniacées						
Eboracia	lobifolia	Ptéridophytes - Polypodiidées	Dicksoniacées						
Haydenia	sp. 1	Ptéridophytes - Polypodiidées	Dicksoniacées						
Haydenia	*thyrsopteroides*	Ptéridophytes - Polypodiidées	Dicksoniacées						
Onychiopsis	*psilotoides*	Ptéridophytes - Polypodiidées	Dicksoniacées						
Onychiopsis	sp. 1	Ptéridophytes - Polypodiidées	Dicksoniacées						
Eboracia	*lobifolia*	Ptéridophytes - Polypodiidées	Dicksoniacées						
Sphenopteris	sp. 1	Ptéridophytes ? Ptéridospermales ?	Sphénoptéridacées			X			
Sphenopteris	sp. 2	Ptéridophytes ? Ptéridospermales ?	Sphénoptéridacées						
Lesleya	sp. 1	"proto"Glossoptérides ou "proto"Cycadales				X			
Gangamopteris	sp. 1	Ptéridospermales	Glossoptéridales			X			
Gangamopteris	sp. 2	Ptéridospermales	Glossoptéridales			X			
Gangamopteris	*cyclopetroides*	Ptéridospermales	Glossoptéridales			X			
Ottokaria	sp. 1	Ptéridospermales	Glossoptéridales			X			
Glossopteris	sp. 1	Ptéridospermales	Glossoptéridales			X			
Glossopteris	sp. 2	Ptéridospermales	Glossoptéridales			X			
Glossopteris	sp. 3	Ptéridospermales	Glossoptéridales			X			
Glossopteris	sp. 4	Ptéridospermales	Glossoptéridales			X			
Glossopteris	sp. 5	Ptéridospermales	Glossoptéridales			X			
Glossopteris	sp. 6	Ptéridospermales	Glossoptéridales			X			
Dolianitia	sp. 1	Ptéridospermales	Cordaïtales			X			
Noeggerathiopsis	sp. 1	Ptéridospermales	Cordaïtales			X			
Cordaicarpus	sp. 1	Ptéridospermales	Cordaïtales			X			
Cordaicarpus	sp. 2	Ptéridospermales	Cordaïtales			X			

4.2 PLANTES (1)

N	NW	SW	N	NW	SW	NW	SW	NW	SW	N	SW	AB	Auteur	Année	Références
													Helby & Foster	1979	Hankel, 1993
													Ross		Hankel, 1993
													Weyland & Krieger	1953	Hankel, 1993
													Weyland & Krieger	1953	Hankel, 1993
													Weyland & Krieger	1953	Hankel, 1993
													Weyland & Krieger	1953	Hankel, 1993
													Weyland & Krieger	1953	Hankel, 1993
													Balme	1963	Hankel, 1993 ; http://www.gns.cri.nz/
				X											
													Couper	1953	Hankel, 1993
													de Jersey	1964	Hankel, 1993
													Brongniart	1828	Carpentier, 1935
													Appert	1977	
													Schimper & Mougeot	1844	
													Appert	1977	Appert, 2003
		X											Barale & Appert	2007	
													Heer	1864	Besairie & Collignon, 1972
													Heer	1864	Besairie & Collignon, 1972
													Brongniart	1822	Carpentier, 1935
		X											Brongniart	1849	Carpentier, 1935
		X											Brongniart	1849	Carpentier, 1935
		X											Carpentier	1935	Appert, 1973
													Balme	1963	Hankel, 1993
													Couper	1953	Hankel, 1993
		X											Heer		
		X											Heer		Barale & Appert, 2007
		X											Zeiller		Vakhrameev, 1991
		X											Göppert	1841	Vakhrameev, 1991
													Playford & Dettmann	1965	Hankel, 1993
		X											Barale & Appert	2007	
		X											Brown	1829	
		X											Barale & Appert	2007	
		X											Schenk		
		X											Brongniart	1828	
		X											Schenk		
		X											White		
		X											Barale & Appert	2007	Vakhrameev, 1991
		X											Appert	1973	
		X											(Dunker) Seward		Vakhrameev, 1991
		X											Dunker		
													Brongniart	1828	
		X											Appert	1973	
		X											Brongniart	1849	
		X											Appert	1973	
		X											Barale & Appert	2007	
		X											Seward	1912	
		X											Barale & Appert	2007	
		X											Stokes & Webb		Vakhrameev, 1991
		X											Yokoyama	1895	
		X											Phillips		Barale & Appert, 2007
		X											Sternberg	1825	
		X											Sternberg	1825	
													Florin	**1933**	DiMichele, 2014
													McCoy	1847	
													McCoy	1847	
													McCoy		Appert, 2003
													Brongniart	1828	Carpentier, 1935
													Brongniart	1828	Carpentier, 1935
													Brongniart	1828	Carpentier, 1935
													Brongniart	1828	Carpentier, 1935
													Brongniart	1828	Carpentier, 1935
													Brongniart	1828	Carpentier, 1935
													Millan	1967	
		X											Barale & Appert	2007	
													Geinitz	1862	
													Geinitz	1862	

4.2 PLANTES (2)

Cordaicarpus	sp. 3	Ptéridospermales	Cordaïtales	X	
Lepidopteris	madagascariensis	Ptéridospermales	Peltaspermales	X	
Ginkgophyllum	sp. 1	Gymnospermes	Ginkgoales	X	
Baiera	sp. 1	Gymnospermes	Ginkgoales	X	
Voltzia	sp. 1	Gymnospermes	Voltziacées	X	
Elatocladus	sp. 1	Gymnospermes	Podocarpacées		
Pagiophyllum	sp. 1	Gymnospermes	Araucariacées		
Dadoxylon	sp.	Gymnospermes	Araucariacées		
Athrotaxites	sp. 1	Gymnospermes	Cupressacées		
Brachyphyllum	sp. 1	Gymnospermes		X	
Ullmannia	sp. 1	Gymnospermes		X	
Ullmannia	sp. 2	Gymnospermes		X	
Ullmannia	sp. 3	Gymnospermes		X	
Lunatisporites	*noviaulensis*	Gymnospermes (pollen)			X
Lunatisporites	*pellucidus*	Gymnospermes (pollen)			X
Lunatisporites	spp.	Gymnospermes (pollen)			X
Striatopodocarpites	spp.	Gymnospermes (pollen)			X
Cycadopites	*follicularis*	Gymnospermes (pollen)	Cycadales		X
Taeniopteris		Gymnospermes	Cycadales	X	
Fimbriaesporites	sp.	Plantae (pollen)			X
Aratrisporites	sp.	Plantae (pollen)			x
Punctatisporites	sp.	Plantae (pollen)			X
Tetraporina	sp.	Plantae (pollen)			X
Brevitriletes	*bulliensis*	Plantae (pollen)			X
Platysaccus	*leschikii*	Plantae (pollen)			X
Michrystridium	sp.	Plantae (pollen)			X
Peltacystia	sp.	Chlorophyta, non classé (pollen)			X
Schizosporis	spp.	Chlorophyta, non classé (pollen)			X
Simeonospora	*khlonovae*	Chlorophyta, non classé (pollen)			X
Inaperturopollenites	*nebulosus*	non classé (pollen)			X
Kraeuselisporites	*cuspidus*	non classé (pollen)			X
Kraeuselisporites	*saeptatus*	non classé (pollen)			X
Kraeuselisporites	spp.	non classé (pollen)			X
Veryhachium	sp.	Acritarche			X
Protohaploxypinus	sp.	Acritarche			X
Leiosphaeridia	spp.	Acritarche			X
Albatia		non classé		X	

4.2 PLANTES (2)

Geinitz	1862		
Carpentier	1935	Appert, 2003	
Saporta	1875	Carpentier, 1935	
Saporta	1875	Carpentier, 1935	
Brongniart	1828	Carpentier, 1935 ; Besairie & Coll., 1972	
X	Halle	1913	
X			
X	Endlicher	1847	Appert, 2003
X			
X	Brongniart	1828	Carpentier, 1935
	Brongniart	1828	Besairie & Collignon, 1972
	Brongniart	1828	Besairie & Collignon, 1972
	Brongniart	1828	Besairie & Collignon, 1972
	Leschik	1956	Hankel, 1993
	Goubin	1965	Hankel, 1993
	Leschik	1956	Hankel, 1993
	Sedova	1956	Hankel, 1993
	Wodehouse	1933	Hankel, 1993
	Brongniart	1832	Besairie & Collignon, 1972
	Leschik	1959	Hankel, 1993
	Leschik	1956	Hankel, 1993
	Potonié & Kremp	1954	Hankel, 1993
	Naumova	1950	Hankel, 1993
	Balme & Hennelly	1956	Hankel, 1993
	de Jersey		Hankel, 1993
	Valensi		Hankel, 1993
	Balme & Segroves	1966	Hankel, 1993
	Cookson & Dettmann	1959	Hankel, 1993
	Balme	1970	Hankel, 1993
	Cookson	1947	Hankel, 1993
	Leschik	1955	Hankel, 1993
	Leschik	1955	Hankel, 1993
	Leschik	1955	Hankel, 1993
	Deunff	1954	Hankel, 1993
	Samoilovitch	1953	Hankel, 1993
	Eisenack	1958	Hankel, 1993
			Besairie & Collignon, 1972

4.3 CNIDAIRES (1)

Genre	espèce	Classe - Sous-classe - Ordre	Famille	N	SWn	SWs	N	NW	SW	Nord	NW	SW
Allocoeniopsis	*luciensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Actinastræidés									X
Coenastraea	*madagascariensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Actinastræidés									X
Bathmosmilia	*hourcqi*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Amphiastræidés									X
Keriophyllia	*fischeri*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Amphiastræidés									X
Keriophyllia	*hourcqi*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Amphiastræidés									X
Lochmaeosmilia	*besavoensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Amphiastræidés									X
Lochmaeosmilia	*nodosa*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Amphiastræidés									X
Lochmaeosmilia	*trapeziformis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Amphiastræidés									X
Pseudodiplocoenia	*lazarivensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Amphiastræidés									X
Ovalastræopsis	*soaravikelyensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Andémantastræidés									X
Trigerastræa	*ampakabensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Andémantastræidés									X
Trigerastræa	*collignoni*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Andémantastræidés									X
Trigerastræa	*irregularis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Andémantastræidés									X
Trigerastræa	*nuda*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Andémantastræidés									X
Andemantastræa	*tongoboryensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Andémantastræidés									X
Isastrea	*collignoni*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Isastréidés									X
Isastrea	*davidsoni*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Isastréidés									X
Isastrea	*deligata*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Isastréidés									X
Isastrea	*hourcqi*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Isastréidés									X
Isastrea	*incerta*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Isastréidés									X
Isastrea	*parvistella*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Isastréidés									X
Isastrea	*superficialis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Isastréidés									X
Macgeopsis	*complanata*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Ellipsosmiliidés									X
Macgeopsis	*grandidieri*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Ellipsosmiliidés									X
Macgeopsis	*subcylindrata*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Ellipsosmiliidés									X
Macgeopsis	*turbinata*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Ellipsosmiliidés									X
Elasmophora	*collignoni*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Cyathophoridés								X	
Cyclolites	*cottreaui*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Cyclolitidés									X
Ampakabastraea	*ampakabensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Pamirosériidés									X
Ampakabastraea	*besavoensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Pamirosériidés									X
Plesiocoenia	*menabensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Smilotrochiidés									X
Thamnasteria	*andranomarivensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Thamnastériidés								X	
Thamnasteria	*bevoayensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Thamnastériidés									X
Thamnasteria	*kobyi*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Thamnastériidés									X
Melikerona	*parva*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Dendrogyriidés									X
Dimorphomeandra	*besairiei*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Dendrogyriidés									
Dimorphomeandra	*convexa*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Dendrogyriidés									
Dimorphomeandra	*extensa*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Dendrogyriidés									
Stibastrea	*structa*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Dendrogyriidés									X
Aplopsammia	*collignoni*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Dendrophylliidés									
Balanophyllia	*besairiei*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Dendrophylliidés									
Balanophyllia	*caulifera*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Dendrophylliidés									
Calostylopsis	*sakalavensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Dendrophylliidés									
Parisastraea	*collignoni*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Isastréidés									X
Pseudofavites	*collignoni*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Isastréidés									
Aggomorphastraea	*barrabei*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Latoméandridés									X
Astraeofungia	*soaravikelyensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Latoméandridés									X
Brachyseris	*besairiei*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Latoméandridés									X
Collignonastræa	*jumarensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Latoméandridés									X
Dimorphastrea	*subturonensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Latoméandridés									
Microphyllia	*davidsoni*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Latoméandridés									X
Microphyllia	*madagascariensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Latoméandridés									X
Microphyllia	*thurmanni*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Latoméandridés									X
Ovalastrea	*polygonalis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Latoméandridés									
Thamnoseris	*ankotrofotsyensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Latoméandridés									
Vallimeandra	*besairiei*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Latoméandridés									
Vallimeandra	*brachyserioides*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Latoméandridés									X
Vallimeandra	*discontinua*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Latoméandridés									X
Vallimeandra	*mikaikarivensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Latoméandridés									X
Vallimeandra	*summostellae*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Latoméandridés									
Microsolena	*interjecta*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Microsolénidés									X
Microsolena	*besairiei*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Microsolénidés									
Ellipsosmilia	*tetracycla*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Montlivaltiidés									
Montlivaltia	*caryophyllata*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Montlivaltiidés									X
Montlivaltia	*cornutiformis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Montlivaltiidés									X
Montlivaltia	*culullus*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Montlivaltiidés									X
Montlivaltia	*cottreaui*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Montlivaltiidés									X
Montlivaltia	*frustriformis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Montlivaltiidés									X
Montlivaltia	*gregoryi*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Montlivaltiidés									X
Montlivaltia	*hourcqi*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Montlivaltiidés									X
Montlivaltia	*induta*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Montlivaltiidés									X
Montlivaltia	*kachensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Montlivaltiidés									X
Montlivaltia	*soaravikelyensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Montlivaltiidés									X
Montlivaltia	*superficialis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Montlivaltiidés									X

4.3 CNIDAIRES (1)

N	NW	SW	NW	SW	NW	SW	N	SW	AB	Auteur	Année
										Koby	1905
										Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
										de Fromentel	1873
										Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
										Gregory	1900
										Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
										Koby	1906
										Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
										Milne-Edwards & Haime	1851
										Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
										de Fromentel	1873
										Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
										Collignon	1932
										Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
										Gregory	1900
										Gregory	1900
		X								Alloiteau	1958
		X								Alloiteau	1958
		X								Alloiteau	1958
										Gregory	1900
		X								Alloiteau	1958
		X								Alloiteau	1958
	X									Alloiteau	1936
		X								Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
		X								Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
		X								Alloiteau	1958
										Milne-Edwards	1851
										Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
		X								Alloiteau	1958
		X								Alloiteau	1958
		X								Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
										Gregory	1900
										Alloiteau	1958
		X								Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
		X								Alloiteau	1958
X										Alloiteau	1958
										Lamouroux	1821
										Gregory	1900
										Gregory	1900
										Gregory	1900
										Gregory	1900
										Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
										Alloiteau	1958
										Gregory	1900
										Alloiteau	1958
		X								Alloiteau	1958

4.3 CNIDAIRES (2)

Placosmilia	*decaryi*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Montlivaltiidés	
Cryptocoenia	*dolfussi*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Stylinidés	X
Cryptocoenia	*luciensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Stylinidés	X
Cryptocoenia	*parvistella*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Stylinidés	
Cryptocoenia	sp.	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Stylinidés	
Plesiostylina	hourcqi	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Stylinidés	X
Stylina	ceriomorpha	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Stylinidés	X
Stylina	dubia	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Stylinidés	X
Stylina	hourcqi	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Stylinidés	X
Stylina	madagascariensis	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Stylinidés	X
Stylina	sp.	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Stylinidés	X
Adelocoenia	*madagascariensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Stylinidés	X
Adelocoenia	sp.	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Stylinidés	X
Thecocyathus	*collignoni*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	X
Placophyllia	*mikaikarivensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	X
Deltocyathus	*complanatus*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Desmophyllum	*cylindricum*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Leptocyathus	*hexacristatus*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Parasmilia	sp.	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Paratrochocyathus	*collignoni*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Paratrochocyathus	*crassus*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Paratrochocyathus	*jasmundi*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Protrochocyathus	*conica*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Protrochocyathus	*costata*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Protrochocyathus	*cupuliformis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Protrochocyathus	*madagascariensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Protrochocyathus	*septempartitus*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Protrochocyathus	*subarcuatus*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Smilotrochus	*besairiei*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Smilotrochus	*boulei*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Smilotrochus	*milneri*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Smilotrochus	*milneri*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Stephanosmilia	*madagascariensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Stylocyathus	*besairiei*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Stylocyathus	*crassiseptus*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Trochocyathus	*antsiranensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Trochocyathus	*besairiei*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Trochocyathus	*cottreaui*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Trochocyathus	*lakii*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Trochocyathus	*mitratus*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Trochocyathus	sp.	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Trochocyathus	*speciosus*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Caryophyllia	*arcotensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Caryosmilia	*ambigua*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Caryophylliidés	
Actinacis	*magna*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Actinacididés	
Actinastraea	*besairiei*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Actinastræidés	
Actinastraea	*hourcqi*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Actinastræidés	
Actinastraea	*menabensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Actinastræidés	
Actinastraea	*sakalavensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Actinastræidés	
Actinastraea	*subdecaphylla*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Actinastræidés	
Fungiastræa	*excavata*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Calamophylliidés	
Columastrea	*dubia*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Columastréidés	
Fungia	sp.	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Fungiidés	
Cycloseris	*diegoensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Fungiidés	
Cycloseris	*patella*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Fungiidés	
Palaeopsammia	*collignoni*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Fungiidés	
Palaeopsammia	*complanata*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Guyniidés	
Palaeopsammia	sp.	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Guyniidés	
Palaeopsammia	*zitteli*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Guyniidés	
Dimorphastræopsis	*patellaris*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Haplaræidés	
Stiboriopsis	*jamaicaensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Haplaræidés	
Stephanophyllia	*lanquinei*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Micrabaciidés	
Turbinolia	*androiavensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Turbinoliidés	
Turbinolia	*lamelliphorcides*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Turbinoliidés	
Orbignygyra	*tenella*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Rhipidogyridés	
Astrohelia	*boulei*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Oculinidés	
Oculina	*osiris*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Oculinidés	
Palaeohelia	*collignoni*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Oculinidés	
Diplocoenia	*ambigua*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Acroporidés	X
Diplocoenia	*parvistella*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Acroporidés	
Diplocoenia	*vongohensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Acroporidés	X
Dendracis	*meridionalis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Acroporidés	
Acropora	*humilis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Acroporidés	
Acropora	*hyacinthus*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Acroporidés	
Acropora	*lamarcki*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Acroporidés	
Acropora	*muricata*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Acroporidés	

4.3 CNIDAIRES (2)

X									Collignon	1931
									Koby	1906
									d'Orbigny	1850
		X							Alloiteau	1958
		X							d'Orbigny	1849
									Alloiteau	1958
									Alloiteau	1958
									Alloiteau	1958
									Alloiteau	1958
									Alloiteau	1958
									Lamarck	1816
									Alloiteau	1958
									d'Orbigny	1849
									Alloiteau	1958
									Alloiteau	1958
		X							Alloiteau	1958
X									Collignon	1931
	X								Alloiteau	1936
		X							Milne-Edwards	1848
		X							Alloiteau	1958
	X								Alloiteau	1958
X	X								Wanner	1902
X										
X										
	X									
	X								Alloiteau	1958
X									Alloiteau	1958
		X							Alloiteau	1958
		X							Alloiteau	1958
X										
	X	X							Alloiteau	1936
X	X								Gregory	1898
		X							Alloiteau	1958
X									Alloiteau	1958
		X							Alloiteau	1958
X	X	X							Collignon	1931
	X								Alloiteau	1936
X										
	X								Alloiteau	1958
X	X								Alloiteau	1951
		X							Milne-Edwards	1848
X	X								Wanner	1902
	X								Alloiteau	1951
		X							Alloiteau	1958
		X							Alloiteau	1958
		X							Alloiteau	1958
	X								Alloiteau	1958
		X							Alloiteau	1958
		X							Alloiteau	1958
		X							Alloiteau	1958
		X							Alloiteau	1958
		X							Alloiteau	1958
		X							Lamarck	1801
X										
X										
	X								Alloiteau	1958
		X								
X									Wanner	1902
X	X								Collignon	1931
		X							Stoliczka	1873
		X							Alloiteau	1951
		X							Alloiteau	1936
		X							Alloiteau	1936
		X							Besairie & Collignon	1972
			X						Alloiteau	1952
				X					Collignon & Cottreau	1927
	X								Wanner	1902
	X								Alloiteau	1958
									Alloiteau	1958
		X							Alloiteau	1958
									Alloiteau	1958
				X					Collignon & Cottreau	1927
						X			Dana	1846
						X			Dana	1846
					X	X	X		Lamarck	1816
					X	X	X		Dana	1846

4.3 CNIDAIRES (3)

Acropora	*robusta*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Acroporidés	
Acropora	sp.	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Acroporidés	
Dendracis	*meridionalis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Acroporidés	
Dictuophyllia	*collignoni*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Faviidés	
Eugyra	*besavotrensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Faviidés	
Favia	*stelligera*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Faviidés	
Placophora	*basseae*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Faviidés	X
Pseudisastraea	*parva*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Faviidés	X
Sakalavastraea	*collignoni*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Faviidés	X
Stephanaxocoenia	*magna*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Faviidés	X
Cyphastrea	sp.	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Faviidés	
Diploastrea	*heliopora*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Faviidés	
Cladophyllia	*morondavensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Faviidés	X
Pocillopora	*damicornis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Pocilloporidés	
Pocillopora	*eydouxi*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Pocilloporidés	
Pocillopora	sp.	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Pocilloporidés	
Pocillopora	*verrucosa*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Pocilloporidés	
Seriatopora	*hystrix*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Pocilloporidés	
Seriatopora	sp.	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Pocilloporidés	
Stylophora	*pistillata*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Pocilloporidés	
Astrocoenia	*buhreri*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Pocilloporidés	
Astrocoenia	*pumila*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Pocilloporidés	
Goniopora	*makambyensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Poritidés	
Goniopora	sp.	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Poritidés	
Litherea	*mahakambyensis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Poritidés	
Porites	*lutea*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Poritidés	
Porites	*nigrescens*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Poritidés	
Porites	sp.	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Poritidés	
Porites	*waterloti*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Poritidés	
Synastrea	*geometrica*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Poritidés	
Alveopora	*gracilis*	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Poritidés	
Alveopora	sp.	Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia	Poritidés	
Conularia	sp.	Scyphozoa, Conulariida	Conulariidés	X

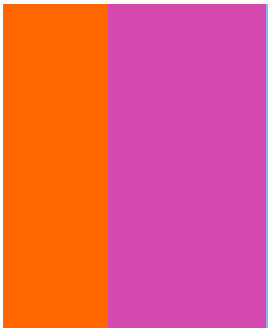
4.3 CNIDAIRES (3)

				X	Dana	1846
				X	Oken	1815
			X		Torquist	1904
X					Alloiteau	1958
	X				Alloiteau	1958
				X	Dana	1846
					Alloiteau	1958
					Alloiteau	1958
					Gregory	1900
					Milne-Edwards	1848
				X	Lamarck	1816
					Alloiteau	1958
				X	Linnaeus	1758
				X	Edwards	1860
					Lamarck	1816
				X	Ellis	1786
					Dana	1846
					Lamarck	1816
				X	Esper	1797
	X				Collignon	1932
	X				Alloiteau	1958
			X			
					Blainville	1830
				X	Collignon et Cottreau	1927
				X	Milne-Edwards	1851
				X	Dana	1846
				X	Link	1807
			X			
					Alloiteau	1951
			X		Tornquist	1904
					Blainville	1830
					Vaillant-Couturier Treat	1933

4.4 BRYOZOAIRES, BRACHIOPODES ET ANNÉLIDES

4.4.1 BRYOZOAIRES

Genre	*espèce*	Embranchement - Ordre	Sous-ordre - Famille	N	SW	N	NW	SW
Canalipora	*cylindrica*	Bryozoa, Cyclostomata, Cancellata	Cancellata, Canaliporidés					
Crisina	*cancellata*	Bryozoa, Cyclostomata, Cancellata	Cancellata, Crisinidés					
Lichenopora	*betsibokensis*	Bryozoa, Cyclostomata, Rectangulata	Rectangulata, Lichénoporidés					
Diastopora	*madagascarensis*	Bryozoa, Cyclostomata, Tubuliporina	Tubuliporina, Diastoporidés					
Serpentipora	*parvipora*	Bryozoa, Cyclostomata, Tubuliporina	Tubuliporina, Diastoporidés					
Filisparsa	*majungensis*	Bryozoa, Cyclostomata, Tubuliporina	Tubuliporina, Filisparsidés					
Pustulopora	*transversorugosa*	Bryozoa, Cyclostomata, Tubuliporina	Tubuliporina, Pustuloporidés					
Pustulopora	*variabilis*	Bryozoa, Cyclostomata, Tubuliporina	Tubuliporina, Pustuloporidés					
Pustulopora	*virgula*	Bryozoa, Cyclostomata, Tubuliporina	Tubuliporina, Pustuloporidés					
Pustulopora	*bonamaryi*	Bryozoa, Cyclostomata, Tubuliporina	Tubuliporina, Pustuloporidés					
Pseudotervia	*delicatula*	Bryozoa, Cyclostomata, Tubuliporina	Tubuliporina, Terviidés					
Crisisina	*carinata*	Bryozoa, Cyclostomata, Tubuliporina	Tubuliporina, Tubuliporidés					
Idmidronea	*bombetokensis*	Bryozoa, Cyclostomata, Tubuliporina	Tubuliporina, Tubuliporidés					
Tubulipora	sp.	Bryozoa, Cyclostomata, Tubuliporina	Tubuliporina, Tubuliporidés					



4.4.1 BRYOZOAIRES

N	NW	SW	N	NW	SW	NW	SW	NW	SW	N	SW	AB	Auteur	Année	Références
				X											Collignon & Cottreau, 1927 ;
				X	X										Collignon & Cottreau, 1927 ;
				X											Brood, 1976
				X		X									Brood, 1976
															Brood, 1976
				X		X									Brood, 1976
				X									Brood	1972	Brood, 1976
				X									von Hagenow	1851	Brood, 1976
				X		X							von Hagenow	1840	Brood, 1976
						X									Brood, 1976
				X		X									Brood, 1976
				X		X									Collignon Cottreau, 1927 ; Brood, 1976
						X									Brood, 1976
						X									Collignon Cottreau, 1927 ; Brood, 1976

4.4.2 BRACHIOPODES

Genre	*espèce*	Embranchement - Ordre	Sous-ordre - Famille	N	SW	N	NW	SW
Marginifera	*madagascariensis*	Brachiozoa, Strophomenata, Productida	Productellidés	X		X		
Waagenoconcha	*abichi*	Brachiozoa, Strophomenata, Productida	Échinoconchidés	X		X		
Spirifer	*rostrata madagascariens*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Spiriferida	Spiriféridés					
Flabellothyris	*dichotoma*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	Eudésiidés / Zeilleriidés					
Pentithyris	*pelagica*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	Lissajousithyrididés					
Avonothyris	*bradfordensis*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	Loboidothyrididés					
Ptyctothyris	*quillyensis*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	Loboidothyrididés					
Habrobrochus	*subsella*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	Postépithyrididés					
Kutchithyris	*acutiplicata*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	Postépithyrididés					
Kutchithyris	*breviplicata*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	Postépithyrididés					
Kutchithyris	*dhosaensis*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	Postépithyrididés					
Kutchithyris	*euryptycha*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	Postépithyrididés					
Kutchithyris	*hypsogonia*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	Postépithyrididés					
Kutchithyris	*katametopa*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	Postépithyrididés					
Kutchithyris	*planiconvexa*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	Postépithyrididés					
Kutchithyris	*propinqua*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	Postépithyrididés					
Terebratula	*jauberti*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	Térébratulidés					
Terebratula	*ignaciana*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	Térébratulidés					
Terebratula	*copiapensis*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	Térébratulidés					
Terebratula	*carnea*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	Térébratulidés					
Terebratula	*biplicata*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	Térébratulidés					
Terebratula	*diphimorpha*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	Térébratulidés					
Terebratula	*dutempleana*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	Térébratulidés					
Terebratula	*dutemplei*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	Térébratulidés					
Terebratula	*joraensis*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	Térébratulidés					
Terebratula	*lamberti*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	Térébratulidés					
Terebratula	*longicaudata*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	Térébratulidés					
Terebratula	*obesa*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	Térébratulidés					
Terebratula	*sella*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	Térébratulidés					
Terebratula	sp.	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	Térébratulidés					
Terebratula	*subrotunda*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	Térébratulidés					
Kingena	asperulina	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	non classé					
Kingena	shalanurensis	Brachiozoa, Rhynchonellata, Terebratulida	non classé					
Cirpa	*variabilis*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Rhynchonellida	Wellerellidés/Tétrarhynchiidés					
Kallirhynchia	obsoleta	Brachiozoa, Rhynchonellata, Rhynchonellida	Wellerellidés/Tétrarhynchiidés					
Kallirhynchia	*versabilis*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Rhynchonellida	Wellerellidés/Tétrarhynchiidés					
Cryptorhynchia	*pulcherrima*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Rhynchonellida	Erymnariidés					
Kutchirhynchia	*concinna*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Rhynchonellida	Rhynchonellidés					
Kutchirhynchia	*indica*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Rhynchonellida	Rhynchonellidés					
Rhynchonella	*moorei*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Rhynchonellida	Rhynchonellidés / Frieleiidés					
Rhynchonella	*antidichotoma*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Rhynchonellida	Rhynchonellidés / Frieleiidés					
Rhynchonella	*badensis*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Rhynchonellida	Rhynchonellidés / Frieleiidés					
Rhynchonella	*concinna*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Rhynchonellida	Rhynchonellidés / Frieleiidés					
Rhynchonella	*crenifera*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Rhynchonellida	Rhynchonellidés / Frieleiidés					
Rhynchonella	*deluci*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Rhynchonellida	Rhynchonellidés / Frieleiidés					
Rhynchonella	*fischeri*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Rhynchonellida	Rhynchonellidés / Frieleiidés					
Rhynchonella	*fornix*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Rhynchonellida	Rhynchonellidés / Frieleiidés					
Rhynchonella	*inconstans*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Rhynchonellida	Rhynchonellidés / Frieleiidés					
Rhynchonella	*pauciplicata*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Rhynchonellida	Rhynchonellidés / Frieleiidés					
Rhynchonella	*plicatuloides*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Rhynchonellida	Rhynchonellidés / Frieleiidés					
Rhynchonella	*polygona*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Rhynchonellida	Rhynchonellidés / Frieleiidés					
Rhynchonella	*recticardinalis*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Rhynchonellida	Rhynchonellidés / Frieleiidés					
Rhynchonella	*rugosa*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Rhynchonellida	Rhynchonellidés / Frieleiidés					
Rhynchonella	*sulcata*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Rhynchonellida	Rhynchonellidés / Frieleiidés					
Rhynchonelloidella	*brevicostata*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Rhynchonellida	Rhynchonellidés					
Torquirhynchia	*pseudoinconstans*	Brachiozoa, Rhynchonellata, Rhynchonellida	Cyclothyrididés					

4.4.3 ANNÉLIDES

Genre	*espèce*	Embranchement - Ordre	Sous-ordre - Famille	N	SW	N	NW	SW
Serpula	aff. *gordialis*	Annelida, Polychaeta - Sedentarida	Serpulidés					
Serpula	*gordialis*	Annelida, Polychaeta - Sedentarida	Serpulidés					
Serpula	aff.*gamigensis*	Annelida, Polychaeta - Sedentarida	Serpulidés					
Serpula	*conjuncta*	Annelida, Polychaeta - Sedentarida	Serpulidés					
Serpula	*cotatoorensis*	Annelida, Polychaeta - Sedentarida	Serpulidés					
Serpula	*trachinus*	Annelida, Polychaeta - Sedentarida	Serpulidés					

4.4.2 BRACHIOPODES

N	NW	SW	N	NW	SW	NW	SW	NW	SW	N	SW	AB	Auteur	Année	Références
													Astre	1934	Vaillant-Couturier Treat, 1933
													Waagen	1884	Vaillant-Couturier Treat, 1933
	X												Thévenin	1908	
		X											Eudes-Deslongchamps	1884	
	X												Rollier	1918	
		X											Buckman	1917	
	X												Douvillé	1916	
		X											Leymerie	1846	
	X	X											Kitchin	1900	
	X												Kitchin	1900	
	X												Kitchin	1900	
	X	X											Kitchin	1900	
	X												Kitchin	1901	
	X												Kitchin	1900	
	X												Kitchin	1900	
	X												Kitchin	1900	
					X								Eudes-Deslongchamps	1863	Thévenin, 1908
					X								d'Orbigny	1842	Thévenin, 1908
					X								Möricke	1891	Thévenin, 1908
					X								Sowerby	1812	Basse, 1931
				X	X								Brocchi	1814	Basse, 1931 ; Besairie & Collignon, 1972
					X								Alloiteau	1958	
					X										
					X										
		X													
	X														
	X														
					X								Besairie & Collignon	1972	
					X								Besairie & Collignon	1972	
		X											Muller	1776	
					X								Besairie & Collignon	1972	
					X								Stoliczka	1872	Besairie Coll. 1972 ; global name index
					X								Stoliczka	1872	Besairie Coll. 1972 ; global name index
	X												Schlotheim	1820	
		X													
	X												Buckman	1917	Besairie & Collignon, 1972
		X											Kitchin	1900	
	X												Buckman	1917	
	X	X											d'Orbigny	1847	
													Davidson	1851	Thévenin, 1908
				X									Besairie & Collignon	1972	
	X														
	X														
				X									Besairie & Collignon	1972	
					X								Besairie & Collignon	1972	
		X													
	X														
		X													
		X											Kitchin	1900	
				X									Besairie & Collignon	1972	
					X								Besairie & Collignon	1972	
	X														
	X	X													
					X								Besairie & Collignon	1972	
	X														
	X	X											Kitchin	1900	

4.4.3 ANNÉLIDES

N	NW	SW	N	NW	SW	NW	SW	NW	SW	N	SW	AB	Auteur	Année	Références
	X												Alloiteau	1962	Besairie & Collignon, 1972
				X									Alloiteau	1962	Besairie & Collignon, 1972
				X									Alloiteau	1958	
				X									Alloiteau	1958	Besairie & Collignon, 1972
				X									Alloiteau	1960	Besairie & Collignon, 1972
				X									Alloiteau	1959	Besairie & Collignon, 1972

4.5 BIVALVES (1)

Genre	*espèce*	Classe - Sous-classe	Ordre - Famille	N	SWn	SWs	N	NW
Palaeoneilo	*praeacuta*	Protobranchia, Nuculanoida	Nuculanoidea, Malletiidés	X				
Phestia	*elongata*	Protobranchia, Nuculanoida	Nuculanoidea, Nuculanidés	X				
Nuculana	*leia*	Protobranchia, Nuculanoida	Nuculanoidea, Nuculanidés					
Nuculopsis	sp.	Protobranchia, Nuculida	Nuculoidea, Nuculidés	X				
Nucula	*hourcqi*	Protobranchia, Nuculida	Nuculoidea, Nuculidés					
Nucula	*ovata*	Protobranchia, Nuculida	Nuculoidea, Nuculidés					
Nucula	*pectinata*	Protobranchia, Nuculida	Nuculoidea, Nuculidés					
Nucula	*rugosa*	Protobranchia, Nuculida	Nuculoidea, Nuculidés					
Nuculoma	*blakei*	Protobranchia, Nuculida	Nuculoidea, Nuculidés					
Palaeonucula	*blanfordi*	Protobranchia, Nuculida	Nuculoidea, Nuculidés					
Palaeonucula	*blanfordi*	Protobranchia, Nuculida	Nuculoidea, Nuculidés					
Palaeonucula	*cuneiformis*	Protobranchia, Nuculida	Nuculoidea, Nuculidés					
Palaeonucula	*kaoraensis*	Protobranchia, Nuculida	Nuculoidea, Nuculidés					
Palaeonucula	*kaoraensis*	Protobranchia, Nuculida	Nuculoidea, Nuculidés					
Palaeonucula	sp.	Protobranchia, Nuculida	Nuculoidea, Nuculidés					
Solemya	sp.	Protobranchia, Solemyoida	Solemyoidea, Solémyidés				X	
Arcomytilus	*laitmairensis*	Pteriomorphia, Mytiloida	Mytiloidea, Mytilidés					
Arcomytilus	sp.	Pteriomorphia, Mytiloida	Mytiloidea, Mytilidés					
Pharomytilus	*sowerbyanus*	Pteriomorphia, Mytiloida	Mytiloidea, Mytilidés					
Mytilus	sp.	Pteriomorphia, Mytiloida	Mytiloidea, Mytilidés					
Modiolus	*bipartitus*	Pteriomorphia, Mytiloida	Mytiloidea, Mytilidés					
Modiolus	*glendayi*	Pteriomorphia, Mytiloida	Mytiloidea, Mytilidés					
Modiolus	*imbricatus*	Pteriomorphia, Mytiloida	Mytiloidea, Mytilidés					
Modiolus	*plicatus*	Pteriomorphia, Mytiloida	Mytiloidea, Mytilidés					
Modiolus	sp.	Pteriomorphia, Mytiloida	Mytiloidea, Mytilidés					
Modiolus	*incomptaeformis*	Pteriomorphia, Mytiloida	Mytiloidea, Mytilidés					
Modiolus	*rectus*	Pteriomorphia, Mytiloida	Mytiloidea, Mytilidés					
Modiolus	*roedereri*	Pteriomorphia, Mytiloida	Mytiloidea, Mytilidés					
Modiolus	*rotundata*	Pteriomorphia, Mytiloida	Mytiloidea, Mytilidés					
Modiolus	*subcapitata*	Pteriomorphia, Mytiloida	Mytiloidea, Mytilidés					
Modiolus	*philippinarum*	Pteriomorphia, Mytiloida	Mytiloidea, Mytilidés					
Perna	*kerguelensis*	Pteriomorphia, Mytiloida	Mytiloidea, Mytilidés					
Lithophaga	sp.	Pteriomorphia, Mytiloida	Mytiloidea, Mytilidés					
Crenella	sp.	Pteriomorphia, Mytiloida	Mytiloidea, Mytilidés					
Grammatodon	*blakei*	Pteriomorphia, Arcoida	Arcoidea, Parallélodontidés					
Grammatodon	*jurianus*	Pteriomorphia, Arcoida	Arcoidea, Parallélodontidés					
Grammatodon	*marorokensis*	Pteriomorphia, Arcoida	Arcoidea, Parallélodontidés					
Grammatodon	sp.	Pteriomorphia, Arcoida	Arcoidea, Parallélodontidés					
Grammatodon	sp.	Pteriomorphia, Arcoida	Arcoidea, Parallélodontidés					
Grammatodon	*virgatus*	Pteriomorphia, Arcoida	Arcoidea, Parallélodontidés					
Grammatodon	*besairiei*	Pteriomorphia, Arcoida	Arcoidea, Parallélodontidés					
Nordenskjoeldia	*japetica*	Pteriomorphia, Arcoida	Arcoidea, Parallélodontidés					
Megacucullaea	sp.	Pteriomorphia, Arcoida, Arcida	Arcoidea, Cucullaeidés					
Arca	sp.	Pteriomorphia, Arcoida, Arcida	Arcoidea, Arcidés					
Barbatia	*tenella*	Pteriomorphia, Arcoida, Arcida	Arcoidea, Arcidés					
Barbatia	*fusca*	Pteriomorphia, Arcoida, Arcida	Arcoidea, Arcidés					
Barbatia	*helblingi*	Pteriomorphia, Arcoida, Arcida	Arcoidea, Arcidés					
Barbatia	*plicata*	Pteriomorphia, Arcoida, Arcida	Arcoidea, Arcidés					
Barbatia	sp.	Pteriomorphia, Arcoida, Arcida	Arcoidea, Arcidés					
Arca	*chavani*	Pteriomorphia, Arcoida, Arcida	Arcoidea, Arcidés					
Arca	*implicata*	Pteriomorphia, Arcoida, Arcida	Arcoidea, Arcidés					
Arca	*maculosa*	Pteriomorphia, Arcoida, Arcida	Arcoidea, Arcidés					
Arca	*uropygmelana*	Pteriomorphia, Arcoida, Arcida	Arcoidea, Arcidés					
Arca	*decussata*	Pteriomorphia, Arcoida, Arcida	Arcoidea, Arcidés					
Glycymeris	sp.	Pteriomorphia, Arcoida	Arcoidea, Glycymérídés					
Glycymeris	*subauriculata*	Pteriomorphia, Arcoida	Arcoidea, Glycymérídés					
Trigonarca	*elongata*	Pteriomorphia, Arcoida	Arcoidea, Glycymérídés					
Trigonarca	*falloti*	Pteriomorphia, Arcoida	Arcoidea, Glycymérídés					
Trigonarca	*galdrina*	Pteriomorphia, Arcoida	Arcoidea, Glycymérídés					
Trigonarca	*trichinopolitensis*	Pteriomorphia, Arcoida	Arcoidea, Glycymérídés					
Pectunculina	*multistriata*	Pteriomorphia, Arcoida	Limopsoidea, Limopsidés					
Liebea	*dieneri*	Pteriomorphia, Myalinata	Ambonychioidea, Myalinidés	X				
Cremnoceramus	*moorei*	Pteriomorphia, Myalinata (Praecardioida)	Inoceramoidea, Inocéramidés					
Endocostea	*balticus*	Pteriomorphia, Myalinata (Praecardioida)	Inoceramoidea, Inocéramidés					
Inoceramus	*andersoni*	Pteriomorphia, Myalinata (Praecardioida)	Inoceramoidea, Inocéramidés					
Inoceramus	*bebahoaensis*	Pteriomorphia, Myalinata (Praecardioida)	Inoceramoidea, Inocéramidés					
Inoceramus	*hoepeni*	Pteriomorphia, Myalinata (Praecardioida)	Inoceramoidea, Inocéramidés					
Inoceramus	*mandembataensis*	Pteriomorphia, Myalinata (Praecardioida)	Inoceramoidea, Inocéramidés					
Inoceramus	*nukeus*	Pteriomorphia, Myalinata (Praecardioida)	Inoceramoidea, Inocéramidés					
Inoceramus	*opetius*	Pteriomorphia, Myalinata (Praecardioida)	Inoceramoidea, Inocéramidés					
Inoceramus	*pacificus*	Pteriomorphia, Myalinata (Praecardioida)	Inoceramoidea, Inocéramidés					

4.5 BIVALVES (1)

SW	N	NW	SW	N	NW	centre	SW	NW	SW	N	NW	SW	N	SW	AB	Auteur	Année	Références
																Klipstein	1843	
																Vaillant-Cout.	1933	
				X														
																Girty	1912	
					X													
					X													
							X											
															X			
	X	X														Cox	1940	
	X	X																
			X															
		X														Sowerby	1840	
		X																
			X															
			X													Quenstedt	1930	
																Lamarck	1818	
		X	X													de Loriol	1883	
			X													Agassiz	1843	
		X														Rollier	1914	
			X													Linnaeus	1758	Besairie & Collignon, 1972
		X														Sowerby	1818	
		X																
		X														Sowerby	1818	
		X														Sowerby	1819	
			X													Lamarck	1801	
				X														
							X									Conrad	1837	
							X											
							X											
							X											
															X	Hanley	1843	
														X K		Fletcher	1938	Fossilworks.org
											X					Cuvier	1817	
															X			
		X																
		X																
			X															
			X													Branson	1942	
			X													Cox	1937	
		X	X															
				X														
				X														
			X													Rennie	1936	
			X													Linnaeus	1758	Jablonski & Raup, 1995
															X	Reeve	1843	Jablonski & Raup, 1995
														X S		Bruguière	1792	Fossilworks.org
														X S		Bruguière	1789	Fossilworks.org
														X S		Dillwyn	1817	Fossilworks.org
													X	X		Gray	1842	GBIF.org
							X									Alloiteau	1958	Besairie & Collignon, 1972
															X			
															X	Reeve	1844	
															X	Bory	1824	
															X	Sowerby	1833	
						X								X S		Da Costa	1778	Jablonski & Raup, 1995
				X														
					X		X											
				X														
							X								X			
																Vaillant-Cout.	1933	
							X											
				X														
							X											
				X														
							X											
				X														
							X											
							X											
							X											

4.5 BIVALVES (2)

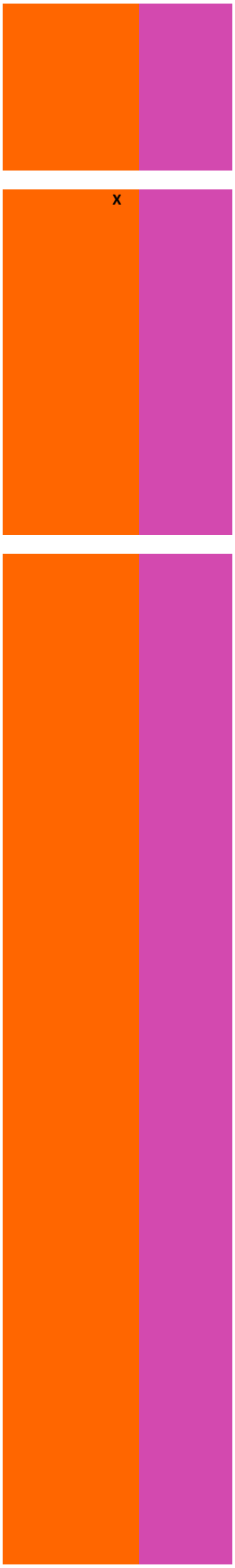
Inoceramus	sp.	Pteriomorphia, Myalinata (Praecardioida)	Inoceramoidea, Inocéramidés		
Inoceramus	*tenuistriatus*	Pteriomorphia, Myalinata (Praecardioida)	Inoceramoidea, Inocéramidés		
Tethyoceramus	*basseae*	Pteriomorphia, Myalinata (Praecardioida)	Inoceramoidea, Inocéramidés		
Tethyoceramus	*ernsti*	Pteriomorphia, Myalinata (Praecardioida)	Inoceramoidea, Inocéramidés		
Tethyoceramus	*madagascariensis*	Pteriomorphia, Myalinata (Praecardioida)	Inoceramoidea, Inocéramidés		
Tethyoceramus	*modestoides*	Pteriomorphia, Myalinata (Praecardioida)	Inoceramoidea, Inocéramidés		
Trochoceramus	*ianjonaensis*	Pteriomorphia, Myalinata (Praecardioida)	Inoceramoidea, Inocéramidés		
Palaeolima	*footei*	Pteriomorphia, Limoida	Limoidea, Limidés	X	
Ctenostreon	*hector*	Pteriomorphia, Limoida	Limoidea, Limidés		
Ctenostreon	*proboscideum*	Pteriomorphia, Limoida	Limoidea, Limidés		
Ctenostreon	sp.	Pteriomorphia, Limoida	Limoidea, Limidés		
Lima	*blanfordi*	Pteriomorphia, Limoida	Limoidea, Limidés		
Lima	*complanata*	Pteriomorphia, Limoida	Limoidea, Limidés		
Lima	*duplicata*	Pteriomorphia, Limoida	Limoidea, Limidés		
Lima	*impressa*	Pteriomorphia, Limoida	Limoidea, Limidés		
Lima	*jumarensis*	Pteriomorphia, Limoida	Limoidea, Limidés		
Lima	*pectiniformis*	Pteriomorphia, Limoida	Limoidea, Limidés		
Lima	*schardti*	Pteriomorphia, Limoida	Limoidea, Limidés		
Lima	sp.	Pteriomorphia, Limoida	Limoidea, Limidés		
Limea (*Lima* ?)	*strigillata*	Pteriomorphia, Limoida	Limoidea, Limidés		
Plagiostoma	sp.	Pteriomorphia, Limoida	Limoidea, Limidés		
Plagiostoma	*subcardiiforma*	Pteriomorphia, Limoida	Limoidea, Limidés		
Pseudolimea	*duplicata*	Pteriomorphia, Limoida	Limoidea, Limidés		
Pseudolimea	sp.	Pteriomorphia, Limoida	Limoidea, Limidés		
Acesta	*obliquistriata*	Pteriomorphia, Limoida	Limoidea, Limidés		
Ctenoides	*scaberrima*	Pteriomorphia, Limoida	Limoidea, Limidés		
Aviculopecten	*punjabensis*	Pteriomorphia, Pectinoida, Anomiidina	Aviculopectinoidea, Aviculopectinidés	X	
Aviculopecten	*punjabensis*	Pteriomorphia, Pectinoida, Anomiidina	Aviculopectinoidea, Aviculopectinidés		X
Claraia	*griesbachi*	Pteriomorphia, Pectinoida, Anomiidina	Pterinopectinoidea, Ptérinopectinidés		X
Weyla	*kachhensis*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Neithéidés		
Weyla	sp.	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Neithéidés		
Buchia	*madagascariensis*	Pteriomorphia, Pectinoida	Buchioidea, Buchiidae		
Entolium	*sulcatellus*	Pteriomorphia, Pectinoida	Entolioidea, Entoliidés		
Atreta	*chavani*	Pteriomorphia, Pectinoida	Dimyoidea, Dimyidés		
Eopecten	*aubryi*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Pectinidés		
Eopecten	*velatus*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Pectinidés		
Pecten	sp.	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Pectinidés		
Chlamys	sp.	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Pectinidés		
Chlamys	*subtextoria*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Pectinidés		
Chlamys	*varia*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Pectinidés		
Chlamys	*varius*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Pectinidés		
Chlamys	*gloriamaris*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Pectinidés		
Chlamys	*multistriatus*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Pectinidés		
Chlamys	*raulini*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Pectinidés		
Chlamys	*raulinia*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Pectinidés		
Crassadoma	*multistriata*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Pectinidés		
Flabellipecten	*waterloti*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Pectinidés		
Lyriochlamys	*cretosa*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Pectinidés		
Lyriochlamys	*ternatus*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Pectinidés		
Merklinia	*catalaunica*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Pectinidés		
Neithea	*aequicostata*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Pectinidés		
Neithea	*coquandi*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Pectinidés		
Neithea	*quadricostata*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Pectinidés		
Neithea	*quinquecostata*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Pectinidés		
Pascahinnites	*coruscans*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Pectinidés		
Prohinnites	*favrinus*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Pectinidés		
Velopecten	*madagascariensis*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Pectinidés		
Pecten	*quinquecostata*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Pectinidés		
Pecten	*porphyreus*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Pectinidés		
Flabellipecten	*waterloti*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Pectinidés		
Spondylus	sp.	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Spondylidés		
Spondylus	*antonibensis*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Spondylidés		
Spondylus	*arrialoorensis*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Spondylidés		
Spondylus	*bassae*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Spondylidés		
Spondylus	*calcaratus*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Spondylidés		
Spondylus	*rostratus*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Spondylidés		
Spondylus	*striatus*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Spondylidés		
Spondylus	*sulcatus*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Spondylidés		
Spondylus	*gaederopus*	Pteriomorphia, Pectinoida	Pectinoidea, Spondylidés		
Plicatula	*kachhensis*	Pteriomorphia, Pectinoida	Plicatuloidea, Plicatulidés		
Plicatula	*peregrina*	Pteriomorphia, Pectinoida	Plicatuloidea, Plicatulidés		
Plicatula	*batnensis*	Pteriomorphia, Pectinoida	Plicatuloidea, Plicatulidés		
Plicatula	*cancellata*	Pteriomorphia, Pectinoida	Plicatuloidea, Plicatulidés		
Plicatula	*gurgitis*	Pteriomorphia, Pectinoida	Plicatuloidea, Plicatulidés		

4.5 BIVALVES (2)

| | | |

4.5 BIVALVES (3)

Plicatula	*instabilis*	Pteriomorphia, Pectinoida	Plicatuloidea, Plicatulidés
Plicatula	*multicostata*	Pteriomorphia, Pectinoida	Plicatuloidea, Plicatulidés
Plicatula	*perinflata*	Pteriomorphia, Pectinoida	Plicatuloidea, Plicatulidés
Plicatula	*radiola*	Pteriomorphia, Pectinoida	Plicatuloidea, Plicatulidés
Plicatula	*radiola*	Pteriomorphia, Pectinoida	Plicatuloidea, Plicatulidés
Plicatula	*reynesi*	Pteriomorphia, Pectinoida	Plicatuloidea, Plicatulidés
Plicatula	sp.	Pteriomorphia, Pectinoida	Plicatuloidea, Plicatulidés
Plicatula	*ramosa*	Pteriomorphia, Pectinoida	Plicatuloidea, Plicatulidés
Gervillia	*elianae*	Pteriomorphia, Pterioida	Pterioidea, Myalinidés (Bakevelliidés)
Gervillia	*aviculoides*	Pteriomorphia, Pterioida	Pterioidea, Myalinidés (Bakevelliidés)
Gervillella	*aviculoides*	Pteriomorphia, Pterioida	Pterioidea, Bakevelliidés
Gervillella	sp.	Pteriomorphia, Pterioida	Pterioidea, Bakevelliidés
Bakevellia	sp.	Pteriomorphia, Pterioida	Pterioidea, Bakevelliidés
Avicula	*macroptera*	Pteriomorphia, Pterioida	Pterioidea, Ptériidés
Avicula	sp.	Pteriomorphia, Pterioida	Pterioidea, Ptériidés
Eligmus	*perlatus*	Pteriomorphia, Pterioida	Pterioidea, Malléidés
Eligmus	*rollandi*	Pteriomorphia, Pterioida	Pterioidea, Malléidés
Eligmus	sp.	Pteriomorphia, Pterioida	Pterioidea, Malléidés
Isognomon	*flambarti*	Pteriomorphia, Pterioida	Pterioidea, Malléidés
Heligmina	*jacobi*	Pteriomorphia, Pterioida	Pterioidea, Malléidés
Isognomon	*chavani*	Pteriomorphia, Pterioida	Pterioidea, Malléidés
Pinna	sp.	Pteriomorphia, Pterioida	Pinnoidea, Pinnidés
Pinna	*arata*	Pteriomorphia, Pterioida	Pinnoidea, Pinnidés
Pinna	*dechazeauxae*	Pteriomorphia, Pterioida	Pinnoidea, Pinnidés
Gryphaea	*balli*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Gryphæidés
Gryphaea	*bilobata*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Gryphæidés
Gryphaea	*dilatata*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Gryphæidés
Gryphaea	*henningi*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Gryphæidés
Gryphaea	*imbricata*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Gryphæidés
Liostrea	*alimena*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Gryphæidés
Liostrea	*sandalina*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Gryphæidés
Liostrea	sp.	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Gryphæidés
Liostrea	*stoliczkai*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Gryphæidés
Nanogyra	*nana*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Gryphæidés
Amphidonte	*pliciferum*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Gryphæidés
Amphidonte	*pyrenaicum*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Gryphæidés
Exogyra	*conica*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Gryphæidés
Gryphaea	sp.	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Gryphæidés
Pycnodonte	*vesicularis*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Gryphæidés
Gyrostrea	*stoliczkai*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Gryphæidés
Hyotissa	*virleti*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Gryphæidés
Actinostreon	*gregareum*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Actinostreon	sp.	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Lopha	*flabelloides*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Lopha	*intricata*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Lopha	*marshi*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Lopha	*marshii*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Nicaisolopha	*thevenini*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Oscillopha	*dichotoma*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Agerostrea	*ungulata*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Ambigostrea	*tripolitana*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Curvostrea	*arrialoorensis*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Crassostrea	*cucullata*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Crassostrea	*laperinnae*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Crassostrea	*roncana*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Crassostrea	*margaritacea*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Crassostrea	*gryphoides*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Crassostrea	*Virleti*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Ostrea	*cf. nicaisei*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Ostrea	*besairiei*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Ostrea	*canaliculata*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Ostrea	*milleti*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Ostrea	*sigali*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Ostrea	*virleti*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Ostrea	*vesicularis*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Ostrea	cf.*petrosa*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Ostrea	aff.*duvergieri*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Ostrea	aff.*dallomancensis*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Ostrea	aff.*virgata*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Ostrea	*gryphoides*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Ostrea	*aff. Bersanensis*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Ostrea	*duvergieri*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés
Ostrea	*petrosal*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés



4.5 BIVALVES (3)

| | | |

4.5 BIVALVES (4)

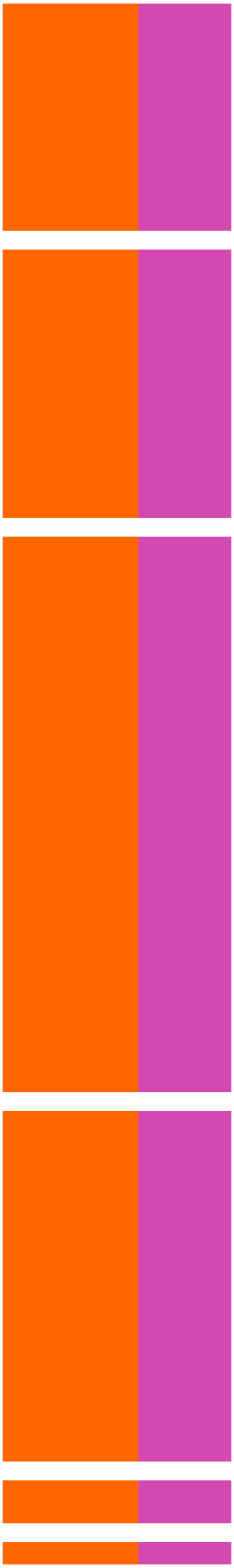
Ostrea	*sallomacensis*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés	
Ostrea	sp.	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés	
Ostrea	*virgata*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés	
Ostrea	sp.	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés	
Rastellum	*pectinatum*	Pteriomorphia, Ostreoida	Ostreoidea, Ostréidés	
Modiolopsis	*stockleyi*	Palaeoheterodonta, Modiomorphoida	Modiomorphidés	X
Vaugonia	sp.	Palaeoheterodonta, Trigonioida	Myophorelloidea, Myophorellidés	
Trigonia	*angustata*	Palaeoheterodonta, Trigonioida	Trigonioidea, Trigoniidés	
Trigonia	*elongata*	Palaeoheterodonta, Trigonioida	Trigonioidea, Trigoniidés	
Trigonia	*scabra*	Palaeoheterodonta, Trigonioida	Trigonioidea, Trigoniidés	
Trigonia	*hispida*	Palaeoheterodonta, Trigonioida	Trigonioidea, Trigoniidés	
Trigonia	*kuchensis*	Palaeoheterodonta, Trigonioida	Trigonioidea, Trigoniidés	
Trigonia	*nitida*	Palaeoheterodonta, Trigonioida	Trigonioidea, Trigoniidés	
Trigonia	sp.	Palaeoheterodonta, Trigonioida	Trigonioidea, Trigoniidés	
Trigonia	*teali*	Palaeoheterodonta, Trigonioida	Trigonioidea, Trigoniidés	
Linotrigonia	*crenifera*	Palaeoheterodonta, Trigonioida	Trigonioidea, Trigoniidés	
Pterotrigonia	*scabra*	Palaeoheterodonta, Trigonioida	Trigonioidea, Mégatrigoniidés	
Astarte	*adabofolensis*	Heterodonta, Archiheterodonta, Carditoida	Crassatelloidea, Astartidés	
Astarte	*depressa*	Heterodonta, Archiheterodonta, Carditoida	Crassatelloidea, Astartidés	
Astarte	*episcopalis*	Heterodonta, Archiheterodonta, Carditoida	Crassatelloidea, Astartidés	
Astarte	*mulleri*	Heterodonta, Archiheterodonta, Carditoida	Crassatelloidea, Astartidés	
Astarte	*sowerbyanus*	Heterodonta, Archiheterodonta, Carditoida	Crassatelloidea, Astartidés	
Astarte	sp.	Heterodonta, Archiheterodonta, Carditoida	Crassatelloidea, Astartidés	
Coelastarte	sp.	Heterodonta, Archiheterodonta, Carditoida	Crassatelloidea, Astartidés	
Neocrassina	sp.	Heterodonta, Archiheterodonta, Carditoida	Crassatelloidea, Astartidés	
Nicaniella	sp.	Heterodonta, Archiheterodonta, Carditoida	Crassatelloidea, Astartidés	
Seebachia	sp.	Heterodonta, Archiheterodonta, Carditoida	Crassatelloidea, Astartidés	
Freiastarte	*similis*	Heterodonta, Archiheterodonta, Carditoida	Crassatelloidea, Astartidés	
Opis	*hugardi*	Heterodonta, Archiheterodonta, Carditoida	Crassatelloidea, Astartidés	
Crassatella	*maruejoli*	Heterodonta, Archiheterodonta, Carditoida	Crassatelloidea, Crassatellidés	
Crassatella	*matercula*	Heterodonta, Archiheterodonta, Carditoida	Crassatelloidea, Crassatellidés	
Venericardia	*hollandi*	Heterodonta, Archiheterodonta, Carditoida	Carditoidea, Carditidés	
Venericardia	*lineolata*	Heterodonta, Archiheterodonta, Carditoida	Carditoidea, Carditidés	
Monopleura	sp.	Heterodonta, Archiheterodonta, Hippuritoida	Hippuritoidea, Caprotinidae	
Thracia	*viceliacensis*	Heterodonta, Euheterodonta, Anomalosdesmata	Thracioidea, Thraciidés	
Arcomya	sp.	Heterodonta, Euheterodonta, Anomalosdesmata	Pholadomyoidea, Pholadomyidés	
Goniomya	sp.	Heterodonta, Euheterodonta, Anomalosdesmata	Pholadomyoidea, Pholadomyidés	
Goniomya	*trapezicosta*	Heterodonta, Euheterodonta, Anomalosdesmata	Pholadomyoidea, Pholadomyidés	
Homomya	sp.	Heterodonta, Euheterodonta, Anomalosdesmata	Pholadomyoidea, Pholadomyidés	
Pholadomya	*carinata*	Heterodonta, Euheterodonta, Anomalosdesmata	Pholadomyoidea, Pholadomyidés	
Pholadomya	*crassa*	Heterodonta, Euheterodonta, Anomalosdesmata	Pholadomyoidea, Pholadomyidés	
Pholadomya	*lyrata*	Heterodonta, Euheterodonta, Anomalosdesmata	Pholadomyoidea, Pholadomyidés	
Pholadomya	*murchisoni*	Heterodonta, Euheterodonta, Anomalosdesmata	Pholadomyoidea, Pholadomyidés	
Pholadomya	*ovalis*	Heterodonta, Euheterodonta, Anomalosdesmata	Pholadomyoidea, Pholadomyidés	
Pholadomya	sp.	Heterodonta, Euheterodonta, Anomalosdesmata	Pholadomyoidea, Pholadomyidés	
Pholadomya	*connectans*	Heterodonta, Euheterodonta, Anomalosdesmata	Pholadomyoidea, Pholadomyidés	
Pholadomya	*lucerna*	Heterodonta, Euheterodonta, Anomalosdesmata	Pholadomyoidea, Pholadomyidés	
Panopea	*carteroni*	Heterodonta, Euheterodonta, Myoida	Hiatelloidea, Hiatellidés	
Panopea	*gurgitis*	Heterodonta, Euheterodonta, Myoida	Hiatelloidea, Hiatellidés	
Panopea	*inaequivalvis*	Heterodonta, Euheterodonta, Myoida	Hiatelloidea, Hiatellidés	
Panopea	*intermedia*	Heterodonta, Euheterodonta, Myoida	Hiatelloidea, Hiatellidés	
Panopea	*orientalis*	Heterodonta, Euheterodonta, Myoida	Hiatelloidea, Hiatellidés	
Panopea	*submandibula*	Heterodonta, Euheterodonta, Myoida	Hiatelloidea, Hiatellidés	
Panopea	*triangula*	Heterodonta, Euheterodonta, Myoida	Hiatelloidea, Hiatellidés	
Caestocorbula	*parsura*	Heterodonta, Euheterodonta, Myoida	Myoidea, Corbulidés	
Corbula	*hourcqi*	Heterodonta, Euheterodonta, Myoida	Myoidea, Corbulidés	
Corbula	*hourcqi*	Heterodonta, Euheterodonta, Myoida	Myoidea, Corbulidés	
Corbula	*acutangula*	Heterodonta, Euheterodonta, Myoida	Myoidea, Corbulidés	
Mactromya	*acosta*	Heterodonta, Euheterodonta, Lucinoida	Lucinoidea, Mactromyidés	
Mactromya	*carnesi*	Heterodonta, Euheterodonta, Lucinoida	Lucinoidea, Mactromyidés	
Mactromya	*crassa*	Heterodonta, Euheterodonta, Lucinoida	Lucinoidea, Mactromyidés	
Mactromya	sp.	Heterodonta, Euheterodonta, Lucinoida	Lucinoidea, Mactromyidés	
Codakia	*punctata*	Heterodonta, Euheterodonta, Lucinoida	Lucinoidea, Lucinidés	
Codakia	sp.	Heterodonta, Euheterodonta, Lucinoida	Lucinoidea, Lucinidés	
Ctena	*fibula*	Heterodonta, Euheterodonta, Lucinoida	Lucinoidea, Lucinidés	
Ctena	sp.	Heterodonta, Euheterodonta, Lucinoida	Lucinoidea, Lucinidés	
Fimbria	*adabofolensis*	Heterodonta, Euheterodonta, Lucinoida	Lucinoidea, Lucinidés	
Fimbria	*oblonga*	Heterodonta, Euheterodonta, Lucinoida	Lucinoidea, Lucinidés	
Fimbria	*typica*	Heterodonta, Euheterodonta, Lucinoida	Lucinoidea, Lucinidés	

4.5 BIVALVES (4)

| | | |

4.5 BIVALVES (5)

Lucina	*cutleri*	Heterodonta, Euheterodonta, Lucinoida	Lucinoidea, Lucinidés
Lucina	*globulosa*	Heterodonta, Euheterodonta, Lucinoida	Lucinoidea, Lucinidés
Lucina	*multilamellata*	Heterodonta, Euheterodonta, Lucinoida	Lucinoidea, Lucinidés
Lucina	*globulosa*	Heterodonta, Euheterodonta, Lucinoida	Lucinoidea, Lucinidés
Lucina	*ovum*	Heterodonta, Euheterodonta, Lucinoida	Lucinoidea, Lucinidés
Miltha	*multilamellata*	Heterodonta, Euheterodonta, Lucinoida	Lucinoidea, Lucinidés
Nevenulora	*pervinquieri*	Heterodonta, Euheterodonta, Lucinoida	Lucinoidea, Lucinidés
Sphaera	sp.	Heterodonta, Euheterodonta, Lucinoida	Lucinoidea, Lucinidés
Sphaeriola	*madridi*	Heterodonta, Euheterodonta, Lucinoida	Lucinoidea, Lucinidés
Sphaera	*corrugata*	Heterodonta, Euheterodonta, Lucinoida	Lucinoidea, Lucinidés
Sphaera	*besairiei*	Heterodonta, Euheterodonta, Lucinoida	Lucinoidea, Lucinidés
Ceratomya	*concentrica*	Heterodonta, Euheterodonta, Adesmoidea	Pholadoidea, Cératomyidés
Ceratomya	*pitieri*	Heterodonta, Euheterodonta, Adesmoidea	Pholadoidea, Cératomyidés
Ceratomya	*sarthacensis*	Heterodonta, Euheterodonta, Adesmoidea	Pholadoidea, Cératomyidés
Ceratomya	*similis*	Heterodonta, Euheterodonta, Adesmoidea	Pholadoidea, Cératomyidés
Ceratomya	sp.	Heterodonta, Euheterodonta, Adesmoidea	Pholadoidea, Cératomyidés
Ceratomya	sp.	Heterodonta, Euheterodonta, Adesmoidea	Pholadoidea, Cératomyidés
Ceratomya	*striata*	Heterodonta, Euheterodonta, Adesmoidea	Pholadoidea, Cératomyidés
Ceratomya	*substriata*	Heterodonta, Euheterodonta, Adesmoidea	Pholadoidea, Cératomyidés
Ceratomya	*wileriensis*	Heterodonta, Euheterodonta, Adesmoidea	Pholadoidea, Cératomyidés
Pleuromya	sp.	Heterodonta, Euheterodonta, Adesmoidea	Pholadoidea, Pleuromyidés
Pleuromya	*uniformis*	Heterodonta, Euheterodonta, Adesmoidea	Pholadoidea, Pleuromyidés
Teredo	sp.	Heterodonta, Euheterodonta, Adesmoidea	Pholadoidea, Térédinidés
Cyphus	*arenarius*	Heterodonta, Euheterodonta, Adesmoidea	Pholadoidea, Térédinidés
Chama	sp.	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Chamoidea, Chamidés
Tancredia	*extensa*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Cardioidea, Tancrédiidés
Tancredia	*sp.*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Cardioidea, Tancrédiidés
Protocardia	sp.	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Cardioidea, Cardiidés
Protocardia	*consobrina*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Cardioidea, Cardiidés
Protocardia	*productum*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Cardioidea, Cardiidés
Protocardia	*sphaeroidalis*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Cardioidea, Cardiidés
Protocardia	*sphaeroidea*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Cardioidea, Cardiidés
Fragum	*fragum*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Cardioidea, Cardiidés
Granocardium	*exulans*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Cardioidea, Cardiidés
Granocardium	*marquarti*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Cardioidea, Cardiidés
Granocardium	*noeggerathi*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Cardioidea, Cardiidés
Granocardium	*productum*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Cardioidea, Cardiidés
Granocardium	*scrobiculatum*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Cardioidea, Cardiidés
Hippopus	*hippopus*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Cardioidea, Cardiidés
Nemocardium	*fenestratum*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Cardioidea, Cardiidés
Pachycardium	*subtriangulare*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Cardioidea, Cardiidés
Trachycardium	sp.	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Cardioidea, Cardiidés
Tridacna	*crocea*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Cardioidea, Cardiidés
Tridacna	*gigas*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Cardioidea, Cardiidés
Tridacna	*maxima*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Cardioidea, Cardiidés
Tridacna	sp.	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Cardioidea, Cardiidés
Cardita	*variegata*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Cardioidea, Cardiidés
Glans	sp.	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Cardioidea, Cardiidés
Cardium	*perigrinum*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Cardioidea, Cardiidés
Cardium	*tenuicostatum*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Cardioidea, Cardiidés
Cardium	*retusum*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Cardioidea, Cardiidés
Gari	*ornata*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Tellinoidea, Psammobiidés
Tellina	*arcotensis*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Tellinoidea, Tellinidés
Tellina	*aquitanica*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Tellinoidea, Tellinidés
Tellina	*bipartita*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Tellinoidea, Tellinidés
Tellina	*cf.acquitanica*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Tellinoidea, Tellinidés
Tellina	*bipartita*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Tellinoidea, Tellinidés
Tellina	*sp.*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Tellinoidea, Tellinidés
Tellina	*virgata*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Tellinoidea, Tellinidés
Tellina	*subovata*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Tellinoidea, Tellinidés
Arcopagia	*robusta*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Tellinoidea, Tellinidés
Exotica	*clathrata*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Tellinoidea, Tellinidés
Pinguitellina	sp.	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Tellinoidea, Tellinidés
Scutarcopagia	*scobinata*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Tellinoidea, Tellinidés
Scutarcopagia	sp.	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Tellinoidea, Tellinidés
Scissulina	*dispar*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Tellinoidea, Tellinidés
Scissulina	sp.	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Tellinoidea, Tellinidés
Semele	*jukesi*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Tellinoidea, Semelidés
Anatina	*agassizi*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Mactroidea, Mactridés
Anatina	*arguata*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Mactroidea, Mactridés
Ceratomyopsis	*basochiana*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Megalodontoidea, Cératomyopsidés

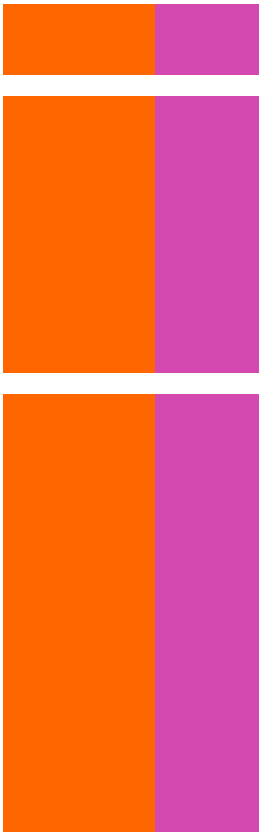


4.5 BIVALVES (5)

| | | |

4.5 BIVALVES (6)

Ceratomyopsis	*sarthacensis*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Megalodontoidea, Cératomyopsidés
Ceratomyopsis	sp.	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Megalodontoidea, Cératomyopsidés
Ceratomyopsis	*striata*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Megalodontoidea, Cératomyopsidés
Anisocardia	*germaini*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Arcticoidea, Arcticidés
Pronoella	sp.	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Arcticoidea, Arcticidés
Veniella	*cordialis*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Arcticoidea, Arcticidés
Veniella	*etheridgei*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Arcticoidea, Arcticidés
Veniella	*forbesi*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Arcticoidea, Arcticidés
Veniella	*forbesiana*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Arcticoidea, Arcticidés
Veniella	*hourcqi*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Arcticoidea, Arcticidés
Veniella	*lineolata*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Arcticoidea, Arcticidés
Veniella	*obtruncata*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Arcticoidea, Arcticidés
Veniella	*undata*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Arcticoidea, Arcticidés
Venilicardia	*perrieri*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Arcticoidea, Arcticidés
Trapezium	sp.	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Arcticoidea, Trapéziidés
Cytherea	*fabulina*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Veneroidea, Vénéridés
Trigonocallista	*coxi*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Veneroidea, Vénéridés
Dosinia	*exilium*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Veneroidea, Vénéridés
Dosinia	*nanus*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Veneroidea, Vénéridés
Dosinia	*sp.*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Veneroidea, Vénéridés
Amiantis	*grata*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Veneroidea, Vénéridés
Pitar	*obliquata*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Veneroidea, Vénéridés
Timoclea	*marica*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Veneroidea, Vénéridés
Timoclea	*sp.*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Veneroidea, Vénéridés
Chione	*marica*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Veneroidea, Vénéridés
Chione	*striatissima*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Veneroidea, Vénéridés
Tapes	*rodatzi*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Veneroidea, Vénéridés
Callista	*florida*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Veneroidea, Vénéridés
Circe	*scripta*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Veneroidea, Vénéridés
Crista	*adunca*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Veneroidea, Vénéridés
Frigichione	*permagma*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Veneroidea, Vénéridés
Paleomarcia	*kergueleni*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Veneroidea, Vénéridés
Paleomarcia	*sculpta*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Veneroidea, Vénéridés
Paleomarcia	*tatei*	Heterodonta, Euheterodonta, Veneroida	Veneroidea, Vénéridés



4.5 BIVALVES (6)

| | | |

4.6 GASTÉROPODES (1)

Genre	*espèce*	Sous-classe - Infraclasse - Ordre	Superfamille - Famille	N	NW	SW	N
Nummocalcar	*hourcqi*	Eogastropoda, Euomphalina	Euomphalidés				
Cyclonema	*zetes*	Eogastropoda, Euomphalina	Platycératidés				
Cellana	*radiata*	Eogastropoda, Patellogastropoda	Lotioidea, Nacellidés				
Cellana	sp.	Eogastropoda, Patellogastropoda	Lotioidea, Nacellidés				
Acmaea	sp.	Eogastropoda, Patellogastropoda	Lotioidea, Lottiidés				
Bellerophon	*vigilii*	Bellerophontida	Bellerophontidés	X			
Longstaffia	*uniformis*	Murchisoniina	Lophospiridés				
Cocculina	sp.	Cocculiniformia	Cocculinoidea, Cocculinidés				
Nerita	*magdalena*	Neritimorpha, Cyclonerithimorpha	Neritoidea, Néritidés				
Nerita	*plicata*	Neritimorpha, Cyclonerithimorpha	Neritoidea, Néritidés				
Nerita	*teilhardi*	Neritimorpha, Cyclonerithimorpha	Neritoidea, Néritidés				
Nerita	*undulata*	Neritimorpha, Cyclonerithimorpha	Neritoidea, Néritidés				
Neritoma	*neritoidea*	Neritimorpha, Cyclonerithimorpha	Neritoidea, Néritidés				
Neritopsis	*philae*	Neritimorpha, Cyclonerithimorpha	Neritopsoidea, Néritopsidés				
Neritopsis	*radula*	Neritimorpha, Cyclonerithimorpha	Neritopsoidea, Néritopsidés				
Riselloidea	*bitorquata*	Vetigastropoda	Sequenzioidea, Eucyclidés				
Calliomphalus	sp.	Vetigastropoda	Sequenzioidea, Calliotropidés				
Obornella	*thompsonorum*	Vetigastropoda	Pleurotomarioidea, Pleurotomariidés				
Bathrotomaria	*annejoffeae*	Vetigastropoda	Pleurotomarioidea, Pleurotomariidés				
Bathrotomaria	*bedetteae*	Vetigastropoda	Pleurotomarioidea, Pleurotomariidés				
Bathrotomaria	*besairiei*	Vetigastropoda	Pleurotomarioidea, Pleurotomariidés				
Leptomaria	*alpina*	Vetigastropoda	Pleurotomarioidea, Pleurotomariidés				
Leptomaria	*ilonensis*	Vetigastropoda	Pleurotomarioidea, Pleurotomariidés				
Leptomaria	*magneti*	Vetigastropoda	Pleurotomarioidea, Pleurotomariidés				
Leptomaria	*takahashii*	Vetigastropoda	Pleurotomarioidea, Pleurotomariidés				
Pleurotomaria	*faucygnyana*	Vetigastropoda	Pleurotomarioidea, Pleurotomariidés				
Pleurotomaria	*hourcqi*	Vetigastropoda	Pleurotomarioidea, Pleurotomariidés				
Delpeya	*cottreaui*	Vetigastropoda	Porcellioidea, Discohélicidés				
Discohelix	*thevenini*	Vetigastropoda	Porcellioidea, Discohélicidés				
Conjectura	*minuta*	Vetigastropoda, Archæogastropoda	Turbinoidea, Liotiidés				
Calliostoma	*elegantissima*	Vetigastropoda	Trochoidea, Trochidés				
Cantharidus	sp.	Vetigastropoda	Trochoidea, Trochidés				
Euchelus	*lenoblei*	Vetigastropoda	Trochoidea, Trochidés				
Semisolarium	*alpinum*	Vetigastropoda	Trochoidea, Trochidés				
Semisolarium	*bassae*	Vetigastropoda	Trochoidea, Trochidés				
Semisolarium	*loryi*	Vetigastropoda	Trochoidea, Trochidés				
Semisolarium	*moniliferum*	Vetigastropoda	Trochoidea, Trochidés				
Solariella	*besairiei*	Vetigastropoda	Trochoidea, Trochidés				
Solariella	*radiatula*	Vetigastropoda	Trochoidea, Trochidés				
Trochus	*besairiei*	Vetigastropoda	Trochoidea, Trochidés				
Trochus	*larioliana*	Vetigastropoda	Trochoidea, Trochidés				
Trochus	*lorioliana*	Vetigastropoda	Trochoidea, Trochidés				
Trochus	*maculatus*	Vetigastropoda	Trochoidea, Trochidés				
Trochus	*radiatus*	Vetigastropoda	Trochoidea, Trochidés				
Trochus	sp.	Vetigastropoda	Trochoidea, Trochidés				
Trochus	*virgatus*	Vetigastropoda	Trochoidea, Trochidés				
Priotrochus	*obscurus*	Vetigastropoda	Trochoidea, Trochidés				
Clanculus	*limbatus*	Vetigastropoda	Trochoidea, Trochidés				
Clanculus	sp.	Vetigastropoda	Trochoidea, Trochidés				
Stomatella	sp.	Vetigastropoda	Trochoidea, Trochidés				
Tectus	*mauritianus*	Vetigastropoda	Trochoidea, Trochidés				
Haliotis	*varia*	Vetigastropoda	Haliotoidea, Haliotidés				
Scissurella	sp.	Vetigastropoda	Scissurelloidea, Scissurellidés				
Scutus	*unguis*	Vetigastropoda	Fissurelloidea, Fissurellidés				
Turbo	*argyrostomus*	Vetigastropoda	Turbinoidea, Turbinidés				
Turbo	*chrysostomus*	Vetigastropoda	Turbinoidea, Turbinidés				
Turbo	*setosus*	Vetigastropoda	Turbinoidea, Turbinidés				
Turbo	sp.	Vetigastropoda	Turbinoidea, Turbinidés				
Phasianella	sp.	Vetigastropoda	Phasianelloidea, Phasianellidés				
Globularia	*formosa*	Cænogastropoda, Architænioglossa	Ampullarioidea (Campaniloidea), Ampullinidés				
Globularia	*morrisi*	Cænogastropoda, Architænioglossa	Ampullarioidea (Campaniloidea), Ampullinidés				
Ampullina (Natica)	*gaultina*	Cænogastropoda, Architænioglossa	Ampullarioidea (Campaniloidea), Ampullinidés				
Cloughtonia	*pyramidalis*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha					
Tessarolax	*retusa*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha					
Zardinistylus	*cretaceus*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha					
Zardinistylus	betsibokaensis	Cænogastropoda, Sorbeoconcha					
Cirsocerithium	*collignoni*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha	Procérithiidés				

4.6 GASTÉROPODES (1)

NW	SW	N	NW	SW	N	NW	A-B	SW	NW	SW	NW	SW	N	SW	AB	Auteur	Année	Références
				X												Cossmann	1897	fossilworks
				X												Hall	1852	Besairie & Collignon, 1972 ;
													X S	X				GBIF
														X				Colhelper
													X S	X		Eschscholtz	1833	fossilworks
																Stache	1877	
				X												Cowper Reed	1901	
								X								Dall	1882	
											X							
											X					Linné	1758	
											X							
													X	X		Gmelin	1791	
				X														
				X												Linné	1758	
				X												Cossmann	1909	Besairie & Collignon, 1972
		X														Cossmann	1888	Besairie & Collignon, 1972
				X												Harasewych & Kiel	2007	
				X												Harasewych & Kiel	2007	fossilworks
				X												Harasewych & Kiel	2007	fossilworks
				X														fossilworks
								X										fossilworks
				X														fossilworks
								X								Collignon	1949	fossilworks
				X												Harasewych & Kiel	2007	fossilworks
						X												
				X														
								X								Collignon	1949	fossilworks
						X		X								Alloiteau	1958	Besairie & Collignon, 1972
								X								Kiel	2006	http://zipcodezoo.com/Animals/
								X										C/Conjectura_minuta/
																Monfort	1810	
								X										
						X												
								X										
						X												
						X		X										
								X										
						X												
						X												
											X							
											X							
													X	X		Linné	1758	GBIF
													X			Gmelin	1792	
													X	X		Linnaeus	1758	GBIF
													X			Gmelin	1792	GBIF
															X			
														X		Quoy	1834	
													X	X	X	Monfort	1810	
													X			Lamarck	1816	
													X			Gmelin	1791	
													X S			Linné	1758	
													X	X		d'Orbigny	1824	GBIF
														X		Linné	1758	fossiworks
													X	X	X	Linné	1758	GBIF
														X		Linné	1758	GBIF
														X M		Gmelin	1791	
														X		Linnaeus	1758	
													X	X		Lamarck	1804	
				X												Morris & Lycett	1851	
				X												Cox & Arkell	1949	
								X										
				X														
								X								Kiel	2006	
								X								Kiel	2006	
								X								Kiel	2006	
								X								Cossmann	1906	Kiel, 2006

4.6 GASTÉROPODES (2)

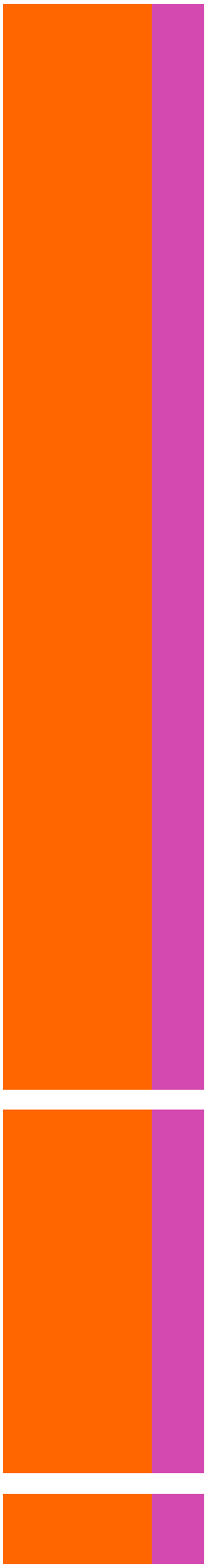
Fossarus	*besairiei*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithioidea, Planaxidés
Metacerithium	*trimoline*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithioidea, Métacérithiidés
Metacerithium	*trimonile*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithioidea, Métacérithiidés
Cerithinella	*comptoni*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithioidea, Cérithiidés
Cerithium	*coxi*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithioidea, Cérithiidés
Cerithium	*delpeyae*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithioidea, Cérithiidés
Cerithium	*guillantoni*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithioidea, Cérithiidés
Cerithium	*lallierianum*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithioidea, Cérithiidés
Cerithium	*boulei*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithioidea, Cérithiidés
Cerithium	*bronni*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithioidea, Cérithiidés
Cerithium	*disjunctum*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithioidea, Cérithiidés
Cerithium	*echiatum*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithioidea, Cérithiidés
Cerithium	*echinatum*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithioidea, Cérithiidés
Cerithium	*gentile*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithioidea, Cérithiidés
Cerithium	*morum*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithioidea, Cérithiidés
Cerithium	*roedereri*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithioidea, Cérithiidés
Cerithium	sp.	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithioidea, Cérithiidés
Cerithium	*subspinosum*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithioidea, Cérithiidés
Rhinoclavis	*asper*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithioidea, Cérithiidés
Cerithium	*disjunctum*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithioidea, Cérithiidés
Cerithium	*margaritaceum*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithioidea, Cérithiidés
Vertagus	*vertagus*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithioidea, Cérithiidés
Potamides	*ornata*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithioidea, Potamididés
Cerithidea	sp.	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithioidea, Potamididés
Mesohalina	*margaritaceus*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithioidea, Potamididés
Terebralia	*palustris*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithioidea, Potamididés
Mesalia	*ervyna*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithoidea, Turritellidés
Mesalia	*tecta*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithoidea, Turritellidés
Turritella	*hallii*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithoidea, Turritellidés
Turritella	*neptuni*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithoidea, Turritellidés
Turritella	*perrieri*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithoidea, Turritellidés
Turritella	*turris*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithoidea, Turritellidés
Turritella	*cf. difficilis*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithoidea, Turritellidés
Turritella	*cf. nodosa*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithoidea, Turritellidés
Turritella	*cf. breantiana*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithoidea, Turritellidés
Granulolabium	*plicatum*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Discopoda	Cerithioidea, Batillariidés
Iphitus	sp.	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Ptenoglossa	Epitonioidea, Épitoniidés
Scala	*franciscae*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Ptenoglossa	Epitonioidea, Épitoniidés
Scala	*odilae*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Ptenoglossa	Epitonioidea, Épitoniidés
Opaliopsis	*dupinianum*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Ptenoglossa	Epitonioidea, Nystiellidae
Opaliopsis	*franciscae*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Ptenoglossa	Epitonioidea, Nystiellidae
Vatopsis	sp.	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Ptenoglossa	Triphoroidea, Newtoniellidés
Pommerozygia	*albensis*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Ptenoglossa	
Pommerozygia	*mahajangensis*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Ptenoglossa	
Pseudomelania	*deslongchampsi*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Pseudomelanoidea,Pseudomélaniidés
Pseudomelania	*requieniana*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Pseudomelanoidea,Pseudomélaniidés
Bourguetia	*saemanni*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Pseudomelanoidea,Pseudomélaniidés
Trajanella	*boulei*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Pseudomelanoidea,Trajanellidés
Paladmete	*rasoarinoroae*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Cancellarioidea, Cancellariidés (Paladmétidés)
Conus	*frigidus*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Conoidea, Conidés
Conus	*primitivus*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Conoidea, Conidés
Conus	sp.	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Conoidea, Conidés
Conus	*sponsalis*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Conoidea, Conidés
Terebra	sp.	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Conoidea, Térébridés
Rapa	*cancellata*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Muricoidea, Muricidés
Magilus	sp.	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Muricoidea, Muricidés
Coralliophila	*violacea*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Muricoidea, Muricidés
Morula	*granulata*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Muricoidea, Muricidés
Drupella	*cornus*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Muricoidea, Muricidés
Mitra	*circula*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Muricoidea, Mitridés
Neptunea	*paupercula*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Buccinoidea, Buccinidés
Cantharus	*undosus*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Buccinoidea, Buccinidés
Tritonidea	*fumosa*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Buccinoidea, Buccinidés
Peristernia	*nassatula*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Buccinoidea, Fasciolariidés
Nassarius	*albescens*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Buccinoidea, Nassariidés
Nassarius	*arcularius*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Buccinoidea, Nassariidés
Nassarius	*echinatus*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Buccinoidea, Nassariidés
Nassarius	*pullus*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Buccinoidea, Nassariidés
Nassarius	sp.	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Buccinoidea, Nassariidés
Pyrene	*turturina*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Buccinoidea, Columbellidés
Pyrene	*varians*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Buccinoidea, Columbellidés
Olivella	sp.	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Volutoidea, Olividés
Harpa	sp.	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Neogastropoda	Volutoidea, Harpidés

4.6 GASTÉROPODES (2)

| | | |

4.6 GASTÉROPODES (3)

Jurassiphorus	*caillaudianus*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Xenophoroidea, Lamelliphoridés
Dicroloma	*longitudinalis*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Stromboidea, Aporrhaidés
Dicroloma	*pupoides*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Stromboidea, Aporrhaidés
Alaria	*acuminata*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Stromboidea, Aporrhaidés
Alaria	*tridigitata*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Stromboidea, Aporrhaidés
Alaria	*denticula*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Stromboidea, Aporrhaidés
Alaria	*tegulata*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Stromboidea, Aporrhaidés
Anchura	*besairiei*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Stromboidea, Aporrhaidés
Anchura	*marginata*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Stromboidea, Aporrhaidés
Aporrhais	*bailyi*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Stromboidea, Aporrhaidés
Dicroloma	*carinata*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Stromboidea, Aporrhaidés
Latiala	*besairiei*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Stromboidea, Aporrhaidés
Perissoptera	*besairiei*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Stromboidea, Aporrhaidés
Perissoptera	*ebrayi*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Stromboidea, Aporrhaidés
Perissoptera	*parkinsoni*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Stromboidea, Aporrhaidés
Pterodonta	*besairiei*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Stromboidea, Tylostomatidés
Strombus	*gibberulus*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Stromboidea, Strombidés
Strombus	*grassicostatus*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Stromboidea, Strombidés
Strombus	*nodosus*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Stromboidea, Strombidés
Strombus	sp.	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Stromboidea, Strombidés
Terebellum	*terebellum*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Stromboidea, Strombidés
Buvignieria	*berwaldi*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Rissooidea, Rissoidés
Rissoina	*hourcqi*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Rissooidea, Rissoidés
Rissoina	sp.	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Rissooidea, Rissoidés
Entomope	*crassilabrum*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Rissooidea, Iravadiidés
Conjectura	*minuta*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Truncatelloidea, Tornidés / Vitrinellidés
Amauropsis	*clementina*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Naticoidea, Naticidés
Euspira	*lyrata*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Naticoidea, Naticidés
Gyrodes	*gaultina*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Naticoidea, Naticidés
Gyrodes	*tenellus*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Naticoidea, Naticidés
Natica	*burnupi*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Naticoidea, Naticidés
Natica	*marochiensis*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Naticoidea, Naticidés
Natica	*tremarieri*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Naticoidea, Naticidés
Polinices	*tumidus*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Naticoidea, Naticidés
Vermetus	*clathratus*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Vermetoidea, Vermétidés
Dendropoma	sp.	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Vermetoidea, Vermétidés
Serpulorbis	sp.	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Vermetoidea, Vermétidés
Littorina	*scabra*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Littorinoidea, Littorinidés
Cypraea	*caurica*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Cypræoidea, Cypræidés
Cypraea	*fimbriata*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Cypræoidea, Cypræidés
Cypraea	*nucleus*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Cypræoidea, Cypræidés
Cypraea	*scurra*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Cypræoidea, Cypræidés
Cypraea	*staphylaea*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Cypræoidea, Cypræidés
Erosaria	*caputserpentis*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Cypræoidea, Cypræidés
Erosaria	*helvola*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Cypræoidea, Cypræidés
Luria	*isabella*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Cypræoidea, Cypræidés
Pustularia	*cicercula*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Cypræoidea, Cypræidés
Erato	*sulcifera*	Cænogastropoda, Sorbeoconcha, Littorinimorpha	Velutinoidea, Triviidés
Nerinella	*bacillus*	Heterobranchia, Heterostropha	
Promathilda	*tongoboryensis*	Heterobranchia, Heterostropha	Mathildoidea, Mathildidés
Carinathilda	*bandeli*	Heterobranchia, Heterostropha	Mathildoidea, Mathildidés
Carinathilda	*microstriata*	Heterobranchia, Heterostropha	Mathildoidea, Mathildidés
Carinathilda	*parvuruga*	Heterobranchia, Heterostropha	Mathildoidea, Mathildidés
Gymnothilda	*pagodoida*	Heterobranchia, Heterostropha	Mathildoidea, Mathildidés
Solarium	*basseae*	Heterobranchia, Heterostropha	Architectonicoidea, Architectonicidés
Tomura	*ambatolafiensis*	Heterobranchia, Heterostropha	Valvatoidea, Cornirostridés
Cylindrites	*deserti*	Heterobranchia, Opisthobranchia, Cephalaspidea	
Bulla	sp.	Heterobranchia, Opisthobranchia, Cephalaspidea	Bulloidea, Bullidés
Bulla	*ampulla*	Heterobranchia, Opisthobranchia, Cephalaspidea	Bulloidea, Bullidés
Atys	*cylindrica*	Heterobranchia, Opisthobranchia, Cephalaspidea	Haminoeoidea, Haminoéidés
Acteon	*berambensis*	Heterobranchia, Opisthobranchia, Cephalaspidea	Acteonoidea, Actéonidés
Acteon	sp.	Heterobranchia, Opisthobranchia, Cephalaspidea	Acteonoidea, Actéonidés
Ringinella	*hourcqi*	Heterobranchia, Opisthobranchia, Cephalaspidea	Ringiculidés
Ringinella	*lacryma*	Heterobranchia, Opisthobranchia, Cephalaspidea	Ringiculidés
Volutilithes	*fanivelonensis*	Gastropoda	
Fusus	*excavatus*	Gastropoda	
Mahajangina	*weitschati*	Gastropoda	



4.6 GASTÉROPODES (3)

| | | |

4.7 CÉPHALOPODES

4.7.1 AMMONOÏDES (1)

Genre	*Espèce*	Sous-Classe - Ordre / Sous-ordre - Superfamille	Famille - Sous-famille	N	SWn	SWs	N
Cyclolobus	*walkeri*	Goniatitida, Goniatitina	Cyclolobidés	X			
Episageceras	*boulei*	Prolecanitida, Medlicottioidea	Medlicottiidés	X			
Propinacoceras	sp.	Prolecanitida, Medlicottioidea	Medlicottiidés	X			
Meekoceras	*hodgsoni*	Ceratitida, Meekoceratoidea	Meekocératidés				X
Flemingites	sp.	Ceratitida, Meekoceratoidea	Flemingitidés				X
Paranorites	*madagascariensis*	Ceratitida, Meekoceratoidea	Galfettitidés				X
Aspidites	*arthaberi*	Ceratitida, Meekoceratoidea	Clypéocératidés				X
Aspidites	*besairiei*	Ceratitida, Meekoceratoidea	Clypéocératidés				X
Aspidites	*boulei*	Ceratitida, Meekoceratoidea	Clypéocératidés				X
Aspidites	*crassus*	Ceratitida, Meekoceratoidea	Clypéocératidés				X
Aspidites	*ensanus*	Ceratitida, Meekoceratoidea	Clypéocératidés				X
Aspidites	*evolvens*	Ceratitida, Meekoceratoidea	Clypéocératidés				X
Aspidites	*haydeni*	Ceratitida, Meekoceratoidea	Clypéocératidés				X
Aspidites	*jacobi*	Ceratitida, Meekoceratoidea	Clypéocératidés				X
Aspidites	*magnumbilicatum*	Ceratitida, Meekoceratoidea	Clypéocératidés				X
Aspidites	*gigas*	Ceratitida, Meekoceratoidea	Clypéocératidés				X
Aspidites	sp.	Ceratitida, Meekoceratoidea	Clypéocératidés				X
Aspidites	*spitiensis*	Ceratitida, Meekoceratoidea	Clypéocératidés				X
Aspidites	*superbus*	Ceratitida, Meekoceratoidea	Clypéocératidés				X
Aspidites	*wanneri*	Ceratitida, Meekoceratoidea	Clypéocératidés				X
Xenodiscus	*besairiei*	Ceratitida, Xenodiscida	Xénodiscidés	X			
Xenodiscus s.Paratitolites	*douvillei*	Ceratitida, Xenodiscida	Xénodiscidés	X			
Xenodiscus	*carbonarius*	Ceratitida, Xenodiscida	Xénodiscidés	X			
Ammonites	sp.	Ammonoidea	Incertae sedis				X
Lamellaptychus	*punctatus*	Ammonoidea	Incertae sedis				
Adabofoloceras	*adabofolense*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés				
Adabofoloceras	*ardechicum*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés				
Adabofoloceras	*chantrei*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés				
Adabofoloceras	*madagascariense*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés				
Adabofoloceras	*subobtusum*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés				
Adabofoloceras	*tanakeformis*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés				
Eidophylloceras	*tanakeformis*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés				
Bonarellia	*arambourgi*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidé				
Bonarellia	*fornix*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidé				
Bonarellia	*rakotobei*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidé				
Bonarellia	*ratoariveloi*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidé				
Bonarellia	sp.	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidé				
Partschiceras	*adabofolense*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés				
Partschiceras	*argoviense*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés				
Partschiceras	*madagascariense*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés				
Partschiceras	*subobtusum*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés				
Partschiceras	*tanakeformis*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés				
Phylloceras	*androiavense*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés				
Phylloceras	*barrabei*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés				
Phylloceras	*bizonatum*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés				
Phylloceras	*boulei*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés				
Phylloceras	cf. *saxonicum*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés				
Phylloceras	*chantrei*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés				
Phylloceras	*consanguineum*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés				
Phylloceras	*cypris*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés				
Phylloceras	*diegoi*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés				
Phylloceras	*duodecimsulcatum*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés				
Phylloceras	*glaber*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés				
Phylloceras	*guettardi*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés				
Phylloceras	*guillantoni*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés				
Phylloceras	*hourcqi*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés				
Phylloceras	*inflatum*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés				
Phylloceras	*kudernatschi*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés				
Phylloceras	*kunthi*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés				
Phylloceras	*lateumbilicatum*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés				
Phylloceras	*micipsa*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés				
Phylloceras	*plicatum*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés				
Phylloceras	*pseudoernesti*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés				
Phylloceras	*semiplicatum*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés				

4.7.1 AMMONOÏDES (1)

NW	SW	N	NW	SW	N	NW	SW	AB	NW	SW	NW	SW	N	SW	AB	Auteur	Année	Références
																Diener	1903	
																Vaillant-Cout.	1933	Paleobiology Database
																Gemmellaro	1887	
																Waagen	1892	
																Diener	1914	
																Collignon	1934	Paleobiology Database
																Collignon	1934	Paleobiology Database
																Collignon	1934	Paleobiology Database
																Krafft	1909	Paleobiology Database
																Krafft	1909	Paleobiology Database
																Collignon	1934	
																Krafft	1909	Paleobiology Database
																Collignon	1933	Paleobiology Database
																Waagen	1895	Paleobiology Database
																Collignon	1933	
																		Paleobiology Database
																Krafft	1909	Paleobiology Database
																Collignon	1934	
																Collignon	1934	Paleobiology Database
																Spinosa	1975	
																Tozer	1969	
																Waagen	1872	
																Vaillant-Cout.	1933	Colhelper
				X														Colhelper
				X												Collignon	1959	
		X														Munier-Chalmas	1880	Collot
		X														Munier-Chalmas	1880	Collot
				X												Collignon	1960	
				X												Collignon	1958	
				X												Joly		
							X									Joly	1993	
				X												Collignon	1958	
			X															
				X														
			X	X												Collignon	1958	
			X															
				X														
				X														
				X														
			X	X														
				X												Joly	1976	
						X												
				X												Collignon	1960	
							X									Collignon		
							X									Collignon	1964	
			X													Collignon	1960	
			X															
				X														
					X													
							X									Collignon	194	
			X													Collignon	1959	
					X													
							X											
					X											Collignon	1963	
							X											
							X									Collignon	1963	
			X	X														
		X														Collignon	1958	
					X													
						X												
				X												Collignon	1959	
							X											
				X														

4.7.1 AMMONOÏDES (2)

Phylloceras	*seresitense*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Phylloceras	*serum*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Phylloceras	sp.	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Phylloceras	*subobtusum*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Phylloceras	*tanakeformis*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Phylloceras	*velledae*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Phylloceras	*vohipalense*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Phylloceras	*whiteavesi*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Phyllopachyceras	*baborense*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Phyllopachyceras	*betiokyense*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Phyllopachyceras	*collignoni*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Phyllopachyceras	*gignouxi*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Phyllopachyceras	*infundibulum*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Phyllopachyceras	*sayni*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Phyllopachyceras	*tanakeformis*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Phyllopachyceras	*whiteavesi*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Ptychophylloceras	*andangonvatoense*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Ptychophylloceras	*antecedens*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Ptychophylloceras	*dacquei*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Ptychophylloceras	*empedoclis*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Ptychophylloceras	*euphylum*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Ptychophylloceras	*feddeni*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Ptychophylloceras	*flabellatum*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Ptychophylloceras	*jaraense*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Ptychophylloceras	*jarense*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Ptychophylloceras	*ptychoicum*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Ptychophylloceras	*ptychoicum* f. *tithonicum*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Ptychophylloceras	*subtychoicum*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Ptychophylloceras	*tanakeformis*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Ptychophylloceras	*vivaricum*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Salfeldiella	*tanakeformis*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Phyllocératinés
Calliphylloceras	*benacense*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Calliphyllocératinés
Calliphylloceras	*complanatum*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Calliphyllocératinés
Calliphylloceras	*demidoffi*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Calliphyllocératinés
Calliphylloceras	*disputabile*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Calliphyllocératinés
Calliphylloceras	*kochi*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Calliphyllocératinés
Calliphylloceras	*lodaiense*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Calliphyllocératinés
Calliphylloceras	*lodaiense*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Calliphyllocératinés
Calliphylloceras	*malakialinense*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Calliphyllocératinés
Calliphylloceras	*malayanum*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Calliphyllocératinés
Calliphylloceras	*mediterraneum*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Calliphyllocératinés
Calliphylloceras	sp.	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Calliphyllocératinés
Calliphylloceras	*tanakeformis*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Calliphyllocératinés
Calliptychoceras	*nivale*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Calliphyllocératinés
Sowerbyceras	*andrangoryense*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Calliphyllocératinés
Sowerbyceras	*biarcuatum*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Calliphyllocératinés
Sowerbyceras	*tanakeformis*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Phyllocératidés, Calliphyllocératinés
Epiphylloceras	*geczyi*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Néophyllocératidés
Epiphylloceras	*tanakeformis*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Néophyllocératidés
Neocalliphylloceras	*tanakeformis*	Phylloceratina, Phylloceratoidea	Néophyllocératidés
Ammonoceratites	*betiokyense*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Ammonoceratites	*mahadeva*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Argonauticeras	*besairiei*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Eulytoceras	*komihevitraense*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Eulytoceras	*phestus*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Hemilytoceras	cf. *liebigi*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Hemilytoceras	*fraasi*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Hemilytoceras	*tanakeformis*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Hemitetragonites	*acolus*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Hemitetragonites	cf. *crebrisulcatus*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Hemitetragonites	*strangulatus*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Lytoceras	*aontzense*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Lytoceras	*belliseptatiforme*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Lytoceras	*belliseptatum*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Lytoceras	*betiokyense*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Lytoceras	*komihevitrénse*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Lytoceras	*mahafalense*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Lytoceras	*obliquestrangulatum*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Lytoceras	*polyanchomenum*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Lytoceras	sp.	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Lytoceras	*strambergense* mut. *albensis*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Lytoceras	*tanakeformis*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés

4.7.1 AMMONOÏDES (2)

| | | |

4.7.1 AMMONOÏDES (3)

Pictetia	*arcuata*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Pictetia	*astieri*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Pictetia	*crassecostata*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Pictetia	*depressa*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Pictetia	*ovalis*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Pictetia	*tanakeformis*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Protetragonites	*acolus*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Protetragonites	*crebrisulcatus*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Protetragonites	*quadrisulcatus*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Protetragonites	*strangulatus*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Pterolytoceras	*exoticum*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Pterolytoceras	*reamilitzyense*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Pterolytoceras	*sikilyense*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Pterolytoceras	*sutile* var. *madagascariensis*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Thysanolytoceras	*adeloides*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Thysanolytoceras	aff. *vicinum*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Thysanolytoceras	*liebigi* var. *strambergensis*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Thysanolytoceras	*strambergense*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Thysanolytoceras	*vicimum*	Lytoceratina, Lytoceratoidea	Lytocératidés, Lytocératinés
Anagaudryceras	*tanakeformis*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Anagaudryceras	*yokoyamaiforme*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Eogaudryceras	*ilosetense*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Eogaudryceras	*numidum*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Eogaudryceras	*numidum* var. *malandiandrensis*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Eogaudryceras	*umbilicostriatus*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Eotetragonites	*umbilicostriatus*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Gaudryceras	aff. *utaturense*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Gaudryceras	aff. *varagurense*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Gaudryceras	*analabense*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Gaudryceras	*beantalyense*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Gaudryceras	*demmanense*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Gaudryceras	*isovokyense*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Gaudryceras	*lauteli*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Gaudryceras	*madraspatanum*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Gaudryceras	*pulvinatum*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Gaudryceras	*sacya*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Gaudryceras	*shimizui*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Gaudryceras	*stefaninii*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Gaudryceras	*tanakeformis*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Gaudryceras	*utaturense*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Gaudryceras	*varagurense*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Gaudryceras	*vertebratum*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Kossmatella	*marut*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Neogaudryceras	*ampambiense*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Neogaudryceras	*denseplicatum*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Neogaudryceras	*glaneggense*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Neogaudryceras	*tanakeformis*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Neoglyptoxoceras	*magnificum*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Neoglyptoxoceras	*perangustatum*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Neoglyptoxoceras	*tanakeformis*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Paragaudryceras	*coagmentatum*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Vertebrites	*tanakeformis*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Yubariceras	*tanakeformis*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Zelandites	*befamontensis*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Zelandites	*odiensis*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Zelandites	*tanakeformis*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Zetoceras	*tanakeformis*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Gaudrycératidés
Saghalinites	*tanakeformis*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Tétragonitidés
Epigoniceras	*epigonum*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Tétragonitidés
Epigoniceras	*superstes*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Tétragonitidés
Epigoniceras	*tanakeformis*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Tétragonitidés
Pseudophyllites	*indra*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Tétragonitidés
Pseudophyllites	*peregrinus*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Tétragonitidés
Pseudophyllites	*tanakeformis*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Tétragonitidés
Pseudophyllites	*teres*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Tétragonitidés
Tetragonites	aff. *nautiloides*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Tétragonitidés, Tétragonotinés
Tetragonites	aff. *timotheanus*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Tétragonitidés, Tétragonotinés
Tetragonites	*beantalyensis*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Tétragonitidés, Tétragonotinés
Tetragonites	*blaisoni*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Tétragonitidés, Tétragonotinés
Tetragonites	*embergeri*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Tétragonitidés, Tétragonotinés
Tetragonites	*jallaberti*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Tétragonitidés, Tétragonotinés
Tetragonites	*jallaberti var. ampakabensis*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Tétragonitidés, Tétragonotinés
Tetragonites	*jallaberti var. diegoensis*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Tétragonitidés, Tétragonotinés

4.7.1 AMMONOÏDES (3)

| | | |

4.7.1 AMMONOÏDES (4)

Tetragonites	*nautiloides*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Tétragonitidés, Tétragonotinés
Tetragonites	*rectangularis*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Tétragonitidés, Tétragonotinés
Tetragonites	*rectangulus*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Tétragonitidés, Tétragonotinés
Tetragonites	*subtimotheanus*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Tétragonitidés, Tétragonotinés
Tetragonites	*timotheanus*	Lytoceratina, Tetragonitoidea	Tétragonitidés, Tétragonotinés
Ephamulina	*arctuata*	Ancyloceratina	
Ephamulina	*curvata*	Ancyloceratina	
Ephamulina	*tanakeformis*	Ancyloceratina	
Ephamulina	*trituberculata*	Ancyloceratina	
Bochianites	cf. *gerardi*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Bochianitidés
Parapedioceras	*colcanapi*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Bochianitidés
Ancyloceras	aff. *varians*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Ancylocératidés, Ancylocératinés
Ancyloceras	*varians*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Ancylocératidés, Ancylocératinés
Australiceras	*hirtzi*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Ancylocératidés
Australiceras	*ramboulai*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Ancylocératidés
Protacrioceras	*hourcqi*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Ancylocératidés
Tonohamites	*aequicingulatus*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Ancylocératidés
Tonohamites	aff. *equicingulatus*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Ancylocératidés
Tonohamites	*equicingulatus*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Ancylocératidés
Tropaeum	*caseyi*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Ancylocératidés
Menuthiocrioceras	*ampakabense*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Criocératitidés
Menuthiocrioceras	*aontzyense*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Criocératitidés
Menuthiocrioceras	*kuntzi*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Criocératitidés
Menuthiocrioceras	*sornayi*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Criocératitidés
Menuthiocrioceras	*tanakeformis*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Criocératitidés
Ptychoceras	cf. *puzosi*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Ptychocératidés
Ptychoceras	*puzosi*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Ptychocératidés
Hamitoides	aff. *studeri*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Labécératidés
Euhemihoplites	*tanakeformis*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Labécératidés
Hamitoides	*madagascariensis*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Labécératidés
Hamitoides	*studieri*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Labécératidés
Labeceras	*crassicostatum*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Labécératidés
Labeceras	*expansum*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Labécératidés
Labeceras	*gracile*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Labécératidés
Labeceras	*hourcqi*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Labécératidés
Labeceras	*plasticum*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Labécératidés
Labeceras	*spathi*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Labécératidés
Myloceras	*altissimus*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Labécératidés
Myloceras	*besairiei*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Labécératidés
Myloceras	*cornucopiae*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Labécératidés
Myloceras	*expansum*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Labécératidés
Myloceras	*joffrei*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Labécératidés
Myloceras	*mokarahense*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Labécératidés
Myloceras	*serotinum*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Labécératidés
Myloceras	*serotinum var. annulata*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Labécératidés
Myloceras	*serotinum var. elliptica*	Ancyloceratina, Ancyloceratoidea	Labécératidés
Nolaniceras	*hourcqi*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés
Nolaniceras	*manambolense*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés
Nolaniceras	*nolani* var. *subrectangulata*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés
Nolaniceras	*quadratus*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés
Cheloniceras	aff. *wrighti*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés, Chélonicératinés
Cheloniceras	*cornueli*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés, Chélonicératinés
Cheloniceras	*quadrituberculatum*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés, Chélonicératinés
Cheloniceras	*sinuosum*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés, Chélonicératinés
Cheloniceras	*tschernyschewi*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés, Chélonicératinés
Cheloniceras	*waageni*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés, Chélonicératinés
Cheloniceras	*wrighti*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés, Chélonicératinés
Epicheloniceras	*quadrituberculatum*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés, Chélonicératinés
Epicheloniceras	*sinuosum*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés, Chélonicératinés
Epicheloniceras	*tschernyschewi var.*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés, Chélonicératinés
Douvilleiceras	aff. *baylei*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés, Douvilleicératinés
Douvilleiceras	*albense*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés, Douvilleicératinés
Douvilleiceras	*baylei*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés, Douvilleicératinés
Douvilleiceras	*benonae*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés, Douvilleicératinés
Douvilleiceras	*inaequinodum*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés, Douvilleicératinés
Douvilleiceras	*mamillatum*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés, Douvilleicératinés
Douvilleiceras	*monile*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés, Douvilleicératinés
Douvilleiceras	*orbignyi*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés, Douvilleicératinés
Douvilleiceras	*pseudinaequinodum*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés, Douvilleicératinés
Douvilleiceras	*solitae*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés, Douvilleicératinés
Acanthohoplites	*belohasifakensis*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés, Acanthohoplitinés

4.7.1 AMMONOÏDES (4)

| | | |

4.7.1 AMMONOÏDES (5)

Acanthohoplites	*laticostatus*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés, Acanthohoplitinés
Acanthohoplites	cf. *laticostatus*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés, Acanthohoplitinés
Acanthohoplites	*manerensis*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés, Acanthohoplitinés
Acanthohoplites	*midoensis*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés, Acanthohoplitinés
Acanthohoplites	*soaranensis*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés, Acanthohoplitinés
Acanthohoplites	*trifurcatus*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés, Acanthohoplitinés
Acanthohoplites	*venustus*	Ancyloceratina, Douvilleiceratoidea	Douvilleicératidés, Acanthohoplitinés
Euturrilites	*desnoyersi*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Euturrilites	*schenchzeri*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Mesoturrilites	*sakondryensis*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Ostlingoceras	*puzosi*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Paraturrilites	*bergeri*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Paraturrilites	*bergeri*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Paraturrilites	*cenomanensis*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Paraturrilites	*dubourdieui*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Paraturrilites	*gallienii*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Paraturrilites	*gresslyi*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Paraturrilites	*lewesiensis*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Paraturrilites	*numidus*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Paraturrilites	*rerati*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Paraturrilites	*thevenini*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Plesioturrilites	*bicanaliculatus*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Plesioturrilites	*stolizcai*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Plesioturrilites	*taxy fabreae*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Pseudhelicoceras	*madagascariense*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Pseudohelicoceras	*roberti*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Turrilites	*acutus*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Turrilites	*anomalus*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Turrilites	*beraketensis*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Turrilites	*bifrons*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Turrilites	*colcanapi*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Turrilites	*coloi*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Turrilites	*costatus*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Turrilites	*costatus* var. *costulatus*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Turrilites	*densicostatus*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Turrilites	*mayori*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Turrilites	*oehlerti*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Turrilites	*pseudocostatus*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Turrilites	*rorayensis*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Turrilites	*turritus*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Turrilitoides	*densicostatus*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Turrilitidés
Anaklinoceras	*stephensoni*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Nostocératidés
Ankinatsytes	*yabei*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Nostocératidés
Bostrychoceras	aff. *indicum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Nostocératidés
Bostrychoceras	*auriculatum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Nostocératidés
Bostrychoceras	*boulei*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Nostocératidés
Bostrychoceras	*elongatum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Nostocératidés
Bostrychoceras	*indicum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Nostocératidés
Bostrychoceras	*otsukai*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Nostocératidés
Bostrychoceras	*protractum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Nostocératidés
Bostrychoceras	*saxonicum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Nostocératidés
Bostrychoceras	*tanakeformis*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Nostocératidés
Nostoceras	sp.	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Nostocératidés
Nostoceras	*tanakeformis*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Nostocératidés
Didymoceras	*subtuberculatum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Nostocératidés
Didymoceras	*tanakeformis*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Nostocératidés
Hamites	*annulatiformis*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Hamitidés
Hamites	cf. *multicostatus*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Hamitidés
Hamites	*largesulcatus*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Hamitidés
Hamites	*maximus*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Hamitidés
Hamites	*retrocostatus*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Hamitidés
Hamites	*simplex*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Hamitidés
Hamites	*subvirgulatus*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Hamitidés
Stomohamites	*analavensis*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Hamitidés
Stomohamites	*charpentieri*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Hamitidés
Stomohamites	*duplicatus*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Hamitidés
Stomohamites	*multicostatus*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Hamitidés
Stomohamites	*simplex*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Hamitidés
Stomohamites	*subvirgulatus*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Hamitidés
Stomohamites	*venetziatus*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Hamitidés
Stomohamites	aff. *venetzianus*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Hamitidés
Baculites	*ambiguus*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Baculitidés

4.7.1 AMMONOÏDES (5)

| | | |

4.7.1 AMMONOÏDES (6)

Baculites	*antsirasirensis*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Baculitidés
Baculites	*bailyi*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Baculitidés
Baculites	*besairiei*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Baculitidés
Baculites	cf. *tanake*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Baculitidés
Baculites	*falcatus*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Baculitidés
Baculites	*menabensis*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Baculitidés
Baculites	*sparsinodosus*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Baculitidés
Baculites	*subtilis*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Baculitidés
Baculites	*tanakeformis*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Baculitidés
Baculites	*ventroplanus*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Baculitidés
Cyrtochilus	*baculoides*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Baculitidés
Eubaculites	*tanakeformis*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Baculitidés
Lechites	*antanimangense*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Baculitidés
Lechites	cf. *gaudini*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Baculitidés
Lechites	*gaudini*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Baculitidés
Sciponoceras	*baculoides*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Baculitidés
Sciponoceras	*cucullatum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Baculitidés
Sciponoceras	*tanakeformis*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Baculitidés
Anisoceras	aff. *armatum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Anisoceras	*armatum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Anisoceras	*diegoensis*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Anisoceras	*exoticum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Anisoceras	*indicum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Anisoceras	*mahabobokense*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Anisoceras	*perarmatum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Anisoceras	*plicatile*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Anisoceras	*saussurei*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Anisoceras	*subcompressum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Anisoceras	*tanakeformis*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Anisoceras	*trituberculatum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Metahamites	aff. *sablieri*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Metahamites	*besairiei*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Metahamites	*dubius*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Metahamites	*gignouxi*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Metahamites	*gignouxi* var. *undulata*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Metahamites	*octosignatus*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Metahamites	*parcetuberculatus*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Metahamites	*problematicus*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Metahamites	*raynaudi*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Metahamites	*sablieri*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Metahamites	*spathi*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Protanisoceras	*actaeon*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Protanisoceras	*besairiei*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Protanisoceras	*blancheti*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Protanisoceras	*breistrofferi*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Protanisoceras	*convexum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Protanisoceras	*crassecostatum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Protanisoceras	*flexuosum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Protanisoceras	*gradatum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Protanisoceras	*hourcqi*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Protanisoceras	*irregularis*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Protanisoceras	*komihevitraense*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Protanisoceras	*madagasiense*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Protanisoceras	*mareranense*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Protanisoceras	*parcetuberculatum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Protanisoceras	aff. *parcetuberculatum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Protanisoceras	*raulianum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Protanisoceras	*superbum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Protanisoceras	*tuberculatum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Rossalites	*gracilis*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Anisocératidés
Neocrioceras	*denseornatum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Diplomocératidés
Neocrioceras	*tanakeformis*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Diplomocératidés
Neocrioceras	*tenuiannulatum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Diplomocératidés
Diplomoceras	*indicum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Diplomocératidés, Diplomocératinés
Diplomoceras	*subcompressum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Diplomocératidés, Diplomocératinés
Diplomoceras	*tanakeformis*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Diplomocératidés, Diplomocératinés
Glyptoxoceras	*largesulcatum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Diplomocératidés, Diplomocératinés
Glyptoxoceras	*subcompressum*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Diplomocératidés, Diplomocératinés
Glyptoxoceras	*tanakeformis*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Diplomocératidés, Diplomocératinés
Pseudoxybeloceras	*matsumotoi*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Diplomoceratidé, Polyptychocératinés
Parasolenoceras	*splendens*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Diplomoceratidé, Polyptychocératinés
Solenoceras	*tanakeformis*	Ancyloceratina, Turrilitoidea	Diplomoceratidé, Polyptychocératinés
Trochleiceras	aff. *termieri*	Ancyloceratina	Trochléicératidés

4.7.1 AMMONOÏDES (6)

| | | |

4.7.1 AMMONOÏDES (7)

Trochleiceras	*ambanjabense*	Ancyloceratina	Trochléicératidés
Trochleiceras	*balearense*	Ancyloceratina	Trochléicératidés
Trochleiceras	*termieri*	Ancyloceratina	Trochléicératidés
Colombiceras	*caucasicum*	Ancyloceratina, Deshayesitoidea	Deshayesitidés, Acanthohoplitinés
Colombiceras	aff. *caucasicum*	Ancyloceratina, Deshayesitoidea	Deshayesitidés, Acanthohoplitinés
Colombiceras	*strangulatum*	Ancyloceratina, Deshayesitoidea	Deshayesitidés, Acanthohoplitinés
Gargasiceras	*enigmaticum*	Ancyloceratina, Deshayesitoidea	Deshayesitidés, Acanthohoplitinés
Dufrenoya	*indeterminee*	Ancyloceratina, Deshayesitoidea	Deshayesitidés, Deshayesitinés
Cobbanoscaphites	*menabensis*	Ancyloceratina, Scaphitoidea	Scaphitidés
Eoscaphites	*subcircularis*	Ancyloceratina, Scaphitoidea	Scaphitidés, Scaphitinés
Scaphites	*aquisgranensiformis*	Ancyloceratina, Scaphitoidea	Scaphitidés, Scaphitinés
Scaphites	*arnaudiformis*	Ancyloceratina, Scaphitoidea	Scaphitidés, Scaphitinés
Scaphites	*besairiei*	Ancyloceratina, Scaphitoidea	Scaphitidés, Scaphitinés
Scaphites	cf. *costatus*	Ancyloceratina, Scaphitoidea	Scaphitidés, Scaphitinés
Scaphites	cf. *kingianus*	Ancyloceratina, Scaphitoidea	Scaphitidés, Scaphitinés
Scaphites	cf. *subcircularis*	Ancyloceratina, Scaphitoidea	Scaphitidés, Scaphitinés
Scaphites	*collignoni*	Ancyloceratina, Scaphitoidea	Scaphitidés, Scaphitinés
Scaphites	*equalis-obliquus*	Ancyloceratina, Scaphitoidea	Scaphitidés, Scaphitinés
Scaphites	*hugardianus*	Ancyloceratina, Scaphitoidea	Scaphitidés, Scaphitinés
Scaphites	*kieslingswaldensis*	Ancyloceratina, Scaphitoidea	Scaphitidés, Scaphitinés
Scaphites	*manasoaensis*	Ancyloceratina, Scaphitoidea	Scaphitidés, Scaphitinés
Scaphites	*meriani*	Ancyloceratina, Scaphitoidea	Scaphitidés, Scaphitinés
Scaphites	*meslei*	Ancyloceratina, Scaphitoidea	Scaphitidés, Scaphitinés
Scaphites	*reesidei*	Ancyloceratina, Scaphitoidea	Scaphitidés, Scaphitinés
Scaphites	*scalaris*	Ancyloceratina, Scaphitoidea	Scaphitidés, Scaphitinés
Scaphites	*simplex*	Ancyloceratina, Scaphitoidea	Scaphitidés, Scaphitinés
Scaphites	*striatus*	Ancyloceratina, Scaphitoidea	Scaphitidés, Scaphitinés
Scaphites	*tanakeformis*	Ancyloceratina, Scaphitoidea	Scaphitidés, Scaphitinés
Yezoites	*klamathensis*	Ancyloceratina, Scaphitoidea	Scaphitidés, Scaphitinés
Otoscaphites	*cobbani*	Ancyloceratina, Scaphitoidea	Scaphitidés, Otoscaphitinés
Premanambolites	*tanakeformis*	Ammonitina	
Manambolites	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	
Cottreauites	*subvicinalis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés
Watinoceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés
Acanthoceras	*alluaudi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	*aumalensis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	*boulei*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	*cintracti*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	*couloni*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	*decaryi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	*discoidale*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	*egrediens*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	*falloti*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	*flexuosum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	*gentoni*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	*giltairei*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	*hippocastanum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	*laticlavium*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	*lyelli*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	*mantelli*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	*martimpreyi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	*naviculare*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	*newboldi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	*nodosoides*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	*piveteaui*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	*prenodosoides*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	*rhotomagense*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	*saynne*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	sp.	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	*subvicinale*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	*suzannae*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	*vicinale*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acanthoceras	*waterloti*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acompsoceras	*antsatramahavelonense*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acompsoceras	*essendiense* var.	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acompsoceras	*madjurense*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acompsoceras	*sarthense*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Acompsoceras	*sarthense* var. *bituberculata*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés

4.7.1 AMMONOÏDES (7)

| | | |

4.7.1 AMMONOÏDES (8)

Acompsoceras	*waterloti*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Calycoceras	*choffati*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Calycoceras	*choffati* var. *pinguis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Calycoceras	*gentoni*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Calycoceras	*newboldi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Calycoceras	*newboldi* var. *planecosta*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Calycoceras	*newboldi* var. *spinosa*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Calycoceras	*paucinodatum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Calycoceras	*subgentoni*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Calycoceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Neokanabiceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Acanthocératinés
Euomphaloceras	*cunningtoni*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Euomphalocératinés
Pseudaspidoceras	*conciliatum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Euomphalocératinés
Pseudaspidoceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Euomphalocératinés
Romaniceras	*uchauxense*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Euomphalocératinés
Schindewolfites	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Euomphalocératinés
Mammites	*prenodosoides*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mammitinés
Mammites	*prenodosoides*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mammitinés
Mammites	*subnodosoides*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mammitinés
Mammites	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mammitinés
Metoicoceras	*besairiei*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mammitinés
Metoicoceras	*fasciculatum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mammitinés
Metoicoceras	*swalloviforme*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mammitinés
Mantelliceras	*agrawali*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Mantelliceras	*agrawali* var. *celsa*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Mantelliceras	*agrawali* var. *concava*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Mantelliceras	*alternans*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Mantelliceras	*antanimangense*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Mantelliceras	*aumalensis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Mantelliceras	*biroi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Mantelliceras	*callomoni*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Mantelliceras	*cantianum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Mantelliceras	*couloni*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Mantelliceras	*crassecostatum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Mantelliceras	*decaryi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Mantelliceras	*divaricatum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Mantelliceras	*geyeri*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Mantelliceras	*indianense*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Mantelliceras	*lateretuberculatum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Mantelliceras	*mantelli*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Mantelliceras	*martimpreyi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Mantelliceras	*patens*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Mantelliceras	*pseudohyatti*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Mantelliceras	*saxbyi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Mantelliceras	sp.	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Mantelliceras	*spissum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Mantelliceras	*suzannae*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Mantelliceras	*thomeli*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Mantelliceras	*tuberculatum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Mantelliceras	*tuberculatum* var. *umbilicata*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Mantelliceras	*ventnorense*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Sharpeiceras	*florencae*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Sharpeiceras	*indicum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Sharpeiceras	*schitteri*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Sharpeiceras	*vohipalense*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Utaturiceras	*vicinale*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Acanthocératidés, Mantellicératinés
Menuthengonoceras	*komihevitrense*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés
Rhytidoceras	*elegans*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés
Dipoloceras	aff. *fredericksburgense*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Dipoloceras	*besairiei*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Dipoloceras	*bouchardi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Dipoloceras	*bouchardi* var. *flexuosa*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Dipoloceras	*cristatum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Dipoloceras	*cristatum* var. *andranofotsyensis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Dipoloceras	*cristatum* var. *umbilicata*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Dipoloceras	*elegans*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Dipoloceras	*hirtzi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Dipoloceras	*horridum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Dipoloceras	*hourcqi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Dipoloceras	*humile*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Dipoloceras	*kuntzi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Dipoloceras	*marotifyense*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Dipoloceras	*pseudaon*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés

4.7.1 AMMONOÏDES (8)

| | | |

4.7.1 AMMONOÏDES (9)

Dipoloceras	*trifurcatum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Manuaniceras	*bassei*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Manuaniceras	*spathi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Manuaniceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Oxytropidoceras	*androiavense*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Oxytropidoceras	*bassei*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Oxytropidoceras	*belknapi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Oxytropidoceras	*boulei*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Oxytropidoceras	*colcanapi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Oxytropidoceras	*collignoni*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Oxytropidoceras	*inerne*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Oxytropidoceras	*madagascariense*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Oxytropidoceras	*mareranense*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Oxytropidoceras	*mirapeli*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Oxytropidoceras	*multituberculatus*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Oxytropidoceras	*paucituberculatus*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Oxytropidoceras	*acutocarinatum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Oxytropidoceras	*applanatum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Oxytropidoceras	*basseae*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Oxytropidoceras	*besairiei*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Oxytropidoceras	*bravoense*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Oxytropidoceras	*hourcqi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Oxytropidoceras	*jacobi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Oxytropidoceras	*ornatum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Oxytropidoceras	*roissyi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Oxytropidoceras	sp.	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Oxytropidoceras	*spathi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Venezoliceras	*madagascariense*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mojsisovicziinés
Cainoceras	aff. *complanatum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Elobiceras	cf. *angustum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Euhystrichoceras	*madagascariensis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Euhystrichoceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*acquatorealis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	aff. *devonense*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*arietiforme*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*baueri*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*besairiei*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras (Ophryoceras)	*crassinodatum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*cunningtoni*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*devonense*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*exile*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*fibulatum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*hirtzi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*hoepeni*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*hubaulti*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*inflata*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*kiliani*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*mokarahense*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*obermulleri*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*opimum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*pachys*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*praerostatum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*pricei*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*pricei var. intermedia*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*quadrinodosa*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*razafimbeloi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*recticostata*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*rerati*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*rostrata*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*saint- oursi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	sp.	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*stoliczkai*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*varicostatum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Mortoniceras	*varisectum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Pervinquieria	*bassleri*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Pervinquieria	*stoliczkai*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Ophryoceras	*hoepeni*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Ophryoceras	*opimum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Prionocycloides	*besairiei*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Prionocycloides	*proratus*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Prohysteroceras	aff. *irregulare*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Prohysteroceras	*besakatrense*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés



4.7.1 AMMONOÏDES (9)

| | | |

4.7.1 AMMONOÏDES (10)

Prohysteroceras	*complanatum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Prohysteroceras	*irregulare*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Prohysteroceras	*maniambaensis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Mortonicératinés
Neokentroceras	*costatum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Brancocératinés
Neokentroceras	*costatum* var. *haasi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Brancocératinés
Parabrancoceras	*aenigmaticum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Brancocératinés
Parabrancoceras	*besairiei*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Brancocératinés
Parabrancoceras	*capricornusimile*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Brancocératinés
Parabrancoceras	*compressum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Brancocératinés
Parabrancoceras	*enigmaticum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Brancocératinés
Parabrancoceras	*humile*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Brancocératinés
Parabrancoceras	*rotundatum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Brancocératinés
Brancoceras	*aegoceratoides*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Brancocératinés
Brancoceras	*capricornusimile*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Brancocératinés
Brancoceras	*carinatum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Brancocératinés
Brancoceras	*compressum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Brancocératinés
Brancoceras	*compressum* var. *complanata*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Brancocératinés
Brancoceras	*egoceratoides*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Brancocératinés
Brancoceras	*helcion*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Brancocératidés, Brancocératinés
Coilopoceras	*requieni*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Coilopocératidés
Neoselwynoceras	*paradoxum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Collignonicératinés
Prionocycloceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Collignonicératinés
Subprionocyclus	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Collignonicératinés
Barroisiceras	*onilahyense*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Barroisicératinés
Basseoceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Barroisicératinés
Diaziceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Barroisicératinés
Forresteria	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Barroisicératinés
Harleites	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Barroisicératinés
Piveteauoceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Barroisicératinés
Solgerites	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Barroisicératinés
Subbarroisiceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Barroisicératinés
Yabeiceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Barroisicératinés
Australiella	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Texanitinés
Delawarella (Menabites)	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Texanitinés
Menabites	*atropsi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Texanitinés
Menabites	*bererensis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Texanitinés
Menabites	*boulei*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Texanitinés
Menabites	*latissimus*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Texanitinés
Menabites	*menabensis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Texanitinés
Menabites	*rarecostatus*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Texanitinés
Menabites	*tsirananai*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Texanitinés
Neogauthiericeras	*zafimahovai*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Texanitinés
Parabevahites	*dubius*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Texanitinés
Parabevahites	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Texanitinés
Protexanites	*obatai*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Texanitinés
Protexanites	*superbus*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Texanitinés
Protexanites	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Texanitinés
Submortoniceras	*punctatum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Texanitinés
Submortoniceras	*rugetae*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Texanitinés
Submortoniceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Texanitinés
Texanites	*gallicus*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Texanitinés
Texanites	*hispanicus*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Texanitinés
Texanites	*hourcqi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Texanitinés
Texanites	*mikobokensis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Texanitinés
Texanites	*oliveti*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Texanitinés
Texanites	*quinquenodosus*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Texanitinés
Texanites	*soutoni*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Texanitinés
Texanites	*stangeri*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Texanitinés
Texanites	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Texanitinés
Gauthiericeras	*hoepeni*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Péronicératinés
Gauthiericeras	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Péronicératinés
Peroniceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Collignonicératidés, Péronicératinés
Flickia	*costellata*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Flickiidés, Flickiinés
Flickia	*pervinquierei*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Flickiidés, Flickiinés
Flickia	*quadrata*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Flickiidés, Flickiinés
Flickia	*simplex*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Flickiidés, Flickiinés
Neosaynoceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Flickiidés, Salazicératinés
Lyelliceras	*hirsutum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Lyellicératidés, Lyellicératinés
Lyelliceras	*pseudolyelli*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Lyellicératidés, Lyellicératinés
Lyelliceras	sp.	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Lyellicératidés, Lyellicératinés
Lyelliceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Lyellicératidés, Lyellicératinés
Tegoceras	*seunesi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Lyellicératidés, Lyellicératinés
Neophlycticeras	*brottianum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Lyellicératidés, Stoliczkaiinés

4.7.1 AMMONOÏDES (10)

| | | |

4.7.1 AMMONOÏDES (11)

Neophlycticeras	*hirtzi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Lyellicératidés, Stoliczkaiinés
Neophlycticeras	*itieri*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Lyellicératidés, Stoliczkaiinés
Neophlycticeras	*madagascariense*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Lyellicératidés, Stoliczkaiinés
Neophlycticeras	*sexangulatum*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Lyellicératidés, Stoliczkaiinés
Protissotia	*madagascariensis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Lyellicératidés, Stoliczkaiinés
Stoliczkaia	*argonautiformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Lyellicératidés, Stoliczkaiinés
Stoliczkaia	*clavigera*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Lyellicératidés, Stoliczkaiinés
Stoliczkaia	*dispar*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Lyellicératidés, Stoliczkaiinés
Stoliczkaia	*dorsetensis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Lyellicératidés, Stoliczkaiinés
Stoliczkaia	*grandidieri*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Lyellicératidés, Stoliczkaiinés
Stoliczkaia	*notha*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Lyellicératidés, Stoliczkaiinés
Stoliczkaia	*notha* var. *crassa*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Lyellicératidés, Stoliczkaiinés
Stoliczkaia	*razafimbeloi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Lyellicératidés, Stoliczkaiinés
Stoliczkaia	*vendegiesi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Lyellicératidés, Stoliczkaiinés
Phlycticrioceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Phlycticriocératidés
Sphenodiscus	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Sphénodiscidés, Sphénodiscinés
Glebosoceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Tissotiidés
Thomasites	*madagascariensis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Pseudotissotiidés, Pseudotissotiinés
Eulophoceras	*bererense*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Sphénodiscidés, Lenticératinés
Eulophoceras	*besairiei*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Sphénodiscidés, Lenticératinés
Eulophoceras	*hourcqi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Sphénodiscidés, Lenticératinés
Eulophoceras	*jacobi*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Sphénodiscidés, Lenticératinés
Fagesia	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Vascocératidés
Neoptychites	*tanakeformis*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Vascocératidés
Vascoceras	aff. *douvillei*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Vascocératidés
Vascoceras	*gamai*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Vascocératidés
Masiaposites	*carinatus*	Ammonitina, Acanthoceratoidea	Néoptychinés
Grandidiericeras	*tanakeformis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	
Mesopuzosia	*ambikyensis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés
Mesopuzosia	*bererensis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés
Mesopuzosia	*tanakeformis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés
Bhimaites	*stoliczkai*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés
Damesites	*rabei*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés
Damesites	*sugatus*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés
Damesites	*tanakeformis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés
Beudanticeras	aff. *revoili*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Beudanticératinés
Beudanticeras	*albense*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Beudanticératinés
Beudanticeras	*ambanjabense*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Beudanticératinés
Beudanticeras	*arduennense*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Beudanticératinés
Beudanticeras	*balmensis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Beudanticératinés
Beudanticeras	*besairiei*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Beudanticératinés
Beudanticeras	*boussaci*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Beudanticératinés
Beudanticeras	*caseyi*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Beudanticératinés
Beudanticeras	*dubia*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Beudanticératinés
Beudanticeras	*dupini*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Beudanticératinés
Beudanticeras	*dupini* var. *percostata*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Beudanticératinés
Beudanticeras	*hirtzi*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Beudanticératinés
Beudanticeras	*hourcqi*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Beudanticératinés
Beudanticeras	*komihevitraense*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Beudanticératinés
Beudanticeras	*rectisulcatum*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Beudanticératinés
Beudanticeras	*revoili*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Beudanticératinés
Beudanticeras	sp.	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Beudanticératinés
Beudanticeras	*subrotundum*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Beudanticératinés
Beudanticeras	*walleranti*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Beudanticératinés
Uhligella	*balmensis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Beudanticératinés
Uhligella	*balmensis* var. *pinguis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Beudanticératinés
Uhligella	*boussaci*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Beudanticératinés
Uhligella	*jacobi*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Beudanticératinés
Desmoceras	*collignoni*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Desmocératinés
Desmoceras	*latidorsatum*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Desmocératinés
Desmoceras	*latidorsatum* var. *media*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Desmocératinés
Desmoceras	*lemoinei*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Desmocératinés
Desmoceras	*planulatum*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Desmocératinés
Desmophyllites	*diphylloides*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Desmocératinés
Desmophyllites	*tanakeformis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Desmocératinés
Pseudouhligella	*mahabobokensis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Desmocératinés
Hauericeras	*gardeni*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Haucericératinés
Hauericeras	*madagascariense*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Haucericératinés
Hauericeras	*tanakeformis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Haucericératinés
Austiniceras	*beantalyense*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Austiniceras	*menabense*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Melchiorites	*antanatanamirafaensis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés

4.7.1 AMMONOÏDES (11)

| | | |

4.7.1 AMMONOÏDES (12)

Melchiorites	*falcistriatus*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Melchiorites	*falcistriatus* var. *mitsinjensis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Melchiorites	*inornatus*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Melchiorites	*matheroni*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Melchiorites	*melchioris*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	aff. *furnitana*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	aff. *mayori*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	*ambigua*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	*androiavensis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	*angladei*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	*communis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	*communis* var. *cantabrigiensis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	*compressa*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	*decemsulcata*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	*furnitana*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	*gortanii*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	*malandiandrensis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	*manasoensis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	*mayori*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	*mayori* var. *ambarimaningensis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	*mayori* var. *recteradiata*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	*mayoriana*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	*mozambica*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	*octosulcata*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	*odiensis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	*paronea*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	*precompressa*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	*provincialis* var. *crassa*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	*quenstedti*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	*quenstedti* cf. var. *media*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	*recticostata*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	*saint-oursi*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	*spathi*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Puzosia	*tanakeformis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Valdedorsella	*befamontensis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Valdedorsella	*getulina*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Valdedorsella	*soromarainensis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Desmocératidés, Puzosiinés
Brahmaites	*tanakeformis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Kossmaticératidés, Kossmaticératinés
Kossmaticeras	*jeletzkyi*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Kossmaticératidés, Kossmaticératinés
Kossmaticeras	*jonesi*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Kossmaticératidés, Kossmaticératinés
Kossmaticeras	*manasoense*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Kossmaticératidés, Kossmaticératinés
Kossmaticeras	*parlowskyi*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Kossmaticératidés, Kossmaticératinés
Kossmaticeras	*sakondryense*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Kossmaticératidés, Kossmaticératinés
Kossmaticeras	*sparsicostatum*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Kossmaticératidés, Kossmaticératinés
Kossmaticeras	*tanakeformis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Kossmaticératidés, Kossmaticératinés
Kossmaticeras	*theobaldi*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Kossmaticératidés, Kossmaticératinés
Kossmaticeras	*virgatitiforme*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Kossmaticératidés, Kossmaticératinés
Maorites	*magnumbilicatus*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Kossmaticératidés, Kossmaticératinés
Maorites	*menabensis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Kossmaticératidés, Kossmaticératinés
Maorites	*subtilistriatus*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Kossmaticératidés, Kossmaticératinés
Natalites	*tanakeformis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Kossmaticératidés, Kossmaticératinés
Pseudokossmaticeras	*tanakeformis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Kossmaticératidés, Kossmaticératinés
Marshallites	*cumshewaensis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Kossmaticératidés, Marshallitinés
Protokossmaticeras	*madagascariense*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Kossmaticératidés, Marshallitinés
Muniericeras	*abnorme*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericératidés
Muniericeras	*ambikyense*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericératidés
Muniericeras	*grossouvrei*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericératidés
Muniericeras	*latecostatum*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericératidés
Muniericeras	*tanakeformis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericératidés
Praemuniericeras	*proprium*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericératidés
Praemuniericeras	*tanakeformis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericératidés
Pseudoschloenbachia	*altissima*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericératidés
Pseudoschloenbachia	*ampambiensis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericératidés
Pseudoschloenbachia	*angulata*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericératidés
Pseudoschloenbachia	*antsirasirensis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericératidés
Pseudoschloenbachia	*aperta*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericératidés
Pseudoschloenbachia	*aprahamiani*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericératidés
Pseudoschloenbachia	*behieri*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericératidés
Pseudoschloenbachia	*bererensis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericératidés
Pseudoschloenbachia	*besairiei*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericératidés
Pseudoschloenbachia	*blanfordiana*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericératidés
Pseudoschloenbachia	*buhreri*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericératidés
Pseudoschloenbachia	cf. *fournieri*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericératidés

4.7.1 AMMONOÏDES (12)

| | | |

4.7.1 AMMONOÏDES (13)

Pseudoschloenbachia	*circumperlata*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*coaretata*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*condamyi*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*densicapillata*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*denseradiata*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*drouchitzi*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*falcicostata*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*fasciculata*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*germaini*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*griesbachi*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*guerini*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*hoepeni*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*hoepeniformis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*immunita*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*incisa*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*inornata*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*internenodosa*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*lenticularis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*linguata*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*miranda*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*mouterdi*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*noizeti*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*orthogonia*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*parveumbilicata*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*percostata*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*perfasciculata*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*perplicata*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*platyploca*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*polymorpha*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*proclivis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*radiolata*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*ratsimamangai*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*ravalisoni*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*razafiniparanyi*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*rhomboidalis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*rigida*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*roedereri*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*segregata*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*sigali*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*sparsinodosa*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*spinosa*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*tanakeformis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*tenuiornata*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*trapeziformis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*trituberculata*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*turgida*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*ultima*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*umbulazi*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Pseudoschloenbachia	*youngi*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Tragodesmoceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Muniericeratidés
Anapachydiscus	*arralivorensis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Pachydiscidés
Anapachydiscus	*deccanensis bererensis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Pachydiscidés
Anapachydiscus	*franciscae*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Pachydiscidés
Anapachydiscus	*hourcqi*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Pachydiscidés
Anapachydiscus	*subtilobatus*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Pachydiscidés
Anapachydiscus	*tanakeformis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Pachydiscidés
Anapachydiscus	*wittekindi*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Pachydiscidés
Canadoceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Pachydiscidés
Eupachydiscus	*launayi*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Pachydiscidés
Eupachydiscus	*tanakeformis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Pachydiscidés
Lewesiceras	*beantalyense*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Pachydiscidés
Lewesiceras	*donovani*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Pachydiscidés
Lewesiceras	*masiaposense*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Pachydiscidés
Lewesiceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Pachydiscidés
Menuites	*tanakeformis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Pachydiscidés
Nowakites	*tanakeformis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Pachydiscidés
Pachydiscoides	*tanakeformis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Pachydiscidés
Pachydiscus	*complanatus*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Pachydiscidés
Pachydiscus	*tanakeformis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Pachydiscidés
Patagiosites	*tanakeformis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Pachydiscidés
Pseudojacobites	*ankoboensis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Pachydiscidés
Pseudojacobites	*tanakeformis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Pachydiscidés
Tuberodiscoides	*tanakeformis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Pachydiscidés



4.7.1 AMMONOÏDES (13)

			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1966
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1966
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1966
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1966
			X				Collignon	
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1966
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1966
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1969
			X				Collignon	1966
			X				Collignon	1966
			X				Collignon	1966
			X				Stoliczka	Colhelper ; Trans'Tyfipal
			X				Stoliczka	1865 Trans'Tyfipal
			X				Collignon	
			X				Collignon	
		X					Collignon	1966
			X				Collignon	1966
			X				Schluter	
			X				Collignon	1970
			X				Collignon	
			X				Collignon	1970
			X				Collignon	1965
			X				Collignon	1965
			X				Collignon	1965
			X				Collignon	1965
			X				Collignon	1966
			X				Collignon	1966
			X				Collignon	1966
			X				Collignon	
			X				Collignon	1971
			X				Collignon	1970
		X					Collignon	1965
			X				Collignon	1965
			X				Collignon	1966

4.7.1 AMMONOÏDES (14)

Neosilesites	*ambatolafiensis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Silésitidés
Neosilesites	*ampakabense*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Silésitidés
Neosilesites	*madagascariensis*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Silésitidés
Neosilesites	*maximus*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Silésitidés
Neosilesites	*nepos*	Ammonitina, Desmoceratoidea	Silésitidés
Metengonoceras	*carinatum*	Ammonitina, Hoplitoidea	Engonocératidés
Metengonoceras	*kuntzi*	Ammonitina, Hoplitoidea	Engonocératidés
Metengonoceras	sp.	Ammonitina, Hoplitoidea	Engonocératidés
Forbesiceras	*clarki*	Ammonitina, Hoplitoidea	Forbesicératidés
Forbesiceras	*furnishi*	Ammonitina, Hoplitoidea	Forbesicératidés
Forbesiceras	*largillierti*	Ammonitina, Hoplitoidea	Forbesicératidés
Forbesiceras	*largilliertianum*	Ammonitina, Hoplitoidea	Forbesicératidés
Forbesiceras	*nodosum*	Ammonitina, Hoplitoidea	Forbesicératidés
Forbesiceras	*pseudo-obtectum*	Ammonitina, Hoplitoidea	Forbesicératidés
Forbesiceras	*subobtectum*	Ammonitina, Hoplitoidea	Forbesicératidés
Forbesiceras	*tenuipunctatum*	Ammonitina, Hoplitoidea	Forbesicératidés
Neopulchellia	*douvillei*	Ammonitina, Hoplitoidea	Forbesicératidés
Neopulchellia	*gignouxi*	Ammonitina, Hoplitoidea	Forbesicératidés
Arcthoplites	*aburense*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Arcthoplites	*ambarimaningaense*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Arcthoplites	*besairiei*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Arcthoplites	*crassum*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Arcthoplites	*indicum*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Arcthoplites	*sitampikyense*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Arcthoplites	sp.	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Arcthoplites	*spathi*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Arcthoplites	*subindicum*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Arcthoplites	*transiens*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Cleoniceras	*besairiei*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Cleoniceras	*cleoniforme*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Cleoniceras	*crassefalcatum*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Cleoniceras	*inequale*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Cleoniceras	*madagascariense*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Cleoniceras	*morganiforme*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Cleoniceras	*quercifolium*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Cleoniceras	*tenuicostulatum*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Lehmaniceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Lemuroceras	*aburense*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Lemuroceras	*ambarimaningense*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Lemuroceras	*besairiei*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Lemuroceras	*besairiei* var. *alta*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Lemuroceras	*crassum*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Lemuroceras	*indicum*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Lemuroceras	*spathi*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Lemuroceras	*spathi* var. *umbilicata*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Lemuroceras	*subindicum*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Moretella	*ambigua*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Moretella	*balmensiformis*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Moretella	*dubia*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Moretella	*jachromensis*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Moretella	*madagascariensis*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Moretella	*moreti*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Moretella	*subquadrata*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Moretella	*transiens*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Moretella	*undata*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Sonneratia	*tenuis*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Cléonicératinés
Pseudosonneratia	aff. *steinmanni*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Sonneratiinés
Pseudosonneratia	*ambigua*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Sonneratiinés
Pseudosonneratia	*balmensiformis*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Sonneratiinés
Pseudosonneratia	*dondeyi*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Sonneratiinés
Pseudosonneratia	*ihopensis*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Sonneratiinés
Pseudosonneratia	*madagascariensis*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Sonneratiinés
Pseudosonneratia	*sakalava*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Sonneratiinés
Pseudosonneratia	*steinmanni*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Sonneratiinés
Pseudosonneratia	*subiserensis*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Sonneratiinés
Sonneratia	aff. *tenuis*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Sonneratiinés
Sonneratia	*manosibohitraensis*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Sonneratiinés
Sonneratia	*tenuis*	Ammonitina, Hoplitoidea	Hoplitidés, Sonneratiinés
Proplacenticeras	*besairiei*	Ammonitina, Hoplitoidea	Placenticératidés
Proplacenticeras	*memoriae-schloenbachi*	Ammonitina, Hoplitoidea	Placenticératidés
Proplacenticeras	*murphyi*	Ammonitina, Hoplitoidea	Placenticératidés
Proplacenticeras	*orbignyi*	Ammonitina, Hoplitoidea	Placenticératidés



4.7.1 AMMONOÏDES (14)

| | | |

4.7.1 AMMONOÏDES (15)

Proplacenticeras	*rerati*	Ammonitina, Hoplitoidea	Placenticératidés
Proplacenticeras	*stantoni*	Ammonitina, Hoplitoidea	Placenticératidés
Proplacenticeras	*tanakeformis*	Ammonitina, Hoplitoidea	Placenticératidés
Schloenbachia	*tanakeformis*	Ammonitina, Hoplitoidea	Schloenbachiidés
Oecoptychius	*refractus*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Oecoptychiidés
Oecotraustes	*conjugens*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Oecoptychiidés
Clydoniceras	*madagascariense*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Clydonicératidés
Delecticeras	*anjohense*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Clydonicératidés
Dhrumaites	sp.	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Clydonicératidés
Micromphalites	*hourcqi*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Clydonicératidés
Pseudoclydoniceras	*besairiei*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Clydonicératidés
Dolikephalites	aff. *typicus*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Dolikephalites	*flexuosus*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Dolikephalites	*gracilis*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Dolikephalites	*subcompressus*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Dolikephalites	*typicus*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Eucycloceras	*eucyclum*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Eucycloceras	*pilgrimi*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Lycetticeras	*coma*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Macrocephalites	*ankazomihensis*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Macrocephalites	*chariensis*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Macrocephalites	*compressus*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Macrocephalites	*formosus*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Macrocephalites	*macrocephalus*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Macrocephalites	*madagascariensis*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Macrocephalites	*mantaranus*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Macrocephalites	sp.	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Macrocephalites	*tanakeformis*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Macrocephalites	*triangularis*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Nothocephalites	*mondegoensis*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Nothocephalites	*semilaevis*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Pleurocephalites	*andranomantsyensis*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Pleurocephalites	*costumbilicatus*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Pleurocephalites	*folliformis*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Pleurocephalites	*maevaranensis*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Pleurocephalites	*magnumbilicatus*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Pleurocephalites	*paronai*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Pleurocephalites	sp.	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Pleurocephalites	*besairiei*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Pleurocephalites	*elephantinus*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Pleurocephalites	*habyensis*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Subkossmatia	*bassei*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Macrocéphalitidés
Dhosaites	*barbieri*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Dhosaites	*elephantoides*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Dhosaites	*otoitoides*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Dhosaites	*primus*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Epimayaites	aff. *evolutus*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Epimayaites	aff. *falcoides*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Epimayaites	*arenosus*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Epimayaites	*axonoides*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Epimayaites	*evolutus*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Epimayaites	*falcoides*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Epimayaites	*lautus*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Epimayaites	*lemoinei*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Epimayaites	*moreti*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Epimayaites	*patella*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Epimayaites	*pruvosti*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Epimayaites	*sornayi*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Epimayaites	*subfalcoides*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Epimayaites	*subfalcoides* var. *densicostata*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Epimayaites	*sublautus*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Epimayaites	*subtumidus*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Epimayaites	*transiens*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Mayaites	aff. *obesus*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Mayaites	*arenosum*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Mayaites	*dolium*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Mayaites	*grepini*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Mayaites	*hirtzi*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Mayaites	*mahabobokensis*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Mayaites	*maya*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Mayaites	*obesus*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Mayaites	*obesusrotundus*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés



4.7.1 AMMONOÏDES (15)

| | | |

4.7.1 AMMONOÏDES (16)

Mayaites	*piveteaui*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Mayaites	*rotundus*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Mayaites	*smeei*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Paryphoceras	*badiense*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Paryphoceras	*badiense*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Paryphoceras	*rugosum*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Paryphoceras	*rugosum*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Prograyiceras	aff. *tramaunense*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Prograyiceras	*bassei* var. *elegans*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Prograyiceras	*furoni*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Prograyiceras	*grayi*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Prograyiceras	*grayi* var. *beraketensis*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Prograyiceras	*tramaunense*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Mayaitidés
Cadomites	*daubenyi*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Stéphanocératidés
Cadomites	*rectelobatus*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Stéphanocératidés
Bullatimorphites	*bullatus*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Tulitidés
Bullatimorphites	cf. *suevicus*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Tulitidés
Schwandorfia	*boulangeri*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Tulitidés
Erymnoceras	*dorothea*	Ammonitina, Stephanoceratoidea	Pachycératidés
Glochiceras	*deplanatum*	Ammonitina, Haploceratoidea	Haplocératidés
Glochiceras	*jollyi*	Ammonitina, Haploceratoidea	Haplocératidés
Glochiceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Haploceratoidea	Haplocératidés
Glochiceras	*umbilicocrenatum*	Ammonitina, Haploceratoidea	Haplocératidés
Glochiceras	*venustum*	Ammonitina, Haploceratoidea	Haplocératidés
Haploceras	*elimatum*	Ammonitina, Haploceratoidea	Haplocératidés
Haploceras	*staszycii*	Ammonitina, Haploceratoidea	Haplocératidés
Haploceras	*stazeii*	Ammonitina, Haploceratoidea	Haplocératidés
Haploceras	*subelimatum*	Ammonitina, Haploceratoidea	Haplocératidés
Paraglochiceras	aff. *propinquum*	Ammonitina, Haploceratoidea	Haplocératidés
Paraglochiceras	*ampanihyense*	Ammonitina, Haploceratoidea	Haplocératidés
Paraglochiceras	*giraudoni*	Ammonitina, Haploceratoidea	Haplocératidés
Paraglochiceras	*semitectum*	Ammonitina, Haploceratoidea	Haplocératidés
Paraglochiceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Haploceratoidea	Haplocératidés
Paraglochiceras	*tuberosum*	Ammonitina, Haploceratoidea	Haplocératidés
Lissoceras	*erato*	Ammonitina, Haploceratoidea	Haplocératidés, Lissocératinés
Lissoceras	*voultense*	Ammonitina, Haploceratoidea	Haplocératidés, Lissocératinés
Lissoceratoides	*erato*	Ammonitina, Haploceratoidea	Haplocératidés, Lissocératinés
Lissoceratoides	cf. *erato*	Ammonitina, Haploceratoidea	Haplocératidés, Lissocératinés
Alcidia	*mimetica*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Oppeliinés
Alcidia	*obsoleta*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Oppeliinés
Alcidia	*rigida*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Oppeliinés
Sindeites	*madagascariensis*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Distichocératinés
Sindeites	*sindensis*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Distichocératinés
Sindeites	*waageni*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Distichocératinés
Brightia	*noizeti*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Hecticocératinés
Hecticoceras	*primaevum*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Hecticocératinés
Hecticoceras	sp.	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Hecticocératinés
Hecticoceras	*suborientale*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Hecticocératinés
Hecticoceras	*suevum*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Hecticocératinés
Lunuloceras	*lunula*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Hecticocératinés
Lunuloceras	*lunuloides*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Hecticocératinés
Lunuloceras	*orientale* var. *ankazoabensis*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Hecticocératinés
Putealiceras	*intermedium*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Hecticocératinés
Putealiceras	*intermedium* var. *irregularis*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Hecticocératinés
Putealiceras	*intermedium* var. *samatrensis*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Hecticocératinés
Putealiceras	*robustum*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Hecticocératinés
Putealiceras	*trilineatum*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Hecticocératinés
Sublunuloceras	*discoides*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Hecticocératinés
Sublunuloceras	*dynastes*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Hecticocératinés
Sublunuloceras	*dynastes* var. *saonjensis*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Hecticocératinés
Sublunuloceras	*intermedium*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Hecticocératinés
Sublunuloceras	*lairense*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Hecticocératinés
Sublunuloceras	*nodososulcatum*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Hecticocératinés
Sublunuloceras	*vendegiesi*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Hecticocératinés
Campylites	*delemontanum*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Ochétocératinés
Campylites	*delmontanus* var. *ambongoensis*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Ochétocératinés
Campylites	*letullieri*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Ochétocératinés
Campylites	*secula*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Ochétocératinés
Campylites	*secula* var. *malakialinensis*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Ochétocératinés
Trimarginites	sp.	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Ochétocératinés
Trimarginites	*trimarginatus*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Ochétocératinés
Trimarginites	*villersensis* var. *ankirihitrensis*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Ochétocératinés



4.7.1 AMMONOÏDES (16)

		X				
X						
		X				
		X				
		X				
		X				
		X				
		X	Collignon	1959		
		X	Collignon	1959		
		X	Collignon	1959		
		X	Collignon	1959		
		X	Collignon	1959		
		X				
		X	Collignon	1958		
		X				
X					Paleobiology Database	
X			Collignon	1958	Paleobiology Database	
X			Collignon	1958	Paleobiology Database	
	X					

	X	X	Collignon	1965		
		X	Collignon	1960		
	X		Collignon	1959		
		X	Collignon	1960		
		X	Collignon	1960		
		X	Collignon	1960		
		X	Collignon	1960		
	X					
		X	Collignon	1960		
		X	Collignon	1960		
		X	Collignon	1960		
		X	Collignon	1960		
		X	Collignon	1960		
		X	Collignon	1959		
		X	Collignon	1960		
		X				
	X					
		X	Collignon	1959		
		X	Collignon	1959		
X						
	X	X	Collignon	1958		
		X	Collignon	1958		
X	X	X	Collignon	1958		
	X				Paleobiology Database	
	X					
	X		Collignon	1959		
	X	X				
		X	Bonarelli	1893		
	X	X				
		X				
		X				
		X				
		X	Collignon	1958		
	X	X	Collignon	1958		
	X		Collignon	1958		
		X	Collignon	1959		
		X				
		X				
		X	Collignon	1958		
	X	X	Collignon	1958		
		X	Collignon	1958		
		X				
		X	Collignon	1958		
	X					
		X				
X	X					
	X		Collignon	1959		
		X	Collignon	1958		
	X					
	X		Collignon	1958		
		X				
		X	Collignon	1959		
	X		Collignon	1959		

4.7.1 AMMONOÏDES (17)

Oppelia	*aspidoides*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Oppeliinés
Oppelia	*calloviensis*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Oppeliinés
Oppelia	*prohecquensis*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Oppeliinés
Oppelia	*subcostaria*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Oppeliinés
Oxycerites	*aspidoides*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Oppeliinés
Oxycerites	*besairiei*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Oppeliinés
Oxycerites	*hersilia*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Oppeliinés
Oxycerites	*rodoensis*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Oppeliinés
Rochites	*rochi*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Streblitinés
Streblites	*frotho*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Streblitinés
Streblites	*habyensis*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Streblitinés
Streblites	*indopictus*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Streblitinés
Streblites	*lymani*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Streblitinés
Streblites	*pictus*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Streblitinés
Streblites	*pictus* var. *antsalovensis*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Streblitinés
Streblites	*planopictus*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Streblitinés
Streblites	*plicodiscus*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Streblitinés
Streblites	sp.	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Streblitinés
Streblites	*tanakeformis*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Streblitinés
Substreblites	cf. *zonarius*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Streblitinés
Uhligites	aff. *besairiei*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Streblitinés
Uhligites	*hourcqi*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Streblitinés
Metahaploceras	*brasseuri*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Taramellicératinés
Metahaploceras	*percevali*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Taramellicératinés
Metahaploceras	*strombecki*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Taramellicératinés
Metahaploceras	*subnudatum*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Taramellicératinés
Metahaploceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Taramellicératinés
Proscaphites	*anar*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Taramellicératinés
Taramelliceras	*besairiei*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Taramellicératinés
Taramelliceras	*callicerum*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Taramellicératinés
Taramelliceras	cf. *callicerum*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Taramellicératinés
Taramelliceras	*externnodosum*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Taramellicératinés
Taramelliceras	*flandrini*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Taramellicératinés
Taramelliceras	*holderi*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Taramellicératinés
Taramelliceras	*jumarense*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Taramellicératinés
Taramelliceras	*kachhense*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Taramellicératinés
Taramelliceras	*minax*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Taramellicératinés
Taramelliceras	*minax* var. *iabohazensis*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Taramellicératinés
Taramelliceras	*nivale*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Taramellicératinés
Taramelliceras	*pseudoflexuosum*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Taramellicératinés
Taramelliceras	sp.	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Taramellicératinés
Taramelliceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Taramellicératinés
Taramelliceras	*ultimum*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Taramellicératinés
Taramelliceras	*wrighti*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Taramellicératinés
Phlycticeras	*pustulatum*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Phlycticératinés
Phlycticeras	*pustulatum* var.	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Phlycticératinés
Aconeceras	*nisoides*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Aconecératinés
Aconeceras	*nisus*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Aconecératinés
Aconeceras	*trautscholdi*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Aconecératinés
Falciferella	*malandiandrensis*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Aconecératinés
Sanmartinoceras	*trautscholdi*	Ammonitina, Haploceratoidea	Oppeliidés, Aconecératinés
Acanthodiscus	*asiaticus*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Endémocératidés
Acanthodiscus	aff. *hundesianus*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Endémocératidés
Acanthodiscus	aff. *vaceki*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Endémocératidés
Acanthodiscus	cf. *soemmeringi*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Endémocératidés
Distoloceras	*hirtzi*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Endémocératidés
Distoloceras	*spinosissimum*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Endémocératidés
Leopoldia	*biassalensis*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Endémocératidés
Leopoldia	cf. *leopoldi* var. *ankerikensis*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Endémocératidés
Leopoldia	*leopoldi* var. *antsohyensis*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Endémocératidés
Leopoldia	*pronecostata*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Endémocératidés
Lyticoceras	aff. *longinodum*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Endémocératidés
Neocomites	aff. *beneckei*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Néocomitinés
Neocomites	aff. *paraplesius*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Néocomitinés
Neocomites	cf. *subalpinus*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Néocomitinés
Neocomites	*occitanicus*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Néocomitinés
Neocomites	sp.	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Néocomitinés
Neocomites	*teschenensis*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Néocomitinés
Neohoploceras	aff. *besairiei*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Néocomitinés
Neohoploceras	*ambikiensis*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Néocomitinés
Neohoploceras	*sayni*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Néocomitinés
Neohoploceras	*submartini*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Néocomitinés

4.7.1 AMMONOÏDES (17)

| | | |

4.7.1 AMMONOÏDES (18)

Sarasinella	*irregularis*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Néocomitinés
Sarasinella	*quadristrangulata*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Néocomitinés
Sarasinella	*varians*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Néocomitinés
Sarasinella	*varians* var. *tabulata*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Néocomitinés
Thurmanniceras	*umbilicocostatum*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Néocomitinés
Berriasella	aff. *consanguinea*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Berriasella	aff. *patula*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Berriasella	aff. *picteti*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Berriasella	aff. *privasensis*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Berriasella	*andrei* var. *variabilis*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Berriasella	*arnould-sagetae*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Berriasella	*arnould-sagetae* var. *venusta*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Berriasella	*boissieri*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Berriasella	*boissieri* var. *madagascariensis*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Berriasella	*callisto*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Berriasella	cf. *callisto*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Berriasella	gr. *privasensis*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Berriasella	*jacobi*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Berriasella	*malakialinensis*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Berriasella	*picteti*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Berriasella	*privasensis*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Blanfordiceras	*acuticosta*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Blanfordiceras	aff. *rotundidoma*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Blanfordiceras	cf. *wallichi*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Blanfordiceras	*delgai*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Blanfordiceras	*delgai* var. *multicostata*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Blanfordiceras	*rotundidoma* var. *venusta*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Blanfordiceras	*tenuicostatum*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Lytohoplites	*ambatomasinensis*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Lytohoplites	*besairiei*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Lytohoplites	*besairiei* var. *ambilobensis*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Lytohoplites	*besairiei* var. *saonjensis*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Lytohoplites	*hourcqi* var. *bevoayensis*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Lytohoplites	*subcylindricus*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Lytohoplites	*transitorius*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Neocosmoceras	*ampanihyense*	Ammonitina, Endemoceratoidea	Néocomitidés, Berriasellinés
Aulacosphinctes	*ampasimbensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Aulacosphinctes	*analavelonensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Aulacosphinctes	*besairiei*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Aulacosphinctes	cf. *spitiensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Aulacosphinctes	*gracilicostatus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Aulacosphinctes	*gracilis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Aulacosphinctes	*hollandi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Aulacosphinctes	*humilis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Aulacosphinctes	*laxicosta*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Aulacosphinctes	*laxicosta* var. *ankitokensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Aulacosphinctes	*laxicosta* var. *simplex*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Aulacosphinctes	*macer*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Aulacosphinctes	*mirandus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Aulacosphinctes	*morickei* var. *alta*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Aulacosphinctes	*natricoides* var. *obliqua*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Aulacosphinctes	*occultefurcatus* var. *angustior*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Aulacosphinctes	*orbiculatus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Aulacosphinctes	*parvulus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Aulacosphinctes	*pinguis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Aulacosphinctes	*proximus* var. *angusta*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Aulacosphinctes	*quadratus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Aulacosphinctes	*retrosus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Aulacosphinctes	*sarroti*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Aulacosphinctes	*spitiensis* var. *multicostata*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Aulacosphinctes	*venustus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Aulacosphinctes ?	*retrorsus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Corongoceras	*aurouzei*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Corongoceras	*bifurcatum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Corongoceras	*diversecostatum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Corongoceras	*elegans*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Corongoceras	*fibulatum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Corongoceras	*iabohazense*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Corongoceras	*inflatiforme*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Corongoceras	*irregulare*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Corongoceras	*lamellosum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Corongoceras	*paucicostatum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés

4.7.1 AMMONOÏDES (18)

| | | |

4.7.1 AMMONOÏDES (19)

Micracanthoceras	*peroni*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Himalayitidés
Beraketites	*alloiteaui*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Pseudopérisphinctinés
Beraketites	*dardennei*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Pseudopérisphinctinés
Beraketites	*lehmani*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Pseudopérisphinctinés
Beraketites	*planissimus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Pseudopérisphinctinés
Choffatia	*aurita*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Pseudopérisphinctinés
Choffatia	*balinensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Pseudopérisphinctinés
Choffatia	*baluchistanensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Pseudopérisphinctinés
Choffatia	*cobra*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Pseudopérisphinctinés
Choffatia	*euryptycha*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Pseudopérisphinctinés
Choffatia	*furcula*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Pseudopérisphinctinés
Choffatia	*homoeomorpha*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Pseudopérisphinctinés
Choffatia	*lateralis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Pseudopérisphinctinés
Choffatia	*madani*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Pseudopérisphinctinés
Choffatia	*naia*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Pseudopérisphinctinés
Choffatia	*perdagata*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Pseudopérisphinctinés
Choffatia	*recuperoi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Pseudopérisphinctinés
Choffatia	*sakuntala*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Pseudopérisphinctinés
Choffatia	*sp.*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Pseudopérisphinctinés
Choffatia	*subbakeriae*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Pseudopérisphinctinés
Choffatia	*subtilis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Pseudopérisphinctinés
Choffatia	*transitoria*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Pseudopérisphinctinés
Klematosphinctes	*perisphinctoides*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Pseudopérisphinctinés
Klematosphinctes	*precursor*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Pseudopérisphinctinés
Orionoides	*indicus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Pseudopérisphinctinés
Siemiradzkia	*demariae*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Pseudopérisphinctinés
Alligaticeras	aff. *obliqueplicatum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Alligaticeras	aff. *polymorphum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Alligaticeras	*birmensdorfense*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Alligaticeras	*frickense*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Alligaticeras	*jooarense*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Alligaticeras	*obliqueplicatum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Alligaticeras	*polymorphum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Arisphinctes	*cotovui*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Arisphinctes	*helenae*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Dichotomoceras	*antecedens*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Dichotomoceras	*cliqueti*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Dichotomoceras	*predivisum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Dichotomoceras	*quadratum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Dichotomoceras	*rabenjanaharyi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Dichotomoceras	*sparsicostatum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Dichotomoceras	*stenocycloides*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Dichotomoceras	*umbilicatum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Dichotomosphinctes	*antecedens*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Dichotomosphinctes	*cliqueti*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Dichotomosphinctes	*decaryi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Dichotomosphinctes	*falculae*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Dichotomosphinctes	*germaini*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Dichotomosphinctes	*martini*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Dichotomosphinctes	*rabenjanaharyi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Dichotomosphinctes	*rota* var. *constricta*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Dichotomosphinctes	*rota* var. *fasciculata*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Dichotomosphinctes	*rotiformis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Dichotomosphinctes	*rotoides*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Dichotomosphinctes	*roubyanus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Dichotomosphinctes	*sikilyensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Dichotomosphinctes	*stenocycloides*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Dichotomosphinctes	*subrota*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Dichotomosphinctes	*tanakeformis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Dichotomosphinctes	*wartae*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Discosphinctes	*aeneas*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Discosphinctes	aff. *schilli*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Discosphinctes	*ardesicus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Discosphinctes	*besairiei*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Discosphinctes	*eneas*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Discosphinctes	*jelskii*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Discosphinctes	*schilli*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Discosphinctes	*tanakeformis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Discosphinctes	*tintanti*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Divisosphinctes	*besairiei*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Kranaosphinctes	*behieri*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Kranaosphinctes	cf. *irregularis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés

4.7.1 AMMONOÏDES (19)

| | | |

4.7.1 AMMONOÏDES (20)

Kranaosphinctes	*gyrus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Kranaosphinctes	*mahabobokensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Kranaosphinctes	*nerunensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Kranaosphinctes	*poissoni*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Kranaosphinctes	*prevolutus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Kranaosphinctes	*rabei*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Kranaosphinctes	*randrianarivonyi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Kranaosphinctes	*roedereri*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Kranaosphinctes	*subbullingdonensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Kranaosphinctes	*subevolutus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Liosphinctes	*linki*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Pachyplanulites	*irregularis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Pachyplanulites	*mahabobokensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Pachyplanulites	*nerunaensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Pachyplanulites	*praeevolutus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Pachyplanulites	*rabei*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Pachyplanulites	*randrianarivonyi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Pachyplanulites	*subevolutus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Perisphinctes	*indogermanicus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Perisphinctes	*orientalis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Perisphinctes	*subtilis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Perisphinctes	cf. *biplicatus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Properisphinctes	*bernensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Properisphinctes	*trapezoidalis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Prososphinctes	*claromontanus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Prososphinctes	*hirtzi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Prososphinctes	*mazuricus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Prososphinctes	*sagitta*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Prososphinctes	*sagitta* var. *sagittiformis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Prososphinctes	*virguloides*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Périsphinctinés
Orthosphinctes	aff. *wagurensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Ataxiocératinés
Orthosphinctes	*beraketensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Ataxiocératinés
Orthosphinctes	*tanakeformis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Ataxiocératinés
Lithacoceras	aff. *tyrrhenum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Ataxiocératinés
Lithacoceras	*mombassanum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Ataxiocératinés
Lithacoceras	*mombassanum* var. *antrobikensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Ataxiocératinés
Lithacoceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Ataxiocératinés
Lithacoceras	*thyrrhenum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Ataxiocératinés
Lithacoceras	*torquatiforme*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Ataxiocératinés
Lithacoceras	*torquatiforme* var. *umbilicata*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Ataxiocératinés
Aulacosphinctoides	*ambilobensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Perisphinctidés, Virgatosphinctinés
Aulacosphinctoides	*antsalovensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Perisphinctidés, Virgatosphinctinés
Aulacosphinctoides	cf. *infundibulum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Perisphinctidés, Virgatosphinctinés
Aulacosphinctoides	cf. *latedorsatus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Perisphinctidés, Virgatosphinctinés
Aulacosphinctoides	*delepinei*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Perisphinctidés, Virgatosphinctinés
Aulacosphinctoides	*gauthieri*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Perisphinctidés, Virgatosphinctinés
Aulacosphinctoides	*hiemi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Perisphinctidés, Virgatosphinctinés
Aulacosphinctoides	*hundesianus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Perisphinctidés, Virgatosphinctinés
Aulacosphinctoides	*kachhensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Perisphinctidés, Virgatosphinctinés
Aulacosphinctoides	*latedorsatus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Perisphinctidés, Virgatosphinctinés
Aulacosphinctoides	*miloni*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Perisphinctidés, Virgatosphinctinés
Aulacosphinctoides	*tanakeformis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Perisphinctidés, Virgatosphinctinés
Aulacosphinctoides	*tibetanus* var. *percostata*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Perisphinctidés, Virgatosphinctinés
Aulacosphinctoides	*uhligi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Perisphinctidés, Virgatosphinctinés
Aulacosphinctoides	*uhligi* var. *capillacea*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Perisphinctidés, Virgatosphinctinés
Aulacosphinctoides	*willisi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Perisphinctidés, Virgatosphinctinés
Djurjuriceras	sp.	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Virgatosphinctinés
Pachysphinctes	*bathyplocus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Perisphinctidés, Virgatosphinctinés
Pachysphinctes	*grandti*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Virgatosphinctinés
Pachysphinctes	*hirtzi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Perisphinctidés, Virgatosphinctinés
Pachysphinctes	*linguiferus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Perisphinctidés, Virgatosphinctinés
Pachysphinctes	*major*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Perisphinctidés, Virgatosphinctinés
Pachysphinctes	*tanakeformis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Perisphinctidés, Virgatosphinctinés
Pachysphinctes	*trichordis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Perisphinctidés, Virgatosphinctinés
Phanerostephanus	*antsalovensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Virgatosphinctinés
Phanerostephanus	*besairiei*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Virgatosphinctinés
Subplanites	*tanakeformis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Virgatosphinctinés
Torquatisphinctes	*alterneplicatus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Virgatosphinctinés
Torquatisphinctes	*besairiei*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Virgatosphinctinés
Torquatisphinctes	*madagascariensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Virgatosphinctinés
Torquatisphinctes	sp.	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Virgatosphinctinés
Torquatisphinctes	*tanakeformis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Virgatosphinctinés
Virgatosphinctes	*andranosamonte*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Virgatosphinctinés

4.7.1 AMMONOÏDES (20)

	X						Collignon	1959
		X					Collignon	1959
		X					Collignon	1959
		X					Collignon	1959
		X					Collignon	1959
		X					Collignon	1959
		X					Collignon	1959
		X						
		X					Collignon	1959
		X					Collignon	1959
		X					Collignon	1959
		X						
		X						
		X						
		X						
		X						
		X						
		X						
		X						
		X					Collignon	1959
	X							
				X			Collignon	1962
	X	X					Collignon	1959
	X						Collignon	1959
	X						Collignon	1959
		X						
	X						Collignon	1959
		X						
		X					Collignon	1959
		X					Collignon	1959
		X					Collignon	1959
		X					Collignon	1959
		X					Collignon	1959
		X					Collignon	1959
		X						
		X					Collignon	1959
		X					Collignon	1959
		X						
		X						
		X					Collignon	1959
	X						Collignon	1961
		X						
		X					Collignon	1961
		X					Collignon	1959
		X					Collignon	1960
		X					Collignon	1961
		X					Collignon	1960
		X					Collignon	1961
		X						
		X					Collignon	1961
		X					Collignon	1960
		X					Collignon	1961
		X					Collignon	1960
		X					Collignon	1961
		X					Collignon	1960
		X					Collignon	1961
	X						Collignon	1960
		X						
		X						
		X					Collignon	1959
			X				Collignon	1959
		X	X					
		X	X				Collignon	1959
			X				Collignon	1959
			X				Collignon	1960
			X				Collignon	1960
			X				Collignon	1959
		X	X				Collignon	1959
		X						
		X						
		X	X				Spath	
		X	X				Collignon	1959
			X				Collignon	1960

4.7.1 AMMONOÏDES (21)

Virgatosphinctes	*communis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Virgatosphinctinés
Virgatosphinctes	*denseplicatus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Virgatosphinctinés
Virgatosphinctes	*denseplicatus* var. *blakei*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Virgatosphinctinés
Virgatosphinctes	*denseplicatus* var. *inequalis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Virgatosphinctinés
Virgatosphinctes	*falloti*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Virgatosphinctinés
Virgatosphinctes	*falloti* var. *perangustumbilicata*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Virgatosphinctinés
Virgatosphinctes	*frequens*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Virgatosphinctinés
Virgatosphinctes	*denseplicatus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Virgatosphinctinés
Virgatosphinctes	*multifasciatus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Virgatosphinctinés
Virgatosphinctes	*oppeli* var. *tenuicostata*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Virgatosphinctinés
Virgatosphinctes	*rousseli*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Virgatosphinctinés
Virgatosphinctes	*saherensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Virgatosphinctinés
Virgatosphinctes	*sakalavus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Virgatosphinctinés
Subdichotomoceras	*mandaranense*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Pseudovirgatitinés
Subdichotomoceras	*sikilyense*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Pseudovirgatitinés
Dorsoplanites	*antsalovensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Dorsoplanitinés
Gracilisphinctes	aff. *progracilis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Zigzagicératinés
Kinkeliniceras	*catillus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Proplanulitinés
Kinkeliniceras	*cattalai*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Proplanulitinés
Kinkeliniceras	*crassiplanula*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Proplanulitinés
Kinkeliniceras	*discoideum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Proplanulitinés
Kinkeliniceras	*indra*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Proplanulitinés
Kinkeliniceras	*kinkelini*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Proplanulitinés
Kinkeliniceras	*krishna*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Proplanulitinés
Kinkeliniceras	*subwaageni*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Proplanulitinés
Kinkeliniceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Proplanulitinés
Kinkeliniceras	*varuna*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Proplanulitinés
Obtusicostites	aff. *devi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Proplanulitinés
Obtusicostites	*ankoboensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Proplanulitinés
Obtusicostites	*buckmani*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Proplanulitinés
Obtusicostites	*debi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Proplanulitinés
Obtusicostites	*obtusicosta*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Proplanulitinés
Obtusicostites	*ranaivoi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Proplanulitinés
Obtusicostites	*retrorsicostatus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Proplanulitinés
Obtusicostites	sp.	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Proplanulitinés
Obtusicostites	*ushas*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Proplanulitinés
Obtusicostites	*waageni*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Proplanulitinés
Binatisphinctes	*ankazoabensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Binatisphinctes	*biroi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Binatisphinctes	*credneri*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Binatisphinctes	*manamanensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Gracilisphinctes	*arkelli*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Grossouvria	aff. *kontkiewiczi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Grossouvria	*anomala*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Grossouvria	*bucharica*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Grossouvria	*calloviensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Grossouvria	cf. *curvicosta*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Grossouvria	*crassa*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Grossouvria	*curvicostata*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Grossouvria	*debelmasi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Grossouvria	*delbosi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Grossouvria	*evexa*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Grossouvria	*fluctuosa*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Grossouvria	*kontkiewiczi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Grossouvria	*leptoides*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Grossouvria	*rjasanensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Grossouvria	*subtilis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Subgrossouvria	*biroi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Subgrossouvria	*blakei*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Subgrossouvria	*calloviensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Subgrossouvria	*dubia*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Subgrossouvria	*euryptycha* var. *densicostata*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Subgrossouvria	*evexa*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Subgrossouvria	*gudjinsirensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Subgrossouvria	*gudjinsirensis* var. *perlobata*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Subgrossouvria	*laplainei*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Subgrossouvria	*lavocati*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Subgrossouvria	*rakotondramazavai*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Subgrossouvria	sp.	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Subgrossouvria	*wanneri*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Périsphinctidés, Grossouvriinés
Reineckeia	*anceps*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Reineckeiidés
Reineckeia	*delarochei*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Reineckeiidés
Reineckeia	*grappini*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Reineckeiidés

4.7.1 AMMONOÏDES (21)

| | | |

4.7.1 AMMONOÏDES (22)

Reineckeia	*oxyoptycha*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Reineckeiidés
Reineckeia	*rehmanni*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Reineckeiidés
Reineckeia	*reissi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Reineckeiidés
Reineckeia	sp.	Ammonitina, Perisphinctoidea	Reineckeiidés
Reineckeia	*stuebeli*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Reineckeiidés
Reineckeites	*oxyptycha*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Reineckeiidés
Reineckeites	*oxyptychoides*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Reineckeiidés
Reineckeites	*rehmanni*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Reineckeiidés
Epaspidoceras	*rupellense*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés
Orthaspidoceras	*nodosocostatum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés
Physodoceras	*avellanoides*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés
Physodoceras	*avellanum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés
Physodoceras	cf. *periacense*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés
Physodoceras	*circumspinosum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés
Physodoceras	*cyclotum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés
Prieserites	*boehmi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés
Prieserites	*interscissus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés
Pseudowaagenia	*haynaldi* var. *tuberculata*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés
Pseudowaagenia	*tanakeformis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés
Arcaspidoceras	*jeanneti*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Aspidocératinés
Aspidoceras	*acanthicum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Aspidocératinés
Aspidoceras	aff. *binodum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Aspidocératinés
Aspidoceras	*bertucati*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Aspidocératinés
Aspidoceras	*bussierei*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Aspidocératinés
Aspidoceras	cf. *subwynnei*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Aspidocératinés
Aspidoceras	*deski*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Aspidocératinés
Aspidoceras	*iphiceroides*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Aspidocératinés
Aspidoceras	*iphicerum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Aspidocératinés
Aspidoceras	*longispinum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Aspidocératinés
Aspidoceras	*meridionale*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Aspidocératinés
Aspidoceras	sp.	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Aspidocératinés
Aspidoceras	*spathi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Aspidocératinés
Aspidoceras	*spinosum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Aspidocératinés
Aspidoceras	*subwynnei*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Aspidocératinés
Aspidoceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Aspidocératinés
Euaspidoceras	*acanthodes*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Aspidocératinés
Euaspidoceras	*babeaui*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Aspidocératinés
Euaspidoceras	*blakei*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Aspidocératinés
Euaspidoceras	cf. *simile*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Aspidocératinés
Euaspidoceras	*oegir*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Aspidocératinés
Euaspidoceras	*ovale*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Aspidocératinés
Euaspidoceras	*perarmatum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Aspidocératinés
Euaspidoceras	*perarmatum* var. *beraketensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Aspidocératinés
Euaspidoceras	*simile*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Aspidocératinés
Euaspidoceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Aspidocératinés
Euaspidoceras	*waageni*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Aspidocératinés
Paraspidoceras	*magdalenae*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Euaspidocératinés
Gregoryceras	*riazi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Peltocératinés
Gregoryceras	*rogeri*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Peltocératinés
Parawedekindia	*arduennensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Peltocératinés
Parawedekindia	*choffati*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Peltocératinés
Parawedekindia	*torosa*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Peltocératinés
Parawedekindia	*trifurcata*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Peltocératinés
Peltoceras	*athleta*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Peltocératinés
Peltoceras	*bidens*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Peltocératinés
Peltoceras	*kachhense*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Peltocératinés
Peltoceras	*kumagunense*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Peltocératinés
Peltoceras	*metamorphicum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Peltocératinés
Peltoceras	*ponderosum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Peltocératinés
Peltoceras	*syriacum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Peltocératinés
Peltoceras	*trifidum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Peltocératinés
Peltoceras	*trifidum* var. *horrida*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Peltocératinés
Peltoceras	*semirugosum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Peltocératinés
Metapeltoceras	*armiger*	Ammonitina, Haploceratoidea	Aspidocératidés, Peltocératinés
Metapeltoceras	*diversiforme*	Ammonitina, Haploceratoidea	Aspidocératidés, Peltocératinés
Metapeltoceras	sp.	Ammonitina, Haploceratoidea	Aspidocératidés, Peltocératinés
Peltoceratoides	*bidens*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Peltocératinés
Peltoceratoides	*choffati*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Peltocératinés
Peltoceratoides	*egoceratoides*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Peltocératinés
Peltoceratoides	*semirugosa*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Peltocératinés
Peltomorphites	*eugenii*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aspidocératidés, Peltocératinés
Microbiplices	*microbiplex*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Aulacostéphanidés
Hemisimoceras	*nodulosum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Simocératidés, Simocératinés

4.7.1 AMMONOÏDES (22)

| | | |

4.7.1 AMMONOÏDES (23)

Hemisimoceras	*rati*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Simocératidés, Simocératinés
Hemisimoceras	*semistriatum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Simocératidés, Simocératinés
Parapatoceras	*calloviense*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Parkinsoniidés
Parapatoceras	*spinosum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Parkinsoniidés
Epistrenoceras	*histricoides*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Parkinsoniidés
Epistrenoceras	*tanakeformis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Parkinsoniidés
Proniceras	cf. *jacobi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Olcostéphanidés, Spiticératinés
Proniceras	*crassum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Olcostéphanidés, Spiticératinés
Proniceras	*jacobiforme*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Olcostéphanidés, Spiticératinés
Proniceras	*madagascariense*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Olcostéphanidés, Spiticératinés
Proniceras	*mazenoti*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Olcostéphanidés, Spiticératinés
Proniceras	*pronum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Olcostéphanidés, Spiticératinés
Proniceras	*subpronum* var. *saonjensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Olcostéphanidés, Spiticératinés
Proniceras	*subsimplex*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Olcostéphanidés, Spiticératinés
Proniceras	*toucasi* var. *recta*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Olcostéphanidés, Spiticératinés
Spiticeras	aff. *bilobatum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Olcostéphanidés, Spiticératinés
Spiticeras	aff. *cautleyi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Olcostéphanidés, Spiticératinés
Spiticeras	*barrabei*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Olcostéphanidés, Spiticératinés
Spiticeras	*celsum* var. *barensis*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Olcostéphanidés, Spiticératinés
Spiticeras	*jacobi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Olcostéphanidés, Spiticératinés
Spiticeras	*obliquestrangulatum*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Olcostéphanidés, Spiticératinés
Olcostephanus	aff. *radiatus*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Olcostéphanidés, Olcostéphaninés
Olcostephanus	*busnardoi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Olcostéphanidés, Olcostéphaninés
Olcostephanus	*douvillei*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Olcostéphanidés, Olcostéphaninés
Olcostephanus	*rabei*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Olcostéphanidés, Olcostéphaninés
Olcostephanus	*spathi*	Ammonitina, Perisphinctoidea	Olcostéphanidés, Olcostéphaninés

Ankobites	*aburense*	Ammonoidea
Ankobites	*saintoursi*	Ammonoidea
Christophoceras	*ramboulai*	Ammonoidea
Diplasioceras	*besairiei*	Ammonoidea
Diplasioceras	*fredericksburgense*	Ammonoidea
Diplasioceras	*hirtzi*	Ammonoidea
Diplasioceras	*horridum*	Ammonoidea
Diplasioceras	*marotifyense*	Ammonoidea
Epiglyptoxoceras	*abnorme*	Ammonoidea
Epiglyptoxoceras	*annulatum*	Ammonoidea
Epiglyptoxoceras	*giganteum*	Ammonoidea
Espaniceras	*raulinianiforme*	Ammonoidea
Metapeltoceras	*armiger*	Ammonoidea
Metapeltoceras	*diversiforme*	Ammonoidea
Metapeltoceras	sp.	Ammonoidea
Orionoides	*pseudorion*	Ammonoidea
Parapeltoceras	*annulosum*	Ammonoidea
Parapeltoceras	*oblungum*	Ammonoidea
Properisphinctes	*bernensis*	Ammonoidea
Properisphinctes	*noetlingi*	Ammonoidea
Proplanulites	*kinkelini*	Ammonoidea
Sivajiceras	*aureum*	Ammonoidea
Sivajiceras	*besairiei*	Ammonoidea
Sivajiceras	*congener*	Ammonoidea
Sivajiceras	*kleidos*	Ammonoidea
Sivajiceras	*magnumbilicatum*	Ammonoidea
Sivajiceras	*paramorphum*	Ammonoidea
Sivajiceras	*perrobustum*	Ammonoidea
Sivajiceras	*robustum*	Ammonoidea
Sivajiceras	sp.	Ammonoidea

4.7.1 AMMONOÏDES (23)

| | | |

4.7.2 BÉLEMNOÏDES

Belemnites	*pistilliformis*	Belemnitida	Bélemnitidés
Belemnites	*ultimus*	Belemnitida	Bélemnitidés
Belemnites	*stilus*	Belemnitida	Bélemnitidés
Belemnites	*claviger*	Belemnitida	Bélemnitidés
Belemnites	*jaculum*	Belemnitida	Bélemnitidés
Belemnites	*subfusiformis*	Belemnitida	Bélemnitidés
Belemnites	*tanganensis*	Belemnitida	Bélemnitidés
Belemnites	*kantkotensis*	Belemnitida	Bélemnitidés
Belemnites	*subhastatus*	Belemnitida	Bélemnitidés
Dicoelites	*challinori*	Belemnitida, Belemnopseina	Dicoelitidés
Dicoelites	sp.	Belemnitida, Belemnopseina	Dicoelitidés
Belemnopsis	*andranomavoensis*	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Belemnopsis	*akomakaensis*	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Belemnopsis	*alfuricus*	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Belemnopsis	*beritsokensis*	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Belemnopsis	*besairiei*	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Belemnopsis (Belemnites)	*calloviensis*	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Belemnopsis	*casterasi*	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Belemnopsis	*collignoni*	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Belemnopsis	*ex gr. calloviensis*	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Belemnopsis	*gerardi*	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Belemnopsis	*grantanus*	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Belemnopsis	*kantkotensis*	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Belemnopsis (Belemnites)	*latesulcatus*	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Belemnopsis	*madagascariensis*	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Belemnopsis	*sikilyensis*	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Belemnopsis	*solofoi*	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Belemnopsis	*tanganensis : voir Dicoelites*		
Hibolites	*antsoaensis*	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Hibolites	*compressus*	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Hibolites	*weberi*	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Hibolites	*claviger*	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Hibolites	*duperroni*	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Hibolites	*flemingi*	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Hibolites	*fontoinonti*	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Hibolites (Belemnites	*perrieri*	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Hibolites	*savornini*	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Hibolites	sp. C	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Hibolites	sp. A	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Hibolites	sp. B	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Hibolites	*stoyanovae*	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Neohibolites	sp 1	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Neohibolites	sp. cf. *wollemani*	Belemnitida, Belemnopseina	Bélemnopséidés
Duvalia	*bemadirensis*	Belemnitida, Belemnopseina	Duvaliidés
Duvalia	*guillantona (md)*	Belemnitida, Belemnopseina	Duvaliidés
Duvalia	*laniraensis*	Belemnitida, Belemnopseina	Duvaliidés
Duvalia	*monsalvensis*	Belemnitida, Belemnopseina	Duvaliidés
Duvalia	*rafarae*	Belemnitida, Belemnopseina	Duvaliidés
Duvalia	*rakotondrazafyi*	Belemnitida, Belemnopseina	Duvaliidés
Duvalia	*rhopaliformis*	Belemnitida, Belemnopseina	Duvaliidés
Duvalia	*sakalava*	Belemnitida, Belemnopseina	Duvaliidés
Duvalia	*silesiaca*	Belemnitida, Belemnopseina	Duvaliidés
Duvalia	*soromareayensis*	Belemnitida, Belemnopseina	Duvaliidés
Duvalia	sp. A	Belemnitida, Belemnopseina	Duvaliidés
Duvalia	sp. B	Belemnitida, Belemnopseina	Duvaliidés
Duvalia	*zaferai*	Belemnitida, Belemnopseina	Duvaliidés
Rhopaloteuthis s. Belemnites	*oldhamianus*	Belemnitida, Belemnopseina	Duvaliidés
Rhopaloteuthis	*sauvanausus*	Belemnitida, Belemnopseina	Duvaliidés
Rhopaloteuthis	sp. *? sauvanausus*	Belemnitida, Belemnopseina	Duvaliidés
Rhopaloteuthis	sp.	Belemnitida, Belemnopseina	Duvaliidés
A	sp.	Belemnitida, Belemnopseina	incertae sedis
B	sp.	Belemnitida, Belemnopseina	incertae sedis
Belemnitida	sp.	Belemnitida incertae sedis	incertae sedis



4.7.2 BÉLEMNOÏDES

| | | |

4.7.3 NAUTILOÏDES

Orthoceras	sp.	Nautiloidea, Orthoceratida	Orthocératidés	X	
Liroceras (Nautilus)	*molengraafi*	Nautiloidea, Nautilida	Clydonautilaceae, Lirocératidés	X	
Liroceras (Nautilus)	*waterloti*	Nautiloidea, Nautilida	Clydonautilaceae, Lirocératidés	X	
Nautilus	*waterloti*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Nautilidés	X	
Nautilus	*molengraafi*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Nautilidés	X	
Nautilus	*kielingeri*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Nautilidés		X
Nautilus	*intermedius*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Nautilidés		
Nautilus	*balachistanensis*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Nautilidés		
Nautilus	*calloviensis*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Nautilidés		
Nautilus	*giganteus*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Nautilidés		
Nautilus	*jumarensis*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Nautilidés		
Nautilus	*fleuriausianus*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Nautilidés		
Nautilus	*danicus*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Nautilidés		
Nautilus	*elegans*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Nautilidés		
Nautilus	*desertorum*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Nautilidés		
Nautilus	*kayeanus*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Nautilidés		
Nautilus	*formosus*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Nautilidés		
Nautilus	*sublaevigatus*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Nautilidés		
Nautilus	*sphaericus*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Nautilidés		
Nautilus	*rota*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Nautilidés		
Nautilus	*waterloti*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Nautilidés		
Nautilus	*crebicostatus*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Nautilidés		
Nautilus	sp.	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Nautilidés		
Aturia	*aturi*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Nautilidés		
Pseudaganides	*frickensis*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Pseudonautilidae		
Nucula	*ovata*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Paracénocératidés		
Paracenoceras	*calloviense*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Paracénocératidés		
Paracenoceras	*jumarense*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Paracénocératidés		
Paracenoceras	*kumagunense*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Paracénocératidés		
Paracymatoceras	*rota*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Paracénocératidés		
Cymatoceras	*andranofotsiense*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Cymatocératidés		
Cymatoceras	*crebricostatum*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Cymatocératidés		
Cymatoceras	*formosus*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Cymatocératidés		
Cymatoceras	*huxleyanus*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Cymatocératidés		
Cymatoceras	*kayei-kayeanus*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Cymatocératidés		
Cymatoceras	*madagascariense*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Cymatocératidés		
Cymatoceras (Nautilus)	*kayeanus*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Cymatocératidés		
Cymatoceras (Nautilus)	*kayei*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Cymatocératidés		
Cymatoceras (Nautilus)	*sakalavum*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Cymatocératidés		
Cymatoceras	*subalbense*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Cymatocératidés		
Hercoglossa	*danicus*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Hercoglossidés		
Hercoglossa	*majungaensis*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Hercoglossidés		
Hercoglossa	*madagascariense*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Hercoglossidés		
Eutrephoceras	*desertorum*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Hercoglossidés		
Eutrephoceras	*sublaevigatum*	Nautiloidea, Nautilida	Nautilaceae, Hercoglossidés		

4.7.3 NAUTILOÏDES

												Bruguière	1789	
												Haniel	1915	Vaillant-Cout., 1933 ; Fossilworks
														Vaillant-Cout., 1933 ; Fossilworks
												Vaillant-Cout.	1933	Vaillant-Cout., 1933 ; Fossilworks
												BLANFORD	1862	Vaillant-Cout., 1933 ; Fossilworks
												HANIEL	1915	Vaillant-Cout., 1933 ; Fossilworks
			X											Fossilworks
						X								Fossilworks
			X											Fossilworks
		X	X											Fossilworks
			X											Fossilworks
				X								d'Orbigny	1840	Fossilworks
						X	X					Von Schlotheim	1820	Fossilworks
				X								Sowerby	1816	Fossilworks
						X						Sowerby	1816	Fossilworks
							X					Zittel	[illegible]	Fossilworks
						X						Blanford	1861	Fossilworks
						X						Blanford	1861	Fossilworks
						X						Spengler	1911	Fossilworks
						X						Forbes	1847	Fossilworks
												Collignon	1933	Fossilworks
						X								Fossilworks
				X	X	X	X							Fossilworks
										X		Basterot	1825	Coll. & Cottreau, 1927
		X												Fossilworks
				X								Lamarck	1799	Fossilworks
		X	X											Fossilworks
			X											Fossilworks
		X	X											Fossilworks
				X										manzanitalab.com
				X										Fossilworks
				X								Blanford	1861	Fossilworks
				X								Blanford	1861	manzanitalab.com
				X								Blanford	1861	manzanitalab.com
				X								Blanford	1861	manzanitalab.com
				X										manzanitalab.com
						X						Blanford	1861	Fossilworks
						X								Fossilworks
				X								Collignon	1949	manzanitalab.com
				X										Fossilworks
				X								Schlotheim	1820	manzanitalab.com
									X			Obata & Kanie	1978	manzanitalab.com
				X								Collignon	1951	manzanitalab.com
				X										manzanitalab.com
				X										manzanitalab.com

4.8 CRUSTACÉS (1)

Genre	*espèce*	Sous-classe - Ordre - Sous-ordre - Superfamille	Famille	N NW SW N
Polycope	sp.	Myodocopa - Halocyprida - Cladocopina - Polycopoidea	Polycopidés	
Amicytheridea	*globosa*	Ostracoda incertae sedis		
Amicytheridea	*triangulata*	Ostracoda incertae sedis		
Amicytheridea	*ihopyensis*	Ostracoda incertae sedis		
Australophocythere	*malgachica*	Ostracoda incertae sedis		
Fastigatocythere	*befotakaensis*	Ostracoda incertae sedis		
Fastigatocythere	*bicruciata*	Ostracoda incertae sedis		
Fastigatocythere	*falcula*	Ostracoda incertae sedis		
Fastigatocythere	*juglandica malgachica*	Ostracoda incertae sedis		
Fastigatocythere	sp.	Ostracoda incertae sedis		
Fastigatocythere	sp. 1	Ostracoda incertae sedis		
Fastigatocythere	*globosa*	Ostracoda incertae sedis		
Fastigatocythere	*trisulcata*	Ostracoda incertae sedis		
Lophocythere	sp.	Ostracoda incertae sedis		
Tickalaracythere	*sp*	Ostracoda incertae sedis		
Trichordis	*devexa*	Ostracoda incertae sedis		
Trichordis	*grumosa*	Ostracoda incertae sedis		
Trichordis	*praetexta magna*	Ostracoda incertae sedis		
Trichordis	*triangula*	Ostracoda incertae sedis		
Cytherella	*collapsa*	Podocopa - Platycopida - Platycopina - Cytherelloidea	Cythérellidés	
Cytherella	sp.	Podocopa - Platycopida - Platycopina - Cytherelloidea	Cythérellidés	
Cytherelloidea	*ipis*	Podocopa - Platycopida - Platycopina - Cytherelloidea	Cythérellidés	
Cytherelloidea	*ghotaruensis*	Podocopa - Platycopida - Platycopina - Cytherelloidea	Cythérellidés	
Cytherelloidea	*oertlii*	Podocopa - Platycopida - Platycopina - Cytherelloidea	Cythérellidés	
Cytherelloidea	*sp.*	Podocopa - Platycopida - Platycopina - Cytherelloidea	Cythérellidés	
Cytherelloidea	sp. 1	Podocopa - Platycopida - Platycopina - Cytherelloidea	Cythérellidés	
Cytherelloidea	sp. 2	Podocopa - Platycopida - Platycopina - Cytherelloidea	Cythérellidés	
Fabanella	sp. 1	Podocopa - Podocopida incertae sedis		
Fabanella	sp. 2	Podocopa - Podocopida incertae sedis		
Lophocythere	*devexa*	Podocopa - Podocopida incertae sedis		
Mandawacythere	sp. 1	Podocopa - Podocopida incertae sedis		
Mandawacythere	*sp*	Podocopa - Podocopida incertae sedis		
Oligocythereis	*majungaensis*	Podocopa - Podocopida incertae sedis		
Oligocythereis	*pertusa*	Podocopa - Podocopida incertae sedis		
Oligocythereis	sp. 1	Podocopa - Podocopida incertae sedis		
Oligocythereis	sp. 2	Podocopa - Podocopida incertae sedis		
Oligocythereis	*majungaensis*	Podocopa - Podocopida incertae sedis		
Orthonotacythere	*sp*	Podocopa - Podocopida incertae sedis		
Paranotacythere	*sp*	Podocopa - Podocopida incertae sedis		
Schuleridea	sp.	Podocopa - Podocopida incertae sedis		
Bisulcocypris	*calcar*	Podocopa - Podocopida incertae sedis		
Bairdia	sp.	Podocopa - Podocopida - Bairdiocopina - Bairdioidea	Bairdiidés	
Bythocypris	*aff. Stroggyiae*	Podocopa - Podocopida - Bairdiocopina - Bairdioidea	Bythocypridídés	
Robsoniella	*postelongata*	Podocopa - Podocopida - Bairdiocopina - Bairdioidea	Bythocypridídés	
Patellacythere	sp.	Podocopa - Podocopida - Bairdiocopina - Bairdioidea	Bythocythéridés	
Paracypris	sp.	Podocopa - Podocopida - Cypridocopina - Cypridoidea	Candonidés	
Pontocyprella	DS 1	Podocopa - Podocopida - Cypridocopina - Pontocypridoidea	Pontocypridídés	
Pontocyprella	sp.	Podocopa - Podocopida - Cypridocopina - Pontocypridoidea	Pontocypridídés	
Ektyphocythere	sp. 1	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Protocythéridés	
Acanthocythere	sp.	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Progonocythéridés	
Acrocythere	*sp*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Progonocythéridés	
Acrocythere	*oculata*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Progonocythéridés	
Arculicythere	*defluxa*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Progonocythéridés	
Arculicythere	*tumida*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Progonocythéridés	
Arculicythere	*modica*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Progonocythéridés	
Majungaella	*glabra*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Progonocythéridés	
Majungaella	*nematis*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Progonocythéridés	
Majungaella	*microperforata*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Progonocythéridés	
Majungaella	*mundula*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Progonocythéridés	
Majungaella	*perforata*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Progonocythéridés	
Majungaella	cf.*pyriformis*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Progonocythéridés	
Majungaella	sp.	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Progonocythéridés	
Majungaella	sp. 1	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Progonocythéridés	
Majungaella	*ventriosa*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Progonocythéridés	

4.8 CRUSTACÉS (1)

NW	SW	N	NW	SW	N	NW	SW	NW	SW	NW	SW	N	NW	SW	Auteur	Année	Référence
			X												Sars	1966	Rafara, 1990
				X											Bate	1975	fossilworks.org
				X											Bate	1975	fossilworks.org
			X												Grekoff	1966	Bate, 1975
				X													Mette, 2004
				X											Grekoff	1963	marinespecies.org
				X											Grekoff	1963	marinespecies.org
				X											Grekoff	1963	marinespecies.org
				X											Grekoff	1963	marinespecies.org
				X											Wienholz	1867	marinespecies.org
				X											Wienholz	1867	marinespecies.org
															Wienholz	1867	Mette, 2004
				X											Wienholz	1867	marinespecies.org
				X											Depeche	1973	marinespecies.org
			X												Kroemmelbein	1975	Rafara, 1990
				X											Khosla Jakhar	1993	Bate, 1975
				X											Luebimova & Mohan	1960	Bate, 1975
			X	X											Grekoff	1963	Bate, 1975
				X											Bate	1975	Bate, 1975
			X												Grekoff	1963	
			X		X										Jones	1849	Rafara, 1990 ;
			X												Grekoff	1963	Babinot *et a*l., 2009
					X										Singh	1997	Babinot *et a*l., 2009
					X										Singh	1997	Babinot *et a*l., 2009
					X										Alexander	1928	Babinot *et a*l., 2009
			X	X											Alexander	1929	marinespecies.org
				X											Alexander	1929	marinespecies.org
				X											Swain	1952	fossilworks.org
				X											Swain	1952	fossilworks.org
			X												Grekoff	1963	
				X											Bate	1975	fossilworks.org
			X												Bate	1975	Rafara, 1990
			X												Grekoff	1963	fossilworks.org
			X	X											Grekoff	1963	fossilworks.org
				X											Sylvester-Bradley	1948	fossilworks.org
				X											Sylvester-Bradley	1948	fossilworks.org
			X												Grekoff	1963	Rafara, 1990
			X												Alexander	1933	Rafara, 1990
			X												Bassiouni	1974	Rafara, 1990
				X											Swartz & Swain	1946	fossilworks.org
			X												Grekoff	1963	
				X											Mc Coy	1844	marinespecies.org
			X												Brenner & Oertli	1976	Rafara, 1990
					X										Kuznetsova	1956	Babinot *et a*l., 2009
				X											Gruendel & Kozur	1972	marinespecies.org
			X	X											Sars	1866	Rafara, 1990
					X										Grekoff	1979	Babinot *et a*l., 2009
					X										Ljubimova	1955	Babinot *et a*l., 2009
				X											Bate	1963	fossilworks.org
				X											Sylvester-Bradley	1956	
			X												Neale	1960	Rafara, 1990
				X											Mette & Geiger	2004	Mette, 2004
			X												Grekoff	1963	Rafara, 1990
			X												Dingle	1971	Rafara, 1990
			X												Grekoff	1963	
				X													Mette, 2004
			X												Grekoff	1963	Rafara 1990
				X													Mette, 2004
				X													marinespecies.org
			X	X											Grekoff	1963	marinespecies.org
					X										Bate & Bayliss	1969	Babinot *et a*l., 2009
				X											Grekoff	1963	marinespecies.org
				X											Grekoff	1963	marinespecies.org
				X													Mette, 2004

4.8 CRUSTACÉS (2)

Paraphysocythere	DS1	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Progonocythéridés	
Progonocythere (Majungaella)	*mundula*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Progonocythéridés	
Progonocythere	*juglandica malgachica*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Progonocythéridés	
Progonocythere	*befotakaensis*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Progonocythéridés	
Progonocythere	*bircuciata*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Progonocythéridés	
Progonocythere	*acessa*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Progonocythéridés	
Progonocythere	*falcula*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Progonocythéridés	
Progonocythere	*retussa*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Progonocythéridés	
Cythere	*collapsa*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéridés	
Cythere	*index*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéridés	
Cythere	*obscura*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéridés	
Cythere	sp.	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéridés	
Pleurocythere	sp.	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéridés	
Hutsonia	*asiatica*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéridés	
Procytheridea	sp. 1	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéridés	
Procytheridea	*dorsoangulata*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéridés	
Procytheridea	*ihopyensis*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéridés	
Galliaecytheridea	*remota*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéridéidés	
Galliaecytheridea	*manyuliensis*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéridéidés	
Pirileberis	*makatiniensis*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéridéidés	
Pirileberis	*defluxa*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéridéidés	
Pirileberis	*prognata*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéridéidés	
Pirileberis	*tenuicostata*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéridéidés	
Pirileberis	*tenuisulcata*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéridéidés	
Cytheropteron	sp.	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéruridés	
Cytheropteron	sp. 1	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéruridés	
Cytheropteron	*corrosum*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéruridés	
Hemicytherura		Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéruridés	
Hemingwayella (Parahemingwa	barkeri	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéruridés	
Infracytheropteron	sp.	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéruridés	
Microceratina	sp.	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéruridés	
Paradoxorhyncha	*australiensis*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéruridés	
Paradoxorhyncha	*malgachica*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéruridés	
Paradoxorhyncha	sp. 1	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéruridés	
Paradoxorhyncha	sp. 2	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéruridés	
Procytherura	sp.	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéruridés	
Procytherura	aff.dinglei	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéruridés	
Procytherura	*beerae*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Cythéruridés	
Amphicytherura	sp. 5	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Schizocythéridés	
Cythereis	*micropapillata*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Trachylébéridididés	
Megommatocythere	sp.	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Trachylébéridididés	
Donmacythere	*vellicata*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Trachylébéridididés	
Parvacythereis	*jamba*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Trachylébéridididés	
Spinoleberis	sp.	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Trachylébéridididés	
Glenocythere (Hemiglenocyther	sp.	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Trachylébéridididés	
Glenocythere (Hemiglenocyther	*robusta*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Trachylébéridididés	
Glenocythere (Hemiglenocyther	*antsirananaensis*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Trachylébéridididés	
Unicapella	*yvettae*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Trachylébéridididés	
Unicapella	sp.	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Trachylébéridididés	
Dutoitella	sp.	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Trachylébéridididés	
Taracythere	*antakaranaensis*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Trachylébéridididés	
Taracythere	DS1	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Trachylébéridididés	
Brachycythere	*kharatarensis*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Trachylébéridididés	
Brachycythere	*pucketti*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Trachylébéridididés	
Malagasyella	sp.	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Trachylébéridididés	
Malagasyella	*dentelyornata*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Trachylébéridididés	
Malagasyella	*aff. Rajendrai*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Trachylébéridididés	
Hemicythere	cf. *laevicula*	Podocopa - Podocopida - Cytherocopina - Cytheroidea	Hémicythéridés	
Darwinula	sp.	Podocopa - Podocopida - Darwinulocopina - Darwinuloidea	Darwinulidés	
Achelous (Portunus)	sp.	Malacostraca - Decapoda	Portunidés	
Ambilobeia	*karojoi*	Malacostraca - Decapoda	Pénéidés	X
Ifasya	*madagascariensis*	Malacostraca - Decapoda	Pénéidés	X
Ifasya	*straeleni*	Malacostraca - Decapoda	Pénéidés	X
Hoploparia	*collignoni*	Malacostraca - Decapoda	Néphropidés	
Palaeohomarus	*collignoni*	Malacostraca - Decapoda	Néphropidés	
Enoploclytia	*edwardsi*	Malacostraca - Decapoda	Érymidés	
Balanus	*concavus*	Crustacea, Maxillopoda, Cirripedia, Sessilia	Balanidés	

4.8 CRUSTACÉS (2)

		X				Dingle	1969	Babinot *et a*l., 2009
	X					Grekoff	1963	marinespecies.org
	X					Grekoff	1963	
	X					Grekoff	1963	
	X					Grekoff	1963	
	X					Grekoff	1963	
	X					Grekoff	1963	
	X					Grekoff	1963	marinespecies.org
		X				Mueller	1785	marinespecies.org
		X				Mueller	1785	marinespecies.org
		X				Mueller	1785	marinespecies.org
		X				Mueller	1785	marinespecies.org
		X				Triebel	1951	marinespecies.org
	X					Neale & Singh	1985	Rafara, 1990
		X				Peterson	1954	fossilworks.org
	X					Grekoff	1963	
	X					Grekoff	1963	
	X					Grekoff	1963	Rafara, 1990
	X					Grekoff	1963	Rafara, 1990
		X				Dingle	1984	Babinot *et a*l., 2009
	X					Grekoff	1963	
	X					Grekoff	1963	Rafara, 1990
		X				Grekoff	1963	Mette, 2004
		X				Grekoff	1963	Mette, 2004
		X				Sars	1866	marinespecies.org
		X				Sars	1866	marinespecies.org
	X					Grekoff	1863	marinespecies.org
	X					Elofson	1941	marinespecies.org
	X					Dingle	1984	Rafara, 1990
		X				Kaye	1964	Babinot *et a*l., 2009
		X				Swanson	1980	Babinot *et a*l., 2009
		X				Malz & Oertli	1993	fossilworks.org
		X						Mette, 2004
		X				Chapman	1904	fossilworks.org
		X				Chapman	1904	fossilworks.org
	X					Whatley	1970	Rafara, 1990
	X					Brenner & Oertli	1976	Rafara, 1990
	X					Brenner & Oertli	1976	Rafara, 1990
		X				Andreu et al.	ss p.	Babinot & al., 2009
		X				Jones	1849	Babinot *et a*l., 2009
		X				Colin & Oertli	1982	Babinot *et a*l., 2009
		X				Gründel	1976	Babinot *et a*l., 2009
		X				Gründel	1973	Babinot *et a*l., 2009
		X				Deroo	1966	Babinot *et a*l., 2009
		X				Al Abdul Razzaq	1979	Babinot *et a*l., 2009
		X						Babinot *et a*l., 2009
		X						Babinot *et a*l., 2009
		X				Dingle	1980	Babinot *et a*l., 2009
		X				Dingle	1980	Babinot *et a*l., 2009
		X				Dingle	1981	Babinot *et a*l., 2009
		X				Ayress	1995	Babinot *et a*l., 2009
		X				Grekoff	1979	Babinot *et a*l., 2009
		X				Singh	1997	Babinot *et a*l., 2009
		X						Babinot *et a*l., 2009
		X						Babinot *et a*l., 2009
		X						Babinot *et a*l., 2009
		X				Singh	1997	Babinot *et a*l., 2009
					X			WoRMS taxon details
						Keyser	1975	marinespecies.org
					X	De Haan	1833	marinespecies.org
						Garassino &Teruzzi	1995	fossilworks.org
						Garassino &Teruzzi	1995	fossilworks.org
						Garassino &Teruzzi	1995	fossilworks.org
		X				Mc Coy	1849	fossilworks.org
			X			Alloiteau	1958	fossilworks.org
		X				Sauvage	1891	Hoffstetter, 1961
					X			Bronn

4.9 ARTHROPODES TERRESTRES

Genre	*espèce*	Classe - Ordre - Superfamille	Famille	N	SW	N	NW
Elatra	sp. *1*	Insecta			X		
Narkemina	*rodendorfi*	Insecta - Cnemidolestodea	Narkéminidés (Mécoptéroidés)		X		
Narkemina	sp.	Insecta - Cnemidolestodea	Narkéminidés (Mécoptéroidés)	X	X		
Permoraphidia	*magnifica*	Insecta, Orthoptera, Permoraphidioidea	Permoraphidiidés	X			
Cubiculum	*ornatus*	Insecta					
Osteocallis	*mandibulus*	Insecta					
Cyphus	*arenarius*	Insecta, Coleoptera, Curculionoidea	Curculionidés				
Pachnobium	*dreuxi*	Insecta, Coleoptera, Curculionoidea	Curculionidés				
Ibidion	*alienum*	Insecta, Coleoptera, Chrysomeloidea	Cérambycidés				
Iresioides	*ferox*	Insecta, Coleoptera, Chrysomeloidea	Cérambycidés				
Ceratopogon	*crassipalpis*	Insecta, Diptera, Chironomoidea	Cératopogonidés				
Ceratopogon	*madagascariensis*	Insecta, Diptera, Chironomoidea	Cératopogonidés				
Ceratopogon	*tenuipes*	Insecta, Diptera, Chironomoidea	Cératopogonidés				
Ceratopogon	*viscatus*	Insecta, Diptera, Chironomoidea	Cératopogonidés				
Chironomus	*sepultus*	Insecta, Diptera, Chironomoidea	Chironomidés				
Tanypus	sp.	Insecta, Diptera, Chironomoidea	Chironomidés				
Myobia	*multiciliata*	Insecta, Diptera, Oestroidea	Tachinidés				
Aphiochaeta	*indistincta*	Insecta, Diptera, Platypezoidea	Phoridés				
Aphiochaeta	*inflata*	Insecta, Diptera, Platypezoidea	Phoridés				
Phora	*labiosa*	Insecta, Diptera, Platypezoidea	Phoridés				
Leptomorphus	*africanus*	Insecta, Diptera, Sciaroidea	Mycétophilidés				
Lestodiplosis	*kiefferis*	Insecta, Diptera, Sciaroidea	Mycétophilidés				
Herina	*splendida*	Insecta, Diptera, Tephritoidea	Ortalidés				
Toxorrhina	*madagascariensis*	Insecta, Diptera, Tipuloidea	Limoniidés				
Messoria	*copalina*	Insecta, Hymenoptera, Chalcidoidea	Béthylidés				
Microcaetus	*formidolosus*	Insecta, Hymenoptera, Chalcidoidea	Trichogrammatidés				
Semidalis	*copalina*	Insecta, Neuroptera, Hemerobioidea	Conioptérygidés				
Archaerrhyncha	sp.	Insecta, Hemiptera, Fulgomorpha	Nogodinidés				
	indet.	Arachnida, Araneae	Théridiosomatidés				
Aradus	*madagascariensis*	Arachnida, Araneae, Araneoidea	Aradidés				
Grammonota	*deformans*	Arachnida, Araneae, Araneoidea	Linyphiidés				
Madagascarphantes	*vomerans*	Arachnida, Araneae, Araneoidea	Linyphiidés				
Mysmena	*copalis*	Arachnida, Araneae, Araneoidea	Mysménidés				
Mysmena	*dominicana*	Arachnida, Araneae, Araneoidea	Mysménidés				
Mysmena	sp.	Arachnida, Araneae, Araneoidea	Mysménidés				
Minutunguis	*silvestris*	Arachnida, Araneae, Araneoidea	Néphilidés				
Eidmanella	*pallida*	Arachnida, Araneae, Araneoidea	Nesticidés				
Argyrodes (Ariamnes)	*resina*	Arachnida, Araneae, Araneoidea	Théridiidés				
Lasaeola	sp.	Arachnida, Araneae, Araneoidea	Théridiidés				
Lasaeola (Phycosoma)	*inclinata*	Arachnida, Araneae, Araneoidea	Théridiidés				
Platnickina	*duosetae*	Arachnida, Araneae, Araneoidea	Théridiidés				
Palpiraptor	*myrmarachnoides*	Arachnida, Araneae, Clubionoidea	Corinnidés				
Deinopis	*madagascariensis*	Arachnida, Araneae, Deinopidea	Déinopidés				
Miagrammopes	sp.	Arachnida, Araneae, Deinopoidea	Uloboridés				
Dictyna	*rufa*	Arachnida, Araneae, Dictynoidea	Dictynidés				
Flagelldictyna	*copalis*	Arachnida, Araneae, Dictynoidea	Dictynidés				
Donuea	*collustrata*	Arachnida, Araneae, Dictynoidea	Liocranidés				
Copaldictyna	*madagascariensis*	Arachnida, Araneae, Dictynoidea	Titanoécidés				
Orchestina	*madagascariensis*	Arachnida, Araneae, Dysderoidea	Oonopidés				
Ariadna	*copalis*	Arachnida, Araneae, Dysderoidea	Segestriidés				
Hersiliana	*brevipes*	Arachnida, Araneae, Eresoidea	Hersiliidés				
Hersiliopsis	*madagascariensis*	Arachnida, Araneae, Eresoidea	Hersiliidés				
Prodidomus	*madagascariensis*	Arachnida, Araneae, Gnaphosoidea	Prodidomidés				
Entomocephalus	*formicoides*	Arachnida, Araneae, Gnaphosoidea	Salticidés				
Garcorops	*jadis*	Arachnida, Araneae, Gnaphosoidea	Sélénopidés				
Archaea	*Copalensis*	Arachnida, Araneae, Palpimanoidea	Archæidés				
Eriauchenius	*gracilicollis*	Arachnida, Araneae, Palpimanoidea	Archæidés				
Tyrannochthonius	sp.	Arachnida, Pseudoscorpiones, Chthonoidea	Chthoniidés				
Microcharmus	*henderickxi*	Arachnida, Scorpiones, Buthoidea	Buthidés				
Palaeogrosphus	*copalensis*	Arachnida, Scorpiones, Buthoidea	Buthidés				
Palaeogrosphus	*jacquesi*	Arachnida, Scorpiones, Buthoidea	Buthidés				

4.9 ARTHROPODES TERRESTRES

SW	Nord	NW	SW	N	NW	SW	NW	SW	NW	SW	N	SW	AB	Auteur	Année	Références
														Pinto & Ornellas	1978	
														Martynov	1930	
														Béthoux & Nel	2002	
					X									Roberts	2007	
					X									Roberts	2007	
									X	X						
											X			Chapelin & Viscardi	2010	
											X			Quedenfeldt	1885	
											X			Vitali	2009	
											X			Bervoets	1909	
											X			Bervoets	1909	
											X			Bervoets	1909	
											X			Bervoets	1909	
											X			Bervoets	1909	
											X			Bervoets	1909	
											X					
											X			Meunier	1910	
											X			Meunier	1906	
											X			Bervoets	1909	
											X			Meunier	1907	
											X			Meunier	1905	
											X			Meunier	1910	
											X			Meunier	1906	
											X			Bervoets	1909	
														Meunier	1905	
											X			Bervoets	1909	
											X					Geirnaert, 2002
											X			Wunderlich	2004	
											X			Bervoets	1909	
											X			Wunderlich		
											X			Wunderlich		
											X			Wunderlich		
											X			Wunderlich		
											X			Wunderlich		
											X			Wunderlich		
											X			Emerton	1875	
											X			Wunderlich	2011	
											X			Wunderlich	2012	
											X			Wunderlich		
											X			Wunderlich		
											X			Wunderlich	2011	
											X			Wunderlich	2011	
											X			Cambridge	1869	
											X			Wunderlich	2012	
											X			Wunderlich	2012	
											X					
											X			Wunderlich	2004	
											X			Wunderlich	2004	
											X			Wunderlich	2008	
											X			Wunderlich	2011	
											X			Wunderlich	2004	
											X			Wunderlich	2011	
											X			Holl	1829	
											X			Bosselaers	2004	
											X					
											X			Millot	1948	
											X			Judson	2010	
											X			Lourenço	2009	
											X			Lourenço	1996	
											X					

4.10 ÉCHINODERMES (1)

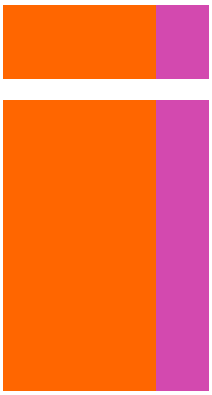
Genre	*espèce*	Classe - Super ordre - Ordre	Famille	N	NW	SW	N
Plegiocidaris	*jacobi*	Echinoidea - Cidaroidea - Cidaroida	Cidaridés				
Plegiocidaris	*bifrons*	Echinoidea - Cidaroidea - Cidaroida	Cidaridés				
Plegiocidaris	*caeuliculus*	Echinoidea - Cidaroidea - Cidaroida	Cidaridés				
Plegiocidaris	*pseudohorrida*	Echinoidea - Cidaroidea - Cidaroida	Cidaridés				
Rhabdocidaris	*kisombyensis*	Echinoidea - Cidaroidea - Cidaroida	Rhabdocidaridés				
Pedina	*madagascariensis*	Euechinoidea - Acroechinoidea - Pedinoida	Pédinidés				
Asterocidaris	*ragoti*	Euechinoidea - Carinacea	Hémicidaridés				
Asterocidaris	*besairiei*	Euechinoidea - Carinacea	Hémicidaridés				
Hemicidaris	*luciensis*	Euechinoidea - Carinacea	Hémicidaridés				
Pseudocidaris	*collignoni*	Euechinoidea - Carinacea	Hémicidaridés				
Pseudocidaris	*levis*	Euechinoidea - Carinacea	Hémicidaridés				
Pseudocidaris	*truncata*	Euechinoidea - Carinacea	Hémicidaridés				
Tetragramma	*antsingyensis*	Euechinoidea - Carinacea - Calycina - Phymosomatoida	Diplopodiidés				
Tetragramma	*besairiei*	Euechinoidea - Carinacea - Calycina - Phymosomatoida	Diplopodiidés				
Tetragramma	*hourcqi*	Euechinoidea - Carinacea - Calycina - Phymosomatoida	Diplopodiidés				
Tetragramma	*brongniarti*	Euechinoidea - Carinacea - Calycina - Phymosomatoida	Pseudodiadématidés				
Polydiadema	*wiltshirei*	Euechinoidea - Carinacea - Calycina - Phymosomatoida	Pseudodiadématidés				
Acrosalenia	*basseae*	Euechinoidea - Carinacea - Calycina - Salenioida	Acrosaléniidés				
Rachiosoma	*cottreaui*	Euechinoidea - Carinacea - Echinacea - Camarodonta	Glyphocyphidés				
Echinopsis	*thieryi*	Euechinoidea - Carinacea - Camarodonta - Temnopleuridea	Glyphocyphidés				
Opechinus	*hookeri*	Euechinoidea - Carinacea - Camarodonta - Temnopleuridea	Temnopleuridés				
Prionechinus	sp.	Euechinoidea - Carinacea - Camarodonta - Temnopleuridea	Trigonocidaridés				
Heterocentrotus	*trigonarius*	Euechinoidea - Carinacea - Camarodonta - Echinidea	Échinométridés				
Tripneustes	sp.	Euechinoidea - Carinacea - Camarodonta - Echinidea	Toxopneustidés				
Jeannetia	*hourcqi*	Euechinoidea - Carinacea - Echinacea - Stomopneustoida	Stoméchinidés				
Magnosia	*mortenseni*	Euechinoidea - Carinacea - Echinacea - Stomopneustoida	Stoméchinidés				
Polycyphus	*hourcqi*	Euechinoidea - Carinacea - Echinacea - Stomopneustoida	Stoméchinidés				
Pygaster	*umbrella*	Euechinoidea - Irregularia	Pygastéridés				
Pygaster	*joleaudi*	Euechinoidea - Irregularia	Pygastéridés				
Hemiaster	*zululandensis*	Euechinoidea - Irregularia - Atelostomata - Holasteroida	Hémiastéridés				
Holaster	*vanhoepeni*	Euechinoidea - Irregularia - Atelostomata - Holasteroida	Holastéridés				
Holaster	sp.	Euechinoidea - Irregularia - Atelostomata - Holasteroida	Holastéridés				
Pseudholaster	*androiavensis*	Euechinoidea - Irregularia - Atelostomata - Holasteroida	Pseudholastéridés				
Basseaster	*rostratus*	Euechinoidea - Irregularia - Atelostomata - Holasteroida	Urechinina incertae sedis				
Toxaster	*gaudryi*	Euechinoidea - Irregularia - Atelostomata - Spatangoida	Toxastéridés				
Douvillaster	*hourcqi*	Euechinoidea - Irregularia - Atelostomata - Spatangoida	Toxastéridés				
Toxaster	sp.	Euechinoidea - Irregularia - Atelostomata - Spatangoida	Toxastéridés				
Epiaster	*besairiei*	Euechinoidea - Irregularia - Atelostomata - Spatangoida	Micrastéridés				
Epiaster	*nutrix*	Euechinoidea - Irregularia - Atelostomata - Spatangoida	Micrastéridés				
Epiaster	*jeanneti*	Euechinoidea - Irregularia - Atelostomata - Spatangoida	Micrastéridés				
Micraster	*trangahyensis*	Euechinoidea - Irregularia - Atelostomata - Spatangoida	Micrastéridés				
Cyclaster	*pfenderae*	Euechinoidea - Irregularia - Atelostomata - Spatangoida	Micrastéridés				
Hemiaster	*madagascariensis*	Euechinoidea - Irregularia - Atelostomata - Spatangoida	Hémiastéridés				
Hemiaster	*hourcqi*	Euechinoidea - Irregularia - Atelostomata - Spatangoida	Hémiastéridés				
Hemiaster	*frontacutus*	Euechinoidea - Irregularia - Atelostomata - Spatangoida	Hémiastéridés				
Hemiaster	*phrynus*	Euechinoidea - Irregularia - Atelostomata - Spatangoida	Hémiastéridés				
Hemiaster	*ricordeaui*	Euechinoidea - Irregularia - Atelostomata - Spatangoida	Hémiastéridés				
Hemiaster	sp.	Euechinoidea - Irregularia - Atelostomata - Spatangoida	Hémiastéridés				
Hemiaster	*heteropneustes*	Euechinoidea - Irregularia - Atelostomata - Spatangoida	Hémiastéridés				
Schizaster	*howa*	Euechinoidea - Irregularia - Atelostomata - Spatangoida	Schizastéridés				
Pyrina	*tunisiensis*	Euechinoidea - Irregularia - Echinoneoida	Conulidés				
Pseudopyrina	*hourcqi*	Euechinoidea - Irregularia - Echinoneoida	Conulidés				
Holectypus	*depressus*	Euechinoidea - Irregularia - Holectypoida	Holectypidés				
Holectypus	*sarthacensis*	Euechinoidea - Irregularia - Holectypoida	Holectypidés				
Holectypus	sp.	Euechinoidea - Irregularia - Holectypoida	Holectypidés				
Clitopygus	*basseae*	Euechinoidea - Irregularia - Neognathostomata	Nucléolitidés				
Clitopygus	sp.	Euechinoidea - Irregularia - Neognathostomata	Nucléolitidés				
Crotoclypeus	*cottreaui*	Euechinoidea - Irregularia - Neognathostomata	Nucléolitidés				
Nucleopygus	*geayi*	Euechinoidea - Irregularia - Neognathostomata	Apatopygidés				
Pygurus	*cottreaui*	Euechinoidea - Irregularia - Neognathostomata	Pyguridés				
Pygurus	*depressus*	Euechinoidea - Irregularia - Neognathostomata	Pyguridés				
Echinolampas	*parvula*	Euechinoidea - Irregularia - Neognathostomata - Echinolampadida	Échinolampadidés				
Procassidulus	*basseae*	Euechinoidea - Irregularia - Neognathostomata - Clypeasteroida	Faujasiidés				
Echinanthus	*basseae*	Euechinoidea - Irregularia - Neognathostomata - Clypeasteroida	Échinocyamidés				
Echinocyamus	*basseae*	Euechinoidea - Irregularia - Neognathostomata - Clypeasteroida	Échinocyamidés				
Echinocyamus	*maropiensis*	Euechinoidea - Irregularia - Neognathostomata - Clypeasteroida	Échinocyamidés				
Echinocyamus	*voeltzkowi*	Euechinoidea - Irregularia - Neognathostomata - Clypeasteroida	Fibulariidés				
Tetrodiscus	*biforis*	Euechinoidea - Irregularia - Neognathostomata - Clypeasteroida	Astriclypéidés				
Strombus	*nodosus*	Euechinoidea - Irregularia - Neognathostomata - Clypeasteroida	Astriclypéidés				

4.10 ÉCHINODERMES (1)

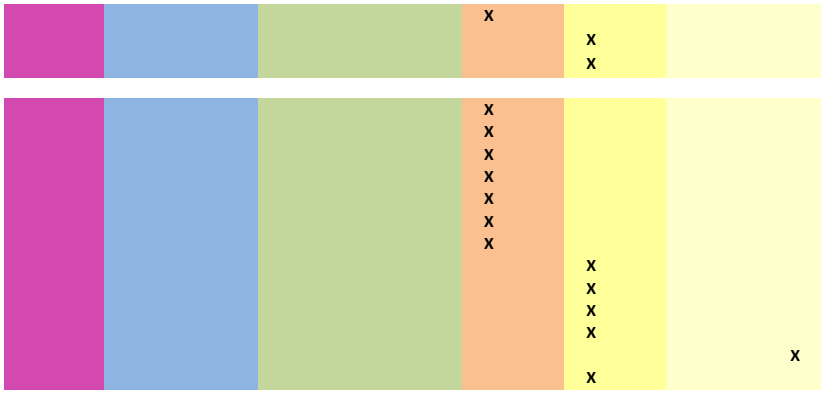
NW	SW	N	NW	SW	N	NW	SW	AB	NW	SW	NW	SW	N	SW	AB	Auteur	Année	Références
				X												Basse & Lambert	1936	
				X												Lambert	1936	
				X												Lambert	1936	
				X												Lambert	1936	
			X	X												Lambert	1936	
				X												Lambert	1936	
				X												Lambert	1936	
			X	X												Lambert	1936	Kier & Lawson, 1978
			X	X												Lambert	1936	Kroh & Mooi, 2014
			X	X												Lambert	1936	
			X	X												Lambert	1936	
			X	X												Lambert	1936	
						X	X									Lambert	1933	
							X									Collignon	1950	
							X									Agassiz	1840	
							X									Wright		
			X	X												Lambert	1936	
						X	X									Lambert	1936	
											X					Lambert	1912	
											X					Collignon & Cottreau	1927	
											X					Agassiz	1879	
											X					Lamarck	1816	
											X					Agassiz	1841	
				X												Besairie & Collignon	1972	
									X							Lambert	1936	
			X	X												Lambert	1936	
				X												Agassiz	1847	
			X													Besairie & Lambert	1933	
						X	X									Besairie & Lambert	1930	
						X										Besairie & Lambert	1930	
							X									Agassiz	1835	
						X										Lambert	1933	
						X	X									Lambert	1936	
						X	X									Cottreau	1908	
							X									Collignon	1950	
							X									L. Agassiz	1839	
						X	X									Lambert	1933	
								X								Lambert	1933	
						X	X									Collignon	1950	
						X	X									Lambert	1936	
						X	X									Basse & Lambert	1936	Lambert, 1936
						X	X									Cottreau	1922	
						X	X									Lambert	1936	
						X										Stoliczka	1873	
							X									Desor	1847	
						X												
							X	X								Agassiz	1847	
						X	X									Lambert	1936	
											X					Thornquist	1904	
							X									Coquand	1862	
						X	X									Lambert	1936	
				X												Leske	1778	
				X												Cotteau	1856	
			X													Desor	1842	
				X												Lambert	1936	
				X												Pomel	1833	
				X												Lambert & Besairie	1933	
						X	X			X	X					Cottreau	1922	
			X	X												Besairie	1930	
			X	X												Agassiz	1847	
									X							Lambert	1936	
							X									Lambert	1936	
									X							Lambert	1936	
									X							Lambert	1936	
									X							Lambert	1936	
											X					Tornquist	1904	
											X					Gmelin	1778	
											X							

4.10 ÉCHINODERMES (2)

Fibularia	sp.	Euechinoidea - Irregularia - Neognathostomata - Clypeasteroida	Fibulariidés
Echinocyamus	*voeltzkowi*	Euechinoidea - Irregularia - Neognathostomata - Clypeasteroida	échinocyamidés
Eolampas	*excentricus*	Euechinoidea - Irregularia - Neognathostomata - Clypeasteroida	Plésio/Pliolampadidés
Rhyncholampas	*anceps*	Echinoidea	Cassidulidés
Echinocyamus	*lorioli*	Echinoidea	Echinocyamidés
Echinocyamus	*planus*	Echinoidea	Echinocyamidés
Echinocyamus	*luciani*	Echinoidea	Echinocyamidés
Echinolampas	*valettei*	Echinoidea	Echinolampadidés
Sismondia	*cf. saemanni*	Echinoidea	Laganidés
Thagastea	*Sp.*	Echinoidea	Fibulariidés
Prionechinus	*hookeri*	Echinodea, Camarodonta	Temnopleuridea, Trigonocidaridés
Pseudopygaulus	*excentricus*	Euechinoidea - Irregularia - Neognathostomata - Clypeasteroida	Plésiolampadidés
Prometalia	*spatangus*	Echinodea, Euechinoidea, Spatangoida	Brissidae
Schizaster	*hova*		
Solen	*corneus*		
Solenocurthus	*basteroti*		



4.10 ÉCHINODERMES (2)



| | | |

4.11 « POISSONS »

Genre	Espèce	Classe - Ordre	Famille	N	SW	N	NW	SW	N	NW	SW
Acrodus	sp.	Chondrichthyens - Hybodontiformes	Acrodontidés			X					
Asteracanthus	sp.	Chondrichthyens - Hybodontiformes	Hybodontidés								X
Asteracanthus	sp.	Chondrichthyens - Hybodontiformes	Hybodontidés								X
Serratolamna	*serrata*	Chondrichthyens - Lamniformes	Crétoxyrhinidés								
Serratolamna	*maroccana*	Chondrichthyens - Lamniformes	Crétoxyrhinidés								
Serratolamna	*appendiculata*	Chondrichthyens - Lamniformes	Crétoxyrhinidés								
Squalicorax	*pristodontus*	Chondrichthyens - Lamniformes	Anacoracidés								
Squalicorax	*kaupi*	Chondrichthyens - Lamniformes	Anacoracidés								
Carcharias	sp.	Chondrichthyens - Lamniformes	Odontaspididés								
Odontaspis	sp.	Chondrichthyens - Lamniformes	Odontaspididés								
Odontaspis	*carcharias*	Chondrichthyens - Lamniformes	Odontaspididés								
Odontaspis	*ferox*	Chondrichthyens - Lamniformes	Odontaspididés								
Carcharodon	*megalodon*	Chondrichthyens - Lamniformes	Lamnidés								
Isurus	*oxyrhinchus*	Chondrichthyens - Lamniformes	Lamnidés								
Isurus	*paucus*	Chondrichthyens - Lamniformes	Lamnidés								
Parotodus	*benedeni*	Chondrichthyens - Lamniformes	Lamnidés								
Alopias	*superciliosus*	Chondrichthyens - Lamniformes	Alopiidés								
Mitsukurina	*owstoni*	Chondrichthyens - Lamniformes	Mitsukurinidés								
Aprionodon	*sp.*	Chondrichthyens - Carcharhiniformes	Carcharhinidés								
Galeocerdo	*aduncus*	Chondrichthyens - Carcharhiniformes	Carcharhinidés								
Galeocerdo	*eaglesomei*	Chondrichthyens - Carcharhiniformes	Carcharhinidés								
Prionodon	sp.	Chondrichthyens - Carcharhiniformes	Carcharhinidés								
Hemipristis	*serra*	Chondrichthyens - Carcharhiniformes	Hémigaléidés								
Sphyrna	*prisca*	Chondrichthyens - Carcharhiniformes	Sphyrnidés								
Pristiophorus	sp.	Chondrichthyens - Pristiophoriformes	Pristiophoridés								
Myliobatis	sp.	Chondrichthyens - Myliobatiformes	Myliobatidés								
Brachyrhizodus	sp.	Chondrichthyens - Myliobatiformes	Myliobatidés								
Parapalaeobates	sp.	Chondrichthyens - Rajiformes	Rhinobatoïdés								
Eosaurichthys	*madagascariensis*	Actinoptérygiens - Saurichthyiformes	Saurichthyidés					X			
Saurichthys	*stensioi*	Actinoptérygiens - Saurichthyiformes	Saurichthyidés			X					
Saurichthys	*madagascariensis*	Actinoptérygiens - Saurichthyiformes	Saurichthyidés			X		X			
Helmolepis	*manis*	Actinoptérygiens - Perléidiformes	Platysiagidés			X					
Perleidus	*madagascariensis*	Actinoptérygiens - Perléidiformes	Perléididés			X					
Perleidus	*piveteaui*	Actinoptérygiens - Perléidiformes	Perléididés			X					
Ecrinesomus	*dixoni*	Actinoptérygiens - Paléonisciformes	Platysomidés			X					
Pteronisculus	*macropterus*	Actinoptérygiens - Paléonisciformes				X					
Pteronisculus	*cicatrosus*	Actinoptérygiens - Paléonisciformes				X					
Sakamenichthys	*germaini*	Actinoptérygiens - Paléonisciformes						X			
Birgeria	*nielseni*	Actinoptérygiens - Paléonisciformes	Birgériidés			X	X				
Boreosomus	*gillioti*	Actinoptérygiens - Paléonisciformes	Acropélidés			X					
Boreosomus	*piveteaui*	Actinoptérygiens - Paléonisciformes	Acropélidés			X					
Bobasatrania	*mahavivica*	Actinoptérygiens - Paléonisciformes	Bobasatraniidés			X		X			
Australosomus	*merlei*	Actinoptérygiens - Pholidoformes	Pholidopleuridés			X					
Australosomus	*longirostris*	Actinoptérygiens - Pholidoformes	Pholidopleuridés			X					
Australosomus	*sp.*	Actinoptérygiens - Pholidoformes	Pholidopleuridés					X			
Australosomus	*merlei*	Actinoptérygiens - Pholidoformes	Pholidopleuridés			X					
Errolichthys	*mirabilis*	Actinoptérygiens - Acipensériformes	Errolichthyidés			X					
Pristisomus	*merlei*	Actinoptérygiens - Lépisostéiformes	Sémionotidés	X		X					
Semionotus	*labordei*	Actinoptérygiens - Lépisostéiformes	Sémionotidés	X		X					
Lepisosteus	sp.	Actinoptérygiens - Lépisostéiformes	Lépisostéidés								
Paracentrophorus	*madagascariensis*	Actinoptérygiens - Amiiformes	Paracentrophoridés			X					
Lehmanotus	*markubai*	Actinoptérygiens - Amiiformes	Paracentrophoridés			X					
Watsonulus	*eugnathoides*	Actinoptérygiens - Parasémionotiformes	Parasémionotidés			X		X			
Jacobulus	*novus*	Actinoptérygiens - Parasémionotiformes	Parasémionotidés			X					
Parasemionotus	*labordei*	Actinoptérygiens - Parasémionotiformes	Parasémionotidés			X		X			
Parasemionotus	*besairiei*	Actinoptérygiens - Parasémionotiformes	Parasémionotidés			X		X			
Stensionotus	sp.	Actinoptérygiens - Parasémionotiformes	Parasémionotidés			X					
Thomasinotus	sp.	Actinoptérygiens - Parasémionotiformes	Parasémionotidés					X			
Platysaccus	*leschikii*	Actinoptérygiens - Siluriformes	Asprédinidés				X				
Platysaccus	sp.	Actinoptérygiens - Siluriformes	Asprédinidés				X				
Cybium	sp.	Actinoptérygiens - Perciformes	Scombridés								
Axelrodichthys	sp.	Sarcoptérygiens - Actinistiens	Cœlacanthidés								
Coelacanthus	*madagascariensis*	Sarcoptérygiens - Actinistiens	Cœlacanthidés			X					
Whiteia	*tuberculata*	Sarcoptérygiens - Actinistiens	Whitéiidés			X					
Whiteia	*woodwardi*	Sarcoptérygiens - Actinistiens	Whitéiidés			X					
Piveteauia	*madagascariensis*	Sarcoptérygiens - Actinistiens	Whitéiidés			X					
Ceratodus	*madagascariensis*	Sarcoptérygiens - Rhipidistiens	Cératodontidés								
Paraceratodus	*germaini*	Sarcoptérygiens - Rhipidistiens	Cératodontidés					X			
Microceratodus	*angolensis*	Sarcoptérygiens - Rhipidistiens	Cératodontidés					X			

4.11 « POISSONS »

N	NW	SW	NW	SW	NW	SW	N	NW	SW	AB	Auteur	Année	Références
											Agassiz	1838	
											Agassiz	1837	
											Agassiz	1837	
	X												Gottfried *et al*., 2001
	X												Gottfried *et al*., 2001
	X										Agassiz	1843	Gottfried *et al*., 2001
	X										Agassiz	1843	Gottfried *et al*., 2001
	X										Agassiz	1843	Gottfried *et al*., 2001
	X												Gottfried *et al*., 2001
					X						Agassiz	1843	
					X								
									X		Risso	1826	
					X				X		Agassiz	1843	
									X		Rafinesque	1810	
									X				
									X				
									X		Lowe	1840	
									X				
					X						Gill	1861	
					X						Agassiz	1843	
					X						Müller et Henle	1837	
					X						Müller et Henle	1841	
					X						Agassiz	1843	
					X						Agassiz	1843	
	X										Müller & Henle	1837	Gottfried *et al*., 2001
					X						Cuvier	1816	
	X										Romer	1942	Gottfried *et al*., 2001
	X										Weiler	1930	Gottfried *et al*., 2001
											Piveteau	1945	Rieppel, 1980
											Lehman	1952	Barbieri, 1991
											Lehman	1952	Barbieri, 1991
											Mutter	2005	
											Piveteau	1934	Barbieri, 1991 ; Lehman, 1952
											Lehman	1952	Barbieri, 1991
											Woodward	1910	Woodward. 1910
											White	1933	
											White	1933	
											Lehman *et al*.	1959	
											Lehman	1948	Lehman, 1952
											Lehman	1952	Barbieri, 1991
											Nielsen	1942	Barbieri, 1991
											White	1932	Barbieri, 1991
											Piveteau	1930	Barbieri, 1991
											Beltan	1968	Barbieri, 1991
											Beltan	1980	Barbieri, 1991
											Lehman	1952	
											Priem	1924	Besairie, 1930 ; Piveteau, 1930
											Besairie	1930	Piveteau, 1930
	X										de Lacepède	1803	
											Piveteau	1941	Barbieri, 1991
											Beltan	1968	
											Piveteau	1935	
											Lehman	1952	Barbieri, 1991
											Priem	1924	Barbieri, 1991
											Lehman *et al*.	1959	Barbieri, 1991
											Lehman	1952	Barbieri, 1991
					X						Cuvier	1829	
	X										Maisey	1986	
											Woodward	1910	
											Moy-Thomas	1935	Barbieri, 1991
											Moy-Thomas	1935	Barbieri, 1991
											Lehman	1952	
	X												
											Texeira	1947	Lehman *et al.* 1959

4.12 AMPHIBIENS

Genre	*espèce*	Classe	Famille	N	SW	N	NW	SW	N	NW	SW	N	NW	SW
Edingerella	*madagascariensis*	Temnospondyles				X								
Triadobatrachus	*massinoti*	Anoures	Protobatrachidés			X								
Pelobatidae	sp.	Anoures	Pélobatidés										X	
Beelzebufo	*ampinga*	Anoures	Cératophryidés										X	
Ptychadena	*mascareniensis*	Anoures	Ranidés											
Laliostoma	*labrosa*	Anoures	Mantellidés											
Scaphiophryne	sp.	Anoures	Microhylidés											

4.12 AMPHIBIENS

NW	SW	NW	SW	N	SW	AB	Auteur	Année	Références
							Lehman	1961	Maganuco et Pasini, 2009
							Piveteau	1936	Rage et Rocek, 1989
							Dodson	1998	
							Evans	2008	
					X		Duméril & Bibron	1841	
					X				Burney *et al*. 2007
					X		Boulenger	1882	Burney *et al*. 2007

4.13 AMNIOTES (« REPTILES ») : synapsides basaux et sauropsides non archosauromorphes

Genre	*espèce*	Classe - Ordre	Famille	N	SW	N	NW	SW	N
Chiniquodon	*kalanoro*	Thérapsides - Cynodontes	Chiniquodontidés					X	
Dadadon	*isaloi*	Thérapsides - Cynodontes	Traversodontidés					X	
Menadon	*besairiei*	Thérapsides - Cynodontes	Traversodontidés					X	
Barasaurus	*besairiei*	Parareptiles	Owenettidés		X	X			
Kinkonychelys	*rogersi*	Chéloniens - Pleurodires	Bothrémydidés						
Erymnochelys	sp.	Chéloniens - Pleurodires	Podocnémididés						
cf. *Erymnochelys*	sp.	Chéloniens - Pleurodires	Podocnémididés						
Sokatra	*antitra*	Chéloniens - Pleurodires	Pélomédusidés						
Pelomedusa	*subrufa*	Chéloniens - Pleurodires	Pélomédusidés						
Geochelone	*radiata*	Chéloniens - Cryptodires	Testudinidés						
Dipsochelys s. *Testudo*	*grandidieri*	Chéloniens - Cryptodires	Testudinidés						
Coelurosauravus	*elivensis*	Néodiapsides	Weigeltisauridés (Cœlurosauravidés)		X				
Coelurosauravus	sp.	Néodiapsides	Weigeltisauridés (Cœlurosauravidés)		X				
Acerosodontosaurus	*piveteaui*	Néodiapsides - "Younginiformes"	Acérosodontosauridés		X				
Hovasaurus	*boulei*	Néodiapsides - "Younginiformes"	Tangasauridés			X			
Tangasaurus	*minelli*	Néodiapsides - "Younginiformes"	Tangasauridés		X				
Datheosaurus	sp.	Néodiapsides - "Younginiformes"	Tangasauridés		X				
Thadeosaurus	*colcanapi*	Néodiapsides - "Younginiformes"	Younginidés		X				
Claudiosaurus	*germaini*	Néodiapsides - "Younginiformes"	Claudiosauridés		X				
Konkasaurus	*mahalana*	Lépidosauriens	Cordylidés						
Kelyophis	*hechti*	Lépidosauriens	Nigérophiidés						
Madtsoia	*madagascariensis*	Lépidosauriens	Madtsoiidés						
Menarana	*nosymena*	Lépidosauriens	Madtsoiidés						
Leioheterodon	sp.	Lépidosauriens	Colubridés						
Acrantophis	sp.	Lépidosauriens	Boidés						
Furcifer	*verrucosus*	Lépidosauriens	Chaméléonidés						
Paroedura	sp.	Lépidosauriens	Gekkonidés						
Zonosaurus	*trilineatus*	Lépidosauriens	Gerrhosauridés						
Brachypterygius	*extremus*	Ichthyosauriens	Ophtalmosauridés						

4.13 AMNIOTES (« REPTILES ») : synapsides basaux et sauropsides non archosauromorphes

NW	SW	N	NW	SW	NW	SW	NW	SW	N	SW	Auteur	Année	Références
											Kammerer	2010	
											Flynn	2000	
											Flynn	2000	
											Piveteau	1955	
			X								Gaffney *et al*.	2009	
			X								Baur	1888	
			X								Baur	1888	Krause, 1997
			X								Gaffney	2011	
										X	Bonnaterre	1789	
										X	Shaw	1802	
										X	Bour	1982	
											Carroll	1978	
											Carroll	1978	
											Currie	1980	
											Piveteau	1926	
											Piveteau	1926	
											Piveteau	1926	
											Carroll	1981	
											Carroll	1981	
			X								Krause et al.	2003	
			X								LaDuke	2010	
			X								Hoffstetter	1961	
			X								LaDuke	2010	
										X	Boulenger	1893	
										X	Jan	1860	
										X			
										X	Gunther	1879	
										X			
	X										Boulenger	1904	

4.14 ARCHOSAUROMORPHES NON AVIENS

Genre	*espèce*	Classe - sous classe	Famille	N	SW	N	NW	SW
Crocodylia indet								
Crocodylus	*niloticus*	Crocodyliformes	Crocodylidés					
Crocodylus	*robustus*	Crocodyliformes	Crocodylidés					
Araripesuchus	*tsangatsangana*	Crocodyliformes	Uruguaysuchidés					
Mahajangasuchus	*insignis*	Crocodyliformes	Mahajangasuchidés					
Miadanasuchus	*oblita*	Crocodyliformes	Trématochampsidés					
Simosuchus	*clarki*	Crocodyliformes	Crocodylomorpha					
Watsonisuchus	*madagascariensis*	Crocodyliformes	Crocodylomorpha					X
Rhamphorhynchoidea	indéterminé	Ptérosaures	Rhamphorhynchoïdés					
Dahalokely	*tokana*	Théropodes, cératosaures	Abélisauroidés					
Majungasaurus	*crenatissimus*	Théropodes, cératosaures	Abélisauridés					
Masiakasaurus	*knopfleri*	Théropodes, cératosaures	Abélisauridés					
Rahonavis	*ostromi*	Théropodes, coelurosaures	Droméosauridés					
Bakevellia	*sp.*	Théropodes	Grallatoridae					
Razanandrongobe	*sakalavae*	Théropode (Crocodylomorphes ?)						
Steneosaurus	*baroni*	Crocodyliformes	Téléosauridés					
Archaeodontosaurus	*descouensi*	Sauropodes, prosauropodes ?						
Lapparentosaurus	*madagascariensis*	Sauropodes, néosauropodes	Brachiosauridés					
Rapetosaurus	*krausei*	Sauropodes, néosauropodes	Némegtosauridés					
Titanosaurus	*madagascariensis*	Sauropodes, néosauropodes	Titanosauridés					
Titanosaurus	sp.	Sauropodes, néosauropodes	Titanosauridés					
Azendohsaurus	*madagaskarensis*	Archosauromorphes						X
Isalorhynchus / Hyperodapedon (?)	*genovefae*	Archosauromorphes - Rhynchosaures						X
Lasasaurus	*beltanae*	Parareptiles - Procolophonomorphes	Procolophonidés		X			
? Gervillia	elianae	Théropodes	Grallatoridés					

4.14 ARCHOSAUROMORPHES NON AVIENS

Nord	NW	SW	N	NW	SW	NW	SW	NW	SW	N	SW	Auteur	Année	Références
						X								
											X	Laurenti	1768	
											X			
				X								Turner	2006	
				X								Buckley	1999	
				X								Buffetaut	1979	
				X								Buckley	2000	
												Lehman	1961	
				X								Taquet	1977	Barret *et al*., 2008
	X											Farke & Sertich	2013	
				X								Sues	1979	
				X								Sampson	2001	
				X								Forster et al.	1998	Forster *et al.*, 1998a
		X										Mette	2004	
	X											Maganuco	2006	
		X										Bullen Newton	1893	
	X											Buffetaut	2005	
	X											Bonaparte	1986	
				X								Curry Rogers	2001	
				X								Depéret	1896	
				X								Dodson	1998	
												Flynn et al.	2010	Flynn *et al*., 2010
												Buffetaut	1983	Buffetaut, 1983
												Falconnet et al	2012	

4.15 OISEAUX

Genre	*espèce*	Classe	Famille	N	SW	N	NW	SW	N	NW	SW	N	NW	SW
Enantiornithes	sp.	Ornithothoraces											X	
Vorona	*berivotrensis*	Euornithes											X	
Aepyornis	maximus	Paléognathes	Aepyornithidés											
Aepyornis	medius	Paléognathes	Aepyornithidés											
Aepyornis	hildebrandti	Paléognathes	Aepyornithidés											
Aepyornis	gracilis	Paléognathes	Aepyornithidés											
Mullerornis	*betsilei*	Paléognathes	Aepyornithidés											
Mullerornis	*agilis*	Paléognathes	Aepyornithidés											
Mullerornis	rudis	Paléognathes	Aepyornithidés											
Numida	*meleagris*	Galliformes	Phasianidés											
Gallus	*gallus*	Galliformes	Phasianidés											
Alopochen	*sirabensis*	Ansériformes	Anatidés											
Anas	*bernieri*	Ansériformes	Anatidés											
Anas	*melleri*	Ansériformes	Anatidés											
Thalassornis	*leuconotus insularis*	Ansériformes	Anatidés											
Centrornis	*majori*	Ansériformes	Anatidés											
Centrornis	sp.	Ansériformes	Anatidés											
Streptopelia	*picturata*	Colombiformes	Columbidés											
Apus	sp.	Caprimulgiformes	Apodidés											
Anastomus	*lamelligerus*	Ciconiiformes	Ciconiidés											
Mycteria	*ibis*	Ciconiiformes	Ciconiidés											
Threskiornis	*aethiopicus*	Ciconiiformes	Threskiornithidés											
Lophotibis	*crustata*	Ciconiiformes	Threskiornithidés											
Platalea	*alba*	Ciconiiformes	Threskiornithidés											
Phalacrocorax	*sp.*	Pélécaniformes	Phalacrocoracidés											
Puffinus	sp.	Procellariiformes	Procellariidés											
Hovacrex	*roberti*	Gruiformes	Rallidés											
Gallinula	*chloropus*	Gruiformes	Rallidés											
Coua	*cristata*	Cuculiformes	Cuculidés											
Coua	*primavea*	Cuculiformes	Cuculidés											
Coua	*cursor*	Cuculiformes	Cuculidés											
Vanellus	*madagascarensis*	Charadriiformes	Charadriidés											
Turnix	*nigricollis*	Charadriiformes	Turnicidés											
Haliaeetus	*vociferoides*	Accipitriformes	Accipitridés											
Aquila		Accipitriformes	Accipitridés											
Stephanoaetus	*mahery*	Accipitriformes	Accipitridés											
Tyto	*alba*	Strigiformes	Tytonidés											
Otus	*rutilus*	Strigiformes	Strigidés											
Upupa	*marginata*	Bucérotiformes	Upupidés											
Falco	*newtoni*	Falconiformes	Falconidés											
Coracopsis	*vasa*	Psittaciformes	Psittacidés											
Mirafra	*hova*	Passériformes	Alaudidés											
Cyanolanius	*madagascarinus*	Passériformes	Vangidés											
Vanga	*curvirostris*	Passériformes	Vangidés											
Leptopterus	*viridis*	Passériformes	Vangidés											
Nesillas	*lantzii*	Passériformes	Sylviidés											
Thamnornis	*chloropetoides*	Passériformes	Sylviidés											
Terpsiphone	*mutata*	Passériformes	Monarchidés											
Zosterops	*maderaspatanus*	Passériformes	Zostéropidés											
Ploceus	*sakalava*	Passériformes	Plocéidés											
Foudia	*madagascariensis*	Passériformes	Plocéidés											
Corvus	*albus*	Passériformes	Corvidés											

4.15 OISEAUX

NW	SW	NW	SW	N	NW	SW	Auteur	Année	Références
							Walker	1981	O'Connor & Forster, 2010
							Forster et al.	1996	
						X	Geoffroy Saint-Hilaire	1851	
						X	Milne-Edwards & Grandidier	1866	
						X	Burckhardt	1893	
						X	Monnier	1913	
						X	Milne-Edwards & Grandidier	1894	
						X	Milne-Edwards & Grandidier	1894	
						X	Milne-Edwards & Grandidier	1894	
						X	Linnaeus	1758	
						X	Linnaeus	1758	Goodman & Rakotozafy 1997
						X	Stejneger	1885	Goodman & Rakotozafy 1997
						X	Hratlaub	1865	Goodman & Rakotozafy 1997
						X	Sclater	1865	Goodman & Rakotozafy 1997
						X	Richmond	1897	Goodman & Rakotozafy 1997
						X	Andrews	1897	Goodman & Rakotozafy 1997
						X	Andrews	1897	
						X	Temminck	1813	
						X	Scopoli	1777	
					X	X	Temminck	1823	Goodman & Rakotozafy 1997
						X	Linnaeus	1766	Goodman & Rakotozafy 1997
					X	X	Latham	1790	Goodman & Rakotozafy 1997
						X	Reichenbach	1853	Goodman & Rakotozafy 1997
						X	Scopoli	1786	Goodman & Rakotozafy 1997
						X	Brisson	1760	Goodman & Rakotozafy 1997
						X	Brisson	1760	
						X	Andrews	1897	Goodman & Rakotozafy 1997
						X	Linnaeus	1758	
						X	Linnaeus	1766	
						X			Goodman & Rakotozafy 1997
						X	Grandidier	1867	
						X	Goodman	1997	Goodman & Rakotozafy 1997
						X	Gmelin	1789	
						X	DesMurs	1845	Goodman & Rakotozafy 1997
						X			Goodman & Rakotozafy 1997
						X	Googman	1994	Goodman & Rakotozafy 1997
						X	Scopoli	1769	
						X	Pucheran	1849	
						X	Cabanis & Heine	1859	
						X	Gurney	1863	
						X	Shaw	1812	
						X	Hartlaub	1860	
						X	Linnaeus	1766	
						X	Linnaeus	1766	
						X	Müller	1776	
						X	Grandidier	1867	
						X	Grandidier	1867	
						X	Linnaeus	1766	
						X	Linnaeus	1766	
						X	Hartlaub	1861	
						X	Linnaeus	1766	
						X	Müller	1776	

4.16 MAMMIFÈRES (1)

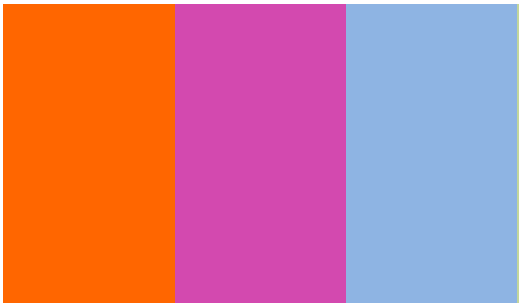
Genre	*espèce*	Ordre	Famille	N	SWn	SWs	N	NW	SW	N	NW	SW
Ambondro	*mahabo*	Australosphenida									X	
		Multituberculés										
Lavanify	*miolaka*	Gondwanathériens	Sudaméricidés									
Vintana	*sertichi*	Gondwanathériens										
		Thériiformes (?)	Zhélestidés									
Physeter	*catodon*	Cétartiodactyles	Physétéridés									
Kogia	*sp.*	Cétartiodactyles	Kogiidae									
Mesoplodon	*sp.*	Cétartiodactyles	Ziphiidés									
Indopacetus	*pacificus*	Cétartiodactyles	Ziphiidés									
Delphinus	*sp.*	Cétartiodactyles	Delphinidés									
Grampus	*griseus*	Cétartiodactyles	Delphinidés									
Stenella	*sp.*	Cétartiodactyles	Delphinidés									
Cephalorhynchus	*commersoni*	Cétartiodactyles	Delphinidés									
Globicephala	*macrorhynchus*	Cétartiodactyles	Delphinidés									
Stenella	*longirostris*	Cétartiodactyles	Delphinidés									
Hippopotamus	*lemerlei*	Cétartiodactyles	Hippopotamidés									
Hippopotamus	*sp.*	Cétartiodactyles	Hippopotamidés									
Hippopotamus	*laloumena*	Cétartiodactyles	Hippopotamidés									
Hippopotamus	*madagascariensis*	Cétartiodactyles	Hippopotamidés									
Bos	*indicus*	Cétartiodactyles	Bovidés									
Cryptoprocta	*spelea*	Carnivores	Viverridés									
Cryptoprocta	*ferox*	Carnivores	Viverridés									
Fossa	*fossana*	Carnivores	Viverridés									
Canis	*familiaris*	Carnivores	Canidés									
Eidolon	*dupreanum*	Mégachiroptères	Ptéropodidés									
Pteropus	*rufus*	Mégachiroptères	Ptéropodidés									
Rousettus	*madagascariensis*	Mégachiroptères	Ptéropodidés									
Hipposideros	*commersoni*	Microchiroptères	Hipposidéridés									
Triaenops	*furculus*	Microchiroptères	Hipposidéridés									
Mormopterus	*jugularis*	Microchiroptères	Molossidés									
Mops	*leucostigma*	Microchiroptères	Molossidés									
Miniopterus	*gleni*	Microchiroptères	Vespertilionidés									
Suncus	*madagascariensis*	Eulipotyphles	Soricidae									
Mus	*musculus*	Rongeurs	Muridés									
Rattus	*sp.*	Rongeurs	Muridés									
Eliurus	*myoxinus*	Rongeurs	Nésomyidés									
Eliurus	*sp.*	Rongeurs	Nésomyidés									
Hypogeomys	*australis*	Rongeurs	Nésomyidés									
Hypogeomys	*antimena*	Rongeurs	Nésomyidés									
Macrotarsomys	*bastardi*	Rongeurs	Nésomyidés									
Brachytarsomys	*mahajambaensis*	Rongeurs	Nésomyidés									
Macrotarsomys	*petteri*	Rongeurs	Nésomyidés									
Nesomys	*narindraensis*	Rongeurs	Nésomyidés									
Nesomys	*rufus*	Rongeurs	Nésomyidés									
Daubentonia	*madagascariensis*	Primates	Daubentoniidés									
Megaladapis	*edwardsi*	Primates	Mégaladapidés									
Megaladapis	*madagascariensis*	Primates	Mégaladapidés									
Megaladapis	*grandidieri*	Primates	Mégaladapidés									
Hapalemur	*simus*	Primates	Lémuridés									
Lemur	*catta*	Primates	Lémuridés									
Pachylemur	*insignis*	Primates	Lémuridés									
Pachylemur	*jullyi*	Primates	Lémuridés									
Pachylemur	*sp*	Primates	Lémuridés									
Cheirogaleus	*medius*	Primates	Cheirogaléidés									
Microcebus	*sp.*	Primates	Cheirogaléidés									
Archaeolemur	*edwardsi*	Primates	Archéolémuridés									
Archaeolemur	*majori*	Primates	Archéolémuridés									
Hadropithecus	*stenognathus*	Primates	Archéolémuridés									
Mesopropithecus	*dolichobrachion*	Primates	Paléopropithécidés									
Mesopropithecus	*globiceps*	Primates	Paléopropithécidés									
Mesopropithecus	*pithecoides*	Primates	Paléopropithécidés									
Babakotia	*radofilai*	Primates	Paléopropithécidés									
Palaeopropithecus	*ingens*	Primates	Paléopropithécidés									
Palaeopropithecus	*maximus*	Primates	Paléopropithécidés									
Palaeopropithecus	*kelyus*	Primates	Paléopropithécidés									
Archaeoindris	*fontoynonti*	Primates	Paléopropithécidés									
Avahi	*laniger*	Primates	Indriidés									
Propithecus	*verreauxi*	Primates	Indriidés									

4.16 MAMMIFÈRES (1)

N	NW	SW	NW	SW	NW	SW	N	NW	SW	AB	Auteur	Année	Références
											Flynn	1999	Luo *et al*., 2004
	X										Cope	1884	Krause, 2013
	X										Krause *et al*.	1997	
	X										Krause *et al*.	2014	
	X												Averianov *et al*., 2003 ; Palaeos.com
									X				Rakotozafy, 2013
									X		Gray	1846	Rakotozafy, 2013
									X		Longman	1926	Rakotozafy, 2013
									X				Rakotozafy, 2013
									X		Linnaeus	1758	Rakotozafy, 2013
									X		Cuvier	1812	Rakotozafy, 2013
									X		Gray	1866	Rakotozafy, 2013
									X		Lacépède	1804	Rakotozafy, 2013
									X		Gray	1846	Rakotozafy, 2013
									X		Gray	1828	Rakotozafy, 2013
								X	X		Milne Edwards	1868	Rakotozafy, 2013
								X		X	Linnaeus	1758	Rakotozafy, 2013
									X		Faure	1990	Rakotozafy, 2013
										X	Guldberg	1883	Rakotozafy, 2013
									X		Linnaeus	1758	Rakotozafy, 2013
								X			Bennett	1833	Rakotozafy, 2013
									X		Muller	1776	Rakotozafy, 2013
									X		Gervais	1850	Rakotozafy, 2013
									X		Linnaeus	1758	Rakotozafy, 2013
									X				Rakotozafy, 2013
									X				Rakotozafy, 2013
									X				Rakotozafy, 2013
									X				Rakotozafy, 2013
									X				Rakotozafy, 2013
									X		Linné	1758	Rakotozafy, 2013
									X				Rakotozafy, 2013
									X				Rakotozafy, 2013
									X		Coquerel	1848	Rakotozafy, 2013
									X		Fischer	1803	Rakotozafy, 2013
									X				Rakotozafy, 2013
									X		Milne-Edwards	1885	Rakotozafy, 2013
									X				Rakotozafy, 2013
									X				Rakotozafy, 2013
									X				Rakotozafy, 2013
									X				Rakotozafy, 2013
								X					Mein *et al,* 2010
									X				Rakotozafy, 2013
								X					Mein *et al*, 2010
									X		Simons *et al*.	1995	Rakotozafy, 2013
									X		Lamberton	1934	Rakotozafy, 2013
								X	X				Rakotozafy, 2013
									X				Rakotozafy, 2013
									X				Rakotozafy, 2013
								X			Linné	1758	
									X				Rakotozafy, 2013
									X		Filhol	1895	Rakotozafy, 2013
							X		X	X			Rakotozafy, 2013
								X			Grandidier	1899	
									X		Geoffroy	1812	Rakotozafy, 2013
									X		Geoffroy	1827	Rakotozafy, 2013
								X	X				Rakotozafy, 2013
									X				Rakotozafy, 2013
									X				Rakotozafy, 2013
							X		X	X	Lamberton	1936	Rakotozafy, 2013 ; Wikipedia.org
							X		X	X	Standing	1905	Rakotozafy, 2013
							X		X	X			Rakotozafy, 2013
							X	X	X				Rakotozafy, 2013
									X				Rakotozafy, 2013 ; Wikipedia.org
									X				Rakotozafy, 2013
									X				Rakotozafy, 2013
									X	X	Linné	1758	Rakotozafy, 2013
									X		Gmelin	1788	Rakotozafy, 2013
									X				Rakotozafy, 2013

4.16 MAMMIFÈRES (2)

Halitherium			Dugongidés
Plesiorycteropus	*madagascariensis*	Bibymalagasia	*Plésioryctéropidés*
Plesiorycteropus	*germainepetterae*	Bibymalagasia	*Plésioryctéropidés*
Tenrec	*ecaudatus*	Afrosoricides	Tenrécidés
Echinops	*telfairi*	Afrosoricides	Tenrécidés
Geogale	*aurita*	Afrosoricides	Tenrécidés
Microgale	*brevicaudata*	Afrosoricides	Tenrécidés
Microgale	*longicaudata*	Afrosoricides	Tenrécidés
Microgale	*macpheei*	Afrosoricides	Tenrécidés
Microgale	*nasoloi*	Afrosoricides	Tenrécidés
Microgale	*principula*	Afrosoricides	Tenrécidés
Microgale	*pusilla*	Afrosoricides	Tenrécidés
Setifer	*setosus*	Afrosoricides	Tenrécidés



4.16 MAMMIFÈRES (2)

		X				
			X	X	Filhol	1895	MacPhee, 1994
				X	MacPhee	1994	
				X			Rakotozafy, 2013
				X			Rakotozafy, 2013
				X			Rakotozafy, 2013
				X			Rakotozafy, 2013
				X			Rakotozafy, 2013
				X			Rakotozafy, 2013
				X			Rakotozafy, 2013
				X			Rakotozafy, 2013
				X	Froriep	1806	Rakotozafy, 2013
				X	Schreber	1778	Rakotozafy, 2013

ANNEXE 5

ARTICLE SCIENTIFIQUE

RAKOTOVAO M., LIGNEREUX Y., ORLIAC M.J., DURANTHON F. et P.-O. ANTOINE

Hippopotamus lemerlei Grandidier, 1868 et *Hippopotamus madagascariensis* Guldberg, 1883 (Mammalia, Hippopotamidae) : anatomie crânio-dentaire et révision systématique.

Geodiversitas, 2014, **36**, 1, 117-161

Hippopotamus lemerlei Grandidier, 1868 et *Hippopotamus madagascariensis* Guldberg, 1883 (Mammalia, Hippopotamidae) : anatomie crânio-dentaire et révision systématique

Marius RAKOTOVAO
Géosciences-Environnement Toulouse, Université de Toulouse,
UPS (SVT-OMP), GET, CNRS, IRD,
14 avenue Édouard Belin, F-31400 Toulouse (France)
et Université de Mahajanga, BP 652, Mahajanga 401 (Madagascar)

Yves LIGNEREUX
Muséum d'Histoire naturelle,
35 allées Jules-Guesde, F-31000 Toulouse (France)
et École Nationale Vétérinaire,
23 chemin des Capelles, F-31076 Toulouse Cedex (France)

Maëva J. ORLIAC
Institut des Sciences de l'Évolution, UMR-CNRS 5554,
CC064, Université Montpellier 2,
Place Eugène-Bataillon, F-34095 Montpellier (France)
et Royal Museum for Central Africa, Department of African Zoology,
Leuvensesteenweg 13, 30080 Tervuren (Belgique)

Francis DURANTHON
Muséum d'Histoire naturelle,
35 allées Jules-Guesde F-31000 Toulouse (France)
et AMIS-UMR 5288 CNRS,
37 allées Jules-Guesde F-31073 Toulouse (France)

Pierre-Olivier ANTOINE
Institut des Sciences de l'Évolution, UMR-CNRS 5554,
CC064, Université Montpellier 2,
Place Eugène-Bataillon, F-34095 Montpellier (France)

Rakotovao M., Lignereux Y., Orliac M. J., Duranthon F. & Antoine P.-O. 2014. — *Hippopotamus lemerlei* Grandidier, 1868 et *Hippopotamus madagascariensis* Guldberg, 1883 (Mammalia, Hippopotamidae) : anatomie crânio-dentaire et révision systématique. *Geodiversitas* 36 (1): 117-161. http://dx.doi.org/10.5252/g2014n1a3

RÉSUMÉ
Le Muséum d'Histoire naturelle de Toulouse (MHNT) conserve depuis le début du 20e siècle environ 300 restes subfossiles d'hippopotames nains endémiques de Madagascar, ni décrits, ni déterminés jusqu'ici (collection Galliéni). Treize spécimens céphaliques, dont cinq têtes osseuses complètes (massifs crânio-faciaux et leurs mandibules), un massif crânio-facial sans la mandibule, une mandibule

isolée, un crâne et cinq fragments de crânes et de mandibules ont été décrits et mesurés. L'étude comparative de ces spécimens et de ceux conservés à Londres (Natural History Museum) et à Paris (Muséum national d'Histoire naturelle), et l'analyse d'une littérature relativement complexe et discutée, ont permis d'attribuer six têtes à *Hippopotamus madagascariensis* Guldberg, 1883 et un crâne à *H. lemerlei* Grandidier, 1868. Nous proposons six nouveaux caractères diagnostiques de ces deux espèces (crête sagittale externe plus large, courte et plane chez *H. lemerlei*, foramens mastoïdiens parfois convertis en fontanelle chez *H. lemerlei*, arc zygomatique plus puissant chez *H. madagascariensis*, striction faciale plus longue chez *H. lemerlei*, orbites dirigées plus rostralement chez *H. lemerlei*, plus latéralement chez *H. madagascariensis*, condyles occipitaux plus axiaux de profil chez *H. lemerlei*, plus ventro-caudaux chez *H. madagascariensis*). La variation individuelle, liée ou non au sexe ou à l'âge, est marquée ; le contrôle systématique de l'ensemble des 20 caractères diagnostiques crâniens retenus sur chacun des spécimens montre en outre que ces caractères n'appartiennent pas tous exclusivement à l'une ou à l'autre de ces espèces, ils ne sont donc pas tous univoques. Les plus diagnostiques sont la configuration des orbites et la longueur de la face. Les lésions crânio-mandibulaires rencontrées sont essentiellement de type traumatique (batailles intraspécifiques) et stomatologiques (fractures et chutes dentaires, parodontolyse). Ces espèces, potentiellement sympatriques, occupaient certainement des niches distinctes.

MOTS CLÉS
Hippoporames nains,
Holocène,
anatomie comparée,
morphologie,
taxonomie
Muséum de Toulouse.

ABSTRACT

Hippopotamus lemerlei *Grandidier, 1868 and* Hippopotamus madagascariensis *Guldberg, 1883 (Mammalia, Hippopotamidae): craniodental anatomy and systematic revision.*

Since the 1900s, the Muséum d'Histoire naturelle of Toulouse has housed about 300 subfossil specimens of dwarf endemic hippopotamuses of Madagascar (Galliéni collection), neither described, nor determined so far. Thirteen cranial specimens, of which five complete skulls, two crania, a mandible and five fragments were described and measured. A comparative study of these specimens with those from the Natural History Museum, London, and from the Muséum national d'Histoire naturelle, Paris was undertaken, complemented by the analysis of a relatively complex and disputed literature. This study allowed referring six skulls to *Hippopotamus madagascariensis* Guldberg, 1883 and one to *H. lemerlei* Grandidier, 1868. We propose six new differential diagnostic characters for these species (external sagittal crest larger, shorter, and flatter in *H. lemerlei*; possible presence of a fontanelle instead of mastoid foramens in *H. lemerlei*; zygomatic arch more robust in *H. madagascariensis*; facial constriction longer in *H. lemerlei*; orbits more rostrally oriented in *H. lemerlei*, more laterally in *H. madagascariensis*; occipital condyles more axial in *H. lemerlei* and more caudo-ventral in *H. madagascariensis* in lateral view). Individual variation, sex- and/or age-dependent, is marked; besides, thorough examination of 20 'diagnostic' cranial characters on the available sample shows that these characters are not unambiguously differential. Configuration of the orbit and relative length of the face are the most diagnostic features. Observed cranio-mandibular lesions are either traumatic (wounds: intra-specific struggles) or bucco-dental (dental wear/deletion, parodontolysis). These two species were probably sympatric, but occupying distinct niches.

KEY WORDS
Dwarf hippopotamuses,
Holocene,
comparative anatomy,
morphology,
taxonomy,
Toulouse Museum.

INTRODUCTION

Le 5 mai 1905, le Muséum d'Histoire naturelle de Toulouse (MHNT) a reçu du général Joseph Galliéni, natif de Saint-Béat (Haute-Garonne) et Gouverneur de Madagascar, un lot d'ossements provenant d'une dizaine d'individus d'hippopotames sub-fossiles, sans mention de leur origine géographique précise : la collection inclut cinq têtes osseuses, deux crânes, une mandibule isolée et des fragments de crânes et de mandibules, ainsi que des éléments du squelette postcrânien. À ce jour, cette collection est totalement inédite, puisqu'elle n'avait pas été déterminée du point de vue systématique, ni décrite, ni *a fortiori* illustrée.

Compte tenu de l'origine géographique de la collection, trois espèces sub-fossiles sont candidates : 1) *Hippopotamus lemerlei* Grandidier, 1868 ; 2) *Hippopotamus madagascariensis* Guldberg, 1883 – deux espèces « naines », essentiellement distinguées l'une de l'autre par la hauteur de l'orbite et les proportions de la face ; et 3) *H. laloumena* Faure & Guérin, 1990, qui se différencie notamment des deux premières par une plus grande taille générale (Faure & Guérin 1990 ; Faure *et al.* 2010). Concernant les deux premières espèces, une certaine confusion apparaît dans la littérature : les descriptions initiales sont sommaires (Grandidier 1868 ; Milne Edwards 1868 ; Grandidier & Filhol 1894 ; Forsyth Major 1902) ou fondées sur des prémisses fausses (Guldberg 1883). Par ailleurs, les types, n'ont été définis qu'*a posteriori* (lectotypes : Stuenes 1989 ; Fovet *et al.* 2011), ce qui laisse planer des doutes sur l'attribution des caractères diagnostiques à l'une ou à l'autre espèce, puisqu'en l'absence d'une description originale précise d'*H. lemerlei* et de la désignation de son spécimen type par Grandidier (1868), une ambiguïté subsistait sur la morpho-anatomie de cette espèce. La première description complète d'une forme à orbite basse et à face courte est fournie par Guldberg (1883) ; tout en précisant qu'il s'agissait « de la même espèce que celle de Grandidier » (soit *H. lemerlei*) et quoique estimant qu'il n'y avait qu'une seule espèce d'hippopotame malgache, Guldberg (1883) l'a nommée *H. madagascariensis*.

Il fallut attendre plus d'un siècle et la révision de Stuenes (1989) pour que soit formalisée la distinction entre les deux espèces ; cet auteur prend, dans la collection Grandidier, le spécimen MNHN IP 1414 (1911-12) - MAD 308 pour lectotype de l'espèce *H. lemerlei*, même si ce sujet, immature et incomplet, est finalement assez peu caractéristique. Dans cette révision, aucune mention n'est faite permettant de préciser si les crânes de cette collection sont tous du même type morphologique (orbite haute, face longue) ou non. Stuenes (1989) tient l'autre espèce, *H. madagascariensis* Guldberg, 1883, pour être celle à orbite basse et face courte, et lui désigne comme lectotype le spécimen Zool Mus Oslo 6153 décrit et illustré par Guldberg (1883). Récemment, Fovet *et al.* (2011) ont considéré que ce spécimen initialement décrit par Guldberg (1883) comme définissant *H. madagascariensis* appartenait au premier morphotype (orbite haute, face longue) et qu'il devait être rapporté à *H. lemerlei* Grandidier, 1868, dont « *H. madagascariensis* Guldberg, 1883 » aurait été par conséquent un nom de remplacement (synonyme récent). En toute logique, ce dernier nom n'aurait donc plus été disponible pour le morphotype à orbite basse et face courte. C'est la raison pour laquelle Fovet *et al.* (2011) ont proposé pour ce dernier un nouveau nom d'espèce, « *H. guldbergi* Fovet, Faure & Guérin, 2011 », avec pour lectotype le spécimen NHM M 7093/M 8153, conservé au Natural History Museum à Londres et initialement décrit et illustré par Forsyth Major sous le nom *H. madagascariensis* (1902).

La présente étude propose une description complète des spécimens crâniens et mandibulaires du MHNT et leur attribution spécifique (spécimens 1 à 13) ; elle permet aussi de lever ce qui nous est apparu comme un doute persistant sur les objets des publications initiales de Grandidier (1868) et de Milne Edwards (1868). La discussion permettra de réviser les caractères diagnostiques des deux espèces malgaches.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le matériel étudié (environ 300 spécimens) appartient aux collections du MHNT ; nous l'avons inventorié et numéroté. Le présent article concerne

TABLEAU 1. — Inventaire des spécimens céphaliques d'hippopotames subfossiles de Madagascar conservés au Muséum d'Histoire naturelle de Toulouse (collection Galliéni). Les spécimens 1 à 6 sont les têtes osseuses complètes, le spécimen 7, un crâne isolé (face et mandibules absentes), et les spécimens 8-13 sont les fragments cités dans le texte [spécimen 8 : fragment de corps de mandibule ; spécimens 9, 10 : arrières-crânes (os occipital et temporaux) ; spécimens 11, 12 : fragments de bord orbitaire dorsal ; spécimen 13 : fragment de plan frontal portant une lésion circulaire].

Spécimen	Numéro d'inventaire MHNT	
	Massif crânio-facial	Mandibule
1	PAL.2006.280	PAL.2006.279
2	2006.278	PAL.2006.281
3	MAM.2002.109.1	MAM.2002.109.2
4	PAL.2012.0.207.1	PAL.2012.0.207.2
5	PAL.2012.0.208.1	PAL.2012.0.208.2
6	PAL.2012.0.209.1	PAL.2012.0.209.2
7	PAL.2012.0.210	non existante
8	non existant	PAL.2012.0.211
9	PAL.2012.0.183	–
10	PAL.2012.0.184	–
11	PAL.2012.0.185	–
12	PAL.2012.0.186	–
13	PAL.2012.0.187	–

le squelette crânien (Tableau 1) : le squelette postcrânien fera l'objet d'une étude ultérieure. Nous utilisons pour sa description la nomenclature anatomique officielle vétérinaire (International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature [2005, rév. 2012], commentée et illustrée dans Barone [2010] et Constantinescu & Schaller [2011] et francisée sous l'égide du Collège Médical Français des Professeurs d'Anatomie, Barone [1977]), adaptée aux animaux domestiques mais qui convient aussi parfaitement qu'il est souhaitable à un artiodactyle morphologiquement proche du porc comme l'hippopotame. Les mesures ostéométriques suivent celles réalisées dans les publications anciennes (autant que possible, en raison de certaines imprécisions), pour comparaison, et celles préconisées par von den Driesch (1976: 38-41, 58, 59), une fois adaptées à l'hippopotame (Figs 1-3). Pour les structures dentaires, nous suivons la terminologie proposée par Boisserie *et al.* (2009: fig. 2), telle qu'illustrée en Fig. 4. Les descriptions précédentes (Grandidier & Filhol 1894 ; Stuenes 1989 ; Guldberg *in* Fovet *et al.* 2010 ; Orliac *et al.* 2010) sont sollicitées et rappelées.

En outre, la détermination des espèces a nécessité la visite des collections d'anatomie comparée du Muséum national d'Histoire naturelle, à Paris (MNHN) et du Natural History Museum (NHM), à Londres. Le matériel de comparaison (hippopotames nains subfossiles de Madagascar) est listé ci-dessous.

MATÉRIEL D'*HIPPOPOTAMUS LEMERLEI*

Crânes

NHM M 4875 (sans le rostre), 4934 (sans le rostre), 4936 (sans la calvaria, ni le rostre), 42187 (extrémité rostrale), 82188 VA7, 82189, 82190, 82197 (sans les os incisifs).

MNHN.F.MAD308 (lectotype *H. lemerlei*), 1070, 1080, 1081, 1064, 1065, 1066, 1074, 1076, 1079, 1660, 7819, 7914, 7918, 8815, 8818, 8819, 1936-47.

Mandibules

NHM M 4937, 4938, 82191, 82192 VA8, 82193, 82194 VA6.

MNHN.F.MAD308 (lectotype *H. lemerlei*), 1078, 8823, 1059, 1068, 1078, 7351, 7372, 7373, 7412, 7453, 7906, 7913, 8820, 2001-01, 1937-50, 1932-589.

MATÉRIEL D'*HIPPOPOTAMUS MADAGASCARIENSIS*

Crânes

NHM M 4909, 5141, 7093 (lectotype *H. madagascariensis*), 33359 (sans les os nasaux), 1069, 1072, 7352, 7353, 7701, 8702.

MNHN.F.2007-1.

Mandibules

NHM M 4587 (p.p.), 4909, 4911 (p.p.), 5142, 8153 (lectotype *H. madagascariensis*), 82195, 82196, 82197 (juvénile).

MNHN.F.MAD1060, 1067, 7912, 8817, 8822, 1936-437, MNHN.F.2007-1.

MATÉRIEL D'*HIPPOPOTAMUS* SP.
(*H. LEMERLEI* OU *H. MADAGASCARIENSIS*)

Crânes

MNHN.F.MAD8825, 8821.

Mandibules

MNHN.F.MAD1071, 8824, 8816.

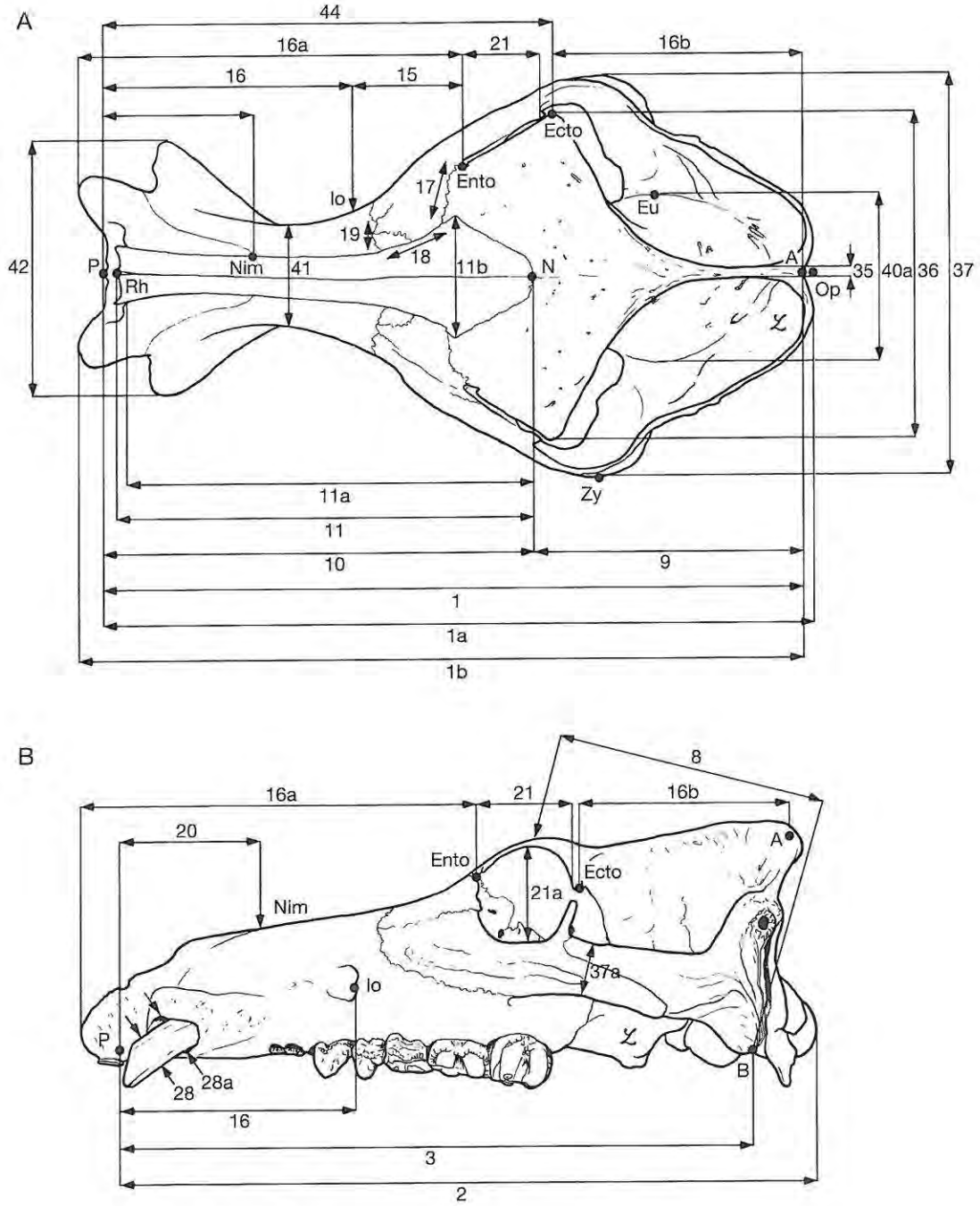


Fig. 1. — Hippopotames subfossiles de Madagascar conservés au Muséum d'Histoire naturelle de Toulouse (collection Galliéni). Mesures crâniennes, aspects frontal et latéral. Les numéros des mesures renvoient aux indications du Tableau 2.

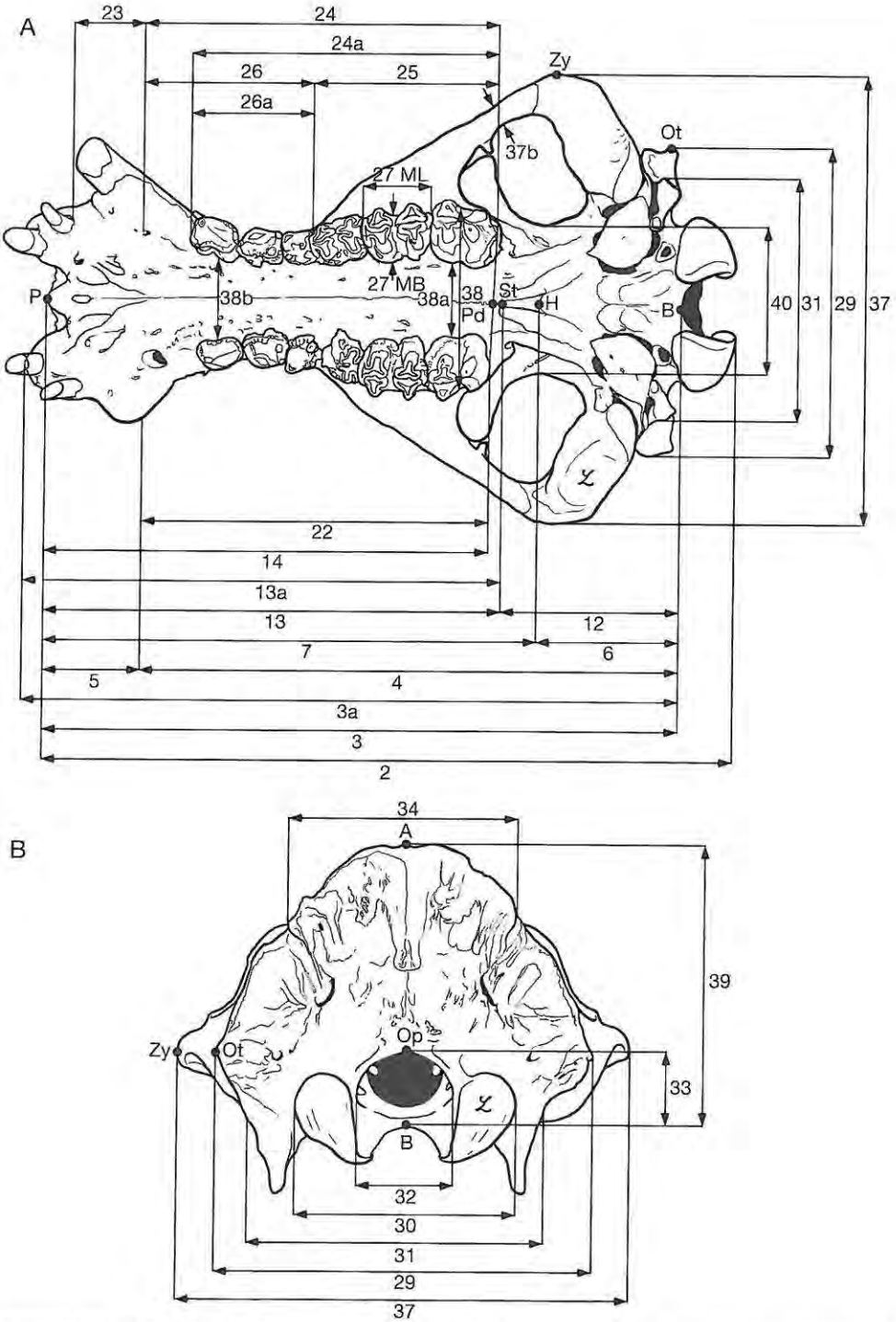


FIG. 2. — Hippopotames subfossiles de Madagascar conservés au Muséum d'Histoire naturelle de Toulouse (collection Galliéni). Mesures crâniennes, aspects basal et nuchal. Les numéros des mesures renvoient aux indications du Tableau 2.

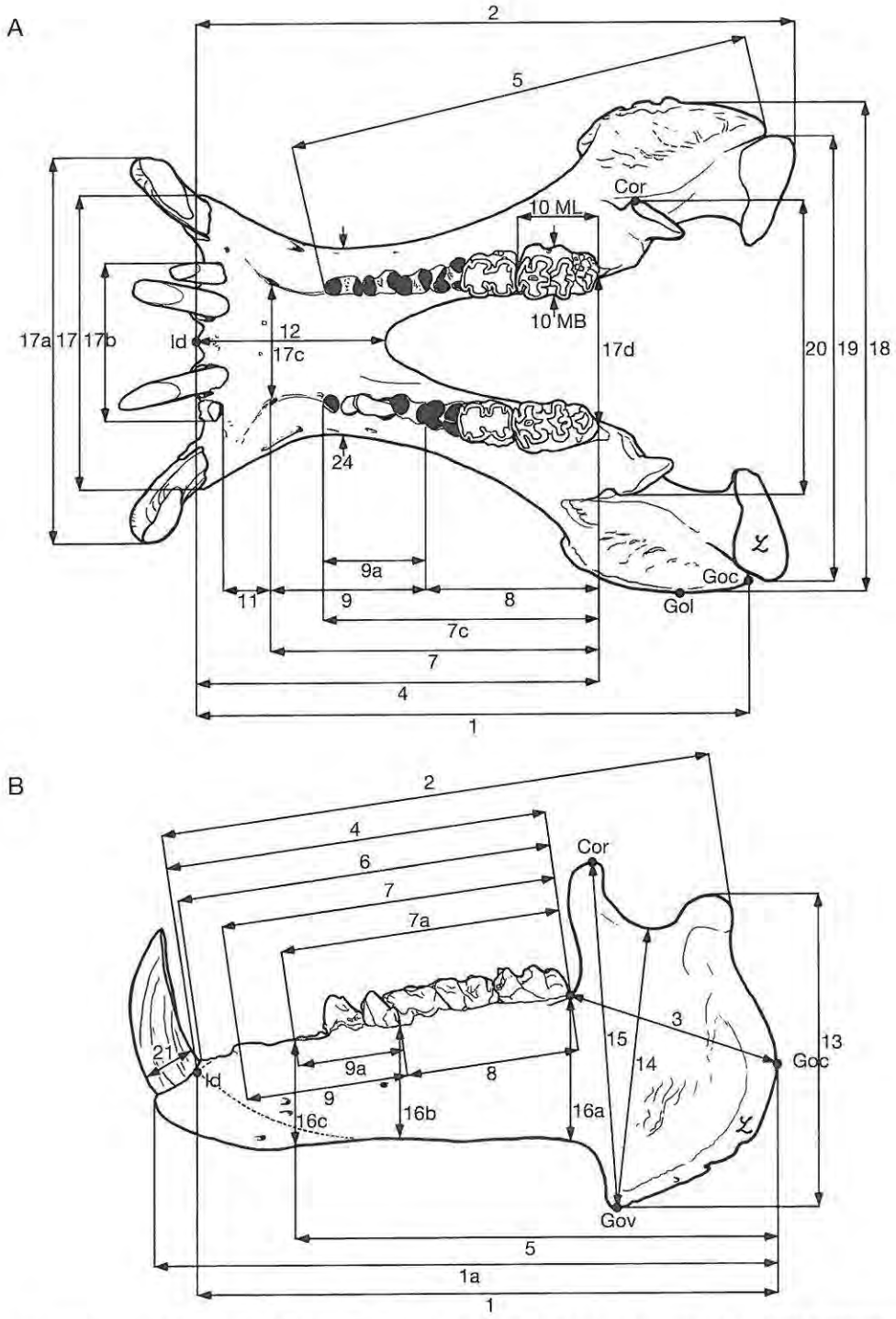


FIG. 3. — Hippopotames subfossiles de Madagascar conservés au Muséum d'Histoire naturelle de Toulouse (collection Galliéni). Mesures mandibulaires, aspects occlusal et latéral. Les numéros des mesures renvoient aux indications du Tableau 3.

TABLEAU 2. — Hippopotames subfossiles de Madagascar conservés au Muséum d'Histoire naturelle de Toulouse (collection Galliéni). Mesures crâniennes, en cm. Abréviations : ***Hl***, *Hippopotamus lemerlei* Grandidier, 1868 ; ***Hm***, *Hippopotamus madagascariensis* Guldberg, 1883. Les numéros (**1-10**) sont ceux des mesures crâniennes de *Sus scrofa domesticus* (von den Driesch 1976: 38-41). Les lettres (**A-F**) correspondent à des rapports entre dimensions.

		Spécimens MHNT							*Hl*	*Hm*
	Mesures crâniennes	**1 (*Hm*)**	**2 (*Hm*)**	**3 (*Hm*)**	**4 (*Hm*)**	**5 (*Hm*)**	**6 (*Hm*)**	**7 (*Hl*)**	Stuenes (1989) ; Fovet *et al.* (2010) ; Grandidier & Filhol (1894)	
1	Prosthion-Acrocranion	43,9	[43,7]	42,5	40,5	41,5	[37,5]	–	M : 43,8-49,7 F : 39-45,7	36,8-45,4
1a	Prosthion-Opisthocranion	45,8	[44,7]	42,8	41	42	[38,4]	–		
1b	Tubercule incisif-Opisthocranion	[43]	46,4	43,5	41,5	43,3	40,2	–		
2	Prosthion-Condyle occipital	45,9	[44,2]	41,5	40	41,3	[38,2]	–		
3	Prosthion-Basion	43	[41,3]	38,6	37,3	38,5	[35,7]	–		
3a	Tubercule incisif-Basion	[41,5]	43,4	39,9	38,4	40,3	37,5	–	46 (p. 154)	
4	Pm^1-Basion	33	31,6	30,5	30,3	[31,2]	28,8	–		
5	Prosthion-P^1	9,2	[9]	7,7	8,3	7,9	[7,5]	–		
6	Hormion-Basion	8,5?	8,5?	7,8	8,2	7,2	[6,6]	7,4		
7	Prosthion-Hormion	34,5?	32,8?	30,8	29,1?	31,3	[29,1]	–		
8	Nasion-Basion	19	18,3	[18,6]	17,9	18,3	16,4	–		
9	Nasion-Acrocranion	15,3	14,8	[16,2]	14,5	15,9	12,6	–		
10	Prosthion-Nasion	31	[29,5]	[26,2]	26,3	25,2	[25,7]	–		
11	Rhinion-Nasion	25,2	23,1	–	23,5	21,9	19,7	–		
11a	Nasion-suture naso-maxillaire	26,1	24,5	–	23,1	21,8	–	–		
11b	Plus grande largeur nasale	6,9	6,2	7,2	[6]	[5,7]	5,7	–	5,6-7,4	5,3-7,2
12	Staphylion-Basion	10,1	9,5	9,2	[9,6]	10,1	9	10,2	(10-11)-M : 9,8-11 F : 8,8-10	8,7-10,5
13	Prosthion-Staphylion	32,8	[30,5]	29,2	27,6	28,2	–	–		
13a	Tubercule incisif-Staphylion	[30,6]	33,2	31	[28,8]	[30,2]	28,2	–	35-36	
A	Rapport 13a/12	3,03	3,49	3,37	3	2,99	3,13	–	3,18-3,6	
14	Prosthion-Postdentale	31,1	[29,5]	26,4	27,2	25,6	–	–		
15	Entorbitale-Infraorbitale	11,3	10,8	[8,9]	8,7	8,6	8,3	≥ 10,6		
16	Prosthion-Infraorbitale	18,3	[16]	16,5	15,4	14,9	–	–		
16a	Tub incisif-bord rostral orbite (dist AV orbite-Pointe os incisif)	[26]	27,5	25	23,6	24,4	23,4	–		
16b	Bord caudal orbite-extrémité caudale crâne (dist AR orbite-POE)	15 16	15,6 16,2	16	15,6 15,9	15,1 15,6	13,7 14,2	14,2 15,3		
17	Longueur suture frontolacrymale	4,4	5	[3,6]	[4,4]	[3,7]	3,6	[4]		
18	Longueur suture nasolacrymale	2,5	2,7	[2,8]	[2,8]	[2,7]	[3,3]	–		
19	Longueur suture maxillolacrymale	2,7	2,6	[2,8]	[2,1]	[2,6]	2,5			
20	Prosthion-Naso-intermaxillare	14,1	[12,8]	12,8	–	12,4	–	–		
21	Entorbitale-Ectorbitale (largeur orbite)	5,6	5,8	5,8	5,9	5,4	5,3	5,1	M : 4,4-5,3 F : 4-4,8	5,4-6,2
21a	Hauteur orbite	5,6	5,5	5,1	5,3	5,2	5,2	5,2	M : 5,2-6,2 F : 4,9-5,3	5,1-6,2
22	Longueur C-M^3	22	23	22,2	22,8	21	22	–		
23	Longueur I^2-P^1	5,3	4,5	[5]	[4,4]	[4,3]	4,1	–		

TABLEAU 2. — Suite.

Mesures crâniennes	Spécimens MHNT 1 (*Hm*)	2 (*Hm*)	3 (*Hm*)	4 (*Hm*)	5 (*Hm*)	6 (*Hm*)	7 (*Hl*)	*Hl*	*Hm*
								Stuenes (1989) ; Fovet *et al.* (2010) ; Grandidier & Filhol (1894)	
24 Longueur P^1-M^3	21,4	19,5	[18,7]	19,7	[18,2]	20,5	–		
24a Longueur P^2-M^3	18	15,6	14,9	16,4	15,5	16,8	–	18,7-20,8 (p. 174)	
25 Longueur M^1-M^3	10,2	8,2	8,8	9,9	9,5	8,5	10,4		
26 Longueur P^1-P^4	11,2	11,6	10,3	10,4	9,4	9,9	–		
26a Longueur P^2-P^4	8,1	7,8	6,5	6,9	6,7	7,2	–		
27 LM^3 Longueur M^3	3,51	3,27	3,4	3,25	3,34	[3,28]	3,85	(3,6-3,9)-M : 3,2-3,7 F : 3,5-4,2	2,9-4,3
27 BM^3 Largeur M^3	3,26	3,56	3,2	3,32	3,26	[2,73]	[2,9]	(3,8-3,9)-M : 3,2-3,7 F : 2,7-3,8	2,7-3,8
27 LM^2 Longueur M^2	3,01	3,78	2,84	3,57	[3,2]	3,87	3,9	3,3-3,4	
27 BM^2 Largeur M^2	2,6	3,44	3,1	3,2	3,15	3,24	2,84	3,4-3,6	
27 LM^1 Longueur M^1	–	2,87	2,55	[2,42]	–	2,9	3,05	2,6-2,9	
27 BM^1 Largeur M^1	–	2,65	2,26	2,26	–	2,44	2,59	2,5-2,8	
27 LP^4 Longueur P^4	–	2,95	1,92	1,76	–	1,75	–	2,1-2,3	
27 BP^4 Largeur P^4	–	2,1	1,65	1,7	–	1,43	–	2,2-2,3	
27 LP^3 Longueur P^3	–	2,71	2,33	2,42	–	2,28	–	2,5-2,7	
27 BP^3 Largeur P^3	–	1,83	1,38	1,67	–	1,47	–	1,7-1,8	
27 LP^2 Longueur P^2	–	–	–	–	2,12	2,37	–	2,2-2,6	
27 BP^2 Largeur P^2	–	–	–	–	1,47	1,5	–	1,4-1,6	
28 Largeur alvéole canine	3,1	3,2	2,8	2,4	[2,7]	[2,3]		3,2-3,5 2,1-2,8	2,5-3
28a Grand diamètre Canine	[3]	3,1	2,6	2,3	2,3	–	–		
29 Otion-Otion	15,1	17,3	18,2	14,4	16	15	14,8		
30 Condyle-Condyle	9,5	10	10,2	9,5	9	9,9	7,7	M : 9,7-10,7 F : 8,1-10,1	8,5-11,4
31 Proc paracondylaire-Proc parac.	13,5	13,3	12,1	13	12,2	12,7	11		
32 Largeur Foramen magnum	3,6	4,4	3,9	4,4	[4]	3,1	[3,6]	M : 3,4-4,4 F : 2,9-4,4	3,5-5,5
33 Opisthion-Basion	3,9	4,1	3,4	3,9	3,9	3,4	3,3	M : 3,3-4 F : 2,8-3,5	2,9-4
34 Largeur occipitale	10,2	13	13	10,8	11,7	9,9	8,8		
35 Crête sagittale externe	0,3	0,5	0,9	0,6	0,6	0,6	1,1		
36 Ectorbitale-Ectorbitale	20	20	19,4	20,2	18,1	18,1	20,4	M : 20,4-23 F : 17,2-20,2	17,6-22,2
37 Zygion-Zygion	25,6	26,4	25,2	26,5	25,9	23,5	24,5	M : 25,8-26,8 F : 22-24,7	23,9-30,3
B rapport 37/1	0,58	–	0,59	0,65	0,62	–	–		
C Rapport 37/36	0,78	0,76	0,77	0,76	0,70	0,77	0,83		
37a Hauteur arc zygomatique	2,6	2,6	3,4	3	2,6	2,4	2,4		
37b Épaiss. arc zygomatique	1,9	1,8	1,9	1,4	1,3	1,2	1,2		
38 Grande largeur palatine	10,5	11,2	10,5	10,2	10,3	10,1	10,1		
38a Largeur palais entre M^3	4,44	4,67	4,3	4,44	4,46	4,75	4,9	3,6-4,0	
38b Largeur palais entre P^2	4,8	5,46	4,85	4,1	4,09	3,9	–	4,4-4,9	
39 Acrocranion-Basion	13,3	12,6	13,9	13,3	13,1	12,6	12,2		
40 Petite largeur boîte crânienne	8	8,7	8,5	9,6	8,1	8,4	9	M : 8,1-8,7 F : 8-9	8-9,9
40a Euryon-Euryon	10,3	10,1	10,5	10,5	9,2	9,4	9,4		
41 Petite largeur face	5,9	6,5	6,1	5,9	5,7	5,3	–	M : 5-6,1 F : 4-6,3	4,3-6,8
42 Largeur aux alvéoles canines	[19,3]	17	18,3	[16,4]	15	–	–	M : 18,7-20,5 F : 14,6-18,9	14,3-17,4
D Rapport 42/37	[0,75]	0,64	0,73	0,62	0,58	–	–	M : rostre robuste F : rostre gracile	

TABLEAU 2. — Suite.

Mesures crâniennes	Spécimens MHNT 1 (*Hm*)	2 (*Hm*)	3 (*Hm*)	4 (*Hm*)	5 (*Hm*)	6 (*Hm*)	7 (*Hl*)	*Hl* / *Hm* Stuenes (1989) ; Fovet *et al.* (2010) ; Grandidier & Filhol (1894)
43 Prosthion-Ectorbitale	[29,5]	[33,5]	30,7	29,5	[29,5]	[28,5]	–	
E Rapport 43/1a	[0,64]	[0,75]	0,72	0,72	[0,70]	[0,74]	–	
F Rapport 43/1b	[0,69]	[0,72]	0,71	0,71	[0,68]	[0,71]	–	9/16 = 0,56
	Mâle	Mâle	Fem.	Fem.	Fem.	indét.		

Massifs crânio-faciaux

Les sept massifs crânio-faciaux conservés au MHNT sont numérotés de 1 à 7, le spécimen 7 étant réduit à la partie caudale de la face et au crâne (la correspondance avec les numéros d'inventaire est donnée dans le Tableau 1) ; les mandibules associées appartiennent aux spécimens 1, 2, 4, 5 et 6 et le fragment de mandibule isolé prend le numéro 8. La mandibule du spécimen 3 ne correspond pas au crâne du même numéro. Les spécimens 9 à 13 sont des fragments crâniens : 9 et 10, des arrières-crânes, 11 et 12, des parois orbitaires et 13, un fragment de plan frontal.

Les dimensions crâniennes et mandibulaires des spécimens étudiés apparaissent respectivement dans les Tableaux 2 et 3.

Dans la description et les sections suivantes, les binoms *Hippopotamus madagascariensis* et *H. lemerlei* seront respectivement abrégés en *Hm* et *Hl*.

SYSTÉMATIQUE

Ordre ARTIODACTYLA Owen, 1841
Famille HIPPOPOTAMIDAE Gray, 1821
Genre *Hippopotamus* Linnaeus, 1758

Hippopotamus lemerlei Grandidier, 1868
(Figs 5D, 6B, 7C, 8B, 9G)

DIAGNOSE CRÂNIO-DENTAIRE. — Émendée à partir de Grandidier & Filhol (1894) et Stuenes (1989). Hippopotame au crâne gracile et allongé sagittalement ; crête sagittale externe large, courte et plane ; bord dorsal de l'orbite épais ; orbite plus haute que large et orientée plus vers l'avant que chez *H. madagascariensis* ; arc zygomatique gracile ; fosse glénoïdale relativement courte et profonde ; foramens mastoïdiens parfois convertis en fontanelle ; condyle occipital dans l'axe d'allongement du crâne ; biseau de la canine supérieure éloigné de l'alvéole ; sillon distal de la canine supérieure absent ou indistinct ; mandibule gracile, avec un corps plus long et moins haut que chez *H. madagascariensis* ; condyle et processus coronoïde de hauteurs similaires.

LECTOTYPE. — MNHN.F.MAD308 (MNHN IP 1414 [1911-12]), crâne et mandibule associés figurés par Grandidier & Filhol (1894: pls VII, VIII, IX et XIII-fig. 2) et conservés au MNHN. Désigné par Stuenes (1989).

MATÉRIEL EXAMINÉ. — MHNT.PAL.2012.0.210 (crâne incomplet, spécimen 7) ; MHNT.PAL.2012.0.183 (fragment crânien, spécimen 9) ; MHNT.PAL.2012.0.184 (fragment crânien, spécimen 10) ; MHNT.PAL.2012.0.185 (fragment crânien, spécimen 11) ; MHNT.PAL.2012.0.186 (fragment crânien, spécimen 12).

Hippopotamus madagascariensis Guldberg, 1883
(Figs 5A-C ; 6A ; 7A, B ; 8A, C ; 9A-F ; 10)

Hippopotamus guldbergi – Fovet *et al.* 2011 : 61-82, figs 1, 2.

Pour une synonymie antérieure à 2011, voir Fovet *et al.* (2011 : 78, 79).

DIAGNOSE. — Émendée d'après Guldberg (1883), Forsyth Major (1902), Stuenes (1989) et Fovet *et al.* (2011). Hippopotame au crâne robuste et ramassé longitudinalement ; bord dorsal de l'orbite mince ; orbite à peu près aussi haute que large ou plus large que haute ; orbite orientée plus latéralement que chez *H. lemerlei* ; arcade zygomatique robuste ; fosse glénoïdale relativement longue, étroite et peu profonde ; foramens mastoïdiens jamais convertis en fontanelle ; condyle occipital orienté ventro-caudalement ; rangées dentaires supérieures le plus souvent convergentes rostralement ; distance courte entre la partie dorsale du biseau d'usure de la canine supérieure et le bord alvéolaire ; sillon distal bien marqué sur les canines supérieures ; man-

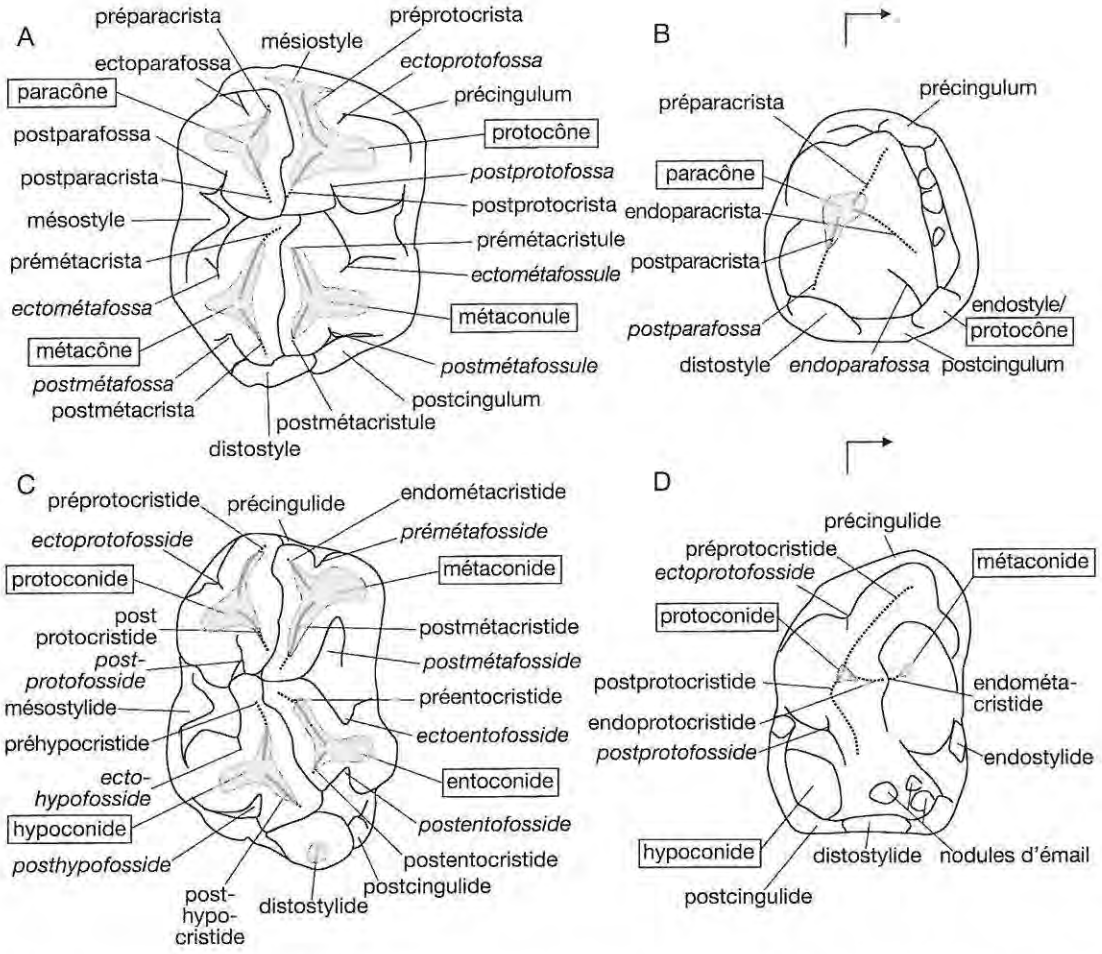


FIG. 4. — Hippopotames subfossiles de Madagascar. Terminologie dentaire, aspect occlusal des dents jugales vierges : **A**, molaire supérieure droite ; **B**, prémolaire supérieure droite ; **C**, molaire inférieure gauche ; **D**, prémolaire inférieure gauche. La flèche indique la direction mésiale et linguale. Sans échelle.

dibule robuste et trapue ; par rapport à *H. amphibius*, taille générale bien plus faible ; radius et tibia relativement longs ; humérus et fémur courts ; Mc III court et Mc IV relativement allongé ; Mt II et III courts, Mt IV long. Par rapport à *H. lemerlei*, taille générale un peu plus forte ; tibia, Mc IV et Mt IV longs ; fémur, Mc III, Mt II et Mt V plus courts.

LECTOTYPE. — NHM M 7093 et 8153, crâne et mandibule associés figurés par Forsyth Major (1902: pl. XII et texte-fig. 3) et conservés au NHM. Désigné par Fovet *et al.* (2011).

MATÉRIEL EXAMINÉ. — MHNT.PAL.2006.280 (crâne, spécimen 1) et MHNT.PAL.2006.279 (mandibule, spécimen 1), même individu ; MHNT.PAL.2006.278 (crâne, spécimen 2) et MHNT.PAL.2006.281 (mandibule, spécimen 2), même individu ; MHNT.MAM.2002.109.1 (crâne, spécimen 3) et MHNT.MAM.2002.109.2 (mandibule, spécimen 3), n'appartenant pas au même individu ; MHNT.PAL.2012.0.207.1 (crâne, spécimen 4), MHNT.PAL.2012.0.207.2 (mandibule, spécimen 4), même individu ; MHNT.PAL.2012.0.208.1 (crâne, spécimen 5) et MHNT.PAL.2012.0.208.2 (mandibule, spécimen 5), même individu ; MHNT.PAL.2012.0.209.1 (crâne, spécimen 6) et MHNT.PAL.2012.0.209.2 (mandibule, spécimen 6), même individu ; MHNT.PAL.2012.0.211 (mandibule, spécimen 8) ; MHNT.PAL.2012.0.187 (fragment crânien, spécimen 13).

TABLEAU 3. — Hippopotames subfossiles de Madagascar conservés au Muséum d'Histoire naturelle de Toulouse (collection Galliéni). Mesures mandibulaires, en cm. Abréviations : ***Hl***, *Hippopotamus lemerlei* Grandidier, 1868 ; ***Hm***, *Hippopotamus madagascariensis* Guldberg, 1883. Les numéros (**1-10**) sont ceux des mesures mandibulaires du porc domestique (von den Driesch 1976: 58, 59).

		Spécimens MHNT							*Hl*	*Hm*
	Mesures mandibulaires	**1** (*Hm*)	**2** (*Hm*)	**3** (*Hm*)	**4** (*Hm*)	**5** (*Hm*)	**6** (*Hm*)	**8** (*Hm*)	Stuenes 1989 ; Fovet *et al.* 2011 ; Grandidier & Filhol 1894	
1	Gonion caudale-Infra-dentale	32,5	–	35,1	–	33,3	–	–		
1a	Gonion caudale-alvéole C	35,1	–	36,1	[33,7]	31,3	–	–	M : 36,3-40,3 F : 32,8-37,5	32,2-40,2
2	Infradentale-Condyle	34,6	–	35,4	33,6	33,5	–	–		
3	M_3-Gonion caudale	13,6	–	12,4	[12]	12,7	–	–		
4	Infradentale-M_3	23,8	26,6	25,8	25,1	24,1	24,4	–		
5	P_2-Gonion caudale	27,4	–	28	[28,5]	26	–	–		
6	Longueur C-M_3	23,5	25,3	24,7	22,4	22	22,9	[24]		
7	Longueur P_1-M_3	19,1	22,9	[21,7]	[19,9]	19,4	20,7	21,8		
7a	Longueur P_2-M_3	16	19,2	19,1	17,7	17,1	18,5	19,7	18,7-20,8 (p. 174)	
8	Longueur M_1-M_3	9,4	11,8	11,7	11,5	10,1	11,8	11,1		
9	Longueur P_1-P_4	[9,7]	11,3	10,1	[9,2]	[9,5]	9,8	11		
9a	Longueur P_2-P_4	6,5	8	7,5	7,3	7,1	7,1	8,6		
10	LM_3 Longueur M_3	4,61	4,74	5,3	4,43	4,58	5,1	5,65	(5,7-6,1)-M : 4,1-6,1 F : 3,9-5,8	4,1-5,7
10	BM_3 Largeur M_3	2,74	2,8	2,5	2,59	2,6	2,56	2,84	(2,7-3,1)-M : 2,4-3 F : 1,9-2,9	2,2-2,8
10	LM_2 Longueur M_2	2,87	3,94	3,7	2,81	3,23	4,06	3,47	2,6-3,2	
10	BM_2 Largeur M_2	2,56	2,77	2,58	2,62	2,65	2,62	2,81	2,6-3	
10	LM_1 Longueur M_1	–	2,7	–	2,76	2,15	2,96	–	2,9	
10	BM_1Largeur M_1	–	[1,94]	–	2,19	1,67	2,04	–	2,8	
10	LP_4 Longueur P_4	–	2,1	–	2,35	2,37	2,34	2,52	2,8	
10	BP_4 Largeur P_4	–	1,75	–	1,58	1,55	1,66	1,52	1,9	
10	LP_3 Longueur P_3	[2,0]	–	–	2,4	–	2,52	2,62	2,7	
10	BP_3 Largeur P_3	1,1	–	–	1,36	–	1,42	1,27	1,5	
10	LP_2 Longueur P_2	–	–	–	–	–	–	–	2,4	
10	BP_2 Largeur P_2	–	–	–	–	–	–	–	1,4	
11	Longueur I_2-P_2	6,4	5,8	[5,4]	4,8	4,7	4,8	–		
12	Longueur symphyse	11,4	12,5	10,7	11,7	10,3	9,6	–	(10,3-11,6)-M : 10,7-12,5 F : 9,3-11,7	10,2-13,8
13	Condyle-Gonion ventrale	19	–	20,2	–	17,6	–	–	M : 20,5-21,4 F : 16,4-19,2	16,2-20,5
14	Échancrure-Gonion ventrale	17,4	–	17,1	–	16	–	–		
15	Coronion-Gonion ventrale	[21]	–	–	–	20,3	–	–	M : 19,1-22,1 F : 17-19,6	17,6-22,8
16a	Hauteur corps à la M_3	9,6	9,2	10,2	8,1	8,6	7,4	–	M : 8-10,7 F : 6,8-8,8 (8-10)	7,8-10,7
16b	Hauteur corps à la M_1	8,1	8,1	7,6	7,7	6,9	6,8	6,8	M : 6,9-8,1 F : 5,4-7	5,8-9,2
16c	Hauteur corps à la P_2	7,1	6,7	7	7,1	6	6	5,7	(4,8-7,3)-M : 6,4-7 F : 4,5-5,7	5,5-8,4
17	Largeur Canine-Canine	18,2	17,9	17,5	[18,5]	15,3	16,1	–	16,6-21,6 (18,2)	
17a	Largeur externe Canines	20,2	21,2	[19,6]	[20,7]	–	17,1	–	M : 19,1-23,3 F : 17-19,5	14,7-22,5
17b	Largeur incisive	9,9	9,9	8,6	9,9	8,3	8,14	–	7,5-10,4	
17c	Largeur niveau mésial P^1	[6,42]	7,32	[7,86]	[6,6]	[6,56]	6,64	–	6,8-7,3	
17d	Largeur niveau distal M^3	8,5	10	9,8	9,84	9,6	10,4	–	9,7-10,2	

TABLEAU 3. — Suite.

Mesures mandibulaires	Spécimens MHNT 1 (*Hm*)	2 (*Hm*)	3 (*Hm*)	4 (*Hm*)	5 (*Hm*)	6 (*Hm*)	8 (*Hm*)	*Hl* Stuenes 1989 ; Fovet *et al.* 2011 ; Grandidier & Filhol 1894	*Hm*
18 Gonion latérale-Gonion latérale	32,5	[27,8]	[28]	–	[27,8]	–	–	(26,5)-M : 29,5-31,7 F : 20,4-32	22,6-33,4
19 Largeur Condyle-Condyle	21,6	–	[23]	23,5	[23,3]	–	–		
20 Coronion-Coronion	[18,6]	–	–	–	[14,5]	–	–		
21 Grand diamètre Canine	3,1	3,1	3,4	2,8	2,9	[2,8]	–		
21a Diamètre alvéole canine	3,28	3,66	3,56	[3,7]	3	3,24	–	2-3,7	
22 Diamètre alvéole I_1	2,1	2,9	2,56	2	2,04	2,2	–	1,3-2,2	
23 Diamètre alvéole I_2	1,8	1,78	1,46	1,84	1,66	1,62	–	1,1-1,9	
24 Plus petite largeur mandibule	12,1	12	12,5	13,1	12	11,1	–		
	Mâle	Mâle	Mâle	indét.	indet.	indét.	indét.		

DESCRIPTION COMPARATIVE

Nous envisagerons successivement le massif crânio-facial, la mandibule, la denture, les spécimens considérés individuellement, les lésions osseuses, et fournirons les mesures crâniométriques correspondantes (Tableaux 2; 3).

MASSIF CRÂNIO-FACIAL

(FIGS 1, 2, 5, 7, 8; TABLEAU 2)

Nous disposons de sept spécimens (1 à 7) et huit fragments isolés.

Le massif crânio-facial sera décrit sous chacun de ses aspects: latéral, caudal (nuchal), dorsal (frontal), rostral, et ventral (basilaire).

Aspect latéral (Figs 1; 5A, B, D)

Le profil dorsal de la tête est presque rectiligne chez *H. lemerlei* (spécimen 7) et de forme très variable chez *H. madagascariensis*: concave sur le spécimen 4 (qui présente un léger « stop »), subrectiligne sur les spécimens 1, 2, 5, 6 et convexe sur le spécimen 3.

La face (*Facies,* anciennement splanchnocrâne) est presque deux fois plus longue que le crâne (*Cranium,* anciennement neurocrâne) chez *H. madagascariensis* (spécimens 1 à 6) ; elle s'étrécit vers l'avant, le profil dorsal formant avec le profil ventral, matérialisé par le bord alvéolaire jugal, un angle très aigu.

L'os incisif (*Os incisivum*) porte en avant et sur le côté une tubérosité forte et rugueuse (que l'on pourrait baptiser *Tuber incisivum*, à l'instar du *Tuber maxillae*) et le maxillaire présente un fort relief déterminé par le processus alvéolaire de la canine, la « bosse canine » (Barone 2010: 165), et qui pourrait quant à lui être nommé *Tuber caninum*; selon Grandidier & Filhol (1894: 170), « cette disposition, comme l'a fait remarquer M. Guldberg, est propre à l'*Hippopotamus Lemerlei* » ; on ne sait si la tubérosité dont parlent ces auteurs est bien celle de l'alvéole de la canine (le « *Tuber caninum* »), ou bien le relief dorsal porté par cette tubérosité. En effet, l'alvéole de la canine porte un relief dorsal plus ou moins fort, formé d'os spongieux, de hauteur 15 mm, pour une longueur à la base de 35 mm; selon Stuenes (1989: 246, 253), chez *H. lemerlei* ce relief est haut de 15-25 à 35 mm en fonction du sexe et chez *H. madagascariensis*, il atteint 25 à 40 mm. Entre les deux reliefs, incisif et canin, un diastème et une profonde échancrure ménagent l'espace nécessaire à la canine inférieure pendant l'occlusion buccale; chez *H. madagascariensis*, ils sont parcourus par la suture maxilloincisive (*Sutura maxilloincisiva*) (spécimen 6), tôt remplacée par une synostose (spécimens 1 à 5).

Le foramen infraorbitaire (*Foramen infraorbitale*), vaste [16-19 mm de hauteur; 15 mm selon Guldberg *in* Fovet *et al.* (2011: 67)] et situé à mi-hauteur du maxillaire, surplombe la P^3 dans les spécimens 1, 2 et 3, et la limite entre P^3 et P^4 dans les spécimens 4, 5 et 6 (*Hm*). Selon Stuenes (1989: 246, 253), le

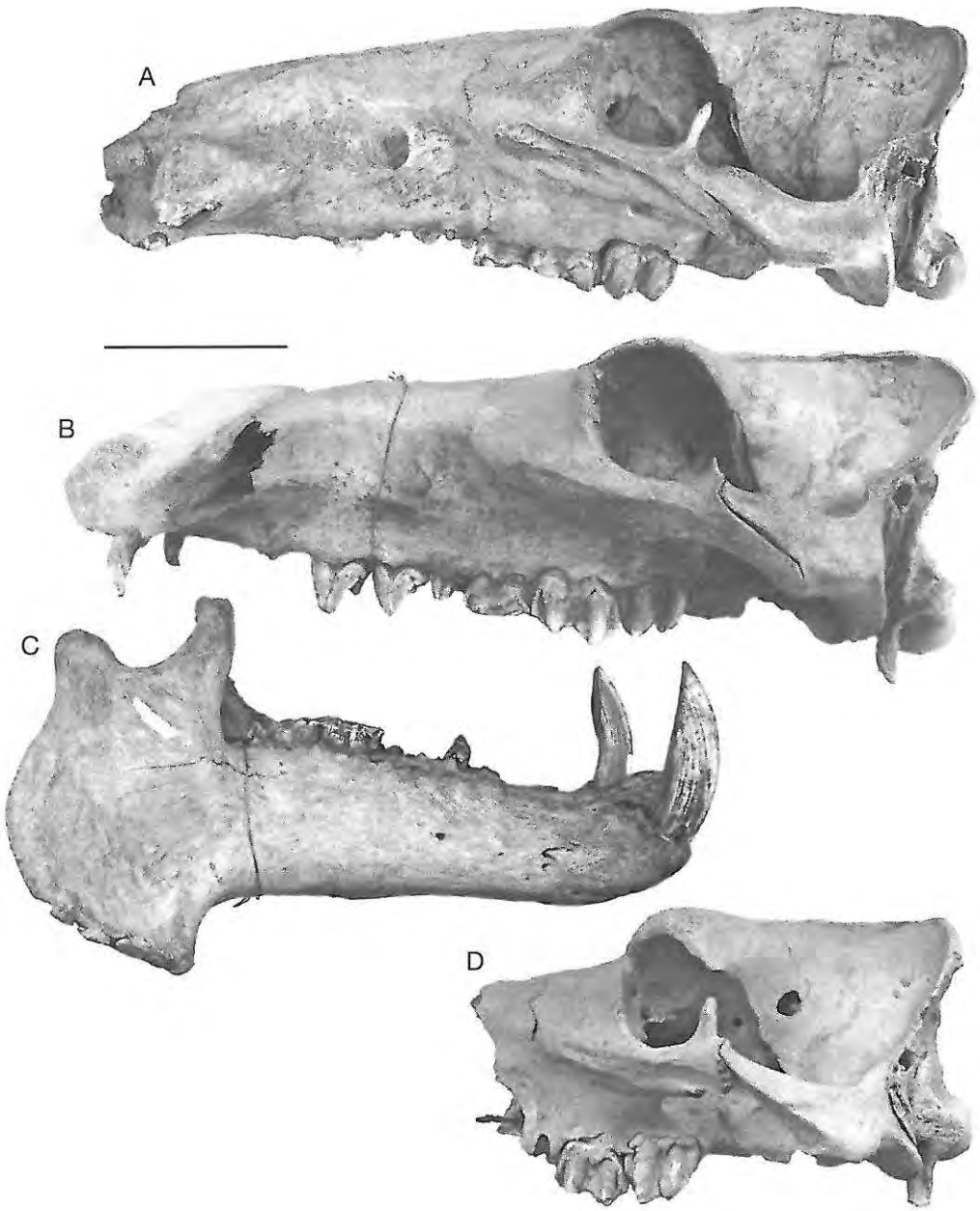


FIG. 5. — Hippopotames subfossiles de Madagascar conservés au Muséum d'Histoire naturelle de Toulouse (collection Galliéni) : crânes en vues latérales gauches et mandibule en vue latérale droite. **A-C**, *Hippopotamus madagascariensis* Guldberg, 1883 ; **A**, spécimen 2 (mâle, MHNT.PAL.2006.278) ; **B**, spécimen 6 (femelle, MHNT.PAL.2012.0.209.1) ; **C**, spécimen 1 (mâle, MHNT.PAL.2006.279) ; **D**, *Hippopotamus lemerlei* Grandidier, 1868, spécimen 7, dépourvu de rostre (sexe indéterminé, MHNT.PAL.2012.0.210). Échelle : 10 cm.

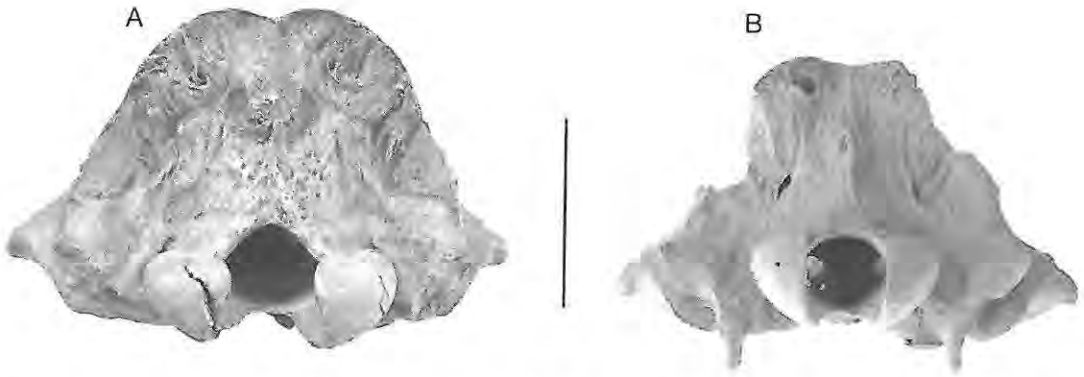


FIG. 6. — Hippopotames subfossiles de Madagascar conservés au Muséum d'Histoire naturelle de Toulouse (collection Galliéni) : crânes en vue nuchale. **A**, *Hippopotamus madagascariensis* Guldberg, 1883, « spécimen 2 » (mâle, MHNT.PAL.2006.278) ; **B**, *Hippopotamus lemerlei* Grandidier, 1868, «spécimen 7», dépourvu de rostre (sexe indéterminé, MHNT.PAL.2012.0.210). Échelle : 10 cm.

foramen infraorbitaire s'ouvre au-dessus de P^3 chez *H. madagascariensis*, et au-dessus de P^3 et P^4 chez *H. lemerlei*. La série des dents jugales, subrectiligne, se termine au-dessous du bord caudal de l'orbite dans les spécimens 4 et 5 (*Hm*), plus en avant dans les spécimens 1-3, 6 (*Hm*) et 7 (*Hl*).

L'arc zygomatique (*Arcus zygomaticus*) est haut, rectiligne et dirigé en arrière vers le bas (en vue latérale) ; il est parcouru dans tous les spécimens par la suture temporozygomatique (*Sutura temporozygomatica*) oblique vers arrière et vers le bas, entièrement synostosée sur les spécimens 1 et 4 (*Hm*), seulement à son extrémité rostrale sur le spécimen 5 (*Hm*) ; l'extrémité latérale du processus temporal de l'os zygomatique (*Processus temporalis*) descend légèrement au-dessous de la fosse mandibulaire (*Fossa mandibularis*).

La crête faciale (*Crista facialis*) est puissante. Elle se forme à la face latérale de l'os zygomatique (*Os zygomaticum*) et se termine en avant de l'orbite au-dessus de M^1 chez *H. madagascariensis* et de la limite entre M^1 et M^2 chez *H. lemerlei* (spécimen 7). Elle s'achève par l'épais tubercule facial (*Tuber faciale*), au-delà duquel elle se perd sur le maxillaire, latéralement à l'os nasal, au-dessus du processus alvéolaire de la canine. La crête faciale surplombe la suture zygomaticomaxillaire (*Sutura zygomaticomaxillaris*) qui est permanente, même sur les sujets âgés : les contraintes imposées par l'articulé des molaires empêchent probablement la synostose complète de cette suture.

L'orbite (*Orbita*) forme un cône ouvert à sa base et sur son versant ventro-latéral, où elle communique largement avec les fosses temporale et ptérygopalatine (cette communication se réduit à une étroite fissure orbitaire inférieure, *Fissura orbitalis inferior* ou fente sphénomaxillaire, chez l'homme). Elle s'étend au-dessus de la M^3, plus en arrière chez *H. lemerlei* (spécimen 7). L'ouverture de l'orbite (*Aditus orbitae*), rostro-latérale, est dirigée légèrement vers le haut chez *H. madagascariensis* (spécimens 1 à 6), vers le bas et sensiblement plus en avant chez *H. lemerlei*, où elle est presque aussi large que haute (spécimen 7) ; plus large que haute dans les spécimens 1 à 6 (*Hm*), elle est quasi circulaire chez *H. lemerlei* (spécimen 7) et chez certains spécimens d'*H. madagascariensis* (spécimens 1, 2 et 5), tandis qu'elle est plus quadrilatère dans le spécimen 3 (*Hm*) et paraît étirée obliquement d'avant et arrière et de haut en bas dans les spécimens 4 et 6 (*Hm*) [selon Stuenes (1989: 246, 252), la hauteur de l'orbite est supérieure à sa largeur chez *H. lemerlei*, égale ou inférieure chez *H. madagascariensis*]. Son bord rostral surplombe le lobe distal de M^2 chez *H. madagascariensis* (spécimens 1-6), et le lobe mésial de M^3 chez *H. lemerlei* (spécimen 7) [selon Stuenes (1989: 246, 252), chez *H. lemerlei* le bord rostral de l'orbite « is in no adult specimen situated more anteriorly than the anterior part of M^3 » tandis que chez *H. madagascariensis*, it « falls in the line with the middle of M^2 » ; Guldberg (*in*

Fovet *et al.* 2011: 66) le situe de même, au-dessus de M^2] ; l'incisure infratrochléaire de l'os lacrymal (à laquelle participe aussi l'os frontal) y forme une profonde indentation.

L'orbite dépasse légèrement au-dessus du toit du crâne (selon Grandidier *in* Milne Edwards 1868), les orbites « ne se relèvent que peu au-dessus du front », mais c'est en comparaison avec *H. amphibius* : nous ne pouvons pas en tirer renseignement sur le type du spécimen décrit (*lemerlei* ou *madagascariensis*)... Nous lisons toutefois, sous la plume de Grandidier & Filhol (1894: 168) : « C'est sur de vieux mâles que nous avons toujours vu l'orbite avoir une direction presque antérieure, alors que son bord supérieur très épaissi était considérablement élevé ». Cette remarque nous montre que le matériel étudié, celui de la collection Grandidier – donc documentant *H. lemerlei* –, était de la forme à orbites saillantes et à bord dorsal épais – du moins pour ceux qu'ils considéraient être de « vieux mâles ». Le bord supraorbitaire (*Margo supraorbitalis*) est mince chez *H. madagascariensis* (légèrement plus dans les spécimens 1, 2, 3, 5 et 6 que dans le spécimen 4), alors qu'il est épais chez *H. lemerlei* (spécimens 7 [crâne], 11 et 12 [fragments isolés]), proportionnellement à l'étendue du sinus frontal (*Sinus frontalis*) sous-jacent. Cette différence avait déjà été signalée par Stuenes (1989: 246, 252). Le processus zygomatique (*Processus zygomaticus*) de l'os frontal (« processus postorbitaire ») forme une forte lame transversale qui s'abaisse latéralement en une courbe régulière vers le processus frontal (*Processus frontalis*) de l'os zygomatique ; celui-ci s'élève presque à la perpendiculaire au bord dorsal de l'os zygomatique ; les deux processus ne sont pas jointifs dans les spécimens 1, 3 à 6 (*Hm*) et 7 (*Hl*), où ils sont espacés de 4 à 22 mm, mais ils se rejoignent dans le spécimen 2 (*Hm*), formant un pont osseux étroit (5 × 9 mm) à l'arrière de l'orbite, qui est ainsi entièrement circonscrite par de l'os. Selon Stuenes (1989: 253), ce caractère, éminemment variable selon les individus, n'a pas de valeur spécifique. Le bord caudal de l'orbite surplombe le lobe distal de M^3 (spécimen 6) ou son bord distal (spécimens 1-5) chez *H. madagascariensis*, et se situe au-dessus du bord caudal du tubercule maxillaire chez *H. lemerlei* (spécimen 7).

La paroi caudale de l'orbite est formée par le processus zygomatique de l'os frontal qui constitue là une forte lame transversale ; elle est limitée, en arrière par la crête orbitotemporale (*Crista orbitotemporalis*, de l'os frontal) et par la crête ptérygoïdienne (*Crista pterygoidea*, du processus ptérygoïde de l'os basisphénoïde) qui la continue, et en bas par la crête orbitaire ventrale (*Crista orbitalis ventralis*, de l'os frontal) ; ces crêtes convergent vers la fosse orbitaire.

La fosse (hiatus ou récessus) de l'orbite (Barone 2010: 93, 207, 222) est, au fond de l'orbite, le lieu d'accès des formations vasculo-nerveuses et d'origine de la plupart des muscles moteurs de l'œil ; on y distingue plusieurs orifices : dans le sens dorso-ventral et caudal, le *Foramen ethmoidale* et un foramen ethmoïdal accessoire éventuel [selon Guldberg (*in* Fovet *et al.* 2011: 66), « l'orbite présente deux foramens ethmoïdaux, l'un près du bord postérieur du plafond orbitaire, l'autre sur la paroi médiale, dirigé vers le foramen optique qui est aussi grand »], le canal optique (*Canalis opticus*), le vaste trou orbitorond (*Foramen orbitorotundum*, réunion de la fissure orbitaire et du *Foramen rotundum*), et le minuscule canal ptérygoïdien (*Canalis pterygoideus*). Dorso-latéralement au trou orbitorond, s'étend un profond sillon vasculaire qui parcourt la crête orbitotemporale en direction du foramen supraorbitaire (*Foramen supraorbitale*). Le foramen lacrymal (*Foramen lacrimale*) est visible sur les spécimens 2, 5, 6 (*Hm*) et 7 (*Hl*), où il s'ouvre à la surface orbitaire (*Facies orbitalis*) de l'os lacrymal, juste au-dessus de la bulle lacrymale (*Bulla lacrimalis*) ; il se poursuit par le canal lacrymal (*Canalis lacrimalis*). Selon Grandidier & Filhol (1894: 164), la surface orbitaire de l'os lacrymal est importante relativement à celle observée chez *H. amphibius*.

Au-dessous de l'orbite, dont elle est séparée par la crête orbitaire ventrale et la crête ptérygoïdienne, la fosse ptérygopalatine (*Fossa pterygopalatina*) est formée par : 1) la face orbitaire (*Facies orbitalis*) de l'os frontal ; 2) la lame orbitaire (*Lamina orbitalis*) de l'os ethmoïde entièrement soudée aux os voisins dans les spécimens 1 à 5 (*Hm*) ; 3) la lame perpendiculaire (*Lamina perpendicularis*) de l'os palatin ; et 4) le tubercule (tubérosité) maxillaire (*Tuber maxillae*). Elle est occupée en avant par la bulle lacrymale ; juste au-dessous, le tubercule maxillaire est parcouru

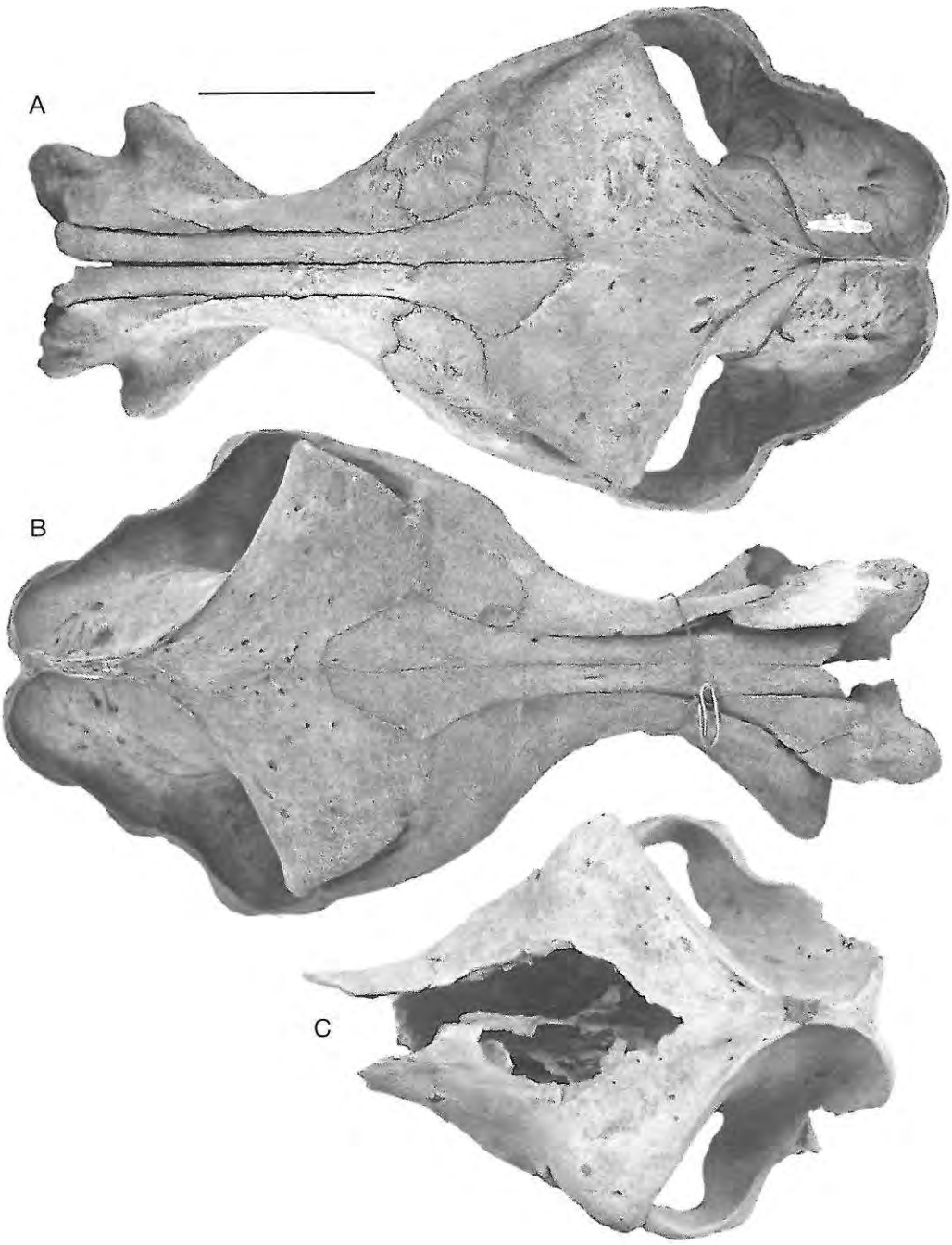


FIG. 7. — Hippopotames subfossiles de Madagascar conservés au Muséum d'Histoire naturelle de Toulouse (collection Galliéni) : crânes en vues dorsales : **A**, **B**, *Hippopotamus madagascariensis* Guldberg, 1883 ; **A**, spécimen 2 (mâle, MHNT.PAL.2006.278) ; **B**, spécimen 6 (femelle, MHNT.PAL.2012.0.209.1) ; **C**, *Hippopotamus lemerlei* Grandidier, 1868, spécimen 7, dépourvu de rostre (sexe indéterminé, MHNT.PAL.2012.0.210). Échelle : 10 cm.

par un vaste sillon conduisant au *Foramen maxillare* (vers le canal infraorbitaire, *Canalis infraorbitalis*) ; à l'extrémité caudale de cette gouttière, la suture palatomaxillaire (*Sutura palatomaxillaris*, entre le tubercule maxillaire et la lame perpendiculaire de l'os palatin) est traversée d'arrière en avant par le foramen palatin caudal (*Foramen palatinum caudale*, vers le canal grand palatin, *Canalis palatinus major*) et le foramen sphénopalatin (*Foramen sphenopalatinum*) ; d'autres orifices moins importants, les *Foramina alveolaria*, s'ouvrent directement sur le tubercule maxillaire. Le tubercule maxillaire, formé par l'os alvéolaire de la dernière molaire, évolue avec elle : lorsque la M^3 n'a pas terminé son éruption, ce tubercule est dilaté et occupe le plancher rostral de la fosse ptérygopalatine (spécimens 6 et 7 : *Hm* et *Hl*) ; à mesure que la dent sort de l'alvéole, il s'avance et s'étrécit tandis que la face continue de s'allonger (*Hm* : spécimens 4 et 2, puis 1 et 5) ; et si la M^3 se décale encore plus vers l'avant, le tubercule maxillaire peut encore s'amincir caudalement et former une lame verticale (*Hm* : spécimen 3). La bulle lacrymale, mince paroi osseuse qui abrite un vaste diverticule du sinus maxillaire au-dessus de la tubérosité maxillaire, est fragile et le plus souvent cassée ; elle n'est guère présente que dans le spécimen 5 (*Hm*).

En vue latérale, le crâne offre à la description les os occipital, pariétal, temporal et frontal.

La fosse temporale (*Fossa temporalis*) est courte, mais haute et profonde. Elle est très nettement circonscrite par le processus zygomatique et la ligne temporale (*Linea temporalis*) saillante de l'os frontal, la crête sagittale externe (*Crista sagittalis externa*), la crête nuchale (*Crista nuchae*, « crête lambdoïde »), haute et formant comme une collerette, la crête supramastoïdienne (*Crista supramastoidea*, « crête temporale » et « processus supraméatique » de Barone [2010: 118]) et le processus frontal (de l'os zygomatique) ; celui-ci, bien développé (de 10 à 24 mm de hauteur), s'élève presque à la perpendiculaire de l'arc zygomatique. La limite rostro-médiale de la fosse temporale est formée par la crête orbitotemporale et dans son prolongement latéro-ventral, par la crête infratemporale (*Crista infratemporalis*, de l'aile de l'os basisphénoïde). Dans le fond de la fosse temporale, constitué essentiellement par la surface temporale (*Facies temporalis*) de l'écaille temporale, la suture squameuse (*Sutura squamosa*, pariétotemporale) est visible sur les spécimens 6 (*Hm*) et 7 (*Hl*), elle n'est plus visible (synostose) dans les cinq autres (*Hm*).

Le processus mastoïde (*Processus mastoideus*), qui correspond extérieurement à la partie pétreuse (*Pars petrosa*), incluse, de l'os temporal, est porté par le processus rétrotympanique (*Processus retrotympanicus*) et le processus occipital (*Processus occipitalis*) de l'écaille temporale (*Pars squamosa*) : il est formé par le bord caudal de l'écaille temporale, comme chez les ruminants et les suinés (Barone 2010: 101) ; c'est un relief vertical épais, en saillie entre le processus rétroarticulaire et le condyle occipital.

Le bord caudal du crâne montre un profil concave, quasi vertical ; formé essentiellement par la crête nuchale et la crête supramastoïdienne décrites ci-dessus, il s'étend de haut en bas, depuis la protubérance occipitale externe (*Protuberantia occipitalis externa*) jusqu'au processus mastoïde. Le condyle occipital déborde en arrière la face caudale du crâne.

Le condyle occipital (*Condylus occipitalis*), le processus paracondylaire (*Processus paracondylaris*, « paroccipital », « paramastoïde ») et le tubercule articulaire (*Tuberculum articulare*) de l'os temporal s'alignent dans un même plan subhorizontal. La direction du condyle occipital paraît plus inclinée ventro-caudalement chez *H. madagascariensis* (spécimens 1 *à* 6 ; Fig. 4A, B), plus horizontale chez *H. lemerlei* (spécimen 7 : Fig. 4D). Le processus paracondylaire forme une saillie ventrale ; il est cassé sur les spécimens 1 et 2, à droite et à gauche, et 4, à gauche (*Hm*).

Le méat acoustique externe (*Meatus acusticus externus*, qui appartient à la partie tympanique de l'os temporal) prend une direction transversale et quasi verticale, longé par une crête qui continue la crête vaginale. Le pore acoustique externe (*Porus acusticus externus*) est circulaire dans les spécimens 3, 4 et 5 (*Hm*), elliptique à grand diamètre vertical dans les spécimens 1, 2, 6 (*Hm*) et 7 (*Hl*) ; il s'ouvre très au-dessus de la fosse mandibulaire, en direction latéro-dorsale (30-40° sur l'horizontale), amenant l'oreille à la hauteur de l'œil (voir Orliac *et al.* 2013).

Le méat acoustique externe est encastré dans l'échancrure tympanique (*Incisura tympanica*). Celle-ci, de même direction, est encadrée par les

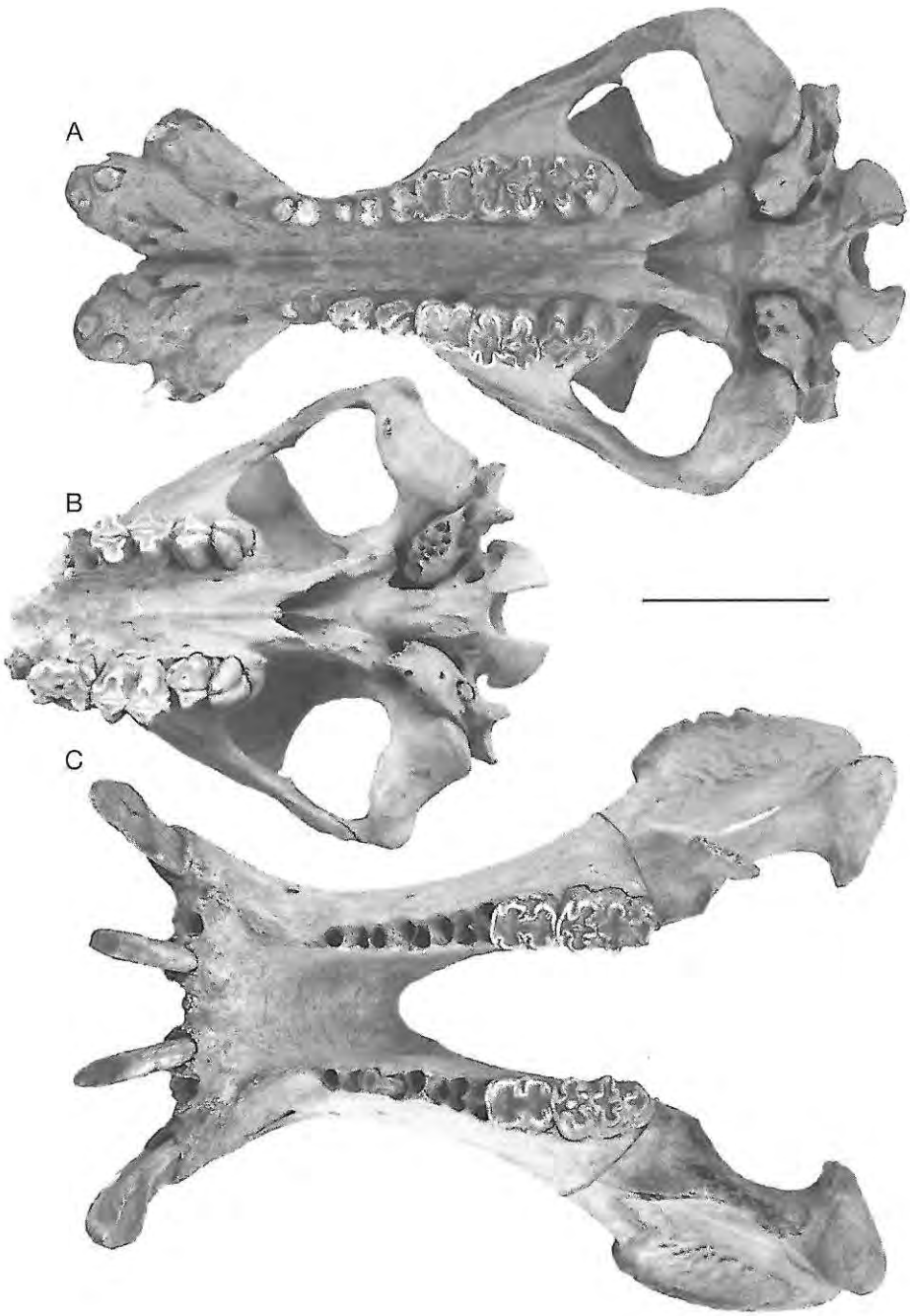


Fig. 8. — Hippopotames subfossiles de Madagascar conservés au Muséum d'Histoire naturelle de Toulouse (collection Galliéni) : crânes en vues palatines et mandibule en vue dorsale : **A**, **C**, *Hippopotamus madagascariensis* Guldberg, 1883 ; **A**, spécimen 2 (mâle, MHNT.PAL.2006.278) ; **C**, spécimen 1 (mâle, MHNT.PAL.2006.279) ; **B**, *Hippopotamus lemerlei* Grandidier, 1868, spécimen 7, dépourvu de rostre (sexe indéterminé, MHNT.PAL.2012.0.210). Échelle : 10 cm.

processus de l'écaille temporale (base du processus zygomatique, processus rétroarticulaire, crête supramastoïdienne, processus mastoïde et processus rétrotympanique confondu avec la base du processus mastoïde) et la partie latérale de l'occipital (processus paracondylaire) ; dans cet espace étroit, le méat acoustique externe est soudé, mais ses synostoses laissent apparaître (spécimens 1, 3, 6, 7) ou effacent presque complètement (spécimens 2, 4, 5) les limites osseuses (fissures tympanosquameuse et tympanomastoïdienne, *Fissura tympanosquamosa*, *F. tympanomastoidea*), quel que soit le taxon considéré (*Hm* ou *Hl*).

Plus bas, l'échancrure tympanique se rétrécit encore entre le processus rétroarticulaire (*Processus retroarticularis*) et les processus rétrotympanique et jugulaire/paracondylaire soudés ; la partie tympanique s'y réduit à une mince crête transversale qui rejoint médialement la bulle tympanique (*Bulla tympanica*) et vient entourer partiellement le processus styloïde (gaine du processus styloïde, *Vagina processus styloidei*, ou « crête vaginale »).

La limite ventrale de la bulle tympanique descend au niveau du condyle occipital, plus bas que le processus rétroarticulaire (spécimens 3, 5, 6 [*Hm*] et 7 [*Hl*], où elle est intacte) elle n'est dépassée que par le processus paracondylaire.

La surface articulaire (*Facies articularis*) de l'os temporal est elliptique, elle comprend médio-caudalement la fosse mandibulaire (« cavité glénoïde ») concave, et latéro-crânialement le tubercule articulaire qui porte le point le plus latéral du crâne (zygion) ; elle se place sur un plan nettement dorsal à celui du palais. Le processus rétroarticulaire est bien développé et le foramen rétroarticulaire (*Foramen retroarticulare*) manque dans la fissure tympanosquameuse.

Aspect caudal ou nuchal (Figs 2B; 6)

La face nuchale du crâne s'inscrit dans un plan quasi vertical, concave (Figs 1B, 5). Elle dessine un triangle aux côtés et aux angles arrondis, ourlée par la protubérance occipitale externe et les très fortes crêtes nuchales (« lambdoïdes ») et supramastoïdiennes (« temporales ») droites et gauches, qui lui forment une limite continue. À la jonction entre la crête nuchale et la crête supramastoïdienne, une lame verticale, comme une « crête mastoïdienne », se détache en direction du processus mastoïde puis du processus paracondylaire. Le processus jugulaire (*Processus jugularis*) est assez peu développé ; il se place au-dessus du bord ventral du condyle occipital dans sa partie latérale, mais sa partie médiale est prolongée vers le bas jusqu'au niveau du plan occlusal par le processus paracondylaire sur environ 20 (*Hm*: spécimen 4) à 25 mm (*Hm*: spécimens 5, 6 ; *Hl*: spécimen 7), comme cela est noté pour *H. madagascariensis* par Guldberg (*in* Fovet *et al.* 2011: 67) et Stuenes (1989: 252).

Le processus occipital de l'écaille temporale s'étend à la face nuchale ; les foramens mastoïdiens (*Foramina mastoidea*), au nombre de deux ou trois, confluant parfois en une vaste fissure (*Hm*: spécimen 4) convertie en une véritable fontanelle (*Hl*: spécimen 7 et plans occipitaux isolés 9 et 10), se situent à la limite du processus occipital de l'écaille temporale et de l'écaille occipitale ; ils font suite à de profonds sillons vasculaires qui convergent vers eux ; le processus mastoïde (de la partie pétreuse de l'os temporal) forme là un fort relief latéro-caudal, débordé latéralement par le processus zygomatique de l'os temporal.

La vaste écaille occipitale (*Squama occipitalis*) est marquée par de puissants reliefs musculaires, surtout sur le spécimen 3 (*Hm*), et par la crête occipitale externe (*Crista occipitalis externa*), large et haute mais peu saillante (*Hm*: spécimens 2, 3, 4), étroite et plus proéminente (*Hm*: spécimens 1, 5, 6 ; *Hl*: spécimen 7). Selon Grandidier & Filhol (1894: 169), la « crête occipitale est assez courte et de forme ovalaire ».

Les condyles occipitaux, ovoïdes, volumineux, sont étirés latéro-dorsalement chez *H. madagascariensis* (spécimens 1 à 6), mais plus verticaux chez *H. lemerlei* (spécimen 7) ; ils sont plus volumineux dans le spécimen 3 (*Hm*: *c.* 34 mm) que dans les autres (*c.* 28, et même 25 mm pour le spécimen 7 : *Hl*). Leur bord ventral se place dans un plan situé au-dessous de celui de la fosse mandibulaire. Le grand trou occipital (*Foramen magnum*) s'ouvre ventro-caudalement ; il est plus étroit chez *H. lemerlei* (spécimen 7). Le bord dorsal du foramen magnum est mince, en arcade dans les spécimens 1, 2, 4 (*Hm*) et 7 (*Hl*), et en arc brisé dans les spécimens 3, 5,

6 (*Hm*) [selon Grandidier & Filhol (1894: 168), « le trou occipital, très large, est disposé en forme de cœur dans sa partie supérieure »] ; il est parfois marqué par une aspérité, le tubercule nuchal (*Tuberculum nuchale*), qui s'étend variablement sur l'écaille en une zone rugueuse (*Hm*: spécimen 3 ; *Hl*: spécimen 7). Le bord ventral du foramen magnum est plus épais, horizontal et légèrement concave dorsalement.

Aspect dorsal (frontal) (Figs 1 ; 7)
En vue dorsale, l'ensemble crânio-facial a la silhouette cintrée d'un sablier ou d'une caisse de violon : le crâne est large, la région moyenne de la face, étroite et son extrémité rostrale, élargie. Sur trois têtes d'*H. madagascariensis* (spécimens 1, 3 et 6) les sutures sont bien visibles, alors que sur quatre (*Hm*: spécimens 2, 4, 5 ; *Hl*: spécimen 7), la plupart ont disparu, remplacées par des synostoses.

La région de la face. Elle montre les os zygomatiques, lacrymaux, nasaux, incisifs (« prémaxillaires ») et les maxillaires, droits et gauches.

La région dorsale du nez (*Regio dorsalis nasi*, le « chanfrein »), étroite dans sa partie moyenne, est arrondie et lisse. L'os nasal (*Os nasale*) est allongé ; sur les deux tiers de la longueur, le long de l'os incisif (≤⅓) et du maxillaire (≥⅓), ses bords sont presque parallèles ; les sutures nasoincisive (*Sutura nasoincisiva*) et nasomaxillaire (*S. nasomaxillaris*), du type en écaille, sont rectilignes ; l'os nasal s'élargit caudalement, au contact des os lacrymal et frontal (≤⅓), dans l'angle médial de l'œil (*Angulus medialis oculi*) ; il se termine au niveau de la ligne interorbitaire moyenne. La suture frontonasale (*Sutura frontonasale*), de type denté, légèrement arquée en une « courbe surbaissée » comme la décrivent Grandidier & Filhol (1894: 158), prend une direction générale oblique, médiale et caudale (*Hm*: spécimens 1, 2, 4 et 6). Selon Stuenes (1989: 247, 253), sa forme est plus variable chez *H. lemerlei* que chez *H. madagascariensis* ; la suture frontonasale est synostosée dans les spécimens 4 et 5 (*Hm*). Chez *H. madagascariensis*, l'extrémité rostrale de l'os présente soit deux pointes, l'une médiale et l'autre latérale (spécimen 4), soit seulement la pointe latérale (spécimens 1, 3 et 6).

L'os lacrymal ***(Os lacrimale).*** Il forme un quadrilatère irrégulier, étiré du chanfrein à l'orbite, interposé variablement (d'un spécimen à l'autre ou d'un côté à l'autre) entre l'os frontal et le maxillaire et entre les os nasal et zygomatique. Ses bords frontal et zygomatique convergent vers l'angle médial de l'œil, où ils forment le bord rostral de l'orbite, pourvu de deux échancrures superposées, l'échancrure infratrochléaire, *Incisura infratrochlearis*, plus importante et dorsale, et une « échancrure lacrymo-zygomatique », ventrale. Il a tendance à se souder aux os adjacents : la suture lacrymozygomatique (*Sutura lacrymozygomatica*) disparaît (synostose) dans l'ensemble des spécimens ; elle a tendance à former une crête parallèle à la crête faciale, entre les processus lacrymaux caudal (*Processus lacrimalis caudalis*) et rostral (*P. l. rostralis*) ; cette crête est la plus forte chez *H. madagascariensis* (spécimens 2, 4 et 5), alors qu'elle n'est presque pas marquée chez *H. lemerlei* (spécimen 7). C'est elle qui détermine l'échancrure ventrale du bord orbitaire rostral ; les sutures lacrymomaxillaire (*Sutura lacrimomaxillaris*) et nasolacrymale (*S. nasolacrimalis*) sont synostosées sur les spécimens 4, 5 (*Hm*) et 7 (*Hl*). La longueur de la suture nasolacrymale varie de 16 à 31 mm. Chez *H. madagascariensis*, elle représente environ ⅙ de la longueur de l'os nasal (Stuenes 1989: 253), soit 30 mm sur le spécimen 2, mais peut être plus courte (spécimens 1 et 6, où existe un os sutural) ; selon Forsyth Major (1902: 195) un processus de l'os frontal ou des os suturaux (*Ossa suturarum*) s'interposent parfois entre les os nasal et lacrymal, « disposition connue chez l'hippopotame fossile *Hexaprotodon sivalensis* et l'hippopotame nain actuel *Choeropsis liberiensis* ». La suture disparaît aussi lorsqu'une synostose intervient (spécimens 4 et 5). Cette région présente donc une grande variabilité (Grandidier & Filhol 1894: 164-166) ; la suture frontolacrymale (*Sutura frontolacrimalis*) est entièrement libre sur le spécimen 6 (*Hm*: parties faciale et orbitaire), synostosée sur la moitié caudale de sa partie faciale sur les spécimens 1 et 2 (*Hm*), synostosée sur toute la longueur de la partie faciale sur le spécimen 7 (*Hl*) et entièrement synostosée (parties faciale et orbitaire) sur les spécimens 3, 4 et 5 (*Hm*).

Un os sutural («os intermédiaire», «wormien» ou «surnuméraire») est présent sur le spécimen 6 (le plus jeune; *Hm*), de chaque côté, aux dépens de l'os lacrymal, interposé entre les os lacrymal et nasal et le maxillaire, ainsi que le mentionnent Grandidier & Filhol (1894: 160-164), Forsyth Major (1902: 195) et Stuenes (1989: 247, 254, figs. 2, 12), dans les deux espèces. Le processus lacrymal caudal forme un fort tubercule au-dessous (et non au-dessus) de la vaste incisure infratrochléaire, qui est traversée par la suture frontolacrymale (cette échancrure est ainsi formée par les deux os, lacrymal et frontal, adjacents). Le processus lacrymal rostral forme une surface rugueuse aux limites imprécises, à mi-longueur de la suture lacrymozygomatique, il manque sur le spécimen 7 (*Hl*).

En vue dorsale, la striction faciale est dessinée, en arrière (et plus dorsalement) par le prolongement rostral de la crête faciale, qui forme une ligne courbe rostralement au tubercule facial, et en avant (et plus ventralement), par le bord latéral quasi rectiligne du processus alvéolaire de la canine, qui semble couper cette ligne courbe. Le rétrécissement facial est bref.

L'élargissement rostral de la face est déterminé par les alvéoles (*Alveoli dentales*) des puissantes canines et incisives. Le processus alvéolaire (*Processus alveolaris*) des os incisifs droit et gauche forme, de part et d'autre du plan médian, deux fortes tubérosités divergentes rostro-latéralement, ménageant entre elles une large fissure interincisive (*Fissura interincisiva*). La fissure interincisive est occupée en son milieu par l'épine nasale rostrale (*Spina nasalis anterior s. rostralis*: Feneis 1982), formée par la synostose des processus palatins (*Processus palatinus*) des os incisifs droit et gauche (*Hm*: spécimens 1, 3, 4, 5). Cette partie manque dans les spécimens 2 et 6 (*Hm*): il en résulte la mise en continuité de la fissure interincisive et du canal interincisif (*Canalis interincisivus*) dans le spécimen 2. Stuenes (1989: 245, 251, fig. 9) a signalé et illustré cette échancrure dans les sujets imparfaitement préservés des deux espèces; le défaut de synostose des os incisifs et leur désolidarisation causent la perte de l'épine nasale rostrale (*Hm*: spécimen 6).

La région du crâne montre, en avant, la région frontale et en arrière, la région pariéto-temporale.

La région frontale (*Regio frontalis*), formée par la surface externe (*Facies externa*) des deux écailles frontales (*Squama frontalis*) droite et gauche, est large, plane, subconcave, limitée latéralement par le bord supraorbitaire et en arrière par le bord caudal de l'orbite et la ligne temporale. Elle peut présenter une petite crête interfrontale médiane (*Hm*: spécimens 1 à 5) étendue de la ligne interorbitaire à la limite fronto-nasale; cette crête interfrontale est signalée par Stuenes (1989: 253) et par Guldberg (*in* Fovet *et al.* 2011: 66) chez *H. madagascariensis*, où elle peut rejoindre la crête sagittale externe. Le canal supraorbitaire (*Canalis supraorbitalis*) est absent, remplacé par de multiples pertuis osseux supraorbitaires. Le sillon supraorbitaire (*Sulcus supraorbitalis*) n'est de ce fait pas marqué, ou à peine. Les lignes temporales, saillantes, se rejoignent très caudalement en formant un angle aigu dans la crête sagittale externe. Milne Edwards (1868: 1166) décrit ainsi cette région: «l'angle de la voûte qui recouvre l'orbite est aigu, et la partie moyenne du crâne forme un losange assez régulier».

La fosse temporale est ample, assez courte mais très large: c'est au niveau des tubercules articulaires des deux os temporaux que le crâne atteint sa largeur maximale (largeur bizygomatique). La crête sagittale externe, plus ou moins large et saillante, est rectiligne dans la plupart des spécimens mais convexe dans le spécimen 1 (*Hm*); ses dimensions sont variables: entre 30 et 60 mm de longueur, 4 et 15 mm de largeur, 10 et 20 mm de hauteur; elle est la plus longue dans les spécimens 4 et 5 (*Hm*) et la plus courte dans le spécimen 7 (*Hl*), où elle est aussi la plus large et la plus basse. Selon Grandidier & Filhol (1894: 168), la crête sagittale externe est courte et bien détachée. Elle peut être parcourue par un sillon, probable rémanence de la suture sagittale (*Sutura sagittalis*, interpariétale).

La boîte crânienne paraît resserrée à la jonction entre les fosses ptérygopalatine et temporale: cette «striction postorbitaire» est marquée dans le spécimen 3 (*Hm*), la boîte crânienne s'élargissant brusquement en arrière, alors qu'elle l'est plus modérément dans le spécimen 1 (*Hm*), avec une section transversale arrondie. Elle reste plus large que la zone rétrécie de la face: ce caractère est ainsi remarqué, tant chez *H. madagascariensis* par

Guldberg (*in* Fovet *et al.* 2011: 65, 67) que chez *H. lemerlei* par Grandidier & Filhol (1894: 168) et Stuenes (1989: 247), alors que chez les hippopotames actuels, les deux zones ont sensiblement la même largeur (*C. liberiensis*) ou dans un rapport inversé (*H. amphibius*).

Aspect rostral

L'ouverture osseuse du nez (*Apertura nasi ossea*) est arrondie, elle forme une ellipse verticale presque circulaire. Chez *H. madagascariensis*, elle est délimitée par les os nasaux, qui ménagent entre eux une échancrure internasale plus (spécimens 1, 3, 6) ou moins (spécimens 4, 5) profonde, et les os incisifs ; l'échancrure nasoincisive (*Incisura nasoincisiva*) est peu marquée. De chaque côté, le corps de l'os incisif est dilaté au niveau du processus alvéolaire, formant une sorte de bulbe en avant de la fosse canine, qui soutient le vaste mufle de l'animal ; une échancrure vasculo-nerveuse traverse la partie dorsale de ce « tubercule incisif », en direction rostro-médiale : elle est d'autant moins profonde qu'elle est plus large (5-10 mm de largeur). Dans le plan médian, la fissure interincisive, large, et l'épine nasale rostrale, mince, forment le plancher de l'ouverture nasale.

Aspect ventral, ou basilaire (Figs 2A ; 8A, C)

On retrouve les caractéristiques générales de l'aspect dorsal : grande largeur de la région crânienne, en raison du développement latéral des fosses temporales, rétrécissement de la région maxillo-nasale moyenne, « bosses canines » et « bosses incisives ».

À la limite entre le crâne et la face, l'arc zygomatique s'écarte caudalement en direction du tubercule articulaire de l'écaille temporale. Il est nettement plus haut et plus épais dans le spécimen 3 (*Hm*) et c'est dans les spécimens 6 (*Hm*) et 7 (*Hl*) qu'il est le plus bas et le plus mince.

Le palais osseux (*Palatum osseum*) est trois fois plus long que la base du crâne. Il est long et étroit, enserré entre les arcs dentaires jugaux qui dessinent deux lignes sigmoïdes quasi rectilignes et parallèles.

– La région gutturale du palais osseux est reportée très loin en arrière, ce qui est un caractère adaptatif à la vie amphibie (Hildebrand & Goslow 2001: 513). La choane (*Choana*) dessine un triangle largement ouvert caudalement, limité latéralement par la lame ptérygopalatine. Le bord caudal du palais osseux est marqué par l'épine nasale caudale (*Spina nasalis caudalis*), sauf dans les spécimens 1 et 4 (*Hm*), où elle manque ; il se situe en arrière du bord distal de M^3. Les crêtes ptérygopalatines droite et gauche (formées par le processus ptérygoïde de l'os basisphénoïde, l'os ptérygoïde et la lame perpendiculaire de l'os palatin, tous synostosés), décrivent un V, plus (*Hm* : spécimens 5 et 6) ou moins (spécimens 3 [*Hm*] et 7 [*Hl*]) ouvert caudalement ; elles se terminent au trou déchiré.

Entre l'os ptérygoïde (médial), la lame ptérygoïdienne du sphénoïde (latérale), et le processus pyramidal (*Processus pyramidalis*) de la lame perpendiculaire de l'os palatin (rostral), se dégage une fosse ptérygoïdienne (*Fossa pterygoidea*) peu profonde, ouverte en arrière sur la fosse infratemporale (*Fossa infratemporalis*). Lorsqu'il n'est pas cassé (*Hm* : spécimens 2 et 5), le crochet ptérygoïdien (*Hamulus pterygoideus*) est puissant.

– La *partie faciale du palais osseux* est longue, étroite entre les arcades jugales, mais très large à la hauteur des dents canines, où elle est légèrement concave. Elle présente de nombreux petits orifices vasculaires tout au long du bord lingual de l'arc dentaire. Les os qui constituent le palais ont tendance à se souder, mais la suture palatine transverse (*Sutura palatina transversa*) et la suture palatomaxillaire subsistent dans les spécimens 3, 5, 6 (*Hm*) et 7 (*Hl*).

La fissure interincisive est large ; elle s'interpose entre les processus alvéolaires écartés des os incisifs. Chez *H. madagascariensis*, elle est occupée en son milieu par l'épine nasale rostrale formée par la synostose des processus palatins des os incisifs droit et gauche (spécimens 1, 3, 4 et 5). Cette partie manque dans d'autres sujets de la même espèce (spécimens 2 et 6) : il en résulte la mise en continuité de la fissure interincisive et du canal interincisif. Selon cette observation, l'incisive perdue chez les hippopotames tétraprotodontes (*Hippopotamus*) pourrait être l'incisive mésiale (I^1). Gratiolet (1867: 188-190) et Milne Edwards & Milne Edwards (1868 à 1875: t I, 49, 50 ; t II, pl. 3) avaient déjà souligné et illustré l'écartement des os incisifs et leur séparation par une fissure médiane chez les hippopotames actuels, « considérable » chez *H. amphibius*, moindre chez *C. liberiensis*. Le canal interincisif, lorsqu'il

est individualisé, dessine une fente allongée de 12 à 21 mm. Selon Stuenes (1989: 245, 251), il s'agit d'une « *elliptical aperture, about 10-20 mm* » chez *H. lemerlei*, et d'une « *elongated aperture* » chez *H. madagascariensis*.

La suture palatine médiane (*Sutura palatina mediana*) est libre dans les spécimens 6 (*Hm*) et 7 (*Hl*), mais entièrement synostosée dans les spécimens 1 à 5 (*Hm*) ; elle s'étend de l'épine nasale rostrale (ou de l'extrémité caudale du canal interincisif confondu dans la fissure interincisive) à l'épine nasale caudale ; elle forme une petite crête médiane dans le tiers moyen du palais dur. La suture palatine transverse marque le tiers caudal de la partie palatine ; elle est libre chez *H. lemerlei* et variable chez *H. madagascariensis* (libre dans le spécimen 6, en voie de synostose dans les spécimens 3 et 5, et synostosée dans les spécimens 1, 2 et 4). Il en est de même pour la suture maxilloincisive : libre dans le spécimen 6, en voie de synostose dans le spécimen 3, et synostosée dans les spécimens 1, 2, 4 et 5.

Le foramen grand palatin (*Foramen palatinum majus*) est absent dans sa situation caudale, habituelle chez les autres mammifères, mais une série de foramens petits palatins (*Foramina palatina minora*) longe le bord alvéolaire lingual du maxillaire ; elle se termine par un ou deux orifices, très en avant à hauteur des canines, juste en arrière de la suture maxilloincisive : ces orifices vasculo-nerveux sont plus grands, irréguliers, anfractueux ; ils s'ouvrent en direction rostrale et latérale, caudo-latéralement à la fissure palatine. Ce sont les « foramens incisifs » de Gulberg (*in* Fovet *et al.* 2010: 67), ils représentent le foramen grand palatin, reporté très en avant sur le palais osseux.

Chez *H. madagascariensis*, les fissures palatines (*Fissura palatina*) droite et gauche, oblongues (11-14 mm × 6-9 mm) et profondes (spécimens 1 à 5), sont séparées par les processus palatins des os incisifs.

En vue ventrale, le rétrécissement facial est annoncé, en arrière par le prolongement rostral de la crête faciale, et en avant par le bord latéral du processus alvéolaire de la canine ; il répond à la partie moyenne du maxillaire, entre et P^2 et P^4.

La base du crâne présente, d'arrière en avant et sur une distance très courte, comme télescopés, les os (basi)occipital, temporal, basisphénoïde et présphénoïde. La synchondrose intersphénoïdale (*Synchondrosis intersphenoidalis*) est encore apparente sur les spécimens 6 (*Hm*) et 7 (*Hl*), la synchondrose sphénooccipitale (*Synchondrosis sphenooccipitalis*) est synostosée dans l'ensemble des sujets. Le bord caudal de la fosse mandibulaire se place en avant de l'extrémité caudale de la bulle tympanique, elle-même en avant de l'extrémité rostrale du condyle occipital.

La partie basilaire de l'os occipital (*Pars basilaris*, basioccipital) est brève, soudée au corps (*Corpus*) de l'os basisphénoïde à la hauteur des tubercules musculaires (*Tuberculum musculare*) relativement peu saillants.

Les condyles occipitaux sont plus larges dans leur partie dorsale ; ils encadrent le foramen magnum dont le bord ventral dessine une échancrure à concavité caudale. La fosse condylaire ventrale (*Fossa condylaris ventralis*) est courte, percée par le canal du nerf hypoglosse (*Canalis nervi hypoglossi*) situé plus en avant chez les spécimens 2, 4 (*Hm*) et 7 (*Hl*), dirigé plus ventralement chez les spécimens 2 et 3 (*Hm*). Guldberg (*in* Fovet *et al.* 2011: 67) le désigne par erreur sous le nom de « foramen condylaire antérieur ». Latéralement et à l'avant de la fosse condylaire, s'étend le processus jugulaire qui porte le processus paracondylaire ; dans nos spécimens, ils sont les plus rostraux (en avant du bord crânial des condyles occipitaux) dans les spécimens 4 et 6 (*Hm*), et les plus caudaux (au bord crânial des condyles) dans les autres. Selon Stuenes (1989: 246), ce processus traverse chez *H. lemerlei* « the anterior part of the condyles in some specimens, whereas in other specimens it has a more anterior course and traverses the basioccipital » ; elle n'en dit rien chez *H. madagascariensis*.

Immédiatement en avant du canal de l'hypoglosse, le foramen jugulaire (*Foramen jugulare*) forme une fissure dirigée rostro-médialement, plus transversale chez *H. madagascariensis* (spécimens 1 à 6), plus longitudinale chez *H. lemerlei* (spécimen 7), en liaison avec une direction différente de la bulle tympanique (voir ci-dessous). Le trou jugulaire, la fissure pétrooccipitale (*Fissura petrooccipitalis*) et le trou déchiré (*Foramen lacerum*, délimité par les incisures ovale, épineuse et carotidienne de l'aile de l'os basisphénoïde et la partie tympanique de l'os

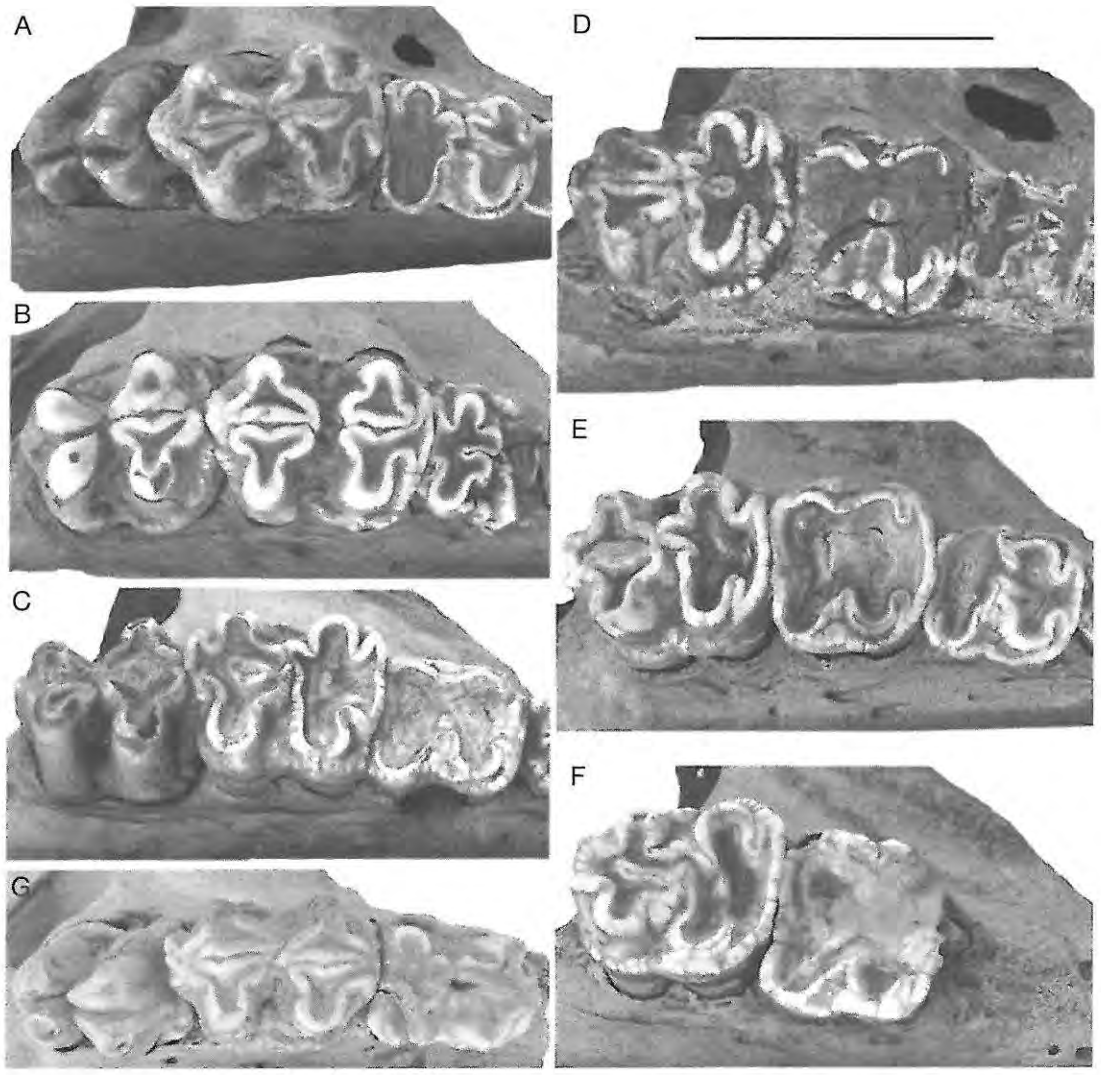


FIG. 9. — Hippopotames subfossiles de Madagascar conservés au Muséum d'Histoire naturelle de Toulouse (collection Galliéni). Usure des molaires supérieures droites, en vue occlusale. **A-F**, *Hippopotamus madagascariensis* Guldberg, 1883 ; **A**, spécimen 6 (femelle, MHNT.PAL.2012.0.209.1) ; **B**, spécimen 4 (femelle, MHNT.PAL.2012.0.207.1) ; **C**, «spécimen 2» (mâle, MHNT.PAL.2006.278) ; **D**, spécimen 1 (mâle, MHNT.PAL.2006.280) ; **E**, spécimen 3 (femelle, MHNT MAM 2002 109-1) ; **F**, spécimen 5 (femelle, MHNT.PAL.2012.0.208.1). Les séries illustrées de A à F sont classées par usure croissante. **G**. *Hippopotamus lemerlei* Grandidier, 1868, spécimen 7, dépourvu de rostre (sexe indéterminé, MHNT.PAL.2012.0.210). L'usure est à peine plus prononcée que sur le spécimen 6 (**A**). Échelle : 5 cm.

temporal) encadrent caudalement, médialement et rostralement la bulle tympanique (« hiatus occipito-sphénotemporal » ; Barone 2010: 105).

La partie tympanique (*Pars tympanica*) de l'os temporal est relativement peu développée, la bulle tympanique étant plus petite que le condyle occipital : chez *H. madagascariensis*, la bulle est arrondie (spécimens 1 et 6) ou comprimée dans le sens rostro-caudal et étirée latéralement (spécimens 2, 3, 4 et 5) ; chez *H. lemerlei,* sa partie médiale prend une direction plus rostrale (spécimen 7) : elle se termine par une pointe triangulaire

d'environ 12-15 mm de hauteur et de direction rostro-ventrale, intacte sur le seul spécimen 7, correspondant au processus musculaire (*Processus muscularis*). Latéralement, la bulle tympanique se continue par une lame osseuse, la gaine du processus styloïde (« crête vaginale ») ; celle-ci débute en avant du processus styloïde (*Processus styloideus*), réduit, et du foramen stylomastoïdien (*Foramen stylomastoideum*), puis s'enfonce dans l'incisure tympanique, où on peut la suivre, dans les spécimens 2, 3, 5, 6 (*Hm*) et 7 (*Hl*), longeant latéralement le méat acoustique externe ; chez *H. madagascariensis*, la crête vaginale disparaît pratiquement dans l'incisure tympanique réduite à une étroite fente dans les spécimens 1 et 4, cependant qu'elle est totalement synostosée dans l'incisure tympanique dans les spécimens 2 à 5. La fissure tympanomastoïdienne (« sillon tympano-hyoïdien ») s'étend à la partie caudo-latérale et ventrale de la bulle tympanique : elle contient le processus styloïde et le foramen stylomastoïdien. La fissure tympanosquameuse, synostosée, est marquée dans les spécimens 2, 3, 5, 6 (*Hm*) *et* 7 (*Hl*) ; le foramen rétroarticulaire est absent dans l'ensemble des spécimens.

La base du processus zygomatique de l'os temporal porte, en avant du fort processus rétroarticulaire, la surface articulaire pour la mandibule : tubercule articulaire et fosse mandibulaire en ellipse à grand diamètre de direction rostro-latérale. Stuenes (1989: 245, 252) la décrit comme « short and stout [...] diagonal depression » chez *H. lemerlei*, « comparatively longer » et « more shallow » chez *H. madagascariensis*. Chez ce dernier, Guldberg (*in* Fovet *et al.* 2011: 68) la dit aussi « très peu profonde, concave en direction oblique d'arrière en avant et médio-latéralement »...

Latéralement à la surface articulaire, l'arc zygomatique s'infléchit rostro-médialement à 90° ; cette inflexion marque le point le plus large du crâne, dans un plan qui passe en avant du trou déchiré (« du foramen ovale » ; Guldberg *in* Fovet *et al.* 2011: 66).

La fosse infratemporale, espace mal délimité situé entre la crête infratemporale, les processus ptérygoïde et pyramidal, et la bulle tympanique, est peu profonde.

MANDIBULE

Hippopotamus madagascariensis : six spécimens, correspondant aux crânes 1, 2, 4, 5 et 6 et au spécimen 3 non associé au crâne du même numéro ; spécimens 8 [segment jugal de mandibule droite ne coïncidant avec aucun crâne] et 17 fragments isolés non significatifs (Figs 3, 5C, 8C ; Tableau 3).

Aucun spécimen de l'échantillon étudié n'est attribué à *H. lemerlei*.

Les deux mandibules (*Mandibula*), droite et gauche, sont soudées dans le plan médian au niveau d'une synostose intermandibulaire (*Synostosis intermandibularis*) particulièrement forte et planiforme à sa face ventrale. Elles forment un os volumineux, plus large que le crâne au niveau des angles, fortement rétréci à la hauteur des 2e et 3e prémolaires, en arrière des alvéoles des canines (« constriction post-canine ») ; la largeur des mandibules au niveau des canines et légèrement inférieure à leur largeur au niveau des troisièmes molaires.

Le corps de la mandibule forme avec sa branche un angle d'environ 90°.

Corps de la mandibule (Figs 3 ; 5D)

Le corps de la mandibule (*Corpus mandibulae*) est relativement haut. Selon Stuenes (1989: 248, 254), le corps est élancé chez *H. lemerlei*, plus compact et robuste chez *H. madagascariensis*. En vue occlusale, les arcs dentaires (*Arcus dentalis*), incisif d'une part, jugaux de l'autre, sont rectilignes, le premier perpendiculaire aux deux autres ; ceux-ci sont sensiblement parallèles entre eux et leur écartement à peine inférieur à celui des arcs jugaux supérieurs correspondants.

La partie incisive (*Pars incisiva*), aplatie sur ses faces linguale et vestibulaire et élargie en pelle, se projette vers l'avant. Selon Stuenes (1989: 248, 254), la région rostro-ventrale de la « symphyse » est plane (« fairly *flat* ») chez *H. lemerlei* et relevée (« directed distinctively upwards ») chez *H. madagascariensis*. Elle porte de chaque côté les dents labiales, qui sont disposées en éventail : deux incisives obliques en avant et une défense (la canine), quasi verticale ; l'os alvéolaire est criblé de multiples trous vasculaires (*Canales alveolares*). L'arc alvéolaire (*Arcus alveolaris*) est disposé de sorte que l'alvéole de la canine s'ouvre en avant des alvéoles incisives : le bord distal de

l'alvéole de la canine se situe en avant de la droite joignant le bord distal des incisives (spécimens 1 à 4) ou sensiblement au même niveau (spécimens 5 et 6) ; le bord latéral de l'alvéole de la canine est plus mince dans les spécimens 3, 5 et 6, plus épais dans les spécimens 1, 2 et 4. Stuenes (1989: 254) note que le bord de l'alvéole de la canine est mince chez *H. madagascariensis*, alors qu'il forme « a small platform on the anterior and lateral sides of the canine » chez *H. lemerlei*.

Distalement à la canine, sur une distance équivalant à sa hauteur, s'étend un espace interdentaire ou diastème, le bord interalvéolaire (*Margo interalveolaris*), occupé par une crête plus ou moins élevée et aiguë ; sur les spécimens 2, 6 et 8, on note la présence de l'alvéole de P_1 très réduit, surplombant celui de la canine ; sur les spécimens 4 et 5, l'emplacement de P_1 (ou de D_1) est marqué, le long de cette crête, par un épaississement rugueux. Au-dessous de cet espace et du processus alvéolaire incisif, s'ouvrent une dizaine de trous mentonniers (*Foramina mentalia*), orifices vasculo-nerveux de calibres variés, le plus caudal se situant à la hauteur de P_2 ou de P_3. Selon Guldberg (*in* Fovet *et al.* 2011: 68), ils sont au nombre de trois au-dessus des alvéoles des incisives, augmentés de un à plusieurs au niveau de l'alvéole de la canine. La synostose intermandibulaire, très inclinée vers l'horizontale, est longue ; elle se prolonge jusqu'au niveau de P_3 (spécimens 2, 3, 4) ou de la limite entre P_2 et P_3 (spécimens 1, 5, 6). Sa longueur est légèrement inférieure à la largeur entre les bords mésiaux des alvéoles canines. Pour Guldberg (*in* Fovet *et al.* 2011: 68), ces valeurs sont à peu près égales.

La partie molaire (*Pars molaris*), buccale ou jugale, porte les prémolaires et les molaires : en vue occlusale, le bord alvéolaire (*Margo alveolaris*) est quasi rectiligne, très légèrement sigmoïde ; la partie prémolaire est plus courte que la partie molaire : la longueur P_2-P_4 représente environ ⅔ de la longueur M_1-M_3. Le bord ventral (*Margo ventralis*) du corps s'évase largement en arrière pour former là une très ample échancrure des vaisseaux faciaux (*Incisura vasorum facialium*), avant de rejoindre l'angle de la mandibule (*Angulus mandibulae*), qui appartient à la branche. La hauteur du corps de la mandibule augmente dans le sens mésio-distal.

Branche de la mandibule (Figs 3; 5C; 8C)

La branche de la mandibule (*Ramus mandibulae*) est très puissante et arquée. Elle se développe peu en direction dorsale (ce qui permet une très large ouverture de la bouche) mais son épais processus angulaire (*Processus angularis*) se projette largement au-dessous du bord ventral du corps tout en s'étalant latéralement. Selon Stuenes (1989: 248, 254), chez *H. lemerlei*, cet écartement latéral est moindre dans le « morphe à museau gracile » – qui serait celui des femelles –, que dans le morphe à museau robuste – les supposés mâles ; chez *H. madagascariensis*, il est moindre chez les jeunes et le plus important dans la plupart des spécimens, plus âgés : de ce point de vue, nos spécimens s'apparenteraient soit au « morphe robuste » d'*H. lemerlei*, soit à *H. madagascariensis* (sub)adulte. Le bord rostral du processus angulaire se place au niveau du bord distal de M_3 et en avant du processus coronoïde (Fig. 8C). Toujours selon Stuenes (1989: 256, fig. 16), le processus angulaire se place en arrière du processus coronoïde chez *H. lemerlei*, au même niveau ou en avant chez *H. madagascariensis*. Du fait de cette forte expansion latéro-ventrale du processus angulaire, l'incisure vasculaire est particulièrement vaste.

La fosse massétérique (*Fossa masseterica*) est large, arrondie, concave, très nettement délimitée par une forte crête parallèle au bord caudal de la mandibule et parcourue en périphérie par des reliefs musculaires rayonnants à l'arrière et en bas, en arc de cercle en avant. Cette crête est décrite comme étant faible par Guldberg (*in* Fovet *et al.* 2011: 69).

Ces caractères contribuent très fortement à la physionomie si particulière des hippopotamidés : une gueule qui s'ouvre très largement, montrant des dents puissantes, et une mâchoire inférieure massive, très bombée.

Le processus coronoïde (*Processus coronoideus*), haut, triangulaire, relativement mince, dessine une pointe recourbée dorso-caudalement et se place dans un plan sagittal (spécimen 5) ou ouvert rostro-latéralement, l'échancrure mandibulaire (*Incisura mandibulae*) lui formant une sorte de contrefort (spécimen 1). Il est nettement plus haut que le processus condylaire (*Processus condylaris*). Selon

Stuenes (1989: 248), chez *H. lemerlei* le processus condylaire est sensiblement de même hauteur que le processus coronoïde dans le morphe à mufle robuste, mais plus bas dans le morphe à mufle gracile ; chez *H. madagascariensis*, le processus coronoïde est plus élevé et plus courbe que le processus condylaire : de ce point de vue, nos spécimens ressemblent soit au « morphe gracile » d'*H. lemerlei*, soit à *H. madagascariensis*. L'échancrure mandibulaire est longue et régulièrement arquée. Le col (*Collum mandibulae*), conique et fort, n'est pas marqué ; la tête (*Caput mandibulae*), convexe, dessine un triangle rectangle aux angles émoussés en aspect dorsal, l'angle médial étant le plus aigu.

À la face médiale de la branche, la fosse ptérygoïdienne (*Fossa pterygoidea*) est large mais peu profonde, voire sub-convexe (en raison de l'évasement latéral de la mandibule), marquée par de cinq à sept fortes rugosités musculaires parallèles, obliques en bas et en arrière ; le foramen mandibulaire, entrée du canal mandibulaire (*Foramen canalis mandibulae*), est vaste, arrondi et haut situé : il s'ouvre juste au-dessous du plan alvéolaire.

DENTURE (FIGS 4 ; 9 ; 10)

Les différents spécimens possèdent leur dentition permanente, à divers degrés d'usure ; le spécimen 6 (*Hm*) possède cependant une dentition mixte, puisque la D^4 est encore en place, à droite.

La formule dentaire permanente est inconstante : 2/2, 1/1, (3-)4/(3-)4, 3/3 = 36 (40) dents.

Les dents labiales, incisives (*Dentes incisivi*, I) et canines (*Dentes canini*, C), sont à croissance prolongée ou continue (hypsodontie). Chaque mâchoire compte quatre incisives comme c'est le cas chez le genre *Hippopotamus* (Boisserie 2005). Les dents jugales, prémolaires (*Dentes pre-/praemolares*, P) et molaires (*Dentes molares*, M), sont de formes bien distinctes. Les prémolaires, brachyodontes, présentent une cuspide (*Cuspis* [*coronae*] *dentis*) principale aiguë lorsqu'elle est vierge. Les molaires, tétracuspides et partiellement hypsodontes, sont de forme « buno-sélénodonte » ou « buno-bilophodonte ». La variation individuelle de la denture jugale est marquée, ce qui est notamment une caractéristique des hippopotamidés (Boisserie *et al.* 2009 ; Orliac *et al.* 2010: 11873).

Dents supérieures (Figs 4 ; 9)

La formule dentaire supérieure permanente est : deux incisives (probablement I^2 et I^3), parfois trois (I^3 dédoublée incomplètement sur le spécimen 4 [*Hm*]), une canine, quatre prémolaires et trois molaires par hémi-mâchoire.

Les dents labiales sont disposées en éventail à l'avant de la mâchoire supérieure.

Les incisives sont présentes sur les spécimens 2 et 3 (très usées, au ras de l'os alvéolaire), le spécimen 4 (une seule, usée, dépassant le bord alvéolaire de 1,5 cm) et le spécimen 6 (dépassant le bord alvéolaire de 20 mm), tous attribués à *H. madagascariensis*. Selon Stuenes (1989: 255), la partie extra-alvéolaire de la dent est plus longue chez *H. lemerlei* (18-23 mm) que chez *H. madagascariensis*. La surface d'usure (face occlusale, *Facies occlusalis*) est oblique en arrière et en haut, ainsi que Gulberg le constate chez *H. madagascariensis* (*in* Fovet *et al.* 2011: 69). Selon Stuenes (1989: 248, 255), chez *H. lemerlei* la surface d'usure des incisives est oblique par rapport à l'axe de la dent, alors que chez *H. madagascariensis*, elle est plus ou moins « horizontale ».

De formes et de dimensions semblables, les incisives sont arquées en avant et vers le bas et leur direction générale est oblique ; leur alvéole est très profond (4-5 cm).

L'incisive mésiale est plus forte que l'incisive distale dans les spécimens 1, 2, 5 et 6 ; elles sont de forces égales dans les spécimens 3 et 4, à gauche. Les alvéoles, de section légèrement ovalaire, ont des dimensions variant entre 13 et 15 mm (petit diamètre, mésio-distal) et entre 15 et 19 mm (grand diamètre, vestibulo-lingual). Dans le spécimen 4, l'alvéole de l'incisive distale droite est double : il y a eu deux incisives de rang 2, disposées mésio-distalement. Dans le spécimen d'*H. madagascariensis* décrit par Gulberg (*in* Fovet *et al.* 2011: 69), le diamètre transversal des incisives est de 11 mm et le diamètre antéro-postérieur, de 13 mm.

Les incisives des spécimens 1, 2, 4 et 5 sont plus fortes et plus rapprochées que celles des spécimens 3 et 6.

L'émail ne recouvre que la face labiale de la couronne des incisives mésiale et distale sur le spécimen 6 ; sur le spécimen 4, l'émail recouvre les trois quarts de la couronne, ne laissant à découvert que son quart distal.

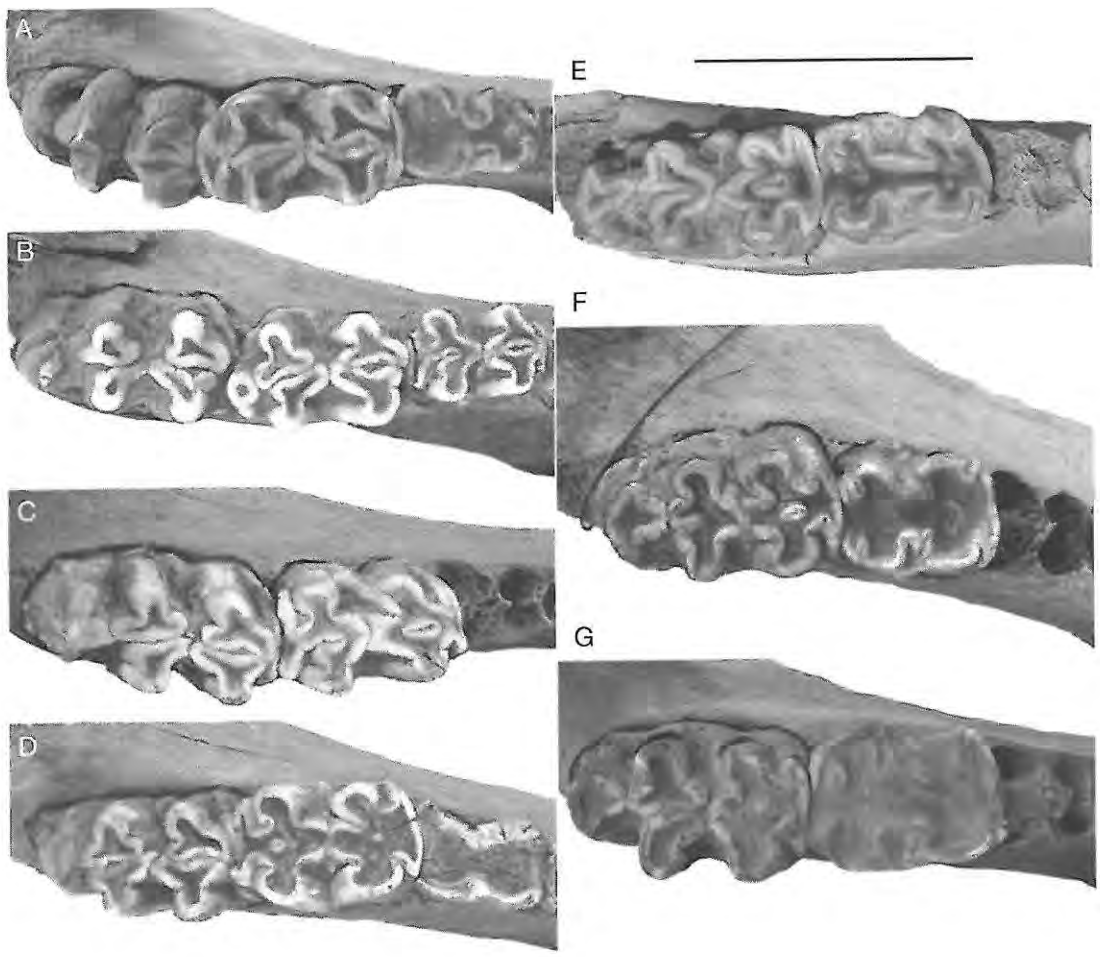


FIG. 10. — Hippopotames subfossiles de Madagascar conservés au Muséum d'Histoire naturelle de Toulouse (collection Galliéni). Usure des molaires inférieures gauches d'*Hippopotamus madagascariensis* Guldberg, 1883, en vue occlusale. **A**, spécimen 6 (femelle, MHNT.PAL.2012.0.209.2) ; **B**, spécimen 4 (femelle, MHNT.PAL.2012.0.207.2) ; **C**, spécimen 3 (mâle, MHNT MAM 2002 109.2) ; **D**, spécimen 2 (mâle, MHNT.PAL.2006.281) ; **E**, spécimen 8 (MHNT.PAL.2012.0.211) ; **F**, spécimen 1 (mâle, MHNT.PAL.2006.279) ; **G**, spécimen 5, (femelle, MHNT.PAL.2012.0.208.1). Les séries illustrées sont classées par usure croissante de A à G. Échelle : 5 cm.

Le nombre fondamental des incisives des hippopotamidés est de trois par demi-mâchoire, comme c'est le cas général chez les mammifères placentaires. La disparition d'une incisive chez *Hippopotamus* pose la question du rang de l'incisive perdue. L'élargissement de la fissure interincisive et le report latéral du processus alvéolaire portent à considérer que l'incisive disparue chez les formes tétraprotodontes pourrait être I^1.

Les canines sont présentes dans les spécimens 3 (les deux côtés), 4 (à droite) et 5 (à gauche), tous trois attribués à *H. madagascariensis*. Leur alvéole est très développé, arqué latéro-ventralement, il débute environ 35 mm en avant du foramen infraorbitaire, et se prolonge sur environ 70 mm (spécimen 6), 80 mm (spécimens 1, 4 et 5), 100 mm (spécimens 2 et 3), cette profondeur témoignant de la croissance prolongée à continue de la dent chez *H. madagascariensis* ; l'alvéole porte un fort relief vertical et latéral au-dessus de l'émergence de la dent.

La canine supérieure forme un *grès* comparable à celui des suidés : incurvé latéralement, avec une concavité distale ; aucune variation liée au sexe n'apparaît. Un large sillon longitudinal (cannelure) parcourt sa face distale dans les spécimens 1 à 6 (le spécimen 7, attribué à *H. lemerlei*, étant privé de cette partie de la face). Gulberg (*in* Fovet *et al.* 2011 : 70) note, chez *H. madagascariensis*, que « la rainure du dessous de la dent semble moins profonde et moins en V que ce qu'on peut observer chez les hippopotames actuels » ; Stuenes (1989 : 248) note, concernant *H. lemerlei*, que « the canines lack a posterior groove in most specimens. However, in a few, there is an indistinct depression, which can hardly be characterized as a posterior groove ». L'émail couvre ses faces labiale, distale et linguale, laissant à découvert la face mésiale ; la face occlusale, surface de contact avec la canine inférieure, est verticale et mésiale ; sa forme est celle d'une virgule dans le spécimen 2, et plus arrondie dans le spécimen 5. Elle est incomplète dans le spécimen 4 ; la plus courte distance entre la face occlusale et le bord de l'alvéole, de 2 à 7 mm (spécimens 3, 4 et 5), est faible ainsi que le mentionne Gulberg (*in* Fovet *et al.* 2011 : 69) à propos d'*H. madagascariensis*, et à la différence de ce que relève Stuenes (1989 : 246, 248 ; de 10 à 35 mm) chez *H. lemerlei*. La longueur de la canine approche 100 mm (spécimens 4 et 5) et 120 mm (spécimen 2). Les canines des spécimens 1, 2 et 3 sont plus volumineuses que celles des autres spécimens.

Les dents jugales sont disposées sur deux lignes sensiblement parallèles le long des maxillaires droit et gauche, légèrement évasées en avant. Gulberg (*in* Fovet *et al.* 2011 : 70) les dit faiblement convergentes vers l'avant. L'écartement de ces deux rangées est moindre que celui des incisives mésiales. Les bords vestibulaires des deux arcs jugaux divergent distalement, essentiellement en raison de l'élargissement distal des dents.

Les prémolaires présentes et intactes sont les P^2 des spécimens 5 et 6, et les P^3 et P^4 des spécimens 2 (à droite), 3, 4 et 6. Les spécimens correspondants sont tous attribués à *H. madagascariensis*. Leur couronne relativement complexe (synapomorphie des hippopotaminés ; Orliac *et al.* 2010 : 11873) présente trois cuspides très inégales : la cuspide principale, mésiale et vestibulaire, élevée et en pointe légèrement recourbée en arrière, est le paracône ; la cuspide accessoire distale et linguale, le protocône, est indépendante (spécimen 4) ou solidaire du paracône par sa crête linguale (endoparacrista) (spécimens 2, 3 : réduite à des nodules d'émail sur l'endoparacrista, et spécimen 6) ; enfin, la cuspide accessoire distale et vestibulaire, le métacône, est réduite et peu distincte, simple renfort de la postparacrista. Des crêtes descendent depuis l'apex du paracône (préparacrista, postparacrista et endoparacrista), et déterminent la formation de « fosses » sur son versant distal, éventuellement sur le versant lingual (P^4 : spécimens 3, 4, 6). Le cingulum est bien développé, particulièrement sur les versants lingual et distal de la dent. Selon Stuenes (1989 : 249, 257), le cingulum des P^2-P^4 est bien distinct lingualement et distalement ; son développement est variable, particulièrement chez *H. madagascariensis*. Il porte des nodules d'émail contigus (évoquant les perlures des bois de cervidés), de dimensions variables selon les individus ; le cingulum est épais sur les spécimens 2 et 4, ses nodules sont plus grands sur le spécimen 4 et nettement plus petits sur le spécimen 6, dont le cingulum est presque tranchant. D'après l'examen de leur alvéole, les prémolaires présentent une racine (P^1 chez trois spécimens), deux racines (P^1 chez trois spécimens, P^2 et P^3) ou trois racines (P^4). Les prémolaires sont de plus en plus grandes de la première à la troisième, la quatrième apparaissant plus réduite.

La P^1 paraît avoir été très petite. Son alvéole, peu profond, est présent sur les spécimens 1, 2, 3, 4 (à droite) et 6, mais la dent s'est perdue *post mortem*. L'alvéole de P^1 manque (oligodontie congénitale ou, plutôt, chute précoce) sur les spécimens 4 (à gauche) et 5 (des deux côtés). L'absence de P^1 n'est pas majoritaire sur nos spécimens. Selon Guldberg (*in* Fovet *et al.* 2011 : 69), l'absence de P^1 est considérée chez *H. madagascariensis* comme résultant d'une chute très précoce de D^1, non remplacée. Stuenes (1989 : 248, 256-257) considère cette absence comme occasionnelle chez *H. madagascariensis*, mais quasi constante chez *H. lemerlei*, en lien avec la gêne spatiale occasionnée par la présence sous-jacente de l'alvéole de la canine. Cette dent possède une racine (spécimen 2 à gauche, spécimen 3 à gauche et spéci-

men 4) ou deux, fusionnées (spécimen 2 à droite et spécimen 6) ou non (spécimen 1). L'amenuisement de P^1 et la simplification de sa racine témoignent de la tendance à la disparition de cette dent.

La P^2 (spécimen 5, très usée, et spécimen 6) présente une couronne à une cuspide principale (paracône) et deux cuspides accessoires (métacône et protocône) englobées dans les crêtes distales. Les trois crêtes sont très nettes ; dans le spécimen 6, à gauche la préparacrista se divise en direction basale. Le cingulum est incomplet, lingual et distal, orné de petits nodules d'émail. L'espace triangulaire entre la post- et l'endoparacrista est subconcave, formant une fosse très peu profonde (ébauche de « disto-lingual basin » ; Boisserie *et al.* 2009: 35). La dent possède deux racines. Un diastème de 3-7mm est présent entre P^2 et P^3 dans les spécimens 3 et 5 à droite. Selon Stuenes (1989: 257), un court diastème de quelques millimètres est parfois présent entre P^2 et P^3 chez *H. madagascariensis*.

La P^3 (spécimens 2, 3, 4 et 6) ressemble à la P^2 mais en plus large. Selon Stuenes (1989: 257), la P^3 est « somewhat *larger* » que la P^2 chez *H. madagascariensis*. La couronne porte une cuspide principale identifiable, le paracône. Le protocône est peut-être présent mais englobé dans l'entoparacrista chez le spécimen 2 ; il est présent et isolé chez le spécimen 6. La couronne présente trois crêtes (préparacrista, endoparacrista et postparacrista), la mésiale (préparacrista) pouvant être dédoublée (spécimens 2 et 3 à droite, et surtout spécimen 6, à gauche) et porter des nodules d'émail (spécimens 2, 3 et 4) et un cingulum incomplet, lingual et distal épaissi simulant un talon qui détermine une cupule ou fosse disto-linguale entre la post- et l'endoparacrista. La dent possède deux racines, l'une mésiale et l'autre distale, qui déterminent une indentation intermédiaire du collet de la dent à la face vestibulaire. Cette indentation cervicale vestibulaire (« labiale ») de P^3 constitue une synapomorphie « ambiguë » des hippopotaminés (Orliac *et al.* 2010: 11873).

La P^4 (spécimens 2, 3, 4 et 6) est plus petite que la P^3 et sa conformation est différente, plus « carrée » : presque aussi large que longue, elle semble avoir pivoté de quelques degrés mésio-lingualement. Sa couronne est dotée d'une cuspide principale : le paracône. Ce dernier est réduit relativement à celui de P^2 et P^3, mais complexe (synapomorphie des hippopotaminés ; Orliac *et al.* 2010: 11873) et de forme plus variable (très réduit dans le spécimen 6), entouré de fosses (ecto-, endo- et postparafosses) ; sa table d'usure (spécimens 2, 3, 4) a la forme d'un triangle à sommet obtus ou d'un croissant. Le protocône n'est identifiable que sur deux spécimens (spécimens 4, 6), chez lesquels il est de forme très simple, de taille très réduite et à peine dissocié du cingulum. Le métacône n'est pas identifiable en tant que cuspide isolée. La face vestibulaire de la couronne est plus convexe que sa face linguale. On observe un patron de crêtes variable : la préparacrista (déboublée chez les spécimens 3, 6) prend une direction mésio-linguale ; la postparacrista (dédoublée chez le spécimen 2) prend une direction disto-vestibulaire ; l'endoparacrista est dirigée lingualement, vers le protocône ou l'entostyle. Le cingulum est relativement plus dilaté disto-lingualement que dans P^2 ou P^3. La couronne présente des structures stylaires intégrées aux cingulum : un distostyle (spécimens 2, 4) et un entostyle (spécimens 2, 3 à droite, 4 et 6).

Sur le spécimen 6, la dP^4 droite est encore présente, molariforme et très usée, au-dessus de P^4 incluse. La dent possède trois racines, une mésio-vestibulaire et deux distales, variablement fusionnées.

Les molaires sont alignées, comme les prémolaires, et augmentent globalement de taille de la première à la troisième : elles sont de plus en plus larges de M^1 à M^3, mais la M^2 est plus longue que la M^3 dans les spécimens 2, 4, 6 (*Hm*) et 7 (*Hl*). Selon Stuenes (1989: 250, 257), leur face vestibulaire se porte latéralement dans le sens mésio-distal dans les deux espèces : c'est le cas aussi sur nos spécimens. Elles présentent une couronne assez haute sur la M^3 vierge d'*H. lemerlei* (spécimen 7). L'indice coronal H est supérieur à 70 (*sensu* Boisserie *et al.* 2009) : les molaires supérieures présentent donc une hypsodontie partielle, ce qui est une synapomorphie des hippopotaminés (Orliac *et al.* 2010: 11873).

La couronne se compose de deux lobes, l'un mésial (formé par le protocône, lingual, et le paracône, vestibulaire), et l'autre distal (formé par le métaconule, lingual, et le métacône, vestibulaire), séparés par des « vallées », les « synclinaux » de Guldberg (*in* Fovet *et al.* 2011: 70) ; nous suivons Boisserie *et al.* (2009), qui nomment métaconule

et non hypocône la cuspide disto-linguale. Il n'y a pas de paraconule entre protocône et paracône (synapomorphie ambiguë des hippopotaminés; Orliac *et al.* 2010: 11873).

Les cuspides mésiales déterminent de chaque côté une dépression (ectoparafossa vestibulaire et ectoprotofossa linguale), mais c'est entre les lobes mésial et distal que se creusent de profondes vallées transversales (postparafossa + ectométafossa sur le côté vestibulaire et, surtout, postprotofossa + ectométafossule sur le côté lingual), séparées par les crêtes reliant les plis d'émail adjacents (postparacrista et prémétacrista; postprotocrista et prémétacristule).

Le cingulum est marqué et continu; il porte des nodules d'émail (comme des « perlures »), très variables en taille et en nombre; il est renforcé sur les faces mésiale (précingulum) et distale (postcingulum) et le renfort mésial (mésiostyle) peut s'imprimer sur le renfort distal (distostyle) de la dent précédente dans les deux espèces documentées (spécimens 2, 3, 4, 6 et 7). Une colonnette interlobaire vestibulaire (mésostyle ou ectostyle) peut être présente, toujours très basse, dans la vallée vestibulaire des deux taxons considérés (spécimens 1, 2, 3, 4, 5 et 7). Il n'y a pas de colonnette interlobaire linguale (entostyle).

Mesurée au cingulum, la longueur de la dent est à peine plus longue, parfois moins, que sa largeur.

La face occlusale présente des crêtes d'émail festonnées qui forment un dessin complexe et évolutif: la surface d'usure de chaque cuspide est trifide (« trifoliée »), avec un pli d'émail collatéral arrondi (vestibulaire ou lingual), et deux plis axiaux aigus, l'un proximal et l'autre distal. Ces plis disparaissent avec le temps: la table d'usure se simplifie en s'élargissant et finit par englober les reliefs cingulaires. Comme à l'accoutumée chez les ongulés à série dentaire non simplifiée, M^1 est à un stade d'usure plus avancé que M^2, et elle-même que M^3. Les plis d'émail adjacents et les crêtes correspondantes (postparacrista et prémétacrista) se chevauchent chez *H. lemerlei* (spécimen 7) et dans certains spécimens d'*H. madagascariensis* (spécimens 1 et 3). Ils sont en revanche alignés dans les autres spécimens attribués à cette dernière espèce (spécimens 2, 4, 5 et 6). Au vu des alvéoles des molaires perdues ou fracturées au ras du collet (spécimen 1), le nombre de racines est très variable chez *H. madagascariensis*: trois racines (spécimen 5, M^1 gauche), quatre racines (spécimens 1 et 2, M^1 gauche; spécimens 1 et 5, M^2 gauche; spécimen 1, M^3 gauche) ou même six racines (spécimen 3: M^3 gauche). Seule la M^1 gauche (quatre racines) a pu être examinée pour *H. lemerlei*.

M^1 (spécimens 1, très usée, 2, 3, 4, 6 [*Hm*] et 7 [*Hl*]): le cingulum, qui porte des nodules d'émail, disparaît au niveau du métaconule sur les spécimens 1, 2 du côté gauche, 4, 6 et 7; il entoure complètement la dent sur les spécimens 2 *du côté droit* et 3; le précingulum est visible sur les spécimens 2, 3, 4, 6, 7, le postcingulum sur les spécimens 2, 3, 4 et 6 (sur le spécimen 2, l'usure a atteint la base du cingulum). La M^1 est la moins usée sur les spécimens 4 et 7; elle est très usée sur les spécimens 1, 2, 3 et 6; elle est tombée du vivant de l'animal (et son alvéole cicatrisé) sur le spécimen 5.

M^2 (spécimen 1, très usée, 2, 3, 4, 5, très usée, 6 [*Hm*] et 7 [*Hl*]): le cingulum porte des nodules d'émail et entoure la base de la couronne; le précingulum est visible sur les spécimens 1, 2, 3, 4, 6 et 7 et le postcingulum sur les spécimens 2, 3, 4, 5, 6 et 7: sur les spécimens 1, 3 et 5, l'usure a atteint la base du cingulum. La M^2 est peu usée sur les spécimens 4, 6 et 7, moyennement usée sur le spécimen 2, et très usée sur les spécimens 1, 3 et 5.

M^3 (spécimens 1 à 6, tombée à gauche chez les spécimens 1 et 3 [*Hm*]; spécimen 7 [*Hl*]): la M^3 est plus petite que la M^2 sur les spécimens 2, 4 et 6, plus grande sur les spécimens 1, 3 et 5, et de dimension égale sur le spécimen 7. Le précingulum et le postcingulum sont présents sur l'ensemble des spécimens; leur aspect change avec le niveau d'usure: il est vierge dans les spécimens 2, 4, 6 et 7, et usé dans les spécimens 1, 3 et 5. La dent dans son ensemble est non usée (spécimen 6), peu usée (spécimens 4 et 7), moyennement usée (spécimen 2) ou très usée (spécimens 1, 3 et 5). Le postcingulum, qui ne subit aucune contrainte distale, tend à se détacher par un fort distostyle ébauchant un « lobe distal »; il porte de forts nodules d'émail sur le spécimen 5.

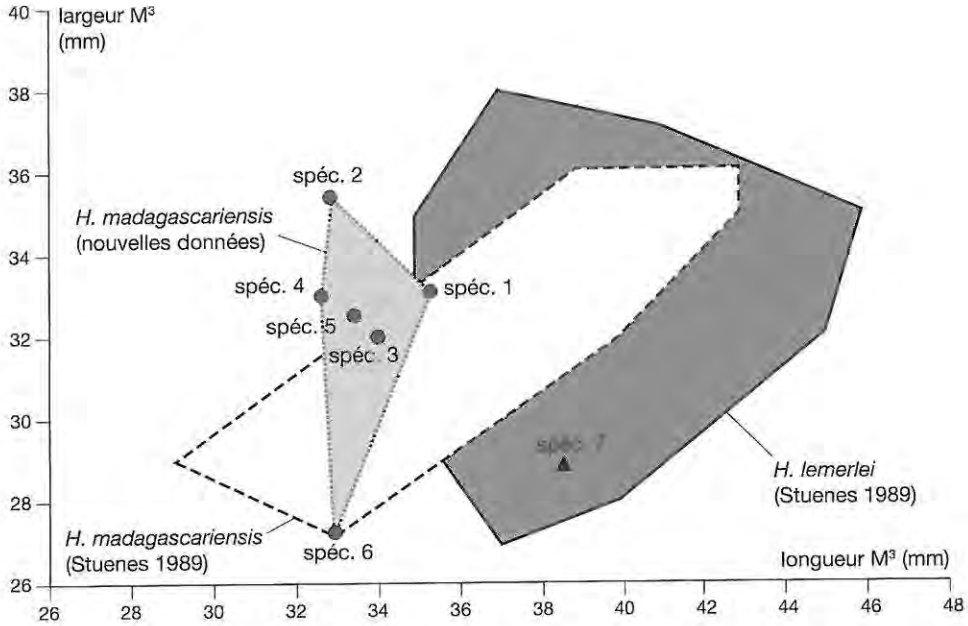


FIG. 11. — Hippopotames subfossiles de Madagascar conservés au Muséum d'Histoire naturelle de Toulouse (collection Galliéni). Diagramme de dispersion des M³ d'*Hippopotamus lemerlei* Grandidier, 1868 et *H. madagascariensis* Guldberg, 1883 (mesures crâniennes 27 LM³ et 27 IM³ du Tableau 2). Modifié d'après Stuenes (1989: fig. 17).

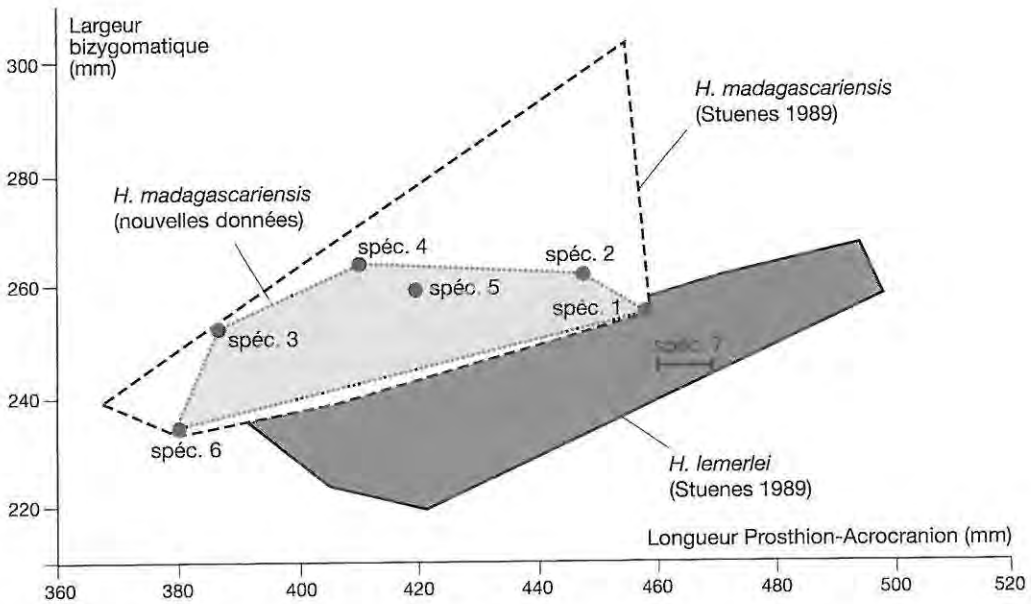


FIG. 12. — Hippopotames subfossiles de Madagascar conservés au Muséum d'Histoire naturelle de Toulouse (collection Galliéni). Diagramme de dispersion des longueurs et largeurs crâniennes d'*Hippopotamus lemerlei* Grandidier, 1868 et *H. madagascariensis* Guldberg, 1883 (mesures crâniennes 1a et 37 du Tableau 2). Modifié d'après Stuenes (1989: fig. 18). Pour le crâne 7 (*H. lemerlei*), fragmentaire, une longueur comprise entre 460 et 470 mm a pu être estimée grâce aux figurations de Stuenes (1989: 248, fig. 6).

Dents inférieures (Figs 4; 10)

La formule dentaire inférieure permanente est: deux incisives, I_1 et I_2, parfois trois, une canine, trois prémolaires (spécimens 2, 3, 4, 5 [*Hm*]) ou quatre (spécimens 1, 6 [*Hm*]) et trois molaires par demi-mâchoire. Les dents les plus mésiales, de I_1 à P_1, sont espacées (bords interalvéolaires ou diastèmes).

Les dents labiales sont disposées sur une ligne transversale à l'avant de la mâchoire inférieure; les alvéoles des canines s'ouvrent plus rostralement que ceux des incisives.

Les incisives ne sont documentées que chez *H. madagascariensis*. Elles sont présentes sur le spécimen 1 (les I_1), le spécimen 3 (les I_2), le spécimen 5 (les I_2 et I_1 à gauche) et le spécimen 6 (les I_1 et dI_2). Leur forme est régulière et cylindrique, les incisives mésiales sont plus grandes que les distales. Selon Stuenes (1989: 250, 257), ces caractères sont communs aux deux espèces. Elles sont longues, droites, profondément implantées dans leur alvéole, dirigées vers l'avant et sans contact entre elles. Leur section est presque circulaire, de grand diamètre (15 à 19 mm pour I_1; 10 à 16 mm pour I_2). Les valeurs correspondantes données par Guldberg (*in* Fovet *et al.* 2011: 70) sont respectivement de 16 et 10 mm chez *H. madagascariensis*. Leur surface est finement striée longitudinalement. Les surfaces d'usure sont obliques et regardent vers le haut. Nous n'avons pas d'argument permettant d'identifier le rang de l'incisive perdue.

Les canines sont présentes dans les spécimens 1, 2, 3, 4 et 5 (des deux côtés), tous attribués à *H. madagascariensis*. Elles forment de puissantes défenses orientées verticalement, incurvées vers le haut et l'arrière; elles s'usent contre leurs homologues supérieures à leur face distale, bien au-dessus du bord alvéolaire, ce que Guldberg (*in* Fovet *et al.* 2011: 70) formule ainsi: «la pointe de la canine n'atteint pas, et de loin, la base apparente de la canine inférieure». Entièrement recouvertes d'émail sauf à leur face occlusale, elles présentent des stries longitudinales, éventuellement convergentes, et des stries de croissance transversales. La face mésiale de la dent présente une large cannelure longitudinale. La section transversale prend la forme d'un D ou d'un triangle avec une base mésiale, un sommet labial pointant en avant et sur le côté, et une face distale vaste et arrondie, entamée par la face occlusale. Selon Stuenes (1989: 250, 257), la cannelure est présente et la section des canines inférieures est triangulaire dans les deux espèces. L'alvéole est profond, il atteint le niveau de la 4e prémolaire. Ces dents sont de calibre légèrement supérieur dans les spécimens 1, 2 et 3: si le dimorphisme sexuel se manifeste à la puissance des défenses, ces sujets pourraient être des mâles. Le calibre des défenses augmentant aussi quelque peu avec l'âge, le spécimen 5 (le plus âgé du lot et dont le calibre de la défense est l'un des plus faibles) correspond certainement à une femelle.

Les dents jugales sont alignées sur deux rangs parallèles le long des corps mandibulaires droit et gauche; leur écartement est celui des incisives distales.

La formule des prémolaires est variable dans l'échantillon disponible (*H. madagascariensis*); on en compte trois ou quatre selon que la P_1 manque (spécimens 1, 3, 4, 5) ou est présente (spécimens 2, 6, 8). Les P_2 sont tombées sur tous les spécimens, les P_3 sont présentes sur les spécimens 1 à gauche, 4, et 6 à gauche, et les P_4, sur les spécimens 2, 4, 5 à droite et 6.

Les prémolaires inférieures se ressemblent: leur couronne, basse, présente une cuspide principale mésiale et légèrement recourbée vers l'arrière (le protoconide) et, éventuellement, des cuspides accessoires variables (hypoconide disto-vestibulaire et entoconide lingual) reliées par des cristides (postprotocristide: spécimens 4 et 6; endoprotocristide: spécimen 6). Le cingulum est bien développé sur les contours mésial, lingual et distal, orné de nodules d'émail. Selon Orliac *et al.* (2010: 11873), le clade des hippopotaminés est caractérisé par des P_2 et P_3 possédant une cristide distale complexe, cependant, les présents spécimens semblent ne pas présenter cet état de caractère. D'après leur alvéole, les prémolaires présentent une racine (P_1 dans *trois spécimens*), ou deux (P^1, P^2 et P^3). Les prémolaires sont de plus en plus grandes de la première à la troisième; P^4 est plus petite que la pénultième et apparaît désaxée mésio-lingualement, comme son homologue supérieure.

La P_1 est absente sur les spécimens 1, 3, 4 et 5; lorsqu'elle est présente (spécimens 2, 6 et 8), elle est réduite, et ne possède qu'une seule racine, implantée à mi longueur d'une crête qui occupe le diastème entre la défense et la rangée jugale. Sur

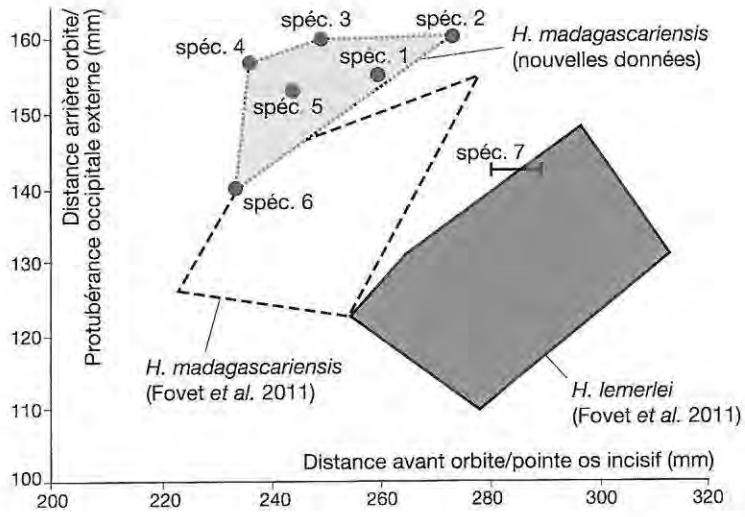


FIG. 13. — Hippopotames subfossiles de Madagascar conservés au Muséum d'Histoire naturelle de Toulouse (collection Galliéni). Diagramme de dispersion des mesures crâniennes 16a et 16b (mm), soit respectivement la distance du bord rostral de l'orbite (av orbite) à l'extrémité rostrale de l'os incisif (pointe os incisif) et la distance du bord caudal de l'orbite (ar orbite) à la protubérance occipitale externe (POE), chez *Hippopotamus lemerlei* Grandidier, 1868 et *H. madagascariensis* Guldberg, 1883. Modifié d'après Fovet *et al.* (2011: fig. 3). Pour le crâne 7 (*H. lemerlei*), fragmentaire, la longueur du rostre a pu être estimée grâce aux figurations de Stuenes (1989: 248, fig. 6). La distance «avant de l'orbite – pointe de l'os incisif» était vraisemblablement comprise entre 280 et 290 mm sur ce spécimen.

le spécimen 4 qui ne possède pas de P_1, cette crête est nettement épaissie, surtout à droite, comme si une dent (déciduale ?) y eût été présente et en fût tombée, laissant une cicatrice. La P_1 est absente chez *H. madagascariensis* tel que décrit par Guldberg (*in* Fovet *et al.* 2011: 70), mais son emplacement est marqué, aux deux mâchoires, par une « faible proéminence », peut-être cicatricielle. Stuenes (1989: 250, 257) précise que P_1 est généralement absente dans les deux espèces, mais signale chez *H. lemerlei* un spécimen avec une racine double de P_1, et une cicatrice (« *probably of* dm_1 » – dP_1) sur de nombreux autres spécimens, dont le lectotype ; cet auteur signale aussi la présence probable de dP_1, indiquée par de nombreux cas d'alvéoles plus ou moins oblitérés, chez *H. madagascariensis*.

La P_2 est tombée sur l'ensemble des spécimens. Elle possède deux racines : dans le spécimen 5, ces deux racines sont espacées de 8 mm à gauche, tandis qu'elles sont contiguës à droite, comme dans tous les autres spécimens. Sur le spécimen 4, la racine mésiale de la P_2 droite est déplacée vers le vestibule buccal ; la déviation de l'axe dentaire se remarque souvent lorsque la mâchoire est raccourcie, situation observée dans les espèces ou les races domestiques naines (Lignereux *et al.* 1991). Le diastème entre P_2 et P_3 n'est présent sur les spécimens 2 (des deux côtés), 6 (à gauche) et 8 (à droite) ; sa longueur est respectivement de 5, 2 et 10 mm. Ce diastème est souvent observé chez *H. lemerlei* (Stuenes 1989: 250).

La P_3 est présente sur les spécimens 1 à gauche, 4, 6 à gauche et 8. Elle est très usée sur le spécimen 1. Elle porte le protoconide, du sommet duquel descendent des crêtes noduleuses (préprotocristide : spécimens 4, 6 et 8 ; postprotocristide : spécimens 4, 6 et 8 ; endoprotocristide : spécimens 6 et 8 ; ectoprotocristide : spécimens 4, 6 et 8) et l'hypoconide (spécimens 4, 6 et 8), qui est une cuspide accessoire, distale et vestibulaire. Entre la postprotocristide et l'endoprotocristide, s'étend une petite dépression, l'endoprotofosside (spécimens 6 et 8). L'entoconide n'est pas distinct, en revanche un nodule d'émail cingulaire plus saillant que les autres, est ici interprété comme étant un entostylide (spécimen 6) ; le cingulum est développé et « perlé » sur tout le pourtour de la couronne ; il se réduit à sa face vestibulaire. La P_3 possède deux racines.

La P_4, présente sur les spécimens 2, 4, 5 (à droite), 6 et 8, est plus petite que la P_3 (plus large dans le spécimen 8) ; elle manque sur les spécimens 1, 3 et 5 à gauche (à droite, elle est très usée) ; elle semble comprimée et elle est déviée mésio-lingualement dans les spécimens 2, 4 et 6.

La couronne est irrégulière : la cuspide principale, le protoconide, est concurrencée par le métaconide haut, greffé sur son versant lingual. Selon Stuenes (1989: 257) « in P_4 there occurs a lingual accessory cusp in some specimens » chez *H. madagascariensis* ; l'hypoconide disto-vestibulaire reste bas, isolé et arrondi (spécimen 6) ; dans le spécimen 8, métaconide et hypoconide sont formés par une succession de nodules d'émail parallèles au cingulide, qu'ils paraissent doubler ; des crêtes (cristides : pré-, post-, endoprotocristide) la parcourent et y déterminent des fosses (fossides : ecto- et postprotofosside). Ces reliefs donnent un aspect lobé, « quadrifolié » (un « trèfle » pour le protoconide et une « foliole » supplémentaire pour le métaconide), à la table d'usure de P_4. Le cingulum est « perlé », grossièrement sur les spécimens 4 et 8, très finement sur le spécimen 6 ; il est continu (spécimen 1), mais réduit sur les faces vestibulaire et linguale (spécimens 4, 6 et 8) ; certaines « perlures » forment de petits stylides (entostylide : spécimen 2, à droite) ; le postcingulide peut présenter un distostylide (spécimen 8).

Les molaires inférieures, bilobées, ressemblent aux supérieures, mais en moins larges. Nous n'avons observé aucune différence notable entre les spécimens, tous attribués à *H. madagascariensis* (spécimens 1 à 6) et celles du spécimen 7 (*H. lemerlei)*. Sur ces molaires, chaque lobe, en pain de sucre lorsque la couronne est vierge, porte deux cuspides « trifoliées ». Le lobe mésial porte ainsi une cuspide vestibulaire, le protoconide, et une linguale, le métaconide (nous suivons Boisserie *et al.* (2009: 7), qui nomment métaconide et non paraconide la cuspide mésio-linguale) ; le lobe distal porte aussi une cuspide vestibulaire, l'hypoconide, et une linguale, l'entoconide, qu'une crête intermédiaire relie (M_3 non usée du spécimen 6). Le distostylide (sur M_1 et M_2) est fort. L'hypoconulide, particulier à la M_3, forme un petit « lobe distal ». Le cingulide, « perlé » par de petits nodules d'émail, est renforcé mésialement (précingulide et mésiostylide) et distalement (postcingulide et distostylide) sauf sur la M_1 des spécimens 2 à droite et 6 à gauche. Selon Stuenes (1989: 257) chez *H. madagascariensis*, « in the molars, the cingulum is weakly developed or absent in the middle of the lingual and buccal sides, while distally and mesially it is well developed ». Mesurée au cingulum, la longueur de la dent est pratiquement deux fois plus longue que sa largeur. Les cuspides mésiales déterminent de chaque côté une dépression (ectoprotofosside vestibulaire et prémétafosside linguale plus réduite à l'avant ; posthypofosside vestibulaire et postentofosside linguale à l'arrière, plus comprimées), mais c'est entre les lobes mésial et distal que se creusent de profondes vallées transversales (postprotofosside + ectohypofosside sur le côté vestibulaire et, surtout, postmétafosside + ectoentofosside sur le côté lingual), séparées par les crêtes reliant les plis d'émail adjacents (postprotocristide et préhypocristide ; postmétacristide et préentocristide). Selon Orliac *et al.* (2010: 11873), le clade des hippopotaminés est caractérisé par des molaires inférieures dépourvues de postectoentocristide et d'ectoentocristide. Nous n'avons pas retrouvé ces crêtes sur les présents spécimens. Le cingulide est marqué, parfois effacé à la face linguale (spécimens 3, 4, 5 et 6) ; il porte des nodules (perlures), très variables en taille et en nombre (les plus importants sur les spécimens 1, 2, 3 et 8) ; il est renforcé sur les faces mésiale (précingulide) et distale (postcingulide) et le renfort mésial (mésiostylide) peut s'imprimer sur le renfort distal (distostylide) de la dent précédente (spécimens 2, 3, 5, 6 et 8). Une colonnette interlobaire vestibulaire basse (mésostylide ou ectostylide) est présente dans la vallée vestibulaire de M_2 (spécimens 1, 2, 4, 6 et 8) et M_3 (spécimens 1, 2, 3 et 8) ; sur le spécimen 1, ces colonnettes sont formées par un amas de nodules d'émail cingulaire. Il n'y a pas de colonnette interlobaire linguale (entostyle).

Comme à la mâchoire supérieure, la face occlusale montre des crêtes d'émail festonnées en « trèfle ». Les quatre cuspides principales sont trilobées et adossées deux à deux, avec un pli d'émail collatéral arrondi (vestibulaire ou lingual),

et deux plis axiaux plus aigus en début d'usure, l'un proximal et l'autre distal. Ces plis disparaissent avec le temps : la table d'usure se simplifie en s'élargissant et finit par englober les reliefs cingulaires. M_1 est à un stade d'usure plus avancé que M_2, et elle-même que M_3. Les plis d'émail adjacents et les crêtes correspondantes (postprotocristide et préhypocristide ; postmétacristide et préentocristide) sont alignés mésio-distalement ; la postprotocristide est plus mésiale que la postmétacristide ; la « foliole » distale du protoconide est plus mésiale que celle du métaconide (synapomorphie ambiguë des hippopotaminés ; Orliac *et al.* 2010: 11873) chez les spécimens 2, 3, 4 et 6 ; l'usure est trop avancée sur les spécimens 1 et 5 pour que l'on puisse contrôler ce caractère. Le nombre de racines ne peut être affirmé sans radiographie ou extraction dentaire. Nous estimons la présence de quatre racines pour M_1 et M_2 et de cinq pour M_3, puisque les racines de chaque lobe paraissent ne pas être fusionnées. Cet état de caractère est, là encore, une synapomorphie potentielle des hippopotaminés (Orliac *et al.* 2010: 11873).

La M_1 est la plus petite molaire ; sa section est rectangulaire (plus carrée, semble-t-il, dans le spécimen 8, où elle est tombée) ; elle présente deux lobes, renforcés respectivement par un précingulide et un postcingulide avec un distostylide net, dans lequel s'imprime M_2 (spécimens 1 et 6). Elle est peu usée sur le spécimen 4, très usée sur les spécimens 2, 3 (à droite) et 6, tombée sur les spécimens 1, 3 (à droite), 5 et 7 (à gauche).

La M_2 est plus grande, mais avec la même conformation que la M_1 ; le distostylide est puissant (spécimens 2, 3, 4 et 6). Elle est présente sur les sept spécimens ; peu usée sur les spécimens 4 et 6, moyennement usée sur les spécimens 2 et 3, elle est très usée sur les spécimens 1, 5 et 8.

La M_3 est la plus grande. Présente sur l'ensemble des mandibules, elle montre trois « lobes » ; le « lobe distal » (hypoconulide), libre de tout contact en arrière, est beaucoup plus développé que sur la M^3 et bordé par le cingulide. La M_3 est peu usée sur les spécimens 4 et 6, moyennement usée sur les spécimens 2 et 3, et très usée sur les spécimens 1, 5 et 8.

DISCUSSION SYSTÉMATIQUE

La première description d'*H. lemerlei* n'a été faite qu'en 1989 (Stuenes 1989), alors que l'espèce avait été nommée plus de 130 ans auparavant par Grandidier (1868) ; *H. madagascariensis* a été décrit successivement par Guldberg (1883), Forsyth Major (1902) et Stuenes (1989), avant que Fovet *et al.* (2011) ne considèrent ce dernier nom comme devant être « invalidé en tant que nom de remplacement » d'*H. lemerlei* (Fovet *et al.* 2011: 78-79) et ne proposent pour ce morphe le nom d'espèce *H. guldbergi*. Malgré la rigueur du travail de Stuenes (1989), dont l'objet était la définition de caractères diagnostiques permettant de différencier les deux taxons déjà nommés à l'époque, un doute subsistait aussi quant au type morphologique initialement nommé par Grandidier (1868), qui seul peut prétendre illustrer *H. lemerlei*. Stuenes (1989) a bien pris pour lectotype un spécimen ayant appartenu à la collection Grandidier (MNHN IP 1414 [1911-12] – MAD 308), mais elle n'a pas formellement précisé si les autres spécimens collectés par ce voyageur étaient du même type morphologique ou non. Nous avons donc consulté la collection Grandidier au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris et le spécimen NHM M 7093/M 8153 décrit et illustré par Forsyth Major (1902) au Natural History Museum de Londres (le spécimen d'Oslo décrit et illustré par Guldberg (1883) n'a pu être retrouvé en collection ; Fovet *et al.* 2011). Leur examen direct nous a permis de constater que la collection Grandidier comportait exclusivement des spécimens crâniens (peu nombreux et fragmentaires) de la forme à orbites hautes à bord dorsal épais et éventuellement museau allongé (c'est-à-dire *H. lemerlei*), alors que le spécimen de Forsyth Major était du type à orbites basses au bord dorsal mince et à museau trapu (c'est-à-dire *H. madagascariensis*). Aucun de nos spécimens ne peut être attribué à *H. laloumena* Faure & Guérin, 1990, notamment en raison des dimensions bien trop grandes des quelques os bien attestés de cette espèce, mandibule et autopodes (Faure & Guérin 1990 ; Faure *et al.* 2010), par rapport au présent échantillon.

TABLEAU 4. — Caractères crâniens distinctifs d'*Hippopotamus lemerlei* Grandidier, 1868 et *H. madagascariensis* Guldberg, 1883 d'après la littérature (Stuenes 1989 ; Fovet *et al.* 2011) et nos propres observations. Les notations (±) à (+++) donnent une indication sur la fiabilité du caractère.

Espèces	*Hippopotamus lemerlei*	*Hippopotamus madagascariensis*	
Figurations et types	Grandidier & Filhol 1894: pls VII, VIII, IX, XIII-fig. 2 ; Stuenes 1989: figs 4, 7, 10, 15 ;	Guldberg 1883 ; Stuenes 1989 ; Fovet *et al.* 2011: figs 1 et 2 ;	Forsyth Major 1902: pl. XII, fig. 3 Stuenes 1989: fig. 12 ;
Caractères	Stuenes 1989 : Lectotype *H. lemerlei* MNHN IP 1414 (1911-12)-MNHN.F.MAD308	Stuenes 1989 : Lectotype *H. madagascariensis* Zool Mus Oslo 6153	Fovet et al. 2011 : Holotype « *H. guldbergi* » NHM M 7093 et 8153
Longueurs relatives du crâne (+++)	Crâne court, face longue	Robuste (plus large), face plus courte	
Crête sagittale externe (+)	Large (*c.* 10 mm), courte (< 60 mm) et plane	Plutôt mince, longue et convexe	
Foramens mastoïdiens (+)	Parfois convertis en fontanelle	Jamais de fontanelle	
Orbite : bord supraorbitaire (+++)	Épais	Mince	
Orbite : dimensions relatives (++)	Plus haute que longue («large»)	Plus haute que longue	Aussi longue/plus longue que haute
Orbite : situation (++)	Plus caudale : au-dessus de M^3	Bord rostral au-dessus limite M^2-M^3	Plus rostrale : au-dessus de M^2 et M^3
Foramen infraorbitaire : situation (+)	Plus caudale : au-dessus de P^3/P^4	Plus rostrale : au-dessus de P^3	
Arc zygomatique (+)	Plus bas et mince	Plus haut et épais	
Striction faciale entre la Canine et la crête faciale (++)	Longue et plane	Plus (/très) courte	
Fosse glénoïdale (±)	Profonde et courte	Peu profonde, longue et étroite	
Incisives : surface occlusale (+)	En ciseau, usure oblique (collatérale)	« oblique vers l'arrière et vers le haut » i.e. en fait horizontale, et apicale	Horizontale, apicale
Canine supérieure : sillon distal (+)	Absent ou indistinct	Distinct	
Canine supérieure : surface occlusale (+++)	Plus éloignée de l'alvéole (10-35 mm)	Très proche de l'alvéole	
Arcs jugaux maxillaires (+)	Parallèles ou divergents rostralement	Subparallèles/convergents	Convergents (sigmoïdes)
Mandibule : conformation (+++)	Profil plus gracile : corps long et bas	Profil plus robuste : corps bref, épais et large	
Mandibule : largeur aux angles (+++)	À peine supérieure à la largeur aux canines	Beaucoup plus grande que la largeur aux canines	
Processus coronoïde : hauteur (+)	À peine plus haut que le processus condylaire	Nettement plus haut que le processus condylaire	
Processus coronoïde : situation (++)	Rostral à l'angle de la mandibule	Au niveau de/caudal à l'angle mandibulaire	
Région intermandibulaire rostrale (+)	Plus longue et plane	Inclinée rostro-dorsalement	
Formule dentaire (±)	2/2, 1/1, 4/4, 3/3	2/2, 1/1, 3/3, 3/3	2/2, 1/1, 4/3, 3/3
Remarques	Jeune femelle, crâne incomplet, face plus courte, orbite plus rostrale	Orbite trop caudale sur la figure au-dessus de M^3) et trop courte, hauteur du processus coronoïde réduite	Usure des incisives atypique

Les Tableaux 2 et 3 récapitulent les mensurations osseuses (crâniennes et mandibulaires, respectivement) que nous avons relevées et celles publiées par Grandidier & Filhol (1894), Stuenes (1989) et Fovet *et al.* (2011). Le Tableau 4 récapitule les caractères céphaliques distinctifs des deux espèces principales selon les données de la littérature (Stuenes 1989 ; Fovet *et al.* 2011) et nos propres observations (crête sagittale externe, arc zygomatique, striction faciale) des spécimens de Londres et Paris (NHM et MNHN). Le Tableau 5 reprend ces caractères dans les sept ensembles crânio-mandibulaires du MHNT. Enfin, les Figures 11 à 13 situent les spécimens du MHNT sur les diagrammes de dispersion publiés par Stuenes (1989: figs 17, 18) et Fovet *et al.* (2011: fig. 3).

Les caractères les plus évidents permettant de distinguer les deux espèces sont la longueur relative de la face (splanchnocrâne) et du crâne (neurocrâne) et la conformation (largeur, hauteur, disposition) de l'orbite. Guldberg (1883) présente deux illustrations du crâne qu'il décrit, en vue latérale gauche et en vue palatine (voir aussi Fovet *et al.* 2011: figs 1, 2), qui ne laissent aucun doute sur le fait qu'il s'agit bien de la forme à museau ramassé et orbites basses et au bord dorsal mince. Si l'on s'en tient à ces deux ensembles de caractères, les spécimens 1 à 6, 9, 10 et 13 appartiennent à l'espèce *H. madagascariensis* (telle qu'illustrée par Guldberg [1883]) et le spécimen 7 (crâne) appartient à l'espèce *H. lemerlei*. L'ensemble des autres caractères confirme, d'une manière générale mais non absolue, ces attributions (Tableau 5). Les diagrammes de dispersion montrent aussi que la plupart des dimensions des spécimens du MHNT (essentiellement spécimens 1 à 6) se situent à l'intérieur ou à proximité du domaine de variation métrique correspondant à *H. madagascariensis*, cependant que le spécimen 7 s'isole dans les parages d'*H. lemerlei* (Figs 8-10).

Nous ne souscrivons donc pas à la synonymie proposée par Fovet *et al.* (2011), selon laquelle *H. madagascariensis* Guldberg, 1883 ne serait qu'un nom de remplacement d'*H. lemerlei* Grandidier, 1868. Le crâne décrit et illustré par Guldberg (Fovet *et al.* 2011) possède en effet la plupart des caractéristiques diagnostiques du morphe à museau ramassé, à orbites larges et à bord dorsal mince, qui le différencient sans ambiguïté d'*H. lemerlei* tel que décrit par Stuenes (1989) à partir des spécimens originels ayant servi à ériger l'espèce (Tableaux 4 ; 5). En d'autres termes, « le nom spécifique *madagascariensis* » (Guldberg *in* Fovet *et al.* 2011: 76) reste parfaitement disponible pour cette forme subfossile (ICZN 1999: article 1.3), puisque « pour être disponible, un nom doit, au moment de son établissement, avoir été employé comme le nom valide d'un taxon, sauf s'il a été publié à l'origine comme un synonyme plus récent et est devenu disponible par la suite en vertu de l'Article 11.6.1 » (ICZN 1999: 137-138, article 11.5). C'est précisément le cas du morphe à museau ramassé décrit et illustré par Guldberg (1883), dont le binom valide est donc « *Hippopotamus madagascariensis* Guldberg, 1883 », en vertu des Articles 11.6 et 50.7 du code de nomenclature zoologique (ICZN 1999: 138-139, 183). Par ailleurs, le critère « d'intentionnalité », également invoqué par Fovet *et al.* (2011) pour invalider l'épithète *madagascariensis*, ne s'applique qu'aux noms publiés après 1999 (ICZN 1999: article 16). Le spécimen illustré par Guldberg (1883) étant perdu (Stuenes 1989 ; Fovet *et al.* 2011), nous souscrivons en revanche à la proposition de Fovet *et al.* (2011: 79) de choisir le crâne NHM M 7093 et la mandibule NHM M 8153 décrits et figurés par Forsyth Major (1902: pl. 12 et texte-fig. 3) comme formant le lectotype d'*H. madagascariensis* Guldberg, 1883.

La proportion numérique des têtes osseuses observée dans la collection du MHNT (huit individus *H. madagascariensis* pour cinq *H. lemerlei*) est à l'inverse de celles des collections du MNHN et du NHM, où *H. lemerlei* apparaît comme très largement majoritaire : les crânes de cette espèce y sont au moins deux fois plus nombreux que ceux d'*H. madagascariensis* (2,6 et 2 fois, respectivement) et les mandibules 1,5 fois plus nombreuses, globalement. Jusqu'à présent, *H. lemerlei* était considéré comme ayant été beaucoup plus abondant qu'*H. madagascariensis*, ce qui était justifié à partir de l'échantillon alors disponible (Fovet *et al.* 2011: 78). Désormais, une fois incluse la collection du MHNT, la proportion globale des échantillons

TABLEAU 5. — Hippopotames subfossiles de Madagascar conservés au Muséum d'Histoire naturelle de Toulouse (collection Galliéni). Pointage des caractères (voir Tableau 4) relevés sur les têtes osseuses. Les spécimens 1 à 6 sont attribués à *H. madagascariensis* Guldberg, 1883 et le spécimen 7 à *H. lemerlei* Grandidier, 1868. Les caractères en gras sont considérés comme diagnostiques. **Oui/Non**, caractères en accord/en désaccord avec la diagnose classique (littérature) ; **?**, lacune d'observation. Abréviations : **C**, canine ; **ext.**, externe ; **mdb**, mandibulaire ; **proc.**, processus ; **sagit.**, sagittale ; **rostralt.**, rostralement ; **zygom.**, zygomatique.

	Spécimens / Caractères	1	2	3	4	5	6	7
H. lemerlei	**Crâne plus court / Face plus longue**	Non	?	Non	Non	Oui	?	?
	Crête sagittale ext. large, courte, plane	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
	Bord dorsal de l'orbite épais	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
	For. mastoïdiens convertis en **fontanelle**	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
	Orbite plus haute que large	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
	Bord rostral de l'orbite au-dessus de M^3	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
	Proc. frontal du zygomatique derrière M^3	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Oui
	Arc zygomatique gracile	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui
	Constriction post-canine longue	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	?
	Fosse glénoïdale courte & ou profonde	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui
	Occlusion incisive en ciseaux	Non	Non	Non	Non	Non	Non	?
	Arcs jugaux parallèles ou divergents	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	?
	Biseau de la Canine éloigné de l'alvéole	Non	Non	Non	Non	Non	Non	?
	Sillon distal de la C absent ou indistinct	Non	Non	Non	Non	Non	Non	?
	Mandibule gracile (corps + long, - haut)	Non	Non	Non	Non	Non	Non	?
	Hauteur condyle = H. proc. coronoïde	Non	?	?	Non	Non	?	?
	Angle mdb en arrière du proc. coronoïde	Oui	?	Non	Non	Oui	Non	?
	Synostose inter-mdb longue et plane	Non	Non	Non	Non	Non	Non	?
	Formule dentaire 2/2I, 1/1C, 4/4P, 3/3M	Non	Oui	Non	Non	Non	Oui	?
	Largeur aux angles mdb. peu > aux C	Non	Non	Non	Non	Non	Non	?
H. madagascariensis	**Tête ramassée longitudinalement**	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	?
	Crête sagit. ext. mince, longue, convexe	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Non
	Bord dorsal de l'orbite mince	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
	Foramens mastoïdiens distincts	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
	Orbite aussi/plus large que haute	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
	Bord rostral orbite au-dessus de M^2	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
	Proc. frontal du zygom. au-dessus de M^3	Non	Non	Non	Oui	Oui	Non	Non
	Arc zygomatique robuste	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non
	Constriction post-canine (très) courte	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	?
	Fosse glénoïdale longue, peu profonde	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non
	Surface d'usure incisives « terminale »	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	?
	Arcs jugaux convergents/sigmoïdes	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	?
	Biseau de la C proche de son alvéole	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	?
	Sillon distal de la canine marqué	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	?
	Mandibule robuste / trapue	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	?
	Proc. coronoïde > proc. condylaire	Oui	?	?	Oui	Oui	?	?
	Angle mdb en avant du proc. coronoïde	Non	?	Oui	Oui	Non	Oui	?
	Synostose inter-mdb relevée rostralt	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	?
	Formule dentaire 2/2, 1/1, (4)3/3, 3/3	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Non	?
	Angles mandibulaires très écartés	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	?
Sexe	(M, mâle ; F, femelle ; ?, indéterminé)	M	M	M+F	F	F	F	?

disponibles en collection correspond à quatre spécimens d'*H. lemerlei* pour trois d'*H. madagascariensis* (crânes ou mandibules). Les différences entre les collections peuvent refléter soit l'exclusion mutuelle des deux taxons s'ils partageaient les mêmes territoires (ce que donnent à penser Fovet *et al.* 2011: 80), soit, plus probablement, suivant Stuenes (1989: 260), une distribution géographique différente, les spécimens des deux espèces provenant de régions distinctes:

– des bassins côtiers du sud-ouest de l'île (Ambolisatra, Amposa, Lamboharana et Itampolo-Bé, Beloha et embouchure de la Ménarandra) pour *H. lemerlei* du MNHN et du NHM ;
– des plateaux centraux (Sirabé/Antsirabé, Masinandreina, Antakara), pour les *H. madagascariensis* du MNHN et du NHM, probablement aussi ceux du MHNT.

Les mœurs d'*H. lemerlei* étaient probablement plus aquatiques que celles d'*H. madagascariensis*, ainsi qu'en témoigneraient, en particulier, l'élévation de ses orbites au-dessus du plan frontal (pour revue, voir Orliac *et al.* 2013) et, en suivant Stuenes (1989: 258, 260), les mouvements orthaux (verticaux) des mâchoires (fosse mandibulaire plus courte et profonde, usure collatérale des incisives), plus adaptés à une nourriture plus tendre, par opposition aux mouvements de diduction (orthaux et latéraux) chez *H. madagascariensis* (fosse mandibulaire plus longue et moins profonde, usure terminale des incisives) plus adaptés à une nourriture plus coriace. Le port de la tête peut aussi avoir été influencé par la direction générale des condyles occipitaux : plus axiaux de profil chez *H. lemerlei*, ils s'accordaient mieux à l'inspection des environs lorsqu'ils nageaient avec la tête horizontale, et à une alimentation à hauteur d'animal. Chez *H. madagascariensis*, qui aurait été plus terrestre qu'aquatique, l'inclinaison plus caudo-ventrale des condyles convenait mieux à un port de tête au ras du sol et au broutement d'herbe tandis que la direction plus latérale de ses orbites lui donnait une vision plus large des environs, caractéristique d'herbivore terrestre toujours sur le qui vive.

Âges individuels, variabilité intra et interspécifique, dimorphisme sexuel

Les ensembles crânio-mandibulaires ont été reconstitués sur des bases morphologiques et confirmés, pour la plupart, par la coïncidence des dimensions, des articulés dentaires (occlusion congruente) et de l'évolution de la denture, à l'exception du spécimen 3 (Tableaux 1 ; 6). Ce large échantillon incluant des éléments associés (crâne/mandibule) permet de mieux illustrer les différences morphologiques et métriques (Tableaux 2 ; 3) d'origine interspécifique ou intraspécifique – dans ce dernier cas, elles peuvent être dues à la variation individuelle, à l'évolution ontogénétique ou au dimorphisme sexuel.

L'usure des molaires et l'évolution des synostoses crânio-faciales (synchondrose intersphénoïdale, « fermeture » de l'incisure tympanique, sutures squameuse, lacrymozygomatique, lacrymomaxillaire, nasolacrymale, frontolacrymale, palatines médiane et transverse, maxilloincisive) permettent de proposer des âges individuels relatifs pour l'ensemble de l'échantillon disponible, sans distinction spécifique (du plus jeune au plus âgé : Tableau 6) : l'ordre relatif des spécimens 6, 4, 2, 1 et 5 est cohérent d'une mâchoire à l'autre, mais la mâchoire supérieure du spécimen 3 est plus âgée que sa mâchoire inférieure : elles ne peuvent provenir que de deux individus différents. D'après les synostoses crânio-faciales, l'ordre est globalement cohérent avec les âges dentaires pour les spécimens 6, 7, 2, 1 et 5, mais l'évolution osseuse du spécimen 4 apparaît beaucoup plus avancée que son évolution dentaire, et le spécimen 3 (crâne) est plus avancé que le spécimen 2 sur le plan dentaire, alors qu'il l'est moins sur le plan osseux. Les crânes dont la M^3 est la moins entamée par l'usure sont aussi ceux dont les sutures sont le plus persistantes, confirmant par là même que les synostoses osseuses s'étendent avec l'âge dans l'échantillon disponible ; la précocité de l'ossification des spécimens 3 (crâne) et 4 est peut-être en rapport avec le fait que ce sont des femelles. Le spécimen 5, une autre femelle, est l'individu le plus âgé : il en témoigne à la fois par l'extrême usure de sa denture et par ses synostoses crâniennes (Tableau 6).

Les spécimens 1, 2 et la mandibule du spécimen 3, aux canines légèrement plus développées, seraient des mâles, ce que suggèrent aussi les cicatrices des crânes 1 et 2 (cf. ci-après) ; les sujets aux synostoses crâniennes plus précoces (spécimens 4, 3) ou quasi complètes (spécimen 5) seraient des femelles. Le dimorphisme sexuel, notamment dans les dimensions des défenses, apparaît moindre dans les espèces malgaches que chez *H. amphibius* (Laws 1968).

Les individus de l'échantillon possèdent tous leur troisième molaire, qui est la dernière dent à faire éruption. Selon Laws (1968: 26, tableau 1), les

TABLEAU 6. — Hippopotames subfossiles de Madagascar conservés au Muséum d'Histoire naturelle de Toulouse (collection Galliéni). Évolution osseuse et dentaire apparente des spécimens 1 à 8, du plus jeune (à gauche) au plus âgé (à droite), sans distinction spécifique. Le crâne et la mandibule du spécimen 3 appartiennent à deux individus différents, d'âges et de sexes distincts.

	← Plus jeune									Plus âgé →
Synostoses	6	7	–	3	2	–	1	–	5	4
Molaires supérieures	6	7	4	–	2	–	1	3	5	–
Molaires inférieures	6	–	4	3	2	8	1	–	5	–

M_3 sont sorties et commencent à s'user (stade X) vers l'âge de 17 ans chez l'hippopotame commun actuel, qui vit environ 43 (± 5) ans ; l'hippopotame du Libéria vit environ 35 ans (Grzimek 1975: t. 13, 102). Une longévité du même ordre de grandeur est envisageable pour les hippopotames de Madagascar. Sur cette base, un parallèle est tenté avec les schémas de Laws (1968), mais le retard à l'usure de M_1 et/ou de M_2 par rapport à M_3 dans les spécimens 3 et 4 montre les limites de ce modèle, focalisé sur l'hippopotame commun. L'usure des dents supérieures de notre échantillon paraît quant à elle plus conforme aux résultats de Laws (1968) et permet d'introduire le spécimen 7, privé de sa mandibule (Tableau 7). Comme attendu par la présence des dernières molaires (M^3/M_3), les hippopotames de notre échantillon sont tous des sujets adultes, jeunes à âgés.

PALÉOPATHOLOGIE CRÂNIO-DENTAIRE

Plusieurs spécimens présentent des anomalies ou des lésions stomatologiques et traumatiques (crâne des spécimens 9 [*Hl*] et 13 [*Hm*] ; mandibules des spécimens 1 et 2 [*Hm*]) ; ces ensembles correspondent au minimum à deux (ou trois) mâles et à trois femelles, adultes à très âgés (Tableau 7). Les mâles présentent des lésions traumatiques (spécimens 1, 2, et probablement 13 [*Hm*]).

– L'alvéole de l'incisive distale droite du spécimen 4 [*Hm*] est double : deux incisives de rang 2, disposées mésio-distalement étaient présentes simultanément. Cela fait penser à la persistance de l'incisive déciduale de même rang, mais ces deux alvéoles, ou parties d'alvéoles, étant de mêmes dimensions, nous penchons plus en faveur d'un dédoublement de la cloche dentaire de l'incisive permanente.

– Le processus angulaire de la mandibule droite du spécimen 1 [*Hm*] présente des exostoses, d'origine probablement traumatique.

– Un crible vasculaire s'observe sur le processus alvéolaire, du côté vestibulaire, en regard de P2 à M1 : c'est une lésion inflammatoire (alvéolite) qui trouve son origine dans une infection locale, le plus souvent intra-alvéolaire (abcès apical, poche parodontale) et souvent ancienne. Les spécimens 1, 3 et 5 (maxillaire [*Hm*]) et 2 (mandibule [*Hm*]), qui sont aussi parmi les plus âgés, sont porteurs de ce type de lésion.

– On observe une poche parodontale sur le crâne 3 [*Hm*], en regard de la M^1 droite, du côté lingual : l'os alvéolaire ménage une cavité entre la dent et le processus palatin du maxillaire.

– Les chutes dentaires ne sont pas rares, qu'il s'agisse des premières prémolaires ou, chez les sujets âgés, des molaires : la M^1 gauche du spécimen 5 [*Hm*] est tombée du vivant de l'animal, son alvéole est comblé.

– Un fragment isolé (spécimen 9, arrière-crâne : os occipital et temporaux *p.p.* [*Hl*]) présente une lésion circonscrite à la fosse mandibulaire de l'écaille temporale gauche : la surface articulaire est criblée comme dans les cas d'éburnation de l'os sous-chondral après érosion du cartilage articulaire, signant une ostéoarthrose déformante de l'articulation temporo-mandibulaire (ATM), les productions osseuses étant limitées à une enthésopathie périarticulaire basse. La lésion est unilatérale, ce qui exclut une affection systémique mais évoque plutôt une cause locale ou de voisinage (traumatisme, infection).

– Des lésions arrondies d'ostéo-périostite sont visibles sur les régions frontales et nasales de deux crânes et d'un fragment isolé d'os frontal d'*H. madagascariensis* (spécimen 13) : dans le spécimen 1, deux lésions juxtaposées du côté droit, l'une supraorbitaire (45 × 62 mm), et l'autre fronto-nasale (31 × 48 mm), et dans le spécimen 2, une lésion supraorbitaire à droite (24 × 33 mm) et une lésion naso-maxillaire à gauche (26 × 33 mm). Leur cause est le plus probablement traumatique : elle peut être recherchée dans le comportement des mâles qui se battent en se mordant et en se repoussant de leurs dents pointées en avant, occasionnant ainsi des blessures à la tête et au cou. Nous avons pu observer de telles

TABLEAU 7. — Hippopotames subfossiles de Madagascar conservés au Muséum d'Histoire naturelle de Toulouse (collection Galliéni). Correspondances entre spécimens, classes d'âges et genres (mâle/femelle). Abréviations : **Hl**, *Hippopotamus lemerlei* Grandidier, 1868; **Hm**, *Hippopotamus madagascariensis* Guldberg, 1883; **indét.**, indéterminé.

Spécimen	N° d'inventaire MHNT	Stade (d'après Laws 1968)	Remarques	Âge relatif	Sexe
6 [*Hm*]	PAL.2012.0.209.1/2	XII		Adulte jeune	Femelle
7 (crâne) [*Hl*]	PAL.2012.0.210	–	–	Adulte jeune	indét.
4 [Hm]	PAL.2012.0.207.1/2	VII (M_1)-XIV (M_3)	Retard usure M_1 et M_2	Adulte	Femelle
3 mandibule [*Hm*]	MAM.2002.109.2	XIII (M_2)-XV (M_3)	Retard usure M_2	Adulte	Mâle
2 [*Hm*]	PAL.2006.278/281	XIV-XV		Adulte	Mâle
8 [*Hm*]	PAL.2012.0.211	XVI		Adulte mûr	indét.
1 [*Hm*]	PAL.2006.280/279	XVI-XVII		Âgé	Mâle
3 (crâne) [*Hm*]	MAM.2002.109.1	–		Âgé	Femelle
5 [*Hm*]	PAL.2012.0.208.1/2	XVI-XVII		Très âgé	Femelle

lésions sur de nombreux spécimens d'hippopotames nains subfossiles de Madagascar des collections du MNHN et du NHM, ainsi que Stuenes l'avait déjà signalé (1989: 244, fig. 3).

– L'absence de la région rostro-médiane des os incisifs remplacée par une vaste fissure interincisivo-palatine (spécimen 2 [*Hm*] ; Stuenes 1989: fig. 9) peut s'expliquer par sa fracture suivie d'ostéolyse de l'esquille osseuse. La fragilité (ou la labilité) de cette région est à mettre en relation avec la disparition des incisives mésiales.

Stuenes (1989: 244) considère que les lésions traumatiques sont présentes sur les crânes des femelles et les attribue au comportement violent des mâles lors des ébats aquatiques, elle en déduit que le morphe avec le museau étroit (*H. lemerlei*) était celui des femelles. Nous ne souscrivons pas à ces affirmations. Chez les représentants actuels du groupe, les mâles sont plus batailleurs que les femelles (Grzimek 1975: XIII, 111 ; observations personnelles) et les probabilités de lésions traumatiques sont plus élevées chez eux.

CONCLUSION

Le MHNT conserve de nombreux ossements d'hippopotames de Madagascar (collection Galliéni) d'origine géographique inconnue, ni décrits ni déterminés jusqu'ici. Les spécimens crâniens ont été observés, décrits, mesurés et comparés aux spécimens des collections du MNHN (collection Grandidier notamment) et du NHM (collection Forsyth Major notamment). Les caractères de diagnose reconnus dans la littérature (Stuenes 1989 ; Fovet *et al.* 2011) ont été vérifiés sur chacun des spécimens, révisés et complétés. Six ensembles crânio-mandibulaires et deux fragments crâniens présentent majoritairement (mais pas exclusivement) des caractères attribués à *H. madagascariensis* Guldberg, 1882 ; un crâne incomplet et quatre fragments crâniens présentent des caractères d'*H. lemerlei*. Les variations individuelles sont importantes, nonobstant celles dues au sexe ou à l'âge, ce qui contribue au « panachage » des caractères classiques et explique la confusion taxonomique entre ces deux espèces naines.

La proportion relative des espèces représentées (spécimens d'*H. madagascariensis* plus nombreux que ceux d'*H. lemerlei*) est à l'inverse de celles rencontrées dans les autres collections (Paris, Londres) et contribue à rétablir un certain équilibre numérique entre les deux taxons.

La présence, sur de nombreux spécimens, de caractères attribués « classiquement » à l'une ou à l'autre des deux espèces principales (Tableau 4), nous conduit à penser que les caractères qui séparent les deux espèces naines sont peu nombreux et que leurs domaines de variation morpho-anatomiques respectifs se chevauchaient largement (Fig. 9). Il n'en reste pas moins que, conformément aux conclusions de Stuenes (1989), *H. madagascariensis* avait plutôt un habitus d'animal paisseur de plantes herbacées et *H. lemerlei*, des caractères d'animal brouteur de pousses arbustives et d'herbes aquatiques.

Remerciements

Les auteurs remercient Yves Laurent et Pierre Dalous, en charge des collections du MHNT. Y. Lignereux remercie Andrew Currant, Jessica McDonald (Londres) et Christine Argot (Paris) pour lui avoir permis d'accéder aux collections du NHM et du MNHN, respectivement ; il remercie aussi Eudes Huygue, pour les renseignements cruciaux qu'il lui a fournis sur les spécimens conservés à Uppsala. Pascal Tassy et un relecteur anonyme ont permis d'améliorer considérablement le manuscrit par leurs critiques, conseils et suggestions avisés, nous les en remercions vivement. M. Rakotovao est particulièrement reconnaissant à Jean-Renaud Boisserie (IPHEP, Poitiers) pour lui avoir fourni d'indispensables références bibliographiques et à Beby Ramanivosoa (Université de Majunga, Madagascar), pour son constant soutien.

RÉFÉRENCES

BARONE R. 1977. — *Sobotta Atlas d'Anatomie Humaine, T. 4 Nomenclature Anatomique Française*. Urban & Schwarzenberg, Munich, 310 p.

BARONE R. 2010. — *Anatomie Comparée des animaux domestiques. T. 1: Ostéologie*. Vigot, Paris, 5e édition, 761 p.

BOISSERIE J.-R. 2005. — The phylogeny and taxonomy of Hippopotamidae (Mammalia: Artiodactyla): a review based on morphology and cladistic analysis. *Zoological Journal of the Linnean Society* 143: 1-26.

BOISSERIE J.-R., LIHOREAU F., ORLIAC M., FISHER R. E., WESTON E. & DUCROCQ S. 2009. — Morphology and phylogenetic relationships of the earliest known hippopotamids (Cetardiodactyla, Hippopotamidae, Kenyapotaminae). *Zoological Journal of the Linnean Society* 7: 1-42.

CONSTANTINESCU G. & SCHALLER O. (DIR.) 2011. — *Illustrated Veterinary Anatomical Nomenclature*. Enke-Thieme, Stuttgart, 3e édition, 625 p.

DRIESCH A. VON DEN 1976. — Guide to the measurement of animal bones from archeological sites. *Peabody Museum Bulletin* 2: 1-137.

FAURE M., GUÉRIN C., GENTY D., GOMMERY D. & RAMANIVOSOA B. 2010. — Le plus ancien hippopotame fossile (*Hippopotamus laloumena*) de Madagascar (Belobaka, Province de Mahajanga). *Comptes Rendus Palevol* 9: 155-162.

FAURE M. & GUÉRIN C. 1990. — *Hippopotamus laloumena* nov. sp., la troisième espèce d'hippopotame holocène de Madagascar. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris, série II* 310: 1299-1305.

FENEIS H. 1982. — *Anatomisches Bildworterbuch der internationalen Nomenklatur*. Georg Thieme, Stuttgart, 451 p.

FORSYTH MAJOR C. J. 1902. — Some account of a nearly complete skeleton of *Hippopotamus madagascariensis* Guld., from Sirabé, Madagascar, obtained in 1895. *Geological Magazine* IX, 455: 193-199.

FOVET W., FAURE M. & GUÉRIN C. 2011. — *Hippopotamus guldbergi* n. sp.: révision du statut d'*Hippopotamus madagascariensis* Guldberg, 1883, après plus d'un siècle de malentendus et de confusions taxonomiques. *Zoosystema* 33: 61-82. http://dx.doi.org/10.5252/z2011n1a3

GRANDIDIER A. 1868. — Sur les découvertes zoologiques faites récemment à Madagascar. *Annales des Sciences naturelles, Zoologie et Paléontologie*, série 5, tome 10: 375-378.

GRANDIDIER A. & FILHOL H. 1894. — Observations relatives aux ossements d'hippopotames trouvés dans le marais d'Ambolisatra à Madagascar. *Annales des Sciences naturelles, Zoologie et Paléontologie*, série 7, tome 16: 151-190.

GRATIOLET L.-P. 1867. — *Recherches sur l'anatomie de l'Hippopotame*. Masson, Paris, 403 p., 12 planches.

GRZIMEK B. 1975. — *Le monde animal en 13 volumes. XIII. Mammifères 4*. Stauffacher, Zurich, 506 p.

GULDBERG G. A. 1883. — Undersøgelser over en subfossil flodhest fra Madagascar. *Christiana Videnskabs-Selskab Forhandlinger* 6: 1-24.

HILDEBRAND M. & GOSLOW G. 2001. — *Analysis of Vertebrate Structure*. John Wiley & Sons, New York, 5e éd., 635 p.

ICZN 1999. — *International Code of Zoological Nomenclature*. International Trust for Zoological Nomenclature, Londres, 4ème édition, 306 p.

INTERNATIONAL COMMITTEE ON VETERINARY GROSS ANATOMICAL NOMENCLATURE 2005 RÉV. 2012. — *Nomina Anatomica Veterinaria*. 5e édition, 198 p.

LAWS R. M. 1968. — Dentition and ageing of the hippopotamus. *East African Wildlife Journal* 6: 19-52.

LIGNEREUX Y., REGODÓN S. & PAVAUX C. 1991. — Typologie céphalique canine. *Revue de Médecine Vétérinaire* 142: 469-480.

MILNE EDWARDS A. 1868. — Sur les découvertes zoologiques faites récemment à Madagascar par M. Alfred Grandidier. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 67: 1165-1167.

MILNE EDWARDS H. & MILNE EDWARDS A. 1868 À 1874. — *Recherches pour servir à l'Histoire naturelle des Mammifères comprenant des considérations sur la classification de ces animaux, des observations sur l'hippopotame de Libéria et des études sur la faune de la Chine et du Tibet oriental*. Masson, Paris. I, texte, 394 p. ; II, atlas, 105 planches.

ORLIAC M. J., BOISSERIE J.-R., MACLATCHY L. & LIHOREAU F. 2010. — Early Miocene hippopotamids

(Cetardiodactyla) constrain the phylogenetic and spatiotemporal settings of hippopotamid origin. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 107 (26): 11871-11876.

ORLIAC M. J., ANTOINE P.-O., CHARRUAULT A.-L., HERVET S., PRODEO F. & DURANTHON F. 2013. — Specialization for amphibiosis of *Brachyodus onoideus* (Artiodactyla, Hippopotamoidea) from the Early Miocene of France. Swiss Journal of Geosciences 106: 265-278. http://dx.doi.org/10.1007/s00015-013-0121-0

STUENES S. 1989. — Taxonomy, habits and relationships of the subfossil Madagascan Hippopotami *Hippopotamus lemerlei* and *H. madagascariensis*. *Journal of Vertebrate Paleontology* 9: 241-268.

Soumis le 20 février 2013;
accepté le 27 septembre 2013;
publié le 28 mars 2014.

BIBLIOGRAPHIE

Les références sont présentées, autant qu'il a été possible, selon les standards actuels. Nous avons jugé utile d'inclure aussi les références, même incomplètes (tomaison ou pagination) auxquelles nous n'avons pas eu d'accès direct (d'où quelques manques de paginations), mais qui traitent de sujets paléontologiques ou affines, dans le souci de faciliter, autant que possible, les recherches bibliographiques des lecteurs ou des utilisateurs de cette thèse. Nous ne les avons pas distinguées « physiquement » des références effectivement utilisées dans le texte qui précède.

1.- RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AGRAWAL P.K., PANDEY O.P. & J.G. NEGI (1992) – Madagascar: a continental fragment of the Paleo-super Dharwar craton of India. *Geology*, **20**, 543-546.

ALESSANDRELLO A. (1990) – Studies on Permo-Trias of Madagascar. 2. *Palaeoaphrodite anaboranoensis*. A new species of polychaete annelid from the Scytian of Madagascar, *Atti della Società Italiana di Scenze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano*, Milano, **131**, 10, 205-209

ALESSANDRELLO A. & G. BRACCHI (2005) – Studies on Permo-Trias of Madagascar. 8. *Ankitokazoa bezanozanoi* n. gen. n. sp. (Annelida, Amphinomidae): a new fossil polychaete from the Olenekian (Lower Triassic) of theAnkitokazo Basin. *Atti della Società Italiana di Scenze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano*, Milano, **146**, 2, 155-163.

ALI J.R. & J.C. AITCHISON (2008) – Gondwana to Asia: Plate tectonics, paleogeography and the biological connectivity of the Indian subcontinent from the Middle Jurassic through latest Eocene (166–35 Ma). *Earth-Science Rev*iews, **3**, 145-166.

ALI J.R. & J.C. AITCHISON (2009) – Kerguelen Plateau and the Late Cretaceous southern-continent bioconnection hypothesis: tales from a topographical ocean. *Journal of Biogeography*, **36**, 1778-1784

ALI J.R. & M. HUBER (2010) – Mammalian biodiversity on Madagascar controlled by ocean currents. *Nature*, **463**, 653-656.

ALI J.R. & D.W. KRAUSE (2011) – Late Cretaceous bio-connections between Indo-Madagascar and Antarctica: evaluation of the Gunnerus Ridge causeway hypothesis. *Journal of Biogeography*, **38**, 10, 1855-1872.

ALICEA J. & A. FARKE (2007) – Can cross-sectional properties of the femur be used to infer posture in nonavian theropods. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **27**, 3, Supplement, 40A.

ALLAIN R., TYKOSKI R., AQUESBI N., JALIL N.-E., MONBARON M. *et al.* (2007) – An abelisauroid (Dinosauria: Theropoda) from the Early Jurassic of the High Atlas Mountains, Morocco, and the radiation of ceratosaurs. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **27**, 610-624.

ALLARD M., AUBERT J.-M. & P. LACOSTE (1970) – *Géologie de Madagascar*. Éditions de l'École, Paris, 91 p.

ALLOITEAU J. (1936) – Polypiers fossiles de Madagascar. *Ann. Géol. Serv. Mines Madag*., **6**, 45-53.

ALLOITEAU J. (1957) – Prolégomènes à une monographie des Madréporaires de Madagascar. *C.R. Conférence de Tananarive. CCTA.*

ALLOITEAU J. (1958) – Monographie des Madréporaires fossiles de Madagascar. *Annales Géologiques de Madagascar*, **25**, 226 p.

ALLOITEAU J. (1960) – Sur le genre *Clausastrea*. *Annales de Paléontologie*, 46, 3-46.
ALLOITEAU J. (1961) – Madréporaires du Portlandien de la Querola près d'Alcoy (Espagne). *Bulletin de la Société Géologique de France*, série 7, **2**, 3, 288-299.
AMEGHINO F. (1898) – Sur l'*Arhinolemur*, genre du tertiaire de Parana, représentant un type nouveau de la classe des mammifères. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, **127**, 395-396.
AMEGHINO F. (1905) – Les édentés fossiles de France et d'Allemagne. *Annales del Museo Nacional de Buenos Aires*, **13**, 6, 175-250.
AMEGHINO C. (1914) – Le *Pyrotherium*, l'étage Pyrothéréen et les couches à *Notostylops*. Une réponse à Mr. Loomis à propos de son livre The Deseado formation of Patagonia. *Boletin de la Sociedad Physis*, Buenos Aires, Coni-Frères, **1**, 445-460.
ANNABI C., BETU KUMETSU M. CHIEZE V. DIA O. *et al.* (1996) – *Manuel de normes : documentation des collections africaines*. ICOM, Paris, 65 p.
ANDREWS C.W. (1894) – On some remains of *Aepyornis* in the British Museum (Natural History). *Proceedings of the Zoological Society*, Londres, 108-123.
ANDREWS C.W. (1894) – Note on a new species of *Aepyornis* (*Ae. titan*), remains of Aepyornis. *Geological Magazine*, **4**, 1, 18-20.
ANDREWS C.W. (1899) – Note on a nearly complete skeleton of *Dinornis maximus*. *Geological Magazine*, Londres, **6**, 9, 395-397.
ANDREWS C.W. (1897) – On some fossil remains of Carinate birds from Central Madagascar. *The Ibis, a Quaternaly Journal of Ornithology*, **3**, 11, 345-359.
ANDREWS C.W. (1897) – On some fossil remains of Carinate birds from Central Madagascar.
ANDREW A.F. & J.J.W. SERTICH (2013) – An abelisauroid theropod dinosaur from the Turonian of Madagascar. *PLoS ONE*, **8**, 4, e62047.
ANDRIANAVALONA T. (2011) – Contribution a l'étude des requins fossiles du Miocène de Nosy Makamby. Bassin de Mahajanga. Université d'Antananarivo, Antananarivo.
ANTHONY H.E. (1916) – Preliminary diagnosis of an apparently new family of insectivores. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, **35**, 41, 725-728.
ANTHONY H.E. (1916) – Preliminary report of fossil mammals from Porto Rico with descriptions of a new genus of ground sloth and two new genera of hystricomorph rodents. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **27**, 193-203.
ANTHONY H.E. (1917) – New fossil rodents from Porto Rico, with additional notes on *Elasmodontomys obliquus* Anthony and *Heteropsomys insulans* Anthony. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, **37**, 4, 183-189.
ANTHONY H.E. (1917) – Two new fossil bats from Porto Rico. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, **37**, 19, 565-568.
APPERT O. (1966) – Découverte d'une flore jurassique à Madagascar. *Bull. Acad. Malg.*, **42**, 2 (1964), 26-27.
APPERT O. (1973) – Les Ptéridophytes du Jurassique supérieur du massif Manamana au sud-ouest de Madagascar. Thèse Univ. Paris VI, 72 p.
APPERT O. (1973) – Die Pteridophyten aus dem Oberen Jura des Manamana in Südwest-Madagaskar. *Schweizerische Paläontologische Abhandlungen*, *Mémoires suisses de Paléontologie*, **94**, 62 p., 90 pls.
APPERT O. (1977) – Die Glossopterisflora der Sakoa in Südwest Madagaskar. *Palaeontographica Abteilung* B, **162**, 50 p., 40 pl.
APPERT O. (2003) – Evolution der Pflanzenwelt Madagaskars: Vor 280 Millionen Jahren bis heute. *Sukkulentenwelt*, **8**, 10-12.
ARDUINI P. (1990) – Studies on Permo-Trias of Madagascar. 1. Thylacocephala from the Lower Trias of Madagascar. *Att Soc. Italia. Sci. Nat. Museo Civ. Stor. Nat. Milano*, Milano, **131**, 9, 197-204.
ARRATIA G., WILSON M.V.H. & R. CLOUTIER (dir.) (2004) – *Recent Advances in the Origin and Early Radiation of Vertebrates: Honoring Hans-Peter Schultze*. Dr. Friedrich Pfeil Verlag, Munich, 703 p.
ARTHAUD F., GRILLOT J.-C. & M. RAUNET (1989) – Mise en évidence d'une néotectonique en distension N-S à Madagascar (Hauts Plateaux). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, Série II, **309,** 125-128.

ASCARRUNZ E. (2014) – *Triadobatrachus massinoti (Lissamphibia : Salientia) redécrit par micro-tomographie*. Mémoire de Master 2, Université Pierre et Marie Curie/MNHN, Paris.
ASHER R.J. & D.W. KRAUSE (1994) – The first pre-Holocene (Cretaceous) record of Anura from Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **14**, 3, Supplement, 15A.
ASHER R.J. & D.W. KRAUSE (1998) – The first pre-Holocene (Cretaceous) record of Anura from Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **18**, 4, 696-699.
ASTRE G. (1928) – Invertébrés marins permiens de Madagascar. *Bull. Soc. Hist. Nat.,* Toulouse, 57, 159-166.
ASTRE G. (1931) – Existence d'Hippurites dans le terrain sénonien de Madagascar. *Bull. Soc. Hist. Nat.*, Toulouse, **61**, 2e trim., 269-275.
ASTRE G. (1934) - La faune permienne des grès à *Productus* d'Ankitokazo. *Ann. Géol. Serv. Mines Mad*., 4.
AUBAN H. (1926) – Les lignites de Vineta. *Arch. Serv. Géol. Mad*., B. 7.
AVERIANOV A.O., ARCHIBALD J.D. & T. MARTIN (2003) – Placental nature of the alleged marsupial from the Cretaceous of Madagascar. *Acta Palaeontologica Polonica*, **48**, 1, 149-151.

BABINOT J.-F., COLIN J.-P. & A. ANDRIANASOLO (2009) – Les Ostracodes de l'Albien-Turonien moyen de la région d'Antsiranana (Nord Madagscar) : systématique, paléoécologie et paléobiogéographie. *Carnets de Géologie*, Brest, 2009/01, 25 p.
BALLEWSKE L. (2010) – *Comparative osteohistology of* Rapetosaurus krausei *(Sauropoda: Titanosauria) from the Late Cretaceous of Madagascar*. Senior Capstone Paper, Macalester College. St. Paul, Minnesota, 26 p.
BALOGE P.A., BUSNARDO R. & R. COMBEMOREL (1984) – Le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur d'Ankilizato (bassin de Morondava, Madagascar). *Géobios*, **17**, 509-514.
BALSS H. (1934) – Sur quelques Décapodes Brachyoures de Madagascar. *In* : GRUVEL A., *Faune des Colonies Françaises. Contribution à l'étude des Crustacés de Madagascar*, **5**, 8, 31, 501-528.
BANDEL K. (2010) – Relationships of the Triassic *Eucycloidea* Koken, 1897 (Mollusca, Gastropoda) to modern genera such as *Pagodatrochus, Calliotropis* and *Euchelus*, based on morphology of the early shell. *Bulletin of Geosciences*, **85**, 435-486
BARALE G. & O. APPERT (2007) – Gymnospermes *s.l.* du Jurassique supérieur du massif Manamana, Sud-Ouest de Madagascar : une nouvelle paléoflore gondwanienne. *Swiss Journal of Geosciences*, **100**, 2, 199-214.
BARBIERI L. (1991) – *Poissons éotriasiques du Nord-Ouest de Madagascar : Systématique et paléoécologie*. Mémoire de D.E.A. de Paléontologie. Université Montpelllier II, (U. des Sciences et Techniques du Languedoc) 82 p.
BARON R. (1888) – Liste des fossiles recueillis dans le sud-ouest de Madagascar par Richardson. *Madagascar : géologie paléontologie. Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle*, Paris, 431-435.
BARON R. (1889) – Notes on the Geology of Madagascar, with an Appendix on the Fossils by Newton. *Quarterly Journal*, **45**, 305-331.
BARON R. (1890) – A complete list of the new fossils from Madagascar. *Antananarivo annual*, **14**, 242-250.
BARON R. (1895) – Geological notes of a journey in Madagascar. *Quarterly Journal*, **51**, 57-72.
BARON R. (1896) – The extinct Dinosaurs of Madagascar. *Bulletin du Muséum d'Histoire* Naturelle, Paris.
BARON R. (1896) – Limestone and dolomite in the East Coast of Madagascar. *Antananarivo annual*, **20**.
BARON R. & P. MOUNEYRES (1904) – Rapport sur une tournée géologique effectuée en 1903 dans l'ouest et le nord-ouest de Madagascar. *Bull. Écon. Mad*., **4**, 1-20 et *Revue Coloniale*, 1905, 1-23 et 65-83.
BARONE R. 2010 – Anatomie Comparée des animaux domestiques. T.1 : Ostéologie. Vigot, Paris, 5e édition, 761 p.
BARNARD K.H., (1954) – Notes sur une collection de Crustacés Décapodes de la région malgache. *Mémoire de l'Institut Scientifique de Madagascar*, sér. A, **9**, 95-104.

BARRABÉ L. (1925) – Un curieux témoin de l'extension des sédiments crétacés et jurassiques au voisinage de Morafenobe (Ouest de Madagascar). *C.R. Soc. Géol. Fr.*, **11**, 151-153.
BARRABÉ. L. (1927) – Sur la série sédimentaire jurassique et crétacée de la côte occidentale de Madagascar entre le Manambolo et le Manambao. *C.R. Ac. Sc.* Paris, **184**, 1567-1569.
BARRABÉ L. (1927) – Rapport sur les résultats d'une mission effectuée en 1926 pour la prospection de gisements pétrolifères entre le Manambolo et la Betsiboka (avril-octobre 1926). *Archives du Service des Mines*, Tananarive.
BARRABÉ L. (1927) – Géologie des gisements bitumineux de Madagascar, entre la Betsiboka et la Tsiribihina. *Chimie et industrie*, **2**, 4, 5 p.
BARRABÉ L. (1927) – Sur l'extension de l'affleurement cristallin de l'anticlinal du Cap Saint-André (ouest de Madagascar). *Compte Rendu Sommaire des Séances de la Société Géologique de France*, 134-135.
BARRABÉ L. (1928) – Le Callovien à Madagascar entre le Cap Saint-André et la Betsiboka. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, **186**, 1221.
BARRABÉ L. (1928) – Sur quelques fossiles des terrains secondaires de l'Ambongo (nord-ouest de Madagascar). *Bull. Mus. Hist. Nat.*, Paris, 5.
BARRABÉ L. (1929) – Contribution à l'étude stratigraphique et pétrographique de la partie médiane du pays Sakalava. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, **5**, 12, 3-4.
BARRABÉ L. (1933) – Sur l'âge précis des marnes à *Duvalia* de la province de Maintirano. *Compte Rendu Sommaire des Séances de la Société Géologique de France*, 27-29.
BARRABÉ L. (1943) – Sur la nature et le mode de gisement des gros massifs intrusifs de l'aire anticlinale du Cap Saint-André, à Madagascar, et sur leurs relations avec les grandes coulées volcaniques voisines. *Bull. Soc. Fr. Minéralogie*, **66**, 1-6, 1-24.
BARRABÉ L. & L. JOLEAUD (1924) – Rapport sur les résultats de la mission effectuée en 1923 dans l'Ouest de Madagascar entre la Betsiboka et la Tsiribihina. *Archives du Service des Mines*, Tananarive.
BARRETT P.M. & S.E. EVANS (dir.) (2006) – 9th International Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems and Biota. *Natural History Museum*, Londres, 187 p.
BARRET P.M., BUTLER R.J., EDWARDS N.P. & A.R. MILNER (2008) – Pterosaur distribution in time and space: an atlas. *Zitelliana - An international journal of Palaeontology and Geobiology*, Reihe B, **28**, 61-107.
BASSE de MÉNORVAL É. (1927) – Sur quelques faunes d'Ammonites du sud-ouest de Madagascar. *Bull. Soc., Géol. Fr.*, Série 4, **27**, 395-400.
BASSE de MÉNORVAL É. (1928) – Sur quelques invertébrés crétacés du sud-ouest de Madagascar. *CR. Ac. Sc.* Paris, **186**, 452-454.
BASSE de MÉNORVAL É. (1928) – Sur quelques fossiles des terrains secondaires de l'Ambongo (nord-ouest de Madagascar). *Bull. Mus. Hist. Nat.*, Paris, 5, 391-398.
BASSE de MÉNORVAL É. (1930) – Observations géologiques sur les terrains secondaires fossilifères affleurant entre l'Onilahy et le Fiherenana. *C.R. Ac. Sc.* Paris, **191**, 957-959.
BASSE de MÉNORVAL É. (1930) – Étude géologique de la région de Tongobory. *Bull. Acad. Malg.*, **13**, 175-186.
BASSE de MÉNORVAL É. (1931) – Sur la structure du massif du Mikoboka et du plateau de l'Analavelona. *C.R. Ac. Sc.*, Paris, **192**, 753-755.
BASSE de MÉNORVAL É. (1931) – Âge des coulées basaltiques interstratifiées dans le Crétacé de la bordure sédimentaire de Madagascar. *C.R. Ac. Sc.*, Paris, **192**, 887-889.
BASSE de MÉNORVAL É. (1931) – Monographie paléontologique du Crétacé de la province de Maintirano (Madagascar). *Publications du Service des mines* de Madagascar, 5-87.
BASSE de MÉNORVAL É. (1932) – Faune malacologique du Crétacé supérieur du sud-ouest de Madagascar. *Annales de Paléontologie, Paléontologie de Madagascar*, **21**, 91-168.
BASSE de MÉNORVAL É. (1933) –Faune malacologique du Crétacé supérieur du Sud-Ouest de Madagascar. *Annales* de Paléontologie, *Paléontologie de Madagascar*, **22**, 1-37.
BASSE de MÉNORVAL É. (1934) – Sur la présence de *Girvanella* dans les calcaires pisolithiques du sud-ouest de Madagascar. *C.R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, 45-46.
BASSE de MÉNORVAL É. (1935) – Étude géologique du sud-ouest de Madagascar. *Mémoires de la Société Géologique de France*, Paris, **10**, 4, 24.

BASSE de MÉNORVAL É. (1946) – Sur deux Ammonites nouvelles du Coniacien de Madagascar. *Bull. Soc. Géol. Fr*., Série 5, **16**, 1-3, 71-80.
BASSE de MÉNORVAL É. (1947) – Les peuplements malgaches de *Barroisiceras*. Révision du genre *Barroisiceras* de Grossouvre. *Annales de Paléontologie, Paléontologie de Madagascar*, **33**, 99-178.
BASSE de MÉNORVAL É. & H. BESAIRIE (1930) – Observations stratigraphiques et paléontologiques nouvelles sur le Crétacé inférieur et moyen de la province de Maintirano. *C.R. Ac. Sc.* Paris, **190**, 194-196.
BASSE de MÉNORVAL É. & H. BESAIRIE (1930) – Observations stratigraphiques et paléontologiques nouvelles sur le Crétacé supérieur de la province de Maintirano. *C.R. Ac. Sc. Paris*, **190**, 275-277.
BASSE de MÉNORVAL É. & J. PFENDER (1949) – *Elianella elegans* nov. gen. nov. sp., organisme constructeur des calcaires dans le Paléocène du sud-ouest malgache. *Bull. Soc. Géol. Fr.* Série 5, **18**, 275-278.
BASSE de MÉNORVAL É. & M. PERRODON (1951) – Macrocéphalitidés du sud-ouest de Madagascar. *Mém. Soc.Géol. Fr*., nlle série, 63.
BASTIAN G. (1960) – Le Betsiriry. *Bull. Madag*., 168, 403-409.
BATE D. (1909) – Preliminary note on a new artiodactyle from Majorca, *Myotragus balearicus*, gen. et sp. nov. *Geological Magazine*, **6**, 543, 385-388.
BATE D. (1914) – On Remains of a gigantic land tortoise (*Testudo gymnesicus, nksp.*) from the Pleistocene of Menorca. *Geological Magazine*, **1**, 597, 100-107.
BATTISTINI R. (1957) – Note préliminaire sur le niveau marin de 3 m et les séries dunaires de l'Extrême-Sud de Madagascar. *Comptes Rendus de la Société géologique de France*, 264 p.
BATTISTINI R. (1958) – Structure et géomorphologie du littoral Karimbola. *Mém. Inst. Rech. Sci. Madagascar*, Tananarive, Série F, **2**, 1-78.
BATTISTINI R. (1958) – Note sur l'existence d'encoches fossiles de corrosion marine dans la baie des Galions (Extrême Sud de Madagascar) et sur les variations récentes du niveau de la mer. *Mémoire de l'Institut de Recherche Scientifique. Madagascar*, série F, **2**, 79-87.
BATTISTINI R. (1959) – Les divisions du Plioquaternaire du Sud de Madagascar. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, **248**, 992-993.
BATTISTINI R. (1959) – Note préliminaire sur l'existence de deux périodes pluviales de démantèlement. *Naturaliste malgache*, Tananarive, **11**, 1-2, 19-30.
BATTISTINI R. (1959) – Définition du Tatsimien dans le Quaternaire littoral de l'Extrême-Sud de Madagascar. *Comptes Rendus de la Société Géologique de France,* **2**, 43.
BATTISTINI R. (1959) – Observations sur les récifs coralliens du Sud-Ouest de Madagascar. *Bulletin de la Société Géologique de France*, Paris, Série 7, **1**, 341-346.
BATTISTINI R. (1960) – Description géomorphologique de Nosy-Be, du delta du Sambirano, de la baie d'Ampasindava. *Mémoires de l'Institut de Recherche Scientifique de Madagascar*, Série F, **3**, 121-343.
BATTISTINI R. (1960) – Quelques aspects de la morphologie du littoral Mikea (côte sud-ouest de Madagascar). *Cah. Océanogr., C.O.E.C*, Paris, **12**, 8, 548-571.
BATTISTINI R. (1963) – L'âge absolu de l'encoche de corrosion marine flandrienne de 1-1,5 m de la baie des Galions (Extrême-Sud de Madagascar). *Comptes Rendus de la Société Géologique de France*, **1**, 16-17.
BATTISTINI R. (1963) – Les données actuelles sur le Quaternaire marin et dunaire de Madagascar. *Bull. Soc. Géogr. Comm. tr. Hist. et Sc*., **75**, 117-131.
BATTISTINI R. (1964) – Note préliminaire sur le Quaternaire littoral de l'extrême nord de Madagascar. *C.R. Semaine géologique*, Tananarive, 9-12.
BATTISTINI R. (1964) – L'âge absolu de la plature de corail mort flandrienne de 50-60 centimètres d'Itampolo (Côte Sud-Ouest de Madagascar*). Revue Géographique de Madagascar,* **4**, 109-112.
BATTISTINI R. (1964) – Une reconnaissance aérienne des îles Barren (côte ouest de Madagascar). *Revue Géographique de Madagascar,* **5**, 105-115.
BATTISTINI R. (1964) – *L'Extrême Sud de Madagascar : Étude géomorphologique*. Lab. Géogr. Univ. Madag, 2 vols : **1** Le relief de l'intérieur, **2** Le littoral, 636 p..
BATTISTINI R. (1965) – Notes de reconnaissance sur quelques types de paysages agraires traditionnels du Sud-Est de Madagascar. *Revue Géographique de Madagascar,* **6**, 87-115.

BATTISTINI R. (1965) – Problèmes géomorphiques de l'extrême Nord de Madagascar. *Revue Géographie*, Université de Madagascar, Tananarive, **7**, 1-60.
BATTISTINI R. (1965) – Sur la découverte de l'*Aepyornis* dans l'extrême Nord de Madagascar. *Comptes Rendus Sommaires de la Société Géologique de France*, **5**, 174-175.
BATTISTINI R. (1965) – Une datation au radio carbone des œufs des derniers *Aepyornis* de l'extrême-nord de Madagascar. *Comptes Rendus Sommaires de la Société Géologique de France*, **5**, 9, 309.
BATTISTINI R. (1965) – Problèmes géomorphologiques de l'extrême nord de Madagascar. *Comptes Rendus Sommaires de la Société Géologique de France*, **5**, 174-175.
BATTISTINI R. (1965) – Sur le Quaternaire littoral de l'extrême nord de Madagascar. *Bulletin de l'Association Française d'Études Quaternaires*, **5**, 2, 3, 133-144.
BATTISTINI R. (1966) – Le littoral du paléokarst de la presqu'île de Narinda au nord de Majunga (Madagascar). *Bull Ass. Géogr. Fr.*, 346-347, 41-49.
BATTISTINI R. (1966) – Un essai de datation par la méthode du radiocarbone du Lavanonien (dépôts du dernier pluvial) de l'extrême sud de Madagascar. *Comptes Rendus Sommaires de la Société Géologique de France*, 8, 281-282.
BATTISTINI R. (1968) – Les modifications quaternaires du climat dans l'Extrême-Sud de Madagascar. *C. R. géol. Madagascar*, 9-11.
BATTISTINI R. (1970) – Deux datations absolues du haut Flandrien de Fénérive-Est (Côte orientale de Madagascar). *Revue Géographique de Madagascar*, **16**, 159-161.
BATTISTINI R. (1970) – État des connaissances sur les variations du niveau marin à Madagascar depuis 10.000 ans. *C.R. géol. Madagascar*, 13-15.
BATTISTINI R. (1970) – Les relations entre les rivages et plate-forme continentale à Madagascar, Océan Indien. *Quaternaria*, **12**, 129-136.
BATTISTINI R. (1971) – Conditions de gisement des sites littoraux de subfossiles et causes de la disparition de la faune des grands animaux dans le Sud-Ouest et l'extrême Sud de Madagascar. *Taloha, Revue du Musée d'Art et d'Archéologie*, Université de Madagascar, **4**, 7-18.
BATTISTINI R. (1971) – Conditions de gisement des sites de subfossiles et modifications récentes du milieu naturel dans la région d'Ankazoabo (sud-ouest intérieur). *Taloha, Revue du Musée d'Art et d'Archéologie*, Université de Madagascar, **4**, 19-27.
BATTISTINI R. (1971) – Sur l'existence d'arrécifs à Madagascar. *Comptes Rendus Sommaires de l'Académie des Sciences. Société Géologique de France*, **5**, 73.
BATTISTINI R. (1971) – Note préliminaire sur la morphologie et l'origine des arrécifs à Madagascar. *Madagascar, Revue Géographique*, 18, 77-101.
BATTISTINI R. (1971) – Quaternary coastlines and deposits in Malagasy and east African coasts and Islands. *Symposium on Indian Ocean and adjacent seas, Cochin (India)*.
BATTISTINI R. (1971) – Chronologie du quaternaire littoral de Madagascar. *Bulletin ASSEQUA*, **31**, 23-30.
BATTISTINI R. (1972) – Le problème de l'origine de la barrière immergée du Nord-Ouest de Madagascar. *Bulletin de l'Académie Malgache*, **48**, 1-2, 185-190.
BATTISTINI R. (1972) – L'hypothèse de l'absence de hauts stationnements marins quaternaires : essai d'application à Madagascar et au Sud-Ouest de l'Océan Indien. *Bulletin de l'Association française d'Études Quaternaires*, 2, 75-81.
BATTISTINI R. (1975) – Recherches nouvelles sur les modifications du climat à Madagascar au plio-quaternaire *Bulletin ASSEQUA*, **46**, 67-74.
BATTISTINI R. (1981) – La morphogenèse des plateformes de corrosion littorale dans les grès calcaires (plateforme supérieure et plateforme à vasque) et le problème des vasques, d'après des observations faites à Madagascar, *Revue de Géomorphologie Dynamique*. **30**, 3, 81-94.
BATTISTINI R. (1984) – Beach-rocks et arrecifes à Madagascar et dans les îles voisines : leur utilisation pour l'étude de l'évolution de la ligne de rivage. *Travaux de la Maison de l'Orient*, Lyon, **8**, 11-18.
BATTISTINI R. (1984) – Les preuves de hauts stationnements marins holocènes dans le Sud et le Sud-Ouest de Madagascar. *Revue d'Études sur l'Océan Indien*, **4**, 159-163.
BATTISTINI R. & A. CROSNIER (1962) – Note sur la découverte de galets sous-marins, à la profondeur de 53 mètres, sur la plate-forme continentale de l'extrême sud de Madagascar. *Naturaliste malgache*, **13**, 9-12.

BATTISTINI R. &. P. VÉRIN (1965) – À propos d'une datation du radio-carbone du gisement de subfossiles d'Itampolo (extrême-sud de Madagascar). *Bulletin de la Société Préhistorique de France*, 183-185.

BATTISTINI R. &. P. VÉRIN (1966) – Les datations à Madagascar par la méthode du radiocarbone 14. *C.R. Semaine géologique*, Tananarive, 9-12.

BATTISTINI R. & F. DOUMENGE (1966) – La mise en valeur du delta du Mangoky. *Les cahiers d'Outre-mer*, **19**, 144-173.

BATTISTINI R. & F. DOUMENGE (1966) – La morphologie de l'escarpement de l'Isalo et de son revers dans la région de Ranohira. *Mad., Rev., Géogr*, 8, 67-92.

BATTISTINI R. & P. VÉRIN (1967) – Ecologic changes in Protohistoric Madagascar. *In* : MARTIN P.S. & H.E. WRIGHT (dir.), *Pleistocene Extinctions. The Search for a Cause*. Proceedings, VIIth Congress of the International Association for Quaternary Research. Yale University Press, New Haven, **6**, 407-424.

BATTISTINI R., GUILCHIER A & A. M. MAREC (1970) – Morphologie et formations quaternaires du littoral occidental de Madagascar entre Maintirano et le Cap Saint-André. *Madagascar, Revue Géographique*, 16, 45-81.

BATTISTINI R., BOURROUILH F., CHEVALIER J. P., COUDRAY J., DENIZOT M., FAURE G., FISHER J. C., *et al.* (1975) – Éléments de terminologie récifale indopacifique. *Téthys*, Marseille, **7**, 1, 1-111.

BATTISTINI R., JOUANNIC C., MAUGÉ L. A., CASSELATO G., & E. VERNIER (1975) – Morphologie et sédimentologie du canyon sous-marin de l'Onilahy (Sud-Ouest de Madagascar). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Géol.*, **7**, 2, 95-110.

BATTISTINI, R., DELIBRIAS G. & J. Laborel (1976) – Datations des niveaux holocènes à Madagascar. *Comptes Rendus Sommaires de la Société Géologique de France*, **6**, 284-285.

BATTISTINI R. & GUILCHIER A. (1982) – Les plates-formes littorales à vasques en roches calcaires : répartition dans le monde, Mer Méditerranée non comprise. *Actes du Colloque de Perpignan sur les karsts littoraux, Association Française de Karstologie*, **4**, 1-11.

BAUER J. (1960) – Étude géologique de la région du cap Saint-André. *Trav. Bur. Géol. Madag*., 109.

BAUER J. (1961) – Le Permis d'Ankaramy. Géologie. *Archives SPM*.

BAUER J. (1962) – Géologie Andranomavo-Ihopy. *Archives SPM*.

BAUER J. (1963) – Visage géologique du cap Saint-André à Madagascar. *Ann. Serv. Géol. Mad*., **33**, 33-43.

BAUER J. (1963) – Note sur un gisement fossilifère d'âge callovien découvert en septembre 1962 au nord-ouest d'Andranomavo. *Arch. SPM*.

BAUER J. & J.-C. RÉRAT (1962) – Étude d'ensemble du bassin de Majunga au sud de la presqu'île d'Ampasindava. *Archives SPM*. 509-3.

BAVAY A. & L GERMAIN (1920) – Gastéropodes terrestres nouveaux de l'île de Madagascar. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*. **26**,155-159.

BÉGOT (1899) – Itinéraire de Soalala à Bekodia (cercle annexe de la Mahavavy). Notes. *Reconn. Expl*., Tananarive.

BÉHIER J. (1963) – Carte minéralogique de Madagascar. *Archives Service Géologique Madagascar*. A 1871.

BELLET G. (1948) – Reconnaissance Mont Tsaratanana. *Archives CEA*.

BELLIER J.-P., MATHIEU R. & B. GRANIER (2010) – *Court traité de foraminiférologie (L'essentiel sur les foraminifères actuels et fossiles)* [*Short Treatise on Foraminiferology (Essential on modern and fossil Foraminifera)*]. Carnets de Géologie - Notebooks on Geology, Brest, Livre 2010/02 (CG2010_B02), 104 p. Manuscrit en ligne.

BELTAN L. (1963) – Quelques remarques concernant les poissons triasiques du nord de Madagascar. *Ann. Géol. Mad*., **33**.

BELTAN L. (1968) – La faune ichthyologique de l'Éotrias du NW de Madagascar : le neurocrâne. *Cahiers de Paléontologie*, CNRS, Paris, 125 p.

BENTON M.J. (2005) – *Vertebrate paleontology*. Wiley-Blackwell, Malden, Oxford, 3^{e} éd., 472 p.

BENTON M.J. (2014) – *Vertebrate paleontology*. Wiley-Blackwell, Chichester, Oxford, 4^{e} éd., 468 p.

BENTON M.J. & D.A.T. Harper (2009) – *Introduction to Paleobiology and the Fossil Record*. Wiley-Blackwell, Malden, Oxford, 608 p.

BERETTI A. (1973) – *Recherches biométriques sur les Lépidocyclines du Nord de Madagascar*. Thèse

3° cycle, Université de Paris, 238 p.
BERTHOIS L. & A. GUILCHER (1956) – La plaine d'Ambilobe, étude morphologique et sédimentologique. *Rev. Géom. Dyn.*, 3-4.
BERTHOIS L., BATTISTINI R. & A. GROSNIER (1964) – Recherche sur le relief et la sédimentologie du plateau continental de l'extrême sud de Madagascar. *Cahiers ORSTOM, sér. Océanogr.*, **16**, 7, 511-527 et 637-655.
BERTHOIS L. & A. GROSNIER (1965) – La sédimentation dans l'estuaire de la Betsiboka (côte ouest de Madagascar) et sur le plateau continental au large de l'estuaire. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, **261**, 18, 3647-3649.
BERTRAND L. & L. JOLEAUD (1923) – Sur les relations entre les terrains cristallins et sédimentaires dans la partie occidentale de Madagascar entre la Betsiboka et la Tsiribihina. *CR. Acad. Sc.*, Paris, **177**, 1130.
BERTRAND L. & L. JOLEAUD (1923) – Sur les terrains permiens et triasiques dans l'ouest de Madagascar. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, **177**, 1311.
BERTRAND L. & L. JOLEAUD (1924) – Rapport sur les résultats d'une mission effectuée en 1923 dans l'ouest de Madagascar entre la Betsiboka et la Tsiribihina. *Arch. Serv. Géol. Mad.*, A, 5-b.
BERTRAND L. & L. JOLEAUD (1924) – Sur quelques faits nouveaux relatifs aux terrains jurassiques et crétacés de l'ouest de Madagascar. *CR. Ac. Sc.*, Paris, **178**, 1012.
BERTRAND L. & L. JOLEAUD (1926) – *Esquisse géologique de pays Sakalava entre la Betsiboka et la Tsiribihina (Madagascar). Les gisements de charbon et les sables bitumineux du pays de Sakalava*. Livre jubilaire Cinquantenaire de la Société Géologique de Belgique.
BERTUCAT M. & G. HOTTIN (1966) – Le sédimentaire des tampoketsa du centre de Madagascar. *C.R. Sem. Géol.*, Tananarive, 34-37.
BERVOETS R. (1909) – Un aradide nouveau du copal récent de Madagascar [Hem. Aradidae]. *Bulletin de la Société Entomologique de France*, 280-281
BESAIRIE H. (1927) – Sur les formations sédimentaires anciennes du sud-ouest de Madagascar. *CRS. Soc. Géol. Fr.*, 4, 39-41.
BESAIRIE H. (1928) – Sur l'extention des calcaires à *Syringopora* dans le sud-ouest de Madagascar. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris **186**, 1228.
BESAIRIE H. (1928) – Sur l'extention du basin charbonnier du sud-ouest de Madagascar. *Compte Rendus Sommaires de la Société Géologique de France*, 2, 21-22
BESAIRIE H. (1929) – Recherche de pétrole dans l'Ouest et le Sud-Ouest de Madagascar. *Bulletin de la Société Géologique de France*, série 4, **29**, 301-304.
BESAIRIE H. (1929) – Les formations du Karroo à Madagascar. *Comptes Rendus du XV^e^ Congrès Géologique. IWt.* Prétoria, **2**, 115-119.
BESAIRIE H. (1929) – Recherches de pétrole dans l'ouest et le sud-ouest de Madagascar. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 4, 29.
BESAIRIE H. (1930) – Recherches géologiques à Madagascar - Contribution à l'étude des ressources minérales. *Bulletin d'Histoire Naturelle*, Toulouse, **60**, 2, 1-**272**.
BESAIRIE H. (1930) – Sur la stratigraphie des formations secondaires et tertiaires de la province de Betioky. *CR. Ac. Sc.* Paris. **190**, 1059-1062.
BESAIRIE H. (1930) – Les rapports du Crétacé malgache avec le Crétacé de l'Afrique du Sud. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, Série 4, **30**, 613-643.
BESAIRIE H. (1930) – Les recherches pétrolières dans l'ouest de Madagascar. L'anticlinal d'Andrafiavelo. *Revue Pétrolifère*, 364.
BESAIRIE H. (1930) – Contribution à l'étude stratigraphique de la montagne des Français. *Bull. Soc. Hist. Nat.*, Toulouse, **60**.
BESAIRIE H. (1931) – Sur la stratigraphie des formations sédimentaires de la province d'Analalava. *CR. Acad. Sc*. Paris, **193**. 668-870.
BESAIRIE H. (1932) – *Notices explicatives Antonibe, Analalava*. Serv. Mines, Tananarive.
BESAIRIE H. (1932) – Fossiles caractéristiques du nord et du nord-ouest de Madagascar. *Ann. Géol. Serv. Mines Madag.*, 2.
BESAIRIE H. (1932) – Sur le Permo-Trias marin du nord de Madagascar et l'âge du Karroo. *CR. Soc. Géol. Fr.*, 10.

BESAIRIE H. (1932-1934) – Cartes géologiques de reconnaissance au 1/200 000e avec notices : Nosy-Be, Anorotsangana Ambanja, Ambilobe.
BESAIRIE H. (1934) – Contribution à l'étude des sols de la province d'Analalava. *Arch. Serv. Géol. Madag*., A.65.
BESAIRIE H. (1936) – Fossiles infravalangiens (Berriasien). *In* : Recherches géologiques à Madagascar. Première suite. La Géologie du Nord-Ouest. *Mémoires de l'Académie Malgache.* **21,**137-138.
BESAIRIE H. (1936) – Fossiles du Valanginien supérieur. *In* : Recherches géologiques à Madagascar. Première suite. La Géologie du Nord-Ouest. *Mémoires de l'Académie Malgache*, **21**, 138-145.
BESAIRIE H. (1936) – Recherches géologiques à Madagascar, première suite. La géologie du nord-ouest. *Mém. Acad. Malg.*, Tananarive, 21.
BESAIRIE H. (1937) – *Notice explicative Majunga*. Serv. Mines. Tananarive.
BESAIRIE H. (1938) – *Notices explicatives Port-Bergé et Tsinjomitondraka*. Serv. Mines, Tananarive.
BESAIRIE H. (1939) – *Notice explicative Marovoay*. Serv Mines, Tananarive.
BESAIRIE H. (1946) – La géologie de Madagascar en 1946. *Annales Géologiques du Service des Mines*, Paris, **12**, 7-29.
BESAIRIE H. (1947) – *Note sur la constitution pétrographique des dépôts du Karroo à Madagascar. Essai de paléo-climatologique*. Livre Jub. Dr. FONTOYNONT, Acad, Malg., Tananarive.
BESAIRIE H. (1947) – Rapport général sur les recherches de pétrole à Madagascar. *Arch. Serv . Géol. Madag*., A.210.
BESAIRIE H. (1948) – Recherche géologiques à Madagascar, deuxième suite. L'extrême-Sud et le sud-Sud-Est. *Mém. Hors-série. Serv. Géol.*, Tananarive.
BESAIRIE H. (1949) – Étude géologique des feuilles Ranohira et Sakaraha. *Trav. Bur. Géol. Mad*., 3.
BESAIRIE H. (1949) – Deux exemples d'érosion accélérée à Madagascar. *Bull. Agro. Congo Belge*, **40**, 2, 1138-1140.
BESAIRIE H. (1952) – Deux exemples d'érosion accélérée à Madagascar. Contribution à l'étude de l'érosion des sols à Madagascar. *Document du Bureau Géologique de Madagascar*, **46**, 3-5.
BESAIRIE H. (1952) – Documentations sur les grès bitumineux de la région de Morafenobe, *Doc. Bur. Géol. Madag*., **52**.
BESAIRIE H. (1952) – Les formations du Karroo à Madagascar. *19e Congrès Géol. Int. Alger, Symposium Gondwana*. 181-186.
BESAIRIE H. (1952) – Géologie de Madagascar. Le Bassin de Majunga. *Trav. Bur. Géol. Madag.*, 38.
BESAIRIE H. (1953) – Géologie de Madagascar. Le sud du bassin de Morondava. *Trav. Bur . Géol. Mad*., 44.
BESAIRIE H. (1953) – Carte minière et des indices de Madagascar. *Trav. Bur. Géol. Mad*., 52.
BESAIRIE H. (1954) – Documentation géographique sur Madagascar. *Trav. Bur. Géol. Mad*., 54.
BESAIRIE H. (1956) – *Carte géologique* (Majunga, n°2). Service Géologique, Tananarive.
BESAIRIE H. (1957) – *La géologie de Madagascar en 1957*. Service Géologique de Madagascar, 159 p.
BESAIRIE H. (1960) – Le bassin charbonnier du sud-ouest de Madagascar. *Doc. Bur. Géol. Madag*., 147.
BESAIRIE H. (1967) – La géologie du bassin de Morondava à Madagascar. *Document du Bureau Géologique de Madagascar*, **175**, 2 vols.
BESAIRIE H. (1970) – Précis de géologie malgache. *Document du Bureau Géologique de Madagascar, **180***.
BESAIRIE, H. (1972). *Précis de géologie de Madagascar*. Service Géologique de Madagascar Tananarive, **36**, 463 p.
BESAIRIE H. (1972) – Carte géologique de Madagascar. Service géologique, Ministère de l'Énergie et des Mines, Antananarivo, 1 : 500 000.
BESAIRIE H. (1972) – Géologie de Madagascar. I - Les terrains sédimentaires. *Annales Géologiques*, Madagascar, **35**, 552 p.
BESAIRIE H. & J. LAMBERT (1930) – Notes sur quelques Échinides de Madagascar et du Zululand. *Bulletin de la Société Géologique de France*, Série 4, **30**, 107-117.

BESAIRIE H. & É. BASSE de MÉNORVAL (1930) – Observations stratigraphiques et paléontologiques nouvelles sur le Crétacé inférieur et moyen de la province de Maintirano. *CR. Ac. Sc.*, Paris, **190**, 194.

BESAIRIE H. & É. BASSE de MÉNORVAL (1930) – Observations stratigraphiques et paléontologiques nouvelles sur le Crétacé supérieur de la province de Maintirano. *CR. Ac. Sc.*, Paris, **190**, 275.

BESAIRIE H. & V. HOURCQ (1935) – Sur la stratigraphie du Jurassique supérieur de Madagascar. *CR. Acad. Sc.*, Paris, **201**, 228-230.

BESAIRIE H., BREISTROFFER M., COLLIGNON M. & J. LAMBERT (1936) – Les fossiles du nord-ouest de Madagascar. *In* : Recherches géologiques à Madagascar, première suite. *Mém. Acad Malg.*, **21**.

BESAIRIE H., GENCE M. & A. LENOBLE (1937) – *Carte géologique ou 1/200 000e et notice Beravina*. Serv. Mines, Tananarive.

BESAIRIE H. & A. LENOBLE (1938) – Carte géologique de Madagascar, mise à jour en 1937 à l'échelle du 1/1.500.000 en deux feuilles. Service géographique. Tananarive.

BESAIRIE H. & M. COLLIGNON (1956) – Lexique stratigraphique de Madagascar. *Trav. Bur. Géol, Madag.*, **73**, 82 p.

BESAIRIE H. & M. COLLIGNON (1956) – Le système crétacé à Madagascar. *Trav. Bur. Géol, Madag.*, **77**.

BESAIRIE H. & M. COLLIGNON (1956) – Madagascar, Lexique international de stratigraphie. **4**, 11. CNRS, Paris.

BESAIRIE H. & M. COLLIGNON (1959) – Échelle stratigraphique de Madagascar. *Arch. Serv. Géol. Mad.*, A. 1347.

BESAIRIE H. & M. COLLIGNON (1959) – le Système crétacé à Madagascar. *Congrès Géol. Intern.*, Mexico, **2**, 135-198.

BESAIRIE H. & M. COLLIGNON (1960) – Monographie géologique de Madagascar. *In* : *Lexique international de Stratigraphie : Afrique, Madagascar*. Supplément. CNRS, Paris, **4**, 11, 190 p.

BESAIRIE H. & M. COLLIGNON (1966) – *La géologie du bassin de Majunga à Madagascar*. Service Géologique, Tananarive, 285 p.

BESAIRIE H. & M. COLLIGNON (1972) – Géologie de Madagascar I. Les Terrains Sédimentaires. *Annales Géologiques de Madagascar*, Imprimerie Nationale, Tananarive, **35**, 463 p.

BÉTHOUX O. & A. NEL. (2002) – Venation pattern and revision of Orthoptera sensu nov. and sister groups. Phylogeny of Palaeozoic and Mesozoic Orthoptera sensu nov. *Zootaxa*, **96**, 1-88.

BIGNOT G., 1982. *Les microfossiles : Les différents groupes, Exploitation paléobiologique et géologique*. Dunod Université, Paris, 212 p.

BIGOT A. (1897) – Les Dinosauriens. *Revue Générale des Sciences*, 462-468.

BIRO P. (1958) – Géologie du post-Karroo de la région de Maintirano (Manambao-Demoka). *Arch. Soc. Pétr. Mad.*

BIRO P. (1959) – Étude du Jurassique supérieur et du Crétacé anti-basaltique du bassin de Morondava. *Archives SPM*.

BIRO P. & G. KUNZ (1961) – Étude stratigraphique du bassin de Morondava. *Trav. Bur, Géol. Madag.*, **107**.

BLAISON J. (1962) – Rapport sur la mission d'étude du Lias du Bassin du Majunga. *Archives du Service de Géologie de Madagascar*. A.1864.

BLAISON J. (1963) – Observations nouvelles sur la stratigraphie du Jurassique de la région de Kandreho (Madagascar). *Bulletin de la Société Géologique de France*, **5**, 969-973.

BLAISON J. (1964) – Bilan des récentes découvertes paléontologiques dans le Jurassique de Kandreho (NW de Madagascar). *Compte Rendu Semaine Géologique* 1964, Tananarive.

BLAISON J. (1967) – Étude biométrique et révision de l'espèce *Protogrammoceras madagascariens* (Thévenin 1908). Définition du nouveau genre *Parahildaites*. *Ann. Sc. Univ. Besançon*, Série 3, 3, 59-115.

BLANC C. (1957) – Le bassin charbonnier de l'Imaloto. *Arch. BUMIFOM*, Tananarive.

BLANC C. (1961) – Le gisement houiller de la Sakoa. *Arch. Min. Roch. Min.*, 299.

BLANC J., CHAMLEY J. & C. FROGET (1966) – Sédimentation paralique et récifale à Tuléar, *Ann. Univ. Madag.*, Série C, n°4.

BLANCHARD E. (1870) – Les Animaux disparus depuis les temps historiques. *Revue des Deux Mondes*, **89**, 675-697.

BLONDEL F. (1932) – Les terrains sédimentaires de l'ouest de Madagascar. *Publ. Bureau Ét. Géol. Min. col.*, Paris, 1, 321-341.
BLOT M. (1988) – Une momie de dinosaurien. *La Nature*, 65-66.
BORE J. & R. GIRET (1950) – Le bassin houiller du sud de Madagascar. *Arch. BUMIFOM*.
BOISSERIE J.-R. (2005) – The phylogeny and taxonomy of Hippopotamidae (Mammalia: Artiodactyla): a review based on morphology and cladistic analysis. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **143**, 1-26.
BOISSERIE J.-R. (2007) – 8. Family Hippopotamidae. *In* : Prothero D.R. & S.E. Ross (Dir.), *The Evolution of Artiodactyls*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 106-119.
BOISSERIE J.-R. (2008) – *Hippopotamus lemerlei* (3 p.) et *Hippopotamus madagascariensis* (3 p.) *in* : *The IUCN Red List of Threatened Species*.
BOISSERIE J.-R., LIHOREAU F. & M. BRUNET (2005) – Origins of Hippopotamidae (Mammalia, Cetartiodactyla): Towards resolution. *Zoologica Scripta*, **34**, 119-143.
BOISSERIE J.-R., LIHOREAU F. & M. BRUNET (2005) – The position of Hippopotamidae within Cetartiodactyla. *Proceedings of the National Academy of Sci. of the USA*, **102**, 1537-1541.
BOISSERIE J.-R. & F. LIHOREAU (2006) – Emergence of Hippopotamidae: New scenarios. *Comptes Rendus Palevol.*, **5**, 749–756.
BOISSERIE J.-R., LIHOREAU F., ORLIAC M., FISHER R. E., WESTON E. & S. DUCROCQ (2009). Morphology and phylogenetic relationships of the earliest known hippopotamids (Cetardiodactyla, Hippopotamidae, Kenyapotaminae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, **158**, 325-366.
BONAPARTE J.F. (1986) – Les dinosaures (Carnosaures, Allosauridés, Sauropodes, Cétosauridés) du Jurassique Moyen de Cerro Cóndor (Chubut, Argentina). *Annales de Paléontologie*, Paris, **72**, 4, 325-386.
BONAPARTE J.F. (1986) – The early radiation and phylogenetic relationships of the Jurassic sauropod dinosaurs, based on vertebral anatomy. *The Beginning of the Age of Dinosaurs. Faunal Change Across the Triassic-Jurassic Boundary*. Cambridge University Press, Cambridge, 247-258.
BONAPARTE J.F. (1999) – Evolution of the presacral vertebrae in Sauropodomorpha. *Ameghiniana*, **36**, 2, 115-187.
BORE J. & R. GIRET (1950) – Le bassin houiller du sud de Madagascar. *Arch. BUMIFOM*., Tananarive.
BOSSER J. & J. HERVIEU (1957) – Notice explicative sur la carte d'utilisation des sols de la Plaine de Tuléar. *Institut de Recherche Scientifique de Madagascar*, Tananarive, 44 p.
BONNEFOND F. (1911) – Rapport sur le gisement de charbon du Ianapera, province de Betroka. *Bulletin Économique de Madagascar*, **11**, 123-148, 4 pl.
BORRINI-FEYERABEND G. & N. DUDLEY (2005) – Elan Durban - Nouvelles perspectives pour les aires protégées à Madagascar. World Commission on Protected Areas-CEESP-IUCN, 44 p.
BOULANGER J. & A. RIEDEL (1959) – Prospection Régionale de la région Cap Saint-André, Morafenobe. *Archives BUMIFOM*, Tananarive.
BOULE M. (1895) – Sur des fossiles de Madagascar rapportés par M. GAUTHIER. *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle*, Paris, **1**, 786 bis-786(4).
BOULE M. (1896) – Note préliminaire sur les débris de dinosauriens envoyés au Muséum par M. BASTARD. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, Paris, **2**, 347-351.
BOULE M. (1899) – Note sur de nouveaux fossiles secondaires de Madagascar. *Bull Muséum*., **5**, 130-134.
BOULE M. (1899) – Sur des fossiles nouveaux de Madagascar. *C.R. Ac. Sc*., **128**, 624-626.
BOULE M. (1900) – Note sur quelques fossiles de Madagascar parvenus récemment au Laboratoire de Paléontologie. *Madagascar : géologie et paléontologie. Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, Paris, **6**, 201.
BOULE M. (1901) – La géologie et la paléontologie de Madagascar dans l'état actuel de nos connaissances. *C.R. 8^{e} Congr. Géol. Inter.*, Paris.
BOULE M. (1902) – Géologie, *in* : *Madagascar au XX^{e} siècle*, Paris, 41-63.
BOULE M. (1902) – Les créatures géantes d'autrefois. *Revue Générale des Sciences pures et appliquées*, Armand Colin, Paris, 46 pp.
BOULE M. (1904) – La paléontologie au Muséum et l'œuvre de M. Albert GAUDRY. *La Revue Scientifique*, Paris, 32 p.

BOULE M. (1906) – Sur l'existence d'une faune et d'une flore permiennes à Madagascar. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, **146**, 502-504.
BOULE M. (1908) – Découverte de la houille à Madagascar par le capitaine COLCANAP. *C.R. Ac. Sc.* Paris., **147**, 818-819.
BOULE M. (1910) – Sur le Permien de Madagascar. *Bull. Soc. Géol. Fr*., Série 4, **10**, 314-315.
BOULE M. & A. THÉVENIN (1903) – Note sur la géologie et la paléontologie de Madagascar, Fossiles crétacés du Ménabé. *Bull. Soc. Géol. Fr*., 4, **3**, 4333-4337.
BOULE M. & A. THÉVENIN (1905) – Fossiles crétacés de la côte orientale de Madagascar. *Annales de Paléontologie*, **7**.
BOULE M. & A. THÉVENIN (1906) – Paléontologie de Madagascar. I. Fossiles de la côte orientale, II. Sur quelques gisement nummulitiques de Madagascar. *Annales de Paléontologie*, **1**, 1-2, 25 p.
BOULE M., LEMOINE P. & A. THÉVENIN (1906) – Paléontologie de Madagascar. III. Céphalopodes du Crétacé de Diégo-Suarez. *Annales de Paléontologie*, **1**, 173-192 et **2,** 1-56.
BOULE M. & A. THÉVENIN (1907) – Nouveaux fossiles de la côte orientale de Madagascar. *Bull. Soc. Géol. Fr*., **7**.
BOULENGER G.A. (1893) – XI. On remains of of an extinct gigantic tortoise from Madagascar (*Testudo grandidieri*, VAILLANT). *Trans. Zool. Soc. London*, **13**, 7, 305-311.
BOURGEAT F. (1972) – Contribution à l'étude des sols sur socle ancien à Madagascar. Types de différenciation et interprétation chronologique au cours du Quaternaire. Paris, *Cah. ORSTOM*, **57**, 337 p.
BOURGEAT F. & M. PETIT (1966) – Les « stones-lines » et les terrasses alluviales des hautes terres malgaches. *Cah. ORSTOM*, sér. Pédol., **4**, 2, 3-20.
BOULENGER G.A. (1889) – *Catalogue of the Chelonians, Rhynchocephalians, and crocodiles in the British Museum (Natural History)*. Taylor & Francis, Londres.
BOULENGER G.A. (1894) – On remains of an extinct gigantic tortoise from Madagascar (*Testudo grandidieri*, Vaillant). *Transactions of the Zoological Society*, Londres, **13**, 307-311.
BOURGEAT F. (1966) – *Les sols alluviaux du nord-ouest de Madagascar. Leur classification*. ORSTOM. Tananarive, 12 p.
BOURGEOIS R. (1896) – Sur la région de Diégo-Suarez. *CR. Ac. Sc*., Paris, **122**, 1506-1508.
BOYER D.M., PRASAD G.V.R., KRAUSE D.W., GODINOT M., GOSWAMI A., VERMA O. & J.J. FLYNN (2010) – New postcrania of Deccanolestes from the Late Cretaceous of India and their bearing on the evolutionary and biogeographic history of euarchontan mammals. *Naturwissenschaften*, **97**, 365-377.
BLANC C.P. (1972) – Les reptiles de madagascar et des îles voisînes. *In* : RICHARD-VINDARD R.B.G. (dir.), *Biogeography and ecology of Madagascar*. Dr. W. Junk, La Haye, 501–614.
BLANC C.P. (1984) – The reptiles. *In* : JOLLY A., OBERLÉ P. & R. ALBIGNAC (dir.), *Key environments: Madagascar*. Pergamon Press, New-York, 105-114.
BOETTGER O. (1913) – *Reptilien und Amphibien von Madagascar, den Inseln und dem Festland Ostafrikas. Reise in Ostafrika*. Nägele & Dr Sproesser, Stuttgart.
BORRINI-FEYERABEND G. & N. DUDLEY (2005) – Nouvelles perspectives pour les aires protégées à Madagascar. Eland Publs, Durban.
BRAXMEYER G. (1960) – Étude minéralogique du Kamoro du bassin de Majunga. *Archives SPM*.
BRAXMEYER G. & E. RAZAFIMBELO (1963) – Coupe de l'Isalo sur la route Tananarive-Majunga. *Archives SPM*, 543.
BRAXMEYER G. & E. RAZAFIMBELO (1963) – Additif aux coupes stratigraphiques Tsaramandroso-Marovoay. *Archives SPM*.
BREISTROFFER M. (1936) – Les fossiles du nord-ouest de Madagascar. *in* : BESAIRIE, *Mém. Ac. Malg*., **21**.
BRIÈRE Y. (1924) – Fossiles problématiques du Permien. *Annales de Paléontologie, Paléontologie de Madagascar*, **11**, 125-132.
BROCHU C. (1999) – Crocodylomorphs. *In* : SINGER R. (dir.) *Encyclopedia of Paleontology*, Routledge, Fitzroy Dearborn Publishers, Chicago. **1**, B, 322-328.
BROOD K. (1976) – Cyclostomatous Bryozoa from the Paleocene and Maastrichtian of Majunga basin Madagascar. *Géobios*, **9**, 4, 393-408.

BROOM R. (1929) – On some recent new light on the origin of Mammals. *Proceedings of the Linnean Society of London*, **54**, 5, 688-694.

BROWN A. (2010) – *Mapping the Mahajanga Basin: using GIS to explore spatial relationships in Madagascar's geology and paleontology*. Senior Honors Thesis, Macalester College, St. Paul, Minnesota, 219 p.

BUCKLAND W. (1821) – Notice on the Geological Structure of a part of the Island of Madagascar, founded on a collection transmitted to the Right Honourable the Earl Bathurst, by Governor Fraquhar, in the year 1819; with Observations on some Specimens from the Interior of New South Wales, collected during Mr. Oxley's Expedition to the River Macquarie, in the year 1818, and transmitted to the Earl Bathurst. *Trans. Geol. Soc. Lond.*, Series 1, **5**, 476-481.

BUCKLEY M. (2013) – A molecular phylogeny of *Plesiorycteropus* reassigns the extinct mammalian order 'Bibymalagasia'. PLoS ONE **8**, 3, e59614.

BUCKLEY G.A. & C.A. BROCHU (1996) – Campanian (Upper Cretaceous) crocodyliforms from Madagascar and their biogeographic implications. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **16**, 3, Supplement, 24A.

BUCKLEY G.A., BROCHU C.A. & D.W. KRAUSE (1997) – Hyperdiversity and the paleobiogeographic origins of the Late Cretaceous crocodyliforms of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **17**, 3, Supplement, 35A.

BUCKLEY G.A. & C.A. BROCHU (1999) – An enigmatic new Crocodile from the Upper Cretaceous of Madagascar. *In* : UNWIN D. (dir.) *Cretaceous Fossil Vertebrates*. Special Papers in Palaeontology **60**, The Palaeontological Association (London), 149-175.

BUCKLEY G.A., BROCHU C.A., RANDRIAMIARAMANANA L.L. & D.W. KRAUSE (1999) – A bizarre new crocodyliform from the Late Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **19**, 3, Supplement, 34A.

BUCKLEY G.A., BROCHU C.A., KRAUSE D.W. & POL D. (2000) – A pug-nosed crocodyliform from the Late Cretaceous of Madagascar. *Nature*, **405**, 941-944.

BUCKLEY G.A. & C.A. BROCHU (2001) – A skull of *Mahajangasuchus insignis* (Crocodyliformes) from the Upper Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **21**, 3, Supplement, 36A.

BUCKLEY G.A., BROCHU C.A. & J.A. GEORGI (2003) – A new slender-snouted crocodyliform from the Upper Cretaceous Maevarano Formation, Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **23**, 3, Supplement, 37A.

BUFFETAUT É. (1983) – *Isalorhynchus genovefae, n. g. n. sp.* (Reptilia, Rhynchocephalia), un nouveau Rhynchosaure du Trias de Madagascar. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie - Monatshefte*, **8**, 465-480.

BUFFETAUT É. (2005) – A new sauropod dinosaur with prosauropod-like teeth from the Middle Jurassic of Madagascar. *Bulletin de la Société Géologique de France*, **176**, 5, 467-473.

BUFFETAUT É. & TAQUET P. (1979) – Un nouveau Crocodilien mésosuchien dans le Campanien de Madagascar : *Trematochampsa oblita*, n. sp. *Bulletin de la Société Géologique de France*, **150**, 2, 183-188.

BUFFETAUT É., TERMIER G. & TERMIER H. (1981) – A teleosaurid (Crocodylia, Mesosuchia) from the Toarcian of Madagascar and its palaeobiogeographical significance. *Paläontologische Zeitschrift*, **55**, 3-4, 313-319.

BUHRER A. (1910) – Le pays Mahafaly. *La géographie*, **22**, 377-388.

BUHRER A. (1913) – Études géographiques et géologiques sur le Menabe. Paris, 93 p. et *Bull. Économ. Madag.*, **13**, 31-71, 191.

BURCH S.H. & M.T. CARRANO (2012) – An articulated pectoral girdle and forelimb of the abelisaurid theropod *Majungasaurus crenatissimus* from the Late Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **32**, 1-16.

BUREAU (1900) – Sur la première plante fossile envoyée de Madagascar. *C.R. Ac. Sc.*, Paris, **130**.

BURKHART R. (1893) – Weber *Aepyornis. Geological Magazine*, **2**.

BURMEISTER K., FLYNN J. J., PARRISH M. J. & A. R. WYSS (1999) – New Fossil Vertebrates from the Northern Morondava Basin, Madagascar, and the recovery of Microvertebrates from Coprolites. *In* : 1999 California Paleontology Conference Abstracts, *PaleoBios*, **19**, supplement to n°1, 3.

BURMEISTER K.C., FLYNN J.J, PARRISH J.M. & A.R. WYSS (2006) – Paleogeographic and biostratigraphic implications of new early Mesozoic vertebrates from Poamay central Morondava Basin, Madagascar. *In* : HARRIS J.D., LUCAS S.G., SPIELMANN J.A., LOCKLEY M.G. & A.C.R. MILNER (dir.), *The Triassic-Jurassic Terrestrial Transition. New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin*, **37**, 457-475.

BURNEY D.A. (1997) – Theories and facts regarding Holocene environmental change before and after human colonization. *In* : GOODMAN S.M. & B.D. PATTERSON (dir.), *Natural Change and Human Impact in Madagascar*. Smithsonian Institution Press, Washington, 75-89.

BURNEY D.A. (2003) – Madagascar's prehistoric ecosystems. *In* : GOODMAN S.M. & J.P. BENSTEAD (dir.), *The Natural History of Madagascar*. University of Chicago Press, Chicago, 47-51.

BURNEY D.A., JAMES H.F., GRADY F.V., RAFAMANTANANTSOA J.G., RAMILISONINA, WRIGHT, H.T. & J.B.COWART (1997) – Environmental change, extinction and human activity: evidence from caves in NW Madagascar. *Journal of Biogeography*, **24**, 755-767.

BURNEY D.A., BURNEY L.P., GODFREY L.R., JUNGERS W.L., GOODMAN S.M., WRIGHT H.T. & A.J.T. JULL (2004) – A chronology for Late Prehistoric Madagascar. *Journal of Human Evolution*, **47**, 25-63.

BURNEY D.A., VASEY, GODFREY L. R., RAMILISONINA, JUNGERS W. L., RAMAROLAHY M. & L. RAHARIVONY (2008) – New findings at Andrahomana Cave, southeastern Madagascar. *Journal of Cave and Karst Studies*, **70**, 1, 13-24.

CAMOIN G.F., MONTAGGIONI L.F. & C.J.R. BRAITHWAITE (2004) – Late glacial to post glacial sea levels in the western Indian Ocean. *Marine Geology*, **206**, 119-146.

CANALE J., SCANFERLA C., AGNOLIN F. & F. NOVAS (2009) – New carnivorous dinosaur from the Late Cretaceous of NW Patagonia and the evolution of abelisaurid theropods. *Naturwissenschaften*, **96**, 409-414.

CARLETON M.D. & D.F. SCHMIDT (1990) – Systematic studies of Madagascar's endemic rodents (Muroidea:Nesomyinae): an annotated gazetteer of collecting localities of known forms. *American Museum Novitates*, 2987.

CARPENTIER A. (1935) – Études paléobotaniques sur le groupe de la Sakoa et le groupe de la Sakamena (Madagascar). *Annales Géologiques du service des Mines*. Madagascar. **5**, 7-32.

CARPENTIER A. (1936) – Additions à l'étude de la flore du groupe de la Sakamena. *Ann. Géol. Serv. Min Madag*., **6**, 35- 40.

CARRANO, M.T. (2007) – The appendicular skeleton of *Majungasaurus crenatissimus* (Theropoda: Abelisauridae) from the Late Cretaceous of Madagascar. *In* : SAMPSON S.D. & D.W. KRAUSE (dir.): *Majungasaurus crenatissimus* from the Late Cretaceous of Madagascar. *Society of Vertebrate Paleontology Memoir 8. Journal of Vertebrate Paleontology*, **27** (2, Supplement), 163-179.

CARRANO M.T. & S.D. SAMPSON (2002) – Ceratosaurs: a global perspective. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **22**, 3, supplement, 41A.

CARRANO M.T., SAMPSON S.D. & C.A. FORSTER (2002) – The osteology of *Masiakasaurus knopfleri*, a small abelisauroid (Dinosauria: Theropoda) from the Late Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **22**, 510-534.

CARRANO M.T. & S.D. SAMPSON (2004) – Madagascar Ceratosaurs, and the Cretaceous history of Gondwana. *Geoscience Africa*, Abstracts 1, 108-109.

CARRANO M.T., SAMPSON S.D. & M. LOEWEN (2004) – New discoveries of *Masiakasaurus knopfleri* and the morphology of the Noasauridae (Dinosauria: Theropoda. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **24**, 3, Supplement, 44A.

CARRANO, M.T. & P.M. O'CONNOR (2005) – Bird's-eye view. *Natural History*, **114** (4), 42-47.

CARRANO M.T. & S.D. SAMPSON (2008) – The phylogeny of Ceratosauria (Dinosauria: Theropoda). *Journal of Systematic Paleontology*, **6**,183-236.

CARRANO M.T., KRAUSE D.W., O'CONNOR P.M. & S.D. SAMPSON (2009) – *Megalosaurus crenatissimus* Depéret, 1896 (currently *Majungasaurus crenatissimus*; Dinosauria, Theropoda): proposed replacement of the holotype by a neotype. *Bulletin of Zoological Nomenclature*, **66**, 3, 1-4.

CARRANO M.T., LOEWEN M.A. & J.J.W. SERTICH (2011) – New materials of *Masiakasaurus knopfleri* Sampson, Carrano & Forster, 2001 and implications for the morphology of the Noasauridae (Theropoda: Ceratosauria). *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, **95**, 1-53.

CARROLL R.L. (1978) – Permo-Triassic lizards from the Karoo System. Part II. A gliding reptile from the Upper Permian of Madagascar. *Palaeontologia Africana*, 21, 143-159.

CARROLL R.L. (1981) – Plesiosaur Ancestors from the Upper Permian of Madagascar. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, Londres, série B, **293**, 1066, 315-383.

CASE J.A. (2002) – A new biogeographic model for dispersal of Late Cretaceous vertebrates into Madagascar and India. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **22**, 42A.

CASE J.A. & D.W. KRAUSE (2002) – A tribosphenic lower molar from the Maastrichtian of Madagascar: phyletic affinities, biogeography and a new dispersal model. *International Palaeontological Congress*, Sydney, Australia (abstract).

CASEY M.M. (2002) – Magnetostratigraphy of the Upper Cretaceous Maevarano and Berivotra formations, Mahajanga Basin, northwestern Madagascar. Senior Honors Thesis, Macalester College, St. Paul, Minnesota, 130 p.

CASEY M.M., ROGERS R.R., JACKSON M.J. & G. A. BUCKLEY (2003) – Magnetic stratigraphy of the Upper Cretaceous Maevarano Formation (Campanian(?)-Maastrichtian), northwestern Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **23**, 3, Supplement, 39A.

CASEY M.M., ROGERS R.R., JACKSON M.J. & G. A. BUCKLEY (2004) – Continuing research on the magnetic stratigraphy of the Upper Cretaceous (Campanian(?)-Maastrichtian) Maevarano Formation of northwestern Madagascar. *Geological Society of America, Abstracts with Programs*, **36**, 2, 113.

CATOLICO N. (2009) – Osteohistological analysis of a Late Cretaceous herpetofauna (Maevarano Formation, Madagascar). Senior Honors Thesis, Macalester College, St. Paul, Minnesota, 83 p.

Centre National des Cartes de Madagascar (Foibe Taosarintany Madagasikara, FTM, 1996) BD500. Atlas de cartes. Base de données, Antananarivo.

CHANUDET C. (1975) – *Conditions géographiques et archéologiques de la disparition des subfossiles malgaches*. Mémoire de Maîtrise, Université de Bretagne Occidentale, Brest.

CHEN Y.Y. (2013) – *Palaecysta* gen. nov., the greatest *Systematophora* imposter no more: introducing a lineage of latest Jurassic to Early Cretaceous (Tithonian-Hauterivian) dinoflagellate cysts from Madagascar. *Palynology*, **37**, 259-297.

CHINSAMY A. (1999) – Bone microstructure of dinosaurs. *Abstracts, VIIth International Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems*, Buenos Aires, 15-16.

CHINSAMY A. & A. ELZANOWSKI (2001) – Evolution of growth pattern in birds. *Nature*, **412**, 402-403.

CLARK D. N. & L. RAMANAMPISOA (2002) – The Sedimentology, Reservoir and Source Rock Potential of the Middle Jurassic Bemaraha Limestone, Madagascar. *In* : *Tracts, plays and fairways along the Tethyan margin*, Abstracts and Program. Kingston University, 212 p.

CIZANCOURT H. de (1937) – Les recherches de pétrole à Madagascar. *In* : *Les ressources minérales de la France d'outre-mer. Bull. Bur. Ét. Géol. Min.*, **7**, 177-193.

CLIQUET P. (1950) – Étude géologique Sakamena et Onilahy. *Archives SPM*.

CLIQUET P. (1951) – L'Isalo entre Ranohira et l'Onilahy. *Archives SPM*.

CLOCCHIATTI M. (1976) – Sédimentation pélagique *néogène* et *quarternaire* et dissolution des carbonates dans le bassin de Madagascar. *Bulletin de la Société Géologique de France*, Séries 7, **18**, 1613-1624.

CHARBONNIER S., GARASSINO A. & G. PASINI (2012) – Revision of Mesozoic decapod crustaceans from Madagascar. *Geodiversitas*, **34**, 2, 313-357.

CHEVALIER A. (1922) – La végétation à Madagascar. *In* : *Annales de Géographie*, **31**, 174, 465-484.

CHOROWICZ J., BARDINTZEFF J.M., RASAMIMANANA G., CHOTIN P., THOUIN C. & J.P. RUDANT (1997) – An approach using SAR ERS images to relate extension fractures to volcanic events: examples from Iceland and Madagascar. *Tectonophysics*, 271, 263-283.

CLEMENT G. (1999) – The actinistian (Sarcopterygii) *Piveteauia madagascariensis* Lehman from the Lower Triassic of northwestern Madagascar: a redescription on the basis of new material. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **19**, 2, 234-242.

COLCANAP J. (1906) – La géologie du cercle de Maevatanana. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, série 4, **6**, 164-170.

COLCANAP J. (1907) – Notice géologique sur le cercle Mahafaly (SW Madagascar). *Arch. Serv. Mines*, Tananarive.
COLCANAP J. (1908) – Au sujet de l'existence possible de la houille à Madagascar. *Bull. Écon. Madag*., 1-2, 48-50.
COLCANAP J. (1910) – Géologie du cercle de Maevatanana. *Bull. Écon. Madag*., **10**, 1, 68-85.
COLCANAP J. (1910) – Notice géologique sur le cercle d'Analalava. *Bull. Écon. Mad*., 1, 86-97.
COLCANAP J. (1911) – Sur le gisement de charbon du Lanapera. *Bull. Écon. Madag*., 123-134.
COLCANAP J. (1921) – Esquisse géologique de la région nord de l'Onilahy. *Bull. Écon. Madag*., 204-205.
COLBERT E.H. (1935) – The phylogeny of the Indian Suidae and the origin of the Hippopotamidae. *American Museum Novitates*, 799, 1-24.
COOK J.M., TREVELYAN R., WALLS S.S., HATCHER M. & F. RAKOTONDRAPARANY (1991) – The ecology of *Hypogeomys antirnena*, an endemic Madagascan Rodent. *Journal of Zoology*, **224**, 191-200.
COLLIGNON M. (1928) – Paléontologie de Madagascar XV - Les Céphalopodes pyriteux de Diégo-Suarez. *Annales de Paléontologie, Madagascar*, **17**, 139-160.
COLLIGNON M. (1929) – Paléontologie de Madagascar XV. Les Céphalopodes pyriteux de Diégo-Suarez. *Annales de Paléontologie, Madagascar*, **18**, 156.
COLLIGNON M. (1931) – Paléontologie de Madagascar XVI. La faune du Cénomanien à fossiles pyriteux du nord de Madagascar. *Annales de Paléontologie, Madagascar*, **20**, 2, 41-104.
COLLIGNON M. (1931) – Faunes sénoniennes du nord et de l'ouest de Madagascar. *Annales géologiques du Service des Mines de Madagascar*, Tananarive, **1**, 64 p.
COLLIGNON M. (1932) – Fossiles du Crétacé supérieur du Menabe. *Annales de Paléontologie, Madagascar*, **17**.
COLLIGNON M. (1932) – Ammonites pyriteuses de l'Albien supérieur du Mont Raynaud à Madagascar. *Ann. Géol. Serv. Mines Mad*., **2**.
COLLIGNON M. (1933) – Le Trias inférieur marin du nord de Madagascar et sa faune de Céphalopodes. *C.R. Ac. Sc*., Paris, **197**, 18.
COLLIGNON M. (1933) – Fossiles cénomaniens d'Antsatra mahavelona (province d'Analalava, Madagascar. *Ann. Géol. Serv. Min. Mad*., **3**.
COLLIGNON M. (1934) – Paléontologie de Madagascar XX - Les Céphalopodes du Trias inférieur de Madagascar. *Annales de Paléontologie, Madagascar*, **22**, 3-4 et **23**, 1-43.
COLLIGNON M. (1934) – Fossiles turoniens d'Antantiloky (province d'Analalava, Madagascar). *Ann. Géol. Serv. Serv. Min Mad*., **4**.
COLLIGNON M. (1934) – Les ammonites pyriteuses de l'Aptien d'Antanatamirafy. *Annales de Paléontologie, Paléontologie de Madagascar*, **26**.
COLLIGNON M. (1936) – Les fossiles du nord-ouest de Madagascar. *In* : BESAIRIE H. , *Mém, Ac. Malg*., **21**.
COLLIGNON M. (1937) – Les Ammonites pyriteuses de l'Aptien d'Antanatanamirafy. *Annales de Paléontologie*, Paris, **22**, 1-2.
COLLIGNON M. (1937) – Ammonites Cénomaniennes du sud-ouest de Madagascar. *Annales géologiques du Service des Mines de Madagascar*, **8**, 31-69.
COLLIGNON M. (1938) – Ammonites campaniennes et maestrichtiennes de l'Ouest et du Sud de Madagascar. Gouvernement Général de Madagascar & Dépendances, Tananarive. *Ann. Géol. Serv. Mines Mad*., **9**.
COLLIGNON M. (1939) – Fossiles cénomaniens et turoniens du Menabe (Madagascar). *Annales géologiques du Service des Mines de Madagascar*, **10**, 59-105.
COLLIGNON M. (1948) – Les Ammonites néocrétacées du Menabe I. Les Texanitidae. *Annales géologiques du Service des Mines de Madagascar*, **13** et **14**.
COLLIGNON M. (1948) – Faune néocomienne des couches à Criocères de Belohasifaka, cercle de Sitampiky, Madagascar. *Annales géologiques du Service des Mines de Madagascar*, **15**.
COLLIGNON M. (1949) – Recherches sur les Faunes Albiennes de Madagascar I, - L'Albien d'Ambarimaninga. *Annales Géologiques du Service des Mines de Madagascar*, Tananarive, **16**, 1-128.

COLLIGNON M. (1949) – L'oxfordien dans le sud-ouest de Madagascar. *Ann. Hebert et Haug.*, **7**, 85-98.
COLLIGNON M. (1949) – Recherche sur les faunes albiennes de Madagascar. *Bull. Géol. Mad.*, **1**, 33-38.
COLLIGNON M. (1950) – Travaux paléontologiques. *Rapport annuel du Service Géologique de Madagascar*, Tananarive, **17**, 130-135.
COLLIGNON M. (1950) – Recherches les faunes albiennes de Madagascar. II, Les Echinides d'Ambarimaninga ; III, L'Albien de Komievitra ; IV, L'Albien de Mokaraha. *Annales Géologiques du Service des Mines de Madagascar*, Tananarive, **17**, 5-17.
COLLIGNON M. (1951) – Le Crétacé supérieur d'Antonibe. Couches de passage du Crétacé au Tertiaire. *Annales Géologiques du Service des Mines de Madagascar*, Tananarive, **19**, 73-145.
COLLIGNON M. (1951) – Étude préliminaire des récoltes de M. de SAINT-OURS sur la feuille Mitsinjo. *Arch. Serv. Géol. Madag.*, A. 450.
COLLIGNON M. (1951) – Recherches sur les faunes albiennes de Madagascar. V. L'Albien supérieur d'Andranofotsy. *Annales géologiques du Service des Mines de Madagascar*, Tananarive, **19**, 7-41.
COLLIGNON M. (1951) – Faune maestrichtienne de la côte d'Ambatry (Prov. Betioky). *Annales géologiques du Service des Mines de Madagascar*, Tananarive, **19**, 45-69.
COLLIGNON M. (1951) – Travaux paléontologiques. *Rapport annuel du Service Géologique de Madagascar*, Tananarive, **19**, 157.
COLLIGNON M. (1952) – Études paléontologiques et stratigraphiques. *Rapport annuel du Service Géologique de Madagascar*, Tananarive, **20**, 125-136.
COLLIGNON M. (1952) – La question du Maestrichtien malgache. *Congrès géol. Intern. Alger*, CR. 21, 2e partie, 137-143.
COLLIGNON M. (1953) – Travaux paléontologiques et stratigraphiques. *Rapport annuel du Service Géologique de Madagascar*, Tananarive, 101.
COLLIGNON M. (1953) – Fiches de gisements de Dinosauriens du district d'Ambato-Boéni. *Arch. Serv. Géol. Madag.* A. 640.
COLLIGNON M. (1953) – Découverte de Dinosauriens à Tsinjorano (district Ambato-Boéni). *Arch. Serv. Géol. Madag.* A. 646.
COLLIGNON M. (1953) – Le Jurassique dans le nord de Madagascar. *CR. Ac. Sc.*, Paris, **236**, 25, 2418-2419.
COLLIGNON M. (1954) – Découverte de dinosauriens à Tsinjorano, district d'Ambato-Boéni. *Bulletin de l'Académie Malgache*, Tananarive, **31**, 59-61.
COLLIGNON M. (1954) – Essai de nomenclature stratigraphique des terrains sédimentaires de Madagascar. *Trav. Bur. Géol. Mad.*, 63.
COLLIGNON M. (1954) – Travaux paléontologiques et stratigraphiques. *Rapport annuel du Service Géologique de Madagascar*, Tananarive, 173-186.
COLLIGNON M. (1955) – Ammonites néocrétacées du Ménabé (Madagascar). II Les Pachydiscidae. *Annales Géologiques du Service des Mines de Madagascar*, Tananarive, **21**, 1-98.
COLLIGNON M. (1955) – Ammonites néocrétacées du Ménabé (Madagascar). III, Les Kossmaticeratidae. *Annales Géologiques du Service des Mines de Madagascar*, Tananarive, **22**.
COLLIGNON M. (1955) – Travaux paléontologiques. *Rapport annuel du Service Géologique de Madagascar*, Tananarive, **22**, 145-147.
COLLIGNON M. (1956) – Ammonites néocrétacées du Ménabé (Madagascar). IV.- Les Phylloceratidae. V.- Les Gaudryceratidae. VI.- Les Tetragonotidae. Haut Commissariat de Madagascar et dépendances, Direction des Mines et de la Géologie. *Annales Géologiques du Service des Mines de Madagascar*, Tananarive, **23**, 9-27.
COLLIGNON M. (1956) – Fossiles de Madagascar des gisements S. 4154 et S. 4157 (Marovoay) recueillis par M. de SAINT-OURS. *Arch. Serv. Géol. Mad.*, A. 1113.
COLLIGNON M. (1956) – Note sur les fossiles du sondage de Diégo. *Arch. Serv. Géol. Mad.*, A. 973.
COLLIGNON M. (1956) – Le sondage de Diégo. Première note. *Arch. Serv. Géol. Mad.*, A. 1005.
COLLIGNON M. (1956) – Étude de quelques faunes de la région de Diégo recueillies par M. de SAINT-OURS. *Arch. Serv. Géol. Mad.*, A. 1074.
COLLIGNON M. (1956) – Gastropodes d'Amboronala (Sambava) communiqué par M. BRENON. *Arch. Serv. Géol. Mad.*, A. 1129.

COLLIGNON M. (1957) – La partie supérieure du Jurassique au nord de l'Analavelona (sud-ouest Madagascar). *CR 3e Congrès PIOSA*. Tananarive. Section Col, Géologie, 73-87.
COLLIGNON M. (1957) – Échinide de la boucle de Maropia (route de Tongobory-Tuléar). *Arch. Serv. Géol. Mad.*, A. 1145.
COLLIGNON M. (1958) – Essai de corrélation des formations sédimentaires sur les deux rives du Canal de Mozambique. *Serv. Géol, Mad. 1957* avec tableaux et CR. CTTA, 2e réunion Tananarive, Londres 1958.
COLLIGNON M. (1958) – Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar. Fascicule I (Lias, Bajocien). *Service Géologique de Madagascar*, Tananarive, **1** à **5**.
COLLIGNON M. (1958) – Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar. Fascicule II (Bathonien, Callovien). *Service Géologique de Madagascar*, Tananarive, **6** à **33**.
COLLIGNON M. (1959) – Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar. Fascicule III (Oxfordien). *Service Géologique de Madagascar*, Tananarive, **34** à **46**.
COLLIGNON M. (1959) – Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar. Fascicule IV (Argovien, Rauracien). *Service Géologique de Madagascar*, Tananarive, **tomes 47** à **95**.
COLLIGNON M. (1959) – Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar. Fascicule V (Kimméridgien). *Service Géologique de Madagascar*, Tananarive, **96** à **133**.
COLLIGNON M. (1959) – Calcaires à Polypiers, récifs et atolls du sud de Madagascar. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, série 7, **1**, 4, 403-408.
COLLIGNON M. (1959) – Corrélations Sommaires entre les dépôts du Crétacé supérieur de Madagascar et ceux de l'Europe occidentale, en particulier de la France. *CR. 84e Congrès des Sociétés Savantes*, Dijon, 95-138.
COLLIGNON M. (1960) – Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar. Fascicule VI (Tithonique). *Service Géologique de Madagascar*, Tananarive, **134** à **175**.
COLLIGNON M. (1960) – Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar. Fascicule VII. Index. *Service Géologique de Madagascar*, Tananarive.
COLLIGNON M. (1960) – Le Danien à Madagascar. *21e Congrès Géologique International*, Copenhague, 5, 117-119.
COLLIGNON M. (1961) – Ammonites néocrétacées du Ménabé (Madagascar). VII.- Les Desmoceratidae. *Annales Géologiques du Service des Mines de Madagascar*, Tananarive, **31**, 7-115.
COLLIGNON M. (1961) – À propos du Tithonique à Madagascar. *CR. Acad. Sc. Paris*. **254**, 4117.
COLLIGNON M. (1962) – Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar (Ammonites). Fascicule VIII (Berriasien, Valanginien, Hauterivien, Barrémien). *Service Géologique de Madagascar*, Tananarive, **176** à **214**.
COLLIGNON M. (1962) – Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar (Ammonites). Fascicule IX (Aptien). *Service Géologique de Madagascar*, Tananarive, **215** à **240**.
COLLIGNON M. (1962) – Vue d'ensemble et données nouvelles sur l'Aptien à Madagascar. *CR. Acad. Sc. Paris*, **254**, 4117.
COLLIGNON M. (1962) – Le bathonien marin à Madagascar, limite supérieure, rapports et corrélations. Colloque du Jurassique, Luxembourg. *Publ. Inst. grand ducal Sect. Sc. nat., phys. et math.*, 913-919.
COLLIGNON M. (1962) – À propos du Tithonique à Madagascar. Échelle chronostratigraphique proposée pour les domaines Indo-Africano-Malgache (Bathonien moyen à Tithonique). Colloque Jurassique, Luxembourg. *Publ. Inst. grand ducal Sect. Sc. nat., phys. et math.*, 927-931.
COLLIGNON M. (1963) – Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar (Ammonites). Fascicule X (Albien). *Service Géologique de Madagascar*, Tananarive, **241** à **317**.
COLLIGNON M. (1963) – Les rapports du jurassique de Katch avec celui de Madagascar. *Ann. Géol. Mad.*, **33**, 145-156.
COLLIGNON M. (1963) – Faunes fossiles nouvelles ou peu connues découvertes à Madagascar en 1961-1962. *Ann. Géol. Mad.*, **33**, 157-161.
COLLIGNON M. (1964) – Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar (Ammonites). Fascicule XI (Cénomanien). *Service Géologique de Madagascar*, Tananarive, **318** à **375**, xi + 1-152.
COLLIGNON M. (1964) – Proposition d'une échelle chronostratigraphique pour les terrains crétacés au sud de la Tethys. *Comm. 22e Congrès Géol. Int.* New Delhi.

COLLIGNON M. (1964) – La série Dogger-Malm dans la région d'Ankirihitra et ses faunes successives. *CR. Semaine géologique 1964*, Tananarive.
COLLIGNON M. (1965) – Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar (Ammonites). Fascicule XII (Turonien). *Service Géologique de Madagascar*, Tananarive, **376** à **413**.
COLLIGNON M. (1965) – Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar (Ammonites). Fascicule XIII (Coniacien). *Service Géologique de Madagascar*, Tananarive, **414** à **454**.
COLLIGNON M. (1965) – Sur un *Spiriceras* nouveau du Tithonique supérieur de Madagascar. *CR. Semaine géologique 1965*, Tananarive.
COLLIGNON M. (1965) – L'Albien à Madagascar. Colloque sur le Crétacé inférieur. Lyon 1963. *Mém. BRGM*, 34, 303-310.
COLLIGNON M. (1965) – Le genre *Parachelonicera*s coll. 1952. Dans l'Aptien supérieur de Madagascar. *CR. Semaine géologique 1965*, Tananarive.
COLLIGNON M. (1966) – Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar. Fascicule XIV (Santonien). *Service Géologique de Madagascar*, Tananarive, **455** à **513**.
COLLIGNON M. (1966) – Une coupe du Santonien du Menabe coupe Ampolipoly-Antsiratsira-Behamotra. *CR. Semaine géologique 1966*, Tananarive, 29-34.
COLLIGNON M. (1967) – La coupe du Santonien et du Campanien de Mitraiky (feuille Antalova 1/200 000^{e}, Madagascar). *CR. Semaine géologique 1967*, Tananarive.
COLLIGNON M. (1968) – The Upper Cretaceous of Madagascar. Cretaceous-Tertiary Formations of South India. *Geological Society of India Memoirs*, **2**, 320-334.
COLLIGNON M. (1969) – Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar (Ammonites). Fascicule XV (Campanien). *Service Géologique de Madagascar*, Tananarive, **514** à **606**.
COLLIGNON M. (1969) – Une remarquable faune à *Stoliczkaia* de la région d'Analalava (Madagascar). *CR. Sem. Géologique* 1968, Tananarive.
COLLIGNON M. (1969) – Contribution à la géologie et à la paléontologie de Madagascar. Le Campanien inférieur dans le Menabe et sa faune (coupes Ampolipoly-Antsirasira-Behamotra et Ampamba-Antsirasira. Coupes annexes). *CR. Sem. Géologique 1969*, Tananarive.
COLLIGNON M. (1970) – Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar. Fasc. XVI (Maestrichtien). *Service Géologique de Madagascar*, Tananarive, **tomes 607** à **639**.
COLLIGNON M. (1970) – Contribution à la géologie et à la paléontologie de Madagascar. Le Campanien moyen et supérieur dans le Ménabé et sa faune (coupe Amploipoly-Antsirasira-Béhamotra, Ankilizato, Andimaka et Trangahy). *Comptes Rendus des Semaines Géologiques de Madagascar*, 31-37.
COLLIGNON M. (1971) – Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar. Fasc. XVII. *Service Géologique de Madagascar*, Tananarive, **tomes 640** à **658**.
COLLIGNON M. (1972) – Contribution à l'étude du bassin sédimentaire. Le bassin côtier ou golfe du Ménabé (Madagascar). Caractère endémique de sa faune. *Bulletin de l'Académie Malgache*, Tananarive, **49**, 2, 153-161.
COLLIGNON M. & J. COTTREAU (1924) – Les couches dites à *Magilus grandis* de l'île de Mahakamby, province de Majunga. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, série 4, **24**, 278-280.
COLLIGNON M. & J. COTTREAU (1924) – Fossiles du Miocène marin, *Annales de Paléontologie, Madagascar*, **16**, 4.
COLLIGNON M. & J. COTTREAU (1927) – Paléontologie de Madagascar. 14 - Fossiles du Miocène marin. *Annales de Paléontologie*, **16**, 4, 135-171.
COLLIGNON M., BESAIRIE H. et R. HEINZ (1932) – *Les ammonites pyriteuses de l'Albien supérieur du Mont Raynaud à Madagascar ; fossiles caractéristiques du Nord et du Nord-Ouest de Madagascar*. Gouvernement Général de Madagascar & Dépendances. Tananarive.
COLLIGNON M. & J. SIGAL (1955) – Première note sur quelques Foraminifères du Crétacé supérieur de Madagascar. *CRS. Soc. Géol. Fr.*, 13, 291.
COLLIGNON M., REBILLY G. & E. ROCH (1959) – Le Lias et le Jurassique moyen de la région de Kandreho. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, série 7, **1**, 132-145.
COLLIGNON M. & J. FLANDRIN (1959) – Préconnaissance de Majunga. Liste complète de la macrofaune par logs et par logs et par niveaux. *Institut Français du Pétrole*, réf. 3478- A. IV.
COLLIGNON M. & E. RAZAFIMBELO (1964) – La limite Jurassique Crétacé à l'est de Tsaramandroso (Madagascar). *CR. Semaine Géologique 1964*, Tananarive.

COLLIGNON M. & J.H. DELANCE (1969) – Faune bathonienne de la partie inférieure du Bemaraha (Madagascar). *CR. Semaine Géologique 1969*, Tananarive 33-36. (Mollusques par M. COLLIGNON, Brachiopodes par J.H. DELANCE).

COLLOT L. (1880) – *Description* géologique *des environs d'Aix-en-Provence*. Thèse, Grollier édit., Montpellier, 234 p.

COMBEMOREL R. (1988) – Les bélemnites de Madagascar. Thèse Doc. Univ. Lyon, *Documents du Laboratoire de Géologie Lyon*, **104**, 1-239.

COOPER M. (1981) – Revision of the late Valanginien Cephalopoda from the Sundays River Formation of South Africa, with special reference to the genus *Olcostephanus*. *Annals of the South African Museum*, **83**, 7, 147-366

COQUET G. & J. de SAINT-OURS (1964) – Exploration de la grotte d'Andrafiabe (30 km nord d'Ambilobe). *Revue de Géographie Univ. Madagascar*, Tananarive, 4, 133-136.

CORYNDON S.C. (1977) – The taxonomy and nomenclature of the Hippopotamidae (Mammalia, Artiodactyla) and a description of two new fossil species. I – The nomenclature of the Hippopotamidae. *Proceedings Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen*, Amsterdam, B, 80 (2), 61-71.

COTTREAU J. (1898) – Échinides crétacés de Madagascar. *Bull. Soc. Zoo. Fr*., série 3, **14**, 87.

COTTREAU J. (1907) – Échinides du Jurassique supérieur de Madagascar. *Bull. Soc. Géol. Fr*., série 4, **7**, 65-66.

COTTREAU J. (1908) –VI - Les Échinides. *Annales de Paléontologie, Paléontologie de Madagascar*, **3**, 4, 145-188.

COTTREAU J. (1922) – X. Fossiles crétacés de la côte orientale de Madagascar. *Annales de Paléontologie, Paléontologie de Madagascar* (*Invertébrés*), **11**, 111-192.

COTTREAU J. (1924) – Nouveau gisement du Trias marin à Madagascar. *Bull. Soc. Géol. Fr*., série 4, **24**, 123-124.

COTTREAU J. (1935) – Quelques Échinides fossiles de Madagascar. *Arch Mus. Hist. Nat*., Paris, série 6, **12**, 259-264.

COTTREAU J. (1936) – Sur la présence du genre *Millecrinus* dans le Jurassique de la province de Betioky. *CRS. Soc. Géol. Fr*., 17, 289-290.

COX L.R. (1936) – Karroo Lamellibranchia from Tanganyika Territory and Madagascar. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, **92**, 365, 32-56.

CRICK (1907) – Cretaceous fossils of Natal. *In* : ANDERSON,W., *Third and Final Report of the Geological Survey of Natal and Zululand*. West, Newman & Co, Londres, 161-250.

CRIÉ L. (1889) – Paléontologie des colonies françaises. *Publ. Expostion Universelle*, Paris, Madagascar, 11-12.

CRISSE H. & P. FISCHER (1868) – Notes sur quelques espèces nouvelles de Madagascar recueillies à l'état fossile. *Journ. Conch*., **16**, 180-187.

CROSSE H. & P. FISCHER (1868) – Notes sur quelques espèces nouvelles de Madagascar rcueillies à l'état fossile. *Quat. Journ. Geol. Soc. London*, **92**, 365, 32-57.

CROTTINI A., MADSEN O., POUX C., STRAUß A., VIEITES D.R. & M. VENCES (2012) – Vertebrate time-tree elucidates the biogeographic pattern of a major biotic change around the KT boundary in Madagascar. *PNAS*, 109, **14**, 5358-5363.

CURRIE P.J. (1980) – A new younginid (Reptilia: Eosuchia) from the Upper Permian of Madagascar. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **17**, 4, 500-511.

CURRIE P.J. (1981) – *Hovasaurus boulei*, an aquatic eosuchian from the Upper Permian of Madagascar. *Palaeontographica Africana*. **24**, 99-168.

CURRY ROGERS K.A. (1997) – Vertebrate fossils from the Upper Cretaceous Ankazomihaboka sandstones, Mahajanga basin, Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **17**, 3, supplement, 40A. *Abstracts, 57th Annual Meeting Society of Vertebrate Paleontology*, Field Museum, Chicago, Illinois, october 8-11.

CURRY ROGERS K.A. (1999) – Fossil vertebrates from the Late Cretaceous of Madagascar: new taxa and their biogeographic implications. Conference on the Pranhita-Godavari Valley: Current Status and Future Directions. Abstracts, Indian Statistical Institute, Geological Studies Unit, Calcutta, 35.

CURRY ROGERS K.A. (2001) – The Evolutionary History of the Titanosauria. Ph.D. dissertation, Stony Brook University, Stony Brook, New York, 552 p.

CURRY ROGERS K.A. (2001) – A new sauropod from Madagascar: implications for titanosaur lower-level phylogeny. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **21**, 3, Supplement, 43A.
CURRY ROGERS K.A. (2002) – Titanosaur tails tell two tales: a second Malagasy titanosaur with saltasaurid affinities. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **22**, 3, Supplement, 47A-48A.
CURRY ROGERS K.A. (2005) – The postcranial anatomy of *Rapetosaurus krausei* (Sauropoda: Titanosauria), with comments on life history strategy. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **25**, 3, Supplement, 48A.
CURRY ROGERS K.A. (2005) – Titanosauria: a phylogenetic overview. *In* : CURRY ROGERS K.A. & J.A. WILSON (dir.) : The Sauropods: Evolution and Paleobiology. University of California Press, Berkeley, 50-103.
CURRY ROGERS K.A. (2009) – The postcranial osteology of *Rapetosaurus krausei* (Sauropoda: Titanosauria) from the Late Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **29**, 1046-1086.
CURRY ROGERS K.A. & C.A. FORSTER (1999) – New evidence of titanosaurian sauropods in the Late Cretaceous of Madagascar. *Abstracts, VIIth International Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems*, Buenos Aires, 20.
CURRY ROGERS K.A. & C.A. FORSTER (1999) – New sauropods from Madagascar: a glimpse into titanosaur cranial morphology and evolution. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **19**, 3, Supplement, 40A.
CURRY ROGERS K.A. & FORSTER C.A. (2001) – The last of the dinosaur titans: a new sauropod from Madagascar. *Nature*, **412**, 530-534.
CURRY ROGERS, K.A. & FORSTER C.A. (2004) – The skull of *Rapetosaurus krausei* (Sauropoda: Titanosauria) from the Late Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **24**, 1, 121-144.
CURRY ROGERS K.A., HERTEL J. & J. GROENKE (2006) – Three-dimensional reconstruction of the skull of *Rapetosaurus krausei* (Sauropoda: Titanosauria). *Journal of Vertebrate Paleontology*, **26**, 3, Supplement, 53A.
CURRY ROGERS K.A. & M. IMKER (2007) – New data on 'Malagasy Taxon B', a titanosaur from the Late Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **27**, 3, Supplement, 64A.
CURRY ROGERS K.A., d'EMIC M. & A. CAGAN (2010) – Titanosaur osteoderm ontogeny, anatomy and function: new data from *Rapetosaurus krausei* (Maevarano Formation, Madagascar). *Society of Vertebrate Paleontology Abstracts* with Program, 77A.
CUSHMAN J.A. (1910) – A Monograph of the Foraminifera of the North Pacific Ocean. Pt. 1. Astrorhizidae and Lituolidae. *Bulletin of the United States National Museum*, **71**, 1-134.

DARDENNE M. (1956) – Recherches stratigraphiques par microfaciès. Bassin de Morondava. **1**. *Arch. SPM*.
DARDENNE M. (1957) – Répertoire des microfossiles malgaches, Bassin de Morondava ; tomes **1** et **2**. *Arch. SPM*.
DARDENNE M. (1957) – Recherches stratigraphiques par microfaciès. Bassin de Morondava. **2**. *Arch. SPM*.
DAUTZENBERG Ph. (1929) – Contribution à l'étude de la faune de Madagascar: Mollusca marina testacea. Faune des colonies françaises, III (fasc. 4). Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales. Paris. 321-636.
DAVID R. (1948) – Note sur les galeries souterraines d'origine volcanique de la région d'Andranofanjava (district de Diégo). *Mém. Acad. Malg*. Fascicule du Cinquantenaire.
DAVIS B.M. (2011) – Evolution of the tribosphenic molar pattern in early mammals, with comments on the "dual-origin" hypothesis. *Journal of Mammalian Evolution*, **18**, 227-244.
DÉCARY R. (1924) – Notes de Géologie et de Zoologie malgaches. *Bull. Acad. Malg.*, nouvelle série, **6**.
DÉCARY R. (1924) – Liste d'Échinodermes recueillis à Madagascar. *Bulletin de l'Académie Malgache*, Tananarive, **6**, 37-41.
DÉCARY R. (1925) – Au sujet de l'extension du Jurassique entre le Manambao et la Manombo. *CR. somm. Soc. Géol. Fr.*, série 4, **25**, 232.

DÉCARY R. (1926) – Contribution à l'étude du Crétacé moyen entre la Sambao et la Manambao. *CR. Somm. Soc. Géol. Fr*., série 4, **26**, 40-42.
DÉCARY R. (1927) – La série liasique aux environs de Maromandia. *Bull. économ. Madag*., 1, 73-75.
DÉCARY R. (1928) – Contribution à la géologie de l'extrême sud de Madagascar. *Bull. Soc. Géol. Fr*., série 4, **28**, 401-414.
DÉCARY R. (1930-1933) – *L'Androy*. Publications de la Société d'Éditions Maritimes et Coloniales, Paris, 2 vol.
DÉCARY R. (1931) – Contribution à l'étude du Miocène dans l'ouest de Madagascar. CR. Soc. Géol. Fr., 16, 252-254.
DÉCARY R. (1934) – Les grottes d'Anjohibé (Majunga). *La Revue de Madagascar*, **8**, 81-85.
DÉCARY R. (1938) – Les grottes d'Andranoboka. *La Revue de Madagascar*, **24**, 7-48.
DÉCARY R. (1938) – Les grottes d'Andranoboka. *Bulletin de l'Académie Malgache*, Tananarive, **21**, 71-80.
DÉCARY R. (1949) – Contribution à l'étude du genre *Ceratodus*. Les cératodes de Madagascar. *Ann. Paléont., Paléont. Madag*., **27**, 3-14.
DÉCARY R. & A. KIENER (1970) – Les cavités souterraines de Madagascar. *Annales de Spéléologie*, **25**, 2, 409-440.
DEBRAGA M. & O. RIEPPEL (1997) – Reptile phylogeny and the interrelationships of turtles. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **120**, 281-354.
DECHASEAUX C. (1935) – *Epidotes hourcqi*, nouvelle espèce du Lias de Madagascar. *Bull. Soc. Géol. Fr*., **5**, l, 527-532.
DECHASEAUX C. (1949) – Contribution à l'étude du genre *Ceratodus*. Les *Ceratodus* de Madagascar. *Ann. Paléont., Paléont. Madag*., **27**, 3-14.
DELAFOSSE W. (1954-55) – Mémoires sur la faune paléontologique de Madagascar par Maurice Collignon. *Académie nationale de Metz*, **135-136**, sér. 5, 107-114.
DELBOS L. (1965) – Sur l'âge de quelques minéralisations de Madagascar. *Bull. BRGM*., 1.
DELPEY G (1948) – Gastéropodes mésozoïques de l'ouest de Madagascar. *Ann. Serv. Géol. Madag*., **14**.
DENNIS-DUKE B. (2005) – *Revisiting the magnetostratigraphy of the Upper Cretaceous Berivotra and Maevarano Formations, northwestern Madagascar*. Senior Honors Thesis, Macalester College, St. Paul, Minnesota, 139 p.
DEPÉRET C. (1896) – Note sur les dinosauriens sauropodes & théropodes du Crétacé supérieur de Madagascar. *Bulletin de la Société Géologique de France*, série 3, **24**, 176-194.
DEPÉRET C. (1896) – Sur l'existence de dinosauriens, sauropodes et théropodes, dans le Crétacé supérieur de Madagascar : notes diverses sur la géologie et la paléontologie. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris, **122**, II, 8, 474bis-474(4), 483-485.
DEPÉRET C. (1921) – La phylogénie des Hippopotames. *Bulletin de la Société Géologique de France*, **4**, 21, 163-165.
DEPÉRET C. & J. SAVORNIN (1928) – La faune de Reptiles et de Poissons albiens de Timimoun (Sahara algérien). *Bulletin de la Société Géologique de France*, 4e série, **27**, 257-265.
DEWAR R.E. (1984) – Extinction in Madagascar. The loss of the subfossil fauna. *In* : MARTIN P.S. & R.G. KLEIN (dir.), *Quaternary Extinctions, a Prehistoric Revolution*. The University of Arizona Press, Tucson, 574–593.
DEWAR R.E. (1997) – Were people responsible for the extinction of Madagascar's subfossils, and how will we ever know? *In* : GOODMAN S.M. & B.D. PATTERSON (dir.), *Natural Change and Human Impact in Madagascar*. Smithsonian Institution Press, Washington, 364-377.
DEWAR R.E. (2003) – Relationship between human ecological pressure and the vertebrate extinctions. *In* : GOODMAN S.M. & J.P. BENSTEAD (dir.), *The Natural History of Madagascar*. The University of Chicago Press, Chicago, 119–122.
DEWAR R.E. & H.T. WRIGHT (1993) – The culture history of Madagascar. *Journal of World Prehistory*, **7**, 4, 417-466.
DE WEVER N., NECHET Y. le & A. CORNÉE (2006) – Vade-mecum pour l'inventaire du patrimoine géologique national. *Mémoire Hors série de la Société Géologique de France*, **12**, 126 p.
DE WIT M.J. (2003) – Madagascar: Heads It's a Continent, Tails It's an Island. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, **31**, 213-248.

DIDIER de SAINT-ARMAND R. (1957) – Les sols salés de la baie de Narindra. *Archives Inst. Rech. Sc. Mad.*

DIENER C. (1914) – Ammonite aus der Untertrias von Madagaskar. Sitzungsber Akad. Will. Wien. Math. Natur. Kl., **127**, 1.

DIZIER J. (1930) – Une curiosité malgache. Les œufs d'*Aepyornis*. *La Dépêche Coloniale,* **3**.

DODSON P., KRAUSE D.W., FORSTER C.A., SAMPSON S.D. & F. RAVOAVY (1997) – Titanosaur Osteoderms in Madagascar confirmed. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **17**, 3, Supplement, 43A.

DODSON P., KRAUSE D.W., FORSTER C.A., SAMPSON S.D. & F. RAVOAVY (1998) – Titanosaurid (Sauropoda) Osteoderms from the Late Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **18**, 3, 563-568.

DODSON P., FORSTER C.A., SAMPSON S.D., RAVOAVY F. & D.W. KRAUSE (1998) – Continuing discoveries of dinosaurs and associated fauna, Late Cretaceous of Madagascar. *Dinofest International Symposium*, Philadelphia, Pennsylvania. Abstracts, 11-12.

DOMNING D.P. (2010) – *Sirenia. In* : WERDELIN L. & W.J. SANDERS (dir.), *Cenozoic Mammals of Africa*. University of California Press, Los Angeles, 147-160.

DONCIEUX M (1948) – Les Foraminifères éocènes et oligocènes de l'ouest de Madagascar. *Ann. Géol. Serv. Mines, Madag*, **13**.

DONNOT M. (1964) – Recherches de gisements stratiformes à Madagascar. La région de Kandreho. Archives BRGM.

DONNOT M. (1965) – Recherches de gisements stratiformes à Madagascar. Causes jurassiques du Kelifely et de l'Ankara. *Archives BRGM*, Tananarive.

DONNOT M. (1965) – Minéralisations stratiformes dans les causes du Kelifely et de l'Ankara. *CR. Semaine géologique 1965*, Tananarive.

DONNOT M. & L. FOURNIE (1965) – Contribution à l'étude de l'Isalo-Lias-Dogger dans les régions du Bekodoka et de Kandreho, Bassin de Majunga, Madagascar. *CR. Semaine géologique 1965*, Tananarive, 31-35.

DONNOT M. & J. PARQUIER (1966) – Minéralisation pièges dans le Kelifely. *Archives BRGM*, Tananarive.

DONNOT M. & F. BIJOUX (1966) – Recherches de gisements stratiformes à Madagascar. Région Miandrivazo Bemolanga. *Arch. BRGM*, Tananarive.

DONNOT M. (1966) – Considérations sur la géologie structurale de la région de Morafenobe. *CR. Semaine géologique 1966*, Tananarive.

DORMOIS R. (1950) – Étude géologique des feuilles Andavakoera et Vohémar. *Trav. Bur. Géol. Mad.*, 12.

DOUBINGER J. & H. RAKOTOARIVELO (1960) – Étude palynologique de quelques échantiollons de houille du bassin de la Sakoa (Madagascar). *CR. Ac. Sc. Paris.*, **251**. 2758-2760.

DOUVILLÉ R. (1900) – Sur les fossiles recueillis par M. VILLAUME dans les roches charbonneuses des environs de Nosy-Be. *Cr. Ac. Sc.*, **130**.

DOUVILLÉ R. (1901) – Sur le terrain jurassique de Madagascar. *CR. 7e Congrès Géol. Paris*, 429-438.

DOUVILLÉ R. (1904) – Sur quelques fossiles de Madagascar. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, série 4, 207-218.

DOUVILLÉ R. (1904) – Note sur les fossiles de Madagascar, recueillis par le Capitaine MOUNEYRES entre le Mahajilo, le Bemaraha et le lac Kinkony. *CR. Soc. Géol. Fr.*, série 4, **4**, 207-218.

DOUVILLÉ R. (1906) – Sur quelques gisements nummulitiques de Madagascar. *Ann. de Paléont.*, Paléontologie de Madagascar, **1**, 61-68.

DOUVILLÉ, R. (1908) – Sur des Foraminifères oligocènes et miocènes de Madagascar. *Bull. Soc. Géol. France*, série 4, **8**, 321-323.

DOUVILLÉ R. (1909) –Lépidocylines et Cycloclypeus malgaches. *Ann. Soc. Roy. Malac. Belgique*, **44**, 125-139.

DOUVILLÉ R. (1910) – Sur la découverte du Trias marin à Madagascar. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, série 4, **10**, 124-133.

DOUVILLÉ R. (1911) – Les explorations géologiques de M. PÉRIER de la BATHIE à Madagascar. *Cr. Ac. Sc.* Paris, **153**, 414, et *Bull. Écon. Mad.*, 1912, 89.

DOUVILLÉ R. (1924) – Révision des Lépidocylines : *Mém, Soc. Géol. Fr.*, **1**, 2, et 1925, **2**, 2.

DRESCH J. (1960) – Les changements de climat et les mouvements du sol en Afrique du Nord. *Information géographique*, **24**, 3, 107-113.
DRESCH J. (1966) – L'évolution morphologique des bordures orientales des continents en zone tropicale, au Plio-Quaternaire. Observations comparées au Brésil et à Madagascar. *Quaternaria*, **8**, 205-209.
DRIESCH A. von den (1976) – *A Guide to the measurement of animal bones from archeological sites*. Peabody Museum Bulletin **1**, Philadelphia, 137 p.
DUCLOS (1927) – Bitumes de Belanitra, Ankaramy, Maromandia, Analalava, Antonibe. *Arch. Serv. Géol. Madagascar*, 9, 11-27.
DUDAN R. (1958) – Exploration du plateau basaltique d'Antanimena. *Archives BRGM*.
DUFLOS J. (1966) – Bilan des explorations spéléologiques pour l'année 1966. *Mad. Rev. Géogr*., 9.
DUMAS L. (1923) – Rapport au sujet des travaux de la mission d'étude des terrains bitumineux à Madagascar. *Arch. Serv. Min. Mad*.
DUMAS L. (1923) – Étude géologique des terrains sédimentaires de la région nord-est de Kandreho (schistes bitumineux de Beronono). *Bull. économ. Mad*, 2e trimestre, 103-104.
DUMAS L. (1924) – Découverte de charbon sur le moyen Ranobe. *CR. Somm. Soc. Géol. Fr*., **24**, 140-142.
DUPARQUE A (1949) – Sur les caractères pétrographiques des charbons des couches IV et V des charbonnages de la Sakoa. *Archives BUMIFOM*, Tananarive.
DUTUIT J.M. (1978) – Description de quelques fragments osseux provenant de la région de Folakara (Trias supérieur malgache). *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, Sciences de la Terre*, **516**, 79-89.
DYMENT J. (1991) – *Structure et évolution de la lithosphère océanique dans l'océan Indien : apport des données magnétiques*. Thèse de Doctorat es-Sciences, Université Louis Pasteur, Strasbourg, France, 374 p.

EIJKELBOOM G. (1964) – Reconnaissance de la formation littorale de la côte ouest de Madagascar. *Archives BRGM*.
ELTRINGHAM S.K. (1999) – *The Hippos*. Poyser Natural History Ed. Londres, 184 p.
EMBLETON B. & M.W. MCELHINNY (1975) – The palaeoposition of Madagascar: palaeomagnetic evidence from the Isalo Group. *Earth and Planetary Science Letters*, **27**, 329-341.
ERHART H. (1921) – Les gisements de phosphate des îles Juan de Nova, Europa et Barren, *Bull. Écon. Madag*. 3e trim, 177-178.
ESPITALIÉ J. & J. SIGAL (1963) – Contribution à l'étude des Foraminifères du Jurassique supérieur et du Néocomien du bassin de Majunga. *Annales Géologiques de Madagascar*, **32**, 99 p.
ESPITALIÉ J. & J. SIGAL (1963) – Epistomidae du Lias supérieur et du Bajocien du bassin de Majunga (Madagascar). *Revue de micropaléontologie*, **6**, 2, 109-119
EVANS S. E. & H. HAUBOLD (1987) – The gliding reptiles of the Upper Permian. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **90**, 3, 275-303.
EVANS S.E., JONES M.E.H. & D.W. KRAUSE (2007) – A giant hyperossified frog with South American affinities in the Late Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **27**, 3, Supplement, 73A.
EVANS S.E., JONES M.E.H. & D.W. KRAUSE (2008) – A giant frog with South American affinities from the Late Cretaceous of Madagascar. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **105**, 8, 2951-2956.
ÉVESQUE (1921) – Étude sur les hydrocarbures de l'ouest de Madagascar. *Bull. Écon. Mad*., **18**, 3-30.

FALCONNET J., ANDRIAMIHAJA M., LÄNG & J. S. STEYER (2012) – First procolophonid (Reptilia, Parareptilia) from the Lower Triassic of Madagascar. Comptes Rendus Palevol. **11**, 357-369.
FANTI F. & THERRIEN (2007) – Theropod tooth assemblages from the late cretaceous Maevarano formation and the possible presence of dromaeosaurids in Madagascar. *Acta Palaeontologica Polonica*, **52**, 1, 155-166.

FARAMALALA M.H. (1988) – *Étude de la végétation de Madagascar à l'aide des données spatiales*. Thèse de Doctorat de l'Université Paul Sabatier de Toulouse, 167 p.
FARAMALALA M.H. (1995) – *Formations végétales et domaine forestier national de Madagascar*. Conservation International, Antananarivo.
FARKE A.A. (2004) – Paleopathology in Archosaurs from the Upper Cretaceous Maevarano Formation of Madagascar. *Geological Society of America Abstracts* with Programs, **36**, 5, 61.
FARKE A.A. & O'CONNOR P.M. (2007) – Pathology in *Majungasaurus crenatissimus* (Theropoda: : idae) from the Late Cretaceous of Madagascar. *In* SAMPSON S.D. & D.W. KRAUSE (dir.) : *Majungasaurus crenatissimus* from the Late Cretaceous of Madagascar. *Society of Vertebrate Paleontology Memoir 8. Journal of Vertebrate Paleontology*, **27**, 2, Supplement, 180-184.
FARKE A.A. & J. ALICEA (2009) – Femoral strength and posture in terrestrial birds and nonavian dinosaurs. *The Anatomical Record*, **292**, 1406-1411.
FARKE A.A. & J. SERTICH (2009) – A medium-sized theropod from the Late Cretaceous (Turonian or Coniacian) of the Ambilobe Basin, Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **29**, 3, Supplement, 94A.
FAURE M. (1983) – *Les Hippopotamidae (Mammalia, Artiodactyla) d'Europe occidentale*. Thèse Doctorat 3e cycle Paléontologie, Université Claude-Bernard Lyon I, n° 1367, 233 p.
FAURE M. (1985) – Les hippopotames quaternaires non insulaires d'Europe occidentale. *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire Naturelle de Lyon*, **23**, 13-79.
FAURE M., GUÉRIN C., GENTY D., GOMMERY D. & B. RAMANIVOSOA (2010) – Le plus ancien hippopotame fossile (*Hippopotamus laloumena*) de Madagascar (Belobaka, Province de Mahajanga). *Comptes rendus Palévol.*, **9**, 155-162.
FAURE M. & GUÉRIN C. (1990) – *Hippopotamus laloumena nov. sp.*, la troisième espèce d'hippopotame holocène de Madagascar. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, Série 2, **310**, 1299-1305.
FAURE M., C. GUÉRIN & OHLER A (2015) – Le statut du nom *Hippopotamus madagascariensis* Guldberg, 1883. Réponse à Rakotovao *et al*. 2014. *Geodiversitas* **37** (2) : 267-269.
FELLER C., BLANCHART E., HERBILLON A., LEPRUN J.C. & R. POSS (2007) – L'importance des recherches coloniales, en particulier à Madagascar, dans le développement de la pédologie française. *Étude et Gestion des Sols*, **14**, 4, 305.
FENEIS H. (1982) – *Anatomisches Bildworterbuch der internationalen Nomenklatur*. Georg Thieme, Stuttgart, 451 p.
FERNANDEZ M.F. (1997) – On the paleogeographic distribution of Callovian and Late Jurassic ichthyosaurs. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **17**, 4, 752-754.
FILHOL H. (1888) – Quelques mammifères fossiles nouveaux trouvés à Sansan (Gers). *Bulletin de la Société Philomathique de Paris*, 1887-1888, 12, 1, 23-32.
FILHOL H. (1895) – Observations concernant les mammifères contemporains des *Aepyornis* à Madagascar. *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle*, Paris, **1**, 12-14.
FILHOL H. (1895) – Observations concernant la restauration d'un squelette d'*Hippopotamus lemerlei*. *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris, **1**, 88-91.
FISCHER P. (1868) – Note sur les espèces du genre *Fusus* qui habitent les côtes océaniques de la France. *Journal de Conchyliologie*, **16**, 35-38.
FISCHER P. (1871) – Sur l'existence du terrain tertiaire inférieur à Madagascar. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, **73**, 1392-1394.
FISCHER P. (1873) – Sur le terrain jurassique de Madagascar. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, **76**, 111-114.
FISCHER-PIETTE E. (1958) – Mollusques des plages soulevées de Madagascar récoltés par R. BATTISTINI. *Journ. Conchyol.*, **98**, 117-123.
FLACOURT É. de (2007) – Histoire de la Grande Isle Madagascar, 1648-1655. Karthala, Paris, 2e éd., 712 p.
FLEURY E. (1904) – Considérations générales sur la région d'Antsohihy. *Bull. Soc. Géogr.*, Alger, 422-433.
FLICHE (1900) – Note sur un bois fossile de Madagascar. *Bull. Soc, Géol, Fr.*, série 3, **28**.
FLICHE (1905) – Note sur des bois fossiles de Madagascar. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, série 3, **5**, 346-358.

FLYNN J. (2000) – Monsters of Madagascar. Digging into the past. *National Geographic Magazine*, **198**, 2 (August), 44-51.

FLYNN J.J., PARRISH J.M., RAKOTOSAMIMANANA B., SIMPSON W.F. & A.R. WYSS (1999) – A Middle Jurassic mammal from Madagascar. *Nature*, **401**, 57-60.

FLYNN J.J., PARRISH J.M., RAKOTOSAMIMANANA B., SIMPSON W.F., WHATLEY R.L. & A.R. WYSS (1999) – A Triassic fauna from Madagascar, including early dinosaurs. *Science*, **286**, 763-765.

FLYNN J.J., PARRISH J.M., RAKOTOSAMIMANANA B., RANIVOHARIMANANA, L., SIMPSON W.F., WHATLEY R.L. & A.R. WYSS (2000) – New traversodontids (Synapsida, Eucynodontia) from the Triassic of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **20**, 3, 422-427.

FLYNN J.J., PARRISH J.M., RANIVOHARIMANANA L., SIMPSON W.F. & A.R. WYSS (2000) – New traversodontid eucynodonts from the Middle or Late Triassic of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **20**, 3, Supplement, 41A.

FLYNN J.J. & A.R.WYSS (2003) – Mesozoic terrestrial vertebrate faunas: the early history of Madagascar's vertebrate diversity. *In* : Goodman S.M. & J.P. Benstead (dir.), *The Natural History of Madagascar*. University of Chicago Press, Chicago, 34-40.

FLYNN J.J., FOX S.R., PARRISH J.M., RANIOVHARIMANANA L. & A.R.WYSS (2006) – Assessing diversity and paleoecology of a Middle Jurassic microvertebrate assemblage from Madagascar. *In* : HARRIS H.D., Lucas S.G., SPIELMANN J.A., LOCKLEY M.G., MILNER A.R. C. & J.I. KIRKLAND (dir.), *The Triassic-Jurassic Terrestrial Transtion*. *New Mexico Museum of Natural History & Science*, Bulletin **37**, 476-489.

FLYNN J.J., NESBITT S.J., PARRISH J.M., RANIVOHARIMANANA L. & A.R. WYSS (2010) – A new species of *Azendohsaurus* (Diapsida: Archosauromorpha) from the Triassic Isalo Group of southwestern Madagascar: cranium and mandible. *Palaeontology*, **53**, 3, 669-688.

FOISSY B. & J. KLEIBER (1955) – La minéralisation plomb zincifère à Madagascar. *CR. Semaine géologique 1955*, Tananarive.

FONTOYNONT-STANDING H. (1904) – Rapport sur des ossements sub-fossiles provenant d'Ampasambazimba. *Bulletin de l'Académie Malgache*, Tananarive.

FONTOYNONT-STANDING H. (1908) – Les gisements fossilifères d'Ampasambazimba. *Bulletin de l'Académie Malgache*, Tananarive, 3-12.

FORSTER C.A. (1998) – The continental dance: dinosaur evolution on Gondwana. Special Abstracts Issue, Gondwana 10: Event Stratigraphy of Gondwana. *Journal of African Earth Sciences*, **27**, 1A, 77-78.

FORSTER C.A. (1999) – Gondwana dinosaur evolution and biogeographic analysis. *Journal of South African Earth Sciences*, **28**, 169-185.

FORSTER C.A., CHIAPPE L.M., KRAUSE D.W. & S.D. SAMPSON (1996) – The first Mesozoic bird from Madagascar. *Society of Avian Paleontology and Evolution, 4th International Meeting*. Program and Abstracts, 5.

FORSTER C.A., CHIAPPE L.M., KRAUSE D.W. & S.D. SAMPSON (1996) – The first Mesozoic avifauna from eastern Gondwana. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **16**, 3, Supplement, 34A.

FORSTER C.A., CHIAPPE L.M., KRAUSE D.W. & S.D. SAMPSON (1996) – The first Cretaceous bird from Madagascar. *Nature*, **382**, 532-534.

FORSTER C.A., SAMPSON S.D., KRAUSE D.W., RAVOAVY F., CHIAPPE L.M. & P. DODSON (1996) – New dinosaur discoveries from the Late Cretaceous of Madagascar. *Dinofest International Symposium*, Tempe, Arizona, Program and Abstracts, 48.

FORSTER C.A., SAMPSON S.D., CHIAPPE L.M. & D.W. KRAUSE (1998a) – The Theropod ancestry of Birds: new evidence from the Late Cretaceous of Madagascar. *Science*, **279**, 5358, 1915-1919.

FORSTER C.A., SAMPSON S.D., CHIAPPE L.M. & D.W. KRAUSE (1998b) – Genus correction. *Science*, **280**, 185.

FORSTER C. A., SAMPSON S.D., KRAUSE D.W., RAVOAVY F., CHIAPPE L.M. & P. DODSON (1998) – *New dinosaur discoveries from the Late Cretaceous of Madagascar*. Dinofest International Symposium, Tempe, Arizona, Program and Abstracts, 48 p.

FORSTER C.A. & P.M. O'CONNOR (2000) – The avifauna of the Upper Cretaceous Maevarano Formation, Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **20** (3, Supplement), 41A-42A.

FORSTER C.A., CHIAPPE L.M., KRAUSE D.W. & S.D. SAMPSON (2003) – *Vorona berivotrensis*, a primitive bird from the Late Cretaceous of Madagascar. *In* : CHIAPPE L.M. & L.M. WITMER (dir.) : *Mesozoic Birds: Above the Heads of Dinosaurs*. University of California Press, Berkeley, 268-280.

FOURMARIER P. – (1937) – Quelques conséquences des dernières recherches géologiques à Madagascar. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, **60**, 7, 234-238.

FOURMARIER P. – (1967) – Esquisse géologique de Madagascar ses relations avec le continent africain. *Ac. Roy. Sc. Outre-mer, Bull. séances*, 290-322.

FOURNIÉ L. (1955) – Recherches de gisements stratiformes à Madagascar. Phosphate. Bassin de Majunga. *Archives BRGM*, Tananarive.

FOURNIÉ L. (1965) – Recherches de gisements stratiformes à Madagascar. La dorsale du cap Saint-André. *Archives BRGM*, Tananarive.

FOURNIÉ L. (1965) – Première données sur les recherches de phosphate à Madagascar. *CR. Semaine géologique 1965*, Tananarive.

FOURNIÉ L. (1965) – Recherches de gisements stratiformes (phosphates). De la Tsiribihina au Ranobé. *Archives BRGM*, Tananarive.

FOURNIÉ L. (1965) – Recherches de gisements sratiformes (phosphates). Bassin de Morondava. Secteur Maintirano Tsiribihina au Ranobé. *Archives BRGM*, Tananarive.

FOURNIÉ L. (1966) – Recherche de gisements stratiformes (phosphates). Bassin de Morondava. Secteur Manja-Tsiribihina. *Archives BRGM*, Tananarive.

FOURNIÉ L. & C. FOUQUET (1965) – Recherches de gisements stratiformes à Madagascar. Pré-reconnaissance du Perm-Trias et de l'Isalo de la région d'Andavakoera. *Archives BRGM*, Tananarive.

FOURNIER E. & A. MERLE (1910) – Sur le Trias marin du nord de Madagascar. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, série 4, **10**, 660-664.

FOVET W., FAURE M. & C. GUÉRIN (2011) – *Hippopotamus guldbergi* n. sp. : révision du statut d'*Hippopotamus madagascariensis* Guldberg, 1883, après plus d'un siècle de malentendus et de confusions taxonomiques. *Zoosystema*, **33**, 61-82.

FRENEIX S., KARCHE J.-P. & B. SALVAT (1970) – Sur une faune de mollusques pliocènes du Nord de Madagascar (Diégo-Suarez). Congrès de la Société Française de Malacologie, Caen, 7-12 sept.

FRENEIX S., KARCHE J.-P. & B. SALVAT (1971) – Mollusques pliocènes du Nord de Madagascar. Annales de Paléontologie (Invertébrés). **57**, 1, 1-43.

FRICKE H.C. & R.R. ROGERS (2000) – A multiple taxon/multiple locality approach to providing oxygen isotope evidence for endothermic homeothermy in theropod dinosaurs, *Geology*, **28**, 799-802.

FRICKE H.C., ROGERS R.R. & D. RUMBLE (1998) – Oxygen isotope microanalysis of dinosaur tooth enamel using UV-laser techniques and investigating terrestrial paleoclimate during the Mesozoic. *Geological Society of America*, Abstracts with Programs **30**, 7, 273.

FRITEL P.-H. (1920) – Sur la présence des genres *Gangamopteris* McCoy et *Schizoneura* Schimper et Moungeot dans les grès de l'Ankazomanga (sud de Madagascar). *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, **171**, 963-965.

FRÖBISCH J. (2009) – Composition and similarity of global anomodont-bearing tetrapod faunas. *Earth-Science Reviews*, 95, 119-157.

FRÖHLICH F. (1996) – La position de Madagascar dans le cadre de l'évolution géodynamique et de l'environnement de l'Océan indien. *Biogéographie de Madagascar*, 19-26.

FURNISH W.M. & B.F. GLENISTER (1970) – Permian Ammonoid *Cyclolobus* from the Salt Range, West Pakistan. *Stratigraphic Boundary Problems: Permian and Triassic of West Pakistan, Department of Geology, University of Kansas Special Publication*, **4**, 153-175.

FURNISH W.M., GLENISTER B.F., NAKAZAWA K. & H.M. KAPOOR (1973) – Permian Ammonoid *Cyclolobus* from the zewan formation, Guryul ravine, Kashmir. *Science*, **180**, 4082, 188-190.

FURON R. (1949) – Notes sur la paléogéographie de Madagascar. *Mémoires de l'Institut des Sciences de Madagascar* D. I., 69-80.

GACHET C. (1958) – Les forêts du Sambirano et de Nosy-Be. *Bull. Mad.*, 150.

GAF A.G. & R. DAHL (2005) – Madagascar. Une Présentation générale. *In* : *Synthèse Géographique, Géologique et des Ressources Minières*. doc. pdf, 14 p.
GAFFNEY E.S. & FORSTER C.A. (2003) – Side-necked turtle lower jaws (Podocnemididae, Bothremydidae) from the Late Cretaceous Maevarano Formation of Madagascar. *American Museum Novitates*, 3397, 1-13.
GAFFNEY E.S., KRAUSE D.W. & I.S. ZALMOUT (2009) – *Kinkonychelys*, a new side-necked turtle (Pelomedusoides: Bothremydidae) from the Late Cretaceous of Madagascar. *American Museum Novitates*, 3662, 1-25.
GAFFNEY E.S. & KRAUSE D.W. (2011) – Sokatra, a new side-necked turtle (Late cretaceous, Madagascar) and the diversification of the main groups of Pelomedusoides. *American Museum Novitates*, 3728, 1-28.
GAO K. (1994) – First discovery of Late Cretaceous cordylids (Squamata) from Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **14** (3, Supplement), 26A
GARASSINO A. & G. TERUZZI (1995) – Studies on Permo-Trias of Madagascar. 3. The decapod crustaceans of the Ambilobe region (NW Madagascar). *Atti della Societa Italiana de Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano*, **134**, 1, 85-113.
GARASSINO A. & PASINI G. (2002) – Studies on Permo-Trias of Madagascar 5: *Ambilobeia karojoi n. gen., n. sp*. (Crustacea, Decapoda) from the Lower Triassic (Olenekian) of Ambilobe region (NW Madagascar). *Atti della Societa Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano*, **143**, 95-104.
GAUTHIER E.F. (1898) – Atlas de l'Ambongo. *Notes Reconn. Expl. Mad*., **23**, 1379-1395.
GAUTHIER E.F. (1898) – Géologie du cercle de Mahavavy. *Notes Reconn. Expl. Mad.,* **19**, 857-861.
GAUTHIER E.F. (1898) – Géologie du cercle de la Mahavavy. *Notes. Reconn. Explor. Mad*., 406-412.
GAUTHIER E.F. (1898) – Géologie du Mahilaka, de l'Ambongo, du Mahara, Milanja et du Boéni. *Notes Reconn. Expl. Mad*., **21**, 1153-1158.
GAUTHIER E.F. (1902) – *Madagascar. Essai de géographie physique.* Paris, Challamel, 43 p.
GAY-LUSSAC (1927) – Terrains pétrolifères d'Antonibe et d'Analalava. *Arch. Serv. Géol. Madag*., 10, 11-27.
GEAY F. (1905) – Lettres de Tongobory. *Bull. Mus. Hist. Nat.* Paris., 2 et 233.
GEAY F. (1907) – Rapport d'exploration aux régions Nord-Est, Sud-Sud-Ouest, Sud et Sud-Est de Madagascar. *Bulletin du Muséum Hist. Nat*. Paris.
GEAY F. (1907) – Rapport d'exploration à Madagascar. *Bull. Mus. Hist. Nat*. Paris., 109.
GEIGER M. & G. SCHWEIGERT (2005) – Toarcian-Kimmeridgian depositional cycles of the south-western Morondava Basin along the rifted continental margin of Madagascar. *Facies*, **52**, 85–112.
GEINAERT É. (2002) – *Ambre : miel de fortune et mémoire de vie*. Éd. du Piat, Saint-Julien-du-Pinet, 176 p.
GENCE M. (1937) – Esquisse géologique des îles Leven. *Arch. Serv. Géol. Mad.* A. 447.
GENCE M. (1940) – Rapport sur le charbon d'Ambanja. *Arch. Serv. Géol. Mad*. A.109.
GEOFFROY SAINT-HILAIRE É. & I. GEOFFROY SAINT-HILAIRE (1850) – Notice sur des ossements et des œufs trouvés à Madagascar dans des alluvions modernes et provenant d'un oiseau gigantesque, 206-216.
GEORGI J.A. & D.W. KRAUSE (2010) – Postcranial axial morphology of *Simosuchus clarki* (Crocodyliformes: Notosuchia) from the Late Cretaceous of Madagascar. *In* : KRAUSE D.W. & N.J. KLEY (dir.), *Simosuchus clarki* (Crocodyliformes: Notosuchia) from the Late Cretaceous of Madagascar. Society of Vertebrate Paleontology Memoir **10**. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **30**, 6, Supplement, 99-121.
GERMAIN L. (1921) – Mollusques quaternaires terrestres et fluviatiles de Madagascar. *Annales de paléontologie, Pal. Madag*., **9**, 36 p.
GERMAIN G. (1953) – La Sakamena et l'Isalo entre le Mangoky et Malaimbandy. *Archives Société des Pétroles de Madagascar (SPM)*, Tananarive.
GERMAIN G. (1954) – Le Jurassique supérieur et le Crétacé des Massif de l'Analanavelona, du Manamana et du Sikily. *Archives de la Société des Pétroles de Madagascar,* Tananarive.
GINTHER P. & J.C. HEBERT (1963) – L'abri sous roche de Tenika dit « Grotte des Portugais » *Revue office de tourisme Madagascar*, **33**, numéro spécial.

GIOAN P., RASENDRASOA J., BARDINTZEFF J.M. & G. RASAMIMANANA (1996) – Nouvelles données pétrographiques et structurales sur le magmatisme du Sud du bassin de Morondava (Sud-Ouest de Madagascar). *Journal of African Earth Sciences*, **22**, 597-608.

GIRAUD J (1913) – Rapport de mission 1910-1911 à Madagascar. Arch. Ministère colonies et Serv. Mines Madagascar.

GIRAUD J. (1914) – Rapport de mission à Madagascar. *Nouvelles Archives des Missions Scientifiques*, nlle Série, 11-18.

GIRAUD J (1914) – Sur les terrains sédimentaires du sud et de l'ouest de Madagascar. *CR. Ac. Sc.* Paris, **158**, 2027-2029.

GIRAUD J (1914) – Rapport de mission 1912-1913 à Madagascar. *Nouv. Arch. Miss. Scient.*, nouvelle série, **13**, 1-48.

GIRAUD P. & J. de SAINT-OURS (1955) – Prospectus d'argiles pour la fabrication de ciment dans la région de Soalara. *Trav. Bur. Géol. Madag*., 70.

GODEFROIT P., CAU A., HU DONG-YU, ESCUILLIÉ F., WENHAO F. & G. DYKE (2013) – A Jurassic avialan dinosaur from China resolves the early phylogenetic history of birds, *Nature*, **498**, 359-362.

GODFREY L.R. (1988) – Adaptive diversification of Malagasy strepsirrhines. *Journal of Human Evolution*, **17**, 93-134.

GODFREY L.R., SIMONS E.L., CHATRATH P.J. & B. RAKOTOSAMIMANANA (1990) – A new fossil lemur (Babakotia, Primates) from northern Madagascar. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Série 2, **8**, 81-87.

GODFREY L.R., JUNGERS W.L., REED K.E., SIMONS E.L. & P.S. CHATRATH (1997) – Subfossil Lemurs: inferences about past and present Primate communities in Madagascar. *In* : GOODMAN S.M. & B.D. PATTERSON (dir.), *Natural Change and Human Impact in Madagascar*. Smithsonian Institution Press, Washington, 218-256.

GODFREY L.R., JUNGERS W.L., BURNEY D.A., VASEY N., RAMILISONINA, WHEELER W., LEMELIN P., SHAPIRO L.J., SCHWARTZ G.T., KING S.J, RAMAROLAHY M.F. & G.F.N. RANDRIA (2006) – New discoveries of skeletal elements of *Hadropithecus stenognathus* from Andrahomana Cave, southeastern Madagascar. *Journal of Human Evolution*, **51**, 4, 395-410.

GODFREY L.R & W.L. JUNGERS (2003) – The extinct sloth lemurs of Madagascar. *Evolutionary Anthropology*, **12**, 252-263.

GODINOT, M. (2006) – Lemuriform origins as viewed from the fossil record. *Folia Primatologica*, **77**, 6, 446-464.

GOLENKO N. (1954) – Étude du Jurassique moyen entre Sakaraha et Mangoky. *Archives SPM*. , Tananarive.

GOLENKO N. (1955) – Le Jurassique moyen entre Mangoky et Ankilizato. *Arch. SPM*, Tananarive.

GOMES SILVA (1963) – Géologie d'Ambilobe. *Archives SPM*, Tananarive .

GOMMERY D., ZIEGLÉ P., RAMANIVOSOA B. & J. CAUVIN (1998) – Découverte d'un nouveau site à Lémuriens subfossiles dans les karsts malgaches. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, **326** (2a), 823-826.

GOMMERY D., RAMANIVOSOA B & P. ZIEGLÉ (2000) – The Archaeolemurs of Narinda peninsula (Madagascar). *Folia Primatologia*, **71**.

GOMMERY D., SÉNÉGAS F., MEIN P., TOMBOMIADANA S., RAMANIVOSOA B., CAUVIN J. & C. CAUVIN (2003) – Les résultats préliminaires des prospections dans la presqu'île de Narinda, Madagascar. *Comptes Rendus Palévol*, **2**, 639-648.

GOMMERY D., TOMBOMIADANA S., VALENTIN F., RAMANIVOSOA B. & R. BEZOMA (2004) – Nouvelle découverte dans le Nord-Ouest de Madagascar et répartition géographique du genre *Palaeopropithecus*. *Annales de Paléontologie*, **94**, 4, 279-286.

GOMMERY D., RAMANIVOSOA B., SÉNÉGAS F., RANDRIANANTENAINA H., KERLOC'H P., GUÉRIN C. & M. FAURE (2009) – Les dernières avancées scientifiques sur les subfossiles du Nord-Ouest de Madagascar. *22ème colloque de la Société francophone de Primatologie*, « Mondes de primates et biodiversité. Du wadilemur au gorille », Liège (21-23 octobre 2009), résumés, 32.

GOMMERY D., RAMANIVOSOA B., TOMBOMIADANA-RAVELOSON S., RANDRIANANTENAINA H. & P. KERLOC'H (2009) – Une nouvelle espèce de lémurien géant subfossile du Nord-Ouest de Madagascar (*Palaeopropithecus kelyus*, Primates). *Comptes rendus Palévol.*, **8**, 471-480.

GOMMERY D., RAMANIVOSOA B., FAURE M., GUÉRIN C., KERLOC'H P., SÉNÉGAS F. & H. RANDRIANANTENAINA (2011) – Les plus anciennes traces d'activités anthropiques de Madagascar sur des ossements d'hippopotames subfossiles d'Anjohibe [Province de Mahajanga, nord-ouest de Madagascar]. *Comptes rendus Palévol.*, **10**, 271-278.

GOODMAN S.M. (1994) – The enigma of antipredator behavior in lemurs: evidence of a large extinct eagle on Madagascar. *International Journal of Primatology*, **15**, 129-134.

GOODMAN S.M. & B.D. PATTERSON (dir.) (1997) – *Natural Change and Human Impact in Madagascar*. Smithsonian Institution Press, Washington, 432 p.

GOODMAN S.M. & L.M.A. RAKOTOZAFY (1997) – Subfossil Birds from coastal sites in western and southwestern in Madagascar: a paleoenvironmental reconstruction. *In* : GOODMAN S.M. & B.D. PATTERSON (dir.), *Natural Change and Human Impact in Madagascar*. Smithsonian Institution Press, Washington, 257-279.

GOODMAN S.M. & J.P. BENSTEAD (dir.) (2003) – *The Natural History of Madagascar*. University of Chicago Press, Chicago, 1730 p.

GOODMAN S.M., RASOLOARISON R. & J. GANZHORN (2004) – On the specific identification of subfossil Cryptoprocta (Mammalia, Carnivora) from Madagascar. *Zoosytema*, 129-143.

GOSLIN J., RECQ M., & R. SCHLICH (1981) – Mise en place et évolution des plateaux sous-marins de Madagascar et de Crozet. *Bulletin de la Société Géologique de France*, Série 7, **23**, 609-618.

GOSWAMI S., MADHUMITA D.A.S. & B.C. GURU (2010) – Palaeoenvironment in the Mahanadi basin: inferences from Mesozoic plant and ichnofossils diversity. *The Ecoscan*, **4**, 1, 7-14.

GOTTFRIED M.D. (2001) – Biogeographic implications of Late Cretaceous fishes from Madagascar. *Abstracts, IIIrd International Meeting on Mesozoic Fishes*, Serpiano, Switzerland, 36.

GOTTFRIED M.D. (2006) – Freshwater fishes from the Late Cretaceous of Madagascar and the origin of the extant Malagasy ichthyofauna. *In* : BARRETT P.M. & S.E. EVANS (dir.) : *9th International Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems and Biota*. Natural History Museum, London, 163.

GOTTFRIED M.D. & D.W. KRAUSE (1994) – Late Cretaceous fishes from Madagascar: a first look. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **14**, 3, Supplement, 27A.

GOTTFRIED M.D. & D.W. KRAUSE (1998) – First record of gars (Lepisosteidae, Ginglymodi, Actinopterygii) on Madagascar: Late Cretaceous remains from the Mahajanga Basin. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **18**, 2, 275-279.

GOTTFRIED M.D., ROGERS R.R. & K.A. CURRY ROGERS (2004) – First record of late cretaceous coelacanths from Madagascar. *In* : ARRATIA G., WILSON M.V.H. & R. CLOUTIER (dir.), *Recent Advances in the Origin and Early Radiation of Vertebrates Honoring Hans-Peter Schultze*. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, 687-691.

GOTTFRIED M. & S. OSTROWSKI (2008) – Fossil fishing one piece at a time, with a catfish example from the Late Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **28**, 3, Supplement, 85A-86A.

GOTTFRIED M. & S. OSTROWSKI (2009) – A surprising amiid fish from the Late Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **29**, 3. Supplement, 108A.

GOTTFRIED M.D. & J.A. RABARISON (1997) – First Mesozoic Gondwanan record of a sawshark (Chondrichthyes, Pristiodontiformes), from the Late Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **17**, 750-751.

GOTTFRIED M.D., RANDRIAMIARIMANANA L.L., RABARISON J.A. & D.W. KRAUSE (1998) – Late Cretaceous fishes from Madagascar: implications for Gondwanan biogeography. Special Abstracts Issue, Gondwana **10**: Event Stratigraphy of Gondwana. *Journal of African Earth Sciences*, **27**, 1A, 91-92.

GOTTFRIED M.D., RABARISON J.A. & L.L. RANDRIAMIARAMANANA (2001) – Late Cretaceous Elasmobranchs from the Mahajanga Basin of Madagascar. *Cretaceous Research*, **22**, 491-496.

GOTTFRIED M.D., ROGERS R.R. & K.A. CURRY ROGERS (2002) – Coelacanth and Amiid fishes present in the Late Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **22**, 3, Supplement, 60A.

GOTTFRIED M.D., R.R. ROGERS & K.A. CURRY ROGERS (2004) – First record of Late Cretaceous Coelacanths from Madagascar. *In* : ARRATIA G., WILSON M.V.H. & R. CLOUTIER (dir.), *Recent Advances in the Origin and Early Radiation of Vertebrates*. Dr. Friedrich Pfeil Verlag, Munich, 687-691.

GOUBIN N. (1965) – Description et répartition des principaux Pollenites permiens, triasiques et jurassiques des sondages du bassin de Morondava (Madagascar). *Rev. Inst. Fr. Pétrole*, **20**, 1415-1461.

GRADSTEIN F.M., OGG J.G., SCHMITZ M. & G. OGG (2012) – *The geologic Time scale 2012*. Elsevier, Oxford, Amsterdam, Waltham, 1176 p.

GRANDIDIER A. (1867) – Observations sur les gisements des œufs de l'*Aepyornis*. Madagascar : notes diverses sur la géologie et paléontologie. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris, **2**, 345-347.

GRANDIDIER A. (1867) – Liste des reptiles nouveaux découverts, en 1866, sur la côte sud-ouest de Madagascar. *Revue et Magazine de Zoologie*, Paris, série 2, **19**, 232-234.

GRANDIDIER A. (1868) – Sur les découvertes zoologiques faites récemment à Madagascar. *Annales des Sciences naturelles, 5 - Zoologie et Paléontologie*, **10**, 375-378.

GRANDIDIER A. (1868) – Sur les découvertes zoologiques faites récemment à Madagascar. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris, **63**, 1165- 1167.

GRANDIDIER A. (1869) – Description de quelques animaux nouveaux découverts pendant l'année 1869 sur la côte ouest de Madagascar. *Revue et Magazine de Zoologie*, Paris, série 2, **21**, 337-342.

GRANDIDIER A. (1872) – Description de quelques reptiles nouveaux découverts à Madagascar en 1870. *Annales des Sciences Naturelles (Zoologie et Biologie Animale)*, **15**, 6-11.

GRANDIDIER A. & L. VAILLANT (1872) – Sur le crocodile fossile d'Amboulisatre (Madagascar). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, **75**, 150-151.

GRANDIDIER A. & FILHOL H. (1894) – Observations relatives aux ossements d'hippopotames trouvés dans le marais d'Ambolisatra à Madagascar. *Annales des Sciences Naturelles-Zoologie*, **16**, 7, 151-190.

GRANDIDIER A. & FILHOL H. (1894) – Recent researches in Madagascarian paleontology : glimpses of the earlier animal life of the island. *The Tananarive Annual and Madagascar Magazine*, 136-150.

GRANDIDIER G. (1899) – Description d'ossements de lémuriens disparus. *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle*, Paris, 5, 344-348.

GRANDIDIER G. (1899) – Description d'ossements de lémuriens disparus. Lémuriens sub-fossiles. *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle*, Paris, 6, 272-276.

GRANDIDIER G. (1900) – Description de l'Archaeolémur robuste, nouvelle espèce sub-fossile de Madagascar. *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle*, Paris, 6, 323-324.

GRANDIDIER G. (1900) – Notes sur des ossements d'animaux disparus, provenant d'Ambolisatra, sur la côte sud-est de Madagascar. *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle*, 5, 215-217.

GRANDIDIER G. (1901) – Un nouvel édenté subfossile de Madagascar. *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle*, Paris, 2.

GRANDIDIER G. (1902) – Observations sur les lémuriens disparus de Madagascar. Collections Alluaud, Gaubert, Grandidier. *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle*, Paris, 7, 497-505 et 587-592.

GRANDIDIER G. (1903) – Contribution à l'étude de l'*Aepyornis* de Madagascar. Madagascar : notes diverses sur la géologie et la paléontologie. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris, **2**, 359-361.

GRANDIDIER G. (1903) – Articles divers concernant la paléontologie de Madagascar. Madagascar : notes diverses sur la géologie et la paléontologie. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris, **2**, 363-385.

GRANDIDIER G. (1903) – Description de l'*Hypogeomys australis*, une nouvelle espèce de rongeur sub-fossile de Madagascar. *Madagascar : géologie et paléontologie. Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle*, Paris, **9**, 13-15.

GRANDIDIER G. (1903) – Observations sur les lémuriens disparus de Madagascar : collections Alluaud, Gaubert, Grandidier, Grandidier, Guillaume. *Madagascar : géologie et paléontologie. Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle*, Paris, 7-8, 497-505, 587-592.

GRANDIDIER G. (1905) – Les animaux disparus de Madagascar, gisements, époques et causes de leur disparition. *Revue de Madagascar*, **7**, 111-128.

GRANDIDIER G. (1905) – Recherches sur les lémuriens disparus et en particulier sur ceux qui vivaient à Madagascar. *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire Naturelle*, Paris, **4**, 7, 144 p.

GRANDIDIER G. (1907) – Sur un nouveau lémurien subfossile de Madagascar. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, Paris.
GRANDIDIER G. (1912) – Un Nouvel exemple d'extinction des formes animales géantes voisines d'espèces actuelles. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, Paris, 154.
GRANDIDIER G. (1912) – Une nouvelle espèce sub-fossile d'*Hypogeomys*, l'*H. boulei* G.G. *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle*, Paris, **18**, 10-11.
GRANDIDIER G. (1928) – Description de deux nouveaux mammifères insectivores de Madagascar. *Madagascar : géologie et paléontologie. Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, Paris, **34**, 63-70.
GRANDIDIER G. (1928) – Une variété de *Cheiromys madagascarieinsis* actuel est un nouveau *Cheiromys* subfossile. *Bulletin de l'Académie Malgache*, Tananarive. 101-107.
GRASSÉ P.-P. et A. TÉTRY (1963) – *Zoologie I*. Gallimard, Paris, 1242 p.
GRAY J.E. (1874) – On *Crocodilus madagascariensis*, the Madagascar crocodile. *Proceedings of the Zoological Society*, Londres, 144-146.
GRÉGOIRE V. (1999) – *Caractérisation pétrostructurale du socle précambrien de Madagascar (pays Betsileo, province de Fianarantsoa). Méthodologie et implications géodynamiques*. Thèse Univ. Paul Sabatier, Toulouse, 208 p.
GREGORY W. (1932) – Some strange Teleost skull and their derivation from normal forms. *Copeia*, **2**, 53-60.
GREKOFF N. (1963) – Quelques affinités paléogéographiques des Ostracodes mésozoïques de Madagascar. *Ann. Géol. Mad*., **33**, 167-168.
GREKOFF N. (1963) – Contribution à l'étude des Ostracodes du Mésozoïque moyen (Bathonien-Valanginien) du bassin de Majunga (Madagascar). *Revue de l'Institut Français du Pétrole*, **18**, 12, 1709-1783.
GRIMALDI D. & M.S. ENGEL (2005) – Evolution of the Insects. Cambridge University Press, Cambridge, 772 p.
GRIVEAUD D.P. (1961) – Rapport sur les gisements de subfossiles d'Amparihingidro (province de Majunga). Institut de Recherche Scientifique de Madagascar, Tananarive, 1-9.
GROENKE J. (2004) – Making bigger better: a low-cost, time-saving alternative for creating dimensionally accurate casts 120-160% of original size. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **24**, 3, Supplement, 67A.
GROENKE J. (2009) – Mitigating stress and strain while de-molding delicate specimens from the Late Cretaceous Maevarano Formation of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **29**, 3, Supplement, 109A.
GROENKE J., FARKE A. & J. GEORGI (2007) – Digital preparation for the analog preparator. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **27**, 3, Supplement, 84A.
GROENKE J. & W. SANDERS (2003) – Reproduction of fossils: from mothermolds to full-grown mounted skeletons (an overview and suggestions). *Journal of Vertebrate Paleontology*, **23**, 3, Supplement, 57A-58A.
GROVES C.P. & P. GRUBB (1993) – The suborder Suiformes. *In* : OLIVER W.L.R. (dir.), *Pigs, Peccaries and Hippos*. IUCN, Chicago, 1-4.
GRUBB P. (2005) – Order Artiodactyla, Family Hippopotamidae. *In* : WILSON D.E. & D.M. REEDER (dir.), *Mammal Species of the World: a taxonomic and geographic reference*. Smithsonian Institution Press, Washington, 644-645.
GUÉNOT B. (1962) – Le gisement de grès bitumineux de Bemolanga. *Archives SPM*.
GUÉNOT B. (1964.) – Bordure ouest et Sud Bassin de Majunga, Isalo et formations marines du Lias et du Dogger. *Archives. SPM*., 580.
GUÉNOT B. (1964) – Le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur et moyen du sud du bassin de Majunga. *Archives SPM*.
GUÉNOT B. & E. RAZAFIMBELO (1965) – Le Crétacé suprabasaltique de la baie de Narindra à la Betsiboka. *Archives SPM*.
GUÉRIN-VILLEAUBREUIL G. (1964) – Remarques à propos du sondage de l'Ikopy (nord-ouest de Madagascar). *CR. Semaine géologique 1964*, Tananarive.
GUILCHER A. (1954) – Les récifs coralliens du nord-ouest de Madagascar, notes préliminaire. *Bull. Ass. Géogr. Fr*., Paris, 245.

GUILCHER A. (1954) – Caractères du récif barrière de la côte nord-ouest de Madagascar. *CRS. Soc. Géol. Fr*., 29.
GUILCHER A. (1956) – Étude géomorphologique des récifs coralliens du nord-ouest de Madagascar. *Ann. Inst. Océan*., **33**, 2.
GUILCHER A. & R. BATTISTINI (1967) – *Madagascar, géographie régionale*, CDU, Paris, 11p.
GUILLEMIN E. (1866) – Bassin houiller du nord-ouest de Madagascar. *Ann. Mines*, **10**, 277-319.
GUINARD, RIGAUD & THIBON (1889) – Exploration du terrain houiller de la côte nord-ouest de Madagascar. *Bull. Soc. Ind. Min*., **3**.
GUFFROY S. (1956) – Notes paléoichtyologiques. *Bull. Soc. Géol. Fr*., série 6, **6**, 847-854.
GULDBERG G.A. (1883) – Undersøgelser over en subfossil flodhest fra Madagascar. *Forhandlinger i Videnskabs-selskabet i Christiania*, **6**, 1-24.
GUROVICH Y. & R. BECK (2009) – The phylogenetic affinities of the enigmatic mammalian clade Gondwanatheria. *Journal of Mammalian Evolution*, **16**, 25-49.
GUTH C. (1963) – Au sujet de restes de Reptiles de Madagascar. *CR. Ac. Sc*. Paris. **256**, 2661-2653.

HABAULT C. (1963) – Idées actuelles sur la structure profonde du Bassin de Majunga à Madagascar. *Compte rendu de la semaine géologique. Annal géologiques de Madagascar*, Tananarive, Fasc **33**, 45-58, pl 11-15.
HAMPE O., SCHWARZ-WINGS D., BICKELMANN C. & N. KLEIN (2010) – Forelimb bones of late Pleistocene dwarf hippopotamuses (Mammalia, Cetartiodactyla) from Madagascar previously determined as belonging to the crocodylid *Voay*, Brochu 2007. *Fossil Record*, **13**, 2, 303-307.
HAMRICK M.W., SIMONS E.L. & W.L JUNGERS (2000) – New wrist bones of the Malagasy giant subfossil lemurs. *Journal of Human Evolution*, **38**, 5, 635-680.
HANKEL O. (1993) – Early Triassic plant microfossils from Sakamena sediments of the Majunga Basin, Madagascar. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **77**, 213-233.
HARASEWYCH M.G. & S. KIEL (2007) – Upper Jurassic Pleurotomariidae (Gastropoda) from southwestern Madagascar. *The Nautilus*, **121**, 2, 76-89.
HARTMAN J.H., WELLS N.A., KRAUSE D.W. & G.A. BUCKLEY (1994) – Stratigraphy and paleontology of Late Cretaceous vertebrate and invertebrate discoveries in northwestern Madagascar. *Geological Society of America*, Abstracts with Programs, **26**, 7, 501A.
HAUG E. (1899) – Sur le Cénomanien de Diégo-Suarez. *Bull. Soc. Géol. Fr*., série 3, **27**, 396-397.
HAUGTHON S. (1917) – Preliminary note on the ancient human skull-remains from the Transvaal. *Transactions of the Royal Society of South Africa*, **6**, 1, 1-14.
HAUGHTON S. (1929) – Notes on the Karroo Reptilia from Madagascar. *Transactions of the Royal Society of South Africa*, **18**, 2, 125-136.
HEILAMMER R. (1957) – Le Karroo de la région d'Ankavandra. *Archives SPM*.
HEILAMMER R. (1958) – Le Karroo entre Maroaboaly et le Ranobe. *Archives SPM*.
HEINZ R. (1932) – Sur les Inocérames de Madagascar. *Ann. Géol. Serv. Mines, Mad*., **2**, 55-59.
HEINZ R. (1933) – Inoceramen von Madagascar und inhre Bedeutung fur die Kreide-Stratigraphei. *Zeists. Deutsch. geol. Gesells.*, Berlin, **85**, 241-259.
HERLAND (1856) – Essai sur la topographie et la géologie de Nosy-Be. *Ann. des Mines*, **8**.
HERNGREEN G.F.W. (1982) – *Palynological analysis of an additional series of Cretaceous samples from Madagascar*. Report 2152 A, 4 p.
HERNGREEN G.F.W., RANDRIANASOLO A., & VERBEEK J.W. (1982) – Micropaleontology of Albian to Danian strata in Madagascar. *Micropaleontology*, New-York, **28**, 1, 97-109.
HEIRTZLER J.R. & R.H. BURROUGHS (1971) – Madagascar's paleoposition: new data from the Mozambique channel. *Science*, Washington, **174**, 488-490.
HERVIEU J. (1958) – Notice explicative sur les cartes pédologiques de reconnaissance : feuille n° 46 Ambovombe. *Inst. Rech. sci. Madagascar*, Tananarive, 70 p.
HERVIEU J. (1959) – Notice sur les cartes pédologiques de reconnaissance : feuille n° 63 Ampanihy-Beloha au 1/200 000^{e}. *Inst. Rech. sci. Madagascar*, Tananarive, 113 p.
HERVIEU J. (1959) – Les sables roux du sud de Madagascar. Comm. 87., *3^{e} Conf. Inter. Afr. Sols*, Dalaba.

HERVIEU J. (1963) – Sur l'altération des basaltes crétacés dans l'Ouest de Madagascar. *Bull. Ass. fr. Étude du Sol*, **1**, 59-72.
HERVIEU J. (1963) – Les plaines de la Zomandao et de Ranotsara. Recherches sur l'aménagement du relief et l'évolution des sols à Madagascar, dans le cadre d'unités géomorphologiques. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, **3**, 73-114.
HERVIEU J. (1964) – Sur les témoins d'un remblaiement ancien dans la moyenne vallée du Mangoky. *Rev. Géogr. Madagascar*, 4, 33-70.
HERVIEU J. (1965) – Note sur les formations néogènes dans les régions côtières de l'Ouest et du Nord-Ouest de Madagascar. *C. R. Semaine géol. Madagascar 1965*, 19-26.
HERVIEU J. (1966) – *Contribution à l'étude de l'alluvionnement en milieu tropical*. Thèse, *Mém. ORSTOM*, **24**, 465 p.
HERVIEU J. (1966) – Contribution à l'étude du milieu fluvio-marin sur la côte occidentale de Madagascar. *Rev. Géogr. Mad*., **8**, 11-66.
HERVIEU J. (1967) – Géographie des sols malgaches. Essai synthétique. *Cah. ORSTOM*, série pédol., **4**, 82 p.
HILDEBRAND M. & G. GOSLOW (2001) – *Analysis of Vertebrate Structure*. John Wiley & Sons, New York, 5e éd., 635 p.
HILL R.V. (2009) – The osteoderms of *Simosuchus clarki* (Crocodyliformes: Notosuchia) from the Late Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **29**, 3, Supplement, 114A.
HILL R.V. (2010) – Osteoderms of *Simosuchus clarki* (Crocodyliformes: Notosuchia) from the Late Cretaceous of Madagascar. *In* : KRAUSE D.W. & N.J. KLEY (dir.), *Simosuchus clarki* (Crocodyliformes: Notosuchia) from the Late Cretaceous of Madagascar. *Society of Vertebrate Paleontology Memoirs*, **10**. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **30**, 6, Supplement, 154-176.
HINDERMEYER J., BRASSEUR R., GODARD J., GUÉRIN-DES JARDINS B., KUNTS C., REBILLY C., sous la direction de D. TRUMPY (1959) – Pré-reconnaissance de Majunga. Rapport de fin de mission 1957-1958. Mission BRP-SPM. *Rev. Inst. Fr. Pétrole*, **14**, 1.
HIRTZ P. (1949) – Existence de l'Albien dans la région du Mangloky (SW Madagascar). *CRS. Soc. Géol. Fr*., 6.
HIRTZ P. (1949) – Études géologiques dans la région du Mangoky. *Trav. Bur. Géol. Madag*., 9.
HIRTZ P. (1949) – Une coupe dans le Jurassique supérieur du sud-ouest de Madgascar. *Bull. Géol. Madag*., 1, 30-32.
HIRTZ P. (1949) – Étude géologique Ankazoabo-Sikily et Sud Onilahy. *Trav. Bur. Géol. Madag.*, 15.
HIRTZ P. (1950) – Phénomènes glaciaires gondwaniens à Madagascar. *Bull. Soc. Géol. Fr*., **20**, 1-3, 91-92.
HIRTZ P. & J.-P. LEHMAN (1952) – Quelques précisions sur les calcaires de Vohitolia. *CRS. Soc. Géol. Fr*., 9, 157-159.
HOFFMAN R. (1935) – Étude du Permo-Trias de la région nord de Folakara. *Archives Soc. Pétr. Madag*. (SERP).
HOFFMANN C.K. (1874) – Crustacés et Échinodermes de Madagascar et de l'île de la Réunion. *In* : Pollen F.P.L. et D.C. van Dam, *Recherches sur la Faune de Madagascar et de ses dépendances*, 5e Partie. E.J .Brill, Leiden, 68 p.
HOFFSTETTER R. (1961) – Nouveaux restes d'un serpent Boidé (*Madtsoia madagascariensis nov. sp*.) dans le Crétacé Supérieur de Madagascar. *Bulletin du Muséum National d'Histoire naturelle*, Paris, Série 2, **33**, 152-160.
HOLL F. (1829) – *Handbuch der Petrefactenkunde*. P.G. Hilscher'sche Buchhandlung, Dresde, **2**, 117-232.
HOOIJER D.A. (1942) – On the nomenclature of some fossil hippopotami. *Archives néerlandaises de Zoologie*, **6**, 2-3, 279-282.
HOOIJER D.A. (1950) – The fossil Hippopotamidae of Asia, with notes on the recent species. *Zoologische Verhandelingen*, **8**, 124 p.
HOURCQ V. (1932) – Notes sur la Callovien de la région d'Antsalova. *CRS. Soc. Géol. Fr*., 12, 172-174.
HOURCQ V. (1932) – Sur l'âge des calcaires glauconieux de la région d'Antsalova. *CR. Ac. Sc., Paris*, **195**, 530-531.

HOURCQ V. (1933) – sur l'hydrogéologie et les lacs de l'Ankarafantsika. *Arch. Serv. Géol. Madag.*, A. 57.
HOURCQ V. (1934) – Carte géologique 1/200 000e Antsalova et notice explicative. *Serv. Géol.*, Tananarive.
HOURCQ V. (1936) – Carte géologique 1/200 000e Bélo-sur-Tsiribihina avec notice explicative. *Serv. Géol,*. Tananarive.
HOURCQ V. (1939) – Notice explicative sur la feuille Mahabo, FG. 50-51 (504). Carte *géologique de reconnaissance à l'échelle du 200.000e*. Gouvernement Général de Madagascar et Dépendances, Tananarive.
HOURCQ V. (1949) – Notice explicative Besalampy-Soalala. *Serv. Géol.*, Tananarive.
HOURCQ V. (1949) – Sur quelques Ammonites du Sénonien, *Ann. Paléont.*, **35** - *Paléont. Madag*. **28**.
HOURQ V. (1949) – Notice explicative sur la Feuille Soalala HI. Carte géologique de reconnaissance à l'échelle du 200 000e. Imprimerie Nationale, Paris, **405**, 40-41.
HOURCQ V. (1950) – Les terrains sédimentaires de la région de Morondava. *Annales Géologiques du Service des Mines*, Paris, **20**, 109 p.
HOURCQ V. (1950) – Les terrains sédimentaires de la région de Morondava. *Ann. Géol. Serv. Mines Mad*., **20**.
HUBER M. (2010) — *Compendium of Bivalves: A full-color guide to 3 300 of the world's marine bivalves: a status on Bivalvia after 250 years of research*. IKAN Unterwasser-Archiv, Francfort, 901 p.
HOURCQ V. (1956) – Les recherches de pétrole à Madagascar. ***20e** Congrès Géol. Int. Mexico*. Symposium pétrole, **1**, Afrique.
HOURCQ V. (1956) – Les recherches françaises de pétrole en Afrique noire. *Inst. Fr. Pétrole*, 441, 99 p.
HUBAULT C. (1963) – Idées actuelles sur la structure profonde du bassin de Majunga à Madagascar. *Ann. Serv. Géol. Mad*., **33**.
HUMBERT H. (1955) – Les territoires phytogéographiques de Madagascar : leur cartographie. Colloque sur les Régions Écologiques du Globe, Paris 1954. *Ann. Biol.*, **31**,195-204.
HUMBERT H. & G. COURS DARNE (1965) – Carte internationale du tapis végétal. Madagascar, 1/1 000 000e avec notice. *Trav. Inst. Fr. Pondichéry*, hors-série 6.
HUN F. & R. RAMPARANY (1965) – Découverte de biseaux par sismique réflexion dans le bassin de Majunga. *Archives SPM*.

IRAJÁ D.P. & L.P. de ORNELLAS (1978) – Carboniferous Insects (Protorthoptera and Parapleocoptera) From the Gondwana (South America, Africa and Asia). *Pesquisas em Geociências*, **11**, 1, 305-321.
ICZN (1999) – *International Code of Zoological Nomenclature*. International Trust for Zoological Nomenclature, Londres, 4ème édition, 306 p.

JABLONSKI D. & D.M. RAUP (1995) – Selectivity of end-Cretaceous marine bivalve extinctions. *Science*, **268**, 5209, 389-391.
JAIN S. L. (1984) – A new Triassic fish (Actinopterygii: Saurichthyiformes) from the Yerrapalli Formation, Pranhita-Godavari Valley, India. *Journal of the Geological Society of India* **25**, 9, 604-610.
JANET (1854) – Découverte de lignite à Nosy-Be. *Ann Mines*, **6**.
JANIN M.C., BIGNOT G., BELLIER J.P. & A. RANDRIAMANTENAOSA (1996) – Remarques sur la signification biologique du renouvellement des nanofossiles calcaires au passage Crétacé/Tertiaire: exemple du bassin de Mahajanga (Madagascar Ouest). The Cretaceous-Tertiary boundary: biological and geological aspects. Séance Spécialisée. *Société Géologique de France*, Paris, 30 p.
JEANNEL R. (1942) – *La genèse des faunes terrestres. Eléments de biogéographie*. Presses universitaires de France, Paris, 514 p.
JEKOWSKY B. de (1963) – Variations latérales en palynologie quantitative et passage du continental au marin. Le Dogger supérieur du sud-ouest de Madagascar. *Rev. Inst. Fr. Pétrole*, **18**, 7-8, 977-995.

JEKOWSKY B. de, SAH S.-C.-D. & A. LETULLIER (1960) – Reconnaissance palynologique du Permien, du Trias et Jurassique des sondages effectués par la Société des Pétroles de Madagascar dans le bassin de Morondava. *CR. Somm. Soc. Géol. Fr.*, **7**, 166-167.

JEKOWSKY B. de & N. GOUBIN (1963) – Esquisse palynologique du Permien, Trias, Jurassique du bassin de Morondava à Madagascar. Ann. Géol. Mad., **33**, 163-165.

JEKOWSKY B. de & N. GOUBIN (1964) – Subsurface palynology. *In* : Madagascar : a geological sketch of Permian, Triassic and Jurassic of the Morondava bassin. *AAPG and SPM ann. meet. San Francisco,* march 1962 et Palynology in oil exploration. *Soc. Econ. Paleont. and Miner*. Special publication 11.

JÉRÉMINE E. & A. LENOBLE (1952) – Sur les phonolites du nord-est de Madagascar. *Bull. Mus. Hist. Nat*., Paris, série 2, **24**.

JERVE A. (2004) – Geochemical analysis and characterization of paleosols from the Masorobe Member of the Upper Cretaceous Maevarano Formation, Mahajanga Basin, Madagascar. Senior Honors Thesis, Macalester College, St. Paul, Minnesota, 53 p.

JODOT P. (1962) – Peuplement de Madagascar et des Archipels voisins par les Mollusques continentaux, leur liaison avec la classification du Quaternaire. *Mém. Inst. Rech. Sc. Madag*., série D, **4**, 2, 131-168.

JOLEAUD L. (1920) – Contribution à l'étude des hippopotames fossiles. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 4, **20**, 13-26.

JOLEAUD L. (1923) – Sur les Hippopotames subfossiles de Madagascar et sur les connexions géographiques récentes de la Grande Île avec le continent Africain. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences,* Paris, **176**, 117-120.

JOLEAUD L. (1924) – L'histoire biogéographique de Madagascar d'après les découvertes. *Rev. Gén. Sc.*, Paris, **35**, 389-397.

JOLEAUD L. (1925) – La zone médiane du pays Sakalava. *La Géographie*, Paris, **43**, 6-34 et 187-208.

JOLY B. (1976) – Les Phylloceratidae malgaches au Jurassique. Généralités sur les Phylloceratidae et quelques Juraphyllitidae. *Documents des Laboratoires de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon*, numéro **67**, 471 p.

JOLY B. (1993) – Les Phyllocekrataceae malgaches au Crétacé (Phylloceratina, Ammonoidea). *Documents des Laboratoires de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon,* **127**, 50. 11, 19. 4, 11 ; 51. 15, 21, 35. 3, 7, 5 ; 56. 12, 35. 8ab, 1 ; 63. 11, 23. 2, 4.

JOLY B. (2000) – Les Juraphyllitidae, Phylloceratidae, Neophylloceratidae (Phylloceratacеae, Phylloceratina, Ammonoidea) de France au Jurassique et au Crétacé. – *Géobios, Mém*. 23 ; *Mém. Soc. Géol. Fr.*, **174**, 204 p.

JOURDE G. (1963) – Contact socle sédimentaire et indices sulfurés de la vallée de l'Ambahatra. *Archives BRGM*.

JOURDE G. (1963) – Le haut Sambirano et les massifs du Tsaratanàna et de l'Ambondrona à Madagascar. *Ann. Géol. Mad*., **33**.

JOURDE G. (1964) – Mission Nord Tsaratanàna, feuilles Zarambavy-Ambakirano. *Arch. Serv. Géol. Mad.,* BM. 65, 4.

JULLY A. (1898) – Les tourbières d'Antsirabé et les animaux disparus de Madagascar. *Notes, Reconnaissances et Explorations*, Tananarive, 1175-1183.

JUDSON M.L.I. (2010) – Redescription of *Chelifer eucarpus* Dalman (Arachnida, Chelonethi, Withiidae) and first records of pseudoscorpions in copal from Madagascar and Colombia. *Palaeodiversity,* **3**, 33-42.

KANIE Y., HIRANO H. & TANABE K. (1977).- Lower Cenomanian mollusks from Diego-Suarez, northern Madagascar.- Bulletin of the Natio-nal Science Museum, Tokyo, (Ser. C), vol. 3, n° 2, p. 107-132.

KAMMERER C., FLYNN J.J., RANIVOHARIMANANA L. & A.R. WYSS (2005) – New data on the cynodont fauna from the Triassic of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology,* **25**, 3, Supplement, 76A.

KAMMERER C.F., FLYNN J.J., RANIVOHARIMANANA L. & A.R. WYSS (2008) – New material of *Menadon besairiei* (Cynodontia: Traversodontidae) from the Triassic of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **28**, 2, 445-462.

KAMMERER C.F., FLYNN J.J., RANIVOHARIMANANA L. & A.R. WYSS (2010) – The first record of a probainognathian (Cynodontia: Chiniquodontidae) from the Triassic of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **30**, 6, 1889-1894.

KARCHE J.-P. (1961) – *Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique du plateau calcaire Mahafaly. Aperçu sur l'hydrogéologique de Madagascar*. Thèse 3e cycle, Paris, 125p.

KARCHE J.-P. (1963) – Stratigraphie du Plateau Mahafaly à Madagascar. *CR. Semaine géologique. Ann. Géol. Mad*., **33**, 75-79.

KAST S.C. (2008) – Reconstructing Late Cretaceous climate in the Mahajanga Basin of northwestern Madagascar. Senior Honors Thesis, Macalester College, St. Paul, MN, 93 pp.

KAST S.C., ROGERS R. & K.A. CURRY ROGERS (2008) – Reconstructing Late Cretaceous climate in the Mahajanga Basin of northwestern Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **28**, 3, Supplement, 99A.

KENNEDY W.J. & M. DELAMETTE (1994) – Lyelliceratidae and Flickiidae (Ammonoidea) from the Upper Albian and Cenomanian of the Helvetic Shelf (Western Alps, France and Switzerland). *Journal of Paleontology*, **68**, 6, 1263-1284.

KENNEDY W.J. & H.C. KLINGER (2010) – Cretaceous faunas from Zululand and Natal, South Africa. The ammonite subfamily Acanthoceratinae de Grossouvre, 1894. *African Natural History*, **6**, 1-76.

KETCHUM H.F. & P.M. BARRETT (2004) – New reptile material from the Lower Triassic of Madagascar: implications for the Permian-Triassic extinction event. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **41**, 1, 1-8.

KHOSLA A., KAPUR V.V., SERENO P.C., WILSON J.A., WILSON G.P., *et al*. (2003) – First dinosaur remains from the Cenomanian-Turonian Nimar Sandstone (Bagh Beds), District Dhar, Madhya Pradesh, India. *Journal of The Palaeontological Society of lndia*, **48**, 115-127.

KHOSLA A., SERTICH J.J.W., PRASAD G.V.R. & O. VERMA (2009) – Dyrosaurid remains from the intertrappean beds of India and the Late Cretaceous distribution of Dyrosauridae. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **29**, 1321-1326.

KIEL S. (2006) – New and little-known gastropods from the Albian of the Mahajanga Basin, northwestern Madagascar. *Journal of Paleontology*, **80**, 3, 455-476.

KIEL S. (2006) – Cold-seep mollusks are older than the general marine mollusk fauna. *Science*, **313**, 5792, 1429.

KIELAN-JAWOROWSKA S., CIFELLI R.L & Z.-X. LUO (2004) – Mammals from the Age of Dinosaurs - Origins, Evolution and Structure. Columbia University Press, New-York, 648 p.

KIER P.M. & M.H. LAWSON (1978) – Index of living and fossil echinoids 1924-1970. *Smithsonian Contributions to Paleobiology* **34**, 1-182.

KLEY N., SERTICH J., TURNER A., KRAUSE D.W., O'CONNOR P.M. & J. GEORGI (2010)– Craniofacial morphology of *Simosuchus clarki* (Crocodyliformes: Notosuchia) from the Late Cretaceous of Madagascar. *In* : KRAUSE D.W. & N.J. KLEY (dir.), *Simosuchus clarki* (Crocodyliformes: Notosuchia) from the Late Cretaceous of Madagascar. *Society of Vertebrate Paleontology Memoirs*, Series 30, **6**, Supplement, 13-98.

KOENIG R. & F. TORTOCHAUX (1949) – Étude géologique des feuilles Bekodoka, Bebao, Tambohorano. *Trav. Bur. Géol. Madag*., 4.

KOENIG A.E., ROGERS R.R. & C.N. TRUEMAN (2009) – Visualizing fossilization using laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry maps of trace elements in Late Cretaceous bones. *Geology*, **37**, 511-514.

KRAUSE D.W. (1993) – The biogeographic origins of the modern orders of mammals: did the Indian subcontinent and Madagascar play a role? *4th Congress, European Society for Evolutionary Biology, Paleobiology and Evolution of Early Cenozoic Mammals: A Symposium in Honor of D.E. Russell*. Abstracts volume, 37.

KRAUSE D.W. (1995) – Late Cretaceous vertebrates from Madagascar: implications for biotic change in deep time. *In* : PATTERSON B.D., GOODMAN S.M. & J.L. SEDLOCK (dir.), *Environmental Change in Madagascar*. The Field Museum, Chicago, 5-6, 69-70.

KRAUSE D.W. (2000) – Madagascar. *In* : SINGER R. (dir.), *Encyclopedia of Paleontology*, Fitzroy Dearborn Publishers, Chicago, volume 2, 689-691.
KRAUSE D.W. (2000) – A fossil bonanza. *National Geographic Magazine*, **198**, 2, 52-57.
KRAUSE D.W. (2000) – New mammalian specimens from the Late Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **20**, 3, Supplement, 52A-53A.
KRAUSE D.W. (2001) – Late Cretaceous mammals from Madagascar: insights into the evolutionary history of mammals. 6th International Congress of Vertebrate Morphology, Jena, Germany. *Journal of Morphology*, **248**, 251.
KRAUSE D.W. (2001) – Fossil molar from a Madagascan marsupial. *Nature*, **412**, 497-498.
KRAUSE D.W. (2002) – Late Cretaceous (Maastrichtian) mammals from Madagascar: implications for the evolutionary and biogeographic history of Gondwanan mammals. *8th International Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems*, Programme and Abstracts, 51.
KRAUSE D.W. (2003) – Late cretaceous Vertebrates of Madagascar: a window into Gondwanian biogeography at the end of the age of dinosaurs. *In* : Goodman S.M. & J.P. Benstead (dir.), *The Natural History of Madagascar*. University of Chicago Press, Chicago, 40-47.
KRAUSE D.W. (2003) – Discovery of a relatively complete mammalian specimen from the Late Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **23**, 3, Supplement, 69A.
KRAUSE D.W. (2003) – Late Cretaceous vertebrates from Madagascar: a window into Gondwanan biogeography at the end of the Age of Dinosaurs. *In* : Goodman S.M. & J.P. Benstead (dir.), *The Natural History of Madagascar*. University of Chicago Press, Chicago, 40-47.
KRAUSE D.W. (2004) – Madagascar's buried treasure: insights into the biogeographic history of Gondwanan vertebrates. *In* Latin American Biogeography - Causes and Effects, 51st Annual Systematics Symposium. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, **93**, 8-9.
KRAUSE D.W. (2005) – Madagascar: island of the bizarre and marvelous. The Dinosaur Expo 2005 handbook, 35-49.
KRAUSE D.W. (2005) – Madagascar's dinosaurs. *Friends of the Museum magazine*, National Science Museum, 3.
KRAUSE D.W. (2005) – Dinosaurs of Berivotra. Privately printed Pamphlet for distribution to general public. 8 p.
KRAUSE D.W. (2006) – Science with a social conscience: digging for dinosaurs and helping children in the land that time forgot. *In* : Latin American Biogeography - Causes and Effects, 51st Annual Systematics Symposium. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, **93**, 367-368.
KRAUSE D.W. (2009) – *Majungasaurus*, the dinosaur cannibal of Madagascar. *In* : TOMIDA Y. (dir.), *Dinosaurs of Gondwana*. The Yomiuri Shimbun/National Museum of Nature and Science, Tokyo, 84-85.
KRAUSE D.W. (2009) – Dinosaurs in Madagascar. *In* : TOMIDA Y. (dir.), *Dinosaurs of Gondwana*. The Yomiuri Shimbun/National Museum of Nature and Science, Tokyo, 86.
KRAUSE D.W. (2013) – Gondwanatheria and ? Multituberculata (Mammalia) from the Late Cretaceous of Madagascar. *Can. J. Earth Sci.*, **50**, 324-340.
KRAUSE D.W. & P. DODSON (1994) – The premaxilla of *Majungasaurus* (Theropoda), Late Cretaceous, Madagascar: implications for relationships. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **14**, 3, Supplement, 32A.
KRAUSE D.W., HARTMAN J.H., WELLS N.A., BUCKLEY G.A., LOCKWOOD C.A., WALL C.E., WUNDERLICH R.E., RABARISON J.A. & L.L. RANDRIAMIARAMANANA (1994) – Late Cretaceous mammals [from Madagascar]. *Nature*, **368**, 298.
KRAUSE D.W. & J.H. HARTMAN (1996) – Late Cretaceous fossils from Madagascar and their implications for biogeographic relationships with the Indian subcontinent. *In* : SAHNI A. (dir.), Cretaceous Stratigraphy and Palaeoenvironments. *Memoir, Geological Society of India*, **37**, 135-154.
KRAUSE D.W., FORSTER C.A., SAMPSON S.D. & F. RAVOAVY (1996) – Dinosaurs from the Great Red Island. *The Dinosaur Report*, Winter issue, 6-9.
KRAUSE D.W. & F.E. GRINE (1996) – The first Multituberculates from Madagascar: implications for Cretaceous biogeography. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **16**, 3, Supplement, 46A.
KRAUSE D.W., HARTMAN J.H. & N.A. WELLS (1997) – Late Cretaceous Vertebrates from Madagascar: implications for biotic change in deep time. *In* : GOODMAN S.M. & B.D. PATTERSON

(dir.), *Natural Change and Human Impact in Madagascar*. Smithsonian Institution Press, Washington, 3-43.

KRAUSE D.W., PRASAD G.V.R., von KEONIGSWALD W., SAHNI A. & F.E. GRINE (1997) – Cosmopolitanism among Gondwanan Late Cretaceous mammals. *Nature,* **390**, 504-507.

KRAUSE D.W., FORSTER C.A., SAMPSON S.D., BUCKLEY G.A. & P. DODSON (1997) – Vertebrate evolution on Gondwana: new evidence from the Late Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology,* **17**, 3, Supplement, 58A.

KRAUSE D.W., FORSTER C.A., SAMPSON S.D., BUCKLEY G.A. & M. GOTTFRIED (1998) – Vertebrate fossils from the Late Cretaceous of Madagascar: implications for Gondwanan plate tectonics and biogeography. Special Abstracts Issue, *Gondwana* **10** : Event Stratigraphy of Gondwana. *Journal of African Earth Sciences*, **27**, 1A, 128-129.

KRAUSE D.W., ASHER R J., BUCKLEY G.A., GOTTFRIED M.D. & T.C. LaDUKE (1999) – Biogeographic origins of the non-dinosaurian vertebrate fauna of Madagascar: new evidence from the Late Cretaceous. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **18**, 3, Supplement, 57A.

KRAUSE D.W., ROGERS R.R., FORSTER C.A., HARTMAN J.H., BUCKLEY G.A. & S.D. SAMPSON (1999) – The Late Cretaceous vertebrate fauna of Madagascar: implications for Gondwanan paleobiogeography. *GSA Today*, 9, 1-7.

KRAUSE D.W., EVANS S.E. & K.-Q. GAO (2002) – First definitive record of pre-Late Pleistocene lizards from Madagascar: a ?cordylid cordyliform from the Upper Cretaceous Maevarano Formation, Mahajanga Basin. *Journal of Vertebrate Paleontology,* **22**, 3, Supplement, 76A.

KRAUSE D.W., EVANS S.E. & GAO K.-Q. (2003) – First definitive record of Mesozoic lizards from Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology,* **23**, 4, 842-856.

KRAUSE D.W. & A.H. RASOAMIARAMANANA (2006) – Late Cretaceous Vertebrates of Madagascar: implications for Gondwanan biogeography. *In* : BARRETT P.M. & S.E. EVANS (dir.), *Mesozoic Terrestrial Ecosystems and Biota*, 9th International Symposium, Manchester, Natural History Museum, Londres, Abstracts and Proceedings, 163, 59-62.

KRAUSE D.W., O'CONNOR P.M., CURRY ROGERS K.A., SAMPSON S.D., BUCKLEY G.A. & R.R. ROGERS (2006) – Late Cretaceous terrestrial vertebrates from Madagascar: implications for Latin American biogeography. *In* : *Latin American Biogeography - Causes and Effects*. 51st Annual Systematics Symposium. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, **93**, 2, 178-208.

KRAUSE D.W., O'CONNOR P.M., RASOMIARAMANANA A.H., BUCKLEY G.A., BURNEY D., CARRANO M.T., CHATRATH P.S., FLYNN J.J., FORSTER C.A., GODFREY L., JUNGERS W.L., ROGERS R.R., SAMONDS K.E., SIMONS E. & A. WYSS (2006) – Preserving Madagascar's natural heritage: the importance of keeping the island's vertebrate fossils in the public domain. *Madagascar Conservation & Development,* **1**, 1, 43-47.

KRAUSE D.W., SAMPSON S.D., CARRANO M.T. & P.M. O'CONNOR (2007) – Overview of the history of discovery, taxonomy, phylogeny, and biogeography of *Majungasaurus crenatissimus* (Theropoda: Abelisauridae) from the Late Cretaceous of Madagascar. *In* : Sampson S.D. & Krause D.W. (dir.), *Majungasaurus crenatissimus (Theropoda: Abelisauridae) from the Late Cretaceous of Madagascar. Society of Vertebrate Paleontology Memoir,* **8**, 1-20 et *Journal of Vertebrate Paleontology,* **27**, 2, Supplement.

KRAUSE D.W., SERTICH J.J.W., ROGERS R.R., KAS, S.C., RASOAMIARAMANANA A.H. & G.A. BUCKLEY (2010) – Overview of the discovery, distribution, and geological context of *Simosuchus clarki* (Crocodyliformes: Notosuchia) from the Late Cretaceous of Madagascar. *In* : KRAUSE D.W. & N.J. KLEY (dir.) : *Simosuchus clarki* (Crocodyliformes: Notosuchia) from the Late Cretaceous of Madagascar. *Society of Vertebrate Paleontology Memoirs* **11**, 21-31 et *Journal of Vertebrate Paleontology,* **30**, 6, Supplement.

KRAUSE D.W. & N.J. KLEY (dir.) (2010) – *Simosuchus clarki* (Crocodyliformes: Notosuchia) from the Late Cretaceous of Madagascar. *Society of Vertebrate Paleontology Memoirs,* **10**. *Journal of Vertebrate Paleontology,* **30**, 6, Supplement, 236 p.

KRAUSE D.W. & N.J. KLEY (2010) – Preface. *In* : KRAUSE D.W. & N.J. KLEY (dir.) : *Simosuchus clarki* (Crocodyliformes: Notosuchia) from the Late Cretaceous of Madagascar. *Society of Vertebrate Paleontology Memoirs* **10**. *Journal of Vertebrate Paleontology,* **30**, 6, Supplement, 1-3.

KRAUSE D.W., SERTICH J.J.W., ROGERS R.R., RASOAMIARAMANANA A.H., KAST S.C. & G.A. BUCKLEY (2010) – Overview of the discovery, distribution, and geological context of *Simosuchus*

clarki (Crocodyliformes: Notosuchia) from the Late Cretaceous of Madagascar. *In* D.W. Krause & N.J. Kley (dir.) : *Simosuchus clarki* (Crocodyliformes: Notosuchia) from the Late Cretaceous of Madagascar. *Society of Vertebrate Paleontology Memoirs* **10**. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **30**, 6, Supplement, 4-12.

KRAUSE D.W., HOFFMANN S., WIBLE J.R., KIRK E.C., SCHULTZ J.A., von KOENIGSWALD W., GROENKE J.R., ROSSIE J.B., O'CONNOR P.M., SEIFFERT E.R., DUMONT E.R., HOLLOWAY W.L., ROGERS R.R., RAHANTARISOA L.J., KEMP A.D. & H. ANDRIAMIALISON (2014) – First cranial remains of a gondwanatherian mammal reveal remarkable mosaicism. *Nature*, **515**, 512-517. (*Vintana sertichi*, Gondwanatherian Mammal, 70-65 Ma.)

KUMMEL B. (1966) – Zoographical and Paleographical evaluation of the Barabanja faune (Lower Triasic), Northen Madagascar. *CR. Sem. Géol. 1966*, Tananarive, 13-16.

KUNZ G. (1956) – Le Karroo de Malaimbandy et de Miandrivazo. *Archives SPM*.

KUNZ G. (1960) – Étude stratigraphique du Karroo du bassin de Morondava. Arch. Soc. Pétr. Madag.

KUNZ G. & Ph. BIRO (1961) – Étude stratigraphique du bassin de Morondava. *Travaux du Bureau Géologique de Madagascar*, 107.

LALAOHARIJAONA R.R. (1993) – *Évolution de la marge Ouest malgache au Jurassique. Le bassin de Morondava entre les fleuves Tsiribihina et Mangoky (Madagascar)*. Thèse. Doc. Univ. Paris VI, 279 p.

LaDUKE T.C. (2002) – Fossil snake assemblage from the Upper Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **22**, 3, Supplement, 76A.

LaDUKE T.C., KRAUSE D.W., SCANLON J.D. & N.J. KLEY (2010) – A Late Cretaceous (Maastrichtian) snake assemblage from the Maevarano Formation, Mahajanga Basin, Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **30**, 1, 109-138.

LAFOND L.-R. (1956) – Aperçu sur la sédimentologie de l'estuaire de la Betsiboka. *Rev. géner. hydraul.*, **21**, 74, 91 à 96.

LAFOND L.-R. (1957) – Aperçu sur la sédimentologie de l'estuaire de la Betsiboka. *Rev. Inst. Fr. Pétrole*, 4, 425-431.

LALAHARISAINA J. & N. FERRAND (1994) – Cretaceous may hold promise in Majunga basin, Madagascar. *Oil and Gas Journal*, 54-58.

LAMBERT J. (1896) – Note sur quelques Échinides crétacés de Madagascar. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, série 3, **24**, 313-332.

LAMBERT J. (1903) – Note sur quelques nouveaux Échinides crétacés de Madagascar. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, série 4, **3**, 79-88.

LAMBERT J. (1922) – Les Échinides vivants et fossiles recueillis par M. Raymond DECARY à Madagascar. *Mém. Ac. Sc. Aude*, 13-55.

LAMBERT J. (1929) – Sur des Échinides éocènes de Madagascar. *CR. Ac. Sc.*, Paris, **189**, 192-194.

LAMBERT J. (1931) – Sur des Échinides fossiles de Madagascar. *CRS. Soc. Géol. Fr.*, 13, 179-180.

LAMBERT J. (1933) – Échinides de Madagascar communiqués par M. H. BESAIRIE. *Annales géologiques du Service des Mines de Madagascar*, **3**, 1-49.

LAMBERT J. (1936) – Échinides du Bajocien du Plateau de l'Ankara (*in* : BESAIRIE, Recherches géologiques à Madagascar). Première suite. La Géologie du Nord-Ouest. *Mémoires de l'Académie Malgache*, **21**, 116-120.

LAMBERT J. (1936) – Nouveaux Échinides fossiles de Madagascar. *Annales géologiques du Service des Mines de Madagascar*, **6**, 7-49.

LAMBERT J. (1936) – Les Échinides fossiles du nord-ouest de Madagascar. *In* : BESAIRIE, *Mém. Ac. Malg*. **21**.

LAMBERT J. (1938) – Sur quelques Échinides de la côte orientale de Madagascar. *In* : notice Carte Masomeloka. *Serv. Géol*. Tananarive.

LAMBERT J. & P. LEMOINE (1907) – Sur deux oursins nouveaux du Jurassique inférieur de Madagascar. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (4), **7**, 476-479.

LAMBERTON C. (1929) – Sur les *Archaeoindris* de Madagascar : note. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris.

LAMBERTON C. (1934) – Contribution à la connaissance de la faune subfossile de Madagascar : lémuriens et ratites : *Archaeoindris*, *Chiromys*, *Megaladapis*, omoplate des lémuriens subfossiles, les *Mullerornis*. *Mémoires de l'Académie Malgache*, **17**.
LAMBERTON C. (1936) – Sur un nouveau genre de lémuriens fossiles malgaches : le *Prohapalemur (P. Gallieni)*. *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle*, Paris, **8**, 2e série (5), 367-369.
LAMBERTON C. (1936) – Nouveaux lémuriens fossiles du groupe des Propithèques et de l'intérêt de leur découverte. *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle*, Paris, **8**, 2e série, 5, 370-373.
LAMBERTON C. (1937) – Contribution à la connaissance de la faune subfossile de Madagascar. Les hadropithèques. *Bulletin de l'Académie Malgache*, Tananarive, **20**, Nouvelle série, 127-170.
LAMBERTON C. (1938) – Contribution à la connaissance de la faune fossile de Madagascar : dentition de lait de quelques lémuriens fossiles malgaches. *Mammalia*, **2**, 2, 57-80.
LAMBERTON C. (1946) – Contribution à la connaissance de la faune subfossile de Madagascar. Note W. Le *Plesiolyeteropus madagascariensis* FiIhol. *Bulletin de l'Académie Malgache*, **25** (1942-1943), 25-53.
LAMBERTON C. (1947) – Paléontologie. *In* : Madagascar Réunion. *Encyclopédie coloniale et maritime*, Paris, 99-113.
LANDAIS A. (1909) – Le massif d'Ambre. *La Géographie*, **19**.
LÄNG E. & F. GOUSSARD (2007) – Redescription of the wrist and manus of *Bothriospondylus madagascariensis*: new data on carpus morphology in Sauropoda. *Geodiversitas*, **29**, 4, 549-560.
LANDAIS A. (1909) – Le massif d'Ambre. *La Géographie*, **19**.
LANGER M., BONIFACE M., CUNY G. & L. BARBIERI (2000) – The phylogenetic position of *Isalorhynchus genovefae*, a Late Triassic rhynchosaur from Madagascar. *Annales de Paléontologie*. **86**, 2, 101-127.
LANGLOIS C. (2006) – Cnidaires (Coraux) Fiche TD3 Biogeopal, 6 p. http://step.ipgp.fr/images/8/81/Langlois_biogeopal_TD3_FicheCnidaires.pdf
LANGLOIS C. (2006) – Les Rudistes. Fiche TD3 Biogeopal, 6 p. http://step.ipgp.fr/images/1/1d/Langlois_biogeopal_TD3_FicheRudistes.pdf
LANGRAND O. (1995) – *Guide des Oiseaux de Madagascar*. Delachaux & Niestlé, Lausanne, Paris, 415 p.
LANGRAND O. & L. WILMÉ (1997) – Effects of forest fragmentation on extinction patterns of the endemic avifauna on the central High Plateau of Madagascar. *In* : GOODMAN S.M. & B.D. PATTERSON (dir.), *Natural change and human impact in Madagascar*, Smithsonian Institution Press, Washington, 280-305.
LAPLAINE A. (1957) – Note sur une recherche de matériaux routiers de Morondava à Dabara. *Arch. Serv. Géol. Mad.*, A.1151.
LAPPARENT A. de (1957) – The Cretaceous Dinosaurs of Africa and India. *Jour. Paleont. Soc. India*, Lucknow. D.N. Wadia Jubilee Number, **2**, 109-112.
LAUNAY L. de (1908) – La Fourrure d'un écureuil tertiaire. *Nature*, 393-395.
LAURIN M. (1991) – The osteology of a Lower Permian eosuchian from Texas and a review of diapsid phylogeny. Zoological Journal of the Linnean Society 101: 59-95.
LAUTEL R. (1951) – Étude géologique des feuilles Ambatondrazaka, Ambodilava, Tamatave. *Trav. Bur. Géol. Madag.*, 22.
LAVAUDEN L. (1931) – Animaux disparus et légendaires de Madagascar. *Revue Scientifique*, Davy, Paris, 12 pp.
LAVAUDEN L. (sans date) – *Des Animaux disparus. Documents - notes manuscrites - copies sur l'ethnographie et surtout la linguistique de Madagascar provenant des papiers du gouverneur Julien et du professeur E.* Gerbinis.
LAVILLE E., PIQUÉ A., PLAZIAT J.C., GIOAN P., RAKOTOMALALA R., RAVOLOLONIRINA Y. & E. TIDAHY (1998) – La fosse d'Ankay-Alaotra, témoin d'une extension crustale récente et actuelle à Madagascar. *Bulletin Société Géologique de France*. **169**, 775-788.
LAVOCAT R. (1955) – Sur une portion de mandibule de théropode provenant du Crétacé supérieur de Madagascar. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, Paris, série 2, **27**, 3, 256-259.
LAVOCAT R. (1955) – Étude des gisements de Dinosauriens de la région de Majunga. *Trav. Bur. Géol. Madag.*, 69.

LAVOCAT R. (1955) – Note sur un membre antérieur du Dinosaurien sauropode *Bothriospondylus* Liddeker recueilli à Madagascar. *CR. Ac. Sc*., Paris, **220**, 18.
LAVOCAT R. (1955) – Sur une portion de mandibule de Théropode provenant du Crétacé supérieur de Madagascar. *Bull. mus. Hist. Nat*., Paris, série 2, **27**, 256-259.
LAVOCAT R. (1955) – Les recherches de reptiles fossiles à Madagascar. *Le Naturaliste Malgache,* **7**, 2, 203-207.
LAVOCAT R. (1955) – Sur un membre antérieur du dinosaurien sauropode *Bothriospondylus* Owen recueilli à Madagascar. *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences,* Paris, **240**, 1795-1796.
LAVOCAT R. (1955) – Étude des gisements de dinosauriens de la région de Majunga (Madagascar). Haut-Commissariat de Madagascar et Dépendances, Direction des Mines et de la Géologie. *Travaux du Bureau Géologique*, Tananarive, **69**, 1-19.
LAVOCAT R. (1958) – Sur les couches à dinosauriens de Madagascar. Service Géologique de Madagascar. *CR. Réunion CCTA* de Tananarive, 363-364.
LAVOCAT R. (1967) – Histoire des mammifères Seuil, Paris, 190 p.
LAVOCAT R., MARIE P. & J. SIGAL (1960) – La faune de Foraminifères du Miocène de l'île Mahakamby (Madagascar). C*omptes Rendus sommaire des Séances de la Société géologique de France*, 11, 211-213.
LAWVER D.R., RASOAMIARAMANANA A.H. & I. WERNEBURG (2015) – An occurrence of fossil eggs from the Mesozoic of Madagascar and a detailed observation of eggshell microstructure. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **35**, 5.
LECOINTRE G. & H. LE GUYADER (2006) – *Classification phylogénétique du vivant. Tome 1*. Belin, Paris, 3e éd., 559 p.
LECOINTRE G. & H. LE GUYADER (2014) – *Classification phylogénétique du vivant. Tome 2*. Plantes à fleurs-Cnidaires-Insectes-Squamates-Oiseaux-Téléostéens. Belin, Paris, 608 p.
LEHMAN J.-P. (1948) – Sur la présence du genre *Birgeria* (Paleoniscidae) dans l'Éotrias de Madagascar. *CR. Ac. Sc. Paris*, **226**, 426-428.
LEHMAN J.-P. (1952) – Étude complémentaire des poissons de l'Éotrias de Madagascar. Almqvist Wiksells, Stockholm. Kunge. *Svenska vetenskapsakademiens handlingar*. Serien 4, **2**, 6.
LEHMAN J.-P. (1953) – Étude d'un Perleides du Trias de Madagascar. *Annales de Paléontologie*. Paris, **39**.
LEHMAN J.-P. (1955) – Les Stégocéphales du Nord-Est de Madagascar. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, **241**, 82-86.
LEHMAN J.-P. (1955) – Compte rendu de mission à Madagascar. *CRS. Soc. Géol. Fr*., 13.
LEHMAN J.-P. (1956) – Complément à l'étude des genres *Ecrinesomus* et *Bobasatrania* de l'Éotrias de Madagascar. *Annales de Paléontologie*. Paris, **42**.
LEHMAN J.-P. (1958) – Les Vertébrés du Trias inférieur de Madagascar. *CR. Réunion CCTA*, Tananarive, Londres.
LEHMAN J.-P. (1960) – Les poissons de la Sakamena moyenne. *Ann. Paléont*., **45**, 175-219.
LEHMAN J.-P. (1960) – Les Stégocéphales du Trias de Madagascar. *Annales de Paléontologie*. Paris, **47**.
LEHMAN J.-P. (1963) – Les Stégocéphales de Madagascar. *Ann. Géol. Mad.*, **33**.
LEHMAN J.-P. (1966) – Nouveaux Stégocéphales de Madagascar. *Annales de Paléontologie*. Paris, **2**, 2, 117-139.
LEHMAN J.-P., CHÂTEAU C., LAURAIN M. & M. NAUCHE (1959) –- Les poissons de la Sakamena moyenne. *Annales de Paléontologie,* Paléontologie de Madagascar 28. **45**, 175-219.
LEMOINE P. (1903) – Sur la géologie de la Montagne des Français. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris. **136**.
LEMOINE P. (1905) – Le Jurassique d'Analalava d'après les envois du capitaine COLCANAP. *Bulletin de la Société Géologique de France*, Série 4, **5**, 578-580.
LEMOINE P. (1906) – Études géologiques dans le Nord de Madagascar. Paris.
LEMOINE P. (1907) – Fossiles crétacés de la côte est de Madagascar. *Bull. Soc. Géol. Fr*., **7**, 480.
LEMOINE P. (1910) –Ammonites du Jurassique supérieur du cercle d'Analalava. Annales de Paléontologie - *Paléontologie de Madagascar 8*, **5**, 165.

LEMOINE P. (1911) –. Ammonites du Jurassique supérieur du Cercle d'Analalava (Madagascar). *Annales de Paléontologie - Paléontologie de Madagascar 8*, **6**, 45-64.
LEMOINE P. & R. DOUVILLÉ (1904) – Sur le genre *Lepidocyclina* Gümbel. *Mémoires de la Société géologique de France*. Paléontologie, **32**, 41.
LENOBLE A. (1936) – Sur la découverte d'une faune et d'une flore fossile dans les formations de la série quarizoschisto-calcaire du centre de Madagascar. *CR. Ac. Sc*. Paris, **202**, 674-675.
LENOBLE A. (1938) – Notice sur la feuille Masomeloka. *Serv. Géol*. Tananarive.
LENOBLE A. (1939) – Notice sur la feuille Nosy-Varika. *Serv. Géol*. Tananarive.
LENOBLE A. (1940) – Études sur la géologie de Madagascar. *Mémoires de l'Académie Malgache*. Tananarive.
LENOBLE A. & C. MINJOZ (1944) – Rapport sur les possibilités de fabrication à Diégo-Suarez, de briques, tuiles et liants hydrauliques. *Arch. Serv. Géol. Mad*., A. 128.
LERICHE M. (1909) – Observations sur les Poissons du Tertiaire supérieur de Madagascar. *Ann. Soc. Géol. Nord*. **38**, 5-6.
LETULLIER A. (1954) – Le Jurassique et le Crétacé de la région de Manja, au nord du Mangoky. *Arch. SPM*. Tananarive.
LEVAT D. (1912) – *Richesses minières de Madagascar*. Dunod, Paris, 359 p.
LIGNEREUX Y. (2004) – Philibert Commerson, médecin-naturaliste du roi (1727-1773) ou la traversée inachevée. *Bulletin du Centre d'Étude d'Histoire de la Médecine*, **47**, 7-51.
LIGNEREUX Y., REGODÓN S. & C. PAVAUX (1991) – Typologie céphalique canine. *Revue de Médecine Vétérinaire*, **142**, 469-480.
LOEBLICH A. & H. TAPPAN (1964) – Part C, Protista 2 – Sarcodina chiefly "Thecamoebians" and Foraminiferida. *In* : MOORE R.C. (dir.), *Treatise on Invertebrate Paleontology*. The Geological Society of America and the University of Kansas, 900 p.
LOEBLICH A. & H. TAPPAN (1988) – *Foraminiferal Genera and their Classifications*. Van Nostrand Reinhold, New-York.
LOEBLICH A.R. Jr., & H. TAPPAN (1981) – Suprageneric Revisions of Some Calcareous Foraminiferida. *Journal of Foraminiferal Research*, **11**, 2, 159-264.
LOEBLICH A. R. & H. TAPPAN (1987) – Foraminiferal Genera and their Classification. Van Nostrand Rienhold &Co., New York.
LOEWEN M.A., SAMONDS K.E. & M.F. RAMAROLAHY (2001) – Lake Tsimanampetsotsa, a modern alkaline playa lake in Madagascar. *Geological Society of America - Abstracts with Program*, **33**, A443-444.
LOUBIÈRE A. (1933) – Sur l'anatomie comparée et l'âge relatif d'un bois fossile de Dicotylédone trouvé à Nosy-Mitsio. *Bull. Soc. Géol. Fr*., série 5, **3**.
LOURENCO W.R. (2000) – Premier cas d'un subfossile d'araignée appartenant au genre *Arachaea* Kock & Berendt (Arachnaeidae) dans le copal de Madagascar. *Sciences de la Terre et des planètes*, **330**, 509-512.
LUO Z.-X, KIELAN-JAWOROWSKA S. & R.L. CIFELLI (2002) – In quest for a phylogeny of Mesozoic mammals. *Acta Palaeontologica Polonica*, **47**, 1, 1-78
LYDEKKER R. (1895) – On bones of a sauropodous dinosaur from Madagascar. *Quarterly Journal of the Geological Society*, Londres, **51**, 329-336.
LYS M. (1960) – La limite Crétacé-Tertiaire et l'Éocène inférieur dans le bassin de Majunga. *21e Congrès Géol. Int., Copenhague*, **5**, 120-130.

MacPHEE R.D.E. (1986) –Environment, extinction, and Holocene Vertebrate localities in southern Madagascar. *National Geographic Research*, **2**, 441-455.
MacPHEE R.D.E. (1994) – Morphology, adaptations, and relationships of *Plesiorycteropus*, and a diagnosis of a new order of eutherian mammals. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, **220**, 1-214.
MacPHEE R.D.E. & P.A. MARX (1997) – The 40,000-year plague: humans, hyperdisease, and first-contact extinctions. *In*: Goodman S.M. & B.D. Patterson (eds.), *Natural change and human impact in Madagascar*. Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 169–217.

MAGANUCO S., STEYER J.S, PASINI G., BOULAY M., LORRAIN B., BENETEAU A. & M. AUDITORE (2009) – An exquisite specimen of *Edingerella madagascariensis* (temnospondyli) from the lower Triassic of NW Madagascar; cranial anatomy, phylogeny, and restorations. *Memorie della Società Italiana di Scienze Naturale del Museo Civico di Storia Naturale di Milano*. **35**, 2, 5-67.

MAGANUCO S., CAU A. & G. PASINI (2005) – First description of theropod remains from the Middle Jurassic (Bathonian) of Madagascar. *Atti della Società italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano.* **146**, 2, 165-202.

MAGANUCO S., dal SASSO C. & G. PASINI (2006) – A new large predatory archosaur from the Middle Jurassic of Madagascar, with remarks on its affinities and paleobiology. *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano* **147**, 1, 19-51.

MAGANUCO S., CAU A., dal SASSO C. & G. PASINI (2007) – Evidence of large theropods from the Middle Jurassic of the Mahajanga Basin, NW Madagascar, with implications for ceratosaurian peal ungual evolution. *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano*, **148**, 2, 261-271.

MAGANUCO S., CAU A. & G. PASINI (2008) – New information on the abelisaurid pedal elements from the Late Cretaceous of NW Madagascar (Mahajanga Basin). *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano*, **149**, 2, 239-252.

MAGANUCO S., dal SASSO C. & G. PASINI (2006) – A new large predatory archosaur from the Middle Jurassic (Bathonian) of Madagascar. *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano*, **147**, 1, 19-51.

MAHÉ J. (1965) – Un gisement nouveau de subfossiles à Madagascar (Amparihingidro, Majunga). *Comptes Rendus Sommaires de la Société Géologique de France*, **2**, 66 p.

MAHÉ J. (1965) – Les subfossiles malgaches. *Revue de Madagascar*, Tananarive, **29**, 51–7.

MAHÉ J. & T.M. SOURDA (1972) – Sur l'extinction des vertébrés subfossiles et l'aridification du climat dans le sud-ouest de Madagascar. Description des gisements. Datations absolues. *Bulletin de la* Société *Géologique de France*, Paris, **7**, 14, 295-309.

MAJOR C.I. FORSYTH **(**1894**) –** On *Megaladapis madagascariensis*, an extinct gigantic lemuroid from Madagascar; with remarks on the associated fauna, and on its geological age. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences*, **185 b**, 15-38.

MAJOR C.I. FORSYTH (1896) – Preliminary notice on fossil monkeys from Madagascar. *Geological Magazine*, **3**, 398, 433-436.

MAJOR C.I. FORSYTH **(**1896) – On the general results of a Zoological expedition to Madagascar in 1894-96. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 971-981.

MAJOR C.I. FORSYTH (1897) – On the brains of two subfossil Malagasy lemuroids. *Proceedings of the Royal Society of London*, **62**, 46-50.

MAJOR C.I. FORSYTH (1899) – *Nesopithecus australis*: on subfossil mammals from Madagascar. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 988-989.

MAJOR C.I. FORSYTH (1901) – On some characters of the skull in the lemurs and monkeys. *Proceedings of the Zoological Society of London*, **1**, 9, 129-153.

MAJOR C.I. FORSYTH **(**1902) – Some account of a nearly complete skeleton of *Hippopotamus madagascariensis* Guld., from Sirabé, Madagascar, obtained in 1895. *Geological Magazine*, **9**, 455, 193-199.

MANNION P.D. (2010) – A revision of the sauropod dinosaur genus *Bothriospondylus* with a redescription of the type material of the Middle Jurassic form *B. madagascariensis*. *Palaeontology*, **53**, 2, 277-296.

MARIE M. (1935-1936) – Étude géologique Soaloka-Folakara. *Arch. Soc. Pétr. Madag*. (SERP).

MARSHALL M.S. & R.R. ROGERS (2010) – Lungfish burrows in the Upper Cretaceous Maevarano Formation, Mahajanga Basin, northwestern Madagascar. *Geological Society of America*, Abstracts with Program, **42**, 5, 253.

MARTONNE E. (1910) – La cartographie de Madagascar. *Annales de Géographie*. **19**, 103, 49-69.

MATTHEW W.D. (1907) – A lower Miocene fauna from South Dakota. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, **23**, 9, 169-219.

MATTHEW W.D. (1913) – A Zalambdodont insectivore from the Basal Eocene. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 307-314.

MATTHEW W.D. (1915) – Dinosaurs with special reference to the American Museum collection. American museum of natural history, New-York.
MATTHEW W.J. (1916) – New sirenian from the tertiary of Porto Rico, west Indies. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 27, 23-29.
MATTHEW W.J. (1917) – A Paleocene bat. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, **37**, 20, 569-571.
MATTHEW W.J. & GRANGER W. (1915) – A revision of the lower Eocene wasatch and Wind River faunas. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, **34**, 9, 311-328.
McELHINNY M.W. & B.J.J. EMBLETON (1976) –The paleoposition of Madagascar: remanence and magnetic properties of Late Palaeozoic sediments. *Earth and Planetary Science letters* **31**, 101-l12.
McGOWAN C. & R. MOTANI (2003) – *Ichthyopterygia*. *In* : Sues H.-D. (dir.), *Handbook of Paleoherpetology, Part 8*. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, Munich, 175 p.
McKENNA M.C. & S.K. BELL (1997) – *Classification of Mammals above the Species Level*. Columbia University Press, New-York, 640 p.
McKINLAY (1958) – Brief comparaison of the Karroo rocks of Madagascar and Tanganyika. *Rec. Géol. Surv. Tanganyika*, **7**, 30-40.
McNULTY K., CURRY ROGERS K.A. & O. RUDLOFF (2010) – Morphometric analyses of titanosaur caudal vertebrae: implications for naming "Malagasy Taxon B". *Society of Vertebrate Paleontology Abstracts with Program*, 133A.
MEGERLIN N. (1967) – Prospection des dolomies sur le plateau du Bemaraha, au sud-ouest de Miandrivazo. *Rapp. Ann. Serv. Géol*., 105-110.
MERLE A (1908) – Note sur les Poissons fossiles de la région de l'Andavakoera. *Bull. Ac. Malg*. **6**, 13-14.
MERLE A (1912) – *Explorations Minières dans le centre et l'ouest de Madagascar*. Dunod. Paris, 158 p.
MERLE A & E. FOURNIER (1910) – Sur le Trias marin du nord de Madagascar. *Bull. Soc. Géol. Fr*., **10**, 660-664.
MERLE A & E. FOURNIER (1910) – Sur le Trias marin du nord de Madagascar. *CR. Ac. Sc.* Paris, **101**, 1562-1564.
METTE W. (2004) – Middle to Upper Jurassic sedimentary sequences and marine biota of the early Indian Ocean (Southwest Madagascar): some biostratigraphic, palaeoecologic and palaeobiogeographic conclusions. *Journal of African Earth Sciences*, **38**, 4, 331-342.
MICHEL P. (1957) – Notice sur Ambohidranomora. *Arch. Soc. Petr. Madag. (SERP).*
MILLER J.H. (1999) – *Paleosols as indicators of paleoclimate in the Upper Cretaceous Maevarano Formation, Mahajanga Basin, northwestern Madagascar*. Senior Honors Thesis, Macalester College, St. Paul, Minnesota, 106 p.
MILLER J.H., ROGERS R.R., WIRTH K.R. & R.K. DUNN (2000) – Preliminary analyses of paleosols in the Upper Cretaceous Maevarano Formation (Mahajanga Basin), northwestern Madagascar: paleoclimatic implications. *Geological Society of America*, Abstracts with Program, **32**, A305.
MILLOT J. & J. ANTHONY (1958) – Anatomie de *Latimeria chalumnae* : Squelette, muscles et formations de soutien. C.N.R.S (Éd.), Paris, t. I, 120 p.
MILLOT J. & J. ANTHONY (1965) – Anatomie de *Latimeria chalumnae* : Système nerveux et organes des sens. C.N.R.S. (Éd.), Paris, t. II, 126 p., 76 pl.
MILLOT, J., J. ANTHONY & D. ROBINEAU (1978) – Anatomie de *Latimeria chalumnae* : Appareil digestif, appareil respiratoire, appareil urogénital, glandes endocrines, appareil circulatoire, téguments, écailles, conclusions générales. C.N.R.S. (Éd.), Paris, t. III, 198 p.
MILNE EDWARDS A. (1868) – Sur les découvertes zoologiques faites récemment à Madagascar par M. Alfred GRANDIDIER. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, **67**, 1165-1167.
MILNE EDWARDS A. (1868) – Sur les découvertes zoologiques faites récemment à Madagascar par M. Alfred GRANDIDIER (note présentée à l'Académie des sciences le 14 décembre 1868). *Madagascar. Notes diverses sur la géologie et paléontologie*, **2**, 341- 344.
MILNE EDWARDS A. (1869) – Oiseaux fossiles. *Dictionnaire Universel d'Histoire Naturelle*, 9, 671-719.
MILNE EDWARDS A. (1898) – Sur les animaux éteints de Madagascar. *Madagascar : Géologie et paléontologie*. Proceedings of the International Congres of Zoologie, 475.

MILNE EDWARDS A. & A. GRANDIDIER (1894) – Observations sur les *Aepyornis* de Madagascar. *Madagascar : notes diverses sur la géologie et la paléontologie. Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris, **118**, 353-358.

MILNE-EDWARDS A. & A. GRANDIDIER (1895) – Sur des ossements d'oiseaux provenant des terrains récents de Madagascar. *Madagascar. Géologie et paléontologie. Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle*, Paris, **1**, 9-11.

MITCHELL K.J., LLAMAS B., SOUBRIER J., RAWLENCE N.J.,WORTHY T.H., WOOD J., LEE M.S.YS & A. COOPER (2014) – Ancient DNA reveals elephant birds and kiwi are sister taxa and clarifies ratite bird evolution. *Science*, **344**, 6186, 898-900.

MITTERMEIER R.A., TATTERSALL I., KONSTANT W.R., MEYERS D.M. & R.B. MAST (2010) – Chapter 4: The Extinct Lemurs. *In* : MITTERMEIER R.A. NASH S.D. *et al.*, *Lemurs of Madagascar*. Conservation International - Tropical Field Guide Series, 3e éd., 33-48. ISBN 1-881173-08-9.

MIVART St. G. (1865) – Contributions towards a more complete knowledge of the axial skeleton in the primates. *Proceedings of the Zoological Society*, Londres, 545-592.

MOOK C.C. (1921) – Description of a skull of the extinct Madagascar crocodile, *Crocodylus robustus* Vaillant & Grandidier. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, **44**, 25-33.

MONNIER L. (1913) – Paléontologie de Madagascar. VII- les *Aepyornis. Annales de Paléontologie*, Paris, **8**, 7, 125-172.

MONNIER L. & C. LAMBERTON (1922) – Note sur les ossements subfossiles de la région de Mananjary. *Bulletin de l'Académie Malgache*, Tananarive, 1916-1917, **3**, 211-213.

MONNIER J., JOLINON J.-C., LAVONDES A. & P. ÉLOUARD (1994) : Philibert Commerson, le découvreur du bougainvillier. Association Saint-Guignefort, Châtillon-sur-Chalaronne, 191 p.

MORAND M. (1921) – Sur les Bélemnites d'Andranosamonta (Madagascar). *Bulletin de la Société géologique de France* (série 4), **20**, 158-160.

MOREAU M. (1963) – Contribution à l'étude géologique et sédimentologique du Karroo de Folakara à Madagascar. *Ann. Géol. Madag*. **33**, 59-68.

MOUNEYRE P.-L. & R. BARON (1904) – Rapport sur une tournée géologique effectuée en 1903 dans l'ouest et le nord-ouest de Madagascar. *Bull. économ. Mada*, 1.

MOUREAUX C. & P. SEGALEN (1950) – Notice de la carte pédologique du bas-Mangoky. *Mém. Inst. Rech. Sc. Madag*., série D, **2**, 1, 95.

MOUREAUX C. & RIQUIER J. (1953) – Notice de la carte pédologique du bas-Manja-Mahabo-Morondava. *Mém. Inst. Rech. Sc. Madag*., série D, **5**, 93-172.

MOY-THOMAS J.L. (1935) – The Coelacanth fishes from Madagascar. *Geol. Mag*. Londres, **72**, 851.

MURDOCK T.-G. (1961) – *Bassin houiller de la Sakoa*. Rapp. minier 7, Assistance technique USA.

MURDOCK T.-G. (1961) – *Grès ferrugineux de Betioky*. Rapp. minier 8, Assistance technique USA.

MURDOCK T.-G. (1961) – *Les gisements de calcaire de Soalara*. Rapp. minier 10, Assistance technique USA.

MURRAY J.W. (2006) – *Ecology and Application of Benthic Foraminifera*. Cambridge University Press, Cambridge, 440 p.

MUTTER R.J. (2005) – Re-assessment of the genus *Helmolepis* Stensio 1932 (Actinopterygii: Platysiagidae) and the evolution of Platysiagids in the Early-Middle Triassic. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 98, 271-280.

NESBITT S. J., PARRISH J. M., RANIVOHARIMANANA L. & A. R. WYSS (2010) –A new species of *Azendohsaurus* (Diapsida: Archosauromorpha) from the Triassic Isalo Group of southwestern Madagascar: cranium and mandible. *Palaeontology*, **53**, 3, 669-688.

NEUMANN M. (1967) – *Manuel de Micropaléontologie des Foraminifères (Systématique et Stratigraphie)*. Gauthier-Villard, Paris, 306 p.

NEWTON R.B. (1889) – Notes on the fossils from Madagascar, with description of two new species of Jurassic Pelecyda from that island. *Quart. Journ*., **45**, 331-339.

NEWTON R.B. (1893) – On the Discovery of a secondary reptile in Madagascar: *Steneosaurus baroni (n. sp.*); with a reference to some post-tertiary vertebrate remains from the same country recently acquired by the British Museum, Natural History. *The Geological Magazine*, **10**, 347, 193-198.
NEWTON R.B. (1895) – On a collection of fossils from Madagascar obtained by the Rev. R. BARON. *Quarterly journal of the Geological Society of London*, **51**, 72-92.
NEWTON R.B. (1910) – Note on some upper paleozoic shells from Madagascar. *Ann. Madag. Natur. Hist,*. **4**, 6-10.
NEWTON A. & E. NEWTON (1868) – On the Osteology of the Solitaire or Didine bird of the island of Rodriguez (abstract). *Proceedings of the Royal Society*, **103**, 428-433.
NICOLL M.E. & O. LANGRAND (1989) – *Madagascar : Revue de la conservation et des aires protégées*. WWF, Gland, xvii + 374 p.
NICOLAI M. (1946) – Rapport fin de campagne Folakara. *Arch. Soc. Pétr. Madag. (SERP).*
NICOLAI M. (1950) –Étude de quelques gisements fossilifères du Sud-Ouest de Madagascar. *Annales de Paléontologie - Paléontologie de Madagascar 29*, **26**, 143-168.
NICOLAI M. (1951) –. Étude de quelques gisements fossilifères du Sud-Ouest de Madagascar : Paléontologie de Madagascar, volume 2. Masson, Paris, 46 p.
NICOLAI M. et M. NICOLAÏ (1950) –. Étude de quelques gisements fossilifères du Sud-Ouest de Madagascar : Paléontologie de Madagascar, volume 1. Masson, Paris, pp. 28.
NIELSEN E. (1955) – Notes on Triasic Fishes from Madagascar. *Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening København*, **12**, 6, 563-578.
NOIZET G. (1960) – L'alunite du Vasianisy et la position stratigraphique des formations continentales de la région d'Ampanihy. *Rapp. Ann. Serv. Géol. Madag*., 153-158.
NOIZET G. (1962) – Étude géologique du site urbain de Diégo-Suarez. *Arch. Serv. Géol. Mad*., A.1854.
NOVAS F.E., CHATTERJEE S., RUDRA D. & P.M. DATTA (2010) – *Rahiolisaurus gujaratensis*, n. gen. n. sp., a new abelisaurid theropod from the Late Cretaceous of India. *In* : BANDYOPADHYAY S. (dir.), *New Aspects of Mesozoic Biodiversity*. Springer Berlin. *Lecture Notes in Earth Sciences*, **132**, 45-62.
NOVAS F.E., AGNOLÍN F.L. & S. BANDYOPADHYAY (2004) – Cretaceous theropods from India: A review of specimens described by HUENE and MATLEY (1933). *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, nueva serie, **6**, 67–103.
NOWAK R.M. (1999) – Artiodactyla: Family Hippopotamidae. *In* : *Walker's Mammals of the World*, vol. II. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1067-1072.

OBATA I. & Y. KANIE (1977) – Upper Cretaceous Dinosaur-bearing Sediments in Majunga Region, Northwestern Madagascar. *Bulletin of the National Science Museum*, Japan, series C (Geology), **3** (3), 161-172.
OBATA I. & Y. KANIE (1978) – Danian Nautiloid from Majunga, Northwest Madagascar. Bulletin of the National Science Museum, Tokyo, Series C (Geology and Paleontology) 4(2):73-84.
O'CONNOR P.M. (2001) – Soft-tissue influences on archosaurian vertebrae: interpreting pneumatic and vascular features. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **21** (3, Supplement), 84A.
O'CONNOR P.M. (2003) – Pulmonary pneumaticity in extant birds and extinct archosaurs. Ph.D. dissertation, Stony Brook University, Stony Brook, NY, 304 p.
O'CONNOR P.M. (2004) – Postcranial pneumaticity and pulmonary heterogeneity in archosaurs: evolution of the flow-through lung in nonavialan theropod dinosaurs and birds. Journal of Vertebrate Paleontology, **24** (3, Supplement), 99A.
O'CONNOR P.M. (2006) – Postcranial pneumaticity: an evaluation of soft-tissue influences on the postcranial skeleton and the reconstruction of pulmonary anatomy in Archosaurs. *Journal of Morphology*, **267**, 1199-1226.
O'CONNOR P.M. (2007) – The postcranial axial skeleton of *Majungasaurus crenatissimus* (Theropoda: Abelisauridae) from the Late Cretaceous of Madagascar. *In* : SAMPSON S.D. & D.W. KRAUSE (dir.) : *Majungasaurus crenatissimus* (Theropoda: Abelisauridae) from the Late Cretaceous of Madagascar. *Society of Vertebrate Paleontology Memoir* **8**, 127-162. Et *Journal of Vertebrate Paleontology*, Series **27**, 2, Supplement.

O'CONNOR P.M. (2009) – Evolution of archosaurian body plans: skeletal adaptations of an air-sac breathing apparatus in birds and other archosaurs. *Journal of Experimental Zoology*, **311**A, 629-646.

O'CONNOR P.M. & S.D. SAMPSON (1998) – The vertebral column of *Majungatholus atopus* (Theropoda: Abelisauridae) from the Late Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **18** (3, Supplement), 67A.

O'CONNOR, P.M. & L.P.A.M. CLAESSENS (2005) – Basic avian pulmonary design and flow-through ventilation in nonavian theropod dinosaurs. Nature, **436**, 253-256.

O'CONNOR P.M., KRAUSE D.W., BURCH S.H. & N.O. RATSIMBAHOLISON (2008) – The Late Cretaceous (Maastrichtian) theropod fauna of the Maevarano Formation, northwestern Madagascar: new discoveries, new insights and new directions. III^{ro} Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados, Neuquén, Patagonia, Argentina, Libro de Resúmenes, 180.

O'CONNOR P.M., GROENKE J.R., RASOAMIARAMANANA A. & D.W. KRAUSE (2009) – Predatory dinosaurs from the Great Red Island: the Late Cretaceous theropod fauna of Madagascar. *Dinosaurs of Gondwana Symposium*, 8 p.

O'CONNOR P.M. & C.A. FORSTER (2009) – The Late Cretaceous (Maastrichtian) avifauna from the Maevarano Formation, northwestern Madagascar: recent discoveries and new insights related to avian anatomical diversification. Journal of Vertebrate Paleontology, **29**, 3, Supplement), 157A.

O'CONNOR P.M. & FORSTER C.A. (2010) – A late cretaceous (Maastrichtian) avifauna from the Maevarano formation, Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **30**, 4, 1178-1201.

OGIER A. (1975) – Étude de nouveaux ossements de *Bothriospondylus* (Sauropode) d'un gisement du Bathonien de Madagascar. Thèse 3^{e} cycle, Paris, 111 p.

OLIVER W.L.R. (1995) – Taxonomy and conservation status of the Suiforms–An overview. *Ibex* J. M. E. **3**, 3-5.

OLSEN P.E. (1984) – The skull and pectoral girdle of the Parasemionotid fish *Watsonulus eugnathoides* from the Early Triassic Sakamena Group of Madagascar, with comments on the relationships of the Holostean Fishes. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **4** (3), 481-499.

ONU (1967) – *Carte photogéologique Tuléar-Mangoky*, au 1/100.000^{e}. Serv. Hydrogéologique, Tananarive.

ORLIAC M. J., BOISSERIE J.-R., MCLATCHY L. & F. LIHOREAU (2011) – Early Miocene hippopotamids (Cetardiodactyla) constrain the phylogenetic and spatiotemporal settings of hippopotamid origin. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 1-6.

ORLIAC M. J., ANTOINE P.-O., CHARRUAULT A.-L., HERVET S., PRODEO F. & F. DURANTHON (2014) – Specialization for amphibiosis of *Brachyodus onoideus* (Artiodactyla, Hippopotamoidea) from the early Miocene of France. *Swiss Journal of Geosciences*, **106** 2, 265-278.

OSTROWSKI S. (2009) – Phyllodontid albuloid fish (Teleostei: Elopomorpha) from the Late Cretaceous of Madagascar and implications for Gondwanan biogeography. Journal of Vertebrate Paleontology, **29**, 3, Supplement, 160A.

PACHOUD A. (1954) – Étude du plateau éocène de la côte Sud-Ouest entre Onilahy et Mangoky. *Archives SPM*.

PADIAN K. (dir.) (1986) – *The Beginning of the Age of Dinosaurs: Faunal Change Across the Triassic–Jurassic Boundary*. Cambridge University Press, Cambridge, 404 p.

PAGE K.N. (1996 – Mesozoic ammonoids in time and space. 755-794. *In* : LANDMAN N.H., TANABE K. & R.A. DAVIS (dir.), *Ammonoid paleobiology*. Plenum, New York, 857 p.

PARSELL D.L. (2001) – Skeleton of new Dinosaur 'Titan' found in Madagascar. *National Geographic News*, august. (*Rapetosaurus krausei*)

PATTERSON B.D., GOODMAN S.M. & J.L. SEDLOCK (dir.) (1995) – *Environmental Change in Madagascar: Fiovan'ny tontolo iainana eto Madagaskara*. The Field Museum, Chicago, 143 p.

PATZKOWSKY M.E. & S.M. HOLLAND (2012) – *Stratigraphic Paleobiology: Understanding the Distribution of Fossil Taxa in Time and Space*. University of Chicago Press, Chicago, 256 p.

PAULIAN M.R. (1965) – Découverte d'une faune entomologique permienne à Madagascar. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, **260**, 9, 4028-4030.

PAULIAN R. (1969) – Sur quatre empreintes fossiles de coléoptères dans le Jurassique supérieur de Madagascar. *Mém. Ac. Malg*. **43**, 127-130.

PAULIAN M.R. (1984) – Madagascar: a microcontinent between Africa and Asia. *In* : JOLLY A., OBERLÉ P. & R. ALBIGNAC (dir.), *Key environments: Madagascar*. Pergamon Press, New York, 1-26.

PAULIAN R. (1996) – Réflexions sur la zoogéographie de Madagascar. Biogéographie de Madagascar. *In* : GAUTIER E.F., *Sur la géographie Malgache*, 219-230.

PAULIAN R. & Y. DOMMERGUES (1950) – Les grottes dites de Tenika dans l'Isalo. *Le Naturaliste malgache*, Tananarive, **2**, 1, 1-5.

PAULIAN R. & A. GRJEBINE (1953) – Une campagne spéléologique dans la réserve naturelle de Namoroka. *Le Naturaliste malgache*, Tananarive, **5**, 1, 19-28.

PAVLOVSKY R. (1952) – Étude géologique des feuilles Befandriana-Sud, Ambohibe, Manja, Mandabe, Makay, Morondova, *Trav. Bur. Géol. Madag.*, 39.

PAVLOVSKY R. (1954) – Étude géologique des bassins charbonniers du moyen Onilahy. *Trav. Bur. Géol. Mad*., 60.

PAVLOVSKY R. (1954) – Étude géologique et prospection de gypse, schistes bitumineux et lignite sur la bordure du plateau de l'Ankara, entre Mahazoma et Kandreho. *Rapp. Ann. Serv. Géol. Mad.*

PERRIER de la BATHIE H. (1910) – Note sur la vallée permo-triasique et le contact des terrains métamorphiques et des terrains sédimentaires dans l'Ouest de Madagascar. *Bulletin économique de Madagascar*, **10**, 2e trim., 197-235.

PERRIER de la BATHIE H. (1919) – Les terrains postérieurs au Crétacé moyen de la région de Majunga. *Bull. Acad. Malg.*, nouvelle série, **4**, 205-212.

PERRIER de la BATHIE H. (1919) – Au sujet des couches les plus anciennes de la série sédimentaire du versant occidental. *Bull. Acad. Malg.*, nouvelle série, **4**, 219-221.

PERRIER de la BATHIE H. (1926) – Fossiles du Quaternaire de Majunga. *Bull. Ac. Malg*., **9**, 87-89.

PERRIER de la BATHIE H. (1927) – Le Tsaratanàna, l'Ankaratra et l'Andringitra. *Mém. Acad. Malg*., 3.

PERRIN S.-J. (1932) – Lower triasic Ammonoids of North America. *Proff. papers*, US. Géol. Surv. Washington (Madagascar, pp. 13, 14, 16)

PFENDER J. (1934) – À propos du *Siderolites vidali* DOUVILLÉ et de quelques autres. *Bull. Soc. Géol. Fr*., **4**, 225-235.

PICHON M. (1963) – Rôle de la subsidence dans la formation des récifs barrière sur la côte sud-ouest de Madagascar. *CR. Ac. Sc. Paris*, **256**, 980-981.

PINARD C. (1965) – Recherche de gisements stratiformes à Madagascar. Bassin Sud Onilahy. *Archives BRGM*.

PINTO I.D & L.P.D.E de ORNELLAS (1978) – New fossil insecta from the White Band Formation (Permian), South Africa. *Pesquisas*, Porto Allegre, **10**, 96-104.

PINTO I.D. & L.P.D.E. de ORNELLAS (1978) – Carboniferous Insects (Protorthoptera and Parapleocoptera) from the Gondwana (South America, Africa and Asia). *Pesquisas*, **11**, 305-321.

PIQUÉ A. (1999) – L'évolution géologique de Madagascar et la dislocation du Gondwana : une introduction. *Journal of African Earth Sciences*, **28**, 4, 919-930.

PIQUÉ A., LAVILLE E., BIGNOT G., RABARIMANANA M. & C. THOUIN (1999) – L'ouverture etle développement du bassin de Morondava (Madagascar) du Carbonifere supérieur au Jurassique moyen. Données stratigraphiques, sédimentaires, paléontologiques et structurales. *Journal of African Earth Sciences,* **28**, 4, 931-948.

PIQUÉ A., LAVILLE E., CHOTIN P., CHOROWICZ J., RAKOTONDRAOMPIANA S. &C. THOUIN (1999) – L'extension à Madagascar du Néogène à l'Actuel ; arguments structuraux et géophysiques. *Journal of African Earth Sciences*, **28**, 4, 975-983.

PIVETEAU J. (1925) – Sur l'âge des couches de base des terrains sédimentaires du sud-ouest de Madagascar entre l'Onilahy et le Mangoky. *CR. Ac. Sc*. Paris, **180**, 524-526.

PIVETEAU J. (1926) – Contribution à l'étude des formations lagunaires du nord-ouest de Madagascar. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 4e série, **26**, 33-38.

PIVETEAU J. (1926) –Amphibiens et Reptiles permiens. *Annales de Paléontologie - Paléontologie de Madagascar 13*, **15**, 53-180.

PIVETEAU J. (1926) – *Le Permien de Madagascar et sa faune de Vertébrés quadrupèdes*. Thèse Paris. Masson, 179 p.

PIVETEAU J. (1926) – Contribution à l'étude des formations lagunaires du nord-ouest de Madagascar. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, série 4, **26**, 33-38.
PIVETEAU J. (1927) – Les théories sur l'origine de l'Homme avant et après Darwin. *L'Anthropologie*, 37, 355-380.
PIVETEAU J. (1927) – Sur quelques Poissons fossiles du Nord de Madagascar. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, **184**, 21, 1264-1266.
PIVETEAU J. (1928) – Études sur quelques Amphibiens et Reptiles. *Ann. Paléont.* **17**, 1-2, 23-47.
PIVETEAU J. (1928) – Note sur les terrains nummulitiques du sud de Madagascar. *Bull. Ass. Fr. Av. Sc.*
PIVETEAU J. (1929) – Les vertébrés du Pontien de Salonique. *Annales de Paléontologie*, Paris, 18, 59-138.
PIVETEAU J. (1933) – Un ophidien du Crétacé supérieur de Madagascar. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, Série 5, **3**, 597-602.
PIVETEAU J. (1934) –Les Poissons du Trias Inférieur. Contribution à l'étude des Actinoptérygiens. *Annales de Paléontologie - Paléontologie de Madagascar 21*, **23**, 3-4, 83-178.
PIVETEAU J. (1936) – Une forme ancestrale des Amphibiens Anoures dans le Trias inférieur de Madagascar. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, **202**, 19, 1607-1608.
PIVETEAU J. (1938) – Un Amphibien du Trias inférieur. Essai sur l'origine et l'évolution des Amphibiens Anoures. *Annales de Paléontologie - Paléontologie de Madagascar 23,* **26**, 3-4, 135-178.
PIVETEAU J. (1939) – Nouvelles recherches sur les Poissons du Trias inférieur. *Annales de Paléontologie - Paléontologie de Madagascar 24*, **27**, 71-88, pl. 10.
PIVETEAU J. (1946) – Nouvelles recherches sur les Poissons du Trias inférieur. *Ann. Paléont.*, **28**.
PIVETEAU J. (1946) – Les Poissons du Trias inférieur. La famille des Saurichthyidés. *Ann. Paléont.*, **31**.
PIVETEAU J. (1946) – Nouvelles recherches sur les Poissons du Trias inférieur. *Ann. Paléont.*, **28**.
PIVETEAU J. (1946) – Présence d'Amphibien Labyrinthodonte dans le Trias inférieur du nord de Madagascar. *CRS. Soc. Géol. Fr.*, 14.
PIVETEAU J. (1948) – Recherches anatomiques sur les lémuriens disparus. Le genre *Archaeolemur*. *Annales de Paléontologie*, Paris, **34**, 125-172.
PIVETEAU J. (1950) – Recherches Sur l'encéphale de Lémuriens disparus. *Annales de Paléontologie*, Paris, **36**, 85-103.
PIVETEAU J. (1955) – Existence d'un Reptile du groupe des Procolophonides à Madagascar. Conséquences stratigraphiques et paléontologiques. *CR. Ac. Sc.*, Paris, **241**, 1325-1327.
PIVETEAU J. (1955) – L'origine des Plésiosaures (Permien de Madagascar, gisement de Leoposa près de Ranohira). *CR. Ac. Sc.*, Paris, **241**, 1486-1488.
PIVETEAU J. (1955) – Eosuchia. *In* : PIVETEAU J. (dir.), *Traité de Paléontologie*, Masson, Paris, **5**, 545-555.
PIVETEAU J. (1957) – Les Reptiles permo-triasiques de Madagascar. *CR. 3e Congrès PIOSA*, Tananarive, section C Géologie, 229-232.
PIVETEAU J. (1957) – Primates - Paléontologie humaine. *In* : PIVETEAU J. (dir.), *Traité de Paléontologie*. Masson, Paris, **7**, 675 p.
POISSON H. (1922) – Diégo-Suarez et le Nord de Madagascar. *Bull. Économ. Mad.* 3e et 4e trimestres.
PRASAD G.V.R., VERMA O., SAHNI A., KRAUSE D.W., KHOSLA A. & V. PARMAR (2007) – A new Late Cretaceous gondwanatherian mammal from Central India. *Proceedings of the Indian National Science Academy*, New Delhi, **73**, 1, 17-24.
Projet de Gouvernance sur les Ressources Minérales (PRGM) (2012) – Antananarivo.
PRIEM F. (1908) – Note sur les poissons fossiles de Madagascar. *Bulletin de la Société Géologique de France*, Paris, **7**, 460-465.
PRIEM F. (1924) – Paléontologie de Madagascar. XII : Les Poissons fossiles. *Annales de Paléontologie*, Paris, 1-15.
PRINCE (1898) – Une mission dans l'Ambongo, le Milanja et le Boina. *Notes, Rec. Expl.*, 15, 318-351.
PRINCE & BÉNÉVENT (1902) – Mission dans l'Ambongo, *Notes, Rec. Expl.*
PUY D.J. du & J. MOAT (1996) – A refined classification of the primary vegetation of Madagascar based on the underlying geology: using GIS to map its distribution and to assess its conservation

status. *In* : WR. LOURENTO (Ed.), *Proceedings of the International Symposium on the 'Biogéographie de Madagascar'*, Paris, septembre 1995. Éditions ORSTOM, Paris, 205-218.

PUY D.J. du & J. MOAT (1997) – Using GIS for vegetation mapping and conservation planning in Madagascar. *Plant Talk*, **11**, 24.

PUY D.J. du & J. MOAT (1999) – Vegetation mapping and biodiversity conservation in Madagascar Geographical Information Systems. *In* : TIMBERLAKE J. & S. KATIVU (dir.), *African Plants: Biodiversity Taxonomy and Uses*. Royal Botanic Gardens, Kew, 245-251.

RABARISON J.A. (1996) – *Contribution à l'étude de dents isolées des requins du Crétacé supérieur de la région Bérivotra (Bassin de Majunga, nord-ouest de Madagascar)*. Diplôme d'Études Approfondies, Université d'Antananarivo, 99 p.

RAFAMANTANANTSOA J.G., RAVONINJATOVO A.O. & F.M.F. RAMAROLAHY (2007) – Singularité de la Région d'Anosy, patrimoine à conserver Pour le développement durable : alternative énergétique, *Conférence organisée par le Centre de Langues de l'Académie, RARIHASINA,* Antananarivo, 9 p.

RAFAMANTANANTSOA J.G., & Ramanivosoa b.v.l. (2009) – Nouvelles données macropaléontologiques et micropaléontologiques de la région du nord-ouest de madagascar. Bull. Acad. Malg. rafamantanantsoa j.g. *In* : RAMAROLAHY F.M.F. (dir), Rakotondrazafy T. & Rafamantanantsoa J.G. (2012), Aperçu synoptique de l'histoire des végétations malgaches au cours des 32 000 ans. *Mémoire de l'Académie malgache* Antananarivo, 20 p.

RAFARA A. (1990) – Les Ostracodermes du Jurassique moyen-Néocomien du bassin de Majunga (Madagascar) - Comparaison avec les autres faunes gondwaniennes. *Geobios*, **23**, 4, 415-443.

RAFFERTY K.L., TEAFORD M.F. & W.L. JUNGERS (2002) – Molar microwear of subfossil lemurs: improving the resolution of dietary inferences. *Journal of Human Evolution*, **43**, 5, 645-657.

RAGE J.-C. (2003) – Relationships of the Malagasy fauna during the Late Cretaceous: Northern or southern routes? *Acta Palaeontologica Polonica*, **48**, 661–662.

RAGE J.-C. & ROCEK Z. (1989) – Redescription of *Triadobatrachus massinoti* (PIVETEAU, 1936) an anuran amphibian from the early Triassic. *Palaeontographica Abteilung* A., **206**, 1-3, 1-16.

RAHANTARISOA L.J. (2007) – Biostratigraphie et paléoécologie du Maastrichtien de Bérivotra (Mahajanga). Ph.D. dissertation, Université d'Antananarivo, 126 p.

RAINE J.I., MILDENHALL D.C. & E.M. KENNEDY (2011) – New Zealand fossil spores and pollen: an illustrated catalogue. 4th edition. GNS Science miscellaneous series n°4.

RAJAONARISIRA A. (1968) – Prospection de lignite dans la région de Moromandio. *Arch. Serv. Géol. Madag*., A. 2114.

RAJAONARISIRA A. (1968) – Prélèvements dans les calcaires marneux de la baie de Narinda. *Rapp. Ann. Serv. Géol. Madag*., 93-96.

RAKOTOARIVELO H. (1960) – Étude palynologique de quelques échantillons de houille du bassin de la Sakoa. *Mém. hors série, Serv. Géol. Madag*.

RAKOTOARIVELO H. (1963) – Étude palynologique de quelques échantillons de la houille des couches IV et V du bassin de la Sakoa. *Bull. Ac. Malg. nouvelle série*, **34**, 3-5.

RAKOTOVAO M., LIGNEREUX Y., ORLIAC M., DURANTHON F. & P.-O. ANTOINE (2014) – *Hippopotamus lemerlei* Grandidier, 1868 et *Hippopotamus madagascariensis* Guldberg, 1883 (Mammalia, Hippopotamidae) : anatomie crânio-dentaire et révision systématique. *Geodiversitas*, 2014, **36**, 117-161.

RAMANGARISOA ANDRIANJAKA R.B.L. (2005) – Étude sédimentologique du Crétacé supérieur des sites fossilifères de la région de Bérivotra, Bassin de Mahajanga - Madagascar. Diplôme d'Études Approfondies, Université d'Antananarivo, 65 p.

RAMAKAVELO G. & G. BIGNOT (1987) – Microbiostratigraphie du Paléogène de Tuléar (Madagascar SW). Étude préliminaire. *Géologie Méditerranéenne*, **14** (1), 65-67.

RAMAROLAHY F.M.F. & J.G. RAFAMANTANANTSOA (2008) – Nouvelles approches méthodologiques en paléoécologie. *Bull. Acad. Malg*.

RAMIHANGIHAJASON T.N., ANDRIANAVALONA T.H., RAZAFIMBELO R., RAHANTARISOA L., ALI J.R. & K.E. SAMONDS (2014) – Miocene benthic foraminifera from Nosy Makamby and Amparafaka, Mahajanga Basin, northwestern Madagascar. *Journal of African Earth Sciences*. **100**, 409-417.

RANDRIANARIVONY (1943) – Étude du gisement de gypse de Mampikony. *Arch. Serv. Géol. Madag*. A.106.

RANDRIANASOLO A. (1979) – Étude micropaléontologique et tectonique de la vallée de la Betaitra – Nosy Longo, région d'Antsiranana. *Annales de l'Université de Madagascar: série Sciences de la Nature et Mathématiques*, 16, 169-175.

RANDRIANASOLO A. (1989) – *Étude stratigraphique et micropaléontologique des bassins sédimentaires malgaches situés au nord de la Betsiboka, de l'Albien moyen à la limite Crétacé-Tertiaire*. Thèse Doctorat ès Sciences 1986, Université d'Aix-Marseille I.- Impr. Petroconsultants S.A., Genève, 248 p.

RANDRIANASOLO A. & J. PHILIP (1989) – Le Turonien du nord de Madagascar dans son cadre géodynamique. *Geobios*, Villeurbanne, **22**, 119–129

RANDRIANASOLO A. & ANGLADA R. (1989) – La lignée *Hedbergella wondersi* nov. sp.- *Planomalina buxtorfi* (GANDOLFI) (foraminifères planctoniques) dans l'Albo-Cénomanien du Bassin d'Antsiranana (nord de Madagascar). *Geobios*, **22**, 6, 803-823.

RANDRIAMIARIMANANA L.L. (1996) – *Contribution à l'étude des raies du Crétacé supérieur du Bassin de Mahajanga*. Diplôme d'Études Approfondies, Université d'Antananarivo, 99 p.

RANIVOHARIMANANA L., KAMMERER C.F. FLYNN J.J. & A.R. WYSS (2011) – New material of *Dadadon isaloi* (Cynodontia, Traversodontidae) from the Triassic of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **31**, 6, 1292-1302.

RANTOANINA M. (1961) – Étude préliminaire des gisements de Kaolin de la région d'Ampanihy. *Arch. Serv. Géol. Madag*., A. 1770.

RASAMIMANANA G., BARDINTZEFF J.-M., RASENDRASOA J., BELLON H., THOUIN C., GIOAN P. & A. PIQUE (1998) – Les épisodes magmatiques du Sud-Ouest de Madagascar (bassin de Morondava), marqueurs des phénomènes de rifting crétacé et néogène. *Comptes Rendus Académie des Sciences*, Paris, Sciences Terre et Planètes, **326**, 685-691.

RASAMOELINA L. (1994) – Les Grands Mammifères Quaternaires de Madagascar (Primates exclus). Mémoire de Diplôme d'associé aux Recherches, soutenu au Centre des Sciences de la Terre, 26 septembre 1994. *Université Claude Bernard Lyon I*, 43-75.

RASAMOELINA L. (1995) – Les grands mammifères Quaternaires de Madagascar. Inventaire des collections françaises. *Institut et civilisation orientale, travaux et documents*, **35**, *série civilisation, AUPOI*, Paris, 175 p.

RASMUSSON E.L. (2002) – *New material of* Trematochampsa oblita *(Crocodyliformes, Trematochampsidae) from the Late Cretaceous of Madagascar, with a review and cladistic analysis of the Family Tremotochampsidae*. M.S. thesis, Michigan State University, 64 p.

RASMUSSON E.L. (2002) – Interrelationships of trematochampsid crocodyliforms. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **22**, 3, Supplement, 98A.

RASMUSSON E.L. & G.A. BUCKLEY (2001) – New material of the enigmatic crocodyliform *Trematochampsa oblita*, from the Late Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **21**, 3, Supplement, 91A.

RASMUSSON E.L. & G.A. BUCKLEY (2009) – New Material of "Trematochampsa" Oblita (Crocodyliformes, Trematochampsidae) from the Late Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **29**, 2, 599-604.

RASOAMAHENINA J.-A. (1968) – Étude géologique de la région du Cap Saint-André. *Arch. Serv. Géol. Madag*., A. 2113.

RASOAMAMPIANINA V. (2010) – I. Le fonds Grandidier et l'histoire scientifique et technique de Madagascar avant l'annexion coloniale (1896). *In* : FELLER C. & F. SANDRON (dir.), *Parcours de recherche à Madagascar*. IRD-Orstom éditions, Paris, 15-32.

RATSIMBAZAFY C. (1969) – Premiers résultats des levers géochimiques. *CR. Semaine Géologique 1969*, Tananarive.

RATSIMBAHOLISON N.O. (2008) – Ontogénie crânio-faciale de *Majungasaurus crenatissimus* (Théropode: Abelisauridae) du Crétacé supérieur de Madagascar de Bérivotra-Mahajanga. Diplôme d'Études Approfondies, Université d'Antananarivo.

RATSIMBAHOLISON N.O., R.N. FELICE & P.M. O'CONNOR (2014) – Craniomandibular ontogeny in nonavian theropods dinosaurs: insights from the abelisaurid *Majungasaurus crenatissimus*. *Journal of Vertebrate Paleontology*, Program and Abstracts, 211

RAUHUT O.W.M. (2012) – A reappraisal of a putative record of abelisauroid theropod dinosaur from the Middle Jurassic of England. *Proceedings of the Geologists' Association*, **123**, 779-786.
RAVELOSON M.L.T. (2007) – Les plaques dermiques des crocodiliformes du Maestrichtien de Bérivotra (Bassin de Majunga): descriptions et systématiques. Diplôme d'Études Approfondies, Université d'Antananarivo, 76 p.
RAVELOSON M.L. & R. WHATLEY (2006) – Comparative morphology and identification of disassociated crocodyliform osteoderms from the Upper Cretaceous Maevarano Formation, Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **26**, 3, Supplement, 113A.
RAYNER R.J. (1992) – *Phyllotheca*: the pastures of the Late Permian. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **92**, 1-2, 31-40.
RAZAFIMBELO E. (1963) – Études régionales dans la province de Majunga. Coupes au 1/100 000^{e} d'Andrafiamajera et Sitampiky. *Archives SMP*.
RAZAFIMBELO E. (1964) – Le Crétacé supérieur dans le sud du bassin de Majunga. *Arch. SPM*.
RAZAFIMBELO E. (1964) – Note sur la faille d'Ambondromamy (NW de Madagascar). *CR. Semaine géologique 1964*, Tananarive.
RAZAFIMBELO E. (1964) – Note sur la formation albienne à l'est de la Betsiboka. *CR. Semaine Géologique 1964*, Tananarive.
RAZAFIMBELO E. (1964) – Les variations du Lias et du Dogger dans la région de la Betsiboka. *Arch. SPM*., 594.
RAZAFINDRAZAKA G., DALY L., POZZI J.-P. & R. BLACK (1976) – Position de Madagascar dans le Gondwana à partir de l'étude magnétique des formations du Karoo. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, **282**, 17-20.
RAZAFINDRAZAKA Y., RANDRIAMANANJARA T., PIQUÉ A., THOUIN C., LAVILLE E., MALOD J. & J.-P. REHAULT (1999) – Extension et sédimentation au Paléozoïque terminal et au Mésozoïque dans le bassin de Majunga (Nord-Ouest de Madagascar). *Journal of African Earth Sciences*, **28**, 4, 949-959.
REBILLY R. (1955) – Étude de détail de la vallée du Sikily. *Archives SPM*.
REBILLY G. (1956) – La tectonique du haut Sikily. *Archives SPM*.
RÉRAT J.-C. (1963) – Étude géologique de l'extrême-nord de Madagascar. *Archives SPM*.
RÉRAT J.-C. (1963) – Diégo-Suarez. 1:100,000. Service Géologique de Madagascar, carte 452.
RÉRAT J.-C. (1964) – Note sur les variations de faciès des séries jurassiques du nord de Madagascar. *CR. Semaine géologique 1964*, Tananarive.
RÉRAT J.-C. (1965) – Les basaltes turoniens et leurs séries encaissantes dans le bassin de Majunga. *CR. Semaine géologique 1965*, Tananarive.
RÉRAT J.-C. (1965) – Contribution de l'étude des minéraux lourds à la stratigraphie de bassin de Majunga. *CR. Semaine géologique 1965*, Tananarive.
RICHET E. (1911) – Notes sur Madagascar. Exploration du Mont Sambirano et de la Ramena. *CR. Congrès Soc. Fr. Géogr*., Roubaix.
RICQLÈS A. de (1999) – Les animaux à la conquête du ciel. *La Recherche*, 317, 122. Voir aussi : PADIAN K. & L. CHIAPPE (1998). Art. cit. : 32-39.
RIDGELY R. & L. WITMER (2004) – New applications of CT scanning and 3D modeling for dinosaur visualization. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **24**, 3, Supplement, 103A-104A.
RIEDEL A. & J. BOULANGER (1959) – Prospection régionale de la région du Cap Saint-André, Morafenobe. *Archives BUMIFOM*, Tananarive.
RIEPPEL O. (1980) – Additional specimens of *Saurichthys madagascariensis* PIVETEAU, from the Eotrias of Madagascar. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte*, **1**, 43-51.
RIGAUD *et al*., 1889 – Exploration du terrain houiller de la côte nord-ouest de Madagascar. *Bull. Ind. Min*., **3**.
RIMBLOT-BALY F., de RICQLÈS A. & L. ZYLBERBERG (1995) – Analyse paléohistologique d'une série de croissance partielle chez *Lapparentosaurus madagascariensis* (Jurassique Moyen) : essai sur la dynamique de croissance d'un dinosaure sauropode. *Annales de Paléontologie*, **81**, 49-86.
RIVEREAU & C. SLAN (1963) – Étude photogéologique de l'extrême sud de Madagascar. *Arch. Serv. Hydrog*. Tananarive.
ROBEQUAIN C. (1953) – Géologie et morphologie à Madagascar. *Annales de Géographie*, **62**, 329, 60-67.

ROBERTS E.M. & R.R. ROGERS (1997) – Insect modification of dinosaur bones from the Upper Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **17**, 3, Supplement, 71A.

ROBERTS E.M., ROGERS R.R & FOREMAN B.Z. (2007) – Continental insect borings in dinosaur bone: examples from the Late Cretaceous of Madagascar and Utah. *Journal of Paleontology,* **81**, 1, 201-208.

ROBSON D. (1955) – Note sur le lignite d'Ambalanjakomby. *Archives BUMIFOM*.

ROGERS R.R. (2005) – Fine-grained debris flows and extraordinary vertebrate burials in the Late Cretaceous of Madagascar. Abstracts with Programs, *Geological Society of America*, **37**, 5, 24.

ROGERS R.R. (2005) – Fine-grained debris flows and extraordinary vertebrate burials in the Late Cretaceous of Madagascar. *Geology*, **33**, 297-300.

ROGERS R.R., SAMPSON S.D. & E.M. ROBERTS (1997) – Taphonomy of semi-arid depositional settings: a case study from the subtropical Late Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **17**, 3, Supplement, 71A.

ROGERS R.R. & J.H. HARTMAN (1998) – Revised age of the dinosaur-bearing Maevarano Formation (Upper Cretaceous), Mahajanga Basin, Madagascar. Special Abstracts Issue, *Gondwana* **10**: Event Stratigraphy of Gondwana. *Journal of African Earth Sciences*, **27**, 1A, 160-162.

ROGERS R.R., HARTMAN J.H. & KRAUSE D.W. (2000) – Stratigraphic analysis of Upper Cretaceous rocks in the Mahajanga Basin, northwestern Madagascar: implications for ancient and modern faunas. *Journal of Geology*, **108**, 275-301.

ROGERS R.R., HARTMAN J.H. & D.W. KRAUSE (2001) – Stratigraphic analysis of Upper Cretaceous rocks in the Mahajanga Basin, northwestern Madagascar: implications for ancient and modern faunas - A reply. *Journal of Geology*, **109**, 674-676.

ROGERS R.R. & J. MILLER (2002) – Paleoenvironmental and taphonomic perspectives on the Late Cretaceous world of the abelisaurid theropod *Majungatholus atopus*. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **22** (3, Supplement), 100A.

ROGERS R.R., KRAUSE D.W. & K.A. CURRY ROGERS (2003) – Cannibalism in the Madagascan dinosaur *Majungatholus atopus*. *Nature*, **422**, 515-518.

ROGERS R.R. & D.W. KRAUSE (2007) – Tracking an ancient killer. *Scientific American*, **296** (2), 32-39. Reprinted as "Saurier-Massengrab auf Madagaskar" *in Spektrum der Wissenschaft*, 807, 24-31.

ROGERS R.R., KRAUSE D.W., CURRY-ROGERS K.A., RASOAMIARAMANANA A. & L. RAHANTARISOA (2007) – Perspectives on the paleoenvironment and paleoecology of the Late Cretaceous Malagasy theropod *Majungasaurus crenatissimus*. *In* : SAMPSON S.D. & D. W. KRAUSE (dir.) : *Majungasaurus crenatissimus* (Theropoda: Abelisauridae) from the Late Cretaceous of Madagascar. *Society of Vertebrate Paleontology Memoir* **8**, 21-31 et *Journal of Vertebrate Paleontology*, **27**, 2, Supplement.

ROGERS R.R. & D.W. KRAUSE (2010) – New insights into the geological context of the Late Cretaceous vertebrate assemblage from the Maevarano Formation, Mahajanga Basin, Madagascar. *Society of Vertebrate Paleontology Abstracts with Program*, 153A.

ROGERS R.R., KRAUSE D.W., KAST S. C., MARSHALL M.S., RAHANTARISOA L., ROBINS C. R., & J. J.W. SERTICH (2013) – A new, richly fossiliferous member comprised of tidal deposits in the Upper Cretaceous Maevarano Formation, northwestern Madagascar. *Cretaceous Research*, **44**, 12-29.

ROMER A.S. (1966) – *Vertebrate paleontology*. University of Chicago Press, Chicago, 468 p.

ROMER A.S. (1956, 1997) – *Osteology of the Reptiles*. Krieger Publishing Company, Malabar, FA, 772 p.

ROZADA L. (2014) – *Étude du premier Caseidae (Amniota, Synapsida) gondwanien (Permien de Madagascar) : morphologie, phylogénie et implications paléobiogéographiques.* Mémoire de Master 2, Université de Rennes I.

ROWE T. (1988) – Definition, Diagnosis, and Origin of Mammalia. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **8**, 3, 241-264.

ROUX C. & P. GEISTODOERFER (1988) – Dents de requins et bulles tympaniques de cétacés : Noyaux de nodules polymétalliques récoltés dans L'Océan Indien. *Cybium*, **12**, 2, 129-137.

RUSSELL D., RUSSELL D.E., TAQUET P. & H. THOMAS (1976) – Nouvelles récoltes de vertébrés dans le terraines continentaux du Crétacé supérieur de la région de Majunga (Madagascar). *Comptes Rendus de la Société Géologique de France*, 5, 205-208.

SAINT-OURS J.-L. de (1952) – Étude géologique des grès bitumineux de Bedoa-Bemolanga. *Doc. Bur. Géol. Madag*., 62.
SAINT-OURS J.-L. de (1952) – Étude géologique des feuilles Mitsinjo et Namakia. *Trav. Bur. Géol. Madag*., 34.
SAINT-OURS J.-L. de (1952) - Étude géologique de la feuille Andranofanjava et Diégo-Suarez. *Trav. Bur. Géol. Mad*., 37.
SAINT-OURS J.-L. de (1953) – Les grottes d'Andranoboka (district de Majunga). *Trav. Bur. Géol. Madag*., 43.
SAINT-OURS J.-L. de (1955) – Notes sur la stratigraphie du plateau de la table. *Arch. Serv. Géol. Mad*., A. 870.
SAINT-OURS J.-L. de (1955) – Prospection d'argiles pour la fabrication du ciment dans la région de Soalara. *Trav. Bur. Géol. Madag*., 70.
SAINT-OURS J.-L. de (1956) – Prospection de la province de Célestine dans la région de Mahazoma. *Arch. Serv. Géol. Madag*., A. 968.
SAINT-OURS J.-L. de (1956) – prospection de la province pétrographique d'Ampasindava. *Trav. Bur. Géol. Mad*., 75.
SAINT-OURS J.-L. de (1956) – Révision de la carte géologique Ambilobe. *Serv. Géol. Mad*.
SAINT-OURS J.-L. de (1958) – *Études géologiques dans l'extrême Nord de Madagascar et l'Archipel des Comores*. Thèse 3e cycle université de Strasbourg, 85 p.
SAINT-OURS J.-L. de (1960) – Études géologiques dans l'extrême nord de Madagascar et l'Archipel des Comores. *Mém. hors série Serv. Géol. Mad*.
SAINT-OURS J.-L. de & RÉRAT J.-C. (1963) – *Cap Saint-Sébastien, Montagne d'Ambre*. 1:100 000. Service Géologique de Madagascar, carte 453.
SAINT-OURS J.-L. de, BRP-IFP & RÉRAT J.-C. (1963) – Anivorano-Nord – Irodo. 1:100 000. Service Géologique de Madagascar, carte 454.
SAINT-OURS J.-L. de (1964) – Présentation de la carte photo-géologique au 1/100 000e du sud de Madagascar. CR. *Semaine géologique 1964*, Tananarive.
SAINT-OURS J.-L. de, PAULIAN R. & A. RAMAHALIMBY (2009) – Les Grottes d'Andranoboka. *Publications de l'Institut de Recherche Scientifique de Madagascar*, Tananarive, 11 p.
SALVAT B. (1961) – Récoltes malacologiques de M. BATTISTINI sur les plages soulevées de Madagascar. *Bull. Mus. Hist. Nat*., Paris, série 2, **33**, 5, 524-531.
SAMONDS, K.E. (2007) – Late Pleistocene bat fossils from Anjohibe Cave, northwestern Madagascar. *Acta Chiropterol*. **9**, 1, 39-65.
SAMONDS K.E., LOEWEN M.A., BUCKLEY G.A. & R.L. WHATLEY (2001) – Vertebrate fossils from the Cenozoic of Madagascar. *Geological Society of America, Abstracts with Program*, **33**, 6, A389.
SAMONDS K.E. & I.S. ZALMOUT (2002) – New Paleogene selachian assemblage from nearshore marine deposits in Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **22**, 3, Supplement, 102A.
SAMONDS K.E. & I.S. ZALMOUT (2009) – *Eotheroides lambondrano*, new middle Eocene sea cow (Mammalia, Sirenia) from the Mahajanga Basin, northwestern Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology* 29(4):1233-1243
SAMONDS K.E., ZALMOUT I.S. & D. W. KRAUSE (2005) – New sirenian fossils from the late Eocene of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **25**, 3, Supplement, 108A.
SAMONDS K.E., ZALMOUT I. S., IRWIN M.T. & L.L. RAHARIVONY (2007) – Sirenian postcrania from Nosy Mahakamby, northwestern Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **27**, 3, Supplement, 139A.
SAMONDS K.E., ZALMOUT I.S., IRWIN M.T., KRAUSE D.W., ROGERS R.R. & L.L. RAHARIVONY (2009) – *Eotheroides lambondrano*, new middle Eocene seacow (Mammalia, Sirenia) from the Mahajanga Basin, northwestern Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **29**, 4,–1233-1243.
SAMONDS K.E., GODFREY L.R., ALI J.R., GOODMAN S.M., VENCES M., SUTHERLAND M.R., IRWIN M.T. & D.W. KRAUSE (2012) – Spatial and temporal arrival patterns of Madagascar's vertebrate fauna explained by distance, ocean currents, and ancestor type. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 109, **14**, 5352–5357.

SAMONDS K.E., GODFREY L.R., ALI J.R., GOODMAN S.M., VENCES M., SUTHERLAND M.R., ZALMOUT I.S., IRWIN M.T. & D.W. KRAUSE (2013) – Imperfect isolation: factors and filters shaping Madagscar's extant vertebrate fauna. PLoS ONE 2013, **8**, 4, e62086, 1-15.

SAMPSON S.D. (2002) – The bite stuff. *Natural History*, **111**, 4, 20-21.

SAMPSON S.D., KRAUSE D.W., DODSON P. & C.A. FORSTER (1996) – The premaxilla of *Majungasaurus* (Dinosauria: Theropoda), with implications for Gondwanan paleobiogeography. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **16**, 4, 601-605.

SAMPSON S.D., FORSTER C.A., KRAUSE D.W., DODSON P. & F. RAVOAVY (1996) – New dinosaur discoveries from the Late Cretaceous of Madagascar: implications for Gondwanan biogeography. *In* Holtz T.R. (organizer) : Symposium on "*Recent Advances in Dinosaurian Distribution and Paleobiogeography*". North American Paleontological Convention, Washington, D.C. *Paleontological Society Special Publication*, **8**, 336.

SAMPSON S.D., KRAUSE D.W., FORSTER C.A. & P. DODSON (1996) – Nonavian theropod dinosaurs from the Late Cretaceous of Madagascar and their paleobiogeographic implications. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **16**, 62A.

SAMPSON S.D., KRAUSE D.W. & C.A. FORSTER (1997) – Madagascar's buried treasure. *Natural History*, **106**, 2, 24-27.

SAMPSON S.D., WITMER L.M., FORSTER C.A., KRAUSE D.W. & P. O'CONNOR (1997) – Discovery of a complete theropod skull from the Late Cretaceous of Madagascar yields new information on *Majungasaurus*, *Majungatholus* and Abelisauridae. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **17**, 73A.

SAMPSON S.D., FORSTER C.A. & D.W. KRAUSE (1998) – The Late Cretaceous dinosaurs of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **18**, 74A.

SAMPSON S.D., WITMER L.M., FORSTER C.A., KRAUSE D.W., O'CONNOR P.M., DODSON P. & F. RAVOAVY (1998) – Predatory dinosaur remains from Madagascar: implications for the Cretaceous biogeography of Gondwana. *Science*, **280**, 1048-1051.

SAMPSON S.D., WITMER L.M., FORSTER C.A., KRAUSE D.W., O'CONNOR P.M. & F. RAVOAVY (1998) – The evolution and biogeography of Gondwanan theropod dinosaurs: new information from the Late Cretaceous of Madagascar. Special Abstracts Issue, *Gondwana* **10**: Event Stratigraphy of Gondwana. *Journal of African Earth Sciences*, **27**, 1A, 167-168.

SAMPSON S.D., WITMER L.M., FORSTER C.A., KRAUSE D.W., O'CONNOR P.M., DODSON P. & RAVOAVY F. (1998) – Predatory dinosaur remains from Madagascar: implications for the Cretaceous biogeography of Gondwana. *Science*, **280**, 1048-1051.

SAMPSON S.D., CARRANO M.T. & C.A. FORSTER (2000) – A theropod dinosaur with bizarre dentition from the Late Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **20**, 66A.

SAMPSON S.D., CARRANO M.T. & FORSTER C.A. (2001) – A bizarre predatory dinosaur from the Late Cretaceous of Madagascar. *Nature*, **409**, 504-506.

SAMPSON S.D. & D.W. KRAUSE (dir.) (2007) – *Majungasaurus crenatissimus* (Theropoda: Abelisauridae) from the Late Cretaceous of Madagascar. *Society of Vertebrate Paleontology Memoir* **8**. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **27**, 2, Supplement, 184 p.

SAMPSON S.D. & D.W. KRAUSE (2007) – Preface. *In* : SAMPSON S.D. & D.W. KRAUSE (dir.), *Majungasaurus crenatissimus* (Theropoda: Abelisauridae) from the Late Cretaceous of Madagascar. *Society of Vertebrate Paleontology Memoir* **8**. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **27**, 2, Supplement, xiii-xiv.

SAMPSON S.D. & L.M. WITMER (2007) – Craniofacial anatomy of *Majungasaurus crenatissimus (Theropoda: Abelisauridae) from the Late Cretaceous of Madagascar*. *Journal of Vertebrate Paleontology*. **27**, 2, supplement, 32-104.

SAMPSON S.D. & D.W. KRAUSE (dir.) (2007) – *Majungasaurus crenatissimus (Theropoda: Abelisauridae) from the Late Cretaceous of Madagascar*. *Society of Vertebrate Paleontology Memoirs*, **8**, 184 p.

SAMPSON, S. D., L. M. WITMER, C. A. FORSTER, D. W. KRAUSE, P. M. O'CONNOR, P. DODSON, and F. RAVOAVY. (1998) – Predatory dinosaur remains from Madagascar: Implications for the Cretaceous biogeog-raphy of Gondwana. Science 280:1048–1051.

SASSO C. Dal & PASINI G. (2003) – First record of pterosaurs (Diapsida, Archosauromorpha Pterosauria) in the Middle Jurassic of Madagascar. *Atti della Societa Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano*, 144, 281-296.

SAUVAGNAT J. (2001) – Les oiseaux : des dinosaures ailés ? *Science & Origines* 2001, 2.
SAVAGE R.J.G. & B.S. TEWARI (1977) – A new sirenian from Kutch, India. *Journal of the Palaeontological Society of India*, **20**, 216-218.
SCHALLER O. (2007) – *Illustrated Veterinary Anatomical Nomenclature*. Enke-Thieme, Stuttgart, 2e édition, 625 p.
SCHNAEBELÉ R. (1926) – Rapport sur une tournée effectuée en 1926 dans la région sédimentaire de l'ouest de Madagascar. *Arch. Serv. Géol. Mad.*
SCHWEITZER M.H., WATT J.A., AVCI R., FORSTER C.A., KRAUSE D.W., KNAPP L., ROGERS R.R., BEECH I. & M. MARSHALL (1999) – Keratin immunoreactivity in the Late Cretaceous bird *Rahonavis ostromi*. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **19**, 712-722.
SCHWEITZER M.H., WATT J., FORSTER C.A., NORELL M. & L. CHIAPPE (1997) – Keratinous structures preserved with two Late Cretaceous avian theropods from Madagascar and Mongolia. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **17**, 74A.
SECRÉTAN S. (1964) – Les crustacés décapodes du Jurassique supérieur et du Crétacé de Madagascar. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle*, Paris, sér. C, **14**, 1-226.
SÉNÉGAS F. (2012) – Les plus anciennes traces de la présence de l'homme à Madagascar. *Universalia 2012*, Encyclopædia Universalis France, Encyclopædia Britannica, Chicago, 2012, 321.
SERENO P.C. & S.L. BRUSATTE (2008) – Basal abelisaurid and carcharodontosaurid theropods from the Lower Cretaceous Elrhaz Formation of Niger. *Acta Palaeontologica Polonica*, **53**, 15-46.
SERTICH J.J.W. & J.R. GROENKE (2010) – Appendicular skeleton of *Simosuchus clarki* (Crocodyliformes: Notosuchia) from the Late Cretaceous of Madagascar. *In* : KRAUSE D.W. & N.J. KLEY (dir.) : *Simosuchus clarki* (Crocodyliformes: Notosuchia) from the Late Cretaceous of Madagascar. *Society of Vertebrate Paleontology Memoir* **10**. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **30**, 6, Supplement, 122-153.
SERTICH J.J.W., KHOSLA A., G.V.R. PRASAD & O. VERMA (2008) – Dyrosaurid (Crocodylomorpha: Mesoeucrocodylia) remains from the Maastrichtian intertrappean beds of India and the distribution of the Dyrosauridae. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 3, Supplement, 140A.
SERTICH, J.J.W., KLEY N., TURNER A., GEORGI J. & D.W. KRAUSE (2009) – Morphology and systematics of the notosuchian crocodyliform *Simosuchus clarki* from the Late Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **29**, 3, Supplement, 180A.
SERVICE GÉOLOGIQUE (1961) – Bibliographie des travaux en valeur ds ressources minérales de Madagascar. Agence japonaise de coopération technique outre-mer, Tokyo. *Arch. Serv. Géol. Madag*., A.2047.
SIGAL J. (1956) – Notes micropaléontologiques malgaches. 2 Microfaunes albiennes et cénomaniennes. *CRS. Soc. Géol. Fr*., 12.
SIGAL J. (1966) – Contribution à l'étude des Rosalines. 1 - Le genre *Ticinella*, souche des Rotalipores - *Eclogae Geologicae Helveticae*, **59**, 2, 40 p.
SIMONS E.L. (1997) – Lemurs: old and new. *In* : GOODMAN S.M. & B.D. PATTERSON (dir.), *Natural Change and Human Impact in Madagascar*. Smithsonian Institution Press, Washington, 142-166.
SIMONS E.L., GODFREY L.R., VUILLAUME-RANDRIAMANANTENA M., CHATRATH P.S. & M. GAGNON (1990) – Discovery of new giant subfossil lemurs in the Ankarana Mountains of Northern Madagascar. *Journal of Human Evolution*, **19**, 3, May, 311-319.
SIMONS E.L., GODFREY L.R., JUNGERS W.L., CHATRATH P.S. & J. RAVAOARISOA (1995) – A New Species of *Mesopropithecus* (Primates, Palaeopropithecidae) from Northern Madagascar. *International Journal of Primatology*, **16**, 4, 653-692.
SIMONS E.L., BURNEY D.A., CHATRATH P.S., GODFREY L.R, JUNGERS W.L. & B. RAKOTOSAMIMANANA (1995) – AMS ^{14}C Dates for Extinct Lemurs from Caves in the Ankarana Massif, Northern Madagascar. *Quaternary Research*, **43**, 2, 249-254.
SIMONS E.L. & G.A. BUCKLEY (2009) – New material of *Trematochampsa oblita* (Crocodyliformes, Trematochampsidae) from the Late Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **29**, 2, 599-604.
SINGER R. (dir.) (1999) – *Encyclopedia of Paleontology*. Routledge, Chicago. 2 vols, 1550 p.
SINGH G. & S.-G. SHAH (1966) – Fossiles plants from sakoa Series, Madagascar. *CR. Semaine géologique 1966*, Tananarive, 17-19.

SIBREE J. (trad. H. MONOD) (1873) – *Madagascar et ses habitants : Journal d'un Séjour de Quatre Ans dans l'Île*. Société des livres religieux, Paris. Appendice A : le Rukh de Madagascar (*Aepyornis maximus*). Madagascar : notes diverses sur la géologie et la paléontologie, II. Toulouse, 349-351 (583-585).

SMITH E.A. (1882) – A contribution to the Molluscan Fauna of Madagascar. *Proceedings of the Zoological Society*, 375-389.

SMITH R.M.H. (2000) – Sedimentology and taphonomy of Late Permian vertebrate fossil localities in southwestern Madagascar. *Palaeontologia Africana*, **3**, 25-41.

SMITH J.B. (2007) – Dental morphology and variation in *Majungasaurus crenatissimus* (Theropoda: Abelisauridae) from the Late Cretaceous of Madagascar. *In* : SAMPSON S.D. & D.W. KRAUSE (dir.), *Majungasaurus crenatissimus* (Theropoda: Abelisauridae) from the Late Cretaceous of Madagascar. *Society of Vertebrate Paleontology Memoir* **8**. *Journal of Vertebrate Paleontology,* **27**, 2, Supplement, 103-126.

SMITH J.B. & D.W. KRAUSE (2003) – On the occurrence of *Majungatholus atopus* in India: implications for abelisauroid paleobiogeography. *Journal of Vertebrate Paleontology,* **23**, 98A-99A.

SMITH A., JONES M. & S. EVANS (2004) – A hyperossified megafrog from the Late Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **24**, 113A-114A.

SMITH WOODWARD (1910) – On some permo-carboniferous fishes from Madagascar. *Ann . Mag. Nature, Hist*., **5**.

SOMME S. (1994) – Ökologie und Sozialstruktur von ***Hypogeornys antirnena,*** einer endemischen Nagerart im Trockenwald Westmadagaskars. *Diplomarbeit der Fakultät für Biologie der Universität Tübingen.*

SORNAY J. (1964) – Sur quelques nouvelles espèces d'Inocérames du Sénonien de Madagascar. *Annales de paléontologie (Invertébrés*), **50**, 2, 167-179.

SORNAY J. (1965) – La faune d'Inocérames du Cénomanien et du Turonien inférieur du Sud-Ouest de Madagascar. *Annales de Paléontologie (Invertébrés*), **51**, 1, 1-18.

SOURDAT M. (1967) – *Compte rendu de reconnaissance dans l'Isalo*. ORSTOM, Tananarive.

SOURDAT M. (1970) – Sur l'évolution du Massif de l'Isalo et du Bassin de l'Onilahy (sud-ouest de Madagascar). *Revue Géographique de Madagascar,* **16**, pp. 105-118.

SOURDAT M., BATTISTIN R. & J.-P. KARCHE (1971) – Phénomènes de pédogenèse et de karstification dans le sud-ouest de Madagascar. *Revue Géographique de Madagascar*, **18**, 49-75.

SPATH L.-F. (1922) – On the Senonian fauna of Pondoland. *Trans. royal Soc. South Africa*, **10**, 3.

SPATH L.-F. (1925) – Jurassic Cephalopodan from Madagascar. *Bull. Amer. Pal*., **2**, 44.

SPATH L.-F. (1927-1933) – Revision of the Jurassic cephalopod fauna of Kachh. *Pal. Indica, nouvelle série*, **9**, 2.

SPATH L.-F. (1932) – The Gault ammonoidea. *Paleont. Soc*., Londres.

SPATH L.-F. (1939) – A Monograph of the Ammonoidea of the Gault. *Paleont, Soc*., Londres, **13**.

SPENGLER A. de (1951) – Étude géologique Sakamena entre Onilahy et Mangoky. *Archives SPM*.

SPINOSA C., FURNISH W.M. & B.F. GLENISTER (1975) – The Xenodiscidae, Permian ceratitoid ammonoids. *Journal of Paleontology,* **49**, 2, 239-283.

STANFIELD J. (1925) – Outline of the Geology of Madagascar. *American Journ. Sc*., **10**, 1-11.

STANLEY G.D. & D.G. FAUTIN (2001) –The origin of modern corals. *Science*, **291**, 5510, 1913-1914.

STANLEY G.D. (2003) – The evolution of modern corals and their early history. *Earth Science Reviews*. 60, 195-225.

STANLEY G.D & L. BEAUVAIS (1994) – Corals from an early Jurassic coral reef in British Columbia: refuge on an oceanic island. *Lethaia*, **27**, 35-47.

STEPHEN J. K, GODFREY L R. & E.L. SIMONS (2001) – Adaptive and phylogenetic significance of ontogenetic sequences in Archaeolemur, subfossil lemur from Madagascar. *Journal of Human Evolution*, **41**, 6, 545-576

STEVENS N.J. & C.P. HEESY (2006) – Malagasy Primate Origins: Phylogenies, Fossils, and Biogeographic Reconstructions. *Folia Primato.*, **77**, 419-433.

STIGALL A.L. & J.H. HARTMAN (2008) – A new spinicaudatan genus (Crustacea: 'Conchostraca') from the Late Cretaceous of Madagascar. *Palaeontology*, **51**, 5, 1053-1067.

STOREY M., MAHONEY J.J., SAUNDERS A.D., DUNCAN R.A., KELLEY S.P. & M.F. COFFIN (1995) – Timing of hot spot-related volcanism and the breakup of Madagascar and India. *Science*, **267**, 852-855.

STROMER E. (1914) — Mitteilungen über Wirbeltierreste aus dem Mittelpliozän des Natrontales (Ägypten). *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, **66**, 1-33.

STUENES S. (1981) – On the bi-rooted upper first premolar in some specimens of the Madagascan Holocene Hippopotamidae. *Bulletin of the Geological Institutions of the University of Uppsala*, New Series, **9**, 29-32.

STUENES S. (1989) – Taxonomy, Habits, and Relationships of the Subfossil Madagascan Hippopotami *Hippopotamus lemerlei* and *H. madagascariensis*. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **9**, 3, 241-268.

SUES H.-D. & P. TAQUET (1979) – A pachycephalosaurid dinosaur from Madagascar and a Laurasia-Gondwanaland connection in the Cretaceous. *Nature* **279**, 5714, 633-635.

TAQUET P. (1977) – Les découvertes récentes de dinosaures du Jurassique et du Crétacé en Afrique, au Proche et Moyen-Orient et en Inde. *Mémoires de la Société Géologique de France*, **8**: 325-330.

TAQUET P. (2006) – Les Annales de Paléontologie et les Dinosaures. *Annales de Paléontologie*. **92**, 175-185.

TATTERSALL I. (1987) – Itampolo: two subfossil sites in Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **7**, 342-343.

TATTERSALL I. (1982) – *Primates of Madagascar*. Columbia University Press, New-York, 382 p.

TATTERSALL I. (2006) – Historical Biogeography of the Strepsirhine Primates of Madagascar. *Folia Primatol*. **77**, 477-487.

TAYLOR T.N., TAYLOR E.L. & M. KRINGS (2009) – *Paleobotany – The biology and evolution of fossil plants*. Elsevier-Academic Press, Burlington, Londres, 2e éd., 1230 p.

TEICHERT C. (1970) – Marine fossil invertebrate faunas in the Gondwana region. *Proceedings and Papers, Second Gondwana symposium*, South Africa. 125-138.

TERMIER H. & TERMIER G. (1968) – *Biologie et écologie des premiers fossiles*. Masson, Paris (Madagascar : 156-160).

TERMIER H. & TERMIER G. (1968) – Sur une discordance au sein des tufs volcaniques de Nosy-be (Madagascar). *Rev. Géogr. phy. géol. Dyn.*, **10**, 1, 43-44.

TERMIER H. & TERMIER G. (1970) – Les Productoïdés du Djoulfien (Permien supérieur) dans la Téthys orientale: essai sur l'agonie d'un phylum. *Annales de la Société Géologique du Nord*, **40**, 443-461.

THÉVENIN A. (1905) – Fossiles d'âge albien provenant du nord-ouest de Madagascar. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, **5**, 483-485.

THÉVENIN A. (1906) – Note sur des fossiles recueillis à Madagascar par M. G. GRANDIDIER. *Bull. Mus. Hist. Nat.*, Paris, **12**, 336-338.

THÉVENIN A. (1906) – Note sur des fossiles de Madagascar, recueillis par le Dr. DECORSE. *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle*, Paris. **12**, 5, 334-336.

THÉVENIN A. (1907) – Sur de nouveaux fossiles rapportés de Madagascar par M. GEAY. *Bull. Mus. Hist. Nat.*, Paris, **13**, 85-88.

THÉVENIN A. (1907) – Dinosauriens. *Annales de Paléontologie - Paléontologie de Madagascar 4*, **2**, 3, 97-136.

THÉVENIN A. (1907) – Sur les Dinosauriens du Jurassique de Madagascar. *Madagascar : géologie, paléontologie. Comptes-rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris. 261-262.

THÉVENIN A. (1908) – Fossiles liasiques. *Annales de Paléontologie - Paléontologie de Madagascar 5*, **3,** 105-143.

THIERRY J. (1978) – Le genre *Macrocephalites* au Callovien inférieur (Ammonites, Jurassique moyen). Systématique et évolution, biostratigraphie, biogéographie : Europe et domaine indo-malgache. *Mémoires Géologiques de l'Université de Dijon*, **4**, 490 p., 36 pl., 175 figs.

THOMSON K.S. (1982) – An Early Triassic Hybodont Shark from Northern Madagascar. *Postilla*, **186**, 1-16.

TIDWELL W. D & S. R. ASH (1994) – A review of selected triassic to early Cretaceous ferns. Journal of plant research. **107**, 4, 417- 442

TORSVIK T.H., TUCKER R.D., ASHWAL L.D., CARTER L.M., JAMTVEIT B., *et a*l. (2000) – Late Cretaceous India-Madagascar fit and timing of break-up related magmatism. *Terra Nova*, **12**, 220–224

TORTOCHAUX F. (1950) – *Étude complémentaire de la Sakoa et de la Sakamena du Sud-ouest de Madagascar*. Thèse Paris (manuscrit).

TORTOCHAUX F. & L. KOENIG (1949) – Étude géologique de feuilles Bevao et Tambohorano. *Trav. Bur. Géol. Mad*., 4.

TOZER E.T. (1969) – Xenodiscacean ammonoids and their bearing on the discrimination of the Permo-Triassic boundary. *Geological Magazine*, **106**, 4, 348-361.

TRICART J. (1953) – Érosion naturelle et érosion anthropogène à Madagascar. *Revue de géomorphologie dynamique*, **5**, 225-230.

TROUCHAUD J.-P. (1965) – Contribution à l'étude géographique de Madagascar. La basse plaine du Mangoky. *Cahiers ORSTOM, Sc. Hum*., **2**, 3, 94.

TROUESSART E. (1894/1897) – Le *Nesopithecus* Forsyth-Major, singe fossile de Madagascar. *La Nature*, 67-68.

TURNER A.H. (2003) – Crocodyliform biogeography during the Mid-Late Cretaceous and the timing and order of Gondwana continental division. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **23**, 105A.

TURNER A.H. (2004) – A new species of *Araripesuchus* (Crocodyliformes) from the Late Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **24**.

TURNER A.H. (2004) – Osteology and phylogeny of a new species of *Araripesuchus* (Crocodyliformes: Mesoeucrocodylia) from the Late Cretaceous of Madagascar and crocodyliform biogeography during the Cretaceous with its implications for the break-up of Gondwana. M.S. thesis, University of Iowa, 356 p.

TURNER A.H. (2004) – Crocodyliform biogeography during the Cretaceous: evidence of Gondwanan vicariance from biogeographical analysis. *Proceedings of the Royal Society of London* B, **271**, 2003-2009.

TURNER A.H. (2006) – Osteology and phylogeny of a new species of *Araripesuchus* (Crocodyliformes: Mesoeucrocodylia) from the Late Cretaceous of Madagascar. *Historical Biology*, **18** (3), 255-369.

TURNER A.H. & BUCKLEY G.A. (2008) – *Mahajangasuchus insignis* (Crocodyliformes: Mesoeucrocodylia) cranial anatomy and new data on the origin of the eusuchian-style palate. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **28**, 2, 382-408.

TURNER A.H. & D. POL (2008) – The evolutionary origins of Eusuchia and the "eusuchian"-style palate. *III^ro Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados*, Neuquén, Patagonia, Argentina, Libro de Resúmenes, 253.

TURNER A.H. & J.J.W. SERTICH (2010) – Phylogenetic history of *Simosuchus clarki* (Crocodyliformes: Notosuchia) from the Late Cretaceous of Madagascar. *In* Krause D.W. & N.J. Kley (dir.) : *Simosuchus clarki* (Crocodyliformes: Notosuchia) from the Late Cretaceous of Madagascar. *Society of Vertebrate Paleontology Memoir* **10**. *Journal of Vertebrate Paleontology,* **30**, 6, Supplement, 177-236.

UJIIE H. & RANDRIANASOLO A. (1977) – Cenomanian planctonic foraminifera from Diego- Suarez, northern Madagascar. *Bull. Nat. Sci. Mus* Tokyo (Geol. Paleontol.), **34**, 183–194.

UPCHURCH P., MCGOWAN A.J. & C.S.C. SLATER (dir.) (2011) – *Palaeogeography and palaeobiogeography: biodiversity in space and time*. CRC Press, Taylor and Francis, Boca Raton, 239 p.

VAILLANT M.L. (1883) – Remarques sur le *Crocodilus robustus*, Vaill. et Grand. de Madagascar. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, **9**, 1081-1083.

VAILLANT M.L. (1885) – Remarques complémentaires sur les tortues gigantesques de Madagascar. *Comptes Rendus Hebd. Séanc. Adad. Sc. Paris*, **100**, 874-877.

VAILLANT M.L. & G. GRANDIDIER (1910) – Histoire Physique, Naturelle et Politique de Madagascar, 16: *Histoire Naturelle des Reptiles, 1re partie: Crocodiles et Tortues*. Imprimerie Nationale, Paris.

VAILLANT-COUTURIER TREAT I. (1926) – Note sur le Permien marin de Madagascar. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, **182**, 1092-1094.

VAILLANT-COUTURIER TREAT I. (1933) – Le Permo-Trias marin. *Annales de Paléontologie - Paléontologie de Madagascar 19*, **22**, 2, 39-96.

VAKHRAMEEV V.A. (1991) – *Jurassic and Cretaceous floras and climates of the Earth*. Cambrigde University Press, Cambridge, réimpr. 2010. 340 p. Originally published in Russian as Yueskiye I melovyye flory: klimati Zemli, Nauka, Moscou, 1988.

VALENTIN F., RAMANIVOSOA B., GOMMERY D. & S. TOMBOMIADANA-RAVELOSON (2006) – Les abris sépulcraux de la presqu'île de Narinda (Province de Mahajanga, Madagascar). *Afrique* : *Archéologie & Arts*, **4**, 7-22.

VAN DER GEER A., LYRAS G., De VOS J., M. DERMITZAKIS (2010) – *Evolution of Island Mammals: Adaptation and Extinction of Placental Mammals on Islands*. Wiley-Blackwell. 496 p.

VAN DER ZWAAN G.J. (1982) – Paleoecology of Late Miocene Mediterranean Foraminifera. *Micropaleontological Bulletin*, Utrecht, **25**, 202 p.

VAN STRAELEN V. (1933) – *Antrimpos madagascariensis*, Crustacé décapode du Permo-Trias de Madagascar. *Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique*, **9**, 15.

VEAL R.H. (1992) – Preliminary notes on breeding, maintenance, and social behaviour of the Malagasy Giant Jumping Rat *Hypogeomys antimena* at Jersey Wildlife Preservation Trust. *Dodo*, **28**, 84-91.

VELAIN Ch. (1876) – Étude microscopique de roches volcaniques de Nosy-Be. *CR. Ac. Sci.* Paris, **83**, 1205-1208.

VELAIN Ch. (1883) – Description géologique de Nosy-Bé. *In* : DEBLENNE, *Essai de géographie médicale de Nosy-Be*. Thèse médecine, Paris.

VENDEGIES A. de (1955) – Le Jurassique supérieur, le Crétacé et le Tertiaire, région Manjunga-Morondava. *Archives SPM*.

VENDEGIES A. de (1956) – Le Jurassique, le crétacé et le Tertiaire, région Morondava-Bélo-sur-Tsiribihina. *Archives SPM*.

VENDEGIES A. de (1965) – Étude du Karroo dans la région d'Antsohihy. *CR. Semaine Géologique 1965*, Tananarive.

VENDEGIES A. de (1966) – Présentation de la carte géologique au 1/200 000e du bassin de Majunga. *Archives SPM*.

VENDEGIES A. de (1966) – Notice explicative des cartes géologiques au 1/200 000e du bassin de Majunga. *CR. Semaine géologique 1966*, Tananarive.

VENDEGIES A. de, GUÉNOT B. & E. RAZAFIMBELO (1965) – Le jurassique supérieur, le Crétacé inférieur et moyen entre la Besiboka et la Loza. *Archives SPM*.

VENDEGIES A. de, GUÉNOT B. & E. RAZAFIMBELO (1965) – Étude du Karroo entre Betsiboka et Maevarano. *Archives SPM*.

VICREY (1933) – Madagascar : de la côte aux Hauts Plateaux région volcanique de Betafo et vestiges fossiles d'une faune forestière. *Bulletin de la Société Archéologique*, **60**, 62-69.

VILLAUME (1903) – Rapport sur les recherches de gîtes de combustible minéral et de métaux utiles à l'industrie dans le nord-ouest de Madagascar. *Bull. Écon. Mad.*, 1er trimestre.

VOGT J. (1965) – Notes de géomorphologie malgache. Les formations détritiques récentes de la Savazy et de la Sakoa. *Mad. Rev. Géogr.*, 7, 61-90.

WAAGEN W. (1875) – Jurassic fauna of Kutch - the Cephalopoda. *Memoirs of the Geological Survey of India, Palaeontologia indica*, Calcutta, **1**, 247 p., 60 pll.

WAGENSOMMER A., LATIANO M. & U. NICOSIA (2010) – First report of dinosaur footprints from Madagascar: two tracksites from the Middle Jurassic Bemaraha Formation. *Ichnos*, **17**, 127-136.

WALASZCZYK I., MARCINOWSKI R., PRASZKIER T., DEMBICZ K. & M. BIENKOWSKA (2004) – Biogeographical and stratigraphical significance of the latest Turonian and Early Coniacian inoceramid/ammonite succession of the Manasoa section on the Onilahy River, south-west Madagascar. *Cretaceous Research*, **25**, 543-576.

WALLETT L.A. (2006) – Eocene selachian fauna from nearshore marine deposits, Ampazony, northwestern Madagascar. Senior honors thesis, Mount Holyoke College, South Hadley, MA, 59 p.
WALTERS M. (1998) – L'inventaire des oiseaux du monde. Delachaux et Niestlé. Lausanne, 381 p.
WEIL F. (1956) – Le Karroo de la région de Miandrivazo. *Archives SPM*.
WEIL F. (1957) – Le Jurassique et le Crétacé de la région d'Antsalova (du Manambolo à la Démoka). *Archives SPM*.
WEISHAMPEL D.B., DODSON P. & H. OSMÓLSKA (dir.) (2007) – *The Dinosauria* (2e éd.). University of California Press, Berkeley, 604 p.
WEISS H. (1980) – Intérêt économique et mise en valeur des mangroves ; divers usages possibles des palétuviers ; Bibliographie. *Trav. Doc. Geogr. Trop*., **39**, 218-246.
WELLS N.A. (2003) – Some hypotheses on the Mesozoic and Cenozoic paleoenvironmental history of Madagascar. *In* : GOODMAN S.M. & J.P. BENSTEAD (eds.), *The Natural History of Madagascar*. University of Chicago Press, Chicago, 16-34.
WESCOTT W.A. & J.N. DIGGENS (1997) – Depositional history and stratigraphical evolution of the Sakoa Group (Lower Karoo Supergroup) in the southern Morondava Basin, Madagascar.
WESCOTT W.A. & J.N. DIGGENS (1998) – Depositional history and stratigraphical evolution of the Sakamena Group (middle Karoo Supergroup) in the southern Morondova basin, Madagascar.*Journal of African Earth Sciences*. **24**, 585-601.
WESTON E.M. & A.M. LISTER (2009) – Insular dwarfism in hippos and a model for brain size reduction in *Homo floresiensis*. *Nature*, **459**, 7922 -7 May 2009, 85-89 + supplementary discussion.
WEYDERT P. (1968) – Relations entre les formations quaternaires et les ensembles récifaux de la baie de Tuléar (Madagascar). *CR. Ac. Sc.*, Paris, série D, **266**, 194-196.
WEYDERT P. (1969) – Les variations récentes du niveau marin et leurs influences sur la morphologique récifale de la baie de Tuléar (sud-ouest de Madagascar). *CR. Ac. Sc*., Paris, série D, **268**, 482-484.
WHATLEY R. & G.A. BUCKLEY (2004) – A hatchling crocodyliform from the Upper Cretaceous Maevarano Formation, Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **24**, 128A.
WHATLEY R.L., FLYNN J.J., PARRISH J.M., SIMPSON W. & A.R. WYSS (1999) – *Isalorhynchus* revisited : two rhynchosaur skeletons from southwestern Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology* **19**, 3 Suppl., 84A.
WHATLEY R. L. (2005) –Phylogenetic relationship of *Isalorhynchus genovefae*, the rhynchosaur (Reptilia, Archosauromorpha) from Madagascar. Unpublished Thesis, University of California, Santa Barbara, 276 p.
WHITE E.J. (1930) – Fossil hunting in Madagascar. *Natural History Magazine*, **2**, 209-235.
WHITE E.J. (1932) – On a new triasic Fish from North-East Madagascar. *Ann. Mag. Nat, Hist. Ser*. 10, juillet, 80-83.
WHITE E.J. (1933) – New triasic Paleomiscids from Madagascar. *Ann. Mag. Nat. Hist*., Londres, **10**, 11, 111-128.
WIEL F. (1956) – Le Karroo de la région de Miandrivazo. *Arch. SPM*.
WIEL F. (1957) – Le Jurassique et le Crétacé de la région d'Antsalova (du Manambolo à la Demoka). *Arch. SPM*.
WIESNER H. (1931) – Die Foraminiferen der Deutschen Südpolar Expedition 1901-1903. *Deutschen Südpolar Expedition*, Berlin (Zoology), **20**, 53-165.
WILLIAMS A., BRUNTON C.H.C. & S.J. CARLSON (2000) – Brachiopod classification. *In* : KAESLER R. (dir.), *Treatise on Invertebrate Paleontology. Brachiopoda (Revised)*, Geological Society of America and University of Kansas Press, **2**, 1-29.
WILSON J.A., d'EMIC M.D., CURRY ROGERS K.A. & S. SEN (2009) – Reassessment of the type series of the sauropod dinosaur *Jainosaurus* (= "*Antarctosaurus*") *septentrionalis* from the Upper Cretaceous (Maastrichtian) of central India. *Contributions from the Museum of Paleontology*, University of Michigan, **32**, 17-40.
WILSON J.A. & K.A. CURRY ROGERS (dir.) (2006) – *The Sauropods: Evolution and Paleobiology*. University of California Press, Berkeley, 363 p.
WIMAN C. (1937) – Étude sur le segment terminal de l'aile des *Aepyornis* et des *Mullerornis*. *Bulletin de l'Académie Malgache*, Tananarive, Nouvelle série, **20**, 101-105.

WIMAN C. & E. TILLY (1942) – Sur les crânes et les encéphales d'*Aepyornis* et de *Mullerornis*. *Bulletin de l'Académie Malgache*, Tananarive, Nouvelle série, **24**, 2-42.
WITMER L.M., RIDGELY R.C. & S.D. SAMPSON (2004) – The ear region, cerebral endocast, and cephalic sinuses of the abelisaurid theropod dinosaur *Majungatholus*. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **24**, 131A.
WOODWARD A.S. (1910) – On some permo-carboniferous fiches from Madagascar. *Annal and Magazine of Natural History*, **8**, ser V, 1-6
WRIGHT C.W. & W.J. KENNEDY (1996) – The Ammonoidea of the Lower Chalk. Part 5. *Monographs of the Palaeontological Society*, **150**, 601, 320-403.
WUNDERLICH J. (1998) – Beschreibung der ersten fossilen Spinnen der Unterfamilien Mysmeninae (Anapidae) und Erigoninae (Linyphiidae) im Dominikanischen Bernstein (Arachnida: Araneae). *Entomologische Zeitschrift*, **108**, 363-367.
WUNDERLICH J. (2004) – Fossil and extant spiders (Araneae) of the superfamily Eresoidea s.l, with special reference to the Archaeidae and remarks on some higher taxa of the superfamily Araneoidea. *Beiträge zur Araneologie*, 3, 747-808.
WUNDERLICH J. (2004) – On selected higher and lower taxa of fossil and extant spiders of the superfamily Oecobioidea, with a provisional Cladogram (Araneae: Hersiliidae and Oecobiidae). *In* : J. WUNDERLICH (ed.), *Beiträge zur Araneologie*, **3**, 809-848.
WUNDERLICH J. (2004) – Fossil spiders of the family Dictynidae s. l., including Cryphoecinae and Hahniinae in Baltic and Dominican amber and copal from Madagascar, and on selected extant Holarctic taxa, with new descriptions and diagnoses. *Beiträge zur Araneologie*, **3**, 1380-1482.
WUNDERLICH J. (2008) – Descriptions of fossil spider (Araneae) taxa mainly in Baltic amber, as well as on certain related extant taxa. *Beiträge zur Araneologie* **5**:44-139
WUNDERLICH J. (2011) – Spiders of the family Prodidomidae (Araneae) from Europe and Madagascar. *Beiträge zur Araneologie*, **6**, 98-107.
WUNDERLICH J. (2011) – Some subrecent spiders (Araneae) in copal from Madagascar. *Beiträge zur Araneologie*, **6**, 445-460.
WUNDERLICH J. (2012) – New subrecent species of spiders in copal from Madagasar, and on the relationships of the Copaldictyninae WUNDERLICH 2004 (Araneae: Linyphiidae, Theridiidae, Ditynidae and Titanoecidae). *Beiträge zur Araneologie*, **7**, 75-88.

ZALMOUT L.S. & P.D. GINGERICH (2012) – Late Eocene Sea Cows (Mammalia, Sirenia) From Wadi Al Hitan in The Western Desert of Fayum, Egypt. University of Michigan Papers on Paleontology 37, 1-158.
ZACHOS J. C., DICKENS G.R. & R.E. ZEEBE (2008) – An early Cenozoic perspective on greenhouse warming and carbon-cycle dynamics. *Nature*, **451**, 279-283.
ZEILLER R. (1900) – Sur les végétaux fossiles recueillis par M. VILLAUME dans les gites charbonneux du Nord-Ouest de Madagascar. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, **130**, 1570-1572.
ZEILLER R. (1902) – Observations sur quelques plantes fossiles des lower gondwanas. *Paleontologia Indica*, *N. S.* **2**, 1.
ZEILLER R. (1911) – Sur une flore triasique découverte à Madagascar par M. PERRIER de la BATHIE. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, **153**, 231-235.
ZEILLER R. (1912) – Sur une flore triasique découverte à Madagascar par M. PERRIER de la BATHIE. *Bull. Écon. Mad.*
ZIEGLER P. (1956) – Le Jurassique et le Crétacé des régions Sakaraha, Tongobory, Betioky, *Archives SPM*.
ZIMMERMANN M. (1899) – La forêt à Madagascar. *Annales de Géographie*, **8**, 37, 74-82.

2.- RÉFÉRENCES INTERNET (accès vérifiés entre le 17 et le 24 mars 2015)

Madagascar

Localités malgaches :
http://www.geomondiale.fr/noms_geographiques/madagascar/index.html#A

Parcs nationaux et réserves de Madagascar, Madagascar National Parks :
http://www.parcs-madagascar.com/madagascar-national-parks.php?Navigation=25
http://www.madagascarica.com/Parcetreserves.html

Revue scientifique internationale des civilisations malgaches :
http://www.taloha.info/

Thèses malgaches en ligne :
http://theses.recherches.gov.mg/rechercheAction.action?type=contenu&pattern=randriambololondrabary%20corinne&pageCourante=5

Sites fossilifères malgaches
http://en.wikipedia.org/wiki/User:Ucucha/Subfossil_sites_on_Madagascar

Géologie

Géologie générale (Belgique) :
http://www.cmpb.net/fr/mesozoique.php
http://www2.ulg.ac.be/geolsed/geolwal/geolwal.htm

Chronostratigraphie :
http://ccgm.org/fr/charte-chronostratigraphique/138-echelle-chronostratigraphique-internationale.html

Paléontologie

Site du CNRS sur l'évolution et la systématique :
http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosevol/decouv/normal/normal.html

Site de l'École Normale Supérieure, Paléontologie :
http://www.normalesup.org/~clanglois/

Paléontologie, *Life through deep time* :
http://palaeos.com/index.html

Wikipedia, the free encyclopedia
http://fr.wikipedia.org/wiki/Portail:Pal%C3%A9ontologie
http://en.wikipedia.org/wiki/Paleontology

Taxonomie

Index des noms scientifiques :
http://gni.globalnames.org/data_sources/
http://gni.globalnames.org/name_strings

TaxonConcept Search :
http://taxonconcept.stratigraphy.net/search.php?taxonname=

Encyclopédie de la vie sauvage, *wildlife encyclopedia* :
http://zipcodezoo.com/index.php/Main_Page

Wikipedia, the free encyclopedia
http://en.wikipedia.org/wiki/Portal:Contents/Natural_and_physical_sciences

Classification phylogénétique, *Tree of life* :
http://tolweb.org/tree/

Taxonomie des espèces fossiles, *Paleobiology Database (PaleoBioDB)* :
http://fossilworks.org/

Registre mondial des espèces marines, *World Register of Marine Species* :
http://www.marinespecies.org/

Données sur la biodiversité, *Global Diversity Information Facility* :
http://www.gbif.org/

Liste de l'UICN des espèces en danger :
www.iucnredlist.org

Phylums

Foraminifères, World Foraminifera Database :
http://www.marinespecies.org/foraminifera/
http://taxonconcept.stratigraphy.net/source_main.php?doctaxid=161&doctaxname=Foraminifera

Botanique et biodiversité :
http://taxonconcept.stratigraphy.net/source_main.php?doctaxid=96&doctaxname=Plantae
http://www.botanique.org/?lang=fr
http://www.ucmp.berkeley.edu/IB181/VPL/Dir.html

Plantes malgaches
http://www.tropicos.org/project/mada

Spores et pollens :
http://data.gns.cri.nz/sporepollen/index.htm.

Bryozoaires :
http://bryozone.myspecies.info/category/bryozoa/bryozoa

Gastéropodes :
http://taxonconcept.stratigraphy.net/source_main.php?doctaxid=3075&doctaxname=Gastropoda
http://www.stromboidea.de/

Goniatites, ammonites :
http://taxonconcept.stratigraphy.net/source_main.php?doctaxid=618&doctaxname=Ammonoidea
http://www.goniat.org/index.html
http://jsdammonites.fr/
http://www.ammonites.fr/index.htm
http://crioceratites.free.fr/index.htm

Ostracodes, *World Ostracoda Database* :
http://www.marinespecies.org/ostracoda/index.php

Échinodermes, *World Echinoidea Database*.
http://www.marinespecies.org/echinoidea/aphia.php?p=taxdetails&

« Reptiles » :
http://reptileevolution.com/index.htm
http://fr.wikipedia.org/wiki/Portail:Dinosaures
http://palaeos.com/vertebrates/dinosauria/dinosauria.html#Dinosauria
http://www.dinosoria.com/dinosaure_intro.htm
http://www.dinosoria.com/dinosaure_intro.htm
http://www.dinosalive.com/index.php?option=com_content&task=view&id=67&Itemid=58
http://reptile-database.reptarium.cz/

Mammifères :
http://www.paleocene-mammals.de/
http://fr.wikipedia.org/wiki/Histoire_%C3%A9volutive_des_mammif%C3%A8res

Collections

Collections du Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris) :
http://science.mnhn.fr/institution/mnhn/collection/f/item/search

Collections du Natural History Museum (Londres) :
http://data.nhm.ac.uk/dataset/56e711e6-c847-4f99-915a-6894bb5c5dea/resource/05ff2255-c38a-40c9-b657-4ccb55ab2feb?view_id=6b611d29-1dcf-4c60-b6b5-4cbb69fdf4fe&filters=collectionCode%3APAL

Inventaire des Types et Figurés Paléontologiques conservés en France, site du laboratoire Biogéosciences de l'Université de Bourgogne (Trans'TyfiPal) :
http://transtyfipal.u-bourgogne.fr/

Site *GNS Science (Geological and Nuclear Sciences)* de la Nouvelle-Zélande :
http://www.gns.cri.nz/Home/Our-Science/Earth-Science/Fossils

Collections du Laboratoire de Paléontologie stratigraphique de l'Université catholique de Lille :
http://flst.icl-lille.fr/img/pdf/Labopaleontocollections.pdf

Dictionnaire des sciences animales (CIRAD) :
http://dico-sciences-animales.cirad.fr/

Projets de recherches paléontologiques

Mission Archéologique et Paléontologique dans la Province de Mahajanga (MAPPM) :
http://www.evolhum.cnrs.fr/spip.php?article68

Mahajanga Basin Project, 1993-present :
http://www.anat.stonybrook.edu/dkrause/mbp.html

National Science Foundation
http://search.nsf.gov/search?access=p&output=xml_no_dtd&sort=date%3AD%3AL%3Ad1&ie=UTF-8&btnG=Google+Search&client=NSF&oe=UTF-8&proxystylesheet=NSF2&site=NSF&q=madagascar

Abstract

PALEONTOLOGICAL MAP OF MADAGASCAR

INVENTORY AND ENHANCEMENT OF THE PALEONTOLOGICAL HERITAGE

Madagascar has been isolated from Gondwana during the Mesozoic : she separated from the african continent, ca. 180 Ma, and from the indian subcontinent, ca 150 Ma. Since then, biological evolution followed its own rythm, what Philibert COMMERSON had yet foreseen in 1771, writing that Madagascar was the "laboratory of nature" and that "Madagascar was the true land of promise for naturalists".

After almost two hundred years of paleontological researches, it is time for a mapped balance sheet of Madagascar : it is the subject of this thesis.

The literature on Madagascar is extremely abundant, and we brought together more than 2000 publications, printed between 1829 and 2014, in relation to the paleontology of the Island. They allowed to identify nearly 3500 fossil species, 3% of Plants (104 taxa), 89% of "Invertebrates" (231 Foraminifera, 183 Cnidarians, 14 Bryozoans, 56 Brachiopods, 6 Annelids, 392 Bivalves, 206 Gasteropods, 1746 Cephalopods, 129 Crustaceans, 60 terrestrial Arthropods and 85 Echinoderms) and 8% of Vertebrates (76 "Fishes", 7 Amphibians, 29 "Reptiles", 24 non avian Archosauromorphs, 52 Birds and 82 Mammals).

These taxa are distributed in over 400 paleontological sites from the upper Paleozoïc (Permian) to the Quaternary (Holocen), distributed as follows : twenty Permian sites, 24 Triassic, over 110 Jurassic, over 130 Cretaceous, 16 Tertiary et 42 Quaternary sites.

Some taxonomic groups are over-represented (eg ammonites), while others should promise new discoveries (archosaurs, mammals!…). The periods themselves have a different focus (Mesozoic vs. Cenozoic) and in the same vein, the paleontological sites are unevenly distributed in the territory (the Northwest is the most explored). The research potential is still very high.

Fossils and paleontological sites are placed in a map database with comments. Thus we have achieved, at least we hope, an useful basic tool for scientists, also a "global" book for teachers and naturalists, and a support to reflection and decision for Madagascar administrators and politicians at both regional and national levels.

Résumé

CARTE PALÉONTOLOGIQUE DE MADAGASCAR

INVENTAIRE ET MISE EN VALEUR DU PATRIMOINE PALÉONTOLOGIQUE

Madagascar s'est isolée du Gondwana au Mésozoïque : elle s'est séparée du continent africain vers 180 Ma, et du sous-continent indien vers 150 Ma. Depuis lors, l'évolution biologique a suivi son propre rythme, ce que Philibert COMMERSON avait pressenti dès 1771, en écrivant que Madagascar était le « laboratoire de la nature » et que « c'est à Madagascar qu'est la véritable terre de promission pour les naturalistes ».

Après presque deux cents ans de recherches paléontologiques sur Madagascar, est venu le temps d'un « bilan cartographié », c'est l'objet de cette thèse.

La littérature sur Madagascar est extrêmement abondante, nous avons réuni plus de 2000 publications, réalisées entre 1829 et 2014, en relation avec la paléontologie de l'Île. Elles ont permis de recenser près de 3500 espèces fossiles, dont 3% de plantes (104 taxons), 89% d'« invertébrés » (231 foraminifères, 183 cnidaires, 14 bryozoaires, 56 brachiopodes, 6 annélides, 392 bivalves, 206 gastéropodes, 1746 céphalopodes, 129 crustacés et 60 arthropodes terrestres et 85 échinodermes) et 8% de vertébrés (76 « poissons », 7 amphibiens, 29 « reptiles », 24 archosauromorphes non aviens, 52 oiseaux et 82 mammifères).

Ces taxons se distribuent sur plus de 400 sites paléontologiques allant du Paléozoïque supérieur (Permien) au Quaternaire (Holocène), ainsi répartis : une vingtaine de sites permiens, 24 triasiques, plus de 110 jurassiques, plus de 130 crétacés, 16 sites tertiaires et 42 sites quaternaires.

Certains groupes taxonomiques sont surreprésentés (par exemple, les ammonites), alors que d'autres devraient promettre de nouvelles découvertes (archosaures, mammifères !…). Les périodes elles-mêmes bénéficient d'un intérêt différent (Mésozoïque vs. Cénozoïque) et dans le même ordre d'idées, les sites paléontologiques sont inégalement répartis sur le territoire (le Nord-Ouest est le plus exploré). Le potentiel de recherche est donc toujours très élevé.

Les fossiles et les sites paléontologiques sont placés dans une base de données cartographiques assortie de commentaires. Ainsi aurons-nous réalisé, du moins nous l'espérons, un outil de base intéressant pour les scientifiques, un ouvrage « global » destiné aussi aux naturalistes et aux enseignants, et une aide à la réflexion et à la décision pour les responsables administratifs et politiques de Madagascar, tant au niveau régional que national.