

**Projet de Plan de gestion pour
la Réserve naturelle domaniale
« De WESTHOEK »**

Matthias HOYS, Marc LETEN & Maurice HOFFMANN

- 1996 -

Exécutant

Université de Gand
Groupe de travail Morphologie, Systématique et Ecologie
Laboratoire de Botanique
K.L. Ledeganckstraat, 35
B-9000 GENT
Promoteurs : Prof. Dr. M. Hoffmann & Prof. Dr. E. Coppejans

Maître d'ouvrage

Ministère de la Communauté flamande
Dépt. Environnement et Infrastructure
AMINAL
Div. Nature
B-1040 Bruxelles
Fonctionnaire responsable : Ir. J.-L. Herrier

avec la collaboration de l'Institut pour la Conservation de la Nature, rue de la Clinique 25, B-1070 Bruxelles

TABLE des MATIERES

TABLE des MATIERES	2
PREFACE	8
I. INVENTAIRE	
I.1. Données administratives	9
I.1.1. Situation et limites du site	9
I.1.2. Structure de propriété	9
I.1.3. Commission consultative	10
I.1.4. Affectations planologiques et statuts légaux	10
I.2. Aménagements à caractère récréatif et éducatif	18
I.2.1. Règlement général	18
I.2.2. Situation et équipement des accès	18
I.2.2. Situation et équipement des sentiers	20
I.2.3. Autres équipements à caractère éducatif	22
I.2.4. Evaluation de la fréquentation du site par les visiteurs	22
I.3. Facteurs abiotiques	28
I.3.1. Climat	28
I.3.1.1. Macroclimat	28
I.3.1.2. Microclimat	29
I.3.2. Géologie	30
I.3.2.1. Création de la plaine côtière occidentale	30
I.3.2.2. Formation du cordon de dunes de Ghyselde-Adinkerke	31
I.3.2.3. Transgression Dunkerque 0	31
I.3.2.4. Transgression Dunkerque I	31
I.3.2.5. Transgression Dunkerque II	31
I.3.2.6. Régression Carolingienne	32
I.3.2.7. Transgression Dunkerque III	32
I.3.2.8. Formation des Jonge Duinen de la région du Westhoek	32
I.3.3. Géomorphologie	32
I.3.3.1. Formation des dunes - Général	32
I.3.3.2. Genèse des dunes belges dans la région du Westhoek	33
I.3.3.3. Macromorphologie de la Réserve du Westhoek	35
I.3.3.4. Micromorphologie de la Réserve du Westhoek	37
I.3.3.5. Evolution géomorphologique récente des dunes du Westhoek	38
I.3.3.6. Perspectives de l'évolution géomorphologique au cours des 25 prochaines années	38
I.3.3.7. Importance et intérêt pour la gestion des processus géomorphologiques	38
I.3.4. Topographie	49
I.3.5. Hydrologie	49
I.3.5.1. Généralités	49
I.3.5.2. Hydrogéologie des dunes du Westhoek	50
I.3.5.3. Le facteur hydrologique : importance et intérêt pour la gestion	53
I.3.6. Pédologie	53
I.3.6.1. Caractéristiques physiques des sols	53
I.3.6.2. Caractéristiques chimiques des sols	65
I.3.6.3. Genèse des sols	66
I.3.6.4. Classification des sols	68
I.4. Historique	81

I.4.1. Introduction	81
I.4.2. Néolithique	81
I.4.3. Age du Fer	82
I.4.4. Période romaine	82
I.4.5. Haut Moyen Age	83
I.4.6. Moyen Age	83
I.4.7. Les Temps nouveaux	84
I.4.8. Révolution française - Première Guerre mondiale	85
I.4.9. Première Guerre mondiale	86
I.4.10. Entre-deux-guerres	86
I.4.11. Seconde Guerre mondiale	87
I.4.12. Période après la Seconde Guerre mondiale	87
I.5. Facteurs biotiques	97
I.5.1. Flore	97
I.5.1.1. Liste des espèces	97
I.5.2. Description de la végétation	107
I.5.2.1. Types de végétation des dunes sèches mobiles	107
I.5.2.2. Types de végétation des pannes récentes	108
I.5.2.3. Prairies dégénérées	109
I.5.2.4. Formations herbacées hautes des pannes humides, le plus souvent stabilisées	111
I.5.2.5. Taillis jeunes à moyennement jeunes	111
I.5.2.6. Types de végétation des eaux ouvertes et des rives	112
I.5.2.7. Types de végétation des sentiers et abords de sentiers	112
I.5.2.8. Plantations forestières et boisements (semi-)spontanés	112
I.5.3. Faune	113
I.5.3.1. Avifaune	113
I.5.3.2. Mammifères	114
I.5.3.3. Herpétofaune	115
I.5.3.4. Insectes	116
I.5.4. Appréciation des biota	118
I.6. Développements et typologie du milieu	120
I.6.1. Cordon de dunes à front de plage et milieu de dunes chaotiques	120
I.6.2. Le système récent de dunes mobiles et de dunes paraboliques	120
I.6.3. Le complexe de dunes paraboliques anciennes	120
I.7. Importance de la Réserve du Westhoek au niveau national et international	122
I.7.1 Valeur de la Réserve du Westhoek au niveau national	122
I.7.2. Valeur de la Réserve du Westhoek au niveau international	123
I.8. La gestion de la Réserve du Westhoek jusqu'à l'heure actuelle	123
I.8.1. Gestion à caractère éducatif et récréatif	123
I.8.2. La gestion interne jusqu'à l'heure actuelle	123
II. OBJECTIFS DE GESTION	
II.1. Introduction	126
II.2. Milieux-types	126
II.2.1. Milieux-types possibles	126
II.2.1.1. Groupe principal 1 : unités à caractère à peu près naturel : le milieu dynamique	127
II.2.1.2. Groupe principal 2 : unités à caractère naturel dirigé : le milieu dynamique dirigé	127
II.2.1.3. Groupe principal 3 : unités semi-naturelles	128
II.2.1.4. Groupe principal 4 : unités multifonctionnelles	128
II.2.2. Choix d'un milieu-type pour la Réserve du Westhoek	129
II.3. Milieux-types dans le milieu dynamique dirigé à semi-naturel de la Réserve du Westhoek	130
II.3.1. Chenaux et « plages vertes »	130
II.3.2. Prairies rases humides	131

II.3.3. Dunes ouvertes mobiles	131
II.3.4. Dunes à mousses et prairies sèches à mésophiles	132
II.3.5. Vallées oligotrophes humides à inondées	133
II.3.6. Taillis + végétations de franges	134
II.3.7. Forêts	135
II.4. Modèles-cibles abiotiques	135
II.4.1. Objectifs climatologiques	136
II.4.2. Objectifs géomorphologiques	136
II.4.3. Objectifs hydrologiques	136
II.4.4. Objectifs pédologiques	137
II.5. Objectifs en rapport avec les processus	137
II.5.1. Formation naturelle du littoral	137
II.5.2. Dynamique géomorphologique	138
II.5.3. Développement (sub-)spontané de la végétation	138
II.6. Objectifs historico-culturels et archéologiques	139
II.7. Objectifs de nature éducative et récréative	140
II.8. Objectifs scientifiques	140
 III. TYPES DE GESTION	
III.1. Introduction	142
III.2. Gestion par le pâturage	142
III.2.1. Le modèle mécanique	142
III.2.2. Le modèle « berger avec troupeau » ou modèle-mouton	142
III.2.3. Le modèle communal ou modèle « New Forest »	143
III.2.4. Le modèle de développement intégral de la nature	143
III.2.5. Classification des grands herbivores par types de nourriture	143
III.2.5.1. Brouteurs	143
III.2.5.2. Fourrageurs	145
III.2.5.3. Variables	145
III.2.6. Périodes de pâturage	145
III.2.7. Densité du pâturage	146
III.2.8. Maladies des herbivores	157
III.3. Types de gestion dans les régions de dunes des Pays-Bas et du Nord de la France	149
III.3.1. Zwanenwater, Callantsoog, Pays-Bas	149
III.3.2. Zepeduinen, Kop van Schouwen, Pays-Bas	152
III.3.3. Dunes Marchand, France	153
III.3.4. Dunes du Perroquet, France	154
III.3.5. Meijendeel, Wassenaar, Pays-Bas	154
III.3.6. Vlieland, Pays-Bas	155
III.3.7. Oostvoorne, Pays-Bas	155
III.4. Avantages et inconvénients du pâturage	156
III.5. Conclusions provisoires en ce qui concerne les mesures de gestion dans la Réserve du Westhoek	158
III.6. Gestion d'ordre éducatif et récréatif	159
 IV. OBSTACLES A LA GESTION	
IV.1. Obstacles en matière de planification de l'espace	163
IV.1.1. Protection du littoral	163
IV.1.2. Cordon intérieur de dunes et lisière des polders	163
IV.1.3. Lotissement « Het Vissersdorp »	163
IV.1.4. Camping du Perroquet	164
IV.2. Obstacles en rapport avec les types de gestion	164
IV.2.1. Gestion actuelle	164
IV.2.2. Personnel de gestion	170
IV.3. Obstacles d'ordre éducatif et récréatif	170

IV.3.1. Obstacles généraux en rapport avec le comportement des visiteurs et la surveillance de ceux-ci dans la Réserve du Westhoek	165
IV.3.2. Obstacles en matière d'infrastructure des sentiers de promenade	166
IV.3.3. Obstacles en ce qui concerne l'implantation et l'équipement des accès	167
IV.4. Perturbations du régime hydrologique naturel	173
IV.4.1. Drainages dans les polders	173
IV.4.2. Urbanisation	174
IV.4.3. Envahissement par les buissons et boisements	174
IV.4.4. Captages d'eau souterraine	175
IV.4.4.1. Données générales	175
IV.4.4.2. Pompage provisoire des « Drie Vijvers »	175
IV.4.4.3. Captages d'eau potable dans le Calmeynbos	176
IV.5. Vestiges de l'ancien Mur de l'Atlantique érigé par les Allemands	176
IV.6. Problèmes externes en rapport avec la mobilité du sable	179
IV.7. Envahissement par les buissons et les broussailles	180
IV.8. Espèces exotiques	180
IV.8.1. Flore	180
IV.8.2. Faune	181
IV.9. Acidification	181
V. MESURES DE GESTION CONCRETES	
V.1. Introduction	183
V.2. Evaluation de la gestion pratiquée jusqu'ici dans le Westhoek	183
V.3. Gestion globale dans le Westhoek	185
V.4. Gestion interne de la Réserve du Westhoek	186
V.4.1. Phases de la gestion	186
V.4.1.1. Phase de gestion relictuelle	186
V.4.1.2. Phase de recherche	186
V.4.1.3. Phase d'aménagement	187
V.4.1.4. Phase de consolidation	187
V.4.2. Création d'un gradient de gestion dans la Réserve du Westhoek	188
V.4.2.1. Zone I (a + b) : gestion des modèles	188
V.4.2.2. Zone II (a, b + c) : gestion des processus modérée ou dirigée	188
V.4.2.3. Zone III : gestion des processus contrôlée	189
V.4.2.4. Zone IV : gestion libre des processus	189
V.4.2.5. Zone V : gestion-tampon	189
V.5. Exécution concrète de la gestion interne	191
V.5.1. Mesures de gestion à exécuter dans le cadre de la dynamique géomorphologique	191
V.5.2. Rétablissement du développement naturel de la côte	192
V.5.3. Coupes et défrichage	196
V.5.4. Pâturage	199
V.5.4.1. Délimitation d'unités de pâturage dans la Réserve du Westhoek	199
V.5.4.2. Gestion préliminaire	200
V.5.4.3. Clôtures	200
V.5.4.4. Création d'une infrastructure de gestion	200
V.5.4.5. Elimination localisée des broussailles	201
V.5.4.6. Approvisionnement en eau potable	201
V.5.4.7. Exclosures	202
V.5.4.8. Recherche scientifique	202
V.5.4.9. Choix du bétail et de la période de pâturage	202
V.5.4.10. Détermination de la densité du pâturage dans la Réserve du Westhoek	204
V.5.4.11. Entretien ultérieur et soins	205
V.5.4.12. Interactions avec les visiteurs - Gardiennage	205
V.5.4.13. Effets possibles du pâturage sur la flore et la faune du	

Westhoek	205
V.5.4.14. Décision en ce qui concerne le pâturage dans la Réserve du Westhoek	206
V.5.5. Fauchage et sarclage supplémentaires	208
V.5.6. Mesures d'ordre éducatif et récréatif	208
V.5.6.1. Aménagements proposés et situation des accès	208
V.5.6.2. Sentiers de promenade	210
V.5.6.3. Autres mesures de gestion d'ordre éducatif et récréatif	211
V.5.6.4. Temps de travail et travaux nécessaires pour le réaménagement des infrastructures à caractère éducatif et récréatif	212
V.5.7. Réintroduction d'éléments de flore et de faune disparus	214
V.5.8. Ouvriers	215
V.6. Gestion externe de la Réserve du Westhoek	216
V.6.1. Captages d'eau	216
V.6.2. Camping du Perroquet	218
V.6.3. Possibilités d'extension	218
V.6.4. Polders + Oud Duinlandschap	218
V.7. Aperçu des mesures de gestion et calendrier	220
V.7.1. Court terme	220
V.7.2. Moyen terme	220
V.7.3. Long terme	220
VI. REFERENCES	
VI.1. Cartes	222
VI.2. Littérature	223
ANNEXES :	
1. Flore et Fungi de la Réserve du Westhoek - Listes des espèces	233
2. Faune de la Réserve du Westhoek - Listes des espèces	254
3. Extrait du rapport de la réunion du 01/03/1996 de la Commission consultative pour la gestion des réserves naturelles « De Westhoek » et « De Houtsaegersduinen »	262

« Retournons-nous vers les dunes. Rien n'est plus beau, plus émouvant que les pannes où les tons argentés des Argousiers tranchent sur le vert plus vif des herbes ; les dunes fixées, avec leur fine toison de feuillage tout émaillé de fleurs ; la haute et longue dune blanche qui dans sa marche lente et continue ensevelit les creux verdo�ants ; les gros amas d'écailles abandonnées par nos ancêtres demi-sauvages ; la mer qui moutonne jusqu'à l'horizon ; et, par-dessus le tout, le grand ciel de Flandre qui nous verse sa lumière douce. »
(MASSART 1913a : 151).

PREFACE

Le présent projet de plan de gestion est le résultat final d'une mission de recherche commanditée auprès du Laboratoire de botanique de l'Université de Gand par l'Administration pour la gestion de l'environnement, de la nature, du sol et de l'eau (Administratie voor Milieu-, Natuur-, Land- en Waterbeheer) (AMINAL), Département Nature, du Ministère de la Communauté flamande (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap).

Les auteurs du présent plan de gestion ont tenu compte, pour autant que possible et pour autant que celles-ci soient conformes, des remarques émises par les membres de la Commission consultative au cours de diverses réunions d'accompagnement de cette commission. Ce rapport a pu être réalisé grâce à la collaboration de diverses personnes et institutions. Nous souhaitons remercier en particulier l'Instituut voor Natuurbehoud (Institut pour la conservation de la nature) pour la documentation et les facilités graphiques mises à disposition. Nous souhaitons également remercier l'Ir. Jean-Louis Herrier (Min. Van de Vlaamse Gemeenschap, AMINAL, Afd. Natuur), M. Marc Leten (Instituut voor Natuurbehoud), Lic. Sam Provoost (Instituut voor Natuurbehoud), Dr. Arnout Zwaenepoel (RUG, Labo Plantkunde), Lic. Guido Rappé (RUG, Labo Plantkunde), Drs. Mieke Verbeken (RUG, Labo Plantkunde), Prof. Roger Langohr (RUG, Labo Algemene Bodemkunde), Lic. Erwin Declercq (RUG, Labo Fysische Geografie), Drs. Carol Ampe (RUG, Labo Algemene Bodemkunde), Prof. Dr. Luc Lebbe (RUG, Labo voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie), Lic. Wouter Van Landuyt (Instituut voor Natuurbehoud), Ir. Walter Galle (Min. Van de Vlaamse Gemeenschap, AMINAL, Afd. Natuur, Brugge), M. P. Guillemein (agent technique des réserves naturelles de la côte occidentale flamande), M. E. Vandervelden (responsable de l'inventarisation mycologique en Flandre), Lic. Walter Roggeman (KBIN, président de la Commission consultative scientifique pour les réserves naturelles « De Westhoek » et « Houtsaegerduinen »), Lic. J. Termotte (Min. Van de Vlaamse Gemeenschap, Bestuur Monumenten en Landschappen), M. P. Geldhof (Westvlaamse Vereniging voor de Vrije Tijd, v.z.w., Beernem), Mme. K. De Roo (Natuurreservaten v.z.w., Bruxelles), M. Van der Meer (conservateur, Réserve naturelle « De Zeperduinen », Pays-Bas), M. W. Klomp (conservateur, Réserve naturelle « Het Zwanenwater », Pays-Bas), M. F. Truant (Conservatoire du Littoral, France), M. G. Lemoine (Département du Nord, France), M. Ph. Julve (bureau d'études E.R.E., France), M. Th. Imbert (bureau d'études E.R.E., France), de même que tous les membres non encore mentionnés de la Commission consultative scientifique des réserves naturelles domaniales « De Westhoek » et « De Houtsaegerduinen ».

Nous sommes également reconnaissants à feu Frank De Raeve, dont les connaissances en ce qui concerne le fonctionnement des dunes côtières belges et la façon de permettre à celui-ci de se développer d'une manière aussi peu perturbée que possible, nous ont été particulièrement précieuses pour la réalisation de ce projet concret de plan de gestion.

13 février 1996

Matthias Hoys, Marc Leten et Maurice Hoffmann

Université de Gand
Groupe de travail Morphologie, Systématique et Ecologie
Laboratoire de Botanique
K.L. Ledeganckstraat 35, B-9000 GENT (Gand)

I. INVENTAIRE

I.1. Données administratives

I.1.1. SITUATION ET LIMITES DU SITE (fig. 1,2)

Le complexe de dunes du « Westhoek » est situé à l'extrême occidentale de la Province de Flandre occidentale, sur le territoire de la commune de La Panne. En 1957, 340 ha 27a 31ca de terrain reçurent le statut de Réserve naturelle domaniale (A.R. du 29 août 1957). Avec la Réserve des Hautes Fagnes, il s'agissait de la première réserve naturelle de notre pays.

La réserve naturelle domaniale est limitée au nord-est par le « Vissersdorp », un ensemble de dunes qui fut divisé en lotissements au début des années soixante-dix (environ 60 ha) ; à l'Est de la réserve se trouve le Calmeynbos et les dunes qui bordent celui-ci (ensemble, 105 ha), propriété de l'Intercommunale Waterleidingsmaatschappij Veurne-Ambacht (Société intercommunale de distribution d'eau de Furnes-Ambacht). Au Nord, une digue en béton servant de renforcement artificiel de la base des dunes fait office de séparation entre les dunes et la plage. La véritable limite nord de la réserve est en fait constitué par la ligne normale de la marée haute au mois de mars (D'HONDT 1981 : 3). Cette ligne de marée haute (et par conséquent la limite de la réserve) suit en gros la base de la digue de béton. La limite sud de la réserve est bordée par des constructions sporadiques. La Duinhouekstraat, une rue asphaltée, constitue la frontière avec les polders situés derrière la réserve. Du côté de la France, le site est contigu aux Dunes du Perroquet (site classé de 225 ha) et aux Dunes du Calvaire (25 ha). Le long de la limite ouest de la réserve, juste au-delà de la frontière franco-belge, se trouve le camping privé « le Perroquet », qui consiste en une partie nord et une partie sud, reliées entre elles par un chemin asphalté suivant le tracé de la frontière.

Géographiquement parlant, les dunes du Westhoek font partie des dunes côtières de l'Europe du Nord-ouest, un long cordon de dunes assez étroit qui s'étend depuis Calais (Nord de la France) jusqu'à la pointe nord du Danemark (BASE 1989 : 2).

I.1.2. STRUCTURE DE PROPRIETE

Propriétaire : Région flamande

Administrations responsables :

1) En ce qui concerne la protection et la gestion de la nature :

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap (Ministère de la Communauté flamande)
Departement Leefmilieu en Infrastructuur (LIN) (Département Environnement et Infrastructure)
Administratie Milieu-, Natuur-, Land- en Waterbeheer (AMINAL) (Administration pour la gestion de l'environnement, de la nature, du sol et de l'eau)
Afdeling Natuur (Section Nature)
Belliardstraat 14-18
1000 Brussel
Tél. 02/507.30.67. ; Fax 02/507.30.65.

Buitendienst West-Vlaanderen (Service extérieur Flandre occidentale)
Zandstraat 255 bus 3
8200 Brugge (Sint-Andries)
Tél 050/45.41.65 ; Fax 050/31.94.58.

2) En ce qui concerne la protection contre la mer (plage et dunes côtières) :

Departement Leefmilieu en Infrastructuur (LIN) (Département Environnement et Infrastructure)

Administratie Waterwegen en Zeewezen (AWZ) (Administration des Voies navigables et des Voies maritimes)

Afdeling Waterwegen Kust (Division Voies navigables Côte)

Vrijhavenstraat, 3

8400 Oostende

Tél 059/55.42.11 ; Fax 059/50.70.37.

I.1.3. COMMISSION CONSULTATIVE

Des avis concernant la gestion de la réserve naturelle domaniale sont émis par une commission consultative scientifique. Celle-ci a pour mission essentielle « de soutenir l'ingénieur gestionnaire de même que le fonctionnaire compétent en matière de gestion de la nature, en prodiguant à ceux-ci des avis et des propositions en rapport avec les différents aspects de la gestion, et entre autres la réalisation d'un plan de gestion et d'un plan des sentiers dans la réserve (D.M. du 8 septembre 1977, art. 2). La commission n'a cependant aucun pouvoir coercitif en ce qui concerne la réalisation des plans de gestion, et ne peut empêcher l'acceptation définitive du plan de gestion. »

I.1.4. AFFECTATIONS PLANOLOGIQUES ET STATUTS LEGAUX

En 1935, les dunes situées entre la frontière française et La Panne furent classées comme sites sur proposition de la Commission royale des monuments et des sites, suivant les termes de la « Loi sur la protection des monuments et des sites » de 1931.

En 1957, 340ha 27a 31ca furent érigés au statut de réserve naturelle domaniale (Arrêté Royal du 29.08.1957). L'A.R. du 19.03.1977 confirme l'existence du Westhoek en tant que réserve naturelle domaniale suivant les termes de la Loi sur la conservation de la nature du 12.07.1973. Cette loi vise « le maintien de la nature spécifique, de la diversité et du caractère intact du milieu naturel, par des mesures visant à protéger la flore, la faune, leurs communautés et lieux d'existence, de même que le sol, le sous-sol, l'eau et l'air ».

La Loi sur la protection de la nature stipule e.a. qu'il est interdit dans les réserves naturelles :

- « de tuer, chasser ou capturer les animaux, de quelque manière que ce soit, et de déranger ou détruire leurs jeunes, leurs œufs, leurs nids ou leurs abris ;
- d'emporter, de couper, de déraciner ou de mutiler les arbres et les buissons, et de détruire ou endommager le couvert végétal ;
- de se livrer à des creusements, des forages, des terrassements ou à l'exploitation de matériaux, d'effectuer des travaux de quel ordre que ce soit qui pourraient modifier la nature du sol, l'aspect du terrain, altérer les sources ou le réseau hydrologique, de poser des canalisations superficielles ou souterraines, d'édifier des constructions ou des dépôts, et d'installer des panneaux publicitaires ou autres ;
- de faire du feu et d'abandonner des détritus ».

La Loi sur l'urbanisme et l'aménagement du territoire de 1962 précisa l'affectation du terrain en Belgique par le biais de divers plans (appelés Plans de secteurs). Sur le Plan de secteur Veurne-Westkust (Furnes-côte occidentale) (1976 ; voir fig. 3), la Réserve du Westhoek est désignée comme « zone naturelle ayant une valeur scientifique ou réserve naturelle » (zone R). Le long de la limite NE, entre la réserve et le Westhoekverkaveling (lotissement du Westhoek), une petite zone-tampon (zone T) est prévue. Les dunes à front de plage sont désignées en tant que zone N (zone naturelle). Le Calmeynbos et les dunes adjacentes ont reçu la fonction combinée « zone naturelle (zone N) » et « zone de captage d'eau ». Au Sud de la Duinhoekstraat, un terrain est repris comme zone de

villégiature de vacances. Les polders entre les dunes du Westhoek et les dunes de Cabourg sont désignés comme « zone agraire à valeur paysagère ».

Sur la carte scientifique de Belgique (période de référence 1978-1980), la Réserve du Westhoek, les dunes de front de mer et le Calmeynbos sont repris en tant que « très importants du point-de-vue biologique ». Les unités suivantes sont reprises pour le Westhoek : Dd (cordon de dunes à front de plage), Dm (dunes mobiles sans végétation), Sd (taillis à argousier), Mp (fagnes basses alcalines dans les pannes des dunes) et Hd (prairies calcaires). Il faut cependant remarquer que cette carte n'a qu'une valeur scientifique, et ne correspond donc pas nécessairement à l'affectation légale du sol. Cependant, les unités cartographiques (types de végétation) ont été utilisés dans le cadre du Décret de modification de la végétation du 04.12.91. (voir plus loin).

La zone des Bancs côtiers et des Bancs de Flandre (en tout cas la partie d'une profondeur inférieure à 6m sous le niveau des marées basses, y compris la zone inférieure de la plage) située dans les eaux territoriales belges entre Ostende et la frontière française a été désignée comme « zone humide d'importance internationale » dans le cadre de la Convention RAMSAR (A.R. du 27.09.84, Moniteur du 31.10.84). Le site s'étend sur environ 7400 ha, et est connu sous la dénomination officielle de « Bancs de Flandre - site RAMSAR ».

En 1988 (Décret de l'Exécutif flamand du 17.10.88, Moniteur du 29.10.88 ; fig. 4), la Réserve du Westhoek et le Calmeynbos et les dunes adjacentes, de même qu'une partie du Westhoekverkaveling, furent désignés comme Zone de protection spéciale pour la protection de l'avifaune européenne (« Directive avifaune ») suivant les termes de la Directive 79/409/EEG du Conseil des Communautés européennes du 2 avril 1979 en matière de protection de l'avifaune.

Le « Décret Forêts » (Bosdecreet) du 13 juin 1990 (Moniteur du 28.09.90) a pour but de réglementer le maintien, la protection, l'aménagement et la gestion des forêts. Par « forêt », on entend : « les terrains sur lesquels les arbres et la végétation arbustive constituent la partie la plus importante, auxquels appartiennent une flore et une faune propres, et qui remplissent une ou plusieurs fonctions ». Le Bosdecreet ne stipule en fait aucune superficie minimale ; de même, il ne définit pas explicitement ce que l'on entend par le terme « arbres » : s'agit-il uniquement d'espèces d'arbres (donc, y compris les graines), ou bien ce terme signifie-t-il plutôt les apparences physiques des arbres ? Il n'est donc pas possible de déterminer avec certitude dans quelle mesure les parties boisées ou en cours de boisement de la Réserve du Westhoek tombent sous l'application des dispositions reprises dans le Bosdecreet.

L'Arrêté de l'Exécutif flamand en ce qui concerne l'instauration d'autorisations obligatoires en matière de modifications de la végétation et des éléments linéaires et pointus (en abrégé l'Arrêté sur les modifications de la végétation (Vegetatiewijzigingsbesluit) du 4 décembre 1991 (Moniteur du 24.03.92)) est valable e.a. à l'intérieur des réserves naturelles (zones N), des sites naturels à valeur scientifique (zones R), des zones de protection dans le cadre du maintien de l'avifaune européenne et des zones humides d'importance internationale (pour l'avifaune) (zones RAMSAR). A l'intérieur de toutes celles-ci, certains types de végétation sont protégés : celles-ci furent empruntées aux unités cartographiques utilisés pour l'établissement de la Carte scientifique de Belgique. Ce décret n'est cependant pas d'application sur les sites pour lesquels un plan de gestion a été approuvé en exécution du Décret Forêts (13.06.90) ou de la Loi sur la protection de la nature (12.07.73).

Le 14 juillet 1993, le « Décret sur les mesures permanentes pour la protection des dunes côtières » fut approuvé par le gouvernement flamand (Moniteur 30.08.93). Le 15 septembre 1993 (Moniteur 17.09.93), un premier décret d'exécution spécifiait les zones de dunes protégées, de même que les ensembles de dunes importants. Après enquête publique, le Décret du gouvernement flamand du 16 novembre 1994 (Moniteur du 30.11.94) définissant la plupart des zones déjà protégées de même qu'un certain nombre de sites supplémentaires, fut approuvé. Le décret du 21 décembre 1994 (Moniteur du 31.12.94) accorde un statut effectif définitif de protection aux ensembles de dunes qui faisaient déjà l'objet de mesures de protection, et un statut effectif provisoire de protection aux nouveaux sites de protection désignés de même qu'aux terrains agricoles importants pour les

ensembles de dunes. Les sites de dunes se trouvant dans les environs immédiats du Westhoek et qui furent protégés sont repris sur la fig. 5.

L'avant-projet de « Plan structurel pour la zone côtière » (février 1994), qui entre dans le cadre du « Plan structurel pour la Flandre occidentale » (un plan par étapes à (moyen ou) long terme qui donne une vision (acceptée par la communauté) de même que des propositions intégrées de planification en rapport avec le développement et la future structure de l'espace pour la Région flamande), suit le concept de la « Groene hoofdstructuur voor Vlaanderen » (Structure directrice pour la nature en Flandre) (1991, 1993), et considère la Réserve du Westhoek, de même que les dunes appartenant à l'IWVA, le Calmeynbos et les dunes de l'Oosthoek comme « zones naturelles strictes » (natuurkerngebieden) (K). La plage située devant la réserve, de même que les polders situés entre les dunes du Westhoek et le Domaine de Cabourg, ont reçu la fonction de « zones de développement de la nature » (natuurontwikkelingsgebieden) (KO). Entre le cordon de dunes à front de plage et De Moeren, l'accent est mis sur la « continuité des espaces ouverts face à la pression de l'urbanisation ».

La Réserve du Westhoek a en outre été incluse dans la liste provisoire des « zones de protection spéciale en matière de protection des habitats naturels, de la faune et de la flore sauvages » (« Directive Habitats » 92/43/EEG du 21/05/1992), en fonction de la présence des types d'habitats suivant repris sous l'Annexe I :

- 16.211 : dunes embryonnaires (développées de manière limitée dans les limites strictes de la Réserve du Westhoek) ;
- 16.212 : dunes mobiles sur sables avec oyats (*(Ammophila arenaria)*) - dunes blanches (très bien développées dans la Réserve du Westhoek) ;
- 16.221-7 : dunes fixées avec végétation herbacée - dunes grises (bien développées dans la Réserve du Westhoek) ;
- 16.25 : dunes à argousier (*Hippophae rhamnoides*) (très bien développées dans la Réserve du Westhoek) ;
- 16.26 : dunes à Saule rampant (*Salix repens*) (bien développées) ;
- 16.31 - 16.35 : vallées humides (bien développées).

Par l'Arrêté Royal du 14 février 1995 (Moniteur du 04.03.95), l'Etat transfert à la Région flamande la Réserve du Westhoek. L'appellation de « Réserve naturelle domaniale » est cependant maintenue.

Fig. 1 - Situation de la Réserve domaniale "de Westhoek" (sources : cartes topographiques de 1978 (19/3-4) et 1985 (11/7-8) de I.G.N.)

1 = réserve naturelle domaniale "De Westhoek" ; 2 = Westhoekverkaveling (Vissersdorp) ; 3 = Dunes de front de plage de La Panne ; 4 = Calmeynbos + dunes (captages d'eau) ; 5 = Oosthoekduinen ; 6 = plage ; 7 = camping "le Perroquet" ; 8 = Dunes du Perroquet ; 9 = polder ; 10 = Domaine de Cabourg ; 11 = Dunes fossiles de Ghyvelde ; 12 = réserve naturelle domaniale "Houtsaeger".

Fig. 2 - Carte générale de la réserve naturelle domaniale "De Westhoek", avec indication des sentiers de promenade, des noms de rues et des unités de gestion (source : AMINAL 1994). La limite sud de la Centraal Wandelduin est indiqué pour les années 1971, 1990 et 1994.

Fig. 3 - Extrait du Plan de secteur Furnes-Ambacht (1976), carte topographique 11/7 La Panne.

Fig. 4 - Délimitation de la zone de protection spéciale pour la conservation de l'avifaune européenne (Directive oiseaux ; B.VI. Ex. 17.10.88.).

Fig. 5 - Situation des ensembles de dunes le long de la limite NE de la Réserve du Westhoek protégées de façon planologique dans le cadre du Décret Dunes (Décret du gouvernement flamand du 16.11.94. Hachures horizontales = ensembles de dunes protégés ;hachures verticales = zones agricoles importantes pour les ensembles de dunes.

I.2. Aménagements à caractère récréatif et éducatif

La Réserve du Westhoek est uniquement accessible sur les sentiers de promenade indiqués sur le terrain par des poteaux et repris sur la brochure récemment éditée. Les chiens, même tenus en laisse, sont interdits dans la réserve. Les chevaux sont uniquement autorisés sur la Ruiterpad (piste pour cavaliers) qui s'étend entre la frontière française et le Grenspad. Le tracé total des sentiers, digue y comprise, couvre actuellement une dizaine de kilomètres.

I.2.1. REGLEMENT GENERAL

Sur base de la Loi sur la protection de la nature (A.R. 12.07.73), de la Loi du 22.01.71 ayant trait à la réglementation des compétences des fonctionnaires chargés de la surveillance des réserves naturelles domaniales, et du Décret ministériel du 23.10.75 en matière de réglementation de la surveillance, de la police et de la circulation dans les réserves naturelles domaniales, il est e.a. interdit :

- de tuer, chasser ou capturer les animaux, de quelque manière que ce soit ;
- de détruire ou déranger leurs jeunes, leurs œufs, leurs nids ou leurs abris ;
- d'emporter, de couper, de déraciner ou de mutiler les arbres et les buissons, et de détruire ou endommager le couvert végétal ;
- d'effectuer des travaux de quelque nature qu'ils soient et qui pourraient modifier la nature du sol, l'aspect du terrain, ou pourraient modifier les sources ou le réseau hydrographique ;
- de faire du feu et d'abandonner des détritus ;
- de camper, de planter des tentes ou des coupe-vent ;
- de faire usage de transistors radio, de haut-parleurs, de modèles réduits de bateaux ou d'avions, et de déranger l'environnement ou les visiteurs de quelque façon que ce soit ;
- d'introduire volontairement des plantes, des animaux, des graines ou des semences.

I.2.2. SITUATION ET EQUIPEMENT DES ACCES (fig. 6)

La Réserve du Westhoek possède cinq accès officiels (fig. 6) : « Vissersdorp », « Calmeynbos », « Bunker », « Perroquet » et « Strand ». Un accès supplémentaire doit également être inclus, à savoir l'accès « GR5 » - qui n'est en fait pas un accès officiel, mais assure la liaison entre les sentiers Helmpad et Grenspad dans la réserve-. Les différents accès sont décrits plus en détails ci-dessous.

a. Accès « Vissersdorp » (fig. 7)

L'accès « Vissersdorp », situé à l'extrémité de la Schuilhavenlaan, constitue l'entrée principale de la réserve. Il est facilement accessible en voiture ; un certain nombre de places de stationnement sont disponibles le long de la Schuilhavenlaan. Près de l'entrée est situé un petit pavillon d'information, dans lequel sont présents des guides-nature durant les périodes de vacances (de 10.00 à 12.00 H. et de 13.00 à 17.00 H). Deux sentiers de promenade partent de cette entrée principale, à savoir l'Oostergrenspad en direction de l'Est, et le Konijnepad en direction de l'Ouest.

Les équipements à caractère éducatif et récréatif situés tout près de l'entrée sont les suivants :

- un panneau d'information, situé après la scission entre Oostergrenspad et Konijnepad ;
- un tourniquet situé entre la cabane d'information et l'entrée effective de la réserve ;
- un parc à vélos, un banc en bois et quelques poubelles situés le long de la clôture de la réserve.

b. Accès « Calmeynbos »

Cet accès constitue la liaison entre l'Oostergrenspad (et qui coïncide avec un sentier de grande randonnée de même qu'un sentier de promenade communal) et le domaine de l'IWVA. Cette

entrée n'est pas accessible en voiture.. A partir de l'accès « Calmeynbos », il est possible de suivre l'Oostergrenspad dans deux directions : en direction de la plage, ou en direction de la Duinhoekstraat (accès « Bunker »).

Les autres équipements à caractère éducatif ou récréatif sont :

- un tourniquet pour piétons situé entre l'Oostergrenspad et le domaine de l'IWVA ;
- quelques poubelles ;
- différents types de panneaux d'information : un « arbre indicateur » indiquant le sentier de grande randonnée, un panneau indiquant le sentier de promenade communal, et un panneau d'informations concernant la réserve naturelle domaniale.

c. Accès « Bunker »

Cet accès est situé à l'extrême sud-est de la réserve, à proximité de la Duinhoekstraat et du village de vacances situé dans les environs. L'Oostergrenspad part de cet accès en direction nord. Le nom « Bunker » vient du bunker datant de la Seconde Guerre mondiale situé dans les environs immédiats ; celui-ci est à l'heure actuelle utilisé comme dépôt de matériel pour les ouvriers de terrain de la réserve. L'accès »Bunker » est facilement accessible en voiture, mais il n'existe aucune aire de stationnement. De tous les accès, c'est celui-ci qui est situé le plus près de la gare des trains de La Panne (Adinkerke).

Les autres équipements à caractère éducatif ou récréatif de cet accès sont :

- un tourniquet pour piétons situé entre le sentier public et l'Oostergrenspad ;
- un certain nombre de panneaux d'information en rapport avec la réserve naturelle domaniale ;
- une poubelle.

d. Accès « Perroquet » (fig. 8)

L'accès « Perroquet » est situé à l'extrême sud-ouest de la réserve, près de la frontière franco-belge. Une piste pour cavaliers (séparée) et un sentier de promenade (Grenspad) partent de cet accès. Celui-ci est facilement accessible en voiture ; un certain nombre de places de stationnement sont disponibles tout près des commerces situés à proximité.

Les équipements à caractère éducatif et récréatif se limitent à :

- un tourniquet pour piétons (près du Grenspad) et
- quelques poubelles. Aucun panneau d'information.

e. Accès « Strand »

L'accès « Strand » est situé à l'extrême nord-ouest de la réserve, à l'endroit où le Grenspad et la piste pour cavaliers aboutissent à la plage devant la réserve.

Les seuls équipements à caractère éducatif et récréatif sont :

- un tourniquet pour piétons et
- un piquet d'informations pour le sentier de grande randonnée.

f. Accès « GR5 »

L'accès « GR5 » est intégré dans la clôture qui s'étend à 50 m à l'Est de la limite occidentale de la réserve. Cet accès est situé entièrement dans les limites de la réserve elle-même, et ne peut donc être considéré comme une entrée officielle. Il n'en est pas moins utilisé par les visiteurs qui, venant du camping « le Perroquet » situé à proximité, pénètrent dans la réserve ou traversent celle-ci pour accéder à la plage.

Les équipements à caractère éducatif et récréatif sont :

- un tourniquet pour piétons ;

- quelques poubelles et
- un pictogramme « chiens interdits ».

I.2.2. INFRASTRUCTURE ET EQUIPEMENT DES SENTIERS (fig. 9)

Le réseau des sentiers a été modifié à plusieurs reprises depuis le début des années soixante-dix : le but de ces modifications était de concentrer au maximum le flot des visiteurs, et d'assurer ainsi la protection des parcelles les plus sensibles. L'évolution du réseau de sentiers est discutée plus en détails dans le chapitre « Obstacles ».

A l'heure actuelle, six sentiers non-revêtu existent dans la réserve : ils sont surtout concentrés dans la partie nord-est (fig. 9). Le balisage des sentiers est effectué à l'aide de piquets en bois (lettres jaunes sur fond vert) et de poteaux en bois rond dont le sommet est coloré. Le renforcement en béton des dunes situé à la limite entre plage et dunes est par ailleurs fréquemment utilisé comme sentier de promenade entre Bray-Dunes et La Panne.

Au départ de l'entrée principale (près de la Schuilhavenlaan), il est possible d'effectuer les promenades suivantes (e.a.) :

- circuit Konijnenpad - Kopjesduinpad - Guichelheilpad - Oostergrenspad (ou l'inverse) ;
- circuit Konijnenpad - Helmpad - Grenspad - digue - Schuilhavenlaan ;
- circuit Konijnenpad - Kopjesduinpad - Oostergrenspad (ou l'inverse) ;
- circuit Konijnenpad - Helmpad - Oostergrenspad (ou l'inverse) ;
- enfin, circuit Konijnenpad - Helmpad - Grenspad - Duinhoekstraat - Oostergrenspad (ou l'inverse).

L'entretien des sentiers consiste principalement en l'élagage régulier des buissons situés le long de ceux-ci, la tonte des bas-côtés (deux fois l'an), et l'apport de sable aux endroits humides. On s'efforce de garder leur largeur entre 2 et 4 m.

a. Oostergrenspad (« Sentier de la limite est »)

L'Oostergrenspad longe plus ou moins la limite est de la réserve, et constitue la liaison entre l'accès « Bunker » situé près de la Duinhoekstraat et l'entrée principale située près de la Schuilhavenlaan. A mi-chemin environ, il est possible de se raccorder (via l'accès « Calmeynbos ») au réseau de sentiers du domaine de l'IWVA. L'Oostergrenspad coïncide sur une petite partie de son tracé avec un chemin de promenade communal, de même qu'avec le GR 5. Les autres sentiers qui se raccordent à l'Oostergrenspad sont (du S au N) : le Helmpad, le Kopjesduinpad, le Guichelheilpad et le Konijnenpad.

L'Oostergrenspad est indiqué à certains endroits à l'aide de noms sur des piquets en bois (lettres jaunes sur fond vert) ; le balisage du tracé lui-même est effectué à l'aide de poteaux en bois dont le sommet est coloré en gris. Des poubelles sont disponibles à certains endroits le long du tracé. Le sentier traverse divers milieux, tels que les taillis mélangés, le sable mobile, les pannes humides et les buissons de Saules rampants.

b. Kopjesduinpad (« Sentier de la Kopjesduin »)

Le Kopjesduinpad, indiqué à l'aide de poteaux en bois dont le sommet est coloré en brun foncé, traverse la réserve d'est en ouest, et relie l'Oostergrenspad au Konijnenpad. Un raccordement est également possible avec le Guichelheilpad dans sa partie ouest.

Le Kopjesduinpad se déroule principalement à travers des dunes mobiles sans végétation (Centraal Wandelduin). La partie orientale, juste avant la jonction avec l'Oostergrenspad, traverse une crête de dunes couverte d'oyats.

c. Guichelheilpad (« Sentier du Mouron »)

Le Guichelheilpad est indiqué à l'aide de poteaux en bois dont le sommet est coloré en blanc. Il constitue la liaison entre l'Oostergrenspad et le Kopjesduinpad. Aucune jonction n'est possible avec d'autres sentiers.

La végétation le long de ce sentier consiste principalement en buissons d'argousiers (hauts de 1 à 2 m) ; à un endroit (unité de gestion « Guichelheilpanne »), le sentier longe également des étendues de Saules rampants et une végétation de vallée.

d. Konijnepad (« Sentier des Lapins »)

Le Konijnepad (poteaux en bois au sommet bleu) part de l'entrée principale « Vissersdorp » située près de la Schuilhavenlaan, et rejoint plus au Sud le Helmpad. A mi-chemin environ, il existe une jonction avec le Kopjesduinpad. La partie nord du Konijnepad, jusqu'à sa jonction avec le Kopjesduinpad, est couverte de plaques de béton (ancienne voie datant de la guerre et construite par les Allemands).

Le Konijnepad parcourt divers milieux, tels que taillis, oyats peu entretenus, et dunes mobiles sans végétation (Centraal Wandelduin).

e. Helmpad (« Sentier des oyats »)

Le Helmpad (balisage à l'aide de poteaux en bois au sommet coloré en jaune) est le plus long des sentiers de la réserve. Il forme la liaison entre l'Oostergrenspad situé à l'Est et le Grenspad situé à l'Ouest. Dans sa partie orientale, il traverse une dépression humide récente.

Pendant la saison de la nidification, des panneaux sont installés le long du tracé du sentier, afin de rappeler aux visiteurs les dangers potentiels de perturbation pour les oiseaux nichant dans les dépressions humides récentes. Près de la jonction avec le Grenspad, un tourniquet pour piétons et diverses poubelles sont installées.

f. Grenspad (« Sentier de la frontière »)

Le Genspad, balisé à l'aide de poteaux en bois au sommet orangé, se déroule le long de la limite ouest de la réserve, et relie l'accès « Perroquet » au Sud à l'accès « Strand » au Nord. Près de la Centraal Wandelduin, il est possible de rejoindre le Helmpad.

Le Grenspad traverse une grande variété de milieux, parmi lesquels les taillis, les plantations forestières, les plantations d'oyats peu entretenues, les dunes mobiles sans végétation et les vallées humides.

g. GR-pad (sentier de grande randonnée)

Le sentier de grande randonnée GR 5 coïncide entièrement avec le tracé des sentiers de la réserve sur tout son parcours à l'intérieur de celle-ci. Il traverse la réserve depuis l'accès « Calmeynbos », via l'Oostergrenspad, le Helmpad et le Grenspad, jusqu'à l'accès « Strand ». Des panneaux d'information sont disponibles à proximité des deux accès de la réserve concernés par le GR.

h. Sentier de promenade communal

Un sentier communal existe dans la réserve : il coïncide sur l'ensemble de son parcours avec l'infrastructure des sentiers déjà existante. Dans la réserve, ce sentier relie l'accès « Calmeynbos » à l'accès (principal) « Vissersdorp », en empruntant successivement l'Oostergrenspad, le Helmpad et le Konijnepad. Les jonctions sont indiquées à l'aide de panneaux hexagonaux blancs.

i. Piste pour cavaliers

La piste pour cavaliers rejoint l'accès « Perroquet » situé près de la Duinhoekstraat, à la plage, en suivant parallèlement le Grenspad. Elle correspond plus ou moins au tracé de la frontière

franco-belge. Le sentier de promenade et la piste pour cavaliers sont clairement séparés l'un de l'autre par une haie de buissons ou par une clôture.

I.2.3. AUTRES EQUIPEMENTS A CARACTERE EDUCATIF

Près de l'entrée principale « Vissersdorp », à la fin de la Schuilhavenlaan, est situé un petit pavillon d'information en bois (2 x 4 m), installé en 1988. Le Service touristique de La Panne et la Vlaamse Vereniging voor de Vrije Tijd v.z.w. (W.V.T.) (Association flamande pour les loisirs) sont chargées de l'occupation de ce pavillon pendant les mois de juillet et d'août (de 10.00 à 12.00 H et de 13.00 à 17.00 H). Les rétributions sont assurées par le Département Nature (Afdeling Natuur) d'AMINAL. Une brochure d'informations sur la réserve, de même que quantités d'autres publications (gratuites ou payantes) peuvent être obtenues au pavillon d'information.

Durant les mois de vacances, il est également possible de prendre part à une promenade guidée hebdomadaire dans la réserve, sous la conduite d'un guide-nature. Des promenades guidées pour groupe peuvent également être réservées.

I.2.4. EVALUATION DE LA FREQUENTATION PAR LES VISITEURS

Les considérations suivantes peuvent être émises en ce qui concerne les visites dans la réserve. Elles sont tirées de l'étude réalisée par GELDHOF (1988) et de l'E.R.E. (1994) :

- les comptages effectués en juillet 1988 indiquent une fréquentation quotidienne moyenne de 258 personnes entrant dans et 176 personnes sortant de la réserve par l'accès principal (accès « Vissersdorp ») ; sur base de cette moyenne journalière, on peut estimer les visites individuelles à minimum 25.000 pour les mois de juillet et août. Il faut en plus tenir compte des 96 visites de groupes assurées en 1988 par le Service touristique de La Panne. En 1989, 25.000 visiteurs individuels et 70 groupes furent enregistrés au pavillon d'information ; ce pavillon d'information est donc parmi les plus importants de toute la Flandre en ce qui concerne le nombre de visiteurs (DE MUYNCK cit. Dans VAN LANDUYT 1992 : 23).
- durant les vacances, l'intensité des visites n'est pas liée aux week-ends ; ce sont surtout les conditions météorologiques qui influencent le nombre de visites. Les journées les plus fréquentées sont celles qui connaissent un temps que l'on peut caractériser comme « ensoleillé avec faible brise fraîche ».
- 18 % des visiteurs s'informent au pavillon d'information avant de pénétrer dans la réserve.
- 60 % de ceux-ci semblent surtout intéressés par les possibilités de promenade qu'offre la réserve.
- les recherches menées en juillet et en août 1988 montrent qu'un seul visiteur sur cinq visite la réserve pour la première fois ; 30 % de ces visiteurs semblent venir régulièrement dans la réserve.
- deux tiers des personnes interrogées en 1988 étaient Belges. La majorité d'entre eux venaient de Flandre (72 %) ; la Wallonie et Bruxelles représentaient respectivement 17 et 11 %. Parmi les étrangers, Allemands et Français sont les mieux représentés ; les Hollandais ne représentaient qu'un faible 4 %.
- la Réserve du Westhoek est surtout visitée en famille (2 à 8 personnes) ; les visiteurs solitaires (souvent accompagnés d'un chien) constituent une minorité.
- 23 % des personnes interrogées en juillet et en août 1988 appréciaient l'infrastructure récréative ; 10 % se montraient très satisfaits du réseau de sentiers, mais 12 % exprimaient leur mécontentement suite à la restructuration de celui-ci ; 7 % estimaient que le gardiennage était insuffisant ; 5 % trouvaient que le balisage des sentiers laissait à désirer ; enfin, il semble que près de la moitié des personnes interrogées n'avaient aucun souhait ni grief particulier à énoncer.
- les sentiers les plus densément fréquentés de la réserve sont, d'après l'étude menée par E.R.E. (1994), le Konijepad, le Grenspad et la piste pour cavaliers. Vient ensuite la digue en béton au pied des dunes entre Bray-Dunes et La Panne (LETEN, com. pers.).

Fig. 6 - Situation et appellation des accès officiels actuels à la Réserve du Westhoek.

Fig. 7 - Infrastructure actuelle de l'entrée "Vissersdorp" (d'après BOOGHS et al. 1994).

Fig. 8 - Infrastructure actuelle de l'accès "Perroquet" (d'après BOOGHS et al. 1994).

Fig. 9 - Réseau actuel des sentiers de promenade à l'intérieur de la Réserve du Westhoek. Lignes continues = sentiers de la réserve (+ nom) ; ligne pointillée = sentier communal ; ligne interrompue = sentier GR ; ligne interrompue + pointillés = piste pour cavaliers.

I.3. Facteurs abiotiques

I.3.1. CLIMAT

Le climat côtier de l'Europe occidentale est un climat tempéré humide. Le climat de la côte belge se différencie de celui de l'intérieur du pays par des hivers relativement doux, une humidité atmosphérique importante, et des vents plus soutenus.

I.3.1.1. Macroclimat

1. Températures

La côte subit l'influence tempérante de la Mer du Nord. Pendant l'hiver, les maxima et les minima moyens sont plus élevés à la côte qu'à l'intérieur du pays, tandis qu'en été, ces mêmes valeurs sont inférieures.

Les dunes du Westhoek sont situées dans une zone dont la température réelle de l'air est en moyenne située entre 9,5 et 10,0 °C (PONCELET & MARTIN 1947 :190).

Les données suivantes ont été enregistrées à Coxyde (période 1952-1971, BODEUX 1976) :

Mois le plus froid : janvier : température maximale moyenne 5,0 °C.

Température minimale moyenne 1,1 °C.

Mois le plus chaud : août : température maximale moyenne 20,5 °C.

Température minimale moyenne 12,4 °C.

Le nombre moyen de journées de gel (t° en-dessous de 0 °C) est de 45 : il s'agit de la valeur la plus basse pour la Belgique.

2. Précipitations

La quantité annuelle de précipitations est en moyenne inférieure à celle de l'intérieur du pays. On compte en moyenne 221 jours de précipitations annuelles . 60 % de celles-ci tombent sous forme de pluie. Les précipitations annuelles moyennes totalisent minimum 520 mm et maximum 870 mm. Le mois le plus humide est novembre, avec une moyenne de 25-163 mm de précipitations ; le mois le plus sec est mars, avec une moyenne de 7-87 mm de précipitations (BODEUX 1974, station synoptique Coxyde, période 1952-1972).

LEBBE (1978 : 108) a calculé pour la période 1957-1976 (données fournies par la base aérienne de Coxyde) une moyenne annuelle totale de 679,4 mm, avec un excédent annuel moyen des précipitations de 271,8 mm. La côte est plus fréquemment sujette aux brouillards que l'intérieur du pays.

Un fait remarquable semble être la diminution de la quantité annuelle moyenne de précipitations que l'on remarque en comparant les données de PONCELET & MARTIN (1947) pour la période 1901-1930 avec les données plus récentes de l'IRM (1985) (HOFFMANN 1993 : 43). D'après les données de PONCELET & MARTIN (1947), la côte occidentale est située dans une zone ayant une quantité moyenne de précipitations de 750-800 mm ; d'après les données de l'IRM (1985), la côte occidentale a une quantité moyenne de précipitations inférieure à 700 mm. Ceci signifierait donc qu'une diminution de l'ordre de 50 à 100 mm/an a eu lieu durant une période de 50 ans. On ne peut cependant déterminer avec précision dans quelle mesure d'éventuelles techniques différentes, de même que la grande différence dans la densité des mesures, pourraient expliquer de telles différences.

On peut également remarquer que la côte occidentale de Flandre manifeste, à l'échelle de la Belgique, les plus hautes valeurs en ce qui concerne l'index d'aridité (= proportion du déficit annuel des précipitations par rapport à l'évapotranspiration annuelle potentielle, exprimée en pourcents), de même que les valeurs les moins élevées en ce qui concerne l'index d'humidité (= proportion du surplus annuel en précipitations par rapport à l'évapotranspiration annuelle potentielle, exprimée en pourcents) (DE RAEVE 1991 : 54). Ceci montre à nouveau, du point-de-vue du macroclimat, le caractère extrême de la côte occidentale comparé au reste de la Flandre.

c. Humidité relative et déficit de saturation

Les stations météorologiques situées le long de la côte indiquent une humidité relative plus élevée (maximum 10 %) qu'à l'intérieur des terres (HOFFMANN 1993 : 48). Les valeurs les plus basses sont atteintes d'avril à juin.

Le déficit de saturation à Coxyde et Middelkerke est considérablement inférieur à celui de la station de référence pour la Belgique située à Uccle (BODEUX 1975). Un certain nombre d'épiphytes cryptogamiques, tels que *Usnea subfloridana*, *U. filipendula*, *Frullania dilatata*, de même que diverses espèces d'*Orthotrichum*, que l'on trouve le long de la côte belge et qui sont par ailleurs extrêmement rares, sont favorisés par cette situation (HOFFMANN 1993 : 29). Le déficit de saturation est le plus élevé de mai à août.

d. Durée de l'ensoleillement

La durée annuelle moyenne d'ensoleillement en ce qui concerne la zone dans laquelle sont situées les dunes du Westhoek atteint 1700 heures. Il s'agit de la plus haute valeur enregistrée en Flandre. Juin est le mois le plus ensoleillé, avec une moyenne de 7,5 heures d'ensoleillement par jour ; décembre est le mois le moins ensoleillé, avec une moyenne de 1,5 heure d'ensoleillement par jour (DOGNIAUX 1979).

e. Vent

Le vent souffle principalement du secteur S-O. Le long de la côte, on note des vitesses en moyenne plus élevées qu'à l'intérieur des terres. Le vent est chargé de minéraux (surtout des chlorides) venant de la mer (« sea spray »).

DEPUYDT (1967 : 63) a établi une rose des vents sur base de 26.293 mesures réparties sur six années (1958-1963), enregistrées à Ostende. De celles-ci, il ressort l'importance dominante (37,2 %) des vents soufflant du quadrant sud-ouest (fig. 10) ; la résultante de tous les vents est de 43 ° N ; la résultante de tous les vents d'une force supérieure à 4 m/sec (la vitesse du vent minimale pour déplacer du sable) est cependant de 75 ° N, ce qui correspond assez bien aux axes des dunes paraboliques (72 ° N - 75 ° N) que l'on trouve dans le Westhoek (o.c. : 65).

I.3.1.2. *Microclimat*

On ne dispose pas de données microclimatologiques pour les dunes du Westhoek. Celui-ci peut cependant être très différent du macroclimat. Les principaux facteurs qui déterminent le microclimat sont (DE RAEVE 1991 : 49) :

- le relief ;
- l'exposition par rapport aux rayonnements solaires (sur les versants sud, températures jusqu'à 70 °C) ;
- la différence entre les hautes dunes et les vallées, qui donne des températures minimales en général moins élevées dans les pannes que sur les terrains plus élevés ;
- le régime de chaleur des sols : les sols humiques retiennent par exemple moins bien la chaleur que le sable pur ;
- la situation hydrologique, qui permet aux eaux souterraines et à l'humidité du sol d'exercer une action tempérante sur les extrêmes de température ;
- la végétation : non seulement les buissons et les arbres, mais également les plantes herbacées et même les mousses, limitent considérablement les extrêmes microclimatiques.

Fig. 10 = Rose des vents, dressée d'après toutes les données relatives à la direction du vent sur six années (1958-1963), enregistrées à Ostende (douze mesures par jour). Le vecteur 34° N est la résultante des vents (d'après DEPUYDT 1967 : 63).

I.3.2. GEOLOGIE

(principalement d'après DEPUYDT 1967, TAVERNIER et al. 1970, DECEUNYNCK 1992 et DENIS 1992)

Géologiquement parlant, la région des dunes de Flandre appartient au Quaternaire. Les couches géologiques antérieures ne jouent aucun rôle notoire en surface. Les couches tertiaires (notamment l'argile Ypérien) sont par contre très importantes pour l'hydrologie de la région (voir I.3.3.). La fig. 11 donne un aperçu général de la géologie en Flandre occidentale.

I.3.2.1. *Création de la plaine côtière occidentale (environ 10.000 ans)*

La formation de la plaine côtière actuelle commença il y a environ 10.000 ans, au début de l'Holocène. La fonte des calottes glaciaires qui recouvrèrent jusqu'alors une bonne partie de l'Europe du Nord, fit monter le niveau de la mer. C'est ainsi que la mer envahit progressivement les terrains situés les plus bas, ce qui permit des dépôts de sable et d'argile (dépôts de Kales). Parallèlement à la montée du niveau de la mer, le niveau des eaux souterraines se mit à augmenter à l'intérieur des terres. Cette augmentation de l'humidité du sol créa d'importants marais fangeux le long de la côte. Suite à la poursuite de la montée du niveau de la mer, ces marais furent à leur tour submergés et couverts de sédiments marins. Il y a environ 4000 ans, la plaine côtière se présentait sous l'aspect de

« wadden » (grandes étendues entrecoupées de chenaux, recouvertes à marée haute et dégagées à marée basse), tandis que les marais situés plus à l'intérieur des terres perdaient peu à peu leur salinité.

I.3.2.2. Formation du cordon de dunes de Ghavelde-Adinkerke (environ 5000 ans)

Il y a entre 5300 et 4700 ans, la plaine côtière était à ce point recouverte de vase que des fagnes commencèrent à se former sur la plus grande partie de la zone occidentale. Il y a environ 4200 ans, la plaine côtière de l'époque consistait presque uniquement en un immense marais côtier. La présence de ces étendues de fagnes sous-entend l'apparition d'une côte plus ou moins fermée comprenant des dunes faisant obstacle à la mer (cfr. Le « strandwallenlandschap » des Pays-Bas), dont les anciennes dunes intérieures de Ghavelde-Adinkerke sont probablement un vestige (partie belge = dunes de Cabourg).

A partir d'il y a environ 3000 ans (Subboréal), l'influence marine augmenta à nouveau. A partir de cette époque, on distingue différentes phases d'inondation (appelées transgressions de Dunkerque), entrecoupées de périodes de stabilité ou de régression.

I.3.2.3. Transgression Dunkerque 0 (transgression pré-romaine, à partir de 1300 av. J.C.)

Cette transgression n'eut que peu d'importance en ce qui concerne le milieu côtier belge : des sédiments datant de cette époque n'ont été trouvés qu'entre Adinkerke et La Panne. Aux Pays-Bas et en Angleterre, cette transgression a laissé plus de traces (TAVERNIER et al. 1970 : 7).

A peu près à la même époque, les Oude Duinen (anciennes dunes) de La Panne apparurent. Il y a environ 3000 ans, un nouveau cordon de dunes se développa 3,5 km devant le littoral de l'époque, à partir de bancs de sable émergeants. Une zone de « wadden » se développa alors entre ce cordon de dunes en formation et les dunes de Ghavelde-Adinkerke.

Les Oude Duinen de La Panne furent par la suite partiellement érodées, et à partir du 11^e siècle, elles furent couvertes par les Jonge Duinen (dunes récentes) actuelles. La localisation des Oude Duinen en-dessous des Jonge Duinen actuelles du Westhoek peut être déduite de recherche lithostratigraphiques entreprises par LEBBE & DE CEUNYNCK (1980, fig. 12-14). Une datation de la base des sols fossiles les plus anciens dans les dunes du Westhoek a donné des valeurs d'environ 2600 ans (DE CEUNYNCK & THOEN 1981 : 21, DE CEUNYNCK 1985 : 34).

I.3.2.4. Transgression Dunkerque I (transgression préromaine, 2^e siècle av. J.C. - 1^{er} siècle apr. J.C.)

La transgression Dunkerque I provoqua l'érosion de diverses parties de l'ancien cordon de dunes, ce qui permit à la mer d'envahir plusieurs parties de la plaine côtière. Cette transgression eut probablement peu d'influences sur les Oude Duinen de La Panne.

I.3.2.5. Transgression Dunkerque II (3^e - 8^e siècle ap. J.C.)

La transgression Dunkerque II eut bien plus de répercussions en ce qui concerne la côte belge que les deux précédentes. De grands territoires furent également submergés dans d'autres pays riverains de la Mer du Nord. Suite à l'accroissement de l'influence marine à cause de facteurs cosmiques et climatologiques, le cordon de dunes existant (dont faisaient partie les Oude Duinen de La Panne) fut érodé en de nombreux endroits. Seuls subsistèrent une série d'îles, e.a. aux environs de La Panne.

Une période de sédimentation succéda à cette période d'érosion : les chenaux remplis à chaque marée furent bientôt envahis de sédiments sablonneux, et les surfaces fangeuses couvertes de matériel argileux furent recouvertes. Ce milieu de « slikkes » et de « schorres » fut converti en terrains agricoles dès le 8^e - 9^e siècle (les polders de « Oudland » ; TAVERNIER et al. 1970 : 24).

I.3.2.6. Régression Carolingienne (8^e-11^e siècle)

Durant cette seconde régression faisant suite à la transgression Dunkerque II commença la formation des cordons de dunes actuels (les Jonge Duinen) : cette formation eut pour conséquence d'isoler progressivement la plaine côtière de la mer.

I.3.2.7. Transgression Dunkerque III (11^e-12^e siècles)

Durant la transgression Dunkerque III, la plaine côtière fut à nouveau submergée, et ceci à partir de deux brèches : l'estuaire de l'Yzer à hauteur de Nieuport, et le Zwin, situé près de l'actuelle frontière entre la Belgique et les Pays-Bas. Par crainte de nouvelles inondations à partir de ces brèches, un certain nombre de levées furent rapidement construites, dont l'Oude Zeedijk (longueur 25 km) et la Dijk van de Watering van Blankenberge (10 km) étaient les plus importantes. Cette transgression eut peu d'influence sur les dunes du Westhoek.

I.3.2.8. Formation des Jonge Duinen dans la région du Westhoek (à partir du 8^e siècle)

La formation du cordon actuel de dunes belges (les Jonge Duinen) a commencé à partir du 8^e siècle (régression carolingienne). A l'origine, il s'agissait uniquement d'une série d'arcs convexes du côté mer, dont quelques extrémités -parfois encore visibles- ont subsisté, par exemple à hauteur de Nieuport, des deux côtés de l'estuaire de l'Yzer (DENIS et al. 1992). Suite aux phénomènes de régularisation de la côte, ces extrémités furent aplaniées ou déplacées vers l'intérieur des terres, tandis que d'autres dunes se développaient du côté mer (l.c.).

I.3.3. GEOMORPHOLOGIE

Avant de traiter de la genèse spécifique des dunes actuelles du Westhoek, nous fournissons ci-dessous quelques données de base en ce qui concerne la formation de cordons de dunes.

I.3.3.1. Formation des dunes : général (principalement d'après DE RAEVE 1991)

La formation de dunes côtières est influencée par 4 facteurs principaux :

- la présence de **sable** (le matériau de construction), apporté par la mer ou les rivières ;
- la **mer** apporte et emporte le matériau de construction, et trie le matériau brut du matériau fin ;
- les facteurs **vent** les plus importants pour la formation de dunes sont la force du vent, sa vitesse et sa direction par rapport au littoral ;
- la **végétation** assure la réception et le stockage du matériau de construction.

On peut faire une différence entre la formation de dunes primaires (formation de nouvelles dunes à partir de la plage) et la formation de dunes secondaires (dépôts, déplacement et déformation de dunes existantes).

a. Formation primaire

(= formation de dunes organogènes parallèles, voir VANDEN BERGHE 1947)

La formation primaire de dunes a lieu principalement dans des zones caractérisées par un accroissement du littoral, sur les parties supérieures de la plage qui ne sont plus soumises à l'action permanente du ressac. Le processus est obligatoirement organogène : la fixation et la croissance active progressive d'espèces de plantes adaptées au milieu est une condition sine qua non de la formation. La quantité de sable déposé, la fréquence des marées de tempête, et l'apport de matières

organiques et de graines d'espèces de plantes au pouvoir fixateur -autant d'éléments fortement liés au hasard- constituent des facteurs de diversification.

La formation de petites dunes embryonnaires à *Elymus farctus* ssp. *boreoatlanticus* (Agropyre à feuilles de jonc) est suivie par le raccordement de ces dunes isolées jusqu'à la formation d'un cordon, avec fixation d'*Ammophila arenaria* (Oyats) qui provoque un accroissement massif de la dune.

Dans le cas d'un littoral en croissance élevée et rapide, de tels cordons de dunes peuvent se former à une certaine distance l'un de l'autre ; entre ceux-ci, des étendues de sable peuvent être isolées de la mer, ce qui provoque la formation d'une vallée dunaire primitive. En cas de croissance plus lente et limitée, les cordons de dunes sont déposés l'un contre l'autre, ou se chevauchent en partie : un système de dunes très massif en est la résultante.

b. Formation secondaire
(= formation libre de dunes)

La formation secondaire dépend de l'érosion du littoral ou est provoquée par la détérioration du couvert végétal suite à diverses causes. Traditionnellement, la formation secondaire suite à l'érosion du littoral est décrite dans le cas d'un littoral se trouvant plus ou moins en travers de la direction des vents dominants. Les étapes successives dans ce cas sont alors :

- atteintes au pied des dunes extérieures, avec formation d'une falaise très raide et en pleine érosion ;
- formation locale de dépressions creusées par le vent et de chenaux (« blow-outs ») : formation d'un cordon de dunes entaillé à front de mer ;
- élargissement et approfondissement de ces dépressions pour former des vallées, qui finissent par atteindre le niveau de la nappe souterraine ;
- élargissement de ces vallées dans le sens de la longueur : formation de dunes paraboliques simples ;
- connexion de plusieurs dunes paraboliques/complexes de pannes pour former des unités plus importantes, soit latérales, avec formation de vallées multiples séparées par une « crête de dunes » (placée en travers de la direction du vent), soit par déplacement du sommet de la parabole par le vent, qui crée des « dunes longitudinales » situées parallèlement aux vents dominants ;
- éventuellement, poursuite de l'enlèvement de sable par le vent, avec comme conséquence que la végétation perd totalement son emprise sur le sable mouvant, ce qui provoque la formation de « dunes mobiles » (wandelduinen) dépourvues de toute végétation.

c. Dunes complexes

En plus des formations de dunes primaires et secondaires facilement identifiables sur le terrain, des formations de dunes bien plus complexes peuvent également apparaître suite à des mouvements répétés mais seulement partiels. Les dépôts de sable peuvent surélever le terrain, mais un tel phénomène peut également résulter d'une plus grande stabilité de celui-ci par rapport aux zones avoisinantes plus ou moins érodées. Les formations complexes de dunes ont le plus de chance d'exister sur les terrains abritant une végétation très diversifiée (en termes de sensibilité à l'érosion, d'effet coupe-vent et de capacités à accumuler le sable), et a fortiori là où différentes grandes unités de milieux se rencontrent, telles que des dunes mobiles avec des formations de dunes paraboliques, ou des complexes de dunes paraboliques avec un système de pré-dunes ou un cordon de dunes intérieures, ou encore lors de situations de transition entre dunes, polders ou schorres, et/ou réciproque de plages.

I.3.3.2. Genèse des dunes belges dans la région du Westhoek

Différents avis scientifiques ont été exprimés en ce qui concerne la genèse des dunes belges dans la région du Westhoek. Ne voulant pas nous prononcer quant à la validité de l'une ou l'autre de ces théories, nous nous contentons de résumer ici les différentes interprétations.

a. La genèse des dunes belges dans la région du Westhoek d'après DEPUYDT (1967 et 1972)

D'après DEPUYDT (1967 : 80-83 ; 1972 : 198-201), les dunes du Westhoek se seraient formées au départ de deux parties génétiquement différentes : le cordon de dunes nord (qui

comprend l'actuel cordon à front de plage, les premiers cordons de dunes et les dunes paraboliques situées au Nord), et le cordon sud (qui comprend le complexe de paraboles situé au Sud et le cordon sud de dunes). La formation des dunes du Westhoek se serait déroulée comme suit (fig. 15) :

- aux environs du 11^e-13^e siècle ap. J.C., un cordon de dunes à sédiments grossiers (208-250 µm) se serait formé au départ d'une plage en pente raide et hautement énergétique située à 500 m au Sud de l'actuel cordon de dunes à front de plage. Par la suite, des dunes paraboliques se seraient formées à cet endroit sous l'influence de la direction des vents dominants. Ce cordon de dunes correspondrait avec le cordon sud des dunes du Westhoek ;
- le glissement vers la mer de la plage provoqua la formation d'un cordon de dunes peu énergétiques (le cordon nord des dunes du Westhoek) accompagné d'une plage à faible versant aux grains fins. Cette nouvelle crête de dunes évolua pour faire apparaître un cordon de dunes à front de plage plus large et entaillé, dans lequel les chenaux creusés par le vent (« blow-outs ») évoluèrent localement pour former des dunes paraboliques. Pendant ce mouvement, les dunes paraboliques se seraient heurtées au cordon sud, fossile, ce qui provoqua une lente incorporation des deux cordons. C'est ainsi qu'apparut une ligne de dunes peu stables, qui souffrit fortement de l'activité du vent. La végétation finit par dépérir, ce qui permit une déflation aisée de cette crête (formation secondaire). En se déplaçant vers l'Est, cette crête instable se heurta aux ramifications nord des grandes paraboles situées plus au Sud, ce qui lui donna l'aspect d'une grande dune mobile. Cette dune mobile aurait en fait été une dune longitudinale, qui, à l'opposé des formations normalement couvertes de végétation, se serait mise en mouvement à cet endroit.

b. La genèse des dunes belges dans la région du Westhoek d'après DE CEUNYNCK (1985, 1992)

D'après DE CEUNYNCK (1992 : 42), une formation libre serait à l'origine du milieu actuel de dunes récentes. Des dépôts de sables fossiles ne se trouvent en effet que sous l'actuel cordon de dunes en front de plage, et pas sous les dunes situées plus à l'intérieur. Sous le cordon de dunes nord, et juste derrière le premier cordon de dunes même, des sédiments non-remaniés riches en fossiles des Oude Duinen de La Panne (vieux d'environ 3000 ans) se trouvent facilement. La présence d'un ancien cordon de dunes de front de plage situé 500 m plus à l'intérieur des terres que ce cordon actuel et formé au 11^e-13^e siècle, paraît donc peu vraisemblable. En fonction de ceci, la théorie de la formation parallèle de dunes proposée par DEPUYDT (1972 : 198) paraît peu plausible.

D'après les observations géologiques, DE CEUNYNCK (1992 : 42) conclut qu'il faut différencier au moins deux phases dans la formation des Jonge Duinen (fig. 16) :

1^{ère} phase : phase de dunes mobiles (9^e-10^e siècle ap. J.C.)

La première phase débute probablement suite à de très importants déplacements du sable au départ d'une plage sèche. L'apport important de sable serait à attribuer à une augmentation considérable de la fréquence des tempêtes au milieu du Moyen Age, qui eut pour conséquence une forte érosion du littoral. Les masses de sable ainsi déposées se déplacèrent par la suite vers l'intérieur des terres sous forme de dunes mobiles. Ceci finit par provoquer l'envahissement définitif d'une zone large de 500 à 800 m sous une couche de sable de plusieurs mètres. Après le passage des séries de dunes, une zone plane à peu élevée de 6 à 7 m de haut apparut. Celle-ci fut rapidement stabilisée par la végétation.

La théorie du front de dunes mobiles semble confirmée par la mise à jour d'un peuplement humain qui fut envahi par le sable à partir du 13^e siècle et qui fut abandonné. La datation d'une fine couche tourbeuse proche de l'actuel cordon de dunes à front de plage montre que le sommet des anciens sédiments fut recouvert par du sable des dunes au 9^e ou au 10^e siècle.

2^e phase : phase des dunes paraboliques (14^e-16^e siècle ap. J.C.)

Sous l'influence stabilisatrice croissante de la végétation, de grandes dunes paraboliques apparurent probablement au départ des dunes libres dans la traînée du front de

dunes mobiles. L'effet stabilisateur de la végétation fut renforcé par l'élévation du niveau des eaux souterraines suite au fort élargissement du cordon de dunes.

Suite au déplacement plus lent des dunes paraboliques à hauteur du front mobile dépourvu de végétation (jusqu'à un cinquième plus lent), leur influence sur la partie sud du

milieu formé durant la première phase ne se fit sentir que plus tard. Les paraboles ont recouvert de grandes parties de la surface de cette époque.

A partir du début du 16^e siècle, le mouvement des dunes paraboliques - qui dominent encore le paysage à l'heure actuelle- fut vraisemblablement fortement limité. Les lisières intérieures actuelles sont probablement des vestiges de l'ancien front des dunes qui fut planté par l'homme afin d'empêcher l'envahissement des polders par le sable.

3. Phases ultérieures

Après la phase des dunes paraboliques, diverses mentions ont encore été faites de mouvements ultérieurs : la disparition du lieu « Duinhoek » sous la "Fransooshille" mise à jour par la suite (fin du 16^e siècle), l'ensablement de l'Abbaye des dunes (Abdij ter Duinen) (fin du 16^e - début du 17^e siècle) et du hameau Zuydcote (fin du 18^e siècle), etc.

Ces ensablements furent probablement le résultat d'une surexploitation, allant notamment de pair avec le surpâturage par les boeufs et d'autres animaux domestiques, une population trop importante de lapins, la collecte du bois de chauffage et des mottes. Cette surexploitation provoqua à plusieurs endroits le redémarrage des mouvements de dunes.

Diverses hypothèses existent en ce qui concerne la formation de la grande dune mobile qui couvre actuellement 120 ha (et connue sous le nom de Centraal Wandelduin) dans la Réserve du Westhoek. D'après DE CEUNYNCK (1992 : 45), ce serait l'érosion accrue de la côte, suivie par le déplacement de grandes masses de sable vers l'intérieur des terres par des brèches dans le cordon de dunes situé à front de plage, qui seraient à l'origine de la formation de cette dune mobile. Ceci supposerait certes que la Centraal Wandelduin aurait été depuis le début plus ou moins parallèle à la côte. D'anciennes cartes et photos (carte topographique de 1860, photos aériennes de la Première Guerre mondiale, carte de BRIQUET 1930) font cependant apparaître la situation initialement oblique de cette dune par rapport à la côte. D'après LETEN (com. pers.), il semblerait dès lors plus probable que la Centraal Wandelduin serait apparue au départ d'une haute crête stabilisée située juste derrière le cordon de dunes en front de plage, et qui se serait « remise en chemin » suite à une surexploitation.

1.3.3.3. Macromorphologie de la Réserve du Westhoek (d'après D'HONDT 1981 : 3-5)

La plage, qui compte parmi les plus larges de Belgique (450 m à marée basse) est en pente douce et est caractérisée par une alternance entre le transport du sable par voie éolienne et par voie marine. La partie supérieure de la plage (entre le niveau de la marée haute et la base des dunes) est remarquablement courte, une caractéristique de la phase de grignotage que le littoral subit actuellement. Cette situation - de même que la construction d'un renforcement en béton de la base des dunes- a pour conséquence qu'on n'assiste pour ainsi dire plus à la formation de végétations de laisses de mer à hauteur de la réserve.

Le cordon de dunes à front de plage est large de 50 à 100 m et d'une hauteur moyenne de 10 m. La pente située vers la plage est érodée en forme de falaise, l'autre versant, vers la réserve, est moins abrupt. Ce cordon de dunes est couvert d'une végétation d'oyats, dans laquelle on trouve par endroits quelques zones de buissons à argousiers, souvent secs et relictuels. A plusieurs endroits, ce cordon de dunes est fortement endommagé par l'érosion du vent et des vagues, et des chenaux de brèche en forme de U se sont créés suite aux blow-outs.

A l'intérieur de ce cordon de dunes -sauf à l'Ouest- se situent les avant-dunes, larges de 100 m et d'une hauteur variant de 2 à 10 m. L'ensemble est constitué de formations de dunes primaires et secondaires plus ou moins stables à mobiles, parsemées de chenaux et de dépressions éoliens. La végétation se caractérise par des formations d'oyats jeunes à stabilisés, par des mousses et des buissons secs. Dans la zone d'influence des ouvertures au vent, nous trouvons des zones plus actives, peu peuplées d'oyats, et sujettes à une forte activité du vent et une succession de lieux caractérisés soit par une forte érosion soit par une accumulation importante : le tout donne une forte

impression de rajeunissement. Le cordon de dunes en front de plage et les avant-dunes représentent ensemble environ 20 ha .

Le cordon nord de dunes paraboliques (40 ha) consiste en un complexe de trois dunes paraboliques asymétriques de 10 à 15 m de hauteur, couverte d'oyats, de mousses ou de buissons secs. Elles s'entourent l'une l'autre, avec des pannes recouvertes d'une végétation de buissons

denses qui possède une végétation pionnière humide. Le plancher des pannes se trouve à environ 4,5-6,5 m de hauteur. A l'Ouest, on trouve directement derrière le cordon de dunes à front de plage une panne sèche à mésophile, couverte de mousses, de prairies mésophiles, de buissons bas et riches en espèces, et de buissons à argousiers et troènes, pauvres en espèces. Cette panne fait fort probablement partie du complexe de paraboles central. La dune parabolique située le plus à l'Est se trouve en dehors de la réserve, et a pratiquement été éliminée par l'urbanisation et la construction de routes.

La Centraal Wandelduin, qui s'élargit d'Ouest en Est (une « structure mégaparabolaire », DE RAEVE 1991 : 79) est une énorme masse de sable haute de 12 à 20 m, presque totalement dépourvue de végétation, qui s'étend sur 120 ha. Elle s'élève lentement à son extrémité nord, et est sujette à une déflation importante ; elle peut être considérée à cet endroit comme un bloc d'érosion actif. La limite sud par contre possède un versant d'en moyenne 5 m avec une pente de 30 à 33 %. A cet endroit, le sable se dépose en permanence. Elle peut y être considérée comme un domaine de sédimentation active qui lentement, et souvent sous forme de "chocs", avance vers le cordon de dunes paraboliques situé au sud, à une vitesse moyenne de 5 à 10 m/an. Sur cette grande dune- et surtout dans sa partie sud- on trouve de petites dunes bombées peuplées de Sureaux noirs (*Sambucus nigra*), de Troènes communs (*Ligustrum vulgare*), d'Argousiers (*Hippophae rhamnoides*) et de Saules rampants (*Salix repens*), ou d'Oyats. Il s'agit des vestiges des buissons appartenant aux grandes pannes situées au Sud et envahis par la Centraal Wandelduin. Le transport régulier de sable peut totalement modifier en quelques mois l'aspect de cette masse de dunes.

Les dunes paraboliques asymétriques du complexe de paraboles sud sont -contrairement aux dunes paraboliques du Nord- édifiées à partir d'un couronne de petites dunes paraboliques reliées entre elles. Les bras nord de leurs paraboles sont contigus à la Centraal Wandelduin. A cet endroit se trouvent deux pannes assez planes et très grandes, qui s'étendent sur une superficie totale d'environ 140 ha. Celles-ci sont en majorité recouvertes de buissons denses et mélangés au sein desquels des végétations herbacées plus humides peuvent localement se développer. La grande étendue de prairie, la « Weide », est située dans la partie sud, plus basse, de la panne occidentale, séparée en deux par une haute crête de dune.

Le cordon de dunes sud (12 ha), relativement stable, d'une longueur de 1200 m et large de 75 à 175 m, est assez haut (9 à 14 m), à certains endroits même jusqu'à 20 m. Ce cordon de dunes possède une pente très abrupte en direction des polders : celle-ci a été plantée à l'aide de Peupliers du Canada (*Populus x canadensis*), de Peupliers trembles (*Populus canescens*), d'Ormes champêtres (*Ulmus minor*) et d'Aulnes glutineux (*Alnus glutinosa*). Sur le versant nord, moins abrupt, on trouve principalement des mousses, des prairies et des buissons secs. La partie sud-est de ce cordon de dunes, où se trouvait la plus haute dune de la côte belge (33 m), a été entamée dès 1914 pour l'exploitation du sable (DE CEUNYNCK 1978 : 21, voir I.4).

I.3.3.4. Micromorphologie de la Réserve du Westhoek (Tableau 1)

Tableau 1 - Formations de dunes micromorphologiques dans la Réserve du Westhoek (DE CEUNYNCK 1978 : 22). - : non observé ; + : observé ; ++ : typique pour la zone.

Forme	Dunes à front plage	Avant-dunes	Paraboles N	Centraal Wandelduin	Remarques
veines de sable	+	++	++	++	
veines de coquillages	+	++	+	+	
veines mélangées	+	++	+	++	
rubans de sable	+	+	++	++	
tablettes de sable	+	+	+	+	
stries de sable	++	+	++	+	
plaquettes de sable	+	+	+	++	
langues de sable	-	+	-	++	
traînées de sable	-	-	-	++	
barcanes	-	-	-	++	
dunes obliques libres	-	-	-	++	
tourbillons dunaires	-	++	-	++	
langues dunaires	+	+	+	+	
dunes mobiles	+	-	-	-	
amas formés par le vent	++	-	-	-	
digues de sable	+	++	+	+	
dunes embryonnaires d'1 an	++	+	-	-	
dunes embryonnaires	+	++	++	+	
dépressions éoliennes	+	++	+	+	
dunes restantes	++	+	++	+	
dunes en chaîne	-	+	-	-	
dunettes en anneau-	-	-	-	-	(cordon sud)
falaise active	++	-	-	-	(partie est)
falaise passive	++	-	-	-	(partie ouest)
dépressions de brèches	++	+	-	-	
petits cratères de pluie	+	+	+	+	
fossés d'écoulement	+	+	+	+	

Le Tableau 1 donne une vision d'ensemble des formations micromorphologiques que l'on peut trouver dans la Réserve du Westhoek (d'après CEUNYNCK 1978 : 22). La micromorphologie du site n'est pas développée plus en détails dans le cadre du présent rapport.

I.3.3.5. Evolution géomorphologique récente des dunes du Westhoek

a. Cordon de dunes à front de plage

La partie occidentale de la côte belge se trouve à l'heure actuelle dans une phase de grignotage. CHRISTIAENS (1976 cité dans D'HONDT 1981 : 22) a constaté que la ligne de marée haute s'est déplacée d'environ 19 m vers l'intérieur des terres durant la période 1948-1969. Dans le domaine d'érosion de ce cordon de dunes, la désintégration depuis 1944 d'un cordon d'avant-dunes à l'origine massif en débris épars de dunes séparés par de grandes dépressions éoliennes, constitue l'évolution la plus frappante. En 1958 et à la fin des années soixante-dix, la base des dunes fut renforcée par la construction d'une digue en béton ordonnée par le Ministère des Travaux publics. L'évolution naturelle d'une côte de ce type, avec ses brèches, la formation de chenaux et d'un nouveau cordon de dunes derrière l'actuel, en a été rendue plus difficile sinon impossible.

b. Centraal Wandelduin

D'HONDT (1981 : 22) a proposé une carte d'évolution géomorphologique de la Réserve du Westhoek basée sur une série de photos aériennes datant de 1944 à 1977. Ce sont surtout l'évolution de la Centraal Wandelduin et la croissance des pannes du Nord qui y est associé qui ont fait l'objet d'un examen attentif. Les observations montrent que la Centraal Wandelduin s'est déplacée durant la période 1944-1977 (33 ans) de 200 à 250 m en direction est-sud-est à son point le plus actif : période 1944-1953 : 60 m ; 1953-1969 : 80 m ; 1969-1974 : 30 m ; 1974-1977 : 30 m. Vers l'E et l'O, ce déplacement diminue progressivement (70-80 m) et est nul par endroits. La masse de sable s'accroît lentement et sous forme de chocs à son extrémité sud, ceci au détriment des buissons situés dans la panne au sud, qui se recouvre de sable. A la limite nord apparaissent de nouvelles formations, car suite au déplacement de la dune mobile, des pannes humides dépourvues de végétation se libèrent, et sont colonisées par des plantes pionnières typiques. La panne 2 a grandi de 190 à 220 m en direction SE durant la période 1944-1977 ; la panne 3 de 150 à 160 m en direction SSE-S, et la panne 1 d'environ 200 m par élimination du sable par le vent sur sa lisière NNE-SSO avec la Centraal Wandelduin (pour une carte de situation des pannes, voir fig. 18).

DE VLIEGHER (1989 : 18) mentionne que la limite sud de la Centraal Wandelduin s'est déplacée sur une distance de 100 à 400 m durant la période 1947-1988, ce qui revient à une vitesse moyenne de 2,5 à 10 m/an.

Durant la période 1990-1994, la limite sud s'est déplacée en moyenne d'une quarantaine de mètres en direction sud-sud-est. Le plus grand déplacement se situe à hauteur de la panne 6 (carte E.R.E. 1994 ; voir aussi fig. 2).

c. Dunes paraboliques

Le massif central de dunes n'est pas le seul à subir de tels mouvements de transport du sable : le même phénomène a également lieu dans le cas des deux dunes paraboliques situées au Nord. Le centre des paraboles, et dans une moindre mesure les bras, se déplacent en direction E-NE sous l'influence des vents dominants d'O et SO (D'HONDT 1981 : 23). Durant ce processus, les dunes recouvrent les pannes 2 et 1 : la superficie de ces dernières diminue donc. Si l'on établit le bilan des gains et des pertes, il apparaît que : la panne 3 a gagné le plus de superficie ; tandis que les pannes 1 et 2 n'ont subi que très peu de modifications de leur superficie. Les pannes 2 et 3 sont apparues entre 1953 et 1960 (D'HONDT 1981 : 23). La majeure partie de la panne 1 s'est formée entre 1953 et 1969, tout comme la panne 7 ; la panne 6 s'est surtout scindée durant la période 1944-1969 (D'HONDT 1981 : 24).

I.3.3.6. Perspectives de l'évolution géomorphologique au cours des 25 prochaines années

A la lumière des observations de terrain et des extrapolations au départ de la dynamique géomorphologique antérieure, il est possible de faire une estimation très approximative de l'évolution prévisible, sur une période de 25 ans, en ce qui concerne les fronts de déplacement et la croissance de pannes humides qui leur est associée dans la Réserve du Westhoek. Cette évolution est reprise de manière schématique dans la fig. 19 (d'après LETEN, com. pers.).

I.3.3.7. Importance et intérêt pour la gestion des processus géomorphologiques

Les mouvements du sable constituent une des propriétés les plus fondamentales et les plus caractéristiques d'un milieu de dunes (DE RAEVE 1991 : 48). La majeure partie de la régénération actuelle et de la nouvelle formation de composants du paysage passe obligatoirement par ces mouvements, et ce jusqu'au niveau des eaux souterraines. Au niveau historique, les mouvements à grande échelle qui eurent lieu au Moyen Age se sont montrés déterminants pour la composition du paysage actuel. Les mouvements du sable, surtout si ceux-ci ont lieu à une échelle (relativement) grande, -un processus dont la Centraal Wandelduin constitue un exemple au sein de la Réserve du Westhoek)- représentent un phénomène qui n'est pas seulement intéressant en soi (en tant que

complexe de processus purement naturels), mais est également important du point-de-vue de la diversité, par le fait de la régénération spontanée et du développement de la nature. Le maintien des mouvements du sable (à grande échelle) doit donc être considéré comme un des objectifs majeurs en ce qui concerne la gestion des dunes de Flandre.

Concrètement, l'actuelle dynamique géomorphologique dans la Réserve du Westhoek assure le maintien et le développement d'un certain nombre d'éléments du paysage devenus pour la plupart très rares, avec leur faune et leur flore typiques, et parmi lesquels on peut citer les dunes mobiles ouvertes, les dunes modérément fixées par les oyats, les buissons à Saules rampants et Pyroles, et les vallées humides récentes. Une étude de DE VLIEGHER (1989 : 18) fait d'ailleurs ressortir le fait que depuis la Seconde Guerre mondiale, la côte belge a subi une forte régression des zones géomorphologiquement actives, suite à la progression de l'envahissement par les buissons.

Fig. 11 - Carte géologique simplifiée de la Flandre occidentale (AMERIJCKX & T'JONCK 1957 : 17).

Fig. 12 - Carte des profils-types des dunes du Westhoek et environs (LEBBE & CEUNYNCK 1980). Pour la légende, voir fig. 13.

Fig. 13 - Légende de la carte des profils-types de la fig. 12 (LEBBE & CEUNYNCK 1980)

Lid E : dépôts éoliens, Jonge Duinen ;
Lid D : dépôts sableux (probablement) subrécents ;
Lid C : dépôts de vases marines, Dunkerque II ;
Lid D : dépôts éoliens, Oude Duinen de La Panne ;
Lid E : dépôts de vases marines, Atlanticum-Subboréal.

Fig. 2 - Profils-types

Fig. 14 - Coupe schématique à travers le Westhoek, de la plage aux polders (DE CEUNYNCK 1987)

Légende :

- 1 = sables de dunes des Jonge Duinen (apparus entre le 8^e et le 11^e siècles) ;
- 2 = sables de plage formés après le 11^e siècle ;
- 3 = complexes tourbe-limon formés entre le 1^{er} siècle av. et le 8^e siècle ap. J.C. ;
- 4 = Oude Duinen de La Panne (au moins 2800 ans d'âge) ;
- 5 = dépôts marins plus anciens.

Zone I = Jonge Duinen actuelles sur dépôts marins récents ;

Zone II = Jonge Duinen actuelles sur Oude Duinen ;

Zone III = Jonge Duinen actuelles sur polders antérieurs

Zone IV = polders actuels.

Zone IV = polders actuels.I = Jonge Duinen actuelles sur Oude Duinen

Fig. 15 - Genèse schématique des dunes récentes du Westhoek, d'après DEPUYDT (1972 : 200).

Fig. 16 - Genèse schématique des dunes récentes du Westhoek, d'après DE CEUNYNCK (1992 : 42) Ia, Ib = phase des dunes mobiles (9è-13è siècle) ; II = phase des dunes paraboliques (14è-16è siècle).

Fig. 17 - Division macromorphologique de la Réserve du Westhoek (DE CEUNYNCK 1978).

Fig. 18 - Situation et numérotation des pannes les plus importantes dans la Réserve du Westhoek.

Fig. 19 - Hypothèses quant à l'évolution géomorphologique de la Réserve du Westhoek pour une période de 25 ans. Les lignes indiquent les fronts d'ensablement, les parties hachurées en grillagé indiquent les planchers de pannes nouvellement formés.

Fig. 20 - Carte hypsométrique de la Réserve du Westhoek (E.R.E. 1994). Distance entre les croix d'axes : 200 m.

I.3.4. TOPOGRAPHIE

Le relief varie de moins de 6 m à plus de 20 m. La fig. 20 donne une carte hypsométrique détaillée de la Réserve du Westhoek (d'après E.R.E. 1994).

I.3.5. HYDROLOGIE

I.3.5.1. Généralités

(principalement d'après GULINCK 1966 et DE RAEVE & LEBBE 1984)

Les dunes côtières, une formation quaternaire, contiennent un important réservoir d'eau douce. Ce réservoir d'eau douce doit son existence principalement à l'excédent des précipitations (précipitations moins évaporation). Etant donné que le massif des dunes se situe assez haut au-dessus de la plage et des polders, la partie supérieure de ce réservoir d'eau - la table souterraine- est plus élevée que le niveau de la mer ; celle-ci prend, de façon idéale, la forme d'une lentille. Dans la situation d'équilibre, une partie de cette masse d'eau douce s'écoule vers la mer, une autre vers les polders. En cas de précipitations annuelles nettes de 0,2 m, la durée moyenne de séjour de l'eau dans le sol atteint environ 300 ans (MEES & VERHEYE 1984 : 91). Si des captages d'eau sont effectués, l'équilibre des eaux souterraines sera modifié (o.c. : 92, voir fig. 21). La limite inférieure de la lentille d'eau est d'abord déterminée par la formation géologique de la zone côtière (présence de couches imperméables). Le réservoir d'eau souterraine phréatique sous la zone côtière belge est formé d'une alternance de couches perméables et imperméables. La composition des couches perméables peut varier du sable fin au sable brut contenant une proportion élevée de gravier. La perméabilité hydraulique peut varier dans ces couches de 1 m/jour à 100 m/jour. L'écoulement de l'eau dans les couches perméables s'effectue principalement de manière horizontale, dans les couches semi-perméables surtout de manière verticale. La composition des couches semi-perméables peut varier entre les sables fins contenant de l'argile et les couches de limon ou d'argile. La perméabilité hydraulique verticale y est donc très restreinte. Ces couches semi-perméables présentent un parcours discontinu, ce qui a pour conséquence que le système hydrologique est plus ou moins isolé.

L'eau des dunes est par nature pauvre en matières dissoutes, ce qui est la conséquence de la composition tant du sable des dunes que de l'eau de pluie. Elle contient beaucoup de substances alcalines terrestres (80 à 95 % de Cab et de Mgr) et peu de substances alcalines (5-20 % de Na⁺ et de K⁺) (D'HONDT 1981 : 7). Elle possède donc un degré de minéralisation limité à modéré. Les prélèvements d'eau peuvent cependant modifier la lentille d'eau douce, et provoquer un enrichissement progressif en sels (DENIS et al. 1992 : 218). Sous l'influence de la pollution atmosphérique, la teneur en sulfates de l'eau de pluie -et par conséquent également de l'eau souterraine- augmente. Dans les environs immédiats de la table souterraine, et surtout là où celle-ci correspond plus ou moins avec la zone des racines, la composition de l'eau peut varier considérablement par rapport à la situation moyenne. Ce sont surtout la teneur en calcaire et le pH qui peuvent varier considérablement sous l'influence de processus pédologiques, et ceci sur des distances relativement courtes (pH dans les couches superficielles du sol de moins de 7, diminuant jusqu'à 5 à 6).

Dans certains cas, un écoulement vers le haut de l'eau souterraine peut avoir lieu (DE RAEVE & LEBBE 1984 : 415). Ceci ne se produit qu'aux abords de dépressions dans lesquelles un écoulement peut se produire à la fin de la saison de remplissage, principalement au-dessus d'une couche semi-perméable de soutien. Du point-de-vue botanique, les régions de transition dunes-polders, dunes-schorres et dunes-plages représentent des zones d'écoulement intéressantes. La qualité des eaux souterraines et des eaux de surface y est également déterminée par la composition de l'eau des polders (et respectivement des schorres et de la plage), de l'eau des dunes dans la zone saturée, des précipitations et des processus pédologiques en présence.

I.3.5.2. Hydrogéologie des dunes du Westhoek

a. Lithostratigraphie du réservoir phréatique

Les principales réserves d'eau douce de la côte belge sont situées entre la frontière française et l'embouchure de l'Yzer (GULINCK 1966 : 16). Dans le sous-sol de la côte orientale, on trouve en effet relativement peu de couches de limon ou de couches tourbeuses qui empêchent la percolation de l'eau (l.c.). Le réservoir phréatique du Westhoek est assez limité en profondeur (en moyenne, de 25 jusqu'à 40 à 50 m) par une épaisse (jusqu'à 105 m d'épaisseur) couche d'argile éocène de l'Age Ypérien, qui peut être considérée comme un substrat imperméable.

LEBBE (1978) a étudié la lithostratigraphie des dunes du Westhoek d'après 66 forages manuels et 20 forages en profondeur. Les résultats d'un certain nombre de forages en profondeur ont permis d'établir un profil lithostratigraphique à travers toute la zone d'étude (fig. 22 à 24). Les roches du réservoir phréatique sont visiblement stratifiées. En-dessous (à la limite de l'argile Ypérien), la couche d'approvisionnement est composée de sable moyen à grossièrement moyen (2, fig. 22). Ces sables datent de l'Ere Eemienne, la perméabilité moyenne atteint 24 m/jour. Le complexe argile-limon s'appuie par endroits sur ce substrat (3), qui consiste en deux faciès, à savoir un argileux (3.2) entre les niveaux -14 et -18 avec une épaisseur maximale de 4 m, l'autre limoneux (3.1) entre les niveaux -17 et -27, avec une épaisseur maximale de 10 m. Dans la partie nord des dunes du Westhoek, le complexe argile-limon est en général absent. Du sable fin à modérément fin repose en général sur les niveaux (2) et/ou (3), avec des lentilles de sable fin, qui peuvent contenir des limons (4.1, 4.2, 4.3 et 4.4). La perméabilité moyenne atteint 9 m/jour. Entre les niveaux +1 et +4 se situe un complexe limon-argile-sable (5) qui présente latéralement de grandes variations de faciès : celles-ci vont du sable fin à modérément fin (5.3) à des sables contenant un fort pourcentage de limon avec des couches fines de limon-argile et de tourbe. La perméabilité de ces dépôts varie de 9 m/jour jusqu'à des valeurs très peu élevées. La couche (5) se situe en surface dans l'"Overdekt Waddenlandschap" (milieu de « wadden » recouvert), et forme dans les dunes la base des sables dunaires (6). La perméabilité de ces sables atteint 14 m/jour (LEBBE 1978 : 34). A la base de ceux-ci, on trouve parfois une couche fangeuse ou très humique, qui s'est développée en général au-dessus des sables argilo-limoneux. Une analyse au C-14 (environ 1000 ans) indique la croissance locale d'une fagne avant la formation des dunes récentes (LEBBE 1978 : 35).

b. Propriétés chimiques du réservoir phréatique

LEBBE (1978 : 42) a mesuré un certain nombre de propriétés chimiques de 27 échantillons d'eau douce prélevés dans le massif de dunes du Westhoek. Les valeurs moyennes sont données au Tableau 2. Les eaux des dunes sont caractérisées par un degré de minéralisation limité à moyen : il s'agit d'eaux douces à modérément douces. Elles contiennent une proportion relativement importante de matières alcalines terrestres (Ca^{++} et Mg^{++} , 80 à 95 % des cations), et peu de matières alcalines (Na^{+} et K^{+} , 5 à 20 % des cations). Dans la plupart des échantillons, les bicarbonates représentent de 55 à 85 % des anions. L'eau des dunes contient une quantité remarquablement élevée de sulfates. La teneur en sulfates dans les environs des captages d'eau est de trois à cinq fois supérieure à celle d'autres régions des dunes. Ceci serait à attribuer à l'abaissement du niveau des eaux souterraines suite aux captages effectués depuis 1967, et qui font qu'une partie des anciennes couches d'approvisionnement sont actuellement situées au-dessus du niveau de l'eau, ce qui a pour conséquence une oxydation des sulfites en sulfates dans les couches riches en argile et en tourbe. Ces sulfates parviennent par la suite dans l'eau peu profonde, par percolation (LEBBE 1978 : 42).

Les échantillons d'eau des dunes du Westhoek contiennent également beaucoup d'ions ferreux, dont la teneur peut parfois fortement varier au niveau local. Le Tableau 3 donne quelques données moyennes en ce qui concerne les propriétés chimiques des eaux des dunes aux Pays-Bas (d'après BAKKER 1981 : 38).

La mesure de la résistivité (résistance par espèce) des roches dans la couche d'approvisionnement permet d'établir une estimation de la répartition entre l'eau douce et l'eau salée

dans le réservoir phréatique (LEBBE 1978 : 52). La Fig. 25 donne un profil de résistivité pour la couche d'approvisionnement située entre La Panne et De Moeren (DE RAEVE & LEBBE 1984 : 421).

Tableau 2 - Valeur moyenne de quelques propriétés chimiques de 27 échantillons d'eau douce prélevés dans le réservoir phréatique des dunes du Westhoek (LEBBE 1978 : 43) :

Na ⁺	17,58 mg/l	K ⁺	3,03 mg/l
Mg ⁺⁺	4,28 mg/l	Ca ⁺⁺	97,15 mg/l
Cl ⁻	31,64 mg/l	SO ₄ ²⁻	56,38 mg/l
HCO ³⁻	258,2 mg/l	Fe ⁺⁺⁺ (Fe ⁺⁺)	3,63 mg/l
Conductibilité	516,9 μ S/m	Tot. min.	472,6 mg/l
Dureté tot	26,86 °F	Dureté pers.	8,56 °F

Tableau 3 - Valeur moyenne de quelques propriétés chimiques de eaux de dunes aux Pays-Bas (BAKKER 1981 : 38).

Na ⁺	20-80 mg/l	K ⁺	1-10 mg/l
Mg ⁺⁺	1-20 mg/l	SO ₄ ²⁻	5-25 mg/l
Cl ⁻	30-100 mg/l	NO ³⁻	5-20 mg/l
oPO ₄ ³⁻	0-0,2 mg/l	pH	5-8

c. Courants et fluctuations des eaux souterraines

Le niveau des eaux souterraines fluctue principalement dans les dépôts argilo-limoneux (5, fig. 22) (LEBBE 1978 : 75). Là où des couches d'argile, de limon et de tourbe et des dépôts argilo-limoneux (5) apparaissent, le niveau de remontée peut par endroits être franchement supérieur au-dessus de cette couche qu'au-dessous. On peut en déduire que des conditions semi-artésiennes prévalent en de tels endroits. Ceci est surtout le cas là où des couches semi-perméables telles le complexe argile-limon (3) ou des sables fins limoneux (4.4 ou 5.3) sont bien développés. Dans la majeure partie des dunes du Westhoek, le niveau des eaux souterraines est à considérer comme une couche phréatique avec dégagement diminué (LEBBE 1978 : 76).

Dans les dunes du Westhoek, trois couches semi-perméables interrompues se retrouvent à trois profondeurs différentes, qui peuvent influencer le niveau de remontée (fig. 22, dans LEBBE 1978 : 132 ; fig. 26, dans MARTENS & WALRAEVENS 1995 : 32) :

- La couche 5.2 (fig. 22), qui a la plus grande influence sur la forme de la table d'eau souterraine, est située entre les niveaux +1 et +4. Elle consiste principalement en du sable limoneux fin, avec petites lentilles de limon ; elle est en majeure partie recouverte de matières humiques ou tourbeuses, et possède une grande résistance hydraulique. L'influence de cette couche est à remarquer dans les instruments de mesure HB4, HB10, HB13, HB5, HB12, HB52, HB36, HB37, HB39 et HB40 (fig. 24).
- La couche 4.4 (fig. 22), qui consiste en du sable fin à haute teneur en limon, se trouve entre les niveaux -2 et -12. L'influence de cette couche peut se remarquer sur les

instruments de mesure DB10, DB13 et DB14. Bien que cette couche soit aussi étendue que la couche 5.2, son influence sur la table d'eau est plus limitée, étant donné qu'elle se situe plus en profondeur, et que son degré de résistance hydraulique est plus faible (LEBBE 1978 : 134).

- La couche 3 (fig. 22), qui est constituée d'un complexe de argile-limon, se rencontre aux environs des niveaux -15 à -20. Son influence se remarque surtout dans les instruments de mesure situés dans la zone influencée par les captages d'eau de l'IWVA ; en dehors de cette zone, l'influence est minime.

LEBBE (1978 : 134) a constaté, d'après les mesures des niveaux de remontée effectuées, que trois zones d'écoulement doivent être différenciées dans les dunes du Westhoek. La plus importante (I) est déterminée par l'écoulement des eaux souterraines vers la zone de captage de l'IWVA. Dans la deuxième (II), l'écoulement s'effectue dans la direction de l'Overdekt Waddenlandschap (polders), tandis que dans la partie ouest, l'écoulement est surtout déterminé par les pompages de la carrière « de Drie Vijvers », qui fonctionna d'avant 1975 à octobre 1976. Dans la troisième zone d'écoulement, l'écoulement des eaux souterraines s'effectue vers la mer (III). Cette dernière zone est assez stable (LEBBE 1978 : 135).

LEBBE (1978) a suivi l'écoulement des eaux souterraines du 1 mai 1975 au 1 avril 1977, ce qui lui a permis d'établir un bilan des eaux souterraines pour l'année hydrologique allant du 1 octobre 1975 au 30 septembre 1976 (voir fig. 27, 28). Il en résulte que :

1. L'approvisionnement des eaux souterraines par les eaux de pluie (=excédent des précipitations) atteignait 204 mm.
2. L'écoulement vers la mer atteignait 45 mm.
3. L'écoulement vers les polders atteignait 7,1 mm.
4. Les captages d'eau de l'IWVA atteignaient 147 mm.
5. Les prélèvements d'eau dans la carrière atteignaient 120 mm.

Le débit total qui quitta la zone d'étude durant cette année atteignait 309,9 mm. Etant donné que l'approvisionnement ne représentait que 204 mm, le niveau de la zone se trouvait donc abaissé de près de 100 mm. Il faut cependant remarquer que de l'eau ne fut pompée dans la carrière que de façon temporaire (jusqu'en octobre 1976).

Le modèle de LEBBE (1978) fait en outre apparaître que en 1976-1977, un écoulement d'eau douce vers la mer atteignant 405.000 m³/an avait lieu sur toute la section du modèle. Tenant compte d'une porosité du substrat de 0,33, ceci signifie que l'eau circule à une vitesse moyenne d'environ 11 m/an. Cette vitesse augmente ensuite, étant donné que la section vers la mer diminue à cause de la couche d'eau salée se trouvant au-dessus (LEBBE 1978 : 158).

Les captages d'eau de l'IWVA dans le Calmeynbos et les dunes avoisinantes, qui débutèrent en 1967 et s'étendirent au cours des années soixante-dix, ont déjà provoqué un abaissement prononcé des eaux souterraines dans certaines parties de la Réserve du Westhoek une dizaine d'années plus tard (LEBBE 1978) (voir également partie « Obstacles »).

Par suite des différences dans l'excédent des précipitations par unité de temps, des fluctuations des eaux souterraines peuvent se produire. Sur base annuelle, la table souterraine est la plus élevée en mars-avril, tandis que les niveaux les plus bas sont notés en septembre-octobre (D'HONDT 1981 : 8). Les fluctuations annuelles sous l'effet d'années sèches et humides peuvent atteindre environ 0,6 à 0,9 m (LEBBE & DE BREUCK 1980 cités dans DE RAEVE & LEBBE 1984 : 415). BAKKER (1981 : 19) signale une fluctuation annuelle entre 40 et 70 cm dans les dunes des Pays-Bas.

LEBBE (1978 : 136) a constaté que les fluctuations saisonnières des niveaux de remontée varient considérablement suivant les zones écoulement dans lesquelles se trouvent les instruments de mesure. Ceux situés dans la zone d'écoulement III (écoulement des eaux souterraines vers la mer), présentent les variations les moins élevées (en moyenne 0,5 m). Les variations saisonnières diminuent au fur et à mesure qu'on se rapproche de la ligne des marées hautes. Lors des marées de printemps, qui amènent l'eau de mer jusque dans les parties supérieures de la plage, une augmentation du niveau de l'eau est à noter dans les piézomètres, étant donné que l'infiltration de l'eau de mer provoque une augmentation de la pression dans le réservoir phréatique (LEBBE 1978 : 136). Les instruments qui subissaient l'influence des pompages (temporaires) de la carrière « de Drie

Vijvers », indiquaient des fluctuations de maximum 1,2 m (LEBBE 1978 : 137). Les puits situés le plus près de la carrière indiquaient les variations saisonnières les plus élevées.

Les piézomètres qui étaient influencés par les captages d'eau dans le Calmeynbos indiquaient des fluctuations saisonnières jusqu'à 1,5 m. Ces fluctuations s'intensifient lorsqu'on se rapproche des points de captage (LEBBE 1978 : 138). AMPE (1991 : 149) a noté des variations saisonnières (04/1990-09/1991) allant jusqu'à 81 cm dans le cas de mesures effectuées sous

l'influence des écoulements d'eau souterraine vers les polders. Les instruments situés près de la mer indiquaient les fluctuations les plus faibles (jusqu'à 36 mm).

BAKKER (1981 : 23) mentionne des variations saisonnières dans le cas de vallées dunaires humides aux Pays-Bas de l'ordre de 40 à 70 cm.

Le régime hydrologique de la région des polders située derrière la réserve est en bonne partie artificiel. Cette zone, qui est située sous le niveau des marées de la Mer du Nord, est drainée par un réseau de canaux via le Langeleed (Langelis). Le Langeleed s'étend parallèlement à la limite sud des dunes, et assez près de celle-ci. Il évacue, en plus d'une partie des eaux provenant des polders, l'eau d'affaissement excédentaire des dunes. Le Langeleed a son embouchure dans le canal Dunkerque-Nieuport, non loin de la frontière franco-belge. D'après LOPPENS (1932 : 167), le Langeleed aurait déjà été creusé au 8^e siècle, pour évacuer les eaux de la région de De Moeren.

I.3.5.3. Le facteur hydrologique : importance et intérêt en ce qui concerne la gestion

La situation hydrologique apparaît comme un des facteurs de différentiation les plus importants dans les régions de dunes en ce qui concerne la végétation (DE RAEVE 1991 : 108). Les changements qui surviennent dans le régime hydrologique ont les conséquences suivantes :

- sur la géomorphologie :

un abaissement artificiel du niveau des eaux souterraines et une érosion du sable jusqu'à des profondeurs qui sont impossibles dans un système naturel non perturbé ; ce phénomène, suivi d'une élévation du niveau des eaux souterraines peut amener à des situations de présence permanente de l'eau, qui, dans les dunes de Flandre, n'apparaissent pas naturellement ;

- sur les sols :

l'assèchement dans les sols neutres à basiques entraîne l'eutrophisation de même que la diminution de la teneur en matières organiques ; l'augmentation de la teneur en eau peut entraîner une eutrophisation provisoire (surtout dans le cas de sols riches en humus, qui évoluent de l'état sec à l'état humide) ;

- sur la végétation :

la moindre disponibilité en eau (suite à l'abaissement du niveau des eaux souterraines) ou en oxygène (suite à l'augmentation du niveau des eaux souterraines) entraîne des modifications dans la disponibilité en matières nutritives pour les plantes, par suite des modifications des processus pédologiques physiques, chimiques et biologiques et des modifications des microclimats. DE RAEVE et al. (1983) ont mis en évidence une diminution marquée d'un certain nombre de phréatophytes (plantes dépendant de l'eau souterraine) le long de la côte belge entre 1850 et 1983. L'abaissement important du niveau moyen des eaux souterraines (principalement due aux captages d'eau) a été identifiée comme étant un des facteurs principaux ayant conduit à un tel appauvrissement.

I.3.6 SOLS (PEDOLOGIE)

I.3.6.1 Caractéristiques physiques du sol

a. Texture

Les sables des dunes sont en règle générale moyennement grossiers à moyennement fins, et contiennent une teneur insignifiante en argile (<2 µm), de même qu'une faible fraction de limon (2-50 µm) (MOORMANN & T'JONCK 1960 : 19).

DEPUYDT (1964, 1966, 1972) a étudié la grandeur des grains dans des sédiments du sol des dunes du Westhoek sur base de 291 échantillons de surface. Cette étude a montré une forte hétérogénéité entre la moitié nord et la moitié sud du site. Les valeurs pour les sables de surface dans le Westhoek sont indiquées à la fig. 29 (d'après DEPUYDT 1966 : 75). Dans la moitié nord, les valeurs varient entre 175 et 195 µm (moyenne : 188 µm) ; dans la moitié sud, ces valeurs sont de l'ordre de 205 à 215 µm (moyenne 210 µm). Une partie du cordon de dunes à front de plage, dans lequel se trouvent les dunes les plus élevées, contenait des matériaux un peu plus fins (fig. 29). Par

ailleurs, il existe une nette différence de texture entre les échantillons un rien plus grossiers provenant des dépressions (190-211 µm) et ceux provenant du sommet des dunes (187-210 µm).

La fig. 30 (DEPUYDT 1972 : 135) indique un profil oblique généralisé au travers du massif de dunes et de la plage dans le Westhoek. Les valeurs en ce qui concerne la grosseur moyenne des grains sont indiquées. La fig. 31 indique l'hypsométrie, la teneur en calcaire et le mode en ce qui concerne les sédiments provenant des dunes et de la plage entre la frontière française et Coxyde (d'après DEPUYDT 1972, carte 2).

Figure 2a
Régime des eaux souterraines dans des conditions naturelles

précipitations

évapotranspiration

rivière

captage d'eau souterraine

Figure 2b
Régime des eaux souterraines en cas de prélèvements d'eau

Fig. 21 - Schéma général du régime des eaux souterraines dans des conditions naturelles (haut) et en cas de captages d'eau (bas).

Fig.22 - Profil lithostratographique des dunes du Westhoek (LEBBE 1978). Légende : voir fig. 23 Carte de situation des forages : voir fig. 24.

sable moyen grossier

sable moyen

sable moyennement fin

sable moyennement fin contenant peu de limon

sable fin contenant du limon

limon ou limoneux

tourbe ou tourbeux

banc de coquillages ou avec coquillages

humique

gravier

argile ou argileux

Fig. 23 - Légende du profil lithostratigraphique des dunes du Westhoek (fig. 22) (LEBBE 1978).

forages manuels
forages profonds
points d'information

Fig. 24 - Carte de situation des forages à main et des forages profonds dans les dunes du Westhoek (LEBBE 1978).

Fig. 25 - Profil de résistivité entre La Panne et De Moeren. Z : pores avec eau salée ; S : modérément salé ; C : très saumâtre ; B : saumâtre ; A : modérément saumâtre ; V : pores avec eau moyennement salée (DE RAEVE & LEBBE 1984 : 421).

Fig. 26 - Répartition des couches perméables et semi-perméables sous les dunes à l'Ouest de La Panne ; A et B sont les couches perméables, A' et B' les couches semi-perméables à faiblement perméables (MARTENS & WALRAEVENS 1995 : 32).

Fig. 27 - Reproduction des niveaux de remontée dans les piézomètres, des hydro-isohypes et de la ligne de partage des eaux au 1er juin 1976 (LEBBE 1978).

Fig. 28 - Reproduction des niveaux de remontée dans les piézomètres, des hydro-isohypses et ligne de partage des eaux au 1 septembre 1976 (LEBBE 1978)

b. Couche biologiquement active - résistance à la pénétration

Par couche biologiquement active (bi), on entend la couche du sol ayant la plus forte concentration en racines (AMPE 1991 : 180). BASE (1989) a étudié cinq dépressions de pannes récentes dans la Réserve du Westhoek (quatre le long de la lisière nord de la Centraal Wandelduin, et une à l'Est de l'Oostergrenspad), sur base d'un certain nombre de transects le long desquels des forages manuels et des mesures pénétrographiques avaient été réalisés. Les mesures pénétrographiques indiquent, jusqu'à une profondeur d'environ 80 cm, le déroulement de la résistance à la pénétration. La résistance à la pénétration est une mesure permettant de déterminer la compacité du sol, et est souvent à mettre en rapport avec la végétation (nature, densité, niveau de développement) (BASE 1989 : 29). L'étude de BASE (1988) montre que dans les zones en périphérie des pannes les sols sont tellement compacts à partir d'une profondeur de 20 à 30 cm (résistance de plus de 500 N/cm²) que les racines des plantes ne peuvent pour ainsi dire plus y pénétrer. La compacité des terrains sablonneux est à mettre en rapport avec les fluctuations du niveau des eaux souterraines, qui fait que les grains de sable sont entreposés plus directement les uns sur les autres (BASE 1989 : 116). Le facteur physique compacité du sol entraîne donc dans ce cas des conditions extrêmes en ce qui concerne l'enracinement (volume de sol disponible limité). Ce n'est que là où des couches humiques qui opposent une résistance relativement bien moindre sont présentes près de la surface, ou encore là où du sable mouvant est fixé, que le volume de sol disponible pour les racines augmente, et que la végétation peut se développer plus aisément (BASE 1989 : 116). Les parties centrales de la dépression des pannes présentent des résistances à la pénétration moins élevées, ce qui est dû à l'influence du niveau permanent des eaux souterraines. Les couches fangeuses par contre manifestent une résistance à la pénétration plus élevée.

VERMOORTEL (1990) a mené une étude pédologique détaillée d'une vallée humide récente (panne 12, unité de gestion « Guichelheilpanne ») dans la ceinture de pannes du nord des dunes du Westhoek (fig. 32). Les zones possédant une végétation développée au minimum présentaient une haute résistance à la pénétration (400 N/cm²) sur une profondeur réduite (35 cm) (VERMOORTEL 1990 : 53). Le degré de développement de la végétation semblait donc être en rapport avec la résistance à la pénétration du sol.

AMPE & LANGOHR (1993) ont étudié une panne stabilisée depuis 20 à 60 ans dans la ceinture de panne du nord des dunes du Westhoek (panne 2). L'épaisseur de la couche biologiquement active variait entre 16 et 56 cm. Les variations avaient lieu en fonction de la topographie : les micro-crêtes montraient une couche active biologiquement plus épaisse que les dépressions. Par ailleurs, il apparut que l'épaisseur de la couche biologiquement active n'augmentait pas en fonction de l'ancienneté du système étudié (o.c. : 44). Une étude de la répartition des racines mit en évidence le fait que dans les dépressions, la plupart des racines croissant de façon horizontale étaient concentrées dans les 20 cm supérieurs, tandis que les crêtes montraient un enracinement allant jusqu'à 65 cm. Aux endroits où des biogaleries étaient présentes dans le sol, l'enracinement se prolongeait à des profondeurs plus importantes.

c. « Bulk density » (poids spécifique apparent)

Le poids spécifique apparent, ou « Bulk density » (B.D.) est le poids par unité de volume (g/cm³) d'un échantillon de sol non perturbé séché au four. L'interprétation de cette densité permet de déduire quels horizons sont compactés (AMPE 1991 : 2).

BAES (1989 : 113) a trouvé, pour des échantillons de sol provenant d'une panne récente située le long de la lisière nord de la Centraal Wandelduin, des valeurs de densité de 0,95 à 1,59 g/cm³. Des valeurs B.D. inférieures indiquent la présence de couches humiques dans le sol (BASE 1989 : 91).

VERMOORTEL (1990) a trouvé, pour des échantillons provenant d'une panne récente (panne 12) située dans le cordon de dunes nord, des valeurs B.D. situées entre 0,74 et 1,57 g/cm³. Les valeurs B.D. dans la couche biologiquement active atteignaient 0,74 à 1,52 g/cm³ ; dans les horizons compacts situés en-dessous, les valeurs atteignaient entre 1,48 et 1,57 g/cm³.

d. Eau souterraine

BAES (1989 : 113) a mesuré des échantillons de sol provenant d'une panne récente située le long de la lisière nord de la Centraal Wandelduin des teneurs en humidité allant de 4 à 54 VW% (pourcent-volume), et entre 3 et 57 GW% (pourcent-poids). La situation de l'humidité augmente avec la profondeur, et est la plus élevée dans les horizons organiques enterrés.

AMPE (1991 : 678) a trouvé dans des échantillons de sol provenant d'une panne stabilisée depuis 20 à 60 ans (panne 2) située dans la ceinture nord des pannes des valeurs d'humidité de 0,5 à 49,9 VW% et de 0,4 à 37,5 GW%.

e. Eau capillaire

Au-dessus du niveau de l'eau souterraine se trouve la zone capillaire, où remonte l'eau capillaire. Le niveau d'élévation de l'eau capillaire dépend du diamètre des pores, qui est lui-même déterminé par la texture. Par la compaction, la fraction des micropores augmente, et les sols des dunes montrent une zone capillaire plus large que celle à laquelle on pourrait s'attendre pour les sols sablonneux (AMPE 1991 : 83). AMPE (o.c.) a déterminé à partir de la B.D. et des teneurs en humidité d'échantillons de sol prélevés dans une panne stabilisée depuis 20 à 60 ans (panne 2) située dans la ceinture des pannes nord du Westhoek une zone capillaire d'environ 37 cm. La présence d'une zone capillaire large a des conséquences importantes en ce qui concerne l'approvisionnement en eau des plantes. L'enracinement est en effet limité en bonne partie par la couche biologiquement active. Si le niveau des eaux souterraines baisse jusqu'à une profondeur plus importante que la somme de la couche biologiquement active et du niveau d'élévation capillaire au-dessus de l'eau souterraine, l'approvisionnement en eau peut devenir un problème pour la végétation (AMPE 1981 : 83).

f. Profils verticaux du sol

Un nombre important de profils verticaux du sol ont déjà été décrits dans le Westhoek (BASE 1989, VERMOORTEL 1990, AMPE 1991, MASEKI 1991, AMPE & LANGOHR 1993). Nous nous limiterons ici à la présentation de deux profils verticaux, le premier réalisé dans une panne stabilisée depuis 20 à 60 ans (panne 2, d'après D'HONDT 1981), l'autre dans une panne humide récente (panne 12) située dans la ceinture de pannes nord.

Le profil vertical réalisé dans la panne stabilisée depuis 20 à 60 ans sous une couverture de buissons de Saules rampants met en évidence les faits suivants (fig. 33, d'après AMPE 1991 : 197) :

- L : couche de litière : épaisse de 50 à 5 cm, résistance à la pénétration 0 ;
- A1 (1) : 0 à 8 cm de profondeur, sable très humique, beaucoup de racines, résistance à l'infiltration 0,18 ;
- Bb1 (2) : 8 à 20 cm d'épaisseur, sable lâche sans structure, jaune terne humide, racines très fines ; résistance à l'infiltration 0,55 ; B.D. 1,48 ;
- Cd1 (3) : 20 à 27 cm de profondeur, sable consolidé, peu de racines fines, limite avec (4) formée par une fine couche d'algues et/ou de mousses ; résistance à la pénétration 0,55 ; B.D. 1,57 ;
- Cd2 (4) : 27 à 33 cm de profondeur, sable consolidé, sans structure, taches de rouille, peu de racines ; résistance à l'infiltration 0,55 ; B.D. 1,54 ;
- Cd3 (5) : 33 à 62 cm de profondeur, sable consolidé, sans structure, taches de rouille, très peu de racines, fragments de coquillages en dessous ; résistance à l'infiltration 0,66 ; B.D. 1,57 ;
- bA1 (6) : 62 à 80 cm de profondeur, sable très humique, partie supérieure noire, très peu de racines, taches de rouille ; résistance à l'infiltration 1,34 ; B.D. 1,33 - 1,50 ;
- bCd1 (7) : 80 à 82 cm de profondeur, sable consolidé, peu de taches de rouille ; résistance à l'infiltration 0,66 ; B.D. 1,52 ;
- bCd2 (8) : 82 à 100 cm de profondeur, sable consolidé, peu de taches de rouille ; résistance à l'infiltration 0,77 ; B.D. 1,57 .

Les horizons A1 (1) et bA1 (6) sont très humiques, ce qui indique probablement un pâturage dans le passé (AMPE 1991 : 48) ; l'enracinement est surtout concentré dans la couche biologiquement active (Bb1(2)) ; à partir de l'horizon 3 apparaissent des sables compacts, à partir de l'horizon 4 des taches de rouille.

Le profil vertical réalisé dans une panne récente de la ceinture des pannes nord des dunes du Westhoek fait apparaître cinq couches successives (VERMOORTEL 1990 : 61, fig. 34) :

- une couche superficielle, légère, humique d'épaisseur irrégulière ; qui contient la plupart des racines, qui ne sont pas générées par des couches de sables compacts ;
- un couche sablonneuse non-humique avec peu de racines, compacte, avec des taches de rouille dans sa partie supérieure ; la compacité du sol constitue un facteur limitatif pour la croissance des racines ;
- la troisième couche est une couche humide, peu dense, discontinue consistant en sable humique ; on n'y trouve pour ainsi dire pas de racines ;
- la quatrième couche consiste principalement en matériel organique et possède un taux de résistance à l'infiltration élevé ; aucune racine vivante ; cette couche semble en outre suivre la topographie actuelle sur l'ensemble du tracé étudié ;
- en-dessous (jusqu'à 4 m de profondeur) apparaît une couche épaisse, consistant en sable réduit de couleur gris foncé.

1.3.6.2. Caractéristiques chimiques des sols

a. Teneur en CaCO³

Le sable des Jonge Duinen est dans la grande majorité des cas toujours calcaire, surtout près de la mer. Le sable des Oude Duinen par contre (Ghyvelde-Adinkerke) est entièrement décalcarisé jusqu'à de grandes profondeurs (MOORMANN & T'JONCK 1960 : 19).

La teneur en calcaire des dunes du Westhoek a été étudiée par DEPUYDT (1966, 1972, voir fig. 30, 31, 35). La partie nord a une teneur en CaCO³ qui est en moyenne beaucoup plus élevée que celle de la partie sud. Tout près de la frontière française, le rapport nord/sud atteint même des proportions moyennes de 8 à 3,5 % (DEPUYDT 1966 : 72). Seule la plage connaît des valeurs de plus de 10 % de CaCO³. Entre le cordon de dunes à front de plage et jusqu'à mi-chemin à l'intérieur du site, la teneur en calcaire varie entre 6 et 10 %. La classe de 4 à 6 % se trouve dans la partie orientale de la masse centrale de sable, et dans les ceintures de pannes nord et sud. La ceinture des pannes sud n'atteint jamais les 4 %, et localement la teneur en CaCO³ diminue même jusqu'à 2 %.

b. Degré d'acidité

Le pH a une influence sur la disponibilité en azote, en phosphore et en calcium pour les plantes (KLIJN 1981 : 147). Les facteurs suivants sont à cet effet importants :

- dans les sols des milieux de dunes, l'azote est en grande partie stocké dans les liaisons organiques ; par le processus de transfert, une minéralisation peut avoir lieu de l'azote en ammonium et subséquemment en nitrate ; la minéralisation est optimale dans des conditions faiblement acides à faiblement basiques ; en cas de pH faible, la minéralisation est limitée, et la plus grande partie de l'azote est immobilisée ;
- la dissolution des phosphates anorganiques est maximale dans le cas de pH situées entre 4 et 6,5 ; dans le cas de pH plus bas ou plus élevé apparaissent des complexes phosphatés insolubles ;
- dans le cas de pH peu élevé, la disponibilité en potassium est influencée négativement par le processus de fixation du potassium par des oxydes pédo-génés de fer et d'aluminium (KLIJN 1981 : 148).

MASEKI (1991 : 79) a étudié le degré d'acidité de profils provenant d'une panne stabilisée depuis 20 à 60 ans (panne 2) située dans la ceinture de pannes nord du Westhoek. Un premier profil

(stabilisé depuis environ 20 ans) donnait des valeurs de pH comprises entre 8,01 et 8,82. Les horizons affichant un pH > 8,5 sont dénommés sols alcalins. Le deuxième profil (stabilisé depuis environ 40 ans) affichait des pH variant de 6,85 à 8,20. Par ailleurs, il apparut que dans les deux profils, le pH était le moins élevé à proximité de la surface, et augmentait conformément à la profondeur (MASEKI 1991 : 79) ; cette différence est probablement due à la libération d'acides organiques durant le processus d'humification des matières organiques.

c. Substances nutritives

KLIJN (1981 : 148) fait une distinction entre les macro- et les micronutrients. A la catégorie des macronutrients appartiennent H, C, O, N, P, K, Mg, S et Ca ; à la catégorie des micronutrients appartiennent Zn, Mb, Fe, Cu, B et Mn.

MASEKI (1991 : 78) a étudié un certain nombre de macronutrients dans deux profils d'une panne stabilisée depuis 20 à 60 ans (panne 2) située dans la ceinture de pannes nord du Westhoek. Les teneurs en carbones organiques (OC) étaient très basses pour les deux profils : 0,3 % à 6 cm de profondeur jusqu'à 0 % à partir de 44 cm de profondeur. Les teneurs en N étaient également très faibles pour les deux profils : de 0,01 à 0,03 %. Le rapport C/N était en général en-dessous de 10 (MASEKI 1991 : 77). Aucune donnée n'est disponible en ce qui concerne les autres nutrients.

1.3.6.3. Genèse des sols

Dans les dunes, la formation du sol est freinée par la haute teneur initiale en calcaire du matériau-mère (MOORMANN & T'JONCK 1960 : 27). On y rencontre presque exclusivement des régosols. Les seules caractéristiques de formation de profils sont : la couche supérieure légèrement humique des sols de dunes humides, et la décalcification dans l'Oud Duinlandschap (dunes de Cabourg) (I.c.). Un début de podzolisation n'a lieu qu'en quelques endroits, caractérisé par des grains lessivés dans la partie supérieure du sol, de même qu'une faible coloration brunâtre (enrichissement en humus-fer) juste en-dessous de l'horizon A.

KLIJN (1981 : 130) fait la différence entre cinq processus de formation du sol en ce qui concerne les vallées humides situées dans les dunes :

1. Production et transformation de matière organique

Au cours de ces processus, la matière organique morte (provenant principalement de parties de plantes déperies) est transformé en liaisons organiques semi-stables complexes (humification) et en liaisons anorganiques assimilables (minéralisation). L'humification, caractérisée entre autres par la libération d'acides humiques, contribue au processus de podzolisation. Les conditions optimales en ce qui concerne la dégradation biologique sont un pH suffisamment élevé, des conditions aérobies, un taux élevé d'humidité, et une température d'un sol assez élevée. En cas de rapport C/N élevé ($>W 30$) de matière organique dans le sol, la dégradation est rendue plus difficile (PARSONS & TINSLEY 1975 cit. dans KLIJN 1981 : 131). Dans le cas des dunes, tant les conditions acides qu'inondées constituent les facteurs limitatifs les plus importants en ce qui concerne la dégradation organique rapide.

AMPE & LANGOHR (1993 : 37) ont étudié une séquence topo-chronologique dans une panne stabilisée depuis 20 à 60 ans (panne 2) située dans la ceinture des pannes nord du Westhoek. En ce qui concerne la litière, ils n'ont déterminé aucune augmentation correspondant à un vieillissement du système ; en ce qui concerne la teneur en humus et en racines, ils ont constaté une légère augmentation en rapport avec l'accroissement de l'âge. La variation de la litière et de l'humus paraissait par ailleurs plus importante au cours des séquences topochronologiques qu'au cours des séquences chronologiques. Sur la seconde crête de dunes, la quantité de litière était plus faible que dans les dépressions. Les teneurs en humus paraissaient les plus élevées dans les dépressions et sur l'ancien système pâturel, et les plus basses sur les crêtes secondaires.

2. Dessalement

Les sédiments contenant une teneur en sel élevée se dessalent assez rapidement sous l'effet de l'excédent de précipitations. Tout près de la côte a lieu un apport plus ou moins continu de sel sous forme de "sea spray". La teneur en sel dans les sols riches en humus peut être relativement élevée suite à l'absorption de cations par les particules d'humus (DOING 1966 cit. dans KLIJN 1981 :

133). Aucune donnée n'est disponible en ce qui concerne le dessalement dans les dunes du Westhoek.

3. Décalcification

Les sédiments à l'origine calcaires se décalcifient suite principalement à l'action de l'eau de pluie, par nature acide. Le pH de l'eau de pluie qui percole peut être déterminé de façon plus précise par les facteurs suivants :

- la présence de SO_4^2- et NO_3^- (pollution de l'air), qui provoque la formation des acides relativement forts H_2SO_4 et HNO_3 ;
- la présence de H_2CO_3 , qui apparaît suite à la dissolution du CO_2 formé dans le sol ;
- la présence des acides libérés lors de l'humification et de la minéralisation.

KLIJN (1981 : 135) a calculé une vitesse théorique de décalcification dans le cas de sols sablonneux équivalente à 3,5 dm/siècle.

Aucune donnée quantitative n'est disponible en ce qui concerne le degré de décalcification dans les dunes du Westhoek. La présence (locale) de mousses et de lichens typiques des milieux acides (ex. *Polytrichum juniperum*) témoigne cependant d'une (légère) décalcification superficielle du sol.

4. Podzolisation

Après décalcification, un transport vers le bas d'autres matières peut avoir lieu dans le sol, comme par exemple le transport de fer, d'aluminium et de liaisons organiques sous forme par exemple d'acides humiques ou de petites particules d'humus. Dans les sols sablonneux, le transport de sequioxides et/ou d'humus provoquent la formation de sols podzoliques. Le processus de podzolisation peut se reconnaître dans les Jonge Duinen par la présence d'horizon A exempt de fer (KLIJN 1981 : 138).

DEPUYDT (1967 : 51) a trouvé dans un profil provenant du complexe de dunes paraboliques ouest du cordon sud du Westhoek trois sols fossiles à des profondeurs respectives de 140, 260 et 350 cm (fig. 36). D'après DEPUYDT (o.c.), ces horizons anciens démontrent une certaine podzolisation. On ne dispose d'aucune donnée de recherche complémentaire sur les sols podzoliques.

5. Caractéristiques hydromorphes

Les sols qui ne sont pas saturés périodiquement en eau souterraine présentent des phénomènes de coloration spécifiques (caractéristiques hydromorphes), qui sont dues à des oxydo-réductions qui ont lieu dans le sol. C'est surtout le processus d'immobilisation du fer (par lequel le fer est transformé en forme transportable) sous l'influence de liaisons organiques (chelates) qui joue un rôle important dans la formation de taches de couleur. Dans le cas de sols très jeunes, où la production d'humus est encore insuffisante, les caractéristiques hydromorphes sont nettement moins développées (KLIJN 1981 : 139).

VERMOORTEL (1990 : 195) a trouvé dans un transect effectué à travers une panne récente stabilisée (panne 12) située dans le cordon de dunes nord de la Réserve du Westhoek trois types de taches de couleur :

1. "active mottling" : taches pareilles à de la rouille le long des couloirs radiculaires de *Carex*, créés par la précipitation d'oxydes de fer sous l'influence d'eau riche en oxygène qui est parvenue jusqu'aux couloirs radiculaires lors de l'abaissement du niveau des eaux souterraines. Ces taches étaient présentes jusqu'à une profondeur de 80 Cm.

2. "wind shaped mottling" : taches de rouilles en forme de U, associées à un écoulement latéral d'eau souterraine dirigé vers la panne humide. Ce mouvement a donné aux taches de rouille à l'origine concentriques autour d'une racine vivante un aspect en forme de U après le dépérissement de la racine.

3. "rusty coloured soil matrix" : la matrice du sol présente un aspect tacheté, et semble être associée aux horizons plus compacts où sont présentes de nombreuses racines mortes.

MASEKI (1991 : 31) a trouvé des taches de rouille en forme de U dans chaque profil provenant d'une panne stabilisée depuis 20 à 60 ans (panne 2) et qu'il a étudiés.

1.3.6.4. Classification des sols

Lors de l'établissement de la carte des sols de Belgique, les unités de sols suivantes ont été déterminées dans les dunes du Westhoek (MOORMANN & T'JONCK 1960 et HUBERT & MOORMANN 1963, fig. 37) :

1. Série A : hautes dunes

A0 : hautes dunes, déjà ou non fixées

Ces profils consistent entièrement en sable grossier et très fin. Les dunes couvertes de végétation possèdent souvent un horizon A assez fin et légèrement humique (jaune-brun à brun clair). En-dessous de celui-ci apparaît du sable blond. On trouve parfois de fines couches humiques dans ce profil ; il s'agit d'anciennes surfaces autrefois couvertes de végétation étouffée par le sable, qui ont d'ailleurs été remises à jour récemment à certains endroits dans la réserve et servent à nouveau de surfaces de croissance pour la végétation.

Les hautes dunes forment une chaîne discontinue de maximum un kilomètre de large le long de la mer. Sous l'influence des vents dominants du Sud-ouest, cette masse de sable se déplace vers l'intérieur des terres, et se rapproche des limites indiquées à la fig. 37. Tout près de la limite des polders se trouvent également quelques sites de hautes dunes. A certains endroits, les sols (série B) sont couverts d'une couche d'environ 4 cm de sable provenant de dunes proches non-fixées.

2. Série B : sols de dunes

B1 : sols secs

Ces sols ont à peu près la même formation de profil que ceux de la série A0 : ils sont calcaires. Des taches de rouille peuvent parfois apparaître à plus de 90 cm de profondeur. L'horizon A est brun très clair. Les sols de dunes secs sont généralement couverts d'argousiers (*Hippophae rhamnoides*) et d'herbes et de mousses résistantes à la sécheresse. B1 couvre des surfaces relativement importantes près des hautes dunes, en moyenne quelques mètres plus bas que ces dernières.

B2 : sols relativement humides

Ces profils ressemblent aux précédents, mais sont plus hyumides ; des taches de rouille sont toujours présentes, mais jamais à plus de 40 cm de profondeur. La végétation sur de tels sols se situe entre le type B1 et le type B3. On inclut une partie du Calmeynbos dans le type B2, bien que ces sols furent probablement égalisés de manière artificielle.

B3 : sols humides

Les phénomènes de rouille sont notés jusque dans la partie supérieure des sols. Il n'est pas rare que l'horizon A1 soit brun foncé, parfois même légèrement tourbeux et parfois également décalcifié. La végétation consiste en végétation d'herbes et de mousses typiques des sols humides. La carte ne situe que deux sites proches de la frontière française.

Suite au microrelief des dunes, les limites entre les différents types susmentionnés ne sont pas absolues. Dans les sols secs, des petites zones plus basses et humides peuvent apparaître, qui, au sens strict, devraient plutôt être cartographiées comme types B2 ou B3. L'inverse est également vrai. La carte ne donne donc qu'une image très globalisante du régime des eaux dans les sols des dunes.

3. Série 3 : sols égalisés

C1 : sols égalisés secs

C2 : sols égalisés modérément humides

Il s'agit de surfaces planes qui appartiennent au groupe des régosols. Ce relief apparaît naturellement tout près de la lisière des polders (où une couche de plus de 100 cm de sable provenant des dunes a été déposée), ailleurs il s'agit de parcelles égalisées par l'homme. Dans le type C1, des phénomènes de rouille n'apparaissent qu'à des profondeurs de plus de 90 cm, en C2 jamais avant 40 cm. La teneur en humus de la partie supérieure du sol augmente avec l'humidité.

Des sols égalisés se trouvent le long de la limite entre les dunes marines ou les dunes intérieures d'Adinkerke (Domaine de Cabourg) et les polders.

4. Série D : sols intermédiaires

De tels sols se trouvent dans la zone de transition entre dunes et polders. On n'en trouve pas dans la Réserve du Westhoek elle-même.

I.3.6.5. Le facteur sol : intérêt et importance pour la gestion

Les études pédologiques de BAES (1989), VERMOORTEL (1990), AMPE (1991), MASEKI (1991) et AMPE & LANGOHR (1993) ont mis en évidence les faits suivants :

1. Les sols étudiés dans la Réserve du Westhoek montrent une variabilité très importante dans l'espace, ce qui est à attribuer principalement à la présence de divers processus pédologiques (horizons compacts, processus d'oxydation/réduction, horizons d'anciens croissances humiques, présence de fines couches d'argile, présence de sable d'origine éolienne).

2. Les types de végétation des systèmes pédologiques étudiés présentent également une forte variabilité. Celle-ci est le résultat de différences dans la morphologie du sol et le régime des eaux souterraines. Ce sont surtout la présence/l'absence de facteurs limitatifs (couches de sable compactées, couches d'argile, niveau élevé permanent des eaux souterraines) qui paraissent importants en ce qui concerne la végétation. Là où de tels facteurs limitatifs sont absents, on trouve une végétation consistante en Argousier (*Hippophae rhamnoides*), Saule rampant (*Salix repens*), Sureau noir (*Sambucus nigra*) et herbes. En cas de présence d'une couche de sable très compactée juste au-dessous de la surface du sol, caractérisée par une B.D. et une résistance à la pénétration très élevées, la végétation ne connaît qu'un développement minimal (en grande partie des *Carex* sp.). En cas de présence d'une couche de sable non-compactée (40 cm d'épaisseur) d'origine éolienne située au-dessus de l'horizon compacté, on trouve principalement une végétation composée de Saules rampants (*Salix repens*) bien développés et de plantes herbacées. Dans les parties les plus basses des pannes, c'est surtout le taux d'humidité du sol (profondeur du niveau des eaux souterraines) qui est déterminant pour la composition de la végétation.

3. La couche biologiquement active (couche dans laquelle se trouvent la majorité des racines) est particulièrement peu épaisse (20 à 40 cm) et demeure ainsi (jusqu'à 50 ans) à partir d'une dizaine d'années. Cette épaisseur limitée, de même que les grandes difficultés que rencontrent les systèmes radiculaires à s'infilttrer plus en profondeur dans les sols sablonneux, expliquent que le système dunaire parasitaire et des pannes est extrêmement sensible aux perturbations (récréation, machines, ...). De même, un abaissement du niveau

des eaux souterraines dans un tel système peut avoir un impact bien plus important que dans un sols où le système radiculaire peut pénétrer plus en profondeur.

4. Dans les couches compactes du sol situées sous la couche biologiquement active, on ne trouve des racines que là où des biogalerie sont présentes. Celles-ci ont été créées grâce au fait que durant la formation de la dune, des pousses de certaines plantes (ex. Oyat, Saules rampants, ...) avaient à l'origine poussé vers le haut simultanément à l'élévation de la dune avant de déaprir, formant ainsi des "couloirs" plus ou moins ouverts. Les activités de creusement des animaux peuvent également être à l'origine de la formation de biogalerie.

Posséder des racines pouvant s'infiltrer loin en profondeur peut donc revêtir une importance cruciale pour la survie durant les années particulièrement sèches.

5. AMPE (1991) a étudié les sols de deux pannes anciennes qui furent jadis pâturées dans le Westhoek (unités de gestion "Grenspad" et "Romeins Kamp"). Ces systèmes anciens semblent plus stables qu'on ne l'avait cru au départ. Les perturbations provoquées par les activités de l'homme ou des animaux (ex. lapins creusant des terriers, surpâturage) ont pour conséquence que par endroits, la couche biologiquement active (Bbi) devient plus fine suite à l'érosion (déflation). En conséquence, les sols superficiels perdent une partie de leur humus, et sont donc moins à même de retenir l'humidité. Les deux facteurs, une Bbi plus fine et moins d'humus, entraînent un appauvrissement très important du sol. Le rétablissement de celui-ci dans ses conditions originelles n'est possible que si la pression des lapins autant que des hommes peut être écartée durant une période d'au moins quelques décades (AMPE 1991 : 3).

6. Une recherche limitée menée par MASEKI N(1990) a montré que les sols étudiés dans le Westhoek sont très pauvres chimiquement : ils ne possèdent en effet que des valeurs très peu élevées en carbone et en azote organiques.

7. Le niveau de remontée capillaire atteint environ 40 cm dans les sols étudiés. Des pénuries en eau très graves peuvent affecter les plantes lorsque le niveau des eaux souterraines s'abaisse jusqu'à une profondeur supérieure à la somme de l'épaisseur de la Bbi et du niveau de remontée capillaire.

DE RAEVE (1991 : 131) constate que beaucoup d'éléments biotiques particuliers et fragiles sont liés dans l'espace à des sols anciens et stabilisés. La présence de sols anciens non-perturbés constitue un critère de protection important. Par ailleurs, une différence fondamentale doit être faite d'un point-de-vue qualitatif entre les sols qui ont évolué avec ou sans pâturage. DE RAEVE (1991 : 132) identifie les sols très humiques et riches en calcaire (classes calcaires 2-4 ù et 4-6 %) comme étant les plus sensibles à la dégradation le long de la côte belge.

SLINGS (1994) décrit les différences entre les sols qui furent autrefois utilisés intensément par l'homme (appelés "Zeedorpenlandschap") (milieu villageois maritime) et ceux qui ont connu une utilisation moins intensive (e. a. les prairies à Pissenlit maritime) dans les dunes des Pays-Bas.

Les prairies des sols appartenant au premier type sont apparues et se maintiennent suite à des influences humaines intensives sur le sol et la végétation qui peut y croître. Un certain nombre d'espèces rares et/ou menacées des Pays-Bas, telles que l'Orchis pyramidal (*Anacamptis pyramidalis*), l'Orobanche pourpre (*Orobanche purpurea*), le Thésion couché (*Thesium humifusum*) et l'Amourette (*Briza media*) sont spécialement liées à de tels milieux. Le sol des prairies de ce type est influencé par l'homme de quatre façons importantes :

1. Enrichissement organique permanent sous forme d'excréments d'animaux, et localement également d'algues, de déchets de poissons, etc.
2. Apport permanent de débris de coquillages (mobilité éolienne du sable suite au surpiétinement local, à l'arrachage des oyats, etc).
3. Présence de profils de prairies (stimulés par le pâturage).
4. Mélange intense des composants 1, 2 et 3 par le piétinement et les mouvements de l'homme et/ou du bétail. Un fait important à cet effet est que les fragments de coquillages situés dans le sable des dunes deviennent plus petits sous l'influence du piétinement, ce qui a pour conséquence que la surface de décalcification et donc la disponibilité en calcaire pour la végétation augmentent.

La dynamique humaine permet l'apparition d'un sol productif, riche en phosphates, basique et en même temps humique, ce qui est en opposition aux sols-mères des prairies à Pissenlit maritime_

(beaucoup moins sujets à des influences anthropogènes), qui ont e.a. une teneur en calcaire moins élevée, un pH neutre à acide, ainsi qu'un horizon A moins densément occupé par les racines.

SLINGS (1994) constate que le pâturage constitue un élément essentiel pour le maintien de types de végétation des prairies calcaires très précieux dans les Zeedorpenlandschappen. Sans pâturage (apport d'engrais) et sans piétinement (fragmentation de fragments de coquillages, qui sont également déplacés vers le haut), le sol subira au fil du temps une acidification, et les végétations typiques de ce type de sol devront céder la place aux types "communs" de prairies ou de taillis.

Fig. 29 - Valeurs modales des sables superficiels dans le Westhoek (DEPUYDT 1966 : 75).

Fig. 30 - Profil oblique généralisé à travers la plage et le massif de dunes large du Westhoek. Chaque valeur-paramètre présentée est une valeur moyenne, calculée sur une section de 100 à 200 m (DEPUYDT 1972 : 135).

Fig. 31 - Hypsométrie, teneur en calcium (%) et modus (μm) pour les sédiments de la plage et des dunes entre la frontière française et Coxyde (DEPUYDT 1972, carte 2).

Fig.32 - Situation de zones possédant un certain degré de résistance à la pénétration dans la panne récente de la Réserve du Westhoek étudiée par VERMOORTEL (1990 : 54).

Fig. 33 - Profil vertical, sous Saules rampants, à travers une panne stabilisée depuis 20 à 60 ans dans la Réserve du Westhoek (AMPE 1991 : 197).

Fig. 34 - Profil vertical à travers une panne humide récente située dans le cordon de dunes nord de la Réserve du Westhoek (VERMOORTEL 1990 : 62).

Fig. 35 - Détermination de la teneur en calcaire des sédiments du Westhoek qui apparaissent à la surface actuellement en évolution (DEPUYDT 1966 : 74).

Fig. 36 - Profil pédologique du complexe de dunes paraboliques ouest du cordon de dunes sud de la Réserve du Westhoek. Superposition de trois sols fossiles sous le développement actif du sol (DEPUYDT 1967 : 52).

Fig. 37 - Carte pédologique de Belgique, échelle originelle 1/20.000è. Feuilles 50 W (De Moeren-Veurne) et 35 W (De Panne).

I.4. Historique

I.4.1. Introduction

Depuis leur création il y a environ 3000 ans, les dunes du Westhoek ont été occupées par l'homme presque en permanence. La présence de l'homme a même dans beaucoup de cas été déterminante pour l'évolution et l'aspect du milieu. L'histoire du peuplement du site a pu être reconstituée d'une part à l'aide de fouilles archéologiques, et d'autres part à l'aide de sources écrites et de cartes (surtout à partir du 18^e siècle). Les hiatus dans la reconstitution du passé peuvent être attribués aux problèmes suivants :

- érosion des Oude Duinen de La Panne à partir du 3^e siècle ap. J.C. ;
- recouvrement d'anciennes couches de peuplement par des dépôts plus jeunes ;
- disparition de sites archéologiques (ex. par des constructions, l'aménagement de routes, etc).

DE CEUNYNCK & THOEN (1981 : 21) donnent un bon aperçu des fouilles archéologiques menées dans les dunes du Westhoek. Le site archéologique de La Panne fut découvert en 1886 par l'ingénieur gantois G. Donny. En 1901-1902, des fouilles furent entreprises dans le Westhoek par le Baron A. de Loë, curateur des Musées Royaux du Cinquantenaire à Bruxelles. Les fouilles de de Loë se situaient à environ 2800 m au NO de l'église d'Adinkerke, 200 m de la frontière franco-belge et 300 m de la ligne des marées hautes. Ce site fut plus tard appelé "Panne I" par E. Rahir (voir fig. 38, 39). La "Panne I" correspond à l'actuelle Panne 22 (fig. 17). Entre 1902 et 1904, des recherches supplémentaires furent effectuées dans les dunes du Westhoek, par J. Maertens de Noordhout, M. de Maere d'Aertycke et G. Cumont. Celles-ci permirent de découvrir un nouveau sites de trouvailles ("Panne II"), situé dans la Rietpanne (actuelle panne 3, fig. 17) au S de la Panne I, à environ 500 m de la côte (voir fig. 38, 39). Ce site reçut par la suite la dénomination de "Romeins Kamp" (Camp romain) ; il ne doit pas être confondu avec l'actuelle unité de gestion "Romeins Kamp", qui est située dans la panne 22. De 1905 à 1906, un troisième site de recherches fut découvert sous la direction de A. de Loë ("Panne III", l'actuelle Panne 8, voir fig. 17), à environ 350 m au S du site Panne II. Ce site se poursuit sur le territoire de la commune de Bray-Dunes, en France. En 1922, LOPPENS (1932 : 115) trouva du matériel datant du Moyen Age (10^e à 15^e s.) à l'Ouest de Duinhoek, sous la dune de "Fransooshille". Par la suite, Loppens entreprit des recherches assez poussées sur les sites connus de Panne I, II et III, entre 1927 et 1929. La recherche archéologique prit fin avec la création de la réserve naturelle en 1957. En 1978, un nouveau site datant de l'Age du Fer (avec e.a. du matériel de briquetage) fut découvert dans le Westhoek, dans le cadre de recherches géologiques (DE CEUNYNCK & THOEN 1981 : 25). Ce site est indiqué par un 'Y' sur la fig. 39. Diverses trouvailles archéologiques furent encore effectuées après 1980, dont un village datant du 13^e siècle et qui a été récemment remis à jour par les mouvements du sable. Les fig. 38 et 39 situent les sites archéologiques les plus importants de la Réserve du Westhoek (d'après DE CEUNYNCK & THOEN 1981). La découverte de vestiges archéologiques dépend fortement de la dynamique des dunes : toutes les fouilles réalisées l'ont été dans (ce qui était à l'époque) des creux d'érosion éolienne ou des chenaux creusés par le vent.

I.4.2. NEOLITHIQUE (4500 Av. J.C.)

Durant le Néolithique, le littoral se trouvait environ 3,5 km plus à l'intérieur des terres qu'aujourd'hui. L'endroit où s'étendent à l'heure actuelle les dunes du Westhoek était à l'époque couvert par la mer. Les Oude Duinen de Ghyvelde-Adinkerke (Domaine de Cabourg, anciennement Gazebekeveld) sont les ultimes vestiges du cordon de dunes qui se trouvait à front de mer au Néolithique. Au Sud de ce cordon de dunes s'était développé un important milieu de fagnes. La présence de richesses naturelles telles que la tourbe ou le sel exercèrent certainement un attrait considérable sur les nomades de l'époque, qui s'établirent probablement dans les dunes (alors encore récentes) d'Adinkerke-Ghyvelde. Les trouvailles archéologiques de cette époque se limitent à quelques pierres de haches polies (découvertes le long de la lisière dunes-polders) et des restes de

pollen de plantes herbacées (dans la couche de tourbe située le long du flanc sud des dunes de Cabourg).

I.4.3. AGE DU FER

A partir de 1300 av. J.C., le cordon protecteur de dunes de Ghyvelde-Adinkerke fut rompu par la mer, ce qui provoqua l'arrêt de la formation de tourbe et fit évoluer le littoral vers une zone de schorres. Les possibilités d'établissement n'étaient pas favorables durant cette période dominée par les éléments marins.

Après cette phase, le milieu connut un nouvel équilibre. Un nouveau cordon de dunes se forma, qui s'étendait jusqu'à 1,5 km devant le littoral actuel. Un analyse du pollen des Oude Duinen de La Panne a montré que la végétation était à l'origine composée principalement de buissons de Genévriers (*Juniperus sp.*), mais qu'elle évolua par la suite vers la chênaie acide (DE CEUNYNCK 1985 : 35). Les premières traces de peuplement dans ce massif de dunes encore jeunes datent de l'Age du Fer (450 av. J.C à 50 ap. J.C.). Il s'agissait de peuplements permanents à semi-permanents d'éleveurs de bétail appartenant au peuple des Ménapiens. Leurs troupeaux comprenaient surtout des moutons et des chèvres. Les os découverts sur un site de Bray-Dunes appartiennent pour 60 % à des chèvres et moutons, 25 % à des bovins et 11 % à des cochons (GAUTIER 1990 : 200). Les moutons fournissaient la laine nécessaire à une production textile primitive (production de manteaux en laine, appelés "birri"), les oies étaient engrangées et exportées vers les villes gauloises et romaines proches (LINDEMANS 1952 : 415). Durant l'été, les hommes s'occupaient également de récolter le sel. Un ou plusieurs chenaux assuraient probablement l'apport régulier d'eau salée dans les salines qui se trouvaient parfois loin à l'intérieur des terres. Cette eau marine était alors bouillie par le procédé appelé briquetage. La tourbe séchée, provenant des schorres situés au Sud des Oude Duinen de Ghyvelde-Adinkerke, était utilisée comme combustible. A divers endroits (e.a. La Panne), des restes de matériel de briquetage ont été retrouvés.

I.4.4. PERIODE ROMAINE (50 - 270 ap. J.C.)

De 57 à 51 av. J.C., la Gaule (à laquelle appartenait le Westhoek) fut conquise par l'empereur romain Jules César. Le milieu rude et la grande mobilité des Ménapiens donnèrent cependant du fil à retordre aux armées romaines. Ce n'est qu'en 27 ap. J.C., sous l'empereur Auguste, que l'on put procéder à l'organisation de la Gaule du Nord. Entre 13 et 16 ap. J.C., la Gaule fut divisée en trois provinces, et celles-ci en civitates. La région du Westhoek faisait partie de la province Galia Belgica, civites Menapiorum, dont le chef-lieu était Castellum Menapiorum (l'actuel Kassel). La région côtière eut une grande importance militaire durant la conquête de la Grande-Bretagne par l'empereur Claudius (41 - 54 ap. J.C.). L'arrière-pays servit à ce moment de base logistique. Claudius entreprit également la construction d'un certain nombre de voies reliant Kassel à la côte. Une de celle-ci allait en direction du Westhoek..

Les trouvailles archéologiques datant de la période romaine furent découvertes dispersées sur un vaste territoire des Oude Duinen de La Panne. On suppose que la partie sud des Oude Duinen fut assez densément peuplée jusqu'en 270 environ. Durant cette période, la population était principalement engagée dans la production de sel (par la technique de briquetage), l'élevage du bétail et la pêche. Le toponyme "Romeins Kamp" indique encore l'endroit où furent effectuées des découvertes d'ustensiles romains : aucune preuve ne permet cependant d'affirmer qu'il s'agissait d'un camp militaire (TERMOTE, com. pers.). Il est probable que les installations militaires étaient situées plus près du littoral, sur une partie des Oude Duinen qui fut par la suite érodée par la mer.

A partir de 270, la défense de la côte fut mise à mal par les invasions des Francs côtiers. Cette période coïncida également avec un regain d'intensité des influences marines, qui entraîna par endroits l'érosion complète du massif de dunes, permettant ainsi à la mer de submerger de grandes étendues de terre (DE CEUNYNCK 1985 : 35). Le cordon de dunes de La Panne parvint cependant à résister en partie aux assauts de la mer. L'invasion des peuples germaniques et l'augmentation de l'influence marine provoquèrent un exode massif de la population gallo-romaine, à laquelle sont attribuées les découvertes de nombreuses pièces de monnaie trouvées le long des voies romaines côtières. Après 270, la zone ne fut plus que sporadiquement peuplée, comme en témoignent quelques

pièces de monnaies découverts. Il s'agissait probablement d'envahisseurs germaniques qui s'installèrent dans la région en tant que fermiers-soldats.

Au début du 5^e siècle, les Romains durent évacuer nos régions pour de bon, suite aux assauts des peuples venus d'outre-Rhin, et durent ainsi céder la frontière stratégique que représentait la côte de la Mer du Nord.

I.4.5. HAUT MOYEN AGE

L'activité marine déclina dès la fin du 5^e siècle, et le milieu se transforma à nouveau en zone de schorres derrière les lambeaux de cordons de dunes qui avaient subsisté. Entre 550 et 600, les Saxons envahirent la région côtière en venant par la mer. Au début du 7^e siècle, ils furent à leur tour chassés par les Francs, qui imposèrent une nouvelle période de stabilité économique. A partir de la fin du 7^e siècle, un centre commercial fut érigé sur l'ancien socle de dunes de La Panne-Westhoek. Ce peuplement était un maillon de la chaîne du commerce entre le Nord de la France, la Flandre et le Sud des Pays-Bas. Parmi les trouvailles archéologiques datant de cette période, on peut citer les «sceatta» (monnaies) frisonnes, frappées entre 680 et 750.

A la fin du 9^e siècle, nos contrées furent envahies par les Normands, ce qui augmenta le rôle stratégique de la zone côtière de Flandre. Dès 800, Charles Le Grand faisait installer des postes de garde dans les ports et le long de l'embouchure des rivières. Cette défense tint bon jusqu'à la fin du règne de Charles le Chauve (823-877). Après quoi, ce furent principalement les seigneurs locaux qui organisèrent eux-mêmes la défense de la côte. Sous l'ordre des comtes, des remparts furent édifiés autour de certaines villes, dont les vestiges peuvent encore se reconnaître au tracé des rues de plusieurs villes côtières (ex. Furnes).

I.4.6. MOYEN AGE

Après l'invasion des Normands, les dunes devinrent possession des comtes, ce qui entraîna une exploitation systématique de celles-ci. La première moitié du 10^e siècle fut caractérisée par une sécheresse exceptionnelle. Celle-ci déclencha la formation d'une première série de dunes mobiles au départ de bancs de sable émergés en mer : celles-ci se déplacèrent vers le Sud-Ouest, et étouffèrent les chenaux encore actifs. On ne connaît que peu de choses sur le rythme de croissance de ces dunes mobiles. On sait cependant que ces nouvelles dunes étaient déjà stabilisées à la fin du 11^e siècle-début du 12^e siècle, ce qui permettait un peuplement limité. L'actuel Oostduinkerke, par exemple, situé sur la partie sud de ces dunes mobiles, existait déjà en 1135.

Suite à cette première phase de dunes mobiles, un ensemble de dunes assez planes se développa : celles-ci étaient à l'origine couvertes d'une végétation assez basse dominée par l'Argousier (*Hippophae rhamnoides*) sur les parties sèches, et de Saules rampants (*Salix arenaria*) aux endroits humides (DE CEUNYNCK 1985 : 39). Ce site, qui était possession des ducs, semblait convenir idéalement pour le bétail, comme pré de fauche et pour la culture de céréales telles que l'avoine. Les Oude Duinen de Ghyvelde-Adinkerke avaient probablement une affectation de chasse.

A partir du 12^e siècle, un certain nombre de peuplements apparurent sur les dunes récentes : ceux-ci donnèrent naissance à Coxyde, Oostduinkerke et Nieuport. Ces installations étaient surtout importantes dans le cadre de la production de viande (bovine) au profit des ducs. Des hommes s'établirent également dans l'actuel Westhoek, mais leurs habitations furent étouffées par le sable dès le milieu du 13^e siècle, et ils durent émigrer. Cet ancien site d'implantation humaine est réapparu récemment à la surface suite aux mouvements du sable. On a retrouvé dans le sol humique plusieurs fossés de dimensions égales, ce qui permet de supposer une ancienne division du terrain en parcelles (TERMOTE 1992 : 65). L'intensification de la pêche à partir du 13^e siècle eut pour conséquence l'accroissement de la demande en sel. Celui-ci n'était plus produit par l'ancienne méthode de briquetage, mais bien une technique plus «moderne», qui consistait à brûler de la tourbe superficielle contenant du sel et provenant du sous-sol des polders, et de faire bouillir les cendres sur un feu de tourbe en y ajoutant de l'eau de mer. On utilisait pour ce faire les "chaudrons à sel" des villages de pêcheurs tels que Nieuwe Yde et Nieuport.

Durant la première moitié du 13^e siècle commença la formation de dunes paraboliques. Ce phénomène et l'étouffement d'installations par le sable qui en suivit, fit baisser l'importance

économique de la région. Ceci se traduisit par le don de grandes parcelles de terrains à des abbayes et des cloîtres (ex. l'ancienne abbaye des dunes d'Oostduinkerke). Les comtes donnèrent également des parcelles de dunes en location aux fermiers, tout en conservant leurs droits de chasse sur ces terres. C'est d'ailleurs de cette période (13^e siècle) que datent les premières mentions de lapins dans les dunes de la côte ouest. Ceux-ci étaient élevés dans les dunes, pour leur viande et leur peau, dans des "konijnewarandes" (garennes) (TACK et al. 1993 : 168).

Au 16^e siècle, une série de mesures destinées à protéger les dunes furent affichées dans la région. C'étaient surtout les garennes à lapins - élevages et domaines de chasse exclusifs des ducs- qui étaient visées par ces mesures, qui prévoyaient e.a. l'interdiction ou la limitation du pâturage, l'interdiction des coupes, ainsi qu'un contrôle restreint sur les populations de lapins. La surveillance du territoire fut confiée à une police des dunes composée d'officiers des dunes" (Upperduneherders), qui engageaient eux-mêmes des "gardes des dunes" (Duneherders).

I.4.7. LES TEMPS NOUVEAUX

A partir du 16^e siècle, la migration vers le Sud-ouest des dunes paraboliques va commencer à poser de sérieux problèmes. On assiste à une forte exploitation des dunes par la population, surtout pendant les périodes de carences en nourriture et en combustible (guerres de religion de 1562 à 1583 ; guerres de Louis XIV : 1646 à 1713). Les bois et les taillis furent coupés sur la majorité des dunes intérieures, et les oyats étaient arrachés pour servir de combustible domestique (TERMOTE 1992 : 80). HEINDERYCKX (environ de 1683) mentionne pour les dunes de la Châtellerie de Furnes : "Mais les édits ne sont plus respectés, car tous les pauvres gens de la région vont dans les dunes pour y chercher leur bois de chauffage ; ce faisant, ils causent beaucoup de dommages aux dunes. Ils coupent les buissons pour en faire du feu, et arrachent les herbes pour entretenir leurs fours". La disparition des éléments stabilisateurs des dunes provoqua l'ensablement de 2 à 300 mètres de polders, la disparition de l'Abbaye des dunes sous la Hoge Blekker (une dune mobile) et l'ensablement de Duinhoek et Coxyde (ce dernier par la dune parabolique « de Galloper »). Adinkerke fut à son tour menacé : "De la même façon, le long des dunes de la paroisse d'Adinkerke le sable se met à s'envoler sur les terres environnantes". (HEYNDERICKX, environ de 1683). Ce ne fut qu'à partir du milieu du 18^e siècle, entre autres grâce aux nouvelles mesures de protection des autorités autrichiennes, que la situation fut à nouveau sous contrôle.

Une des cartes les plus anciennes sur laquelle on peut retrouver le Westhoek est celle de Peeter VERBIST (1648). Il fut le premier à indiquer certains types de milieux sur ses cartes. Sur la carte de VERBIST, (fig. 40, d'après DEPUYDT 1967 : 10), on peut trouver, en plus d'une représentation des structures paraboliques, plusieurs grandes vallées dunaires à l'endroit du Westhoek.

Le Comte Joseph de FERRARIS (1726-1814) dressa la première carte topographique de Belgique (carte de chambre des Pays-Bas autrichiens) pour le compte de la S.A. Royale le Duc Charles Alexandre de Lorraine. Les données furent entièrement collectées sur le terrain durant la période 1771-1778, et avaient surtout un intérêt militaire. L'échelle originelle était de 1/11.250^e, Mais les cartes rééditées ont une échelle d'environ 1/25.000^e. La carte de de Ferraris (fig. 41) indique les dunes du Westhoek comme faisant partie d'un massif d'une grande largeur à hauteur d'Adinkerke. Du temps de de Ferraris, les dunes étaient possession royale, comme l'indique la mention "A.S.M." (A Sa Majesté). Entre les dunes se trouvent des étendues de "prairies marécageuses" : il s'agit probablement de vallées humides avec végétation herbacée. La situation de ces vallées présente des similitudes avec la situation actuelle ; la vallée située à l'extrême sud-ouest, par exemple, est indiquée à peu près au même endroit que l'actuelle "Weide". Sur le cordon intérieur de dunes, on retrouve quelques parcelles de forêts : les habitations humaines y sont très rares. Les anciennes dunes intérieures de Ghyvelde-Adinkerke (=Garzebeke Veldt) sont colorées comme "prairies rases", et étaient probablement exploitées en tant que garenne à lapins. A l'extrême sud-est, on trouve une tache blanche : on ne sait pas quelle était sa signification aux yeux de de Ferraris. Il s'agit peut-être d'une dune mobile dépourvue de végétation ("blekker"). C'est en tout cas à cet endroit que se trouvait jusqu'avant la Première Guerre mondiale la 'Francooshille', à l'époque une des plus hautes dunes de la côte belge (> 30 m).

Les relations tendues entre la France et l'Angleterre suite à la Guerre d'indépendance en Amérique dans le premier quart du 18^e siècle entraînèrent le déclin des pêcheries le long des côtes de la Mer du Nord. Une des conséquences fut la décision prise par quelques notables de Furnes d'installer un peuplement pour les pêcheurs dans les dunes flamandes (neutres). Un octroi de Joseph

Il du 23 juin 1783 autorisa l'exploitation de la « Kerckepanne » à Adinkerke, afin d'y installer un peuplement. L'octroi était adressé à quelques habitants de Furnes qui acceptaient de s'engager dans cette exploitation, moyennant exemption pour une période de 30 ans de divers droits et impôts. Une société fut créée pour exploiter La Panne (nom officiel : Joseph-Dorp). A son apogée, cette société disposait de 16 embarcations de pêche. En 1784, 26 mesures de sable étaient déjà exploitées à La Panne, et huit maisons de pêcheurs avaient été érigées, avec jardin et étable (VAN ACKER 1984 : 5). Le désenclavement des lieux fut réalisé aux environs de 1788, avec la construction d'une chaussée partant de Furnes.

I.4.8. REVOLUTION FRANCAISE - PREMIERE GUERRE MONDIALE (1789-1914)

Après la Révolution française (1789), les dunes perdirent leur fonction de terrains de chasse des ducs. La privatisation provoqua une très forte augmentation du nombre de fermiers et de pêcheurs côtiers. A partir de 1815, la plupart des villages côtiers connurent un accroissement spectaculaire de leur population. A Adinkerke, par exemple, le nombre d'habitants doubla entre 1815 et 1840. Parallèlement à l'augmentation de la population, on constata également une augmentation du nombre d'habitations et de peuplements. Le peuplement de pêcheurs de La Panne (Joseph-Dorp) avait été abandonné à son sort depuis les combats frontaliers de 1793-1794. La société fut démantelée, et ses actionnaires subirent de lourdes pertes financières (VAN ACKER 1984 : 6). En 1810, plus aucune barque de pêche ne s'y trouvait, et la pêche se faisait exclusivement à pied ou à cheval (o.c.). En 1828 pourtant, La Panne comptait à nouveau 245 habitants, répartis dans 13 maisons et une dizaine de petites fermes en location (DE SMET 1961 : 28).

En 1828, les dunes de Flandre occidentale étaient occupées par 1143 têtes de bétail, à savoir des vaches, des cochons, des chevaux et des ânes, de même que 600 moutons (DE SMET 1961 : 259). Dans les dunes entre Nieuport et la frontière française paissaient 240 vaches, 112 ânes, 51 chevaux et 450 moutons ; le prix de location d'une vache revenait à 4 florins/an ; aucun droit n'était perçu pour les ânes, mais leurs propriétaires devaient planter chaque année 3000 plants d'oyats sur les versants des dunes (DE SMET 1961 : 265).

En 1840, Pierre Bortier acheta 650 ha de dunes à La Panne pour le prix de 12.000 Frs. au Général Dubois, qui les avaient reçues de Napoléon en 1807 (VAN ACKER 1984 : 7). Dans les dunes situées tout près de la plage, Bortier fit construire un pavillon, qu'il habitait durant l'été. Il fut le premier touriste, et en fait le véritable fondateur, de La Panne moderne. Attirés par son exemple, d'autres firent également construire des villas dans les environs, telle la famille Calmeyn, parente de celle de Bortier (o. c.). Une partie des dunes fut boisée par Bortier, "pour d'assainir l'air, de faire disparaître les fièvres paludéennes, d'entretenir les sources, de donner aux dunes une plus-value considérable" (BORTIER 1879 : 1). Il soutint par ailleurs les pêcheurs, déployant des efforts pour développer la pêcherie de harengs de La Panne (VAN ACKER 1984 : 8).

On retrouve le peuplement de pêcheurs de La Panne sur la carte topographique de Vander Maelen (1842, échelle originelle 1/20.000, fig. 42), de même que la chaussée qui assurait la connexion avec Furnes. Le long de la lisière intérieure des dunes figurent des parcelles de bois et des marais.

A partir de la fin du 18^e et du milieu du 19^e siècle, on constate une augmentation de l'exploitation des dunes à des fins agricoles. L'activité principale était l'agriculture dans les pannes (même non égalisées) et en bordure des polders, là où se trouvent des sols de sables limoneux fertiles (VERRERIE 1935 : 13, BRIQUET 1930 : 17). Le long de la côte belge, les meilleures terres agricoles se trouvaient dans la région de Nieuport (I.c.). Les agriculteurs-pêcheurs se livraient surtout -en dehors de la pêche- à la culture (avoine, pommes de terre, orge d'hiver, navets, carottes, ...) et l'exploitation du bétail. Les pommes de terre de la région étaient considérées comme les meilleures de Flandre (LINDEMANS 1952 : 445). En 1882, on comptait 140 exploitations agricoles dans les dunes : 270 ha de dunes étaient utilisés pour les cultures. La plupart des champs étaient entourés d'une enceinte comprenant un muret environ 1-1,5 m de hauteur, et qui était parfois plantée de Peupliers du Canada (*Populus x canadensis*), de Saules rampants (*Salix arenaria*) ou de Pins (*Pinus pinaster*) (VERMEIRE 1935 : 14). A l'heure actuelle encore, on trouve dans la Réserve du Westhoek des

vestiges de champs entourés d'une enceinte. Certains murets étaient plantés à l'aide d'Aubépine (*Crataegus monogyna*). Les champs eux-mêmes furent pour la plupart abandonnés avant 1940, et plantés à l'aide de feuillus (ex. Aulne glutineux (*Alnus glutinosa*)). Sur les cartes topographiques de

1860 (fig. 43) et 1911 (fig. 44), on retrouve un certain nombre de champs entourés d'enceintes. Ils sont pour la plupart situés dans la partie centrale et sud-orientale du cordon intérieur de dunes.

Le 19^e siècle voit se poursuivre le désenclavement de la région côtière. Le chemin de fer Gand-Lichtervelde est étendu aux environs de 1870 jusqu'Adinkerke et Dunkerque. Aux environs immédiats des gares apparaissent les premiers ensembles linéaires de constructions, comprenant des hôtels et des commerces. Entre 1860 et 1911, on constate une forte augmentation des surfaces urbanisées à La Panne (fig. 16, 43). Au début du 20^e siècle sont édictés les premiers règlements communaux en rapport avec la transformation de La Panne en station balnéaire.

Le paysage de la région située entre Coxyde et la frontière française fut catalogué photographiquement par le botaniste et professeur bruxellois Jean MASSART (1908a, 1908b, 1913a, 1913b). A cette époque, les dunes étaient encore intensément utilisées par la population locale : pâturage intensif (moutons, bovins, ânes, ...), coupes d'Argousiers et de Saules rampants pour le bois de chauffage, cultures sur les champs entourés d'enceintes, creusement de points d'eau pour le bétail, etc. Ces pratiques agro-pastorales furent à l'origine de l'apparition d'un paysage très ouvert ("paysage de Massart"), dans lequel les prairies, les taillis nains, les étendues de mousses et les versants mobiles de dunes, formaient une mosaïque. En dépit (ou grâce) à cette forte pression anthropogène, le milieu semblait particulièrement riche, possédant la faune et la flore caractéristiques des régions côtières (MASSART 1908a, LOPPENS 1932). A partir de la Première Guerre mondiale, les activités agro-pastorales pratiquées dans les dunes allaient cependant progressivement disparaître.

En 1902-1903, Maurice Calmeyn, un contemporain de Massart, entama la plantation de 55 ha de bois (l'actuel "Calmeynbos") dans les dunes situées au Sud de La Panne (BILLIAU 1992 : 217). Plus de 25 essences différentes furent utilisées, parmi lesquelles le Peuplier du Canada (*Populus x canadensis*), le Chêne pédonculé (*Quercus robur*), le Frêne commun (*Fraxinus excelsior*), l'Erable sycomore (*Acer pseudoplatanus*) et l'Aulne (*Alnus incana*). La plus grande partie du Calmeynbos, qui est contigu à la Réserve du Westhoek, appartient depuis 1963 à l'IWVA, qui y a placé des installations de pompage pour les captages d'eau.

1.4.9. PREMIERE GUERRE MONDIALE

Durant la Première Guerre mondiale, La Panne fut désignée comme capitale de la Belgique libre et non-occupée. La plage était utilisée comme terrain d'entraînement de l'armée, et par la suite comme lieu de détente pour les soldats fatigués.

Les dunes du Westhoek furent probablement utilisées de manière intensive comme terrain d'entraînement militaire, comme le laissent paraître les photographies aériennes de 1917-1918. Sur celles-ci, on remarque de nombreux trous de bombes ainsi que des structures de sentiers.

A partir de 1914, une des plus hautes dunes de Belgique, située dans la partie sud-est de l'actuelle réserve (33,4 m sur la carte topographique de 1860 (fig. 43)) fut exploitée, d'abord pour l'aménagement de fossés (sacs de sable), ensuite pour la production de sable de construction (JONCKHEERE 1967 cité dans DE CEUNYNCK 1978 : 20, LOPPENS 1932 : 156). Cette dune était connue sous l'appellation de 'Franssoshille' ("colline des Français") (LOPPENS 1932 : 156) ou "Zwarte Duin" ("dune noire") (MASSART 1913a : 148). Sur les photos aériennes de 1917-1918, on peut apercevoir des rails de chemin de fer sur la dune exploitée. Un chemin de fer de service allait demeurer à cet endroit jusqu'en 1935. BRIQUET (1930 : 391) mentionne également la présence d'une carrière de sable dans la partie sud de la réserve ("... une grande sablière près de La Panne, ...").

1.4.10. ENTRE-DEUX-GUERRES (1918-1940)

Le développement de la région côtière de La Panne au profit du tourisme se poursuit encore en 1928 et 1933, avec l'achèvement de la ligne de tram Le Zoute - La Panne et de la Route Royale. Diverses liaisons "hâtives" assurent une connexion rapide avec la plage. C'est surtout durant cette période que le tourisme côtier va être stimulé. L'amélioration de l'infrastructure et l'augmentation du

nombre de voitures individuelles permettent à un nombre toujours croissant de personnes de "découvrir" les charmes de la côte.

La région de dunes comprise entre Bray-Dunes et La Panne était pâturée extensivement durant l'été par une cinquantaine de vaches (D'HONDT 1981 : 18). Deux garde-chasses privés, engagés par les propriétaires Calmeyn et Orebanche, surveillaient ces animaux. Le bétail était rassemblé le soir dans la ferme d'un des gardes-chasses, et y recevaient une nourriture d'appoint. Afin de prévenir l'ensablement des polders, le versant sud du cordon intérieur de dunes fut fixé à l'aide de plantations (e.a. Peuplier du Canada (*Populus x. canadensis*), Peuplier blanc (*P. alba*), Peuplier de l'Ontario (*P. candicans*), Orme champêtre (*Ulmus minor*) et Frêne commun (*Fracinus excelsior*).

L'extension de l'utilisation de la côte à des fins touristiques va entraîner les premières inquiétudes en ce qui concerne la protection du milieu naturel. MASSART (1913b), par exemple, réclame urgentement la protection des dunes situées entre Coxyde et Oostduinkerke, "pour donner aux générations futures une idée de ce qu'étaient nos merveilleuses dunes belges avant qu'elles fussent défigurées par la villégiature".

L'A.R. du 1er mars 1935 constitue un premier pas dans la voie de la protection des dunes du Westhoek en tant que site paysager : les dunes furent en effet protégées selon les termes de la Loi sur les monuments et les sites de 1931.

1.4.11. SECONDE GUERRE MONDIALE (1940-1945)

Le développement touristique de la côte ouest fut à nouveau interrompu par quatre années de guerre. Entre 1941 et 1944, les Allemands édifièrent une infrastructure militaire le long des côtes de l'Océan Atlantique, de la Manche et de la Mer du Nord, afin de contenir une contre-attaque venue de l'Angleterre. Ce "Mur de l'Atlantique" se composait de champs de mines, d'obstacles, de postes de tir, ainsi que de deux rangées de bunkers situés dans les dunes. Les différentes lignes de défense étaient reliées entre elles par un réseau de voies de communication. La carte topographique du Ministère des Travaux publics et de la reconstruction de 1952 (échelle 1/500000è) permet de compter une cinquantaine de bunkers concentrés principalement dans le cordon de dunes à front de mer et dans le cordon de dunes sud. La plupart de ceux-ci furent détruits à la fin des années soixante-dix ; un d'entre eux sert à présent de dépôt de matériel (le "Bunkertje", à l'entrée de l'Oostergrenspad). Les voies de communication en béton ne furent quant à elles pas détruites, et sont actuellement en partie recouvertes de sable et/ou morcelées (voir partie "Obstacles").

1.4.12. LA PERIODE APRES LA SECONDE GUERRE MONDIALE

Le boom économique après la Seconde Guerre mondiale, de même que l'amélioration de l'infrastructure, permit le développement du tourisme de masse. Diges de mer, appartements, parcs de vacances, grands centres commerciaux, campings, etc, poussèrent comme des champignons et furent responsables d'un morcellement intense de nos dunes. Les PPA (Plans particuliers d'aménagement, modifications des Plans de secteurs), furent bafoués et modifiés. Entre 1961 et 1970, par exemple, le nombre de maisons de vacances et de secondes résidences augmenta d'un tiers dans la région de Coxyde et de La Panne (VANHECKE 1982 : 246). A l'urbanisation "parallèle" succéda l'urbanisation "latérale". La précieuse zone-limite entre les dunes et les polders subit une urbanisation accélérée.

Dans les dunes du Westhoek elles-mêmes, une petite parcelle clôturée d'environ 11 ha, était encore pâturée par 35 vaches entre 1947 et 1960 (D'HONDT 1981 : 19). Cette parcelle, située dans la partie SO de la réserve, est encore connue à l'heure actuelle sous le nom de "De Weide" (la prairie). Le bétail consistait en de jeunes animaux ainsi que 6 vaches laitières, qui étaient rentrées deux fois par jour afin d'être traites. Aucun drainage n'était effectué, malgré le fait que durant l'hiver, cette pâture se trouvait localement sous eau ; cependant, la parcelle était engrangée, à l'aide de 1000 kg de fertilisants par hectare.

Après 1960, seuls les lapins continuèrent encore à brouter dans la Réserve du Westhoek. Juste après la Seconde Guerre mondiale, la population de lapins était assez énorme : ceux-ci conservaient en quelque sorte la végétation courte des prairies et des fourrés et empêchaient

l'extension des peupliers, augmentant d'autre part l'étendue des dunes mobiles (D'HONDT 1981 : 19). Durant cette période, environ 5000 lapins étaient abattus par an, soit par les propriétaires des droits de chasse, soit par les chasseurs de fourrures français. On chassait également les faisans, les pigeons, les bécasses et les lièvres. De grandes parties des pannes couvertes de végétation situées

dans la partie sud de la réserve étaient spécialement aménagées au profit de la chasse : on y coupait régulièrement des "corridors" et on y maintenait des espaces ouverts. A partir des années cinquante, la population de lapins s'écroula suite à l'apparition de la myxomatose, une maladie virale. La disparition de la dernière forme de pâturage donna le signal de l'envahissement illimité des dunes par les buissons.

Sur les cartes topographiques de 1954 et 1957 (fig. 45), les dunes du Westhoek font encore partie d'un ensemble de dunes qui s'étend jusqu'à la statue de Léopold Ier à La Panne. Le toponyme "Romeins Kamp" (qui y est par erreur indiqué au centre) rappelle les sites archéologiques proches de la frontière française. Le toponyme "De Leugenaar" (le menteur) rappelle une haute dune qui se trouvait précédemment à l'endroit où s'étend le Calmeynbos à l'heure actuelle (LOPPENS 1932 : 156).

Le 21 août 1956, une première parcelle de dunes situées à l'Ouest de La Panne fut acquise par l'Etat. Le 17 décembre 1956, la Réserve naturelle du Westhoek était officialisée par le Ministère de l'agriculture : cette création allait être matérialisée ce jour-là par l'inauguration d'un premier panneau frontalier près de la route vers Bray-Dunes. Le 29 août 1957, le Westhoek était créé comme réserve naturelle par Arrêté royal : la superficie de la réserve s'étendait sur 340 ha 27 a 31 ca ; grâce à une série d'achats ultérieurs, cette superficie est à l'heure actuelle de 335 ha 18 a 65 ca. Le 16 mars 1977, la fonction de réserve naturelle du site était confirmée par un nouvel Arrêté royal, dans le cadre de la Loi sur la protection de la nature du 12 juillet 1973. Le 14 février 1995, la Réserve naturelle du Westhoek était transférée de l'Etat à la Région flamande par Arrêté royal.

En 1958, vu les dégâts occasionnés par différentes tempêtes, les autorités décidèrent de renforcer artificiellement la base des dunes en édifiant un mur aux niveaux Z + 7,5 m et Z + 5 m. Ce renforcement des dunes fut construit en trois phases (d'après HAECON, 1995) :

- 1958 : stabilisation du profil à l'aide de caissons de fortification, sur une distance de 1280 m à partir de la frontière franco-belge ;
- 1976 : construction d'un renforcement de la base des dunes sur une distance de 1295 m, prolongement vers l'Est des travaux existants ;
- 1978-79 : reconstruction du renforcement de la base des dunes, sur une longueur totale de 2095 m.

En 1963, 92 ha de dunes situées à l'Est de la réserve devinrent propriété de l'IWVA, qui commença en 1967 à y effectuer des captages d'eau.

En 1964 débuta la première gestion de la réserve, à savoir le balisage de sentiers de promenade et la pose de diverses clôtures.

Au début des années soixante-dix commença l'urbanisation totale des dunes situées entre La Panne et la limite de la réserve naturelle. On tint à peine compte de la présence d'une réserve : suite à l'absence de zone-tampon, les constructions sont directement contiguës à la limite de la réserve (voir carte topographique de 1985, fig. 46).

En 1977-78, la plupart des bunkers datant de la Seconde Guerre mondiale furent enlevés. Seul le bunker situé près de l'Oostergrens pad fut conservé : il sert actuellement de dépôt de matériel.

Au milieu des années soixante-dix, on commença les opérations de fauchage annuel à "de Weide". En 1980, quelques parcelles supplémentaires de pannes humides furent incluses sur la liste des zones à faucher annuellement. De même, quelques parcelles de buissons à argousiers furent défrichées. La superficie totale des unités de gestion fauchées annuellement atteignait en 1995 un total de 6 hectares.

Fig. 38 - Carte de situation des sites archéologiques Panne I, Panne II et Panne III dans la Réserve du Westhoek (DECEUNYNCK & THOEN 1981 : 26).

Fig. 39 - Carte de situation des sites Panne I, Panne II, Panne III et Y sur une carte topographique récente (DECEUNYNCK & THOEN 1981 : 72).

Fig. 40 - Carte de Peeter Verbist (1648) (DEPUYDT 1967 : 10).

Fig. 41 - Carte du Comte de Ferraris (1771-1778). Feuillet 2 (Nieuport), échelle environ 1/25.000è. Les dunes du Westhoek sont colorées comme « dunes », entrecoupées de « prairies marécageuses ». Le long de la lisière intérieure des dunes se trouve une petite ceinture de forêt.

Fig. 42 - Carte de Philippe Vander Maelen (1842). Feuillet « Dunkerque 6/1 » et « Furnes 6/2 », échelle originelle environ 1/20.000^e. Le peuplement de pêcheurs « La Panne » est relié par une chaussée avec Furnes. Le long de la lisière intérieure des dunes se trouve une étendue de forêt.

Fig. 43 - Carte topographique de 1860, feuillets « La Panne » et « Les Moeren » ; échelle originelle 1/20.000è ; Dépôt de la Guerre, Bruxelles. On remarque les enceintes entourant les cultures dans la partie centrale et sud-ouest du cordon intérieur de dunes.

Fig. 44 - Carte topographique de 1860 - révision 1911, feuillets « Furnes » et « Oostduinkerke » ; échelle originelle 1/40.000è ; Institut Cartographique Militaire, Bruxelles. Les cultures sont encore utilisées, la surface bâtie a considérablement augmenté.

Fig. 45 - Cartes topographiques de 1954 (11/7-8) et de 1967 (19/3-4) de l'I.G.N. (échelle 1/25000è). Les dunes s'étendent jusqu'à la statue de Léopold Ier à La Panne. Le toponyme « Romeins Kamp » est indiqué au centre.

Fig. 46 - Cartes topographiques de 1978 (19/3-4) et de 1985 (11/7-8) de l'IGN (échelle 1/25000è). La superficie bâtie à l'Ouest de La Panne a considérablement augmenté.

I.5. Facteurs biotiques

I.5.1. FLORE

1.5.1.1. Liste des espèces

L'annexe I reprend la liste des espèces de Spermatophytes, de Ptéridophytes, de Bryophytes, de Lichens, de Fungi et d'Algae qui ont déjà été décrites dans la Réserve du Westhoek, ou dont on sait qu'elles s'y trouvent ou s'y trouvaient auparavant.

1. Spermatophytes et Ptéridophytes

- Richesse en espèces

La liste (historique) des espèces de plantes supérieures (d'après M. LETEN, période 1900-1995) compte 440 taxa, dont 339 ont encore été observés récemment. Dans le contexte belge, il s'agit d'un nombre très élevé. En se basant sur la "relation espèces-superficie des plantes vasculaires de Belgique" (STIEPERAERE 1980), nous pouvons affirmer que la Réserve du Westhoek, grande de 340 ha, contient actuellement 2,5 fois plus d'espèces que ce que l'on pourrait attendre d'un site de 340 ha d'après les normes valables pour le Nord de la Belgique.

- Dépendance par rapport à l'eau souterraine des espèces récemment observées dans la Réserve du Westhoek ((répartition d'après C.B.S. 1993) :

La dépendance par rapport à l'eau souterraine des espèces de plantes récemment observées dans la Réserve du Westhoek est répartie comme suit par rapport au classement des phréatophytes (d'après LONDO fig. 47 ; pour de plus amples détails, voir annexe I) :

- Hydrophytes (H dans la fig. 47) : 7 taxa
 - Phréatophytes obligés (W) : 32 taxa
 - Phréatophytes obligés des sols en général humides (F) : 20 taxa
 - Espèces des sols en général humides qui poussent principalement ou presque exclusivement à l'intérieur de la zone d'influence de la surface phréatique, qui se trouve en général sous le niveau du sol (V) : 26 taxa
 - Phréatophytes locaux (P) : 23 taxa
 - Phréatophytes calcaires (K) : 11 taxa
 - Aphréatophytes (A) : 249 taxa
 - Halophytes (Z) : 8 taxa
 - Phréatophytes des dunes (21) : 21 taxa.
-
- Classement des espèces en groupes écologiques d'après la Liste standard provisoire pour la Flandre (COSYNS et al. 1994).

Les espèces (récemment observées) de la Réserve du Westhoek, reprises dans la Liste standard provisoire de la flore de Flandre (COSYNS et al. 1994), appartiennent aux 37 groupes écologiques suivants (fig. 48) :

- groupe 11 : plages élevées, dunes de bord de mer et laisses de mer sablonneuses : 17 taxa (env. 4,5 %)
- groupe 13 : schorres élevés et situations de contact entre milieux doux et salés : 2 taxa (env. 0,5 %)

- groupe 21 :	eaux ouvertes (modérément) eutrophes, qui s'assèchent rarement : 6 taxa (env. 1,6 %)
- groupe 31 :	végétations de s zones d'atterrissement, eutrophes, douces, stagnantes ou possédant un faible courant, profondes à peu profondes, permanentes, avec formation fréquente de tourbe : 13 taxa ,(env. 3,4 %)
- groupe 32 :	végétations de s zones d'atterrissement, eutrophes, _douces, possédant un certain courant ou s'asséchant périodiquement, avec formation de tourbe rare : 8 taxa (env. 2,1 %)
- groupe 33 :	marais tourbeux bas, (modérément) oligotrophes, pauvres en calcaire, acides : 6 taxa (env. 1,6 %)
- groupe 34 :	marais tourbeux bas, (modérément) oligotrophes, calcaires : 8 taxa (environ 2,1 %)
- groupe 41 :	cultures sur sols eutrophes : 11 taxa (env. 2,9 %)
- groupe 43 :	cultures sur sols (modérément) oligotrophes, pauvres en calcaire : 3 taxa (env. 0,8 %)
- groupe 51 :	endroits régulièrement piétinés sur sols (modérément) eutrophes : 6 taxa (env. 1,6 %)
- groupe 52 :	situations pionnières de sols (modérément) eutrophes, non-humiques, contenant du calcaire mais non-calcaires, secs : 14 taxa (env. 3,7 %)
- groupe 53 :	broussailles sur sols eutrophes, _humiques, relativement secs : 17 taxa (env. 4,5 %)
- groupe 54 :	broussailles sur sols eutrophes, humiques, modérément secs : 8 taxa (env. 2,1 %)
- groupe 61 :	sols ouverts inondés, eutrophes (spécialement riches en azote) : 4 taxa (env. 1,0 %)
- groupe 62 :	sols ouverts, humides à inondés, modérément eutrophes à oligotrophes : 11 taxa (env. 2,9 %)
- groupe 63 :	prairies ouvertes sur sols secs, oligotrophes à modérément eutrophes, à teneur en calcaire nulle ou faible, non- ou faiblement basiques, principalement à l'intérieur des terres : 22 taxa (env. 5,8 %)
- Groupe 64 :	prairies ouvertes sur sols secs, oligotrophes à modérément eutrophes, contenant du calcaire, basiques, dans les dunes : 13 taxa (env. 3,4 %)
- groupe 65 :	murs et rochers : 1 taxon (env. 0,3 %)
- groupe 71 :	prairies relativement eutrophes, avec niveau de l'eau variable ou d'autres conditions du milieu fortement fluctuantes : 17 taxa (env. 4,5 %)
- groupe 72 :	prairies modérément engrassées sur sols (modérément) humides : 28 taxa (env. 7,3 %)
- groupe 73 :	prairies modérément engrassées, sur sols inondés : 9 taxa (env. 2,4 %)
- groupe 74 :	prairies sur sols secs, (modérément) oligotrophes, calcaires, basiques : 7 taxa (env. 1,8 %)
- groupe 75 :	prairies sur sols modérément secs à humides, (modérément) calcaires, neutres à basiques, avec niveau de l'eau variable : 9 taxa (env. 2,4 %)
- groupe 76 :	prairies sur sols secs, pauvres en calcaire et acides : 10 taxa (env. 2,6 %)
- groupe 77 :	prairies sur sols humides à périodiquement inondés, oligotrophes, faiblement acides : 6 taxa (env. 1,6 %)
- groupe 78 :	prairies rases et landes sur sols humides à secs, oligotrophes, acides, humiques : 5 taxa (env. 1,3 %)
- groupe 81 :	laisses, broussailles humides et buissons de saules associés aux rivières de milieux eutrophes : 11 taxa (env. 2,9 %)
- groupe 82 :	franges, coupes et jeunes plantations sur sols eutrophes (surtout riches en azote), neutres, humiques, modérément humides : 27 taxa (env. 7,1 %)
- groupe 83 :	franges et coupes sur sols calcaires, limoneux, modérément humides à secs : 12 taxa (env. 3,1 %)
- groupe 84 :	franges, coupes et taillis sur sols pauvres en calcaire, (modérément) oligotrophes, modérément humides à secs : 8 taxa (env. 2,1 %)
- groupe 85 :	taillis sur sols modérément humides à secs, neutres à calcaires, oligotrophes à modérément eutrophes : 19 taxa (env. 5,0 %)
- groupe 91 :	bois sur sols relativement eutrophes, humides à inondés, et zones des sources : 6 taxa (env. 1,6 %)
- groupe 92 :	bois sur sols matures, modérément eutrophes à eutrophes, modérément humides à secs, combinés aux types 93 et 94 : 16 taxa (env. 4,2 %)
- groupe 93 :	bois alluviaux, sur sols plus ou moins hygromorphes : 4 taxa (env. 1,0 %)
- groupe 94 :	bois sur sols oligotrophes à modérément eutrophes, neutres à calcaires, et bois de ravins : 1 taxon (env. 0,3 %)
- groupe 95 :	bois sur sols modérément oligotrophes, humides et acides : 12 taxa (env. 3,2 %)
- groupe 96 :	espèces boisées introduites relativement récemment par des facteurs anthropogènes : 4 taxa (env. 1,0 %).

Les groupes écologiques suivants sont les mieux représentés : groupe 72 (prairies modérément engrassées sur sols (modérément) humides), groupe 82 (franges, coupes et jeunes plantations sur sols eutrophes (surtout riches en azote), neutres, humiques, modérément humides), groupe 63 (prairies ouvertes sur sols secs, oligotrophes à modérément eutrophes, non- à faiblement calcaires, non- à faiblement basiques, principalement à l'intérieur des terres), groupe 85 (taillis sur sols humides à secs, neutres à calcaires, oligotrophes à modérément eutrophes), groupe 11 (plages élevées, dunes de front de mer et laisses de mer sablonneuses), groupe 53 (broussailles sur sols (modérément) eutrophes, calcaires, non-humiques, secs) et groupe 71 (prairies relativement eutrophes avec niveau d'eau variable ou autres conditions du milieu fortement fluctuantes). Parmi les groupes écologiques les moins bien représentés, on remarque surtout le groupe 13 (schorres élevés et situations de contact entre milieux doux et salés), des espèces appartenant à un milieu qui pourrait pourtant exister dans le Westhoek. La faiblesse du nombre d'espèces représentées appartenant au groupe 94 (bois sur sols oligotrophes à modérément eutrophes, neutres à calcaires, et bois de ravins) est elle aussi frappante.

- Répartition des espèces suivant la classe de rareté d'après la Liste rouge provisoire des espèces de flore de Flandre (d'après COSYNS et al. 1994).

Le Tableau 4 reprend les espèces (récemment observées) présentes dans la Réserve du Westhoek et qui sont reprises sur la Liste rouge provisoire des espèces de flore menacées de Flandre (COSYNS et al. 1994). Cette répartition est présentée de façon graphique dans la fig. 49.

Tableau 4 - Nombre d'espèces de plantes (récemment observées) dans la Réserve naturelle domaniale du Westhoek par classe de rareté.

UFK	Nbre. cadrats en Flandre	Rareté	Nbre. taxa
1	1-2	marginale	4 (env. 1,1 %)
2	3-7	extrêmement rare	18 (env. 4,8 %)
3	8-25	très rare	47 (env. 12,5 %)
4	26-60	rare	33 (env. 8,8 %)
5	61-130	assez rare	25 (env. 6,6 %)
6	131-290	peu rare	60 (env. 15,9 %)
7	291-460	peu commun	38 (env. 10,1 %)
8	461-660	assez commun	54 (env. 14,3 %)
9	661-830	commun	53 (env. 14,1 %)
10	831-951	très commun	45 (env. 11,9 %)

Le nombre élevé d'espèces marginales, extrêmement rares ou très rares (ensemble, près de 18,3 % du nombre total d'espèces) est frappant, et témoigne d'une valeur botanique exceptionnelle de la réserve.

- Espèces de la Liste rouge (provisoire) (catégories de menaces provisoire d'après LETEN, sur base de COSYNS et al. 1994 et MAES et al. 1995).

La flore actuelle de la Réserve du Westhoek comprend 92 espèces reprises sur la Liste rouge (soit env. 23 % de toutes les espèces observées) (Tableau 5 : pour de plus amples informations, voir annexe 1).

Cette répartition est présentée graphiquement à la fig. 50. Le nombre élevé d'espèces reprises sur la Liste rouge montre une fois encore la valeur botanique exceptionnelle de la Réserve du Westhoek.

Tableau 5 - Nombre d'espèces de plantes (récemment observées) dans la Réserve naturelle domaniale du Westhoek par catégories de la Liste rouge

Catégorie Liste rouge	Description	Nbre taxa
1	menacée d'extinction	5
2	menacée	24
3	fragile	10
!	probablement menacée	2
A	en déclin	2
Z	rare	49

- Espèces de plantes supérieures disparues ou qui n'ont plus été observées récemment.

Les 41 espèces disparues ou qui n'ont plus été observées récemment ont été reprises dans la liste complète des espèces de la Réserve du Westhoek (annexe 1 : indiquées par le signe '+' dans la colonne 'statut') ; chaque fois, la date à laquelle l'espèce a été observée pour la dernière fois et/ou la

date à laquelle celle-ci fut pour la dernière fois mentionnée dans la littérature, a été indiquée également (TABLEAU 6).

Tableau 6 - Espèces de plantes dans la Réserve naturelle domaniale du Westhoek qui n'y ont plus été observées récemment mais qui s'y trouvaient avec certitude précédemment, avec mention du groupe écologique (e.g.) auquel ces espèces sont rattachées.

e.g.	taxon	e.g.	taxon
11	<i>Elymus arenarius</i>	53	<i>Descurainia sophia</i>
12	<i>Aster tripolium</i>	53	<i>Hyoscyamus niger</i>
13	<i>Carex distans</i>	54	<i>Rumex obtusifolius</i> ssp. <i>obtusifolius</i>
13	<i>Juncus gerardii</i>	61	<i>Rumex</i> cf. <i>maritimus</i>
13	<i>Juncus maritimus</i>	64	<i>Bromus diandrus</i>
13	<i>Plantago coronopus</i>	64	<i>Orobanche purpurea</i>
21	<i>Potamogeton natans</i>	71	<i>Blysmus compressus</i>
22	<i>Baldellia ranunculoides</i>	71	<i>Lysimachia nummularia</i>
22	<i>Juncus bulbosus</i>	71	<i>Teucrium scordium</i>
22	<i>Potamogeton coloratus</i>	73	<i>Dactylorhiza</i> cf. <i>praetermissa</i>
31	<i>Carex acutiformis</i>	74	<i>Anthyllis vulgaris</i>
31	<i>Rumex hydropalathum</i>	74	<i>Himantoglossum hircinum</i>
31	<i>Scirpus maritimus</i>	75	<i>Anacamptis pyramidalis</i>
32	<i>Butomus umbellatus</i>	75	<i>Gymnadenia conopsea</i>
32	<i>Oenanthe aquatica</i>	77	<i>Orchis morio</i>
34	<i>Eleocharis quinqueflora</i>	83	<i>Valeriana dioica</i>
34	<i>Liparis loeselii</i>	83	<i>Calamintha clinopodium</i>
34	<i>Schoenus nigricans</i>	85	<i>Orchis militaris</i>
35	<i>Eriophorum angustifolium</i>	92	<i>Lycium barbarum</i>
43	<i>Aphanes inexpectata</i>		<i>Polygonatum multiflorum</i>
51	<i>Polygonum aviculare</i>		

Ce sont surtout des espèces appartenant au groupe écologique principal 3 (rives et marais) et au groupe écologique principal 7 (prairies et buissons nains) qui ont décliné.

Un certain nombre d'espèces n'ont disparu qu'après la création de la réserve domaniale en 1957. DE RIDDER (1963) mentionne encore (par exemple) l'Orchis pyramidal (*Anacamptis pyramidalis*), la Vulnéraire (*Anthyllis vulneraria*), l'Orchis bouffon (*Orchis morio*), la Germandrée des marais (*Teucrium scordium*) dans la Réserve du Westhoek. De même, HERBAUTS (1971) mentionne encore des espèces très rares telles que le Liparis de Loesel (*Liparis loeselii*) et la Germandrée des marais (*Teucrium scordium*).

Parmi les espèces précieuses qui n'ont plus été observées depuis 1980, on trouve (e.a.) l'Orobanche pourpre (*Orobanche purpurea*), l'Orchis bouc (*Himantoglossum hircinum*), le Choin noirâtre (*Schoenus nigricans*) et l'Orchis militaire (*Orchis militaris*), ...

Quelques espèces (thallasachores) des plages élevées, des dunes de front de mer et des laisses de mer sablonneuses n'ont plus été observées que de façon sporadique au cours des dernières années, et ceci suite à l'érosion du littoral : (e.a.) Arroche de Babington (*Atriplex gabriuscula*), Arroche des sables (*A. lacianata*), l'Arroche littorale (*A. littoralis*), la Betterave maritime (*Beta vulgaris* ssp. *maritima*), le Pavot cornu, (*Glaucium flavum*), le Panicaut des dunes (*Eryngium maritimum*), et le Liseron des dunes (*Calystegia soldanella*). Suite au caractère irrégulier de leur présence dans la Réserve du Westhoek, ces espèces n'ont pas été comptées parmi les espèces disparues.

Fig. 47 - Dépendance par rapport aux eaux souterraines des espèces de plantes supérieures récemment observées dans la Réserve du Westhoek. Explications dans le texte.

Numéro du groupe écologique

Numéro du groupe écologique

Nombre de taxa

Nombre de taxa

Fig. 48 - Répartition graphique, par groupes écologiques de la Liste standard de la flore flamande, des espèces de plantes supérieures récemment observées dans la Réserve du Westhoek (COSYNS et al. 1994). Pour la description des groupes écologiques : voir texte.

Nombre de taxa

Classe de rareté (U.F.K.)

Fig. 49 - Répartition graphique des espèces de plantes récemment observées dans la Réserve du Westhoek en fonction de la classe de rareté d'après la Liste standard provisoire de la flore flamande (COSYNS et al. 1994). Pour de plus amples explications au sujet de la classe de rareté : voir texte.

Nombre de taxa

Catégorie de menaces

Fig. 50 - Répartition graphique d'après les catégories de menaces des espèces de plantes supérieures récemment observées dans la Réserve du Westhoek.

2. Bryophytes, Hépatiques et Lichens

11 espèces d'hépatiques, 82 espèces de bryophytes et 41 espèces de lichens ont déjà été décrites dans la Réserve du Westhoek (LETEN & RAEYMAEKERS 1981, VAN LANDUYT 1991 ; notes du Vlaamse Werkgroep Bryologie (Groupe de travail flamand de bryologie) 1992, HOFFMANN 1993).

Aux Pays-Bas, une Liste rouge des espèces de mousses et de lichens menacés a été établie (SIEBEL et al. 1992). 50 % des espèces de mousses et 58 % des lichen ont été repris sur cette liste aux Pays-Bas. Pour la Belgique (ou la Flandre), une telle liste n'a pas encore été dressée.

Sur les onze espèces d'hépatiques observées dans la Réserve du Westhoek, 3 sont reprises sur la Liste rouge des Pays-Bas, tandis que 14 des 82 espèces de bryophytes (17 %) ,sont également reprises sur cette liste (Tableau 7). Parmi les 41 espèces de lichens, 3 sont reprises sur la Liste rouge des Pays-Bas. *Usnea subfloridana* est une espèce des bois humides et des dunes pauvres en calcaire aux Pays-Bas. En Flandre, cette espèce n'est présente que sous forme d'épiphyte, dans les bois des dunes côtières, dans les bois humides à saules ou sur les arbres des landes isolés. *Physcia aipolia* a été trouvée comme épiphyte sur le Sureau noir et est connue des Pays-Bas comme une espèce des écorces neutres (ex. Orme champêtre). *Hypogymnia tubulosa*, une espèce des écorces acides, et *Usnea subfloridana* sont des espèces actuellement devenues extrêmement rares en Flandre (HOFFMANN 1993 : 348). On ne dispose que de très peu de données en ce qui concerne la présence antérieure des mousses et des lichens dans la Réserve du Westhoek. Le nombre d'espèces épiphytes était inférieur au nombre actuel au début du siècle, étant donné l'absence de phorophytes propices (arbres, vieux taillis) dans le paysage très ouvert et intensément pâturé de l'époque. La végétation des lichens terrestres était composée d'espèces différentes, et vraisemblablement plus riche qu'aujourd'hui. MASSART (1908a) a notamment présenté des photographies de dunes fixées à Coxyde (environs directs de la Hoge Blekker) possédant une végétation de lichens comprenant e.a. *Evernia prunastri*, *Ramalina farinacea*, *R. fastigiata*, *R. fraxinea*, *Hypogymnia physodes* et *Usnea hirta*.

Tableau 7 - Mousses et lichens mentionnés dans la Liste rouge des Pays-Bas (SIEBEL et al. 1992) et qui ont été récemment observées dans la Réserve du Westhoek.

catégorie 1 (menacés de disparition)	
Bryophytes	<i>T. laevigilia</i>
<i>Thuidium abietinum</i>	<i>Orthotrichum lyellii</i>
catégorie 2 (espèces très fragiles)	<i>Isothecium alopecuroides</i>
Bryophytes	<i>Campylium polygamum</i>
<i>Campylium stellatum</i>	<i>Bryum warneum</i>
<i>Orthotrichum tenellum</i>	<i>Fissidens adianthoides</i>
<i>Ulota crispa</i>	Lichens
catégorie 3 (espèces fragiles)	<i>Usnea subfloridana</i>
Hépatiques	<i>Physcia aipolia</i>
<i>Frullania dilatata</i>	catégorie 4 (espèces potentiellement menacées)
<i>Metzgeria furtata</i>	Bryophytes
<i>Radula complanata</i>	<i>Bryum calophyllum</i>
Bryophytes	<i>Pleurochaete squarrosa</i>
<i>Ulota phyllantha</i>	Lichens
<i>Tortula papillosa</i>	<i>Parmelia perlata</i>

Usnea sp. n'a été observée qu'une seule fois sous forme terrestre, à savoir dans les dunes d'Oostvoorne (Oostduinkerke, en 1985, com. pers. M.HOFFMANN), mais *Evernia prunastri* et *Hypogymnia physodes* se rencontrent de temps à autre sous forme terrestre (e.a. rive droite de l'Yzer à Nieuport-Lombardzijde). *Ramalina fraxinea* par contre n'a plus été observée, même sous forme épiphyte, dans les dunes (mais bien dans les polders avoisinants) (HOFFMANN 1993).

A l'intérieur de la Réserve du Westhoek, ce sont (par ordre décroissant d'importance pour les mousses et les lichens) surtout les dunes couvertes de mousses anciennes, fixées, riches et pauvres

en calcaire, les taillis de sureaux, les plantations forestières, les prairies mésophiles et les pannes humides récentes, qui abritent un certain nombre de lichens, de bryophytes et d'hépatiques rares et/ou caractéristiques.

3. Fungi

La liste des Fungi compte environ 200 espèces. Cette liste est en fait loin d'être complète, étant donné qu'elle ne s'appuie que sur quelques inventaires détaillés. Elle permet cependant de donner une idée des espèces les plus courantes et/ou les plus remarquables que l'on peut observer sur le site. Parmi les champignons typiques des dunes, on peut citer *Geastrum fibratum*, *G. triplex* et *Tustuloma brumale* (BILLIAU 1992 : 222). D'autres espèces telles que *Hirneola auricula-judae* et *Phellinus hippophaecola* sont fréquentes dans la région des dunes parce que leur hôte (resp. Sureau commun et Argousier) y est commun (LANGEVELD & HEMERIK 1992 : 102).

ARNOLDS (1989) a dressé une Liste rouge des champignons supérieurs des Pays-Bas. 28 % de toutes les espèces présentes aux Pays-Bas ont été reprises sur cette liste. Cinq catégories différentes sont reconnues : de puis "éteint" (=catégorie 0) jusqu'à "potentiellement menacé" (= catégorie 4).

Dans la Réserve du Westhoek, on trouve 13 espèces (environ 6 % du nombre total) qui appartiennent à la Liste rouge des Pays-Bas (Tableau 8).

Tableau 8 - *Macrofungi* observés dans la Réserve du Westhoek et qui sont repris sur la Liste rouge des Pays-Bas.

catégorie 1 (gravement menacés)	catégorie 3 (potentiellement menacés)
<i>Hygrocybe reai</i>	<i>Geastrum coronatum</i>
catégorie 2 (menacés)	<i>Inocybe aeruginascens</i>
<i>Hygrocybe acutoconica</i>	<i>I. dunensis</i>
<i>H. insipida</i>	<i>Leptoglossum muscigenum</i>
<i>H. psittacina</i>	<i>Rhodotus palmatus</i>
<i>Mycene adonis</i>	
<i>Ramaria flaccida</i>	
<i>Rhodocybe papinalis</i>	
<i>Tulostoma brumale</i>	

Tulostoma brumale est d'ailleurs une espèce menacée dans bon nombre de pays d'Europe (ARNOLDS 1989 : 85). Quatre de ces espèces, à savoir *Leptoglossum muscigenum*, *Geastrum coronatum*, *Rhodocybe popinalis* et *Tulostoma brumale* sont typiques des dunes sèches peuplées de mousses (*Violo-Corynephoretum*, *Tortulo-Phleetum*). *Hygrocybe acutoconica*, *H. insipida*, *H. psittacina*, *H. reai* et *Mycena adonis* sont des espèces des prairies, les autres sont des espèces des bois et/ou des taillis.

Les prairies mésophiles calcaires du Westhoek sont connues comme grâce au nombre élevé d'*Hygrocybe* spp. qui y sont présents (WALLEYN 1995 : 48). Ces organismes peuvent être considérés comme des bio-indicateurs. Lorsque plusieurs espèces se rencontrent en même temps, comme cela est le cas dans la Réserve du Westhoek, cela signifie qu'on a à faire à des prairies rases précieuses d'un point-de-vue écologique. De tels milieux sont devenus très rares en Flandre, suite à l'utilisation excessive d'engrais.

On peut conclure que dans la Réserve du Westhoek, ce sont surtout les anciennes vallées humides, les prairies mésophiles, les taillis à Saules rampants et les dunes sèches à mousses qui abritent de préférence les espèces rares et/ou caractéristiques de Fungi.

1.5.2. DESCRIPTION DE LA VEGETATION

L'étude de la végétation la plus récente a été effectuée dans la Réserve du Westhoek par D'HONDT (1981), qui a établi une carte de la végétation à l'échelle 1/25000è sur base d'environ 350 échantillons végétaux, entre septembre 1978 et juin 1980. Nous nous limitons dans le cadre du présent dossier à reproduire les types de végétation déterminés par la chercheuse, en indiquant un certain nombre d'espèces qui y sont présentes, de même que leur position systématique. Pour de plus amples détails, nous renvoyons le lecteur à D'HONDT (1981).

1.5.2.1. Types de végétation des dunes sèches mobiles

1. Types de végétation à *Elymus farctus* ssp. *boreoatlanticus*, *Ammophila arenaria* et *halonitrophytes*

- Habitat : laissees de mer recouvertes dans les ouvertures éoliennes du cordon de dunes entaillé à front de plage ; sur les parties les moins érodées à l'avant du cordon de dunes, juste derrière la digue (plantations de ramilles) :
- Espèces : *Ammophila arenaria*, *Cakile maritima*, *Elymus farctus* ssp. *boreoatlanticus*, *Euphorbia paralias*, *Honckenya peploides*, *Salsola kali* ssp. *kali*, ...
- Syntax. : EUPHORBIO-AGROPYRETUM JUNCEI R. Tx. (1945) 1952 ;
EUPHORBIO-AMMOPHILETUM R.; Tx. (1945) 1952 typicum.

2. Végétations à Oyats

a) Très mobiles

- Habitat : dunes à front de plage, avant-dunes dans la zone d'influence des ouvertures éoliennes ; versant mer des noyaux paraboliques ; zones d'accumulation des dépressions ;

- Espèces : *Ammophila arenaria*, *Cerastium diffusum*, *Cynoglossum officinale*, *Festuca juncifolia*, *Senecio jacobaea* ;

b) Modérément fixées

- Habitat : versant opposé à la mer des massifs dunaires ; parties protégées des avant-dunes ;

- Espèces : *Anthriscus caucalis*, *Arenaria serpyllifolia*, *Carex arenaria*, *Corynephorus canescens*, *Crepis capillaris*, *Erodium cicutarium* ssp. *dunense*, *Eryngium maritimum*, *Euphorbia paralias*, *Festuca rubra* s.l., *Hieracium umbellatum*, *Hypochoeris radicata*, *Phleum arenarium*, *Rubus caesius*, *Sedum acre*, *Stellaria pallida*, *Tortula ruraliformis*, *Viola curtisia*, ...

- Syntax. : EUPHORBIO-AMMOPHILETUM R. Tx. (1945) 1952, subass. FESTUCETOSUM ;

c) Fortement fixées

- Habitat : parties protégées des avant-dunes et massifs dunaires situés à l'intérieur

- Espèces : *Aira praecox*, *Brachythecium albicans*, *Carex hirta*, *Carlina vulgaris*, *Ceratodon purpureus*, *Crepis capillaris*, *Erodium cicutarium* ssp. *dunense*, *Erophila verna*, *Hypnum cupressiforme*, *Hypochoeris radicata*, *Stellaria pallida*, *Tortella flavovirens*, *Tortula ruraliformis*, *Veronica arvensis*, ...

- Syntax. : TORTULO-PHLEETUM ARENARII (Massart 1908) Br.-Bl. et De Leeuw 1936 ;

3. Types de végétation à *Festuca rubra* s.l., *Carex arenaria* et petites annuelles hivernales

- Habitat : sables secs et dépourvus de végétation des parties subhorizontales et en pente faible

- Espèces : *Anthriscus caucalis*, *Cardamine hirsuta*, *Carex arenaria*, *Claytonia perfoliata*, *Euphorbia paralias*, *Festuca*

rubra s.l., *Sedum acre*, *Senecio jacobaea*, *Stellaria pallida*, ...

4. Types de végétation à *Tortula ruralis* ssp. *ruraliformis* et thérophytes

a) Cordon de dunes nord

Espèces : *Aira praecox*, *Anthriscus caucalis*, *Brachythecium albicans*, *Cerastium semidecandrum*, *Crepis capillaris*, *Erodium* ssp. *dunense*, *Erophila verna*, *Festuca rubra* s.l., *Geranium molle*, *Myosotis ramosissima*, *Phleum arenarium*, *Sedum acre*, *Stellaria pallida*, *Tortella flavovirens*, *Tortula ruraliformis*, ...

b) Cordon de dunes sud

Espèces : *Aira praecox*, *Anthriscus caucalis*, *Arenaria serpyllifolia*, *Brachythecium albicans*, *Cardamine hirsuta*, *Carex arenaria*, *Ceratodon purpureus*, *Cladonia arbuscula*, *Cl. flacea*, *Cladonia furcata*, *Cl. pyxidata*, *Claytonia perfoliata*, *Coelacaulon aculeratum*, *Corynephorus canescens*, *Ditrichum flexicaule*, *Evernia prunastri*, *Gallium verum*, *Hypnum cupressiforme*, *Myosotis ramosissima*, *Peltigera canina*, *Phleum arenarium*, *Polytrichum juniperum*, *Racomitrium conescens*, *Saxifraga tridactylites*, *Stellaria pallida*, *Tortula ruraliformis*, ...

Syntax.: TORTUL0-PHLEETUM ARENARII (Massart 1908) Br.-Bl et De Leeuw 1936 subass.
CLADONIETOSUM + subass. CORYNEPHORETOSUM ;

5. Types de végétation riches en mousse et espèces herbacées

a) Ceinture nord

Espèces : *Aira praecox*, *Brachythecium albicans*, *Cladonia furcata*, *Crepis capillaris*, *Erodium cicutarium* ssp. *dunense*, *Galium verum*, *Geranium molle*, *Koeleria albescens*, *Leontodon saxatilis*, *Luzula campestris*, *Ononis repens*, *Phleum arenarium*, *Poa pratensis*, *Peltigera canina*, *Rosa pimpinellifolia*, *Tortula ruraliformis*, ...

Syntax.: TORTUL0-PHLEETUM ARENARII (Massart 1908) Br.-Bl et De Leeuw 1936 subass.
ONODITOSUM ;

b) Cordon sud

Espèces : *Aira praecox*, *Arabis hirsuta* ssp. *hirsuta*, *Calamagrostis epigejos*, *Carex hirta*, *Cerastium diffusum*, *Cladonia furcata*, *Cl. pyxidata*, *Dicranum scoparium*, *Festuca rubra* s.l., *Funaria hygrometrica*, *Hieracium umbellatum*, *Holcus lanatus*, *Hypnum cupressiforme*, *Koeleria albescens*, *Ligustrum vulgare*, *Peltigera canina*, *Plagiomnium affine* s.s., *Polygala vulgaris*, *Polyodium vulgare*, *Salix repens*, *Saxifraga tridactylites*, *Scleropodium purum*, *Veronica chamaedrys*, *Vicia sativa* ssp. *nigra*, ...

Syntax.: GALIO-KOELERION (R.Tx. 1937) Den Held & Westhoff ;

1.5.2.2. Types de végétation des pannes récentes

1. Types de végétation à *Schoenion*

Location : panne 3, localement dans panne 2 ;

a) Bord des dépressions, à peine inondés

Espèces : *Agrostis stolonifera*, *Aneura pinguis*, *Blackstonia perfoliata*, *Bryum algovicum*, *Carex arenaria*, *C. flacca*, *C. scandinavica*, *C. trinervis*, *Centaurium minus*, *Centunculus minimus*, *Didymodon fallax*, *Eupatorium cannabinum*, *Euphrasia stricta*, *Gnaphalium luteoalbum*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Juncus articulatus*, *Lythrum salicaria*, *Mentha aquatica*, *Parnassia palustris*, *Saégina nodosa*, *Salix repens*, ...

b) Parties plus profondes et humides

Espèces : *Blackstonia perfolata, Bryum algovicum, Calliergonella cuspidata, Campylium chrysophyllum, Carex arenaria, C. flacca, C. scnadinavica, C. trinervis, Cirsium palustre, Didymodon fallax, Drepanocladus aduncus, Eleocharis palustris, Epipactis palustris, Equisetum palustre, E. variegatum, Hydrocotyle vulgaris, Juncus subnodulosus, Ophioglossum vulgatum, Parnassia palustris, Pelliaé endiviifolia, Ranunculus flammula, Riccardia multifida, Salix repens, Smolus valerandi, Schoenus nigricans, Scirpus setaceus, ...*

Syntax. : CARICETO-DREPANOCLADETUM Duvigneaud 1947 ;

2. Types de végétation pionnière

Habitat : plancher des pannes récemment libérées ;

a) Types de végétation initiales éphémères

Espèces : *Ammophila arenaria, Bryum argenteum, B. bicolor, B. calophylkum, B. gemmiferum, B. pallens, Carex arenaria, C. flacca, C. trinervis, Chenopodium rubrum, Cirsium arvense, Juncus articulatus, J. bufonius, Poa annua, Ranunculus sceleratus, Ranunculus tricophyllus, Riccia cavernosa, Sagina procumbens, Salix repens, Sedum acre, Trifolium campestre, Urtica dioica, ...*

Syntax. : SAGINO-BRYETUM ARGENTEI Diemont, Siss. et Westhoff 1940 ;

b) Stades pionniers plus évolués

Espèces : *Bryum algovicum, Calamagrostis epigejos, Centaurium erythraea, Parnassia palustris, Sagina nodosa, Salix repens, ...*

Syntax. : CENTAURIO-SAGINETUM MONILIFORMIS Diemont, Siss. et Westhoff 1940 ;

3. Types de végétation à *Centaурio-Saginetum moniliformis*

Habitat : intermédiaire entre les types de végétation des spannes nouvellement formées et plus anciennes

Espèces : *Barbula convoluta, Blackstopnia perfoliata, Brachythecium albicans, Bryum algovicum, Carex scandinavica, Centaurium erythraea, C. minus, C. pulchellum, Centunculus minimus, Ceratodon purpureus, Didymodon fallax, Gnaphalium luteoalbum, Myosotis ramosissima, Phleum arenarium, Plantago major, Polygala vulgaris, Sagina nodosa, ...*

Syntax. : CENTAURIO-SAGINETUM MONILIFORMIS Diemeont, Siss. et Westhoff 1940 ;

1.5.2.3. *La zone de transition sec-humide : prairies dunaires et buissons nains à Salix repens*

1. Les milieux de transition sec-humide récents : types de végétations à nombreux taillis de *Carex trinervis* et *Salix repens*

a) taillis bas à *Salix repens*

Habitat : pannes asséchées ; parties les plus récentes de pannes récemment dégagées ;

Espèces : *Agrostis stolonifera, Brachythecium albicans, Carex flacca, C. trinervis, Carlina vulgaris, Centaurium erythraea, C. minus, Cerastium diffusum, C. semidecandrum, Ceratodon purpureus, Epipactis helleborine, Eupatorium cannabinum, Homalothecium lutescens, Inula conyzae, Listera ovata, Lotus corniculatus, Myosotis ramosissima, Poa pratensis, Potentilla reptans, Pyrola rotundifolia, Rubus caesius, Sagina nodosa, Salix repens, Sedum acre, Tortula ruraliformis, Veronica arvensis, V. chamedrys, Viola canina, ...*

Syntax. : POLYPODIO-SALICETUM (R. Tx. 1955 n.n.) Boerboom 1960 ;

b) Types de végétations ouvertes, souvent riches en mousses avec éléments de l'hygrosérie (principalement *Carex trinervis*)

Habitat : dépressions entre les massifs les plus hauts des avant-dunes ; zones d'ensablement des pannes nord 1, 2b et 3b ;

Espèces : *Agrostis stolonifera*, *Arenaria serpyllifolia*, *Barbula convoluta*, *Blackstonia perfoliata*, *Brachythecium albicans*, *Bryum algovicum*, *B. argenteum*, *B. bicolor*, *B. capillare*, *Carex trinervis*, *Centaurium erythraea*, *C. minus*, *Cerastium diffusum*, *C. semidecandrum*, *Ceratodon purpureus*, *Erodium cicutarium* ssp. *dunense*, *Erophila verna*, *Juncus articulatus*, *Myosotis ramosissima*, *Poa annua*, *P. pratensis*, *Phleum arenarium*, *Sagina nodosa*, *Salix repens*, *Sedum acre*, *Tortula ruraliformis*, *Veronica arvensis*, ...

Syntax. : TORTULO-PHLEETUM CENTAURIETOSUM Londo 1971 ;

2. Prairies et taillis bas à *Salix repens* avec *Polygala vulgaris* et *Prunella vulgaris*

a) Variante sèche

Location : panne 2, partie NE de la panne 4 ;

Espèces : *Achillea millefolium*, *Aira praecox*, *Avenula pubescens*, *Bromus hordaceus*, *Carex flacca*, *C. trinervis*, *Cirsium acaule*, *Festuca filiformis*, *Galium verum*, *Helianthemum nummularium*, *Hieracium pilosella*, *Holcus lanatus*, *Koeleria albescens*, *Lontodon saxatilis*, *Linum catharticum*, *Luzula campestris*, *Orobanche caryophyllacea*, *Pimpinella saxifraga*, *Plantago lanceolata*, *Polygala vulgaris*, *Potentilla erecta*, *Ranunculus bulbosus*, *R. repens*, *Rosa pimpinellifolia*, *Silene nutans*, *Succisa pratensis*, *Thesium humifusum*, *Thymus puligoides*, *Veronica chamedrys*, *V. officinalis*, *Vicia lathyroides*, *Viola canina*, *Viola curtisii*, *V. hirta*, ...

Syntax. : ANTHYLLIDETO-SILENETUM NUTANTIS (De Leeuw 1938) Boerboom 1957 ;
POLYPODIO-SALICETUM (R. Tx. 1955) Boerboom 1960 ;

b) Variante humide

Location : panne 3 ;

Espèces : *Agrimonia eupatoria*, *Briza media*, *Carlina vulgaris*, *Centaurea thuillieri*, *Centaurium minus*, *Epipactis helleborine*, *Euphrasia stricta*, *Galium palustre*, *G. uliginosum*, *Gentianella amarella*, *Herminium monorchis*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Hypnum cupressiforme*, *Inula conyzae*, *Lathyrus pratensis*, *Listera ovata*, *Lotus corniculatus* ssp. *corniculatus*, *Lythrum salicaria*, *Pastinaca sativa*, *Schoenus nigricans*, *Succisa pratensis*, *Thalictrum minus* ssp. *dunense*, *Viola canina*, ...

3. Prairies dégénérées

Location : partie SE de la résserve (panne 4) ;

Espèces : *Campylopus introflexus*, *Ceratodon purpureus*, *Cirsium arvense*, *C. vulgare*, *Cynoglossum officinale*, *Galium aparine*, *Glechoma hederacea*, *Sagina procumbens*, *Tortula ruraliformis*, *Urtica dioica*, *Veronica officinalis*, ...

1.5.2.4. Formations herbacées hautes des pannes humides, le plus souvent stabilisées

Habitat : anciennes pannes stables, inondées (e.a. de "Weide")

Espèces : *Brachythecium rutabulum*, *Calamagrostis epigejos*, *Callitricha* ssp., *Carex disticha*, *C. riparia*, *Cirsium palustre*, *Clodium mariscus*, *Epilobium hirsutum*, *Funaria hygrometrica*, *Hypericum quadrangulum*, *Iris pseudacorus*, *Juncus inflexus*, *J. subnodulosus*, *Lychnis flos-cuculi*, *Lysimachia vulgaris*, *Phragmites australis*, *Pohlia nutans*, *Valeriana officinalis*, ...

Syntax. : CALAMAGROSTIDETO-JUNCETUM OBTUSIFLORI Duvigneaud 1947 ;

VALERIANO-FILIPENDULETUM Passchier 1 Westhoff 1942 ;
CARICETUM RIPARIAE Soo 1928 ;
CLADIETUM MARISCI (Allorge 1922) Zobrist 1935 ;

1.5.2.5. Taillis jeunes à moyennement jeunes

1. Taillis secs

Habitat : bras des paraboles ; ceinture intérieure des dunes; dunes à front de plage ;

a) Taillis secs à *Salix repens* et/ou *Hippophae rhamnoides* sur sols humiques , régulièrement recouverts

Espèces : *Carex arenaria*, *Carlina vulgaris*, *Epipactis helleborine*, *Erigeron acer*, *Festuca rubra* s.l., *Hieracium umbellatum*, *Hippophae rhamnoides*, *Inula conyzae*, *Ligustrum vulgare*, *Rubus caesius*, *Salix repens*, *Senecio jacobaea*, *Solanum dulcamara*, ...

Syntax.: variante *Sonchus* de la consociation *Hippophae rhamnoides* Boerboom 1960 ;

b) taillis à *Hippophae rhamnoides* secs, légèrement nitrophiles, avec sous-bois à *Tortulo-Phleetum*

Espèces : *Anthriscus caucalis*, *Asparagus officinalis* s.l., *Brachythecium albicans*, *Bryonia dioica*, *Calamagrostis epigejos*, *Ceratodon purpureus*, *Cladonia furcata*, *Crepis capillaris*, *Festuca rubra* s.l., *Galium verum*, *Hippophae rhamnoides*, *Hypnum cupressiforme*, *Ligustrum vulgare*, *Potentilla reptans*, *Sambucus nigra*, *Tortula ruraliformis*, ...

Syntax.: variante *Phleum* de la consociation *Hippophae rhamnoides* Boerboom 1960 ;

2. Taillis mésophiles à humides

Location : pannes sud et pannes nord ;

a) Taillis à *Hippophae rhamnoides* - *Ligustrum vulgare* mésophiles - humides

a.1) Taillis à dominance de *Hippophae rhamnoides*

Espèces : *Bryonia dioica*, *Clematis vitalba*, *Cornus sanguinea*, *Cynoglossum officinale*, *Evonymus europaeus*, *Fissidens adianthoides*, *Hippophae rhamnoides*, *Ligustrum vulgare*, *Lithospermum officinale*, *Lophocolea bidentata*, *Ribes rubrum*, *Ros pimpinellifolia*, *R. rubiginosa*, *Sambucus nigra*, *Scleropodium purum*, *Urtica dioica*, *Viola hirta*, ...

a.2) Taillis à dominance de *Ligustrum vulgare*

Espèces : idem qu'en a.1), mais *Ligustrum vulgare* domine.

a.3) Populations homogènes de *Ligustrum vulgare*

Espèces : *Brachythecium rutabulum*, *Cirsium vulgare*, *Claytonia perfoliata*, *Crataegus monogyna*, *Fragaria vesca*, *Galium aparine*, *Hippophae rhamnoides*, *Ligustrum vulgare*, *Myosotis ramosissima*, *Salix repens*, *Sambucus nigra*, *Veronica officinalis*, *Viola hirta*, ...

Syntax.: consociation *Ligustrum vulgare* Boerboom 1960 ;

b) Taillis mélangés mésophiles à *Sambucus nigra*

Espèces : *Crataegus monogyna*, *Hippophae rhamnoides*, *Rosa rubiginosa*, *Salix repens*, *Sambucus nigra*, ...

Syntax.: HIPPOPHAEO-LIGUSTRETUM Meltzer 1941 ;

3. Taillis inondés à *Salix repens*

Location : pannes nord + sud

Espèces : *Calamagrostis epigejos*, *Calliergonella cuspidata*, *Carex trinervis*, *Drepanocladus aduncus*, *Epipactis palustris*, *Galium palustre*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Juncus subnodulosus*, *Lythrum salicaria*, *Mentha aquatica*, *Ophioglossum vulgatum*, *Pulicaria dysenterica*, *Pyrola rotundifolia*, *Rubus caesius*, *Salix repens*, *Scleropodium purum*, *Viola hirta*, ...

Syntax.: communauté d'*Ophioglossum vulgatum* et *Calamagrostis epigejos* Westhoff & Segal 1961 ;

1.5.2.6. *Types de végétation des eaux ouvertes et des rives*

Habitat : petites mares (trous de bombes ou anciens points d'eau pour le bétail)

Espèces : *Alisma plantago-aquatica*, *Carex riparia*, *Chara sp.*, *Eleocharis palustris*, *Equisetum palustre*, *Glyceria sp.*, *Iris pseudocarum*, *Lemna minor*, *Mentha aquatica*, *Nasturtium officinale*, *Potamogeton densus*, *Samolus valerandi*, *Sparganium sp.*, *Ranunculus tricophyllum*, *Veronica angallis-aquatica* s.l., *Zannichellia palustris*, ...

Syntax. : AGROPYRO-RUMICION CRISPI Nordh. R. Tx. 1950 ;

1.5.2.7. *Types de végétation des sentiers et des abords de sentiers*

Habitat : sentiers

Espèces : *Capsella bursa-pastoris*, *Carex flacca*, *Centunculus minimus*, *Cerastium fontanum*, *Festuca arundinacea*, *Geranium molle*, *Juncus inflexus*, *Poa annua*, *Poa pratensis*, *Scirpus setaceus*, *Trifolium repens*, ...

1.5.2.8. *Plantations forestières et boisements (semi-)spontanés*

Localisation : limite des dunes intérieures ; pannes sud ; côté W de la Centraal Wandelduin ; ceinture nord près du Westhoekverkaveling

Espèces : *Alliaria petiolata*, *Alnus glutinosa*, *Anthriscus caucalis*, *Arctium minus*, *Dryopteris dilatata*, *D. filis-mas*, *Fraxinus excelsior*, *Galium aparine*, *Glechoma hederacea*, *Heracleum sphondylium*, *Ligustrum vulgare*, *Melandrium album*, *Populus balsamifera*, *P. x canadensis*, *P. canescens*, *P. tremula*, *Quercus robur*, *Scrophularia nodosa*, *Ulmus minor*, *Urtica dioica*, *Viola odorata*, ...

1.5.3. FAUNE

1.5.3.1. *Avifaune*

La liste des espèces reprises à l'annexe 2, compte 127 espèces d'oiseaux. 54 appartiennent à l'heure actuelle aux nicheurs réguliers de la réserve. Parmi les espèces les plus rares et/ou spécifiques, on peut citer e.a. la Rousserolle verderolle (*Anthusa palustris*), la Bouscarle de Cetti (*Cettia cetti*), la Rousserolle effarvatte (*Acrocephalus scirpaceus*), le Pipit des prés (*Anthusa pratensis*), le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), le Petit gravelot (*Ch. dubius*), le Bruant des roseaux (*Emberiza schoeniclus*), le Faucon hobereau (*Falco subbuteo*), le Cochevis

huppé (*Galerida cristata*), le Rossignol philomèle (*Luscinia megarhynchos*), le Loriot (*Oriolus oriolus*), la

Perdrix grise (*Perdix perdix*), le Traquet tarier (*Saxicola torquata*) et la Tadorne de Bellon (*Tadorna tadorna*). Le Guêpier (*Merops apiaster*) est un nicheur récent des dunes voisines du Perroquet. Pendant l'été et l'automne, on peut régulièrement observer l'espèce dans le Westhoek (ex. septembre 1994 : 10 exemplaires (SYMENS 1994 : 109)).

Diverses espèces ne nichent plus dans la réserve depuis les années soixante-dix, e.a. Hibou des marais (*Asio flammeus*), la Pie-grièche grise (*Lanius excubitor*) et la Huppe (*Upupa epops*). La présence antérieure d'un certain nombre d'autres espèces en tant qu'oiseaux nicheurs, telles que la Sterne naine (*Sterna albifrons*), la Sterne cauwek (*Sterna sandvicensis*) et la Pie-grièche écorcheur (*Lanius collurio*), est incertaine. Le Hibou des marais est une espèce des terrains ouverts et tranquilles, qui se fait de plus en plus rare et irrégulière en Belgique (DEVILLERS et al. 1988 : 178). Il a probablement disparu du Westhoek suite à l'augmentation des activités récréatives et à l'envahissement par les taillis (après l'apparition de la myxomatose) à partir des années soixante-soixante-dix. La Pie-grièche grise est une espèce très sensible à la banalisation de ses biotopes, qui subit un déclin sérieux en Europe (o.c. : 330). La Huppe fut longtemps connue comme espèce nicheuse dans le Westhoek (o.c. : 188). L'espèce est en déclin en Belgique suite à divers facteurs : modifications du climat, disparition de vieux arbres creux, remembrement rural, chasse dans les lieux de migration, sécheresse au Sahel, ...

Parmi les espèces qui se sont considérablement raréfiées le long de la côte orientale, on peut citer e.a. le Pipit des arbres (*Anthus trivialis*), le Traquet motteux (*Oenanthe oenanthe*), le Vanneau huppé (*Vanellus vanellus*), le Bruant jaune (*Emberiza citrinella*), le Traquet pâtre, le Petit gravelot, le Gravelot à collier interrompu et l'Alouette des champs (*Alauda arvensis*) (BILLIAU 1992 : 208). Il s'agit principalement d'espèces nichant sur le sol dans les terrains ouverts couverts d'une végétation herbacée basse. Ils ont à souffrir durement de l'augmentation de la pression récréative (o.c. : 209). Le Traquet motteux est un oiseau des dunes et des landes ouvertes, qui a subi un déclin suite à la diminution drastique des populations de lapins à cause de la myxomatose. Ce phénomène a entraîné non seulement une diminution du nombre de terriers (lieux de nidification), mais également une croissance rapide de la végétation sur les prairies rases et ouvertes (le biotope préféré du Traquet motteux) (DEVILLERS et al. 1988 : 250). Le Traquet motteux, le Pipit des arbres, le Bruant jaune, le Vanneau huppé et l'Alouette des champs n'ont plus été observés comme espèces nicheuses dans la Réserve du Westhoek depuis plusieurs années.

Quelques espèces nicheuses des taillis et des peuplements bas de feuillus ont par contre augmenté en nombre suite à l'envahissement progressif par les buissons depuis les années cinquante : e.a. Fauvette des jardins (*Sylvia borin*), Fauvette à tête noire (*S. atricapilla*), Fauvette babillarde (*S. curruca*), Rossignol, Accenteur mouchet (*Prunella modularis*), Pouillot fitis (*Phylloscopus trochilus*), Pouillot véloce (*Ph. collybita*) et Rouge-gorge (*Erythacus rubecula*) (o.c. : 210). Il s'agit cependant d'espèces plus communes, qui sont moins typiques des milieux de dunes.

Un certain nombre d'espèces qui étaient ou sont encore des oiseaux nicheurs dans les dunes du Westhoek figurent sur la Liste rouge des oiseaux menacés des Pays-Bas (HUSTINGS et al. 1994) (Tableau 9).

Tableau 9 - Oiseaux nicheurs qui ont été observés récemment ou antérieurement dans la Réserve du Westhoek et qui sont mentionnés sur la Liste rouge des Pays-Bas (HUSTINGS et al. 1994).

catégorie B (gravement menacés)

Cocheris huppé
Pie-grièche écorcheur
Pie-grièche grise

Pic vert

Bruant jaune
Traquet pâtre
Traquet motteux

catégorie C (menacés)

Perdrix
Sterne cauwek
Sterne naine
Hibou des marais

catégorie D (vulnérables)

Gravelot à collier interrompu

catégorie E (disparus ou presque disparus)

Huppe fasciée

1.5.3.2. Mammifères

Peu d'études centrées sur les mammifères ont été menées jusqu'ici dans la Réserve du Westhoek. L'étude de l'E.R.E. (1994) mentionne 9 espèces (annexe 2). Les plus rares d'entre elles sont la Musaraigne bicolore (*Crocidura leucodon*) et le Renard (*Vulpes vulpes*).

La Musaraigne bicolore a une nette préférence pour les milieux à petite échelle sur terrains secs. La disparition progressive des petits éléments du paysage (broussailles, bosquets, lisières, ...) est responsable de la raréfaction de l'espèce en Flandre. C'est pourquoi celle-ci a d'ailleurs été reprise dans la catégorie 4 (rare, espèce ne comptant que de petites populations, à court terme non-menacée) sur la "Liste rouge des mammifères de Flandre" (CRIEL 1994).

Le Renard a longtemps été absent de la Réserve du Westhoek, mais des traces ont à nouveau été aperçues récemment. Dans le reste de la Flandre occidentale, on constate également une augmentation du nombre de renards (TACK et al. 1993). Les raisons principales de ce regain de populations sont probablement la diminution de la pression de la chasse en Flandre, de même que l'application de nouvelles mesures de lutte contre la rage dans la partie francophone du pays (vaccination au lieu du gazage sélectif). Le renard peut surtout exercer une fonction régulatrice dans la Réserve du Westhoek, en contrôlant le niveau des populations de lapins qui peuvent provoquer un surpâturage. Des recherches effectuées dans une réserve de dunes de la province de Noord-Holland (Pays-Bas) ont montré que les lapins constituent 90 % de la nourriture des renards (VERSTRAAL 1992 : 198).

Le Lapin (*Oryctogalrus cuniculus*) a joué -et continue à le faire- un rôle très important sur les sols et la végétation des dunes côtières. Les lapins ont été introduits dans nos régions durant le Moyen Age (seconde moitié du 13^e siècle), au départ de la région méditerranéenne (Espagne, Sud de la France). Ils pouvaient déjà être considérés comme communs dès la fin du 14^e siècle (VAN DER FEEN 1963 : 239 : 22). Jusqu'au 18^e siècle, les lapins bénéficiaient de certaines mesures de protection au profit des chasses seigneuriales (viande, peaux). Mais dès le 19^e siècle, suite à la privatisation et à l'utilisation agricole croissante des zones de dunes, l'espèce fut considérée comme nuisible et détruite par tous les moyens. Les effectifs du lapin se mirent à remonter au début de notre siècle. Après la Seconde Guerre mondiale, on abattait en moyenne quelque 5000 lapins par an dans les dunes du Westhoek (D'HONDT 1981 : 19). Mais à partir de la première moitié des années cinquante, l'espèce fut pour ainsi dire éradiquée après le déclenchement d'une épidémie de myxomatose, une maladie virale (ex. aux Pays-Bas, la réduction des effectifs atteint 99 % à certains endroits (SLINGS 1994 :130)). La disparition de cette ultime forme importante de pâturage (après

l'arrêt du pâturage agro-pastoral) donna le feu vert à l'envahissement généralisé des dunes par les buissons (Argousiers en tête) et par la forêt dans la réserve, bien que DE RAEVE (1991 : 138) affirme que le lapin n'est en aucun cas en mesure de contenir les tendances générales en matière de développement de la végétation (ex. envahissement par les buissons, boisements) à plus ou moins long terme. Les lapins semblent également incapables de faire revenir à leur état d'origine les prairies ou les zones de mousses qui ont été colonisées par les taillis.

VAN STEERTEGEM (1982) a étudié l'influence du pâturage par les lapins dans les prairies des dunes de Groenendijk (Oostduinkerke). Il ressort de ses travaux que les prairies les plus riches en espèces n'étaient que peu ou moyennement broutées par les lapins, et que la sur- ou la sous-exploitation de ces milieux par le mammifère entraînait une diminution du nombre d'espèces. Ceci coïncide avec les découvertes de ZEEVALKING & FRESCO (1977) en ce qui concerne la végétation des dunes de Schiermonnikoog. VAN STEERTEGEM (1982) constata de plus que l'influence du pâturage sur la végétation est plus importante que celle de l'engraissement par les excréments ou des activités de creusement des animaux. Le broutage par les lapins semble par ailleurs assez sélectif, avec des variations saisonnières dans le choix de la nourriture (e.a. Saule rampant).

On ne connaît que peu de choses en ce qui concerne l'influence du lapin (et du broutage en général) sur l'évolution du sol. DE RAEVE (1991 : 18) mentionne que le surpâturage sérieux et le minage des prairies anciennes par les lapins à Groenedijk eut pour conséquence une désagrégation de la couche d'humus, qui remplaça la végétation herbacée par des types de végétation fort rudéralisés de mousses teintées ou de Rosiers pimprenelle. Les lapins sont par ailleurs responsables d'un apport de sable calcaire en surface, ce qui peut s'avérer favorable à l'implantation de mousses

pionnières. Les anciens terriers qui sont par la suite recouverts de sable font office de canaux radiculaires et facilitent ainsi l'implantation ultérieure de la végétation (AMPE 1991). Les terriers de lapins abandonnés peuvent également servir de sites de nidification pour des oiseaux cavernicoles tels que le Traquet motteux et la Tadorne de Belon.

La population de lapins semble s'être plus ou moins stabilisée au cours des dernières années.

Deux espèces non-endogènes de mammifères se trouvent à l'heure actuelle dans le Westhoek : le **Chat domestique** (*Felis catus*) et le **Tamia** (ou Ecureuil terrestre de Sibérie) (*Tamias sibiricus*). Dans le cas des chats, il s'agit souvent d'individus abandonnés par les vacanciers et qui sont retournés à la vie sauvage. Le Tamia a pénétré dans la réserve au départ du Calmeynbos, où depuis 1970 une population s'est développée à partir d'individus introduits. Cet animal se nourrit principalement des fruits de l'Erable sycomore (BILLIAU 1992 : 221).

Le **Lérot** (*Eliomys quercinus*) et l'**Ecureuil roux** (*Sciurus vulgaris*) sont deux espèces qui n'ont pas encore été observées dans la réserve elle-même, mais qui ont été mentionnées dans les environs immédiats. Le Lérot a été observé pour la première fois à la fin des années soixante-dix sur la côte orientale, probablement en provenance du Nord de la France où l'espèce est commune. La première observation a été réalisée à La Panne en 1982, suivie par deux autres à Coxyde en 1986. Le Lérot semble avoir un préférence pour les greniers et les nichoirs en tant que lieux de reproduction. L'Ecureuil a été observé en 1986 dans le Calmeynbos à La Panne (VERVAECKE, non-publ.). Suite à l'augmentation du boisement de la région côtière, l'espèce sera vraisemblablement observée plus fréquemment dans les années à venir.

1.5.3.3. Herpétofaune

La liste complète des espèces est données en annexe 2. Six espèces d'amphibiens et un reptile ont été identifiés avec certitude dans les dunes du Westhoek. La présence de la Grenouille verte (*Rana esculenta* species-complex) est douteuse. Ce sont surtout les pannes humides situées au Nord-est et au Sud-est de la réserve qui rassemblent la principale richesse en amphibiens (E.R.E. 1994). Le Triton ponctué (*Triturus v. vulgaris*), le Triton alpestre (*Triturus a. alpestris*), le Crapaud commun (*Bufo b. bufo*) et la Grenouille rousse (*Rana t. temporaria*) sont communs en Flandre occidentale et orientale (DE FONSECA 1980a).

Le **Crapaud calamite** (*Bufo calamita*) est un amphibiens rare en Flandre occidentale, qu'on ne trouve que le long de la bande côtière (DE FONSECA 1980b : 84). DE FONSECA (1980b) a

découvert 17 sites de frai le long de la côte, dont 7 étaient situés dans les environs de La Panne. Il mentionne par ailleurs que plusieurs de ces frayères étaient menacés d'assèchement suite aux captages d'eau potable dans les dunes. Le Crapaud calamite a une période de frai assez longue (mai-juin). L'espèce souffre également du morcellement des dunes (DE SAEDELEER et al. 1991 : 26). Ce crapaud montre une préférence pour les eaux oligotrophes, ensoleillées, au pH neutre, et pour les sols sablonneux (DE FONSECA 1980b : 216). La population de la Réserve du Westhoek parvient surtout à se maintenir grâce à des migrations d'individus en provenance des dunes en France (VERSCHOORE 1988 : 84). Il semble par ailleurs que les printemps humides soient déterminants pour la survie de l'espèce, car ce sont eux qui permettent aux pannes humides de conserver suffisamment d'eau pour permettre le développement des têtards. Lors de l'étude de l'E.R.E. (1994), l'espèce fut observée à onze endroits différents dans la Réserve du Westhoek.

Le **Triton alpestre** (*Triturus a. alpestris*) est une espèce commune en Flandre (occidentale et orientale) (DE FONSECA 1980b : 34). D'après DE FONSECA (l.c., 1981 : 109), la préférence manifestée par l'espèce en faveur des eaux au pH acide, expliquerait que celle-ci est pratiquement absente de la bande côtière. DE SAEDELEER et al. (1991 : 29) mentionnent l'espèce sur 5 sites différents de la côte, parmi lesquels la Réserve du Westhoek. VERSCHOORE (1993a : 76, 1993b : 82) n'a trouvé l'espèce que sur un seul site le long de la côte belge, à savoir dans les Oosthoekduinen, à Oostduinkerke. Il s'agirait par ailleurs d'une population marginale, probablement introduite, qui n'a que peu de chances de s'étendre (o.c. : 80). Durant l'étude menée par l'E.R.E. (1994), l'inventarisation des dunes du Westhoek permit de découvrir huit exemplaires, répartis sur trois sites de capture différents. Ceci nous semble une preuve suffisante de la présence de l'espèce

dans la Réserve du Westhoek. Nous ne pouvons en tout cas pas nous prononcer quant à l'origine éventuelle des animaux.

Le **Triton crêté** (*Triturus c. cristatus*) est une espèce qui, en Flandre occidentale, est surtout présente dans le Sud-ouest et la région côtière, pour autant que des sites de frai adéquats s'y trouvent (DE FONSECA 1980b : 41). DE SAEDELEER et al. (1991 : 31) considèrent l'espèce comme commune le long de la côte orientale de la Belgique. D'après VERSCHOORE (1993a : 76), la population de Triton crêté est stable dans la Réserve du Westhoek. Le Triton crêté manifeste une préférence en faveur des eaux dormantes, profondes et permanentes, de dimensions petites à moyennes (o.c. : 162). Il évite les eaux aux pH extrêmement élevé ou extrêmement faible. L'espèce semble apprécier tout particulièrement la présence de végétation submergée. La présence d'Epinoches semble exercer un rôle négatif sur la présence du Triton crêté (I.c.).

L'Orvet fragile (*Lacerta vivipara*) se rencontre surtout dans les bois, les landes, les prairies humides et les dunes de mer (DE WITTE 1948 cité dans I.c.). L'espèce s'observe le plus souvent par temps chaud et ensoleillé (DE FONSECA 1980b : 89). DE SAEDELEER et al. (1991 : 48) ont constaté que les densités les plus fortes se trouvent sur les versants intérieurs orientés au Sud des dunes à front de plage. D'après VERSCHOORE (1993a : 78), l'espèce aurait subi un déclin marqué entre La Panne et Nieuport : la diminution du nombre de sites ensoleillés suite à la progression des taillis en serait une des causes principales.

1.5.3.4. Insectes

1. Hymenoptera

La liste des Hyménoptères compte 24 espèces, mais est incomplète, vu les recherches limitées qui ont été menées en rapport avec cette catégorie d'insectes. Les espèces les plus remarquables (e.a. les guêpes fouisseuses) se rencontrent dans les dunes mobiles (e.a. sur la Centraal Wandelduin).

2. Orthoptera

La faune des sauterelles du Westhoek compte 14 espèces. Quatre d'entre elles sont gravement menacées en Flandre (DECLEER & DEVRIESE 1992 : 12), à savoir *Conocephalus discolor*, *Oedipoda caerulescens*, *Platyceis albopunctata* et *Tetrix ceperoi*. Deux espèces sont classées comme rares, à savoir *Chorthippus albomarginatus* et *Myrmeleotettix maculatus*. *Pholidoptera griseoaptera* est une nouvelle espèce pour les dunes côtières de Flandre : elle fut observée à plusieurs reprises dans la Réserve du Westhoek durant l'été 1995. Les autres espèces sont communes à largement distribuées en Flandre. La plupart des espèces choisissent, à l'état adulte, les dunes ouvertes couvertes de mousses et les végétations herbacées rases (I.c. : 33). Les

taillis denses et impénétrables, de même que les forêts, sont des sites de peu d'intérêt pour la plupart des sauterelles (I.c. : 32).

3. Coleoptera, Carabidae - Carabes

Les carabes sont un des seuls groupes d'insectes ayant fait l'objet d'un suivi suffisamment valable dans les dunes belges. Ces insectes semblent bien convenir en tant qu'indicateurs écologiques en rapport avec la gestion. Ils permettent de suivre les variations temporelles dans certains biotopes des dunes. DESENTER et al. (1991 : 245) ont comparé la faune de carabes de cinq habitats différents de la Réserve du Westhoek en 1973-74 et 1987-88. Ils arrivèrent à la conclusion que durant la période d'étude, une diminution des espèces hygrophiles (*Agonum thereyi*, *Bembidion assimile*, *Trechus obtusus*, *Dromius melanocephalus*, ...) s'était produite, tandis que

d'autres espèces moins mésophiles avaient au contraire connu une progression (*Bradyceillus harpalinus*, *Agonum obscurum*, ...). La diminution des espèces liées aux conditions humides n'était pas due à des facteurs climatologiques. L'abaissement du niveau des eaux souterraines ou encore l'augmentation du trajet de fluctuation, suite aux captages d'eau ou au drainage des polders, pourraient jouer un rôle (DESENDER et al. 1991 : 245).

La liste des espèces de carabes, en annexe 2, compte 77 espèces, ce qui représente environ 20 % de la faune belge. Un certain nombre d'entre elles semblent fortement liées à un seul biotope. *Trechus otus*, par exemple, préfère les pannes très humides avec végétation herbacée dense (DESENDER et al. 1980a : 90). Parmi les espèces rares, on peut citer e.a. *Trichocellus placidus* (une espèce des prairies humides), *Metabletus truncatellus* (taillis), *Harpalus servus* (dunes à oyats), *Calathus mollis* (dunes à oyats), *Licinus depressus* (dunes à oyats), *Panagaeus bipustulatus* (taillis et dunes à oyats), *Bradyceillus cskii*, *Harpalus serripes*, *Trechus obtusus*, ...

Les habitats secs de la Réserve du Westhoek semblent contenir plus d'espèces rares que les prairies humides (DESENDER et al. 1991 : 244).

4. Lepidoptera - Papillons

16 espèces de papillons de jour sont régulièrement observées dans les dunes du Westhoek (voir annexe 2). La plupart de celles-ci sont peu rares à assez communes en Flandre. Parmi les espèces régulièrement observées, l'Agreste est l'espèce la plus remarquable : des populations saines de cette espèce ne se trouvent plus que le long de la côte occidentale. L'Agreste est une espèce assez peu commune en Belgique, que l'on trouve principalement sur les terrains ras. Les chenilles se nourrissent de diverses plantes herbacées : Corynephore, Fétue rouge, ... La perte en variations dans l'espace est responsable du déclin de cette espèce (BONTE 1992 : 21).

Le Petit nacré (*Issoria lathonia*) et *Fabriciana niobe* sont deux espèces qui s'observaient régulièrement dans la Réserve du Westhoek dans les années soixante-dix (banque de données du Vlinderwerkgroep vzw.). Aucune donnée récente n'est connue en ce qui concerne *Fabriciana niobe* : cette espèce peut donc être considérée comme disparue. Le Petit nacré a été observé durant quelques années dans la réserve : il s'agissait probablement d'individus erratiques. En 1995 cependant, une dizaine d'exemplaires furent observés, répartis sur toute la réserve (BONTE, com. pers.) : des recherches ultérieures doivent démontrer s'il s'agit d'une population locale (la plante

principale pour l'alimentation de ces papillons, la Pensée des dunes (*Viola curtisii*) est largement représentée dans la réserve), ou s'il s'agit bel et bien d'individus erratiques.

5. Odonata - Libellules

La liste des espèces de libellules compte 10 espèces. Ces insectes sont dépendants de l'eau permanente en ce qui concerne leur reproduction, étant donné que le développement de leurs larves aquatiques peut prendre plusieurs années. La plupart du temps, les individus adultes se rencontrent également à proximité des mares ou des milieux humides.

6. Araneae - Araignées

La liste des espèces d'araignées de la Réserve du Westhoek est basée sur les captures effectuées entre mars 1973 et avril 1974 (HUBLE 1975 & 1976). Au total, 140 espèces différentes furent capturées, dans quatre biotopes différents : dunes à oyats le long du cordon intérieur de dunes, dunes à oyats le long du cordon de dunes à front de plage, une pâne humide située au sud, et litières sous taillis. Les espèces de cet dernier biotope semblent manifester le plus de caractères propres 19 espèces (14 %) n'ont été trouvées qu'en de tels endroits. Les dunes à oyats le long du cordon de dunes à front de plage comptent le moins d'espèces uniques : 6 espèces seulement (4 %) ne furent trouvées que dans ce biotope. 58 espèces (41 %) étaient présentes dans trois ou plus biotopes différents, et peuvent donc être considérées comme indifférentes.

Parmi les espèces rares, on peut citer e.a. *Xysticus ulmi* (une espèce des types de végétation herbacée humide), *Argenna subnigra* (en Flandre, uniquement dans les dunes), *Drassodes cupreus*, *Zeolotes electus* (en Flandre, uniquement dans les dunes les landes et les prairies calcaires),

Clubiona diversa (végétation herbacée humide courte), *Euryopis flavomaculata*, *Floronia bucculenta*, *Pelecopsis nemoralis* (en Flandre, uniquement dans les dunes), *Agroea cuprea* (en Flandre, limitée aux dunes, landes et prairies calcaires), *Typhochrestus digitatus* (typique des biotopes de dunes à végétation herbacée courte et des landes sèches), *Arctosa leopardus* (une espèce menacée des milieux herbacés très humides), *Alopecosa fabrilis* (très rare en Flandre, sur terrains herbacés ouverts), *Oxyptila simplex*, *Arctosa perita* (une espèce menacée), *Agroesa lusatica* (menacée à l'échelle européenne), *Cheiracanthium virescens* (une espèce rare des endroits sablonneux), *Oxyptila sanctuaria* en Flandre, uniquement dans les dunes) et *Xerolycosa miniata* (espèce exclusivement côtière).

Ce sont surtout les espèces des végétations (à oyats) ouvertes du versant intérieur du cordon de dunes à front de mer qui paraissent les plus remarquables.

Tout comme cela était le cas en ce qui concerne les carabes, MAELFAIT et al. (en prép.) ont constaté que durant la période 1973-74 et 1987-88 les espèces hygrophiles avaient subi un déclin, tandis que les espèces moins hygrophiles avaient au contraire progressé.

1.5.4. APPRECIATION DES BIOTA

Les deux tableaux d'appréciation suivants résument dans quelle mesure les différents biotopes de la Réserve du Westhoek abritent des espèces que l'on peut considérer comme précieuses (en ce qui concerne la rareté, les menaces, ...).

En ce qui concerne la flore, une distinction a été faite entre les plantes supérieures (Spermatophytes + Ptéridophytes), les Bryophytes, les Lichens et les Fungi. En ce qui concerne la faune, on a différencié l'avifaune (oiseaux), l'herpétofaune (amphibiens et reptiles), les mammifères et les invertébrés (insectes + araignées).

Tableau 10 - Tableau d'appréciation de la flore du Westhoek
0 = peu de valeur ; + = précieux ; ++ = très précieux.

	Plantes supérieures	Bryophytes/ Hépatiques	Lichens	Fungi
Dunes mobiles	+	0	0	0
Anciennes pannes humides	+	0	0	+
Prairies dunaires mésophiles	++	+	0	++
Pannes humides récentes	++	++	0	0
Dunes à mousses	+	++	++	++
Taillis à Argousiers-Sureau	0	++	++	+
Taillis mélangés	+	+	+	+
Taillis à Saules rampants	++	0	0	++
Forêts (plantées)	+	+	++	+
Eau permanente	+	0	0	0

Tableau 11 - Tableau d'appréciation de la faune du Westhoek
 0 = peu de valeur ; + = précieux ; ++ = très précieux.

	Avifaune	Herpétofaune	Mammifères	Invertébrés
Dunes front de mer	+	+	0	++
Centraal Wandelduin	0	0	0	++
Pannes humides anciennes	0	+	+	+
Pannes humides récentes	++	++	+	+
Dunes à mousses	0	+	0	++
Taillis à argousiers	+	0	+	+
Taillis mélangés	++	0	+	+
Taillis à saules rampants	0	0	0	+
Plantations forestières	+	0	+	+
Eau permanente	+	++	0	+

I.6. Développement et typologie du milieu

Différentes zones peuvent être différenciées dans la Réserve du Westhoek en fonction de la géomorphologie et de la végétation (HERRIER & LETEN 1994, fig. 51).

I.6.1. CORDON DE DUNES A FRONT DE PLAGE ET MILIEU DE DUNES CHAOTIQUE

Le cordon de dunes à front de plage et le "milieu de dunes chaotique" situé derrière constituent encore l'ultime milieu "à peu près naturel" de notre écosystème côtier. C'est dans ces conditions par ailleurs extrêmes que l'on trouve des types de végétation rase et faiblement structurées (dunes à oyats et dunes à mousses) qui possèdent l'unicité floristique la plus importante (c'est-à-dire que la plupart des espèces qu'on y trouve ne se trouvent qu'exceptionnellement en dehors du district maritime). Depuis une quinzaine d'années, les parties stabilisées de ce système sont colonisées de façon toujours accrue par les argousiers. A l'heure actuelle, le littoral devant la Réserve du Westhoek subit une phase de recul, avec érosion du cordon de dunes en front de plage. L'évolution naturelle d'un littoral de ce type, avec formation de brèches dans les dunes, de chenaux d'infiltration et d'un nouveau cordon de dunes en retrait du précédent, est bloquée depuis la moitié des années soixante-dix par la digue de béton qu'on y a construite à des fins de défense de la côte contre la mer.

I.6.2. LE SYSTEME RECENT DE DUNES MOBILES ET DE DUNES PARABOLIQUES

La dune mobile ("Centraal Wandelduin") consiste en une masse de sable relativement basse mais dépourvue de végétation, qui se déplace en direction est/sud-est ; cette dune étouffe tout ce qui se trouve sur son passage (front d'ensablement) pour ne laisser qu'une étendue de sable légèrement ondulée derrière elle, qui est le plus souvent au niveau des eaux souterraines (vallées secondaires). Là où des obstacles à ce processus libre d'ensablement sont situés du côté opposé à la mer (obstacles naturels tels que dunes à oyats ou massifs de saules rampants, ou obstacles artificiels tels que plantations d'oyats ou de peupliers, anciennes voies bétonnées), des structures de dunes paraboliques apparaissent, que l'on associe souvent par erreur aux "dunes paraboliques" classiques formées à partir de dépressions. Ces dernières se rencontrent certes de façon limitée dans les parties stabilisées de la réserve. La Centraal Wandelduin de la Réserve du Westhoek est un exemple-type d'une telle dune mobile.

Outre la Centraal Wandelduin elle-même, ce type de milieu est également représenté dans la Réserve du Westhoek par toutes les vallées secondaires assez grandes et les crêtes de dunes âgées de moins de cent ans qui n'ont jamais été pâturées (de manière significative) ni connu d'utilisation agro-pastorale. Les crêtes de dunes mobiles ou qui se sont fixées relativement récemment sont caractéristiques de ce type de milieu, de même que les vallées assez humides qui, suite à une courte phase pionnière de seulement cinq à dix ans, ont connu le développement d'un taillis à argousiers.

I.6.3. LE COMPLEXE DE DUNES PARABOLIQUES ANCIENNES

Ce milieu est le résultat de la vague d'ensablement qui commença au 14^e siècle et perdura jusqu'au 16^e siècle (et localement plus tard encore). Il est probable que les "mega-dunes paraboliques" qui donnent son caractère au milieu se soient constituées de la même façon que les dunes en forme de paraboles des milieux récentes de dunes paraboliques et mobiles, à savoir le passage d'une dune mobile de très grandes dimensions sur d'autres dunes et des polders datant du début du Moyen Age.

Au cours du 19^e siècle, ce milieu, toujours en phase de stabilisation, fut soumis -surtout depuis la Révolution française- à une pression agro-pastorale grandissante (pâturage, coupes, fauchage, exploitation de cultures, ...). Aux environs de 1900, au plus fort de la "dévastation", les pannes étaient couvertes, aux endroits les plus humides et modérément humides, respectivement de types de végétation des marais calcaires et de prairies calcaires. Sur les crêtes sèches, le développement de la végétation se limitait en général au stade des mousses ou des plantes

herbacées. Quelques parcelles fauchées mises à part, la majeure partie de ce complexe ancien de dunes paraboliques est actuellement envahi par les taillis.

Fig. 51 - Les unités de milieux de la Réserve du Westhoek (HERRIER & LETEN 1994)

Légende

Milieu de dunes paraboliques

anciennes

1. Vallées

2. Versants des dunes (+ reliques de dunes du Haut
Moyen Age)

3. Plantations forestières le long de la lisière
parcelles de cultures boisées

Milieu de dunes paraboliques
et de dunes mobiles récentes

4. Dunes mobiles

5. Vallées dunaires récentes

6. Vallées dunaires moyennement
anciennes

7. Versants des dunes

8. Dunes de front de mer et
avant-dunes chaotiques

I.7. Importance de la Réserve du Westhoek au niveau national et international

I.7.1. VALEUR DE LA RESERVE DU WESTHOEK AN NIVEAU NATIONAL

Dans le contexte belge (et flamand), la Réserve du Westhoek a une valeur exceptionnelle d'un point-de-vue biologique, historique et paysager. Cette valeur a été reconnue par le classement en site (1935) et la création de la réserve naturelle (1957). Le Westhoek est le seul ensemble de dunes de Belgique qui regroupe au sein d'un même milieu ininterrompu tous les types de végétation dunaire naturelle et à peu près tous les types de végétation dunaire semi-naturelle (NOIRFALISE 1970 : 44, D'HONDT 1981 : 88, VAN LANDUYT 1992 : 42). Il s'agit en outre du seul milieu de dunes de Belgique qui est resté presque intégralement préservé depuis la mer jusqu'en lisière des polders. Des 6000 ha (non-bâties) de dunes que comptait encore la côte belge au début du siècle, seuls 3400 ha à peine subsistent aujourd'hui. La fig. 52 donne un aperçu des ensembles de dunes désignés comme zones vertes sur les Plans de secteur (d'après VAN GOMPEL 1987a : 49).

Du point-de-vue floristique, c'est surtout la grande richesse en espèces qui est frappante : avec près de 400 espèces de plantes supérieures, la réserve regroupe près d'1/3 de toute la flore de Flandre. Le nombre d'espèces rares pour la Flandre est également remarquable : 20 % des espèces (environ 80 ssp.) sont très rares à extrêmement rares. Quelques espèces ont trouvé dans le Westhoek une de leurs toutes dernières stations de peuplement en Flandre, e.a. la Chlore perfoliée (*Blackstonia perfolata*), la Centenille (*Centunculus minimus*), le Cirse acaule (*Cirsium acaule*), la Gentiane âcre (*Gentianella amarella*), l'Orchis musc (*Herminium monorchis*), la Parnassie (*Parnassia palustris*), et la Prêle panachée (*Equisetum variegatum*). La valeur botanique exceptionnelle du Westhoek apparaît également par rapport au nombre d'espèces reprises sur la Liste rouge de la Flandre (environ ¼ du nombre total) que l'on peut trouver dans la réserve. Parmi les plantes inférieures, on peut également relever quelques espèces très remarquables, telles que (e.a.) plusieurs espèces très rares de mousses et de lichens (ex. *Fissidens adianthoides*, *Campylium stellatum*, *Uloota crispa*, *Thuidium abietinum*, *Metzgeria furcata*, *Pleurochaete squarrosa*, et *Tortula subulata*) ou encore de Fungi (tels que *Tulostoma brumale*, *Mycena adonis*, *Hygrocybe insipida*, ...). Les prairies mésophiles riches en calcaire du Westhoek ont en outre une valeur mycologique exceptionnelle grâce à la présence de diverses espèces d'*Hygrocybes* (WALLEYN 1995 : 48).

En ce qui concerne les oiseaux, nous pouvons citer parmi les espèces les plus remarquables (e.a.) la Rousserolle verderolle (*Acrocephalus palustris*), la Bouscarle de Cetti (*Cettia cetti*), le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), le Petit gravelot (*Charadrius dubius*), le Cochevis huppé, (*Galerida cristata*), le Loriot (*Oriolus oriolus*), le Rossignol (*Luscinia megarhynchos*), la Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna*), et le Traquet tarier (*Saxicola torquata*).

Du point-de-vue de l'herpétofaune, nous pouvons surtout mentionner les populations bien développées de Crapaud calamite (*Bufo calamita*) et de Triton crêté (*Triturus c. cristatus*).

Pour les invertébrés enfin, on peut citer la présence d'un certain nombre d'espèces de sauterelles, de carabes et d'araignées spécifiques aux milieux marins, et qui sont par conséquent très rares dans le reste de la Flandre. Parmi les papillons de jour, la présence fréquente de l'Agreste (*Hipparchia semele*) et les observations récentes du Petit nacré (*Issoria lathonia*) valent la peine d'être relevées.

La Réserve du Westhoek présente au niveau pédologique et géomorphologique une diversité à peu près unique en Flandre. C'est notamment l'alternance entre les sols anciens, autrefois pâturés et riche en humus, les sables mouvants et les planchers des pannes humides qui sont exceptionnels d'un point-de-vue pédologique. Sur le plan géomorphologique, la Réserve du Westhoek est importante suite à la présence de nombreuses formations micro- et macromorphologiques (voir DE CEUNYNCK 1978), dont la Centraal Wandelduin s'étendant sur plus de 100 hectares, en constitue l'exemple le plus important. L'ensemble de la Réserve du Westhoek a donc une valeur géomorphologique exceptionnelle, et doit être considéré comme un "géopatrimoine" (DE MOOR & DECLERCQ 1995).

I.7.2. IMPORTANCE DE LA RESERVE DU WESTHOEK AU NIVEAU INTERNATIONAL

La valeur des dunes du Westhoek au niveau international s'est traduite par l'inclusion du site sur la liste des Zones de protection spéciale pour le maintien de l'avifaune européenne (Directive Oiseaux). La réserve joue un rôle important surtout en ce qui concerne les oiseaux migrateurs, en tant que site de repos et de nourrissage (buissons riches en baies).

De plus, la Réserve du Westhoek a été incluse sur la liste (provisoire) des zones de protection spéciale en rapport avec le maintien des habitats naturels, de la faune et de la flore sauvages (Directive Habitats), grâce à la présence d'un certain nombre de types d'habitats importants dans le contexte européen, tels que e.a. les dunes mobiles, les "dunes grises" (prioritaires) et les vallées humides.

La Centraal Wandelduin est par ailleurs la valeur internationale majeure de la Réserve du Westhoek d'un point-de-vue géomorphologique. Dans les pays avoisinants, de tels complexes de dunes mobiles ne se trouvent qu'au Danemark et au Sud de Dunkerque (France).

I.8. La gestion dans la Réserve du Westhoek jusqu'à l'heure actuelle

I.8.1. LA GESTION A CARACTERE EDUCATIF ET RECREATIF

C'est en 1964 que l'on démarra une toute première forme de gestion, à savoir le placement d'une clôture parallèle à la frontière française, de même que l'aménagement d'un réseau de sentiers de promenade. La clôture le long de la frontière française fut placée à 50 m de la frontière, ceci "afin de pouvoir si nécessaire effectuer des travaux de fixation permettant d'éviter l'ensablement ou le désensablement de cette clôture (D'HONDT 1981 : 20). A l'heure actuelle, la clôture est en grande partie recouverte de buissons. Le Grenspad et la piste pour cavaliers la longent sur le côté ouest. Au départ, ces deux pistes étaient mêlées, mais elles furent par la suite séparées l'une de l'autre, une opération qui fut appréciée tant par les promeneurs que par les cavaliers.

Une clôture fut posée le long de la limite est de la réserve en 1972. Celle-ci est également fortement recouverte de buissons à l'heure actuelle. On a récemment commencé à poser une clôture le long de la limite sud de la réserve.

Le premier réseau de sentiers de promenade fut aménagé en 1964-65. A l'origine, ce réseau avait une forme d'étoile, et permettait de traverser aussi bien les pannes nord que les pannes sud. Ce réseau fut légèrement adapté au début des années quatre-vingts (déplacement du Helmpad) : des panneaux présentant le règlement de la réserve furent installés aux accès principaux (D'HONDT 1981 : 22). Mais c'est en 1988 qu'eurent lieu les modifications les plus importantes : afin de préserver les parcelles les plus sensibles des activités récréatives qui échappaient de plus en plus à tout contrôle, on concentra le réseau de sentiers de promenade dans le coin nord-est de la réserve. La plupart des sentiers qui traversaient les pannes nord et sud furent supprimés. A l'heure actuelle, le réseau de sentiers devrait à nouveau subir quelques modifications suite à la dynamique géomorphologique et à l'évolution du terrain (voir Chapitre IV. Obstacles). En 1988 également, on installa un pavillon d'information en bois tout près de l'entrée principale, et des promenades guidées furent initiées dans la réserve sous la conduite de guides-nature. Tant le pavillon d'information que les promenades guidées connaissent à l'heure actuelle un énorme succès.

I.8.2. LA GESTION INTERNE JUSQU'A L'HEURE ACTUELLE

Les premières véritables mesures de gestion, entamées au milieu des années soixante-dix, consistaient à faucher deux fois l'an (et par la suite annuellement) une panne humide et tourbeuse qui avait été pâturée et engrangée jusque dans les années soixante (unité de gestion "de Weide"), dans le milieu de dunes paraboliques anciennes situé au sud de la réserve.

Face aux pertes de plus en plus importantes en espèces dans les pannes humides, on décida de lancer à partir de la fin des années soixante-dix quelques petites expériences très limitées de fauchage. Un manque de consensus en ce qui concerne la gestion (il manquait encore un plan de gestion approuvé), de même qu'un manque de moyens, limitèrent cependant les interventions au

fauchage (bis)annuel d'une petite zone (parfois seulement quelques dizaines de m²) autour de quelques éléments botaniques intéressants. Progressivement, plusieurs unités de gestion furent

agrandies par le défrichement des buissons avoisinants, et des travaux furent initiés dans quelques autres types de végétation.

A l'heure actuelle, on compte onze unités de gestion : les surfaces périodiquement fauchées n'atteignent cependant que 6 ha à peine sur les 340 ha que compte la Réserve naturelle du Westhoek (HERRIER & LETEN 1994, annexe).

Fig. 52 - Situation de la Réserve du Westhoek par rapport aux dunes côtières de Flandre (d'après VAN GOMPEL 1987a)

1 = Dunes de front de mer de La Panne (45 ha) ; 2 = Dunes du Westhoek (340 ha) ; 3 = Domaine de Cabourg (90 ha) ; 4 = Calmeynbos et dunes (105 ha) ; 5 = Houtsaegrsduinen (80 ha) ; 6 = Oosthoekduinen (70 ha) ; 7 = Kerkepanne + prairies dunaïres (40 ha) ; 8 = Noordduinen (85 ha) ; 9 = dunes de front de mer de Coxyde-Groenendijk (40 ha) ; 10 = dunes Schipgat (55ha) ; 11 = Doornpanne (205 ha) ; 12 = Astridpanne (15 ha) ; 13 = dunes de Zeeberv (95 ha) ; 14 = Plaatsduinen-Mariapark (30 ha) ; 15 = Karthuisserduinen (15 ha) ; 16 = Hannecartbos (50 ha) ; 17 = dunes de Groenendijk-Monobloc (75 ha) ; 18 = dunes de Simli-III (35 ha) ; 19 = dunes de Watertoren (25 ha) ; 20 = dunes de l'Yzermonting (embouchure de l'Yzer) (50 ha) ; 21 = domaine de dunes Cosmopoliet (15 ha) ; 22 = dunes de St. Laurent (25 ha) ; 23 = Schuddebeurse (45 ha) ; 24 = dunes de Middelkerke-Raversijde (45 ha) ; 25 = Warandeduinen (40 ha) ; 26 = dunes d'Oostende-Den Haan (235 ha) ; 27 = Blutsijde (25 ha) ; 28 = dunes de De Haan-Wenduine (190 ha) ; 29 = dunes de front de mer de Wenduine-Blankenberge ; 30 = dunes de front de mer de Blankenberge-Zeebruges ; 31 = Generaal Willemspark (20 ha) ; 32 = Park 58 (10 ha) ; 33 = terrain de golf (75 ha) ; 34 = Koningbos (25 ha) ; 35 = dunes de Groenplein (15 ha) ; 36 = Zwinbosjes-Kleine vlakte (265 ha).

II. OBJECTIFS DE GESTION

II. 1. Introduction

Par définition, la gestion de la nature a pour but de préserver, recréer ou étendre les richesses naturelles actuelles, passées ou potentielles des espaces concernés (D'HONDT 1981 : 111).

Cette définition renferme cependant diverses contradictions et imprécisions. En premier lieu, on constate que dans la plupart des cas, il s'avère particulièrement difficile de reconstituer les richesses naturelles qui existaient dans le passé (cf. Chapitre I. Inventaire) : souvent, la description complète de celles qui sont présentes sur le site en question constitue à elle seule une difficulté considérable. Mais le problème majeur réside dans l'interprétation du concept de richesses naturelles potentielles.

Si ce concept est censé définir les richesses naturelles potentielles qui pourraient se développer sans influence anthropogène -une situation tout à fait impossible à l'heure actuelle, même dans les sites les plus naturels de la Région flamande, vu l'impact exercé par l'homme au cours de l'histoire sur l'ensemble des dunes, de même que sur les conditions physiques qui y prévalent- on devrait probablement s'attendre à une diminution de la diversité biologique, et donc à un appauvrissement des « richesses naturelles » sur le site considéré, dont la superficie n'est que de 340 hectares. Similairement, si l'on définit par richesses potentielles la nature qui se développerait suite à des processus naturels (c'est-à-dire l'évolution suite à des processus physiques naturels sans mesures de gestion anthropogènes), la diversité biologique à l'intérieur de la Réserve du Westhoek ne pourrait que diminuer. L'étendue limitée d'un tel site implique en effet que les processus naturels spontanés ne permettent pas la présence simultanée de tous les écosystèmes qui pourraient s'y développer ou qu'on y trouve actuellement. Le facteur temps conduit à un appauvrissement de la diversité actuelle des milieux par l'apparition d'un climax bien plus homogène. Ce stade ultime n'implique pas forcément qu'un seul biotope puisse subsister, mais que l'ensemble serait caractérisé par la domination de phanéophytes.

Des mesures de gestion appropriées permettent de retarder une telle évolution, ou de la diversifier, en interrompant le processus de succession des biotopes ou en le renversant (artificiellement). On peut définir divers types de gestion globale : la principale différence entre chacun de ceux-ci est l'importance du rôle joué par les processus spontanés. En fonction des objectifs sélectionnés, on distingue trois stratégies : gestion des modèles, gestion des processus et gestion-tampon. En complément de celles-ci, on peut également appliquer des mesures spécifiques destinées à conserver ou créer des conditions favorables à certaines espèces particulières.

II.2. Milieux-types

II.2.1. MILIEUX-TYPES POSSIBLES

Dans le « Manuel des milieux-types aux Pays-Bas » (Handboek natuurdoeltypen in Nederland), BAL et al. (1995) font la distinction entre quatre groupes principaux (milieux-types généraux) :

- Groupe principal 1 : unités à caractère à peu près naturel.
- Groupe principal 2 : unités à caractère naturel dirigé.
- Groupe principal 3 : unités semi-naturelles.
- Groupe principal 4 : unités multifonctionnelles.

Ces quatre groupes principaux correspondent aux quatre stratégies de gestion suivantes (par ordre croissant d'influence humaine, et donc par ordre décroissant du caractère naturel des écosystèmes considérés) :

- 1) Absence de gestion, afin de permettre aux processus globaux (physiques et biologiques) de créer une différentiation naturelle des milieux.
- 2) Intervention au niveau des processus globaux (physiques et biologiques), en vue d'accroître la différentiation des milieux.
- 3) Promotion de stades de succession spécifiques, au moyen d'une gestion à petite échelle appliquée aux écotopes.
- 4) Intégration des mesures de gestion aux autres fonctions et utilisations du territoire.

Ces différents groupes font l'objet d'une description plus étendue ci-dessous, en fonction des critères qui sont d'application pour les milieux de dunes (des Pays-Bas) (d'après BAL et al. 1995).

II.2.1.1. Groupe principal 1 : unités à caractère à peu près naturel : le milieu dynamique.

Cette unité correspond aux « milieux auto-régulés naturellement» décrits dans la vision des écosystèmes côtiers des Pays-Bas (JANSSENS & SALMAN 1992). Le milieu dynamique est une entité composée de la plage, de prairies et de végétation ouverte, d'étangs, de ruisseaux, de fonds de vallées humides, de taillis et de bois, et dont l'élément principal est le fonctionnement libre des processus globaux de formation et de transformation des biotopes (entre autres, formation de dunes primaires, étouffement de vallées primaires, pénétration temporaire de la mer entre les dunes et formation de chenaux, dispersion du sable, ...). D'autres éléments importants, tels que la présence d'un système hydrologique non perturbé, l'évolution spontanée à long terme des stades de végétation, ou encore le développement naturel d'une faune variée, sont également présents.

Aucune mesure de gestion interne n'est appliquée dans les milieux dynamiques : les processus naturels s'y déroulent de façon spontanée (pâturage par les lapins, les chevreuils et les cerfs). Eventuellement, on peut appliquer des mesures de gestion transitoires semi-naturelles. Les mesures de gestion externes visent principalement à écarter les influences extérieures (ex. captage d'eau) qui pourraient affecter la richesse du site concerné.

Les sites propices à l'inclusion dans ce groupe sont les grands ensembles de dunes ininterrompus (de préférence au moins 2000 hectares, et comprenant si possible divers types de milieux répartis depuis le cordon de dunes à front de plage jusqu'au cordon de dunes intérieures), surtout s'ils se sont constitués en bonne partie de façon naturelle.

II.2.1.2. Groupe principal 2 : unités à caractère naturel dirigé : le milieu dynamique dirigé.

Ce milieu correspond au « milieu naturel dirigé » décrit dans la vision des écosystèmes côtiers des Pays-Bas (JANSSENS & SALMAN 1992).

Le milieu dynamique dirigé connaît une évolution continue ; sa qualité en est pour autant que possible déterminée par les processus écologiques présents. La différence avec le groupe précédent est que l'on dirige de façon plus permanente les processus les plus importants : formation de dunes, hydrologie, développement de la végétation et/ou de la faune (grands mammifères). La gestion s'exerce uniquement au niveau du site dans son ensemble, et est destinée à sauvegarder ou étendre son importance au niveau international. Les raisons qui justifient ce type de gestion limitée peuvent être les suivantes : exigences en matière de protection contre la mer, captages d'eau (infiltrations en profondeur), envahissement par les plantes herbacées (qui nécessite un pâturage accru), etc.

Les mesures visant à réaliser des unités de ce type s'efforceront d'approcher autant que possible le milieu naturel. Il est très probable que, suite au fonctionnement limité des processus abiotiques, le milieu aura un caractère plus fermé. La formation de chenaux et de vallées primaires n'aura lieu que de façon localisée, contrairement à ce qui se passe dans le milieu dynamique.

La gestion interne peut comprendre : le maintien de la fonction de protection contre la mer par la fixation de dunes, le contrôle du régime hydrologique, le pâturage intégral ou dirigé. Le pâturage à l'aide de grands mammifères (cerf, chevreuil, boeufs, chevaux) peut impliquer, là où cela

s'avère nécessaire, la régulation des populations (par exemple par le nourrissage sélectif, l'approvisionnement en eau, l'apport de minéraux et/ou l'abattage).

La gestion externe vise à écarter les influences extérieures qui pourraient affecter la richesse du site concerné.

Les sites propices à l'inclusion dans ce groupe sont les territoires d'au moins 500 hectares au sein desquels certaines caractéristiques sont présentes, telles que l'existence (indispensable) de physiotypes humides jouissant d'une morphodynamique relativement faible (vallées humides, chenaux, terres situées en avant de la digue de protection contre la mer, étangs, ...), et qui ne subissent ni assèchement ni perturbations artificielles du relief.

II.2.1.3. Groupe principal 3 : unités semi-naturelles

Dans le cas des unités semi-naturelles, la promotion à petite échelle de stades de succession spécifiques et des espèces-cibles qui en résultent constitue l'objectif principal des mesures de gestion (cf. « milieux semi-naturels », JANSSENS & DALMAN 1992). Ceci sous-entend un type de milieu influencé par l'homme jusqu'au niveau des écotopes. Ce type de gestion se justifie surtout dans le cas où trop peu de conditions sont réunies pour permettre le déroulement de processus de différentiation globaux, ou encore lorsque de petites populations isolées d'espèces-cibles courrent le risque de disparaître. Des unités semi-naturelles peuvent en principe être réalisées à petite échelle. En vue de protéger ces sites contre les influences extérieures, il est cependant souhaitable que de telles unités semi-naturelles soient elles aussi réalisées sur des territoires contigus d'étendue suffisante. Une gestion active s'impose dans la plupart des unités semi-naturelles. Parmi les mesures adéquates, on peut citer entre autres le pâturage, le fauchage, les tontes et le curage. On peut également avoir recours à la régulation de populations animales et au contrôle du niveau des eaux.

On peut distinguer divers exemples d'unités semi-naturelles dans les milieux de dunes (BAL et al. 1995) : ruisseaux, étangs, chenaux et plages couvertes de végétation, cordons de roseaux et broussailles, prairies rases humides, prairies riches en plantes à fleurs, prairies sèches, dunes ouvertes, landes sèches, vallées oligotrophes humides à inondées, buissons, végétations de franges, communautés boisées sur sol pauvre en calcaire, communautés boisées des dunes calcaires, bois mélangés et parcs.

II.2.1.4. Groupe principal 4 ; unités multifonctionnelles

Dans le cas de telles unités, on doit parler de compromis avec les autres fonctions du site, telles que production agraire (« milieux agraires », JANSSENS & SALMAN 1992), récréation intensive ou sylviculture commerciale. Il s'agit de s'efforcer de conserver un maximum de richesses naturelles en fonction des exigences posées par les autres utilisations du site concerné.

En ce qui concerne les dunes, on distingue comme unités multifonctionnelles (BAL et al. 1995) : les cultures et les pâturages (eutrophes).

II.2.2. CHOIX D'UN MILIEU-TYPE POUR LA RESERVE DU WESTHOEK

La Réserve naturelle domaniale du Westhoek semble pouvoir convenir de préférence pour le Groupe 2 (milieu dynamique dirigé) et/ou 3 (milieu avec unités semi-naturelles).

Le Groupe 1 (milieu dynamique), qui sous-entend que le déroulement spontané des processus naturels a une importance centrale (en d'autres termes, limitation maximale des mesures de gestion), nous paraît ne pas convenir pour les raisons suivantes :

- 1) Le site ne couvre qu'une superficie restreinte (340 ha, au maximum 700 ha après incorporation des terrains contigus de l'autre côté de la frontière), et est en grande partie entouré de terrains urbanisés (habitations, voies de circulation revêtues).
- 2) La dynamique naturelle d'un point-de-vue géomorphologique est en partie perturbée :
 - la présence d'une base bétonnée au pied des dunes, devant la réserve, empêche un renouvellement naturel (avec formation éventuelle de chenaux ou de vallées) du cordon de dunes situé en bord de plage.
 - l'hydrologie perturbée (abaissement du niveau moyen de la nappe phréatique) dans près de la moitié de la réserve provoque des déplacements du sable sous l'effet du vent plus importants que dans une situation normale.
 - les parties mobiles (surtout le long de la lisière intérieure des dunes) sont fixées à l'aide de plantations (Peupliers de l'Ontario, Peupliers grisards, Ormes champêtres, ...).
 - l'enlèvement du sable à l'Ouest et à l'Est de la réserve diminue la quantité potentielle de sable mobile.
- 3) La réserve connaît une utilisation intensive à des fins récréatives, ce qui, par endroits, entraîne des perturbations des processus et des modèles naturels.
- 4) L'écosystème « naturel » est incomplet : les grands herbivores et les prédateurs sont absents, et la flore est considérablement influencée par la plantation et l'établissement d'espèces d'origine exogène, dont la plupart s'étendent de manière spontanée.

De même, le groupe 4 (unité multifonctionnelle) nous paraît devoir être éliminé, en fonction du statut de réserve naturelle du site et l'absence d'autres fonctions (telles qu'agriculture, sylviculture, ...) qui pourraient potentiellement entrer en conflit avec les buts de la conservation de la nature.

La Réserve du Westhoek peut cependant être prise en considération dans le cas d'une combinaison entre le groupe 2 (milieu dynamique dirigé) et le groupe 3 (milieu avec unités semi-naturelles).. Le milieu-type global devrait donc être un milieu dynamique dirigé, au sein duquel des efforts particuliers seront investis dans le maintien, le rétablissement ou l'extension de sept unités semi-naturelles (voir tableau 11').

Tableau 11' - Unités semi-naturelles au sein du milieu-type de la Réserve naturelle du Westhoek, dont le rétablissement ou l'extension doivent être poursuivis.

- Chenaux et "plages vertes".
- Milieux pauvres humides.
- Dunes ouvertes mobiles.
- Dunes à mousses et prairies sèches à mésophiles.
- Vallées oligotrophes humides ou inondées.
- Taillis + végétations de franges.
- Forêts.

II.3. MILIEUX-TYPES DANS LE MILIEU DYNAMIQUE DIRIGÉ A SEMI-NATUREL DE LA RESERVE DOMANIALE DU WESTHOEK

Ces unités semi-naturelles sont décrites plus en détails ci-dessous. La description est basée sur les milieux-types décrits dans la « Vision des écosystèmes pour le littoral flamand » (Ecosysteemvisie voor de Vlaamse kust) (Ministère de la Communauté flamande, en préparation). Pour chaque milieu-type, un certain nombre d'espèces-clés prioritaires (appelées espèces-cibles) ont été sélectionnées. Une espèce ne peut être considérée comme espèce-cible que pour autant qu'elle ait été observée dans le milieu-type concerné. De telles espèces peuvent être citées dans le cas de différents milieux-types, et ne doivent donc pas être considérées comme les espèces les plus typiques de chacun de ceux-ci. Les critères retenus pour déterminer les espèces-cibles sont :

- l'importance au niveau international : au niveau international, la Flandre doit avoir une importance suffisamment grande pour le maintien de l'espèce.
- la tendance : l'espèce doit manifester une tendance décroissante en Flandre (raréfaction de l'espèce).
- la rareté : l'espèce doit être considérée comme rare en Flandre à l'heure actuelle.

Les espèces qui répondent à au moins deux des trois critères énoncés ci-dessus ont été retenues comme espèces-cibles. Il faut cependant préciser que, en fonction d'un manque de données scientifiques, seul un certain nombre de groupes taxonomiques -à savoir les plantes supérieures (spermatophytes et ptéridophytes), l'herpétofaune (amphibiens et reptiles), l'avifaune et les papillons de jour- ont pu être considérés pour la classification d'espèces comme espèces-cibles. En ce qui concerne d'autres groupes, tels que les plantes inférieures (bryophytes et hépatites), les lichens et autres fungi, de même que diverses sortes d'invertébrés (carabes, arachnidés, ...), la Vision des écosystèmes de Flandre n'a repris aucune espèce comme espèce-cible. Pour autant que possible, nous citons cependant un certain nombre d'espèces appartenant à de tels groupes et qui peuvent être considérées comme espèces-clés spécifiques dans le cadre du milieu-type considéré (unité semi-naturelle). Les espèces-cibles imprimées en gras sont d'ores et déjà présentes dans le milieu-type correspondant à l'intérieur du Westhoek, les espèces soulignées y étaient autrefois présentes de façon certaine.

Les « points noirs » mentionnés sont en général des paramètres qui empêchent, retardent ou exercent une influence négative sur le développement optimal du milieu-type concerné. Dans la plupart des cas, il s'agit d'effets négatifs qui s'exercent de façon spécifique au sein du Westhoek lui-même.

Les paramètres des processus sont également cités en permanence. Il s'agit d'indicateurs dont la présence ou l'absence est significative du degré de développement optimal du milieu-type.

II.3.1. Chenaux et « plages vertes »

Les chenaux se créent suite à une pénétration de l'eau de mer. Les « plages vertes » sont des étendues situées derrière le premier cordon de dunes et qui sont inondées de façon fortuite. Ces habitats présentent certaines similitudes avec la zone intertidale, et s'y raccordent en partie. En fonction de la durée des inondations et de leur fréquence, l'apport de vase peut varier de zéro à quelques centimètres. Ces habitats sont fortement dépendants des influences dynamiques de la mer pour leur survie. Là où les conditions sont défavorables à une activité naturelle de telles influences, il faut appliquer une gestion limitée.

Dans le cas de la Réserve du Westhoek, ces habitats ne peuvent apparaître que si l'on met en œuvre d'importantes interventions de gestion de nature technique (enlèvement partiel du renforcement en béton de la base des dunes et du cordon de dunes qui s'étend à l'arrière).

« Points noirs » principaux :

- mesures de protection contre la mer menées par les autorités : fixation de cordons de dunes, revêtement en dur de la base des dunes, rehaussement du sable, ...
- récréation.
- urbanisation et campings.

Paramètres des processus :

- indicateurs de milieu salin et de l'action directe de la mer (Glaux, Suéda maritime).
- sternes nicheuses et échassiers (espèces plus ou moins craintives, dont la nidification est indicatrice de l'absence de perturbations)

Espèces-cibles :

Plantes supérieures : *Lepture raide*, *Cochléaire officinale*, *Salicorne*, *Gazon d'Olympe*, *Spartine anglaise*, *Buplèvre menu*, **Pavot cornu**, *Atropis maritime*, *Vulpin bulbeux*, *Laîche étirée*, *Céraiste à quatre étamines*, **Céleris**, *Gentiane amère*, **Ruppie maritime**, *Ruppie spiralée*, *Betterave maritime*, **Erythrée littorale**, **Chiendent littoral**, *Laîche divisée*, *Armoise maritime*, *Cakilier*, **Sagine maritime**, **Jonc maritime**, *Spergulaire maritime*, *Laîche à épis distants*.

Oiseaux nicheurs : *Sterne naine*, **Gravelot à collier interrompu**.

Migrateurs et hivernants : *Busard St Martin*, *Grand gravelot*, *Bécasseau variable*, *Bécasseau sanderling*, *Linotte à bec jaune*, *Bruant proyer*, *Bruant des neiges*, *Alouette hausse-col*, *Hibou des marais*.

II.3.2. Prairies rases humides

Ce type comprend les "prairies bleues" et d'autres près de fauche assez maigres, qui nécessitent un apport d'eau de surface ou/et souterraine de bonne qualité (càd. oligotrophe). Ces prairies se trouvent sur le cordon de dunes intérieur. Ce type peut également être important pour les oiseaux des prairies.

Dans la Réserve du Westhoek, ce milieu-type est pour l'instant assez bien représenté, mais ne se développe que de façon relictuelle (entre autres, unités de gestion "Grenspad", "Konijnpad", "De Weide").

« Points noirs » principaux :

- abaissement de la nappe souterraine (captage d'eau, assèchement des polders).
- constructions.
- agriculture moderne (entre autres, utilisation d'engrais).

Paramètres des processus :

- au moins 10 % des espèces sont phréatophytes.
- présence d'indicateurs d'appauvrissement tels que *Laîche vulgaire*, *Populage des marais*, *Lychnis fleur-de-coucou*.
- éventuellement couverture minimale de 50 % par des indicateurs de prairies pauvres en engrais (entre autres : *Agrostis stolonifère*, *Renoncule âcre*, *Renoncule rampante*, *Flouve odorante*, *Oseille sauvage*, *Plantain lancéolé*.)

Espèces-cibles :

Plantes supérieures : *Scirpe pauciflore*, *Orchis à larges feuilles*, *Laîche à trois nervures*, *Laîche naine*, *Lin purgatif*, *Polygala vulgaire*, *Orchis bouffon*, **Orchis musc**, *Ache rampante*, *Brome en grappe*, *Orchis incarnat*.

Oiseaux nicheurs : *Traquet tarier*, *Marouette ponctuée*, *Canard souchet*, *Chevalier gambette*, *Bécassine des marais*, *Sarcelle d'été*.

Fourrageurs : *Gorge-bleue*, *Busard St Martin*, *Bruant jaune*, *Busard cendré*, *Pie-grièche écorcheur*, *Chouette effraie*, **Petit Gravelot**, **Perdrix grise**, *Chouettechevêche*, *Traquet motteux*, *Hibou des marais*.

Herpétifaune : *Rainette*, **Crapaud calamite**.

Papillons de jour : *Grand nacré*.

II.3.3. Dunes ouvertes mobiles

Ce type comprend aussi bien le cordon de dunes en bord de plage, les dunes embryonnaires, les dépôts de sable secondaires plus à l'intérieur des terres, que les dunes mobiles massives. Très

bien développé à l'heure actuelle dans la Réserve du Westhoek (cordon de dunes en bordure de plage, Centraal Wandelduin).

« Points noirs » principaux :

- fixation par la plantation d'oyats.
- présence de débris qui exercent un effet négatif sur la mobilité des dunes.
- envahissement des étendues ouvertes par des rejets de plantes exotiques (Peuplier de l'Ontario, Peuplier grisard).

Paramètres des processus :

- présence d'Oyat, Elyme des sables, Agropyre à feuilles de jonc, Pourpier maritime, Saule rampant (indicateurs de sable mobile).
- oiseaux nicheurs dans le premier cordon de dunes (indication locale de quiétude).

Espèces-cibles :

Plantes supérieures : **Agropyre à feuilles de jonc, Panicaut des dunes, Carline vulgaire, Pavot cornu, Oyat, Cakilier.**

Oiseaux nicheurs : *Sterne naine, Busard cendré, Cochevis huppé, Gravelot à collier interrompu, Alouette des champs.*

Papillons de jour : **Agreste, Petit nacré.**

Les dunes mobiles sont par ailleurs importantes pour divers espèces d'insectes thermophiles (guêpes fouisseuses, carabes, ...), de même que quelques macrofungi spécifiques.

II.3.4. Dunes à mousses et prairies sèches à mésophiles

Ces deux types se caractérisent par une végétation en général très basse, qui peut être dominée soit par des mousses et des lichens, soit par des plantes herbacées avec une part plus ou moins importante de mousses et/ou de lichens. Ces prairies des dunes peuvent être très riches en espèces et avoir une grande importance au niveau international. Il est évident qu'elle sont d'une grande importance pour les papillons de jour. Les « dunes grises » (dunes fixées par une végétation herbacée) ont d'ailleurs été décrites comme type d'habitat prioritaire dans la Directive européenne sur les habitats.

Dans la Réserve du Westhoek, les deux types de végétation sont assez bien représentés mais développés de façon assez relictuelle, surtout au nord de la Centraal Wandelduin et le long de la lisière intérieure des dunes.

« Points noirs » :

- pénétration trop intensive.
- envahissement par les herbes et les broussailles suite aux dépôts d'azote atmosphériques, et
- envahissement par des espèces exotiques plantées (entre autres, Peuplier de l'Ontario).

Paramètres des processus :

- présence d'espèces brouteuses (entre autres, lapins).
- indication de la diminution des dépôts d'azote : ressort de mesures de la quantité des dépôts, de même que de l'augmentation d'espèces (qui souvent sont également typiques des milieux calcaires) sensibles à de tels dépôts.
- présence d'Hygrocybes : en plus des espèces-cibles, la composition des mycofungi est importante.
- présence d'oiseaux nicheurs (indication locale de quiétude).

Espèces-cibles :

Plantes supérieures : **Cirse acaule, Armoise absinthe, Amourette, Orobanche pourprée, Orchis bouc, Corynèphore, Euphorbe petit-cyprès, Trèfle à petites fleurs, Carline vulgaire, Rosier pimprenelle, Pensée des dunes, Cotonnière naine, Chardon roulant, Vulpie queue d'écureuil, Cotonnière jaunâtre,**

Lin purgatif, Botryche lunaire, Trèfle strié, Hélianthème jaune, Polygala vulgaire, Gesse de Nissolle, Centaurie scabieuse, Gymnadénie moucheron, Orchis bouffon, Colchique d'automne, Orchis pyramidal, Teesdalie, Calament à petites fleurs, Bec-de-cigogne glutineux, Fausse-gesse, Oeillet prolifère, Asperge, Chénopode des murs, Trèfle semeur, Scléranthe vivace, Acéras, Arabette

hérisée, Faux bouillon-blanc, Potentille printanière, Laîche printanière, Orpin blanc, Vulnéraire, Fléole des sables.

Oiseaux nicheurs : *Oedicnème criard, Engoulevent d'Europe, Traquet pâtre, Traquet motteux, Alouette des champs.*

Autres oiseaux : *Busard St Martin, Alouette lulu, Pipit des arbres, Bruant jaune, Busard cendré, Pic vert, Huppe fasciée, Traquet tarier, Perdrix grise.*

Herpétofaune : *Crapaud calamite.*

Papillons de jour : *Agreste, Petit nacré.*

Ce type de végétation est également important pour les mousses et les lichens terrestres (entre autres *Pleurochaete squarrosa, Thuidium abietinum, Ditrichum flexicaule, Rhynchosstegium megapolitanum, Rhytidadelphus triquetrus, Hylocomium splendens, Diploschistes scruposus, Peltigera canina, Cladonia div. spp.*), des macrofungi (famille des Geaster, *Tulostoma brumale, Leptoglossum muscigenum, ...*), et quelques carabes rares (*Calathus ambiguus, C. cinctus, Harpalus serripes, H. smaragdinus, ...*).

II.3.5. Vallées oligotrophes humides à inondées

Ce type peut se rencontrer aussi bien dans les vallées primaires que secondaires (voir Chapitre I.3.3.). A ce type appartiennent les vallées inondées et humides qui possèdent un sol minéral à tourbeux, mais qui n'ont pas encore subi de succession vers le stade des taillis. La végétation se caractérise par la présence de plantes pionnières (joncs, laîches, herbes) ou des formes naines de buissons (Saule rampant). Ces communautés renferment en général de très nombreuses espèces (elles sont entre autres riches en orchidées).

Dans la Réserve du Westhoek, la dynamique géomorphologique de la Centraal Wandelduin assure de manière continue la formation des milieux humides récents que sont les fonds des dépressions (« pannen »). Les stades plus anciens se trouvent principalement dans la partie ouest de la réserve, qui n'est pas (encore) affectée par les captages d'eau : ils y sont bien développés, mais se trouvent cependant dans la plupart des cas à l'état relictuel.

« Points noirs » principaux :

- perturbation du niveau de la nappe aquifère (entre autres suite aux captages d'eau)
- dépôts atmosphériques d'azote (avec pour conséquence la progression des broussailles sauvages).
- étouffement des mouvements naturels du sable.
- évolution vers stades successifs de taillis et de forêt.

Paramètres des processus :

- indicateurs d'infiltration et indicateurs locaux de conditions humides à inondées, mésotrophes (ex. Jonc à tépales obtus, Choin noirâtre, Sagine noueuse) ; abaissement de la nappe phréatique par endroits de 2 mm/an.
- indication de la diminution des dépôts atmosphériques d'azote, (mesures des dépôts).
- sol par endroits saturé d'eau durant l'hiver, partiellement saturé en été.

Espèces-cibles :

Plantes supérieures *Scirpe pauciflore, Prêle panaché, Cicendie filiforme, Laîche à trois nervures, Jonc à feuilles tranchantes, Centenille, Lin à feuilles étroites, Laîche naine, Lin purgatif, Liparis de Loesel, Gymnadénie moucheron, Orchis bouffon, Orchis musc, Choin noirâtre, Scutellaire naine, Germandrée des marais, Pédiculaire des marais, Epipactis des marais, Littorelle, Ache inondée, Parnassie, Pyrole à feuilles rondes, Spagine noueuse, Gentiane amère, Flûteau fausse-renoncule,*

Erythrée littorale, Mouron délicat, Orchis incarnat, Jonc maritime, Sagine maritime, Oenanthe de Lachenal, Laîche à épis distants.

Oiseaux nicheurs : *Busard cendré, Petit gravelot, Traquet tarier, Marouette ponctuée, Phragmite des joncs, Canard souchet, Chevalier gambette, Sterne pierregarin, Râle d'eau, Bécassine des marais, Sarcelle d'été.*

Autres oiseaux : *Busard St Martin*, *Bruant jaune*, *Pie-grièche écorcheur*, *Hirondelle de rivage*, *Hibou des marais*.

Herpétofaune: *Rainette arboricole*, ***Crapaud calamite***.

Papillons de jour : *Grand nacré*, ***Agreste***, ***Petit nacré***.

En plus des espèces citées ci-dessus, ce type abrite également un certain nombre de bryophites et d'hépatites précieuses d'un point-de-vue botanique (entre autres ***Bryum callophyllum***, ***B. warneum***, ***Campylium stellatum***, ***Fissidens adianthoides***, *Preissia quadrata*).

II.3.6. Taillis + végétations de franges

Ce type comprend les taillis et les végétations de franges répartis sur toute la dune, mais surtout sur la partie du milieu, la face intérieure et la lisière des dunes. La plupart des buissons ont évolué à partir de la phase initiale de la succession, notamment les buissons d'Argousiers. Les buissons des dunes humides, qui poussent dans les vallées dunaires humides ou aux endroits peu drainés, constituent un élément intéressant de cet ensemble.

Dans la Réserve du Westhoek, tant les buissons que les végétations de franges sont pour le moment très bien développés. Les zones de buissons rassemblent aussi bien des stades jeunes (Argousier), moyennement âgés (Argousier-Sureau, Argousier-Troène) qu'âgés (buissons mélangés et en voie de déprérissement). Le caractère pionnier permet de s'attendre à ce que dans l'avenir un nombre toujours croissant de taillis s'ouvriront progressivement pour évoluer vers des steppes à Calamagrostis ou des forêts de feuillus mélangées.

« Points noirs » principaux :

- perturbation du niveau de la nappe phréatique (entre autres suite aux captages d'eau).
- dépôts atmosphériques d'azote (conséquence : envahissement par les broussailles sauvages).
- succession vers le stade de steppe à Calamagrostis.
- succession vers le stade de forêt.

Paramètres des processus :

- couverture pas trop importante d'indicateurs de dépôts atmosphériques d'azote : (ces espèces peuvent également se rencontrer dans les milieux naturellement perturbés dans les dunes).
- pour les taillis humides : sol localement très humide, substrat humide à inondé suite à l'apport d'eau mésotrophe à eutrophe basique ou d'eau de pluie stagnante.
- sol localement saturé d'eau durant l'hiver, partiellement saturé en été.

Espèces-cibles :

Plantes supérieures : *Jusquiamo noire*, *Clinopode*, ***Cerfeuil***, ***Orchis pyramidal***, *Chénopode des murs*, *Arabette hérissée*, ***Orchis militaire***, ***Sucepin***, *Rosier tomenteux*.

Oiseaux nicheurs : *Alouette lulu*, *Pipit des arbres*, *Torcol fourmilier*, *Bruant jaune*, *Pie-grièche écorcheur*, *Huppe fasciée*, *Sizerin flammé*, ***Perdrix grise***, *Traquet tarier*, ***Traquet pâtre***.

Herpétofaune : *Rainette arboricole*, ***Triton crêté***, ***Crapaud calamite***.

Les buissons anciens, en voie de déprérissement (en particulier les Sureaux) sont par ailleurs particulièrement intéressants pour les lichens, les briophytes et les hépatites épyphytes (entre autres ***Orthotrichum lyellii***, *O. pulchellum*, ***Cryphaea heteromalla***, ***Tortula subulata***, ***Radula complanata***, ***Frullania dilatata***, *Leptodon smithii*, *Tortula laevipila*, *Ulotrichum phyllantha*, *Zygodon viridissimus*, *Parmelia pelata*, ***Physcia aipolia***, *Cliostomum griffithii*, *Macentina stigonemoides*, etc) et pour les fungi lignicoles.

II.3.7. Forêts

Ce type comprend les communautés forestières des dunes riches à modérément riches en calcaire, sèches à humides, oligotrophes à modérément eutrophes, des forêts à la composition aussi naturelle que possible (mais pas toujours spontanée). Il s'agit principalement de fossés humides à Aulnes, Bouleaux ou Saules, et, vers la lisière intérieure des dunes, localement des bois d'Aulnes et

Chênes. Sur les terrains mésophiles et plus secs, on peut trouver des formations de dunes-bois de bouleaux, dunes-bois de Chênes, et forêts à Bouleaux et Chênes pédonculés.

Dans la Réserve du Westhoek, la quasi-totalité des zones forestières ont à l'origine été plantées par l'homme. On peut cependant faire la différence entre la forêt qui se régénère spontanément (Peuplier du Canada, Aulne noir) et celle qui ne se régénère pas spontanément (Erable sycomore, Peuplier grisard, Peuplier de l'Ontario). De plus, on constate un accroissement des processus de boisement spontané au cours desquels des espèces telles que le Frêne commun, l'Erable sycomore, le Chêne pédonculé, et localement le Bouleau verruqueux et le Saule cendré jouent un rôle important.. A long terme, et sans intervention par des mesures de gestion telles que coupes, introduction du pâturage intensif, on peut s'attendre à ce que les formations forestières finissent par couvrir une partie très importante de la réserve.

« Points noirs » principaux :

- perturbation du niveau de la nappe phréatique suite aux captages d'eau et au drainage des polders.
- précipitations acides.
- boisements avec des essences exogènes (entre autres peuplier de l'Ontario, peuplier du Canada).
- espèces envahissantes (entre autres Cerisier tardif)
- adventifs provenant de la culture de plantes ornementales

Paramètres des processus :

- indicateurs d'enrichissement non souhaités suite aux dépôts acides : Agrostis commun, Petite oseille, Corydale à vrilles.
- indication locale d'un manque ou d'une diminution des captages d'eau souterraine : sol par endroits saturé d'eau en hiver, partiellement saturé en été.

Espèces-cibles :

Plantes supérieures : *Ophioglosse des Açores*, *Dryoptéris écailleux*, *Fougère des marais*, *Laitue des murailles*, *Langue de cerf*, *Néottie*, *Jonquille*.

Oiseaux nicheurs : *Alouette lulu*, *Pipit des arbres*, *Torcol fourmilier*, *Bruant jaune*, *Pie-grièche écorcheur*, *Huppe fasciée*, *Sizerin flammé*, *Chouette chevêche*, *Lriot*.

Herpétofaune : *Rainette arboricole*, *Triton crêté*.

Les boisements anciens sont en outre intéressants pour les lichens épiphytes (entre autres *Parmelia perlata*, *Bacidia rubella*, *Opegrapha cinerea*, *O. atra*, *O. niveoatra*, *Usnea subfloridana*, *U. filipendula*), de fungi lignicoles (**Ramaria flaccida**, *Cortinarius bibulus*, ...) et un grand nombre d'insectes vivant dans le bois (capricornes, etc.).

II.4. Modèles-cibles abiotiques

Ce paragraphe définit les facteurs abiotiques (caractéristiques géomorphologiques, pédologiques, hydrologiques et climatologiques) dont le maintien et/ou le rétablissement à l'intérieur de la Réserve du Westhoek revêtent une importance prioritaire, que ce soit pour la conservation du facteur lui-même, ou bien en tant que condition indispensable pour la conservation ou le développement des milieux-types formulés plus haut.

II.4.1. OBJECTIFS CLIMATOLOGIQUES

Tant au niveau macro- que méso- et microclimatologique, la côte belge se distingue à beaucoup de points de vue de l'intérieur du pays, et de manière significative. La partie occidentale de la côte belge, dont fait partie le Westhoek, présente les caractéristiques typiques les plus extrêmes du littoral, à savoir (entre autres) les valeurs les plus élevées en rapport avec le déficit en eau souterraine et l'index d'aridité, de même que les valeurs les plus basses en ce qui concerne l'évapotranspiration (DE RAEVE 1991; 50). La diversité biotique, de même qu'une partie de la

diversité abiotique, dépendent en grande partie de la présence d'une large gamme de micro- et mésoclimats, et cette gamme est à son tour dépendante de la présence d'un échantillonnage de milieux extrêmes de dimensions variables. Ce sont entre autres le relief, l'exposition aux rayons du soleil, la composition du sol et les conditions hydrologiques qui déterminent les différences microclimatologiques (souvent importantes) entre les pentes exposées au Nord et au Sud, les pannes humides, les dunes de front de mer, les plantations forestières, etc. Et ce sont précisément ces différences extrêmes qui expliquent la présence d'éléments de faune (ex. parmi les sauterelles, les carabes et les araignées) et de flore (ex. espèces thermophyles méditerranéennes qui côtoient des espèces boréales, orientées vers les régions circumpolaires) caractéristiques du Westhoek. Un développement homogène vers des milieux de taillis ou de forêt, et l'adoucissement progressif du microclimat qui en résulterait, agirait -au niveau de la Belgique- de façon nivellante (DE RAEVE 1991; 53), et provoquerait la disparition des espèces typiques et qui se sont adaptées aux conditions climatologiques extrêmes qui prévalent dans les dunes.

Le maintien de ces espèces fortement dépendantes des conditions microclimatologiques, et qui sont souvent limitées aux dunes côtières, nécessite des mesures destinées à prévenir un nivelingement total du méso- et du microclimat (sous l'effet de l'accroissement des taillis, du boisement, de l'assèchement, etc) dans le Westhoek.

II.4.2. OBJECTIFS GEOMORPHOLOGIQUES

La Réserve du Westhoek, en tant que complexe intégralement conservé depuis le cordon de dunes en front de plage jusqu'au cordon de dunes intérieures, représente au niveau de la Belgique, un patrimoine particulièrement riche en formations micro- et macromorphologiques : (entre autres) macro- et mésoparaboles, stries sableuses, barcanes, dunes mobiles libres, cordons de dunes, dépressions creusées par le vent, ... (DEPUYDT 1964, DE CEUNYNCK 1978, DE RAEVE 1991). Ces caractéristiques permettent à la réserve de revendiquer le statut de « géopatrimoine » (DE MOOR & DECLERCQ 1995). Le grand complexe de dunes mobiles qui s'étend sur plus de 100 hectares et qui est connu sous le nom de « Centraal Wandelduin » représente la principale richesse géomorphologique de la réserve au niveau national et international. La conservation de cette dune mobile mégaparabolaire (DE RAEVE 1991), qui, à son point le plus actif, témoigne une avancée de 5 à 10 m/an au détriment des taillis situés au pied de son versant sud, constitue une priorité absolue, du fait de sa valeur géomorphologique et paysagère. Par ailleurs, le cordon de dunes intérieures situé plus au sud à la limite de la zone de transition entre les dunes et les polders, et qui constitue un vestige stable d'un complexe de dunes datant de la fin du Moyen Age, revêt lui aussi une grande importance d'un point-de-vue géomorphologique et historique.

La côte située devant la Réserve du Westhoek présente à l'heure actuelle les caractéristiques d'une côte en phase de grignotage, avec érosion du cordon de dunes à front de mer. L'évolution naturelle d'un littoral de ce type, suite à la pénétration des eaux et à la formation de chenaux, entraîne la formation d'un nouveau cordon de dunes plus à l'intérieur des terres. Dans le Westhoek, une telle évolution se trouve cependant bloquée par la construction d'un renforcement artificiel de la base des dunes (fin des années cinquante). Du point-de-vue géomorphologique, mais également faunistique et floristique, le rétablissement d'une transition entre la plage et les dunes offre des perspectives très intéressantes. Ceci est surtout vrai en ce qui concerne les chenaux (percées dans le cordon de dunes à front de mer, qui permettent aux eaux de la mer de s'engouffrer à intervalles plus ou moins réguliers) : ce phénomène est en effet devenu rare le long des côtes de l'Europe du Nord-ouest, suite aux aménagements dans le cadre de la défense du littoral. A cet effet, il est souhaitable que la dynamique côtière d'un point-de-vue géomorphologique, de même que la transition naturelle entre plage et dunes,

puissent être rétablies devant la Réserve du Westhoek par l'enlèvement total ou partiel du renforcement en béton de la base des dunes.

II.4.3. OBJECTIFS HYDROLOGIQUES

Le maintien du régime naturel des eaux constitue un des facteurs abiotiques de différentiation les plus importants pour la flore des dunes de Flandre, et du Westhoek en particulier (DE RAEVE et al. 1983,1991). Vu la faible épaisseur de la couche biologiquement active du sol (zone des racines)

qui caractérise souvent le milieu, et notamment les jeunes pannes, un abaissement relativement faible du niveau des eaux souterraines ou une augmentation des fluctuations de la nappe aquifère, entraîne rapidement un appauvrissement de la flore (DE RAEVE 1991). La situation hydrologique exerce également une influence directe sur la dynamique géomorphologique : le niveau de la nappe souterraine détermine en effet la profondeur de la couche de sable pouvant être emportée par le vent, et ainsi la localisation du futur « plancher » des pannes. La gestion de types de végétation fragiles de l'hygrosérie est immanquablement liée à la situation hydrologique dans la réserve. C'est pourquoi il faut s'efforcer de garantir le maintien et/ou le rétablissement d'un système hydrologique aussi naturel que possible dans le Westhoek. De même, le maintien de la qualité naturelle des eaux souterraines (pauvres en nutriments, riches en calcaire) doit faire partie des objectifs. Si le taux de nutriments augmente (ex. suite à l'infiltration d'eau eutrophe provenant par exemple d'une rivière), les espèces rares, typiques du milieu pauvre des dunes, seront rapidement évincées par d'autres espèces des milieux eutrophes, hautement compétitives, souvent plus communes, et qui sont nettement moins caractéristiques du milieu des dunes (DE RAEVE 1991, CUPERUS & MEESTERS 1992).

II.4.4. OBJECTIFS PEDOLOGIQUES

La très grande variabilité du sol dans la réserve du Westhoek est en partie due à l'influence de processus naturels (action éolienne, fixation par la végétation, fluctuations du niveau de la nappe phréatique, ...), et en partie à l'influence de facteurs anthropogènes (mise en cultures, pâturage, fertilisation). Les importantes variations dans la composition des sols, qui sont en elles-mêmes très intéressantes d'un point-de-vue pédologique, doivent être maintenues. Les sols fragiles des systèmes anciens et jadis pâturés (pannes au NO et au S de la Centraal Wandelduin) et des pannes récentes doivent être préservés au maximum. Les sols fortement influencés par des facteurs anthropogènes et perturbés (anciennes cultures, voies bétonnées datant de la Seconde Guerre mondiale) peuvent être *considérés comme étant de faible valeur*.

II.5. Objectifs en rapport avec les processus

Sous ce paragraphe, nous décrivons divers processus naturels qui représentent des richesses (potentielles) importantes dans la Réserve du Westhoek du point-de-vue biotique et abiotique.

II.5.1. FORMATION NATURELLE DU LITTORAL

La côte située devant la Réserve du Westhoek offre à l'heure actuelle l'aspect d'une côte en phase de grignotage, caractérisée par une érosion du cordon de dunes en front de mer. Ceci a pour conséquence que tant ce cordon de dunes que la végétation des laisses de marées ne s'y trouvent pour ainsi dire plus. L'évolution naturelle d'une côte de ce type, avec pénétration des eaux et formation de chenaux, entraîne la création d'un nouveau cordon de dunes situé plus à l'intérieur des terres que l'actuel. Au Westhoek, ce processus a été bloqué depuis la construction, à la fin des années cinquante, d'une digue en béton destinée à renforcer la base des dunes. L'élimination -totale ou partielle- de ce rempart de béton, afin de permettre l'engouffrement des eaux et la création de chenaux, serait intéressante tant d'un point-de-vue écologique que géomorphologique. Suite aux aménagements destinés à renforcer la protection du littoral, la formation de chenaux est en effet devenue un phénomène rare le long des côtes de l'Europe du Nord-ouest. Ecologiquement parlant,

les chenaux constituent des milieux particulièrement précieux : dans le chenal se dépose en effet une fine couche de sédiments sur laquelle peuvent se développer des types de végétation halotolérante (comme par exemple le Glaux_(Glaux maritima), le Gazon d'Olympe (Armeria maritima), ou la Salicorne (Salicornia spp.), ...), qui sont caractéristiques des milieux de contact entre la vase et le sel. Dans la partie supérieure de tels chenaux, des espèces d'oiseaux devenues rares, telles que le Gravelot à collier interrompu, le Grand Gravelot, la Sterne naine et la Sterne caugek, peuvent à nouveau nicher. De tels milieux manquent actuellement dans la Réserve du Westhoek : leur création entraînerait un accroissement de la biodiversité locale (tant au niveau géomorphologique que floristique et faunistique). Le rétablissement du processus naturel d'évolution du littoral ne doit cependant pas s'effectuer au détriment d'autres milieux, tels que les précieuses vallées autrefois

pâturées que l'on trouve au NO de la Centraal Wandelduin (unité de gestion "Romeins Kamp"). De même, les impératifs liés à la protection du littoral et à la récréation (accessibilité de la plage) posent des contraintes à une telle mesure de rétablissement de ce processus naturel.

II.5.2. DYNAMIQUE GEOMORPHOLOGIQUE (LIBRE MOBILITE DU SABLE)

La mobilité du sable constitue une des propriétés les plus essentielles et les plus caractéristiques d'un milieu de dunes (DE RAEVE 1991; 84). La majeure partie de la régénération et de la formation de nouveaux composants du milieu passent obligatoirement par la mobilité jusqu'à la nappe souterraine. La Réserve du Westhoek est connue pour être un milieu particulièrement dynamique : en 1980 encore, plus d'un tiers de sa superficie était occupée par du sable mouvant libre de végétation. La réserve est par ailleurs soumise à une fréquentation humaine très intense (récréation). En dépit de toutes ces contraintes, cette étendue de sable mouvant est en train de se réduire à un rythme élevé ; certaines zones particulières, dont les dunes paraboliques actives, subissent un étouffement spontané (DE RAEVE 1989; 135). Le niveau (relativement) intense de mobilité du sable dans la Réserve du Westhoek ne doit pas être considéré uniquement comme un phénomène intéressant en soi (en tant que complexe de processus purement naturels) : il compte en effet parmi les principaux instruments de régénération (subspontanée) et de développement de la nature. En effet, la dynamique de la Centraal Wandelduin assure dans la Réserve du Westhoek un renouvellement continu du milieu, un cas unique en Flandre. (A long terme) la perpétuation de l'existence de creux d'érosion humides, avec les éléments de faune et de flore (très) rares qui y sont liés (entre autres *Bryum warneum*, *Bryum callophyllum*, Centenille (*Centuculus linimus*), Erythrée littorale (*Centaurium minus*), Sagine noueuse (*Sagina nodosa*), Crapaud calamite (*Bufo calamita*), Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), ...) est liée de façon intrinsèque au maintien de la dynamique géomorphologique globale dans toute la réserve du Westhoek. Enfin, un certain nombre d'insectes rares (guêpes fouisseuses (*sphecodes*), carabes) et de types de végétation (dunes à oyats, saules rampants, taillis à saules rampants et flûteau) sont directement dépendants des processus de mouvements du sable. La gestion devra donc veiller à préserver tant les mouvements à grande échelle (Centraal Wandelduin) qu'à échelle plus localisée (dunes à front de mer, crêtes des dunes) dans la réserve, et ceci pour autant que possible.

II.5.3. DEVELOPPEMENT (SUB)SPONTANE DE LA VEGETATION (FORMATION DE TAILLIS ET DE FORET)

L'abandon à partir de la Première Guerre mondiale des influences agro-pastorales telles que le pâturage, les feux, les coupes, ... -des activités qui avaient des effets importants sur l'écosystème des dunes- ont coïncidé avec l'augmentation progressive des parcelles couvertes de taillis et de forêt. L'extension du taillis avait au départ une étendue assez restreinte et/ou locale. Le paysage ouvert, mobile et herbagé évolua vers une mosaïque composée de dunes à mousses, de prairies et de taillis. Cette évolution fut perçue comme un enrichissement dans les années soixante et soixante-dix. Mais dès la seconde moitié des années soixante-dix, l'Argousier et d'autres espèces de buissons (Sureau, Troène commun) et d'arbustes commencèrent à envahir complètement un certain nombre de dunes : la Réserve du Westhoek offre à l'heure actuelle un exemple d'un milieu fortement envahi par les buissons (HERRIER & LETEN 1994; 5). L'Argousier, le Sureau noir et le Troène commun ne sont en fait pas des espèces à la durée de vie très étendue. Au terme d'une quarantaine d'années, les

buissons (pionniers) commencent eux aussi à dépéris : une telle phase de dégradation est en cours à l'heure actuelle sur une grande partie de la Réserve du Westhoek. Le stade de succession suivant demeure encore en bonne partie inconnu. Aux Pays-Bas, où les activités agro-pastorales dans les dunes prirent fin environ un demi-siècle plus tôt qu'en Belgique, le dépérissement des buissons pionniers semble dans la plupart des cas ne pas déboucher sur l'apparition d'une forêt naturelle (comme on pourrait s'y attendre en fonction des modèles de succession classiques), mais bien sur une dégradation amenant à une variante rudérale pauvre en espèces de la dune à mousses ou à une sorte de « savane boisée », principalement composée de *Calamagrostis* (*Calamagrostis epigejos*), de Chênes pédonculés (*Quercus robur*) assez disséminés, et/ou d'Aubépines à un style (*Crataegus monogyna*). En fonction de la plus grande teneur en calcaire, des mouvements du sable localement très importants, des différences d'échelles et de l'influence bien plus généralisée de l'homme dans les

dunes flamandes, on peut cependant s'attendre à une tendance très forte vers l'apparition de forêt (HERRIER & LETEN 1994 : 6).

Dans la Réserve du Westhoek, la formation naturelle spontanée de forêt semble pour l'instant se limiter principalement aux anciennes pannes autrefois pâturées et pour l'instant couvertes de buissons, situées au Sud de la Centraal Wandelduin. Il semble que le degré et la nature (diversité en espèces) de ces formations dépendent principalement de la distance par rapport à la lisière intérieure des dunes (source de diaspores) (LETEN 1989; 28) : plus près des habitations, des espèces telles l'Erable sycomore (*Acer pseudoplatanus*) et le Frêne commun (*Fraxinus excelsior*) apparaissent de façon plus évidente. A côté de ceux-ci, on assiste à la formation -encore limitée à l'heure actuelle, mais qui ira probablement en augmentant dans l'avenir- de boisements pionniers composés de Saules blancs (*Salix alba*), Peupliers trembles (*Populus tremula*) et de Bouleaux verruqueux (*Betula pendula*). Tout près de la lisière des dunes intérieures, il faut noter une extension végétative d'espèces à l'origine plantées telles que le Peuplier de l'Ontario (*Populus candicans*), le Peuplier grisard (*Populus canescens*) et le Peuplier tremble (*Populus tremula*).

Le processus naturel de formation spontanée de taillis et de forêt offre des perspectives intéressantes dans la Réserve du Westhoek. D'ores et déjà, on constate une augmentation d'éléments intéressants de faune et de flore (Violette hérissée (*Viola hirta*), Sceau de Salomon odorant (*Polygonatum odoratum*), de briophytes et d'hépatites épiphytes, de lichens, de fungi, d'oiseaux forestiers tels que le Loriot (*Oriolus oriolus*), le Pic-vert (*Picus viridis*), Une transformation totale de la végétation vers un stade forestier dans la réserve n'est cependant pas à désirer, pour des raisons écologiques, géomorphologiques et historiques. A l'échelle régionale (flamande), un tel processus n'aboutirait qu'à un niveling du micro- et du mésoclimat, et par conséquence également de la diversité en faune et en flore. Une formation localisée et contrôlée de forêt s'avère en fait bien plus intéressante, et peut aboutir à terme à un enrichissement de la diversité biologique dans la Réserve du Westhoek. A cet effet, les zones qui s'avèrent les plus propices sont celles où la formation spontanée de forêt ne se fait pas au détriment d'autres types précieux de végétation ou d'éléments de faune. Nous pensons par exemple surtout à la panne asséchée située au SE de la Centraal Wandelduin, à quelques petites cultures abandonnées, et au versant des dunes intérieures orienté vers les polders.

II.6. Objectifs historico-culturels et archéologiques

La présence des « Anciennes dunes de La Panne » (Oude Duinen van De Panne) sous les formations récentes actuelles, et qui renferment des traces de peuplement datant de l'Age du Fer et de l'époque romaine, revêt une importance historico-culturelle et archéologique considérable. Partout ailleurs le long de la côte flamande, à l'exception de Bredene, Wenduine et Zeebruges, l'ancienne surface habitée a disparu dans la mer depuis la fin de l'époque romaine suite à l'érosion.

Les traces des sites archéologiques datant du début de notre siècle (fouilles effectuées par le Baron DE LOE et le biologiste LOPPENS) que l'on retrouve dans le Westhoek, et surtout près des unités de gestion « Herminiumpanne » et « Romeins Kamp », ont une importante valeur historico-culturelle, et méritent donc à ce titre d'être préservées.

Les zones d'habitation anciennes récemment mises à jour suite à la dispersion du sable (le long de l'Oostergrens pad) doivent également, même d'un point-de-vue conservation de la nature, être protégées contre les dérangements (creusements) perpétrés par des vacanciers (qui souvent ne se doutent de rien) et par les archéologues amateurs. Toute recherche archéologique ultérieure doit être

effectuée dans le cadre d'un projet de recherche scientifique, et résulter d'un accord avec la commission consultative de la Réserve du Westhoek.

Le fait que l'ensemble des dunes du Westhoek aient été utilisées de manière assez intensive par l'homme au début de notre siècle a en soi une valeur historico-culturelle assez importante (cf. photo de MASSART). Les anciennes parcelles cultivées - jadis entourées de remparts et qui furent par la suite plantée de feuillus- que l'on retrouve ici et là dans la Réserve du Westhoek ont une valeur historique, et doivent donc être conservées à ce titre. Leur intérêt biologique demeure par contre assez limité.

II.7. Objectifs de nature récréative et éducative

La Réserve du Westhoek, de par ses caractéristiques paysagères, écologiques, géomorphologiques et historiques exceptionnelles, a une valeur sociale et éducative importante. Cependant, il faut tenir compte du fait que l'aménagement récréatif et éducatif de la réserve ne doit pas aller à l'encontre de la fonction de conservation de la nature, qui demeure prioritaire dans les réserves de l'Etat. Les objectifs récréatifs et éducatifs de la réserve doivent donc également inclure des mesures visant à faire comprendre aux visiteurs quelles sont les valeurs naturelles et autres du site. Après s'être penchée sur les richesses purement biologiques du site, l'éducation doit être surtout dirigée vers l'explication de la relation existant entre les activités de gestion et les objectifs fixés. Les objectifs récréatifs doivent s'orienter vers la jouissance passive de la nature, en expliquant aux visiteurs de façon très claire quelles sont les règles qui régissent la réserve, quelles en sont les principales richesses naturelles, quelles possibilités existent de profiter du site naturel, mais également pourquoi certaines mesures de gestion ou de protection s'avèrent indispensables pour assurer le maintien de ces valeurs naturelles ou autres.

II.8. Objectifs scientifiques

La Réserve du Westhoek, qui constitue un des ensembles de dunes les mieux préservés de notre côte, a une signification scientifique primordiale ; c'est ce qui explique qu'elle ait déjà fait l'objet de nombreuses études et recherches (cf. Chapitre I. Inventaire). La mise en exécution prochaine du plan de gestion offre la chance unique de pouvoir mener des recherches scientifiques combinées, dans (entre autres) les domaines suivants :

- pédologie :

- effets du pâturage et des engrais sur le sol.
- étude du profil des humus.
- étude de l'acidification superficielle.

- hydrologie :

- évolution du niveau de l'eau.
- évolution de la qualité de l'eau.
- effets de l'arrêt des captages d'eau.

- géomorphologie :

- évolution de la Centraal Wandelduin.
- évolution de l'érosion littorale et des dunes de front de mer.

- écologie :

- effet du pâturage sur la faune et la flore.
- effet de l'arrêt des captages d'eau sur la faune et la flore.
- évolution des creux d'érosion récentes.
- évolution du déclin des taillis et de l'évolution du milieu boisé.

Lorsqu'on fait le bilan des lacunes dans nos connaissances sur l'écosystème côtier de Flandre, il apparaît entre autres qu'il est jusqu'à présent - et dans la plupart des cas- toujours impossible d'établir une relation intégrée entre la situation géomorphologique, (éco)hydrologique ou pédologique des communautés vivantes. En d'autres termes, le biotope peut souvent être décrit, mais pas l'écotope. De plus, les connaissances manquent bien souvent en ce qui concerne la relation entre la composition et la structure de la végétation et la faune. Grâce à sa superficie relativement grande qui protège un ensemble de dunes d'un seul tenant, de même qu'à la grande diversité des écotopes, la Réserve naturelle du Westhoek se prête mieux que tout autre site de la côte belge à combler les lacunes actuelles de nos connaissances en ce qui concerne l'écosystème côtier flamand. Cette connaissance doit forcément être complétée par des informations provenant d'autres ensembles de dunes.

Du point-de-vue biologico-écologique, un besoin très pressant d'une typologie de la végétation des dunes se fait sentir. De plus, les relations entre la faune des invertébrés et la composition et la structure de la végétation doivent être étudiées plus en profondeur. Pour ce faire, il

faut se pencher sur des questions concernant la dynamique des populations (ex. le rôle d'autres systèmes situés à proximité dans l'apport de diasporas d'organismes rares dans les dunes belges). Par ailleurs, l'impact des niveaux trophiques supérieurs (ex. invertébrés et vertébrés herbivores, entre autres lapins, mais également grands mammifères à introduire) mérite également des investigations complémentaires.

Enfin, une étude multidisciplinaire et intégrée de la végétation, du sol, de l'hydrologie et de la géomorphologie s'impose. L'étude des facteurs abiotiques devrait servir à cette fin en fonction de la problématique écologique (quels sont les facteurs abiotiques déterminants en ce qui concerne la présence et/ou le développement de biota ou de communautés vivantes bien spécifiques ?).

Il est clair que l'application de nouvelles mesures de gestion plus poussées que l'on est en train de développer en ce qui concerne les milieux de dunes de Belgique, rend nécessaire un monitoring intensif des effets de celles-ci.

III. TYPES DE GESTION

III.1. Introduction

Le Chapitre II a défini les objectifs globaux (milieux-types) de la gestion de la nature. Il y est question d'une série de types de gestion à influence anthropogène croissante : pour commencer, on recherche un écosystème régi autant que possible par des processus naturels, pour se diriger ensuite vers une évolution spontanée à la diversité structurelle maximale, et enfin aboutir à un système dans lequel on s'efforce d'obtenir une diversité biologique aussi étendue que possible. A chacun de ces milieux-types peuvent être rattachés divers types de gestion globale.

Gestion des modèles : implique que l'on souhaite développer ou conserver, au départ d'un milieu semi-naturel, un milieu composé d'unités multifonctionnelles possédant une grande variété de types différents (prés de fauche, prairies, taillis, ...). Dans ce cas, la gestion fait en général appel à des pratiques culturelles anciennes telles que l'arasage, la fauche, le pâturage extensif, ... Ce mode de gestion exige un travail intensif et est assez coûteux, surtout lorsqu'il s'agit de gérer des territoires assez étendus. De plus, certaines pratiques modernes de gestion parviennent à peine à remplacer les pratiques agro-pastorales anciennes (ex. exploitation des joncs, fauchage des roseaux, ...).

Dans le cas de la **gestion des processus**, au contraire, on donne la priorité au fonctionnement libre (c'est-à-dire sans interférences) de l'écosystème. Ce mode de gestion est à considérer pour les milieux-types « milieu dynamique et dynamique dirigé ». Le principe directeur de ce type de gestion est qu'à partir du moment où tous les processus qui ont lieu dans un écosystème donné peuvent se dérouler complètement, les espèces et les types de végétation pourront y prendre leur place d'eux-mêmes. La gestion des processus est surtout intéressante dans le cas de grands espaces relativement intacts, qui disposent encore de la superficie nécessaire pour permettre le déroulement continu de tous les processus. Pour cela, il faut cependant que d'une part certaines espèces-clés y soient encore présentes (grands herbivores, prédateurs, ...) et que d'autre part l'influence humaine (ex. captages souterrains, pollution de l'air, chasse) soit minimale. Il est évident que la plupart des milieux semi-naturels, qui se sont développés précisément sous l'influence de facteurs anthropogènes intenses (ex. landes, taillis, champs), ne peuvent être maintenus uniquement en appliquant des mesures de gestion des processus. Dans de tels cas, une combinaison entre la gestion des modèles et la gestion des processus sera nécessaire. Afin de préparer une gestion libre des processus, on peut éventuellement avoir recours pendant un certain temps à une gestion d'introduction ou de départ, afin de remédier à des influences négatives passagères (ex. élimination d'espèces exotiques, élimination de constructions qui empêchent les dunes de se déplacer).

Par **gestion-tampon** on entend que l'on essaie d'écartier les influences (humaines) extérieures négatives ou de les maintenir dans une proportion supportable. Nous pensons par exemple à l'installation de vannes afin d'empêcher l'eau polluée de pénétrer, la réparation de courants d'infiltration, l'installation de clôtures, etc.

La **gestion des espèces et de la végétation** a pour but de conserver ou favoriser des espèces animales ou végétales, ou des types de végétation importants bien précis. La gestion centrée sur les espèces consistera principalement à maintenir ou restaurer les conditions écologiques optimales favorables à ces espèces. Ceci a souvent comme conséquence positive que toute une série d'autres espèces profitent également de telles mesures. La gestion centrée sur les espèces demande souvent beaucoup de main d'oeuvre (ex. entretien de la lande afin de conserver d'intéressantes plantes pionnières) ; par ailleurs, on ne connaît pas suffisamment la réaction de diverses espèces fragiles aux facteurs extérieurs (acidification, assèchement, ...), ce qui peut entraîner que, en dépit des mesures adoptées, ces espèces continuent à péricliter. Ce mode de

gestion peut parfois être appliquée de manière provisoire afin de maintenir certaines populations relictuelles, pour être ensuite modifiée ou abandonnée en faveur d'autres méthodes qui demandent moins d'efforts, dès que ces populations se sont rétablies.

Pour compléter ou préparer une éventuelle gestion des processus, des **mesures de gestion centrées sur les effets** peuvent également être prises, afin de compenser des influences extérieures négatives qu'on ne peut pas encore exclure. Nous citerons à titre d'exemple le pâturage dans les dunes, là où suite à l'assèchement et aux dépôts atmosphériques, un envahissement par les herbes - spontané mais non-naturel- se produit. Lorsque l'influence extérieure diminue, de telles mesures peuvent également être abandonnées, ne serait-ce que temporairement.

III.2. Gestion par le pâturage.

Dans le cadre des modes de gestion globale énoncés ci-dessus, il est souvent fait mention de gestion par le pâturage : nous définissons ci-dessous les différentes méthodes de gestion par le pâturage.

Sur base des principes de gestion définis pour un site naturel déterminé, on peut différencier de manière globale quatre modèles distincts (d'après VAN VESSEM & STIEPERARE 1989) : dans chacun de ceux-ci, le pâturage joue un rôle plus ou moins dominant. Ces modèles sont : le modèle mécanique, le modèle « berger avec troupeau » -ou modèle-mouton-, le modèle communal - ou modèle New Forest-, et le modèle de développement intégral de la nature. Ces différents modèles sont discutés ci-dessous :

III.2.1. LE MODELE MECANIQUE

Il s'agit du modèle le plus conservateur. La gestion est effectuée à l'aide de techniques « classiques » : fauchage, arasage, brûlis, pâturage, éventuellement à l'aide de machines spécialement conçues à cet effet. Lorsqu'il s'agit de pâturage, les animaux sont amenés dans la réserve au départ de l'extérieur, et ils reçoivent une nourriture d'appoint. Les limites nettes entre les différentes unités de gestion (lande, pré de fauche, champ, bois, etc) sont maintenues. Dans ce cas, l'accent est donc visiblement mis sur la gestion des modèles : maintien d'un paysage comportant une alternance de types de milieux dont la superficie est plus ou moins déterminée.

III.2.2. LE MODELE « BERGER AVEC TROUPEAU » OU MODELE-MOUTON

Ce modèle ne diffère que graduellement par rapport au premier. De grandes parties sont encore gérées mécaniquement, éventuellement avec de longs intervalles. Une grande partie du site est pâturée par des animaux qui sont dirigés par un berger : il s'agit donc dans la plupart des cas de moutons. Eventuellement, le berger peut utiliser des clôtures mobiles. Bien que les animaux disposent d'une certaine liberté de mouvement, c'est donc l'homme qui détermine les endroits où ils peuvent pâturer. Les animaux reçoivent une nourriture d'appoint sous la forme de grains ou de foin provenant d'autres parties de la réserve. Les zones de prairies qui comportent différents enclos clôturés dans lesquels les animaux sont déplacés régulièrement peuvent être considérées comme appartenant à ce modèle. L'accent est donc mis également sur la gestion des modèles, bien qu'une transition vers la gestion des processus ait bien lieu.

III.2.3. LE MODELE COMMUNAL OU MODELE « NEW FOREST »

Le site est pâturé dans son ensemble par de grands troupeaux d'herbivores domestiques (boeufs, chevaux, poneys). En réglant la densité du pâturage, on peut contrôler l'étendue des boisements . Tant le pâturage saisonnier que le pâturage permanent sont possibles. Le nombre d'animaux doit être adapté au niveau de production du terrain. On renonce autant que possible au nourrissage d'appoint. Les parcelles qui d'après le plan de gestion doivent rester ouvertes font l'objet de mesures de gestion supplémentaires telles que le fauchage ou les coupes. Ce modèle permet

l'apparition de végétations semi-naturelles en relation avec le comportement « naturel » des herbivores domestiques. Si le nombre d'animaux est peu élevé, de grandes superficies pourront évoluer vers le stade forestier ; une occupation maximale par les herbivores entraînera au contraire l'apparition d'une végétation herbacée dominante. Ce modèle met l'accent sur le déroulement naturel de l'écosystème (gestion des processus), bien que celui-ci subisse malgré tout une forte intervention de l'homme (choix des herbivores, choix du nombre d'animaux, etc).

III.2.4. LE MODELE DE DEVELOPPEMENT INTEGRAL DE LA NATURE

L'ensemble du site évolue vers, et est géré -éventuellement après une phase de transition initiale- comme un paysage (boisé) plus ou moins naturel, dans lequel les grands herbivores jouent un rôle important. En principe, de grands prédateurs devraient également être présents. Pour autant que possible, on travaille avec des herbivores sauvages ou semi-sauvages : boeufs de diverses espèces, chevaux Koniks, cerfs, élands, ... L'influence humaine est limitée pour autant que possible à la régulation des facteurs extérieurs et à la détermination du nombre d'animaux (sauvages et domestiques). Alors que les premiers modèles sont déjà réalisables sur des sites de superficie réduite, ce dernier modèle n'est applicable que sur des terrains couvrant au moins quelques milliers d'hectares. Ici également, l'accent est mis sur la gestion des processus, avec un minimum d'interférence humaine.

III.2.5. CLASSIFICATION DES GRANDS HERBIVORES PAR TYPES DE NOURRITURE

Sur base de la sélection de la nourriture, on peut établir une distinction entre trois types d'herbivores (d'après VAN VESSEM & STIEPERAERE 1989) : les « brouteurs » (qui broutent au sol), les « fourrageurs » (qui se nourrissent de feuilles et de branches d'arbustes et de buissons), et les « variables » (qui consomment les deux types de nourriture) (voir fig. 53).

III.2.5.1. Les « brouteurs »

Les brouteurs mangent principalement de l'herbe : à cette catégorie appartiennent les boeufs, les chevaux et les moutons.

Boeufs

Les boeufs sont des ruminants. On les considère comme les brouteurs les plus spécialisés, qui ne consomment que de l'herbe tout au long de l'année (cf. fig. 53). Ils sont adaptés à une digestion lente et efficace d'une nourriture riche en fibres brutes, à haute teneur en parois cellulaires. Leur système digestif comprend une grande panse munie d'une surface absorbante relativement réduite, qui retarde la vitesse de passage des particules nutritives. La nourriture est ainsi retenue durant de longues heures dans la panse, pour donner le temps au bactéries de digérer la majeure partie des cellules grâce à une fermentation prolongée.

Les boeufs vivent par nature en troupeau : leur tempérament grégaire et leur poids élevé peuvent occasionner un piétinement important de la végétation par endroits. Si leur densité est moins élevée, on peut assister à l'apparition d'une structure en mosaïque, dont les limites entre zones à végétation haute et végétation basse sont cependant moins nettement définies que dans le cas des chevaux ou des moutons (cf. fig. 54).

On utilise régulièrement des races productrices de lait ou de viande pour les besoins de gestion de la nature : souvent, des agriculteurs locaux sont associés, qui laissent paître leur bétail dans la réserve en question. On utilise souvent des animaux jeunes de races commerciales courantes telles que les Frisonnes, les Roodbont, Blaarkop, Jerseys, les Boeufs limousins ou Charollais. L'utilisation de ces races « domestiques » entraîne cependant un certain nombre de problèmes : les

animaux ont entre autres besoin de l'aide de l'homme pour mettre bas, et doivent recevoir une nourriture d'appoint durant l'hiver. Les vaches laitières sont également sensibles aux infections des mamelles. C'est pourquoi on utilise de plus en plus souvent des races plus « primitives », qui

résistent mieux aux conditions hivernales : les boeufs écossais (Highlands), les Galloways, les boeufs de Camargue, les taureaux de combat espagnols, les boeufs de steppe hongrois, les boeufs anglais (Chillingham), etc. Toutes ces variétés ne demandent qu'un suivi minimal de la part de l'homme, et peuvent rester durant toute l'année sur le terrain.

Chevaux

Contrairement aux ruminants, les chevaux ne possèdent qu'un seul estomac, ce qui explique que la nourriture traverse bien plus rapidement (jusqu'à deux fois plus vite que chez les boeufs) l'estomac et les intestins. Le cheval sélectionne les herbes courtes, et peut consommer des herbes à très faible valeur nutritive et peu digestibles. La forme de sa dentition lui permet de brouter les herbes plus au ras du sol que le boeuf. Contrairement à ces derniers, les chevaux peuvent également, dans certaines conditions particulières, se nourrir aux buissons et aux arbres : c'est ainsi qu'ils peuvent « peler » les branches et les rameaux (cf. fig. 53). Nombre de races de chevaux manifestent un comportement social typique qui est celui des « latrines » : il s'agit d'endroits fixes où les animaux viennent déféquer. Ce comportement enrichit localement le sol, créant une végétation en mosaïque aux contours bien plus nettement définis que dans le cas des boeufs. Lorsqu'ils vivent en liberté, les chevaux adoptent généralement une organisation sociale caractérisée par le harem : un étalon adulte accompagné de 4 à 5 femelles au maximum, de poulains et des jeunes animaux. Les jeunes étalons vivent à part, formant des groupes de célibataires.

Les races rustiques sont préférées lorsqu'il s'agit d'aider à la gestion de réserves naturelles : (par exemple) les Koniks (originaires de Pologne, une race très résistante au froid et aux conditions météorologiques extrêmes), les Poneys d'Exmoor (la plus ancienne race de cheval d'Europe), les Poneys New Forest (de petits chevaux solides et résistants), les Poneys d'Islande, les petits Poneys de Shetland, ...

Il semble que les poneys soient bien plus flexibles que les boeufs en ce qui concerne le choix de la nourriture, et qu'ils manifestent une plus grande variabilité saisonnière dans leur utilisation des différents types de végétation.

Moutons

Les moutons sont également des brouteurs, mais se différencient des boeufs par le fait qu'ils peuvent également consommer quantités d'autres plantes que de l'herbe, et qu'ils parviennent même à passer l'hiver en se nourrissant aux arbustes et aux buissons (cf. fig. 53). Le groupe familial constitue l'unité de base de l'organisation sociale ; plusieurs groupes familiaux peuvent cependant s'associer pour former un seul grand troupeau.

On utilise de préférence des races résistantes à l'hiver en ce qui concerne la gestion de réserves naturelles. Il s'agit par exemple de races adaptées aux landes, telles que le Mouton de Drenthe, de Veluwe ou de Campine, le Schoonebeker ou le Gotland : tous sont des animaux résistants et endurants, qui ne mettent bas qu'une seule fois sur l'année, et qui peuvent consommer beaucoup de nourriture provenant des arbustes et des buissons durant l'hiver.

III.2.5.2. Fourrageurs

Les « fourrageurs » sont également appelés « browsers » ou « concentrate selectors ». La structure de leur système digestif fait qu'ils évitent les aliments à haute teneur en parois cellulaires : ils préfèrent en effet les plantes herbacées, les boutons, les feuilles et les fruits, de même que l'herbe. Durant l'hiver, ils se nourrissent principalement des buissons et arbustes (rameaux, écorce). Parmi les « browsers », on peut citer le chevreuil et l'élan. Les chevreuils vivent généralement en couples, mais plusieurs couples peuvent s'associer en période hivernale. Ils affectionnent les jeunes bois denses, où durant une bonne partie de l'année ils se nourrissent de pousses, de feuilles et de rameaux provenant

des jeunes arbres. Dans une moindre mesure, ils consomment également de l'herbe, des fruits, des champignons, etc. (cf. fig. 53). En cas de pâturage intense, les chevreuils peuvent entrer en concurrence avec les moutons, ce qui est moins souvent le cas avec les boeufs.

III.2.5.3. Variables

Les « variables » - ou « intermediate feeders »- manifestent un comportement alimentaire flexible, en adaptant leur alimentation à la nourriture disponible au cours des différentes saisons. Au printemps et en été, ils peuvent ainsi consommer beaucoup de jeunes pousses d'arbres, tandis qu'ils changeront de régime en hiver pour consommer de la nourriture provenant des arbustes et des buissons. De ce fait, ils ne nécessitent aucune nourriture d'appoint. Parmi les exemples d'animaux de ce type, on peut citer la chèvre, le bison, le cerf noble, le daim, le cerf sika et le renne.

Les chèvres vivent en petits groupes familiaux. Leurs mâchoires mobiles leur permettent de sélectionner avec précaution leur nourriture : c'est ainsi que l'on peut utiliser des chèvres pour empêcher le boisement. Le pâturage à l'aide de quelques boeufs et chevaux ne peut pas éviter l'envahissement (entre autres) par le Bouleau verruqueux, cette dernière espèce n'étant que peu consommée. Les chèvres sont également utilisés en combinaison avec les moutons pour la gestion de landes.

III.2.6. PERIODES DE PATURAGE

On peut différencier le pâturage saisonnier du pâturage permanent : ce dernier a lieu tout au long de l'année, tandis que le pâturage saisonnier est limité à l'une ou l'autre période (surtout en été).

Le pâturage saisonnier est entre autres utilisé dans le cas de bétail jeune mis à disposition par des agriculteurs, ou lorsque les animaux utilisés sont sensibles aux conditions hivernales. Dans le cas du pâturage permanent, on travaille généralement toujours avec le même troupeau, ce qui offre l'avantage de permettre aux animaux de développer des comportements de nourrissage spécifiques aux sites concernés, ce qui a un effet positif sur la structure de la végétation (TEN HAAF & BAKKER 1992). Le pâturage permanent permet également de mieux lutter contre l'envahissement par des espèces à haut pouvoir concurrentiel (ex. Calamagrostis) ou contre le boisement naturel (TEN HAAF & BAKKER 1992).

III.2.7. DENSITE DU PATURAGE

Les données suivantes ont été rassemblées en vue d'illustrer la densité du pâturage dans des milieux de dunes :

- Au Zwanenwater (Callantsoog, province de Noord-Holland, Pays-Bas), on applique un pâturage saisonnier effectué par des boeufs de la race Blonde d'Aquitaine, combiné avec un pâturage permanent à l'aide de poneys résistants à l'hiver. L'occupation par le bétail a diminué, de 2,2 ha/unité de bétail en 1981 à environ 8 ha/unité de bétail en 1991, compensé par environ 1 poney/20 ha.
- Dans la région des Zepeduinen (Kop van Schouwen, province de Zélande, Pays-Bas), on applique le pâturage permanent à l'aide de Poneys de Shetland. A l'heure actuelle, une cinquantaine de juments et une trentaine de poulains pâturent une étendue totale d'environ 350 ha. On peut donc estimer la densité à 6-7 ha/poney.
- Dans les dunes de Meijendel (Wassenaar, province de Zuid-Holland, Pays-Bas), on a débuté le pâturage permanent à l'aide de chevaux norvégiens (Fjords) ; l'année suivante, des Boeufs Galloway ont également été introduits. On tente d'arriver à une densité maximale d'environ 10 ha/unité de bétail.
- Dans les dunes d'Oostvoorne (province de Zuid-Holland, Pays-Bas), très envahies par les buissons, une superficie d'environ 133 ha. est pâturée depuis 1989 par un maximum de 10 Poneys islandais et 20 Boeufs limousins ; la densité peut être donc estimée à maximum 4,5 ha/unité de bétail.

Quelques données supplémentaires concernant la densité du pâturage sur quelques terrains naturels de la province de Noord-Holland (Pays-Bas) (d'après MENKVELD 1991) :

- Slufterdijk (prairies) : environ 5 vaches/25 ha.
- Grafelijkheidsduinen (dunes) : 3 Boeufs de Dexter + 3 boeufs écossais (Highlanders)/130 ha.
- Midden-Herenduinen (dunes) : 12 Poneys de Shetland + 8 veaux d'un an/150 ha.

- Middenduin (dunes) : 6 vaches/20 ha.

De ces différentes données, il ressort que la densité moyenne du pâturage varie entre 5 et 10 hectares par unité de bétail (chevaux, poneys, vaches).

Pour déterminer le nombre de têtes de bétail à utiliser, on peut se baser sur la capacité maximale d'un site en considérant la production de matière sèche comme facteur déterminant. La capacité maximale d'un site naturel peut par exemple être déterminée en utilisant le calcul suivant, mis au point par le « Groupe de travail Gestion de la nature » de l'université de Wageningen (Pays-Bas) (d'après ENSING 1991) :

Occupation par le bétail (animaux/ha) = (Production de matière sèche) x (Facteur de prélèvement) / (Nombre de jours de pâturage) x (Consommation par animal)

- Production de matière sèche ; production annuelle de végétation. Dans le cas de prairies, celle-ci varie entre 2000 et 12000 kg/ha/année, suivant le type de végétation, le sol et les conditions atmosphériques.
- Facteur de prélèvement : il s'agit de la fraction de la production pouvant effectivement être prélevée par les animaux. Le solde est perdu par suite du piétinement, du compostage etc. Ce facteur atteint 0,3 dans le cas de pâturage permanent et 0,5 dans le cas de pâturage saisonnier.
- Nombre de jours de pâturage : cette valeur équivaut à 365 dans le cas de pâturage permanent.
- Consommation par animal : il s'agit de la quantité de matière sèche pouvant être consommée en un jour par un animal. On estime cette quantité à 0,02 x le poids vivant de l'animal. Dans le cas des vaches (poids environ 500 kg), la consommation atteint environ 10 kg/jour; pour les poneys (poids environ 200 kg), environ 6 kg/jour.

III.2.8. MALADIES DES HERBIVORES

Tant les chevaux que les vaches peuvent être affectés par un nombre assez élevée de maladies, surtout lorsqu'ils sont mis en pâture dans un milieu humide de dunes. Parmi celles-ci, nous retiendrons (d'après BECKERS 1992, TEN HAAF et BAKKER 1992) :

- Déficiences (carences en minéraux) : on enregistre régulièrement des carences en minéraux dans le cas de chevaux mis en pâture dans des sites naturels. Il s'agit souvent de carences en oligo-éléments tels que le cuivre, le manganèse et/ou le cobalt, mais des carences en phosphore et en calcium peuvent également apparaître. Les déficiences qui en résultent sont rarement visibles à l'oeil nu. Le manque de cuivre provoque une modification de la couleur du pelage aux alentours des yeux et de l'avant-main. Le manque de manganèse provoque le raidissement des jambes arrière. Le traitement de telles affections peut être effectué à l'aide de blocs de sel ou de médicaments.
- Vers intestinaux : présents tant chez les vaches que chez les chevaux. Les larves infectieuses sont en général ingérées en même temps que l'herbe. Elles se développent sous forme de vers de la taille d'un poil d'environ 1 cm de longueur, qui vivent et donc se nourrissent dans l'estomac, l'intestin grêle et le gros intestin. Les femelles pondent des œufs, qui sont évacués par les excréments. Les animaux affectés se caractérisent par une coloration roussâtre du poil, un gonflement du ventre, hydropsie de la gorge, un amaigrissement, des carences sanguines, et des selles liquides. Il est impérieux de vermifuger les animaux dès leur arrivée sur le site.
- Vers pulmonaires : surtout présents chez les vaches. Ces vers vivent dans les ramifications de la trachée. Les œufs sont évacués lorsque l'animal tousse, et via la cavité buccale, se frayent un chemin jusque dans le canal intestinal. Ils s'y développent en larves, qui sont évacuées par les excréments. Les vers se développent alors en larves

infectieuses, qui sont ingérées en même temps que l'herbe et pénètrent dans le système digestif. Finalement, via les vaisseaux sanguins, ces larves arrivent à nouveau dans les poumons, où elles se développent pour devenir des vers d'une longueur pouvant atteindre maximum 8 cm. Une telle infection pulmonaire peut être détectée par la respiration rapide et la toux fréquente de l'animal. Le traitement préventif est possible.

- Mastite : existe uniquement chez les bovins. L'infection est causée par une bactérie transmise par une mouche, et qui provoque des infections des mamelles. Une telle infection se caractérise entre autres par un lait floconneux ou chargé de sang. Ce genre d'infection apparaît surtout dans les régions sablonneuses où bois et taillis sont bien présents. Le risque d'infection est élevé en juillet et en août. Le traitement s'effectue à l'aide de pénicilline. Le traitement préventif est également possible : il est effectué à l'aide, entre autres, de gouttes (administrées dans la gorge).

- Gale : se rencontre principalement chez les bovins. Cette affection peut être provoquée par trois espèces de sarcoptes : un d'eux vit dans la peau où il se nourrit de cellules dermiques, les deux autres vivant également dans la peau mais se nourrissent de fragments de peau et de transpiration. Les femelles pondent une cinquantaine d'oeufs par mois environ, qui éclosent après cinq jours. Les larves possèdent trois paires de pattes : elles effectuent leur croissance en une semaine, pour se transformer, au terme de plusieurs métamorphoses, en insectes complets munis de quatre paires de pattes. Ceux-ci demeurent environ 40 jours en vie. La présence de la gale se caractérise d'abord par l'apparition de pustules sur la peau de la vache atteinte : celles-ci sont d'abord rougeâtres, se remplissent d'eau et provoquent des irritations, qui finissent par provoquer la fièvre de l'animal, qui se gratte constamment. Le traitement préventif n'est pas possible.

- Infections des sabots et des pattes : chez les bovins, l'infection du sabot constitue une des infections les plus fréquentes de cette partie de la patte. Il s'agit d'une infection bactérienne qui se situe dans la fente du sabot. L'animal atteint boîte considérablement, et les pattes enflent juste au-dessus et entre les sabots. Les équidés sont sujets à un grand nombre d'infections des sabots, dont une partie peut être attribuée au manque de soins (ou aux soins inadéquats) ; une autre partie de ces infections est cependant à attribuer à des facteurs héréditaires. Diverses formes d'infection sont possibles, et la plupart de celles-ci peuvent entraîner des infirmités.

- Infections pulmonaires : se manifestent surtout chez les bovins. De telles infections sont provoquées principalement par le virus IBR, contagieux. Les symptômes en sont une température élevée, des excrétions nasales purulentes, une infection des muqueuses nasales, de la gorge et de la trachée.

- Gourme : uniquement chez les chevaux. Ce sont surtout les animaux jeunes et affaiblis qui sont sensibles à cette maladie bactérienne contagieuse. Les animaux atteints sont gravement malades, ont une température très élevée, et leur respiration devient très accélérée. Leur appétit diminue sensiblement. Il s'ensuit une inflammation de la gorge et de la bouche ; après quelques jours, les ganglions lymphatiques de la bouche et de la gorge commencent à gonfler. Au bout d'une semaine, les gonflements des ganglions lymphatiques peuvent éclater. Dans la plupart des cas, les animaux guérissent assez rapidement après ce stade, mais dans certains cas, des complications apparaissent. Dans les Zepeduinen entre autres (Pays-Bas, voir II.3.2.), plusieurs poneys ont déjà succombé à cette maladie.

III.3. Types de gestion dans les régions de dunes des Pays-Bas et du Nord de la France.

Aucune gestion à grande échelle n'est pratiquée à l'heure actuelle dans les dunes de Flandre. La gestion se limite pour le moment à de petits espaces relictuels, et peut être cataloguée comme gestion des espèces et de la végétation, telle que mentionnée plus haut. En vue d'obtenir malgré tout une certaine idée des résultats obtenus suite à des types de gestion à grande échelle, nous donnons ci-dessous un aperçu de tels modes de gestion tels qu'ils sont appliqués dans des sites de dunes aux Pays-Bas et dans le Nord-ouest de la France.

Dans les sites de dunes des Pays-Bas, des mesures de gestion tels que le pâturage extensif de même que le fauchage et les coupes à grande échelle furent appliqués dès le début des années quatre-vingts. Des publications à ce sujet peuvent être retrouvées dans de nombreux magazines néerlandais. La recherche scientifique s'est cependant plutôt centrée sur les effets du pâturage et/ou du fauchage de la végétation (dans la plupart des cas via le monitoring de parcelles). Les effets possibles sur la faune (insectes, oiseaux nicheurs) et sur le sol (degré de diminution de la teneur en calcaire, enrichissement en humus) furent en effet beaucoup moins étudiés. Les sites dunaires flamands (e.a. la Réserve du Westhoek) ne peuvent être comparés avec la situation des Pays-Bas que jusqu'à un certain point, et ceci pour plusieurs raisons. D'abord, les sites (à l'origine) calcaires (teneur en calcaire de 3 à 20 %) des Pays-Bas ne se trouvent qu'au Sud de Bergen aan Zee (DE BRUYN 1992 : 20). Au Nord, le sable des plages ne contient pas plus de 0,2 % de calcaire. Une telle situation est inconnue en Flandre (à l'exception des Oude Duinen, superficiellement pauvres en calcaire). De plus, on constate de grandes différences en ce qui concerne la superficie des sites : en Flandre, les sites les plus étendus ne couvrent que quelques centaines d'hectares, tandis qu'aux Pays-Bas, on peut trouver des sites contigus totalisant plusieurs milliers d'hectares. Cette situation offre des possibilités bien plus grandes en ce qui concerne les activités récréatives, le pâturage, les zones-tampons, etc. De même, au niveau de la structure de la végétation, on constate d'importantes différences : les sites riches en calcaire, intensément envahis par les argousiers, les sureaux et les troènes et qui soient de surcroît intensément pâturés, sont rares aux Pays-Bas : seules les dunes de Oostvoorne peuvent servir d'exemple à cet effet. La gestion par le pâturage n'en est d'ailleurs qu'au stade expérimental.

Les terrains dunaires calcaires du Nord de la France (au Nord de Dunkerque) présentent de fortes similitudes avec les sites de la côte flamande, tant au point-de-vue historique que géomorphologique et écologique (voir e.a. VAN LANDUYT 1992). On ne peut cependant parler de gestion active de la nature que dans quelques-uns de ces sites. La gestion se limite dans la plupart des cas au maintien (via le fauchage) de quelques types de végétation rare (gestion relictuelle). Au cours des dernières années, on a cependant commencé à appliquer dans un certain nombre de sites un défrichement à grande échelle de vallées humides envahies par les buissons (voir plus loin). Le pâturage extensif n'y est cependant pas pratiqué.

III.3.1. Zwanenwater, Callantsoog, Pays-Bas.

(visite sur place, complétée par examen de la littérature : KLOMP 1989, LANGEVELD 1989, LANGEVELD 1991, TEN HAAF 1991, VAN DIJK 1992)

La Zwanenwater est une réserve naturelle qui s'étend sur 575 ha au Sud de Callantsoog (province de Noord-Holland, entre Alkmaar et Den Helder), dans le district pauvre en calcaire des Wadden. Le site est assez récent (il s'est créé suite à l'endiguement réalisé à la fin du 16^e siècle), et constitue un des rares sites de dunes des Pays-Bas possédant encore un système hydrologique naturel. Le site a pris naissance suite à la création d'une étendue de plage par la construction de digues (formation d'une vallée primitive). Au centre du site, on trouve deux lacs de formation naturelle ; autour de ceux-ci se sont développés des types de végétation typiques des rives et des marais sur sol fangeux, qui sont remplacés de manière progressive par des végétations de vallées humides et sablonneuses, entourées de dunes sèches. En 1972, la Zwanenwater fut achetée par l'organisation privée Natuurmonumenten. La situation était tout sauf optimale : libre fréquentation du site par les touristes, présence d'une plage pour nudistes, d'un champ de tir aux claires, d'un parcours de cross-country pour un club de poneys, d'une décharge de graisse de friteries, d'un élevage de faisans, etc. Lors de la création de la réserve, toutes les activités incompatibles avec la conservation de la nature

furent supprimées, entre autres grâce aux efforts incessants du conservateur de l'époque et actuel (M. Wim Klomp) et à la collaboration de la police communale. Le site fut complètement clôturé, et l'accès fut limité à quelques sentiers balisés dans la partie nord de la réserve. La Zwanenwater possède surtout une valeur floristique, et est également importante pour l'avifaune. Grâce à la grande variété des gradients, e.a. d'humide à sec, d'acide à alcalin, de salé à doux, ... divers types de végétation typique des marais et des rives, de même que les types de végétation sèche à Corynophores, Calamagrostis et Oyats, ou encore des végétations de landes sèches et humides, s'y sont développées. Parmi les espèces de flore les plus remarquables, on peut citer e.a. la Marisque, la Grande Douve, la Pédiculaire des marais et la Pédiculaire des bois, la Parnassie, la Botriche, le Rossolis à feuilles rondes, l'Oenanthe de Lachenal, la Prêle panachée, la Gentiane amère, le Lin à

feuilles étroites et la Centenille. La richesse de l'avifaune est également remarquable, e.a. grâce aux restrictions d'accès sur le site de même qu'au caractère humide de la réserve : parmi les espèces nicheuses les plus remarquables, on peut citer la Mésange à moustaches, le Busard des roseaux, la Marouette de Baillon, la Spatule, la Marouette ponctuée et le Râle d'eau.

Jusqu'à la Seconde Guerre mondiale, de grandes parties de la réserve faisaient l'objet de coupes et de fauchage pour l'exploitation commerciale (entre autres) du foin, des roseaux et des taillis. Après la guerre, la plupart de ces activités prirent cependant fin. Lors de l'achat de la réserve en 1972, seules quelques parcelles de roseaux et quelques prés de fauche étaient encore fauchés pour favoriser la chasse. La fin des activités agro-pastorales, de même que la diminution spectaculaire des populations de lapins suite à l'apparition de la myxomatose depuis 1953, menacèrent de transformer à court terme les milieux humides précieux en parcelles monotones couvertes de Saule cendré, tandis que sur les parcelles plus sèches, les bouleaux et les chênes se multiplièrent de façon spectaculaire. C'est pour ces raisons que l'on opta dès 1972 pour des mesures de gestion active destinées à renverser progressivement ce processus, et permettre ainsi d'arrêter en partie l'extension de la forêt et protéger les espèces les plus rares typiques des milieux ouverts et semi-ouverts des vallées humides. Un plan de gestion de la réserve fut réalisé, qui est depuis revu tous les dix ans. Au cours des années soixante-dix, après avoir mené quelques expériences limitées, on décida d'appliquer à grande échelle des coupes de même que l'élimination des jeunes saules, et la gestion des prés de fauche fut portée de 8 à 45 hectares. Sur les parcelles favorisées, on appliqua le fauchage parfois à très petite échelle (2 m sur 2 m), parfois à échelle relativement plus étendue (1.4 ha). Ce type de gestion s'avéra particulièrement effectif dans les vallées : le site semblait posséder un potentiel tel que dans la plupart des cas, quelques années seulement après le fauchage annuel, des végétations de prés de fauche particulièrement riches en fleurs réapparurent, qui comptaient des espèces très rares caractéristiques des milieux relativement oligotrophes des vallées humides.

Les effets de l'enrichissement en nutriments et de l'acidification (par les précipitations) se firent cependant partiellement sentir sur les parcelles qui n'étaient pas fauchées : le couvert fut considérablement envahi par les broussailles (surtout *Calamagrostis* communs et *Laîches* des sables), et des limites très nettes apparurent entre les parcelles gérées et les autres. Par ailleurs, le boisement spontané se poursuivait rapidement là où aucune mesure de fauchage ou de coupe n'était appliquée, ce qui accentuait encore le contraste. C'est pourquoi on lança en 1981 une opération de pâturage extensif à titre expérimental (sur une surface de 20 ha) : à cet effet, on mit en pâture des bovins. Vu le succès de l'opération (augmentation de la diversité grâce à une plus grande variation dans la structure de la végétation, établissement d'un certain nombre de nouvelles espèces), il fut alors décidé d'étendre le pâturage, ce qui fut réalisé en plusieurs étapes : 1984 (+ 80 ha), 1989 (+ 60 ha, ouverts au public) et 1991 (+ 60 ha). A l'heure actuelle, le pâturage dans la Zwanenwater combine le pâturage saisonnier avec des bovins et le pâturage permanent avec des poneys. Ce type de pâturage fut retenu afin de profiter d'une part des comportements différents (et donc écologiquement bénéfiques) des boeufs et des chevaux, et d'autre part afin de permettre une élimination d'une certaine biomasse -certes réduite- durant l'hiver.

En ce qui concerne le choix des bovins, on utilisa d'abord des animaux de la race Frisonne (Fries-Holland) : cependant, le comportement assez agressif des taureaux donna lieu à certains problèmes, et c'est pourquoi on remplaça les ruminants initiaux par d'autres animaux de la race Limousine. Leur propriétaire voulut cependant fournir un nourrissage d'appoint à ses animaux, ce à quoi l'association Natuurmonumenten s'opposa. Depuis 1986, la gestion est effectuée par des animaux de la race Blonde d'Aquitaine : il s'agit d'animaux calmes et particulièrement doux, qui tirent profit de la végétation rase sans aucun problème notoire. L'expérience s'avéra suffisamment positive

pour que dès 1989 on puisse introduire des femelles accompagnées de leur veau non sevré dans la partie de la réserve accessible au public. Aucun problème n'a encore été à signaler depuis.

Les poneys introduits appartenaient tous à des races résistantes aux conditions hivernales, telles que les Poneys d'Islande, les Haflingers ou les Fjords. Les animaux adultes ne doivent pas recevoir de nourriture d'appoint, mais les poulains et les nouveaux-nés sont mis à l'abri pendant la saison hivernale.

Tant les boeufs que les poneys sont des animaux appartenant à des propriétaires extérieurs à la réserve : un accord est pris annuellement avec ceux-ci. Pendant toute la durée de la mise en pâture, Natuurmonumenten est responsable des animaux, ce qui signifie que c'est l'association qui doit veiller à poser des clôtures appropriées et à signaler tout problème aux propriétaires. Ceux-ci doivent cependant s'occuper eux-mêmes du suivi vétérinaire et des soins aux animaux. De plus, les

propriétaires doivent verser à l'association un montant d'1 florin/animal/jour pour la mise en pâture des boeufs et de 50 florins/animal/mois pour les poneys.

L'occupation par les boeufs évolua au cours du temps, pour passer de 2,2 ha/unité de bétail en 1981 à 8 ha/unité de bétail en 1991. Durant toute cette période, chaque poney occupait un espace de 15 à 20 ha. La diminution de la densité des boeufs est à attribuer d'une part à une diminution de la production d'herbe, et d'autre part à une certaine augmentation de la population de lapins. Les parcelles à pâture furent munies de clôtures à fils barbelés (hauteur 1,15 m, 4 fils barbelés, piquet tous les 3 m) ; de plus, trois tourniquets à bétail furent installés aux endroits où un passage régulier est nécessaire à des fins utilitaires pour l'entretien des animaux

On peut qualifier de positifs les premiers résultats obtenus sur la végétation suite à la mise en pâture des animaux (VAN DIJK 1992). Cinq ans après l'introduction de cette pratique, il apparut déjà e.a. que la croissance des buissons sur les terrains pâturés avait été endiguée, tandis que les parcelles déjà recouvertes de buissons acquéraient une structure plus horizontale de la végétation. Durant cette même période, 9 espèces nitrophiles disparurent des terrains pâturés, tandis que 25 nouvelles espèces s'y établissaient, parmi lesquelles certaines espèces rares telles que le Scirpe sétacés, le Rossolis à feuilles rondes et le Scirpe pauciflore. Une augmentation de la richesse floristique fut constatée sur toutes les parcelles de végétation étudiées.

En plus du pâturage extensif, une superficie de 15 à 20 ha (en dehors des terrains pâturés) est fauchée annuellement à l'aide de machines. Cette technique fut choisie d'une part parce qu'elle permet l'apparition d'une plus grande variété de plantes à fleurs par rapport aux parcelles pâturées (ce qui est surtout attractif pour le public), et d'autre part parce que certaines espèces de plantes (ex. espèces de prés de fauche, orchidées- se maintiennent plus favorablement grâce à un régime de fauche. Le fauchage (15-20 ha/an) s'effectue à l'aide d'un tracteur à quatre roues de 60 CV muni d'une faucheuse tournante. Afin d'éviter toute destruction de la couche d'humus en terrain humide, le tracteur est muni de pneus à basse pression. La végétation fauchée est rassemblée mécaniquement et enlevée aussi vite que possible après l'opération.

En ce qui concerne l'aspect récréatif de la réserve, celle-ci n'est accessible qu'aux promeneurs sur les sentiers de promenade (souvent revêtus en dur). La réserve dispose en plus de deux points-de-vues et d'une hutte d'observation. Les membres de Natuurmonumenten et de l'association « Het Noordhollandse Landschap » y ont l'accès gratuit, les autres visiteurs doivent acquitter un droit d'entrée (1,5 florin/jour), en obtenant un ticket à un distributeur automatique. Par ailleurs, des promenades guidées sont régulièrement organisées par le garde et par les collaborateurs de terrain.

La Zwanenwater appartient, de même que deux autres réserves gérées par Natuurmonumenten, à l'unité de gestion « Kop van Noord-Holland », qui atteint une superficie totale d'environ 1000 ha. Le travail nécessaire (e.a. surveillance, évaluation de la gestion, contrôle du bétail et des clôtures, organisation de visites guidées, relevé des appareils de mesures, ...) pour cette unité atteint (estimation) quelque 620 jours/homme par an. Nombre de travaux additionnels sont en outre effectués par des volontaires : en 1989, leur apport se chiffrait à 315 jours/homme supplémentaires.

Adresse du conservateur : M. W.H. KLOMP
Zuid-Schinkeldijk, 2
1759 JH CALLANTSOOG
Nederland
tél. 02248 1467

III.3.2. Zepeduinen, Kop van Schouwen, Pays-Bas (visite sur place, complétée par données de la littérature : HULZINK 1989)

Les « Zepeduinen » font partie du domaine de Slot Hamstede (château de Hamstede). La superficie de cet ensemble de dunes, géré par Natuurmonumenten et le Staatsbosbeheer (administration des forêts néerlandaise), atteint environ 350 hectares. Le site se trouve dans la région

de Kop van Schouwen, dans la province de Zélande. Les dunes à l'origine calcaires se sont formées en 1200 après J.C. environ. La partie occidentale consiste en un massif de dunes encore calcaire, avec des versants élevés et des creux profonds créés par le vent. La végétation consiste surtout en buissons mélangés, comptant entre autres des argousiers, des troènes, des sureaux et des aubépines. Le sable y est encore très mobile. La partie orientale consiste en une crête de dunes en forme d'arc, superficiellement acide, et qui possède une flore riche en lichens parmi laquelle on peut également rencontrer des types de végétation à Corynophores et Laîches des sables. Au centre se trouve une grande étendue de dunes qui, tout comme le crête, sont pauvres en calcaire. La végétation y est dominée par e.a. le Calamagrostis commun et la Laîche des sables. Dans les vallées humides croissent les Molinies et les Joncs épars. La réserve compte encore deux étangs et quelques parcelles boisées, toutes situées dans les dunes et comptant e.a. des bouleaux, des Aulnes noirs (plantés) et des chênes pédonculés.

Jusqu'en 1965, le site fut intensément pâtré par des bovins. L'arrêt de cette pratique, qui coïncida avec une nette diminution du niveau des eaux souterraines suite aux captages d'eau, au boisement et à l'érosion des dunes, entraîna un fort envahissement de la végétation riche en espèces des prairies, par notamment le Calamagrostis commun et la Laîche des sables. Afin de rétablir la végétation des prairies et des dunes à mousses, on opta pour un pâturage extensif permanent à l'aide de Poneys de Shetland. Le pâturage permanent fut préféré parce que même durant l'hiver, lorsque la production de biomasse est quasi-nulle, il permettait encore l'évacuation de matières nutritives. Les raisons principales qui amenèrent à sélectionner les Poneys de Shetland furent l'exceptionnelle robustesse et le prix d'achat peu élevé des animaux. Leur allure sympathique constitua un atout supplémentaire, qui est apprécié par les visiteurs.

L'introduction du pâturage fut préparée par la pose d'une clôture autour du terrain : celle-ci est composée sur l'essentiel de sa longueur de fils barbelés, remplacés à certains endroits par de la gaze à moutons là où des visiteurs ou des chiens risquaient de s'infiltrer. Rien ne fut prévu pour l'approvisionnement en eau, étant donné que le site comporte suffisamment de vallées humides et de mares. De même, aucun abri ne fut installé. En 1983, on procéda à l'achat de 8 juments adultes (prix d'achat : 300 à 500 florins/jument), dont trois étaient pleines. On opta pour un accroissement naturel du troupeau, en utilisant un étalon de location (prix environ 1200 florins/an). Cet étalon est remplacé tous les trois ans, afin d'éviter la consanguinité. La plupart des mises-bas se déroulèrent bien, sans aucune aide ni intervention humaines. Trois décès furent à constater durant les premières années seulement. Le troupeau s'agrandit de manière naturelle jusqu'à 11 animaux en 1983, et 42 en 1988.

A l'heure actuelle, le troupeau compte une cinquantaine de juments adultes et une trentaine de poulains. La superficie pâturée atteint environ 350 ha. La densité du pâturage atteint donc pour l'instant environ 6,7 ha/unité de bétail. La condition physique des animaux est excellente. Des problèmes notoires n'apparaissent qu'une seule fois, suite à une infection bactérienne des ganglions lymphatiques (gourme). Quelques animaux succombèrent à cette infection. Aucun nourrissage d'appoint n'est assuré durant l'hiver, mais des blocs de sel sont mis à la disposition des poneys, afin de leur fournir les minéraux et les oligo-éléments nécessaires et prévenir des déficiences. Deux fois par an a lieu l'entretien des sabots, de même qu'un vermifugeage contre les vers intestinaux et de l'estomac. Pour ce faire, les poneys sont dirigés dans un enclos, et traités individuellement. En ce qui concerne les animaux jeunes ou/et sauvages, un "isoloir" en bois dut être construit, afin de minimiser les possibilités de ruades et de sauts. Les coûts de l'enclos et de l'isoloir s'élèveront à environ 1200 florins.

Le travail nécessaire (contrôle et réparation de la clôture, capture et traitement des animaux, ...) peut être estimé à environ 1,5 jour/homme/poney. Les parcelles pâturées sont librement accessibles au public (réseau de sentiers de promenade) ; les chiens sont autorisés, mais uniquement tenus en laisse. On ne signale que peu de tentatives du public de nourrir les animaux.

Les effets de ce pâturage sur la flore semblent positifs. Sur de grandes surfaces, la végétation de Calamagrostis communs et de Laîches des sables, d'un mètre de haut, s'est transformée en une végétation rase de prairie, qui connaît une grande variété de mousses et de lichens. Aucun effet négatif n'a encore été constaté. Quelques espèces de plantes, telles que le Troène commun, le Junc épars et le Bouleau verruqueux, ne sont que peu ou pas du tout consommées. Quelques petits bois, dominés par le Bouleau verruqueux, se sont dès lors développés. Au printemps, les poneys consomment pourtant l'écorce d'espèces telles que le Chêne pédonculé, le Sorbier des oiseleurs, le Cerisier tardif et le Fusain. Les poneys paissent surtout en groupes, et semblent en mesure de percer des trouées dans les taillis pour y paître. Il semble par

ailleurs qu'ils ne se rassemblent que peu sur des latrines : la plupart de leurs excréments sont disséminés sur l'ensemble du terrain.

En plus de ce pâturage extensif, qui constitue la mesure principale de gestion sur le site, on pratiqua également -à titre expérimental- le fauchage et la coupe mécanique des buissons (ex. le Saule rampant) qui avaient envahi des vallées humides. Quelques vallées furent complètement défrichées, opération suivie par l'enlèvement d'un substrat d'environ 10 cm. Des fauchages supplémentaires maintiennent la végétation ouverte. Au terme d'une dizaine d'années, les résultats peuvent être considérés comme positifs : on constata entre autres une augmentation d'éléments de flore rares tels que la Pyrole à feuilles rondes, la Double-feuille et la Polygala vulgaire. La montée de la nappe phréatique grâce à l'arrêt des captages permit à certaines vallées de se trouver sous eau en permanence, ce qui eut un effet positif sur la présence de Tritons crêtés dans la réserve.

Deux personnes ayant pouvoir de police sont chargées de la surveillance du site.

III.3.3. Dune Marchand, France

(visite sur place, complétée par données de la littérature : VAN LANDUYT 1992)

La Dune Marchand est un ensemble de dunes calcaires s'étendant sur environ 110 hectares, situé entre les agglomérations de Zuydcoote et Bray-Dunes, dans le Nord de la France. C'est en 1974 qu'une première parcelle d'environ 20 ha fut achetée par l'Etat. A l'heure actuelle, 107 ha sont propriété du « Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres » (en résumé, Conservatoire du littoral), un organisme national qui a pour but de protéger des sites naturels le long de la côte (surtout par l'achat de ceux-ci). La gestion de sites fut confiée au « Conseil Général du Département du Nord ».

La Dune Marchand a été désignée comme site biologiquement important (= Z.N.I.E.F.F., type-I). Parmi les raretés floristiques, on peut citer des espèces des prairies calcaires et des vallées alcalines, telles que la Silène conique, l'Herbe à l'esquinancie, l'Orchis bouc, l'Hélianthème jaune, la Chlore perfoliée, la Parnassie et l'Epipactis des marais. Cependant, suite à une invasion importante par les taillis et un certain assèchement du site à cause du drainage dans les polders avoisinants, certaines espèces remarquables telles que la Gentiane apère, le Mouron délicat et l'Orchis musc, ont disparu depuis quelques années.

La gestion classique de la Dune Marchand consiste en une opération de fauchage annuelle (avec enlèvement des végétaux fauchés) s'étendant sur une quinzaine d'hectares de prairies et de vallées herbeuses : le but en est de contrer l'envahissement par les taillis d'argousiers et de saules rampants (gestion relicuelle). Récemment, une gestion à plus grande échelle a été tentée : sur une panne située au centre du site et fortement envahie par les taillis, on procéda au défrichage à l'aide d'un bulldozer. Les végétaux défrichés furent ensuite brûlés, et une couche superficielle (15 à 20 cm) de substrat fut retirée. En plus, quelques petites parcelles gérées furent étendues par une opération de défrichage manuel (à l'aide de tronçonneuses) des taillis. Les zones défrichées sont depuis fauchées une fois l'an (en automne) de façon mécanique ; les végétaux fauchés sont ensuite emportés. Les premiers résultats de cette expérience peuvent être considérés comme positifs. La

germination et l'installation en masse de plantes rares telles que la Laîche naine, la Laîche glauque, la Chlore perfoliée, le Scirpe sétacé, la Sagine noueuse et l'Erythrée littorale permet de supposer que les graines de ces espèces ont une durée de vie très longue. Il est cependant encore trop tôt pour effectuer une évaluation à long terme. L'introduction du pâturage extensif n'est pas encore envisagée.

La Dune Marchand est uniquement accessible sur les sentiers. Ceux-ci sont balisés à l'aide de panneaux en bois colorés au sommet. Un ancien bunker datant de la guerre fut aménagé en poste d'observation. Le long des limites nord-est et nord-ouest de la réserve, des zones-tampons sont prévues, librement accessibles aux visiteurs, ceci afin de concentrer l'essentiel de la fréquentation à des fins récréatives en dehors de la réserve elle-même. La chasse n'est pas permise dans la réserve, mais elle reste autorisée sur la plage devant celle-ci.

III.3.4. Dunes du Perroquet, France

(visite sur place, complétée par données de la littérature : VAN LANDUYT 1992)

Les « Dunes du Perroquet » sont un ensemble de dunes s'étendant sur 225 ha, situé entre la frontière belge et l'agglomération de Bray-Dunes, dans le Nord de la France. A l'Est, le site est contigu à la Réserve domaniale du Westhoek, grande de 340 ha. Les Dunes du Perroquet ont été désignées comme site classé, ce qui signifie qu'en principe, elles sont protégées et tombent sous la compétence du Conservatoire du Littoral. En 1991, 163 ha étaient déjà propriété du Conservatoire. Une procédure d'expropriation est actuellement en cours en ce qui concerne les parcelles situées dans les environs immédiats du camping « le Perroquet ».

Les Dunes du Perroquet ont été désignées comme site d'importance biologique (= Z.N.I.E.F.F. type-I). Tout comme le Westhoek, ce site connaît une dynamique intense (dunes mobiles), et renferme des milieux variés. Il est cependant nettement moins soumis à des perturbations telles que captages d'eau, activités récréatives. La végétation y est donc en général plus riche en espèces et mieux développée. La principale richesse biologique du site est probablement la présence d'espèces régionales rares de flore telles que la Gentiane amère, le Choin noirâtre, la Marisque, la Botriche, l'Amourette, le Lin purgatif et l'Herbe à l'esquinantie, de même que d'espèces de faune menacées telles que le Crapaud calamite et le Petit nacré.

Les gardes du Conservatoire sont chargés de la gestion. Celle-ci consiste principalement à faucher une fois l'an certaines prairies et vallées humides, afin d'empêcher la succession naturelle vers les bosquets de taillis. Le pâturage extensif n'y est pas (encore) appliqué. Les gardes de terrain sont parfois aidés par des volontaires, de même que par une troupe scoute des environs. Les gardes patrouillent très régulièrement le site, et durant l'été, dirigent des promenades guidées. Le site est d'accès libre pour les promeneurs, bien qu'aucun sentier ne soit jalonné. En dépit de la haute valeur biologique du site, la chasse est encore autorisée, tant sur la plage que dans les dunes.

Dans le cadre d'INTERREG, une étude a récemment été menée en vue d'analyser les possibilités d'ériger une réserve transfrontalière « Perroquet-Westhoek » (E.R.E., 1994), qui verrait des efforts conjoints se développer dans le domaine de la gestion et des infrastructures récréatives.

III.3.5. Meijendel (Kijfhoek/Bierlap), Wassenaar, Pays-Bas

(données de la littérature : BAKKER 1991, TEN HAAF & BAKKER 1992)

L'ensemble de dunes de Meijendel est situé entre La Haye et Leiden, dans la province néerlandaise de Zuid-Holland. Il s'agit de dunes calcaires, récentes et pour l'instant modérément envahies par les taillis. Pendant longtemps, le site se caractérisait par un aspect ouvert et mobile, suite aux activités agro-pastorales (e.a. pâturage) qui y étaient pratiquées, de même qu'à l'importance de la population de lapins. Depuis l'arrêt du pâturage, la fixation des dunes (pour empêcher la dispersion du sable) et l'apparition de la myxomatose, le site subit de plus en plus un envahissement par les buissons et les broussailles. A l'heure actuelle, des taillis composés d'argousiers et d'aubépines, mélangés parfois de broussailles herbeuses denses où dominent oyats et calamagrostis,

ont envahi de grandes parties de la réserve. En 1990, ce phénomène fut reconnu comme étant un problème de gestion important.

En vue de contenir, et par endroits renverser, la tendance à l'envahissement par les broussailles et au boisement, on décida alors d'introduire le pâturage extensif permanent, à l'aide d'herbivores domestiques (chevaux et vaches). Une parcelle de 270 ha fut désignée à cet effet. On opta pour une densité maximale de 1 unité de bétail par 10 hectares. En septembre 1990, 15 chevaux Fjords norvégiens furent lâchés. L'année suivante, ils furent rejoints par 12 Bœufs Galloway. Un an déjà après leur introduction, il semble que la végétation fermée dominée par le Calamagrostis commun soit devenue bien plus ouverte et que les espèces herbacées recolonisent (TEN HAAF & BAKKER, 1992).

III.3.6. Vlieland (Oude Kooi), Pays-Bas

(données de la littérature : VAN DIJK 1992)

Une expérience de pâturage à l'aide de moutons est en cours depuis 1983 sur l'île néerlandaise de Vlieland (située entre Terschelling et Texel). Le site pâturé, géré par le Staatsbosbeheer, consiste en un ensemble de dunes à l'origine pauvres en calcaire sèches et humides, qui, au moment où fut introduit le pâturage, étaient en partie envahies par le Saule rampant, la Laîche des sables et le Calamagrostis commun, suite e.a. à l'arrêt du pâturage agro-pastoral (avec des chèvres), l'apparition de la myxomatose, l'abaissement de la nappe aquifère et l'augmentation des dépôts atmosphériques.

La superficie de la parcelle pâturée s'élève à 3 ha. La densité initiale du pâturage était d'environ 10 moutons/ha ; elle fut plus tard ramenée à 5 moutons/ha.

VAN DIJK (1992 : 239) décrit comme suit les résultats du pâturage (période 1983-1991) :

- une réduction significative de la hauteur moyenne de la végétation : en 1983, celle-ci était de 0,25 m, tandis qu'en 1991, elle n'atteignait que moins de 0,1 m.
- la densité moyenne de végétation sur les parcelles étudiées semblait, depuis le début du pâturage, stabilisée à environ 90 %, malgré la densité élevée du pâturage.
- la couverture par les Laîches des sables et les Saules rampants, au début dominante, diminua de 80 à 90 % sur les parcelles étudiées ; le Calamagrostis commun par contre, est resté dominant par endroits.
- on constata une augmentation de la couverture herbacée (e.a. la Fétuque rouge et la Houlque velue) et des mousses.
- la diversité en espèces augmenta : accroissement de 4 à 10 espèces/parcelle (1983) jusqu'à 15 à 23 espèces/parcelle (1991). En plus de nombreuses espèces de mousses, les espèces nouvellement apparues étaient la Luzule champêtre, la Callune, la Bruyère quaternée, la Petite Oseille et la Flouve odorante.
- en dépit de la densité assez élevée du pâturage, on ne signala aucune diminution de lichens terrestres fragiles présents sur le site.

Les effets du pâturage sur la flore peuvent donc être considérés comme positifs, même si le Calamagrostis commun ne semble pas diminuer en nombre sous l'effet du pâturage par les moutons.

III.3.7. Oostvoorne, Pays-Bas

(données de la littérature : BECKERS 1992)

Les dunes de Voorne (province de Zuid-Holland) sont connues au niveau international comme étant l'ensemble le plus important de l'Europe du Nord-ouest (ADRIANI & VAN DER MAREEL 1968 ; HOFFMAN 1981). La végétation particulièrement riche que l'on y trouve est le résultat d'une très grande variété des milieux. Celle-ci doit son origine aux nombreuses zones de transition progressive entre milieux différents, par exemple de sec à humide, de doux à salin, riche à pauvre en calcaire, riche à pauvre en humus, et mobile à immobile (en ce qui concerne les mouvements du sable).

En 1957, les dunes passèrent sous le contrôle de la Stichting (fondation) « Het Zuidhollands Landschap ». Une succession accélérée s'est déroulée sur le site au cours des dernières décennies,

suite e.a. aux dépôts atmosphérique (précipitations acides) et à l'arrêt du pâturage. On a e.a. constaté une nette progression des fourrés et des boisements dominés par des espèces telles les Saules rampants, les argousiers, les aubépines, les aulnes et les bouleaux. Cette évolution s'est faite au détriment de types de milieux écologiquement plus riches, notamment les prairies et les vallées basses (qui abritent des espèces rares telles que l'Amourette, la Laîche ou la Pyrole à feuilles rondes).

Depuis que ces dunes sont gérées par la Stichting Het Zuidhollands Landschap, et avant l'introduction du pâturage, diverses mesures de gestion avaient déjà été exécutées :

- de 1957 à 1989, les vallées (environ 25 ha) avaient été fauchées (avec enlèvement de la végétation fauchée).
- à partir de 1957, un réseau étendu de sentiers de promenades revêtus en dur fut entretenu, long d'environ 14 km. Ces sentiers sont régulièrement débroussaillés et les branches envahissantes enlevées.
- autour des mares et dans les vallées, arbres et buissons furent coupés sur une largeur variable à partir de 1980. En 1989, on débute le curage et l'approfondissement accéléré d'un certain nombre de mares.

- depuis 1980, les Peupliers de l'Ontario et les Peupliers trembles, à l'origine plantés par l'homme, furent partiellement éliminés, par l'abattage ou l'écorçage menés simultanément sur des groupes entiers de sujets.

Suite à une étude comparée de la végétation, on décida en 1980 d'introduire le pâturage extensif, afin de contenir l'extension des buissons et des arbres.

Le site est pâturé depuis 1989 par des poneys et des bovins sur une étendue d'environ 133 ha de terrains contigus (107 ha de fourrés et de bois, et 26 ha de prairies). Suite au caractère relativement inondé du terrain durant l'hiver, la superficie disponible pour le bétail est réduite à environ 80 ha de fourrés et 18 ha de prairies. On opta pour une densité d'environ un animal par deux ha. Etant donné que les fourrés sont très difficilement pénétrables sur les hauteurs, et afin d'empêcher le surpâturage dans les vallées et sur les prairies, la densité est maintenue durant la saison de croissance à 8 à 10 poneys et 18 à 20 bovins. Les races sélectionnées sont les Poneys islandais et les Bœufs limousins. Les poneys furent acquis ; en ce qui concerne les bœufs, un accord fut passé avec un exploitant agricole de la région.

Les infrastructures particulières comprennent e.a. une clôture de sept kilomètres, trois tourniquets à bétail, un enclos pour le bétail et une étable sommaire. L'enclos s'est avéré indispensable pour effectuer les contrôles vétérinaires. Un programme de suivi vétérinaire a été mis au point avec un vétérinaire local.

Les effets de la présence du bétail se manifestent surtout par l'apparition d'un milieu plus ouvert là où dominent les fourrés (pistes du bétail), de même que par le maintien d'une végétation herbacée dans les prairies et les vallées. Le fauchage de ces endroits a d'ailleurs été interrompu depuis le début du pâturage. Diverses espèces de plantes (comme les roseaux) sont consommées de préférence. Le Saule rampant par contre semblent ne pas faire partie du menu du bétail, ou à peine ; des mesures de gestion complémentaires seraient peut-être nécessaires en rapport avec cette constatation. Un des effets les plus bénéfiques de la présence du bétail est que les rejets des peupliers abattus sont écorcés par les animaux, ce qui rend inutile toute opération de coupe de ces rejets.

III.4. Avantages et inconvénients du pâturage

Les expériences menées aux Pays-Bas semblent indiquer que l'introduction du pâturage extensif s'avère dans tous les cas positive, quelle que soit la nature du terrain :

- effet positif sur la genèse et la composition du sol : les conséquences les plus importantes étant la fragmentation des débris de coquillages suite au piétinement (ce qui a

pour effet de conserver la richesse en calcaire) de même que l'apport d'engrais organique (qui active la faune du sol et la formation d'humus). (SLINGS 1994).

- effet positif sur la structure et la composition de la végétation grâce au caractère sélectif des grands herbivores (voir fig. 55), ce qui, par la création de nouvelles niches écologiques, s'avère positif pour la faune locale (insectes, oiseaux, mammifères). Les espèces les plus favorisées par l'introduction du pâturage extensif sont notamment les oiseaux nichant en terrain ouvert (Alouette des champs, Pipit des prés; Traquet tarier) et les lapins (voir e. a. TEN HAAF et BAKKER 1992, VAN DIJK 1992).

- augmentation de la biodiversité grâce à l'apparition de diverses situations riches en gradients (e.a. gradients pâturage, piétinement et engrais) (voir fig. 54). On peut s'attendre de manière spécifique à une augmentation des végétations de lisière, des plantes dispersées par les hommes ou les animaux domestiques (Cynoglosse officinale, Bardanes, ...) et des insectes et fungi coprophiles.

- diminution des coûts lorsque le pâturage extensif remplace des opérations de fauchage (voir e.a. KETELAAR, 1994).

- le pâturage permet de réduire considérablement les facteurs négatifs externes tels que l'assèchement, l'acidification et l'enrichissement en engrais (voir e.a. HULZINK 1989, TEN HAAF et BAKKER 1992) ; le pâturage permanent, surtout, entraîne une élimination constante de biomasse.
- les grands herbivores peuvent rendre le site plus attirant pour les visiteurs, surtout lorsque les animaux introduits ont un grand « facteur de popularité » (poneys, bœufs Highlands d'Ecosse) (voir e.a. KETELAAR 1994). Par ailleurs, l'introduction de grands animaux peut également servir d' »alibi » pour l'érection de clôtures dans certains sites.
- le pâturage peut être utilisé dans le cas de terrains difficilement accessibles aux machines (ex. dunes en forte pente, vallées humides) (voir e.a. VAN DIJK 1992).
- le pâturage exerce enfin une action indirectement positive en éliminant certains inconvénients de la gestion par le fauchage, parmi lesquels :
 - 1) la création de limites nettes et artificielles entre les différentes parcelles des terrains gérés.
 - 2) la possible dégradation du sol suite à l'emploi de machines lourdes.
 - 3) main d'œuvre importante lorsqu'il faut pratiquer le fauchage à la main sur de grandes surfaces.
 - 4) un fauchage à grande échelle entraîne souvent des conséquences négatives pour la zoofaune et la faune entomologique présentes.
 - 5) dommages causés aux mousses et aux plantes germanes suite au « choc microclimatologique » qui survient lorsque la végétation est subitement coupée et enlevée.

L'introduction du pâturage extensif peut cependant avoir certains inconvénients:

- durant la phase initiale, certaines mesures financières et matérielles sont souvent nécessaires (placement de clôtures, achat du bétail, creusement de points d'eau, fauchage et/ou coupes préliminaires, ...). De même, certaines mesures doivent souvent être prises en ce qui concerne le gardiennage et l'accompagnement du bétail.
- les clôtures et les barrières peuvent représenter des obstacles visuels dérangeants, surtout lorsque celles-ci sont installées dans des espaces ouverts.
- par suite du comportement sélectif des grands herbivores, certaines divergences peuvent apparaître entre les objectifs poursuivis au départ et les résultats obtenus, entre autres parce que certaines espèces ne sont pas consommées (ex. Troène commun, Cerisier tardif, Junc épars, ...), ce qui nécessite souvent une gestion supplémentaire (ex. fauchage).
- par endroits, certaines espèces végétales rudérales, telles qu'orties et chardons, peuvent se développer considérablement suite à l'apport d'engrais et au piétinement (VAN DIJK 1992). On constate souvent ce phénomène dans le cas d'herbivores ayant l'habitude de déposer leurs excréments à des endroits fixes (latrines), comme par exemple les chevaux. De même, certaines mares pauvres en nutriments peuvent subir une certaine eutrophisation suite à cet apport de nutriments, et perdre ainsi divers éléments de faune et de flore rares.
- les terrains pâturés présentent souvent une richesse en plantes à fleurs bien moins élevée que celle observée sur les parcelles faisant l'objet de mesures de fauchage, ce qui peut être perçu de manière négative par le public (voir e.a. VAN VESSEM & STIEPERAERE 1989).
- le pâturage intensif peut s'avérer négatif en ce qui concerne les lichens terrestres fragiles et les oiseaux nichant au sol.
- l'introduction d'espèces « populaires » (ex. poneys) peut entraîner de la part du public certaines réactions indésirables (nourrissage, caresses, tentatives de monter les animaux).

III.5. Conclusions provisoires en ce qui concerne les mesures de gestion dans la Réserve du Westhoek

En fonction des différents exemples cités plus haut (Pays-Bas, Nord de la France), diverses conclusions peuvent être formulées :

- la superficie des terrains faisant l'objet de pâturage extensif à l'aide de vaches et/ou de chevaux atteint dans la quasi-totalité des cas au moins 100 ha. Seul le pâturage à l'aide de moutons peut être parfois appliqué sur des superficies plus petites.
- le choix des espèces de bétail à introduire n'est, dans la plupart des cas, pas réglé d'avance : il dépend de divers facteurs, tels que la disponibilité d'animaux dans les environs, la robustesse des races et leur pouvoir d'attraction auprès du public. Le prix d'achat constitue un critère de sélection secondaire.
- la densité moyenne de bétail correspond, dans le cas des vaches et des chevaux, à environ 5 à 10 ha/unité de bétail.
- là où les sites pâturés sont ouverts au public, il est très rare que des problèmes surviennent entre le bétail et les visiteurs.
 - les effets du pâturage extensif s'avèrent dans la quasi-totalité des cas positifs pour la flore (diminution des espèces dominantes, augmentation de la richesse en espèces, ...). En d'autres termes, le pâturage extensif semble être en mesure de compenser les effets de facteurs négatifs tels que la myxomatose et les dépôts atmosphériques. Les effets potentiels du pâturage sur la faune n'ont jusqu'à présent fait l'objet que de peu de recherches.
 - des effets négatifs potentiels tels que la diminution de mousses et de lichens terrestres ou d'espèces d'oiseaux nichant au sol suite au piétinement n'ont que très rarement été constatés.
 - sur certains sites, le fauchage est totalement supprimé après l'introduction du pâturage extensif. Ailleurs, certaines opérations de fauchage continuent à être effectuées en supplément du pâturage, surtout afin de profiter de certaines caractéristiques propres à ce type de gestion (plus grande richesse de plantes à fleurs, intéressantes pour le public et pour certaines espèces de plantes et d'insectes).
 - le rétablissement de la végétation des vallées herbeuses par l'élimination à grande échelle des buissons (éventuellement suivie par l'introduction du pâturage) semble possible à relativement court terme (5 à 10 ans), pour autant que d'une part le régime hydrologique naturel ne soit pas perturbé, et d'autre part qu'une réserve de semences des espèces que l'on espère voir revenir soit présente dans le sol ou dans les environs immédiats.

III.6. Gestion d'ordre éducatif et récréatif

Lors de la définition du rôle éducatif et récréatif que doit jouer la réserve, divers points doivent être pris en considération :

- le statut de réserve naturelle du site doit être mis en avant : le visiteur doit réaliser qu'en pénétrant dans la réserve, il franchit les limites d'un univers dans lequel la protection de la nature et l'appréciation de ses valeurs sont prépondérantes, et où il ne pourra « profiter » de celle-ci que d'une façon passive. C'est pourquoi il faut que les règles en vigueur à l'intérieur de la réserve soient clairement mises en évidence, de même que les richesses principales du site et les possibilités de découvrir celles-ci.
- le potentiel de la réserve d'un point-de-vue éducation à la nature doit être développé au maximum. A cet effet, la création d'un centre de visites, véritable « porte d'entrée » permettant de faire connaissance avec la réserve, joue un rôle très important. De tels centres de visite offrent un avantage supplémentaire, à savoir qu'ils concentrent en général le flot de visiteurs. C'est pourquoi il faut veiller à ce que ceux-ci ne soient pas situés "à proximité immédiate de sites fragiles : leur implantation en périphérie est une condition sine qua non, car elle garantit un minimum de dérangements au site naturel, de même qu'un minimum de travaux d'infrastructure inhérents à leur installation.

- le réseau de sentiers de promenade doit être conçu de façon à ce que d'une part les endroits sensibles soient épargnés, mais que d'autre part les visiteurs aient la possibilité de découvrir suffisamment bien les différents habitats présents dans la réserve. L'aménagement de sentiers de visite à travers des pannes humides, des dunes sèches riches en mousses ou en lichens, ou encore des prairies mésophiles, doit être proscrit suite à la fragilité de tels sites. Des sentiers aménagés à travers les broussailles, les plantations d'arbres ou le sable non-stabilisé causent bien moins de dommages aux richesses naturelles du site.

- les visiteurs doivent toujours être suffisamment bien informés en ce qui concerne le pourquoi et le comment des travaux de gestion qui sont entrepris dans la réserve. Ceci peut être réalisé entre autres par la distribution de brochures, la création de sentiers didactiques, l'organisation de promenades guidées à travers des parcelles faisant l'objet de mesures de gestion, ou encore l'instauration de journées de gestion ouvertes aux bénévoles.

- en ce qui concerne le contrôle des activités des visiteurs et la répression éventuellement nécessaire, il est indispensable de prévoir un système de surveillance du site. La surveillance doit s'effectuer de manière permanente et visible. Le personnel affecté à la surveillance du site doit en outre être bien au courant des richesses naturelles présentes et des mesures de gestion appliquées. Une bonne communication entre le personnel de surveillance et les visiteurs constitue une des conditions majeures pour créer un état de respect envers la réserve et ses richesses. Le personnel chargé de la surveillance doit, outre ses fonctions de surveillance pure, également être chargé d'autres activités telles que l'encadrement des ouvriers affectés aux besognes de gestion, les soins au bétail, l'évaluation et l'encadrement de la gestion, la guidance d'excursions dans les parties de la réserve non-ouvertes au public, les contacts avec les instances communales et les autres gestionnaires du terrain, etc.

« fourrageurs » « variables » « brouteurs »

Bouquetin	Boeuf
Mouflon	Cheval
Chamois	Mouton
Elan	Daim
Cerf noble	Cerf noble
Daim	Chèvre
Chevreuil	100 % bois/feuilles
Bœuf	Chevreuil
Bison	Elan
Cheval	100 % herbe
	100 % plantes herbacées

Fig. 53 - Classification (dessus) et composition du régime alimentaire sur une base annuelle (dessous) de quelques espèces d'herbivores (d'après VAN VESSEM & STIEPERAERE 1989).

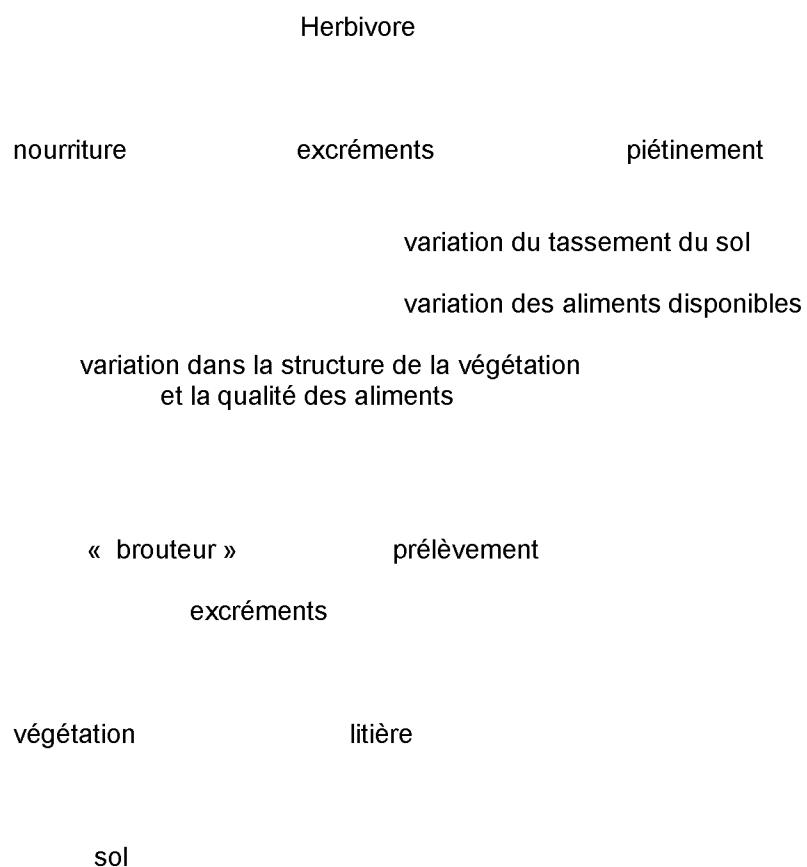


Fig. 54 - Influence des herbivores sur un écosystème (d'après VAN VESSEM & STIEPERAERE 1989).

MODELES DE PATURAGE EN CAS DE PATURAGE EXTENSIF ET TRES EXTENSIF

limites de végétation

espèces de bétail

modèles de végétation

CHEVAUX (lapins)

BŒUFS

MOUTONS

augmentation du choix du bétail

court

limites vagues

touffu

limites nettes

Fig. 55 - Modèles de pâturage en cas de pâturage extensif (d'après TEN HAAF & BAKKER 1992).

IV. OBSTACLES A LA GESTION

IV.1. Obstacles en matière de planification de l'espace

IV.1.1. PROTECTION DU LITTORAL

Le littoral situé devant la Réserve du Westhoek subit à l'heure actuelle une phase de grignotage caractérisée par une érosion du cordon de dunes à front de plage. L'évolution naturelle d'un tel littoral, comprenant des infiltrations de la mer, la formation éventuelle de chenaux et le renouvellement de la ligne côtière en retrait de son niveau actuel, est contrée depuis la seconde moitié des années cinquante suite au renforcement de la base des dunes par une digue en béton. Le rétablissement de l'évolution naturelle de la dynamique côtière entraînerait, tant du point-de-vue faunistique que floristique et géomorphologique, un enrichissement de la biodiversité de la Réserve du Westhoek.

IV.1.2. CORDON INTERIEUR DE DUNES ET LISIERE DES POLDERS

La Duinstraat (rue des dunes), une voie asphaltée, constitue aujourd'hui la limite brutale entre la lisière intérieure des dunes et les polders situés en retrait. Des deux côtés de cette route, des habitations, des commerces et des villages de vacances ont été installés. Certaines constructions sont établies dans des zones à caractère paysager telles que définies par le Plan de secteur. Certaines habitations sont directement contiguës à la réserve naturelle, ce qui entraîne diverses nuisances telles que bruit, pénétration de personnes dans la réserve, décharges clandestines, etc. De même, une pression importante est exercée sur la réserve au départ des habitations de vacances. Par ailleurs, les exploitations commerciales et les habitations de vacances provoquent une circulation intense le long de la Duinstraat, qui constitue un obstacle majeur en ce qui concerne le rétablissement éventuel des échanges naturels entre le « Oude Duinlandschap van Cabourg » et la Réserve du Westhoek, tel que celui-ci est proposé dans l'avant-projet de plan structurel d'aménagement de la zone côtière.

Le morcellement de l'espace (voie de chemin de fer, canal) qui caractérise la zone de dunes intérieures et les polders situés derrière la Réserve du Westhoek a pour conséquence -entre autres suite à la baisse du rendement dans l'agriculture et l'exploitation du bétail laitier traditionnels- que ces formes d'exploitation traditionnelles fortement liées au sol n'ont que peu d'avenir dans la zone considérée. On peut dès lors s'attendre à ce que ces pratiques soient progressivement remplacées par d'autres formes d'exploitation plus intensives et plus exigeantes envers le sol, telles que la production horticole (sous serres) (cf. l'implantation malheureuse de « Tropiflora »), l'exploitation intensive du bétail ou la culture d'arbres fruitiers. L'introduction d'exploitations de ce type, vu la grande fragilité des nappes aquifères dans les dunes et les polders, est donc indésirable, tant du point-de-vue de l'hygiène de l'environnement que du point-de-vue paysager (et de son attrait touristique) (HERRIER & LETEN 1994 : 19).

IV.1.3. LOTISSEMENT « HET VISSERSDORP »

Ce lotissement, qui date de la seconde moitié des années soixante-dix, est directement contigu à la limite nord-est de la réserve naturelle. En théorie, une (petite) zone-tampon était prévue entre la zone bâtie et la réserve, mais dans un certain nombre de cas, même cette zone fut en fait bâtie. Une pression intense s'exerce sur la réserve au départ de ce lotissement : pollution par le bruit, pénétration dans la réserve, chiens divagants, décharges clandestines, etc.

IV.1.4. CAMPING DU PERROQUET

Ce camping privé, situé entre la Réserve du Westhoek et les dunes du Perroquet, se compose d'une partie nord et d'une partie sud, reliées entre elles par une route revêtue. Ce camping constitue un obstacle majeur en ce qui concerne la création d'une réserve naturelle transfrontalière le Perroquet - Westhoek telle que celle-ci fut présentée dans une récente étude INTERREG (E.R.E. 1994). Une pression intense et diffuse s'exerce sur la Réserve du Westhoek au départ du camping : bruit, chiens en maraude, ordures, pratique du cerf-volant, ... Le chemin asphalté, qui sépare le complexe de dunes paraboliques du Perroquet de la Centraal Wandelduin située dans la Réserve du Westhoek, perturbe la dynamique géomorphologique naturelle de la zone. Par ailleurs, le sable qui obstrue le chemin est régulièrement éliminé.

IV.2. Obstacles en rapport avec les types de gestion

IV.2.1. GESTION ACTUELLE

La gestion actuellement pratiquée dans la Réserve du Westhoek se limite encore à une gestion botanique relictuelle (voir I.8.2.), centrée sur quelques ensembles de végétation intéressante qui sont maintenus en luttant contre l'envahissement par les buissons au moyen d'opérations de coupe et de fauchage. Les nouvelles parcelles de buissons ne sont éliminées que de façon restreinte. Les obstacles liés à ce type de gestion peuvent être résumés comme suit (voir explications plus détaillées dans V.2.):

- les sous-populations de diverses espèces précieuses et rares (*Orchis musc* (*Herminium monorchis*)), *Epipactis* des marais (*Epipactis palustris*), *Parnassie* (*Parnassia palustris*), *Gentiane* acré (*Gentiana amarella*), *Cirse acaule* (*Cirsium acaule*), ...) se limitent actuellement uniquement aux parcelles faisant l'objet de mesures de gestion. Il est fort probable que ces espèces ne se seraient pas maintenues sans la gestion effectuée au cours des quinze dernières années.
- en dépit de mesures de gestion techniques de leurs peuplements, certaines espèces très menacées ont malgré tout disparu de la réserve (*Choin noirâtre* (*Schoenus nigricans*), *Valériane dioïque* (*Valeriana dioica*)), ou n'ont maintenu que des populations marginales (*Orchis musc*, *Cirse acaule*). L'abaissement des populations de telles espèces en-dessous d'un seuil critique, lié entre autres à des chocs climatologiques, des modifications d'ordre géomorphologique, ou des « accidents de gestion », sont autant de raisons pouvant être invoquées pour expliquer le déclin des espèces en question.
- les efforts de gestion entrepris sur les parcelles au régime hydrologique perturbé ou qui furent autrefois enrichies en nutriments (ex. les unités de gestion « Guichelheilpanne » et « De Weide ») semblent n'avoir connu que peu ou pas de succès : l'absence (permanente) de diverses espèces particulières (ex. orchidées) y est à peu près générale.

IV.2.2. PERSONNEL DE GESTION

Le personnel affecté à la gestion et son encadrement posent également des problèmes à l'heure actuelle. Seuls deux ouvriers sont disponibles pour l'ensemble des réserves domaniales situées dans les dunes de la côte belge. Tant que la gestion se limite à quelques parcelles résiduelles, cet effectif peut encore suffire, mais dans l'avenir, en considérant la mise en application de divers plans de gestion (dont celui-ci) qui prévoient l'enlèvement à grande échelle des buissons envahissants, l'introduction du pâturage, etc, le nombre d'ouvriers s'avérera insuffisant.

On peut également opter pour une solution alternative consistant à faire effectuer les travaux importants, tels que l'élimination des buissons sur de grandes surfaces ou le placement de clôtures, par des entreprises sous-traitantes, afin de réduire le volume de travail pour les ouvriers permanents.

Un autre problème qui se pose actuellement concerne l'encadrement et l'éducation des ouvriers dans la Réserve du Westhoek. Un agent technique, expérimenté dans les mesures de gestion d'espaces naturels, devrait être engagé au plus tôt. Celui-ci devrait être compétent en ce qui concerne le fonctionnement de l'écosystème des dunes, afin d'évaluer et d'encadrer les travaux de

gestion. De plus, les ouvriers eux-mêmes devraient posséder une connaissance suffisante en matière d'écologie, afin de pouvoir suffisamment comprendre l'utilité et l'effet des travaux de gestion qu'ils effectuent. A l'heure actuelle, les ouvriers ne possèdent pas les connaissances de base nécessaires, ce qui exerce une influence négative sur leur motivation et sur l'exécution des mesures de gestion spécifiquement orientées vers la conservation de la nature qu'ils ont à effectuer dans la Réserve du Westhoek.

IV.3. Obstacles du point-de-vue éducatif et récréatif

IV.3.1. OBSTACLES GENERAUX EN RAPPORT AVEC LE COMPORTEMENT DES VISITEURS ET LA SURVEILLANCE DE CEUX-CI DANS LA RESERVE DU WESTHOEK

La Réserve du Westhoek, en tant que réserve de l'Etat (partiellement) ouverte au public, exerce une fonction sociale et éducative importante, qui peut être en contradiction avec la grande fragilité de certains éléments naturels protégés au sein de celle-ci. Le développement socio-éducatif du Westhoek doit donc veiller à ce que d'une part les zones les plus fragiles soient effectivement protégées contre toute perturbation, tout en assurant d'autre part suffisamment de possibilités dans le domaine de la découverte de la nature et de l'éducation. Le Westhoek est avant tout une réserve naturelle : la découverte de la nature et l'éducation y tiennent donc une place prépondérante. La récréation pure ne joue dès lors qu'un rôle secondaire.

La réserve subit à l'heure actuelle diverses formes de récréation difficilement compatibles avec le maintien à long terme de ses valeurs écologiques. Divers problèmes sont à constater en ce qui concerne le comportement actuel des visiteurs (d'après GELDHOF 1988, ROOTHAERT 1990, VAN LANDUYT 1992 : 43, HERRIER & LETEN 1994 : 25):

- La Réserve du Westhoek apparaît comme le site préféré du public pour promener les chiens, souvent en les laissant librement vagabonder, la plupart du temps en dehors des sentiers de promenade autorisés. Il s'agit très souvent d'habitants de La Panne, qui évoquent un certain « droit communal », en dépit du fait que les chiens sont de toute façon interdits à l'intérieur de la réserve, une mesure qui est clairement rappelée (sous forme de pictogrammes). Les chiens en liberté constituent non seulement une importante source de dérangement pour la faune (mammifères, oiseaux nichant sur le sol) et la flore (creusement de trous, rudéralisation via les excréments) de la réserve, mais ils irritent bien souvent les visiteurs conscients des besoins de la conservation de la nature qui parcourent le Westhoek. Le fait qu'une partie de l'Oostergrenspad fut ouverte il y a quelques années à la circulation des chiens tenus en laisse (voir plus haut), constitue également une source de problèmes en donnant naissance à une certaine dualité.

- La partie orientale du littoral est actuellement très en vogue parmi les nudistes, pour lesquels elle fait office de « zone de contact ». Cette situation est néfaste d'abord et avant tout suite à la création d'un réseau de pistes « sauvages », qui incitent les autres visiteurs à des comportements négatifs (ex. non-respect du réseau officiel de pistes). On note également une perturbation de la faune (oiseaux nicheurs) et de la végétation.

- Durant la haute saison touristique (vacances de Pâques, vacances d'été), la réserve fait également fonction de terrain de sports et de jeux (cerfs-volants, châteaux de sable, ...), de site de bronzage, etc. Les sites préférés par le public sont les versants des dunes, de même que les pannes très fragiles le long du Helmpad et du Guichelheilpad. Les visiteurs semblent particulièrement peu disposés à se conformer à la réglementation existante. Les effets de tels comportements sur le milieu ne sont pas suffisamment compris (GELDHOF 1988 : 6).

- L'infrastructure des sentiers actuelle n'est respectée qu'en partie. Ceci est surtout vrai dans la Centraal Wandelduin, où une délimitation stricte des sentiers est impossible suite à la nature mouvante du terrain : de nombreux visiteurs s'écartent régulièrement des sentiers officiels. De même, les anciennes routes bétonnées construites par l'armée allemande (ex. l'ancien Duindoornpad) sont encore régulièrement utilisées. Enfin, il existe un certain nombre

de voies d'accès illégales « fixes » dans la réserve (e.a. le long du littoral et à hauteur de la Panharinglaan) : les clôtures y sont régulièrement détruites.

Nombre de ces problèmes pourraient trouver une solution par la présence et l'intervention efficace d'un ou plusieurs gardes de terrain permanents. La situation actuelle, à savoir un seul agent technique ayant fonction de police pour les trois réserves naturelles de la côte belge (Westhoek, Houtsaeagerduinen et Hannecartbos, superficie totale environ 450 ha), est totalement insuffisante. Dans les réserves ouvertes au public (c'est le cas du Westhoek), il faudrait au minimum un garde permanent ayant pouvoir de police ; durant les périodes de haute fréquentation touristique, d'autres agents devraient être présents en renfort. Actuellement, les contraventions ne sont pas suffisamment sanctionnées : ceci est dû d'une part au fait qu'un seul agent est disponible sur le terrain, et d'autre part que la majorité des procès-verbaux sont automatiquement classés sans suite, ce qui a un effet particulièrement démotivant.

La fig. 56 présente les zones de la Réserve du Westhoek les plus sensibles aux effets des activités récréatives stationnaires (il s'agit principalement d'étendues assez ouvertes et accidentées), de même que celles qui constituent d'importantes voies de pénétration dans les parties non-ouvertes au public.

IV.3.2. OBSTACLES EN MATIERE D'INFRASTRUCTURE DES SENTIERS DE PROMENADE

Le réseau de sentiers de la Réserve du Westhoek a fait l'objet de nombreuses révisions et de divers réaménagements au cours des ans. Chaque fois, l'accent fut mis sur la nécessité de préserver les zones écologiquement fragiles et de canaliser au mieux la fréquentation du site par le public. Les diverses modifications apportées au réseau de sentiers depuis les années soixante-dix sont décrites dans les fig. 57 à 59.

Le réseau actuel, qui fut adapté pour la dernière fois en 1988, présente cependant diverses lacunes, notamment en ce qui concerne l'évolution naturelle du terrain :

- la partie de l'Oostergrenspad située entre l'entrée « Bunker » et l'entrée « Calmeynbos » longe une zone mélangée de buissons qui se trouvent actuellement en phase de déprérissement. Etant donné qu'aucune clôture n'est installée à cet endroit, il est à craindre que dans l'avenir, lorsque le terrain présentera un aspect plus ouvert, la faune et la flore de la panne située plus au sud seront dérangées de façon de plus en plus intense par les visiteurs qui s'écartent du sentier pour y pénétrer. L'ouverture de cette partie de l'Oostergrenspad aux chiens tenus en laisse il y a quelques années, une initiative de l'ancien gestionnaire du site, pose également problème. Ceci crée en effet une situation assez confuse (les chiens, même tenus en laisse, sont en effet interdits partout ailleurs dans la réserve), et par ailleurs, on constate que les visiteurs accompagnés de chiens se promènent également le long de la partie nord de l'Oostergrenspad (jusqu'à l'entrée principale).
- à hauteur de l'entrée de service située près de la Panharinglaan, l'Oostergrenspad longe un bras de la panne 12. Suite au caractère ouvert de cette panne, et du fait que seule existe une clôture symbolique (fil métallique), cette panne fait fréquemment l'objet d'intrusions de la part de visiteurs.
- les sentiers de promenade qui traversent des étendues de sable instable, telles que le Helmpad et le Kopjesduinpad, posent des problèmes généraux de contrôle des visiteurs, de par le fait qu'un balisage adéquat des sentiers (entre autres au moyen de clôtures) est impossible suite à la dynamique naturelle des lieux.
- la partie orientale de l'Helmpad (c'est-à-dire la partie située entre les jonctions avec le Konijnenpad et l'Oostergrenspad) traverse un creux d'érosion assez jeune et très important d'un point-de-vue naturel (panne 13 : voir fig. 17). En dépit de captages assez proches, cette panne semble pourtant posséder un régime hydrologique assez constant, grâce probablement à une nouvelle phase de dispersion du sable plus en profondeur et à l'apport d'eau d'écoulement provenant des versants des dunes proches. La présence de visiteurs, qui s'installent souvent dans la panne, provoque une perturbation très importante de la faune et

de la flore (potentielles) de cette panne. Certaines activités des enfants (construction de châteaux de sable, par exemple) provoquent également des perturbations du profil historique de ce creux d'érosion (présence d'objets datant du Moyen Age et plus récents).

- la partie nord du Konijnepad parcourt une crête de dune assez haute juste avant sa jonction avec la Centraal Wandelduin. A partir de ce point-de-vue, on constate régulièrement la pénétration de visiteurs dans le creux d'érosion récent (panne 11, fig. 17) située le long du versant nord de la Centraal Wandelduin, ce qui entraîne des perturbations de la faune (e.a. nichées de Gravelots à collier interrompu et de Tadornes de Belon) et de la flore (précieuse végétation pionnière des pannes). La partie du Konijnepad située à hauteur de la jonction avec le Kopjesduinpad se trouve également, pour des raisons identiques, trop près du creux d'érosion récente situé à proximité de la lisière nord de la Centraal Wandelduin. De plus, on constate également des infiltrations régulières de visiteurs au départ de la partie nord du Konijnepad vers les dunes situées le long de la plage.

- l'entrée « GR 5 » et la partie occidentale de l'Helmpad située juste avant la jonction avec le Grenspad, sont situées trop près d'une panne humide précieuse qui se trouve le long de la face nord de la Centraal Wandelduin (panne 9, fig. 17 ; unité de gestion « Klein Frankrijk »), ce qui entraîne de fréquentes perturbations de la faune et de la flore de cette panne par des visiteurs qui s'écartent de l'Helmpad.

- le balisage des pistes de la réserve, des sentiers communaux et du GR 5 (sentier de grande randonnée) est réalisé à l'aide de signes différents, ce qui donne parfois une impression chaotique.

- enfin, l'aménagement des sentiers de promenade laisse parfois à désirer, tant du point-de-vue du respect de la nature que de celui du respect du public. Notamment l'Oostergrenspad et le Grenspad sont par endroits très peu attractifs pour le visiteur amoureux de la nature, suite entre autres à leur largeur excessive, au manque de variation quelconque (« autoroutes »), à la tonte « millimétrée » des buissons le long des sentiers, ... De même, rien n'est prévu pour contribuer à l'éducation à la nature le long des sentiers (ex. manque de panneaux didactiques).

IV.3.3. OBSTACLES EN CE QUI CONCERNE L'IMPLANTATION ET L'EQUIPEMENT DES ACCES

Pour ce qui concerne l'évaluation en profondeur des infrastructures éducatives actuelles, nous renvoyons le lecteur au rapport intitulé « Studie tot en opmaken van een voorontwerp voor de herinrichting van de ingangen tot het Staatsnatuurreervaat de Westhoek te De Panne (BOOGHS et al. 1994) » ("étude et propositions concernant un avant-projet de réaménagement des accès de la Réserve naturelle domaniale De Westhoek à La Panne"), réalisé par le Bureau-conseil du Groene Leefruimte pour la Westvlaamse Vereniging voor de Vrije Tijd vzw. (asbl. Association de Flandre-occidentale pour le Temps libre).

1. Accès « Vissersdorp » (Schuilhavenlaan)

Problèmes :

- Cette entrée principale dans la réserve n'est nulle part indiquée le long des chemins d'accès.
- Les possibilités de stationnement des véhicules sont insuffisantes ; de telles possibilités existent un peu plus au Sud, le long de la Panharinglaan, ce qui provoque la création de points d'entrée illégaux.
- Les aménagements éducatifs (poubelles, panneaux, bancs, ...) sont de nature très différente (e.a. présence d'une carte de promenades ancienne et d'une nouvelle), et sont placés de façon désordonnée.
- Un panneau d'information se trouve à l'intérieur de la réserve, ce qui a pour conséquence que l'on ne peut prendre connaissance du règlement de la réserve qu'une fois à l'intérieur de celle-ci.
- L'entrée de service se trouve près de la Panharinglaan, ce qui donne lieu à une situation assez confuse.

- De plus, cette entrée principale est située de façon très excentrique par rapport au réseau de sentiers tel qu'il est conçu.

2. Accès « Calmeynbos »

Problèmes :

- La présence de nombreux panneaux d'information de formes diverses (sentier GR, promenades communales, sentiers de la réserve, ...) donne une impression de désordre, et s'avère très inesthétique. Des règlements différents s'appliquent en outre à la circulation sur le GR et sur les sentiers communaux par rapport aux sentiers dépendant de la réserve (les chiens y sont par exemple autorisés). Ceci crée à nouveau une confusion certaine, surtout à l'intérieur de la réserve, où aboutissent les différents sentiers.- Le panneau d'information est usé, unilingue, et se trouve à l'intérieur de la réserve au lieu de se trouver à l'entrée.

3. Accès « Bunker » (près de la Duinhoekstraat)

Problèmes :

- Le panneau d'information est en partie usé, et présente deux cartes différentes du domaine.
- Cette entrée est souvent utilisée par les habitants du village de vacances voisin en tant que chemin d'accès vers la mer ou pour promener les chiens (dans la réserve).
- Des décharges clandestines apparaissent parfois tout près de l'entrée.
- Aucune aire de stationnement n'est prévue, ni pour les voitures ni pour les vélos.
- L'entrée est très peu attrayante, car elle est située très près d'un bunker très peu esthétique datant de la Seconde Guerre mondiale.

4. Accès "Perroquet" (tout près de la frontière française)

Problèmes :

- Le départ du sentier de promenade et de la piste pour cavaliers sont très mal indiqués.
- Aucun panneau d'information au sujet de la réserve n'est disponible.
- Des possibilités de stationnement existent pour les voitures, mais pas pour les vélos. De même, aucun banc n'est disponible.
- L'entrée est très peu attrayante, suite à la proximité du camping et de bâtiments (restaurant).

5. Accès « Strand »

Problèmes :

- L'emplacement de la piste pour cavaliers et du sentier de promenade (Grenspad) sont très mal indiqués pour les visiteurs venant de la plage.
- Manque total d'installations récréatives ou éducatives: bancs, panneaux d'information, etc.

6. Accès « GR5 »

Problèmes :

- Problèmes d'ensablement suite à l'installation de l'entrée au milieu d'une dune très mobile.
- Manque de panneaux d'information.
- L'encadrement du public est quasi-impossible suite à l'emplacement du sentier sur la Centraal Wandelduin. Il s'ensuit d'importantes perturbations de la faune et de la flore des pannes humides situées le long du versant nord de la Centraal Wandelduin à cause des incursions fréquentes de visiteurs qui s'écartent du sentier officiel.

Fig. 56 - Délimitation des zones sensibles aux activités récréatives secondaires (hachures) et lieux importants d'infiltration sur les parcelles non-accessibles (flèches).

Fig. 57 - Infrastructure des sentiers de la Réserve du Westhoek, situation fin des années soixante-dix.

Fig. 58 - Infrastructure des sentiers de la Réserve du Westhoek, situation début des années quatre-vingts.

Fig. 59 - Infrastructure des sentiers de la Réserve du Westhoek, situation actuelle.

IV.4. Perturbations du régime hydrologique naturel

Un assèchement plus ou moins prononcé s'est fait remarquer depuis le début des années soixante-dix dans plusieurs parties du Westhoek. Cet assèchement se traduit par un abaissement du niveau moyen de la nappe phréatique, qui entraîne la disparition de toute une série de plantes dépendantes de l'eau souterraine (phréatophytes), des espèces souvent très rares. Les données relatives aux eaux souterraines (instruments de mesures) de LEBBE (1978) mettent en évidence un abaissement moyen de 0 à 50 cm dans la partie est de la réserve (fig. 60 d'après HERRIER & LETEN 1994). Les effets de cet assèchement ont été mentionnés par les auteurs suivants :

- HERBAUTS (1971 : 84) faisait état dès 1971 d'un abaissement des réserves d'eau souterraine dans la Réserve du Westhoek suite aux captages dans le Calmeynbos. Cet abaissement se manifestait par l'assèchement prématué des pannes sèches, avec un retrait de la végétation phréatophyte pour conséquence.
- D'HONDT (1981 : 9) cite les conséquences suivantes dues à l'abaissement du niveau des eaux souterraines :
 - 1) la dispersion du sable du plancher des pannes récentes, un phénomène de plus en plus fréquent et prononcé, est dû à l'assèchement du sol ancien de ces pannes qui provoque une érosion du sable (trop sec) par le vent.
 - 2) le niveau de l'eau est en diminution dans diverses dépressions (sur base de données orales communiquées par des habitants âgés).
 - 3) diminution sensible de la surface occupée par la végétation des pannes humides.
 - 4) disparition et diminution d'un certain nombre d'espèces phréatophytes telles que Liparis, Prêle panachée, Germandrée des marais, Choin noirâtre, Orchis musc, Mouron délicat, ...
- DE RAEVE et al. (1983) ont mené une étude sur la présence ancienne et actuelle d'espèces phréatophytes dans les dunes côtières belges (fig. 61). Entre 1850 et 1983, un total de 160 espèces phréatophytes furent observées dans les dunes situées entre la frontière française et La Panne (où se situe la Réserve du Westhoek) ; seules 120 d'entre elles furent à nouveau notées en 1983, ce qui veut dire que 40 espèces (25 %) avaient disparu. Les dunes du Westhoek ont moins souffert que les Houtsaegerduinen (perte 50 %) et la Doornpanne (perte 75 %).

Les causes possibles de l'assèchement partiel de la Réserve du Westhoek sont l'augmentation du drainage dans les polders, l'augmentation des surfaces urbanisées et des rigoles qui y sont associées, les captages d'eau souterraine, de même que l'intense envahissement de la zone par les buissons.

IV.4.1. DRAINAGES DANS LES POLDERS

Le réservoir d'eau souterraine situé sous les dunes est alimenté par un excédent en précipitations de 280 mm/an. L'écoulement est surtout horizontal, tant vers la mer que vers les polders. Cet écoulement peut être localement perturbé par des couches peu perméables. Etant donné que le niveau moyen des eaux souterraines est plus haut sous la plage suite à l'influence des marées (4,3 m par rapport au niveau de la mer) qu'à la limite des polders (2,8 m par rapport au niveau de la mer), un volume plus important d'eau s'écoule sous les polders (environ 59 % de l'excédent en précipitations), ce qui explique que la ligne de partage des eaux souterraines ne se situe pas sous l'axe longitudinal des dunes, mais plus proche de la mer. Suite à l'aménagement du canal "Langgeleed" (dont le début de la construction remonte, d'après LOPPENS (1932) au début du 8^e siècle), qui eut pour conséquence un meilleur drainage dans les polders, ce pourcentage s'est encore trouvé augmenté (environ 62 %), et la ligne de partage des eaux s'est encore rapprochée de la mer.

L'amélioration de l'efficacité du drainage dans les polders de La Panne ("Overdekt Waterlandschap") a entraîné un abaissement de la nappe phréatique dans la région (MARTENS &

WALRAEVENS 1995 : 88). Le niveau des eaux de surface et les débits sont cependant inconnus en ce qui concerne l'Overdekt Waterlandschap, ce qui rend une estimation quantitative impossible.

IV.4.2. URBANISATION

Les environs du Westhoek ont pendant longtemps échappé à l'urbanisation intensive. L'augmentation de la surface bâtie ne s'est faite sentir qu'au cours des dernières décennies (lotissement « Vissersdorp », exploitations commerciales et villages de vacances le long de la lisière intérieure des dunes, camping Le Perroquet, ...). L'infiltration des eaux diminue suite à l'urbanisation des dunes. Une partie des précipitations est directement absorbée. L'eau de pluie est soit stockée dans les citernes, soit évacuée par les rigoles.

La vitesse d'infiltration sur une chaussée revêtue de dalles de béton ou de pavés augmente proportionnellement à la surface occupée par les joints (MARTENS & WALRAEVENS 1995 : 89). Là où le revêtement consiste en une couche continue d'asphalte, aucune infiltration n'a lieu.

Si des rigoles sont placées sous le niveau de la nappe phréatique, le risque existe que des eaux souterraines s'infiltraient dans ces rigoles par des fissures. Etant donné que les rigoles sont bien étanches, il n'existe aucune donnée concernant le volume prévisible des eaux s'infiltrant par de telles fuites. Certains citent pourtant le chiffre de 0,5 l/Km de canalisation (VAN DEN BOSSCHE 1994 cité dans MARTENS & WALRAEVENS 1995 : 90). Dans les villes, les eaux de précipitation sont évacuées aussi vite que possible par les rigoles. En moyenne 60 %, mais jusqu'à 80 % des précipitations sont ainsi soustraits à l'infiltration dans le sol dans les villes. Etant donné qu'un aussi faible pourcentage d'eau parvient effectivement à pénétrer dans le sol dans les villes, et que ce pourcentage correspond avec des précipitations inférieures à 200 mm -la limite qui définit les zones désertiques-, on peut effectivement considérer les villes comme des déserts de pierres.

De grandes quantités d'eau souterraine peuvent être évacuées durant l'installation de canalisations. C'est ainsi qu'au cours de l'installation de rigoles dans la Veurnestraat (rue de Furnes), au Sud des Houtsaegerduinen, entre 1981 et 1983, plus d'1.000.000 m³ d'eau furent pompés et évacués en mer (LEBBE, com. pers.). Ce volume correspond à environ la moitié de la production annuelle actuelle d'eau potable dans le Calmeynbos.

IV.4.3. ENVAHISSEMENT PAR LES BUISSONS ET BOISEMENT

La végétation des dunes du Westhoek a évolué au cours d'une période d'environ soixante-dix ans, pour passer d'une végétation prédominante de terrains ouverts couverts de mousses et de prairies herbacées vers une végétation où dominent arbres et buissons. On ne sait cependant pas dans quelle mesure cette évolution a eu des effets sur le niveau de la nappe phréatique. BAKKER (1981 : 83) a publié des valeurs d'évaporation pour sept types de végétation dans les dunes des Pays-Bas (tableau 12).

Tableau 12 - Evaporation (en mm/an) des différents types de végétation dans les ensembles de dunes des Pays-Bas (d'après BAKKER (1981))

Type de végétation	Evaporation (mm/an)
Dunes sans végétation	180
Végétation des vallées humides	550
Végétation des dunes sèches	360
Bois de feuillus humide	550
Bois de feuillus sec	400
Bois de conifères humide	700
Bois de conifères sec	550

On remarque clairement que la différence entre la végétation des dunes sèches (360 mm/an) et les bois de feuillus secs (400 mm/an) est très faible. Si on compare par exemple 340 ha de végétation des dunes à 340 ha de bois de feuillus, on constate une perte annuelle de 136.000 m³/an

de précipitations. A titre de comparaison : dans le Calmeynbos, on capte chaque année quelque 2.000.000 m³ d'eau potable.

IV.4.4. CAPTAGES D'EAU SOUTERRAINE

IV.4.4.1. Données générales (d'après MARTENS & WALRAVENS 1995 : 91)

Au niveau de l'ensemble des dunes belges, c'est surtout le long de la côte occidentale, là où les réserves souterraines d'eau douce sont les plus importantes, qu'ont lieu les captages. Ces captages servent à répondre aux besoins du tourisme côtier très intense, pour les exploitations agricoles, les besoins domestiques, de même que pour les usages industriels -peu importants- dans les polders pauvres en eau douce.

Le prélèvement d'eau dans les formations souterraines entraîne l'apparition d'un nouvel équilibre. Le pompage d'eau souterraine va de pair avec un abaissement local du niveau, ce qui se traduit par un abaissement de la nappe ou de l'apport en eau, et, dans une moindre mesure, de l'évapotranspiration. Cependant, des prélèvements trop importants rendent impossible un tel équilibre, et la nappe souterraine s'épuise peu à peu. Le prélèvement maximal possible sans conséquences néfastes est donc plus fonction du volume net des précipitations et du débit minimum requis pour les rivières que de la quantité totale d'eau prélevée. On accepte généralement que, normalement, environ ¼ du volume net des précipitations peut être prélevé sans risquer un épuisement à terme des réserves d'eau souterraine.

Le volume et l'étendue de l'abaissement de la nappe souterraine dépendent de deux facteurs : la quantité, et la structure du sous-sol. Plus les quantités prélevées augmentent, plus l'abaissement sera important. La structure hydrogéologique du sous-sol et les modes de captage ont également une influence sur l'abaissement de la nappe.

Si l'on capte de l'eau au-dessus d'une couche semi-perméable dans le réservoir phréatique, le niveau de l'eau sera directement influencé. Le niveau des eaux souterraines diminue le plus dans les environs des captages. Lorsque les prélèvements ont lieu en-dessous d'une couche semi-perméable, l'abaissement du niveau de l'eau, dans des circonstances pour le reste similaires, sera plus réduit à proximité des captages. Là où le mouvement vertical de l'eau est plus réduit, le niveau de la nappe baisse moins, mais l'étendue de la zone dans laquelle cet abaissement a lieu sera plus importante.

Les pompages ou les injections au milieu des dunes sont responsables des modifications les plus importantes du niveau des eaux souterraines. Les pompages opérés tout près du niveau de remontée donnent naissance à d'importants courants le long de cette limite. Etant donné qu'aussi bien sous la ligne des marées hautes que sous la limite entre dunes et polders on constate la présence d'eau salée, le risque de contamination par le sel est réel.

IV.4.4.2. Pompage provisoire des «drie Vijvers»

Entre 1975 et octobre 1976, on procéda au pompage de l'eau dans la carrière de sable « de Drie Vijvers » située au Sud de la Duinhoekstraat, ceci afin de maintenir le niveau de la nappe tel qu'il permettait l'extraction de sable sec. Au début, ces pompages avaient lieu avec l'aide d'une seule pompe, d'un débit de 75 m³/heure (= 657.000 m³/an) (LEBBE 1978 : 146). Une seconde, puis une troisième pompe (même débit de 75 m³/heure) furent cependant mises en action au fur et à mesure de l'abaissement du fond de la carrière. L'eau était évacuée par le Langeleed jusqu'au canal Nieuport-Dunkerque. Les données de LEBBE (1978) font apparaître l'influence considérable de ces pompages sur le niveau hydrologique de la Réserve du Westhoek. Les prélèvements d'eau dans la carrière atteignaient pour l'année hydrologique 01/10/1975 - 30/09/1976 120 mm, ce qui correspond presque au volume des captages d'eau dans le Calmeynbos durant cette année (147 mm).

IV.4.4.3. Captages d'eau potable du Calmeynbos

Le 17 décembre 1963, 92 ha de dunes situées sur le territoire de la commune de La Panne furent achetés par la Société intercommunale de distribution d'eau de Furnes-Ambacht

(Intercommunale Waterleidingsmaatschappij Veurne-Ambacht) (D'HONDT 1981 : 22). A partir du 22 février 1967, la société commença à capter de l'eau sur ce terrain pour l'approvisionnement en eau potable. Des puits supplémentaires furent installés en 1980, ce qui permit d'augmenter le volume des pompages. Les installations comprennent une centaine de puits de filtration, à partir desquels, à l'aide

de siphons, on pompe l'eau vers un puits central de collecte. Environ 4 % du volume des eaux ainsi pompées servent d'eau de rinçage pour les installations. Cette eau de rinçage est ensuite libérée dans les dunes, après passage dans une installation de purification (LEBBE 1978 : 145).

Le tableau 13 donne un aperçu de la quantité d'eau potable annuellement prélevée au captage « Westhoek » (Calmeynbos) entre 1967 et 1984. La production annuelle d'eau potable augmente d'année en année. Par rapport à 1967, on pompe actuellement trois fois plus d'eau. Un simple calcul (étendue de la surface du captage 92 ha, moyenne annuelle des précipitations 280 mm) met en évidence le fait qu'actuellement, on pompe chaque année 6 à 7 fois plus d'eau hors de la zone de captage que celle-ci n'en reçoit par les précipitations. Les données de LEBBE (1978) montrent que les captages dans le Calmeynbos sont le principal responsable de l'abaissement du niveau de la nappe phréatique dans la Réserve du Westhoek. Le modèle mathématique, adapté à l'année hydrologique 01/10/1975 - 30/09/1976 montre notamment que l'écoulement vers la mer atteignait 45 mm, l'écoulement vers les polders -7,1 mm, le prélèvement d'eau dans le Calmeynbos 147 mm, et le pompage (temporaire) dans la carrière « de Drie Vijvers » 120 mm (LEBBE 1978 : 158).

Les captages d'eau ont donné naissance à deux grands entonnoirs de prélèvement, ce qui a entraîné un abaissement marqué du niveau de la nappe phréatique dans les environs. Les prélèvements ont provoqué une carence en eau sur un grand territoire. A hauteur des captages, la limite entre l'eau douce et l'eau salée s'est déplacée, tant du côté mer que du côté polders. Si rien n'est changé à la gestion des captages d'eau, la teneur en sel de l'eau prélevée atteindra dans un avenir proche des normes supérieures à celles acceptées pour l'eau de consommation (LEBBE et al. 1993 cit. dans MARTENS & WALRAEVENS 1995 : 99).

Tableau 13 - Aperçu des quantités d'eau pompées annuellement dans la zone de captage « Westhoek » (Calmeynbos) de l'IWVA.

Année	Quantité (m ³)	Année	Quantité (m ³)
1967	602.176	1968	690.943
1969	820.266	1970	866.577
1971	772.676	1972	683.406
1973	929.596	1974	1.080.738
1975	1.145.594	1976	1.270.540
1977	1.330.000	1978	1.470.000
1979	1.470.000	1980	1.550.000
1981	1.670.000	1982	1.760.000
1983	1.760.000	1984	1.700.000

Fig. 60 - Situation des unités de gestion dans la Réserve du Westhoek, avec indication de l'abaissement moyen du niveau des eaux, basée sur les relevés d'instruments de mesure (HERRIER & LETEN 1994).

DUNES COTIERES BELGES

DUNES RECENTES

DUNES ANCIENNES

APERCU DES MODIFICATIONS DANS LA FLORE DES PHREATOPHYTES
DES DUNES COTIERES BELGES ENTRE 1850 ET 1983.

TOUS PHREATOPHYTES (observés à la côte belge)

INCHANGE OU CHANGEMENTS INCONNUS

DECLIN PRONONCE

DISPARU

PHREATOPHYTES « TYPPIQUES »

PHREATOPHYTES TRES SENSIBLES A L'ASSECHEMENT

Fig. 61 - Aperçu des modifications intervenues dans la flore des phréatophytes des dunes côtières belges entre 1850 et 1983.
Les dunes du Westhoek sont reprises sous 1A (DE RAEVE et al. 1984 : 425).

IV.5. Vestiges de l'ancien Mur de l'Atlantique érigé par les Allemands

Un certain nombre de constructions (ou de vestiges de constructions) appartenant au Mur de l'Atlantique érigé par l'armée allemande au début des années quarante se trouvent toujours dans la Réserve du Westhoek : chemins en béton, chemins renforcés en gravier, débris de bunkers, fils barbelés, blocs de béton, etc. Dans un certain nombre de cas, de tels vestiges et débris sont à l'origine de problèmes en rapport avec le développement naturel des processus géomorphologiques et de la végétation, l'accès et le gardiennage. Les problèmes les plus importants se manifestent aux endroits suivants(d'après LETEN 1994) :

- La branche ouest du Duitse Weg (qui part de la lisière intérieure des dunes à hauteur de l'actuel Tropiflora), en partie disparue sous la Centraal Wandelduin mais qui réapparaît à la lisière nord de la dune mobile, sous forme d'un ruban de béton très morcelé et proéminent, qui encombre la partie supérieure de la dune mobile proche, et empêche le dégagement de la panne qui s'est nouvellement formée à cet endroit. Le tracé de ce ruban de béton fait également fonction de voie de pénétration par excellence pour les promeneurs qui l'utilisent (de manière illégale) pour atteindre le littoral, et constitue donc un des principaux facteurs de perturbation de la végétation et de la tranquillité dans le cordon de pannes du nord de la réserve et du littoral. L'ancien Duindoornpad emprunte en partie le tracé ultérieur de la branche occidentale de ce Duitse Weg. Plus près du littoral également, les vestiges de cette ancienne voie de communication servent de point de départ pour les infiltrations indésirables vers la Centraal Wandelduin.
- La branche orientale du Duitse Weg partait en direction du complexe de bunkers situé dans l'actuel lotissement du Westhoek (Vissersdorp), et correspond plus ou moins au tracé actuel du Konijnepad. Sur la lisière nord de la Centraal Wandelduin, le béton réapparaît à la surface. Si aucune mesure n'est prise, ce ruban de béton provoquera les mêmes désagréments dans les années à venir que ne le fait actuellement la branche occidentale du Duitse Weg : désagrégation en blocs épars, et perturbation du processus de dispersion du sable dans la panne avoisinante.
- Les Allemands avaient également aménagé un certain nombre de chemins non revêtus (e.a. le Smokkelpad). Ceux-ci constituent un élément nettement moins perturbateur dans le paysage de dunes actuel, mais localement, là où ils avaient été renforcés à l'aide de gravier, ils peuvent poser des problèmes aux dunes mobiles (perturbation ou empêchement du processus de dispersion).

IV.6. Problèmes externes en rapport avec la dispersion du sable

A plusieurs endroits le long de la limite de la réserve, la dynamique géomorphologique en présence est à l'origine de problèmes liés à l'ensablement des bâtiments et des routes. Ceci est surtout vrai à proximité de la Groene Biezenlaan, le long de la limite est de la réserve. Depuis plusieurs années, des problèmes d'ensablement y sont constatés, occasionnés par le sable provenant du complexe de dunes paraboliques situées à proximité. Le fait que le sable déposé à cet endroit est régulièrement enlevé pose un problème supplémentaire, à savoir que la réserve « perd » continuellement des quantités de sable. Afin d'éviter des pertes de sable supplémentaires, de même que pour prévenir les problèmes en rapport avec l'ensablement, des mesures devront être prises en vue de fixer ce complexe de dunes mobiles.

A long terme, la dynamique de la Centraal Wandelduin pourrait poser problème, suite à l'ensablement des infrastructures et des polders situés le long de la limite sud de la réserve. En tenant compte de la vitesse actuelle du front d'ensablement de cette dune mobile (5 à 10 m/an), on peut estimer que dans le courant des cinquante prochaines années, de tels problèmes apparaîtront effectivement. C'est pourquoi des propositions sont faites en vue de mieux prévenir de tels problèmes par une révision éventuelle du projet de plan de gestion.

IV.7. Envahissement par les buissons et les broussailles

Suite à l'abandon des pratiques agro-pastorales (pâturage, coupes de bois, fauchage, ...) depuis la Seconde Guerre mondiale, de même qu'à l'effondrement des populations de lapins suite à l'épidémie de myxomatose depuis la seconde moitié des années cinquante, de grandes parties de la Réserve du Westhoek ont subi une évolution marquante. Les grandes étendues couvertes de végétation herbacée éparse ont en effet cédé la place à des peuplements de buissons pauvres en espèces et dominés par les argousiers, les troènes et les sureaux, avec un sous-bois nitrophile (Ortie dioïque, Claytonie perfoliée, Cerfeuil,...). Le fait qu'à l'heure actuelle, certains types de végétation caractérisés par des espèces typiques des milieux calcaires, des prairies des dunes et des marais fangeux survivent encore, est à attribuer aux mesures de gestion qui furent appliquées depuis la seconde moitié des années soixante-dix. La rudéralisation de la végétation est également favorisée par l'abaissement local de la nappe phréatique, les dépôts atmosphériques de N² (voir plus loin sous « acidification »), et les chutes de feuilles provenant des boisements voisins de peupliers (surtout le long de la lisière intérieure des dunes).

On ne dispose pas de données précises en ce qui concerne le potentiel d'enrichissement éventuel en azote des argousiers et aulnes noirs. La fixation d'azote par plante adulte en ce qui concerne les argousiers peut atteindre 180 kg N/ha/an (BECKING 1970 : 638). En ce qui concerne les boisements en aulne noir d'une densité de 5 arbres/m², des valeurs atteignant 700 kg N/ha/an ont été notées (BECKING 1970 : 634). On n'a pas encore pu déterminer de manière précise dans quelle mesure l'azote contenu dans l'air est disponible pour les autres plantes ; en d'autres termes, dans quelle mesure il s'agit d'une perte nette. Il est probable que cet azote ne se retrouve dans l'air qu'après la mort de la plante-mère. BINGELLI et al. (1992 : 334) mentionnent que la teneur pourcentuelle en azote dans les sols envahis d'argousiers n'augmente que si d'autres fixateurs de l'azote (principalement des légumineuses) étaient présentes dans la végétation AVANT l'installation des argousiers.

IV.8. Espèces exotiques

IV.8.1. Flore

Un certain nombre d'espèces ont été plantées par l'homme dans la région du Westhoek. Ces plantes, à l'origine exogènes mais qui aujourd'hui se propagent souvent spontanément, posent des problèmes. Elles envahissent en effet des parcelles couvertes de végétation typiques des prairies ou bien de mousses, ou favorisent l'apparition de végétation rudérale en provoquant trop d'ombre ou un volume de feuilles mortes trop important tombant sur le sol. Les problèmes les plus importants ont lieu le long de la limite orientale de la réserve, à hauteur du Calmeynbos et du lotissement du Westhoek « Vissersdorp » (plantations de Peupliers de l'Ontario), de même que le long de la lisière des dunes intérieures (plantations de Peupliers du Canada et de Peupliers grisards). Là où de telles plantations menacent des dunes couvertes de mousses remarquables, on doit les éliminer. Aux endroits où l'élimination de ces arbres pourrait entraîner des glissements de terrain (sable) indésirables, on peut remplacer les espèces exogènes en plantant des espèces au caractère plus naturel (telles que les oyats et éventuellement des fagots de ramilles).

L'Erable sycomore (*Acer pseudoplatanus*) est considéré dans le la "Vision de l'écosystème néerlandais" (JANSSEN & SALMAN 1992) comme une « plante exotique à éradiquer ». Dans les dunes côtières de Flandre, calcaires, cette espèce originaire des bois des ravins des régions montagneuses semble s'étendre spontanément en de nombreux endroits, surtout à proximité des plantations (propagation par les graines). Cette espèce se retrouve en abondance dans les parties de la Réserve du Westhoek subissant une évolution vers la forêt. La nécessité de combattre l'Erable sycomore en tant qu'espèce exotique peut être discutée. A l'heure actuelle, l'espèce ne semble pas causer de problèmes importants. En fonction de la tendance actuelle vers le rajeunissement et la fixation, cette espèce jouera probablement un rôle important (sinon dominant) dans les futurs bois

des dunes. Ses effets négatifs possibles sur la faune et la flore locales (terrestre et épiphytique) n'apparaissent pas encore clairement. De même, les effets du pâturage à l'aide de grands herbivores

(l'Erable sycomore est probablement une espèce que ces animaux consomment de préférence) sont encore inconnus.

La Hyacinthe d'Espagne (*Hyacinthoides hispanica*), une espèce qui s'est répandue au départ de jardins privés, pose un problème spécifique. Ce géophyte menace en effet, par hybridation, les populations de la Hyacinthe sauvage (*Hyacinthes non-scripta*) que l'on trouve dans la réserve. L'élimination de toutes les hyacinthes non-endogènes de la réserve est donc souhaitable, afin de protéger les populations de Hyacinthes sauvages.

D'autres plantes exotiques, plantées par l'homme ou qui sont apparues spontanément, semblent ne pas poser problème à l'heure actuelle. Nous pensons par exemple au Seringa (*Syringa vulgaris*), à l'Aulne noir (*Alnus glutinosa*), au Cotonéaster (*Cotoneaster horizontalis*) ou au Mahonia (*Mahonia aquifolia*), qui ne s'étendent pas -ou à peine- à l'intérieur de la réserve, ou apportent même un enrichissement des valeurs naturelles de celle-ci.

IV.8.2. Faune

En ce qui concerne les espèces exogènes de faune, c'est principalement l'extension potentielle du Tamia (Ecureuil terrestre de Sibérie) (*Tamias sibericus*) qui vaut la peine d'être mentionnée. Depuis 1970 environ, cette espèce de rongeur à l'origine introduite s'est établie dans le Calmeynbos proche. La population de l'espèce peut être estimée à environ 120 individus à l'heure actuelle (BILLIAU 1992 : 221). Dans le Calmeynbos, l'écureuil semble se nourrir principalement des graines d'Erable sycomore (*Acer pseudoplatanus*), qui fut lui-même introduit à l'origine. Ils consomment également des limaces, des insectes, des oisillons, des œufs et des souris.

Une extension de la population de cette espèce à l'intérieur de la Réserve du Westhoek est prévisible, surtout dans la partie sud-est de celle-ci, suite principalement à l'extension dans cette direction des boisements spontanés de (e.a.) l'Erable sycomore. Ceci peut avoir des conséquences à la fois positives et négatives. Du côté positif, on retiendra le fait que ces animaux constituent des réserves hivernales en enterrant des graines d'arbres, ce qui peut contribuer au processus de boisement spontané (BILLIAU 1992 : 221). Mais l'espèce peut également exercer un rôle négatif, notamment suite à son comportement typique de fourrageur qui pourrait entraîner des dérangements sur les sites (potentiels) de nidification d'espèces d'oiseaux nichant au sol, dans les buissons ou les arbres (Rossignols, Pouillots, Rouge-gorges). Dans la Forêt de Soignes entre autres, le déclin marqué du Pouillot siffleur, une espèce pourtant typique, a été attribué à l'augmentation des effectifs du Tamia (ZWAENENPOEL 1993 : 11).

IV.9. Acidification (précipitations acides)

Les précipitations acides sont un problème des dernières décennies. Le taux d'acidité naturel de l'eau de pluie non-polluée atteint à l'heure actuelle des valeurs de 5,65 (ce qui est en fait déjà légèrement acide ; DAMS & MOENS 1994), en fonction de la concentration actuelle de l'air en CO₂. Un pH inférieur à 5,65 signifie qu'une certaine acidification se manifeste déjà. Les substances principales qui provoquent une acidification dans le milieu terrestre sont le dioxyde de soufre (CO₂), les oxydes d'azote (NO) et l'ammoniaque (NH₃) (DE BLUST 1989). Les centrales électriques et les raffineries de pétrole sont les principales sources d'émission de dioxyde de soufre. Les oxydes d'azote proviennent surtout des processus de combustion : combustion industrielle, transports et chauffage domestique. L'ammoniaque enfin provient principalement de l'élevage intensif de bétail. Les dépôts d'ammoniaque acidifient le sol (sous l'influence des sels de soufre et de salpêtre formés), mais a également un rôle d'eutrophisation. D'importantes quantités d'azote sont en effet disponibles sous forme d'ammonium. Une des conséquences bien connues de cette acidification, qui va de pair avec d'autres facteurs négatifs tels que l'abandon du pâturage et l'abaissement de la nappe phréatique, est l'envahissement par les broussailles des sites naturels. Dans les terrains de dunes calcaires, nous pensons surtout à l'apparition en tant qu'espèces dominantes de Calamagrostis et de

Laîches des sables. De même, l'envahissement de certains sites par des mousses telles que *Campylopus introflexus*, une espèce néophyte, pourrait être attribué à l'augmentation de l'acidification (HEMERIK 1992).

Des mesures quantitatives en rapport avec les précipitations acides ne sont pas disponibles pour la Réserve du Westhoek. Il semble cependant, à la lueur de la présence de certaines espèces de lichens utilisées comme bio-indicateurs, que la pollution par le SO₂ aussi bien que par le NH₃ soit plus faible dans la Réserve du Westhoek que n'importe où ailleurs en Flandre occidentale et orientale (HOFFMANN 1993). Ceci pourrait peut-être être attribué aux vents dominants, qui assurent un apport constant d'air marin, relativement peu chargé en substances responsables d'acidification et qui sont principalement produites à l'intérieur des terres.

V. MESURES DE GESTION CONCRETES

V.1. Introduction

La gestion de la nature dans les dunes de Flandre se trouve actuellement dans une phase expérimentale, l'accent étant mis spécifiquement sur des types de gestion d'espèces ou de végétations relictuelles. Les alternatives énoncées au Chapitre III, comme par exemple le pâturage ou les opérations de coupes ou de fauchage à grande échelle, ne sont pour ainsi dire pas encore appliquées dans la pratique. Plusieurs opérations de gestion de ce type furent certes régulièrement appliquées dans le passé, mais il s'agissait avant tout d'opérations à caractère agricole qui n'étaient pas effectuées dans un but de conservation de la nature. Les résultats auxquels peuvent aboutir ces différents types de gestion ont déjà été présentés précédemment dans le cadre de ce dossier, sur base d'une série d'exemples concrets en France et aux Pays-Bas. La transposition dans la pratique des expériences glanées à l'étranger pour la gestion de la Réserve du Westhoek seront développées dans le présent chapitre.

Les mesures de gestion concrètes en ce qui concerne tant la gestion interne que la gestion externe sont en outre discutées, et un aperçu du calendrier de gestion est également proposé. L'évaluation des résultats des types de gestion déjà pratiqués, et qui est présentée ci-dessous, montre en tout cas clairement que de nouvelles règles de gestion s'imposent.

V.2. Evaluation de la gestion pratiquée jusqu'ici dans la Réserve du Westhoek

On peut synthétiser comme suit le bilan de près de quarante années de protection et de gestion (LETEN, en prép.) :

- En dépit de son statut d'aire protégée, la réserve a perdu depuis 1957 un nombre important d'espèces rares et très menacées en Flandre ; parmi celles-ci, plusieurs appartiennent à la flore "typique" des dunes, e.a. Liparis de Loesel (*Liparis loeselii*), Orchis bouffon (*Orchis morio*), Orchis pyramidal (*Anacamptis pyramidalis*), Choin noirâtre (*Schoenus nigricans*), Germandrée des marais (*Teucrium scordium*), ... Parmi les orchidées reprises sur la Liste rouge des espèces menacées (COSYNS et al. 1994), seules l'Epipactis des marais (*Epipactis palustris*), l'Orchis musc (*Herminium monorchis*) et l'Orchis incarnat (*Dactylorhiza incarnata*) ont pu se maintenir. Mais même ces espèces ont subi un recul considérable en nombre d'individus ou/et de stations. Ni le statut administratif de protection, ni les processus géomorphologiques internes et les modèles "naturels" de pâturage et de succession ne se sont donc avérés en mesure de préserver la diversité classique en espèces du site.
- Il semble également que les processus de végétation spontanés (envahissement par les buissons et les broussailles d'un milieu autrefois exploité sous forme de pâturage et d'autres utilisations) soient les principaux responsables de la disparition ou du déclin de plusieurs éléments floristiques rares et menacés, même si d'autres espèces ont quant à elles profité d'une telle évolution (Sceau de Salomon officinal (*Polygonatum odoratum*), Epine-vinette (*Berberis vulgaris*), Nerprun purgatif (*Rhamnus catharticus*), Dryoptéris écaillue (*Dryopteris affinis ssp. affinis*, ...)).
- Historiquement parlant, il semble clair que l'urbanisation ait également joué un rôle, même si les dunes ont été relativement moins détruites ou morcelées que par exemple à Coxyde-Oostduinkerke. L'abaissement du niveau de la nappe phréatique, dans le cas présent suite aux captages, a sans conteste joué un rôle ; mais contrairement à ce qui s'est passé dans d'autres ensembles de dunes, cet abaissement n'a jusqu'ici jamais été la cause

principale de la perte d'espèces menacées. Ces deux derniers éléments ont certes provoqué un rétrécissement du milieu potentiel disponible pour les espèces les plus particulières. Les processus géomorphologiques naturels (formation de jeunes vallées humides) constituent au contraire un facteur positif important - si non exclusif- de maintien de nombreuses espèces menacées.

- A l'heure actuelle, les stations d'espèces remarquables encore présentes telles que les orchidées et d'autres espèces reprises sur la Liste rouge des espèces menacées (Epipactis des marais, Orchis musc, Orchis incarnat, Parnassie (*Parnassia palustris*), Gentiane âcre (*Gentianella amarella* s.s.), Mouron délicat (*Anagallis tenella*), ...) sont cependant totalement limitées aux parcelles faisant l'objet de mesures de gestion. Il est probable que sans les efforts entrepris au cours des quinze dernières années, ces espèces auraient disparu de la réserve. A cet égard au moins, la politique de gestion relictuelle a donc eu des résultats positifs.
- En dépit de mesures de gestion d'ordre technique sur leur sites de présence, diverses espèces très menacées (Choin noirâtre, Valérianie dioïque (*Valeriana dioica*)) ont cependant disparu du site, ou ne se sont maintenues que de façon marginale (Orchis musc, Cirse acaule (*Cirsium acaule*)). Il apparaît donc clairement que pour être en mesure de supporter les chocs climatologiques, les modifications géomorphologiques, les effets des successions de végétation, les contraintes génétiques, les "accidents de gestion", etc., la population de ces espèces ne peut descendre en-dessous d'un seuil minimal critique. Sur un site qui demeure en partie au moins très dynamique comme les dunes du Westhoek, et compte tenu des influences externes actuelles et des processus de succession internes, une telle situation n'est possible que si de grandes superficies d'habitats potentiellement adéquats sont disponibles, tant dans l'espace que dans le temps. Alors qu'avant même l'introduction de mesures de gestion il y a quelques dizaines d'années, les espèces les plus importantes semblaient disposer de suffisamment d'espaces, ceci n'est plus du tout sûr ni à l'heure actuelle ni à l'avenir. La richesse potentielle du site en orchidées, tant en ce qui concerne les espèces qui font partie de la flore naturelle des marais côtiers que celles qui sont plutôt typiques de milieux semi-naturels liés à d'anciennes pratiques agraires, dépend aujourd'hui complètement d'interventions techniques sur les processus naturels. Si l'on considère la variation au sein des habitats, les variabilités climatologiques et géomorphologiques, l'apport de diaspores dépendant parfois du hasard, de même que la raréfaction voire la disparition de populations-réservoirs en dehors de la réserve, il paraît évident que la surface des parcelles faisant actuellement l'objet de mesures de gestion (moins de 6 ha, dont la moitié semble ne pas convenir à l'implantation des espèces les plus importantes pour des raisons hydrologiques ou autres) n'est pas suffisante pour garantir la pérennité de cette richesse potentielle.
- Les efforts en matière de gestion dans les parties de la réserve souffrant d'un régime hydrologique perturbé (zones asséchées ou souffrant périodiquement de carences en eau suite à l'influence des captages d'eau ou des pompages dans les polders) semblent en fin de compte obtenir moins de résultats positifs, ou n'en obtiennent pas du tout. L'établissement d'espèces remarquables y est très rare, et lorsqu'il se produit, dans des périodes climatologiquement favorables, ces espèces ne parviennent pas à y établir de populations de façon durable. De même, les résultats obtenus par le défrichage dans la panne autrefois fertilisée (unité de gestion "De Weide") ne sont pas concluants (voir également HERRIER & LETEN 1994), ce qui est probablement dû en partie à un certain assèchement du terrain (principalement fluctuations importantes). Les deux ou trois espèces d'orchidées observées à cet endroit depuis le début des opérations de fauchage ne pouvaient de toute façon pas constituer des populations viables (encore que le déterrage de ces plantes ait quelque chose à voir avec cette situation). Des facteurs externes, à savoir en matière de gestion des eaux souterraines, de même que des facteurs historiques jouent donc un rôle de première importance en ce qui concerne le rendement des mesures de protection.

- Les espèces de milieux de dunes "adultes" qui étaient à coup sûr (*Orchis bouffon*) ou probablement (*Orchis à feuilles larges (Dactylorhiza majalis)*, *Orchis tacheté*) présentes autrefois dans le Westhoek, ne réapparaissent pas (du moins pour l'instant) dans les anciennes vallées propices et faisant l'objet de mesures de gestion. En règle générale, les anciennes végétations apparues suite au pâturage qui eut lieu durant de longues périodes ou suite à l'exploitation humaine, demeurent à terme celles qui font l'objet d'un maximum d'attentions de la part des gestionnaires. Contrairement aux végétations récentes des vallées, on ignore pour le moment si et de quelle façon celles-ci pourront être créées ou régénérées. En règle générale, les espèces d'orchidées et d'autres espèces (*Amourette (Briza media)*, ...) typiques de tels habitats fortement liés aux anciennes pratiques agraires font partie des espèces les plus menacées de la flore de Flandre et de Belgique (LETEN 1989, COSYNS et al. 1994).

V.3. Gestion globale dans le Westhoek

Le milieu-type qui a été sélectionné pour la Réserve du Westhoek est un type intermédiaire entre le "milieu dynamique dirigé" et le "milieu à unités semi-naturelles". A cet effet, le libre fonctionnement des processus écologiques (mobilité à grande échelle, évolution naturelle du littoral, boisements spontanés, ...) jouera un rôle déterminant, mais certaines interventions d'ordre technique (ex. fixations localisées, enlèvement des buissons, introduction du pâturage, ...) seront nécessaires afin de tempérer les facteurs négatifs externes et internes (assèchement, envahissement par les buissons et les broussailles, ...). De plus, on trouve dans le Westhoek un certain nombre de types de végétations ainsi que les éléments faunistiques qui en font partie (prairies dunaires mésophiles, anciens prés de fauche des vallées) dont le caractère relictuel justifie pleinement des interventions de type technique si l'on veut les préserver. En premier lieu, la gestion relictuelle actuelle (gestion des modèles) doit donc être poursuivie, mais devra par la suite évoluer en partie vers un type de gestion des processus (milieu dynamique dirigé) grâce au défrichage d'une grande superficie d'habitats potentiellement adéquats et à l'introduction du pâturage (extensif), gestion qui rendra encore et toujours possible l'encadrement nécessaire (régulation de la densité du pâturage, fauchage d'appoint, plantations d'oyats, ...).

V.4. Gestion interne de la Réserve du Westhoek

Remarque importante

Dans le Chapitre II, le rétablissement du niveau naturel des eaux souterraines dans la Réserve du Westhoek a été présenté comme un but hydrologique important. Ceci demeure une priorité absolue à tout moment.

Etant donné les incertitudes (juridiques) qui entourent encore l'arrêt potentiel des captages d'eau dans le Calmeynbos, l'élaboration de la "Gestion interne" a donc été basée sur la situation actuelle d'un point-de-vue hydrologique. Ceci signifie que seules les zones qui bénéficient encore d'un régime hydrologique suffisamment peu perturbé (principalement la moitié occidentale de la réserve) ont été prises en considération dans le cadre d'interventions visant au rétablissement (par le défrichage des étendues de buissons et l'introduction du pâturage) des végétations des vallées qui dépendent des eaux souterraines. Il est bien entendu que ceci sous-entend le maintien du régime hydrologique actuel.

A plus long terme (20 ans), avec l'arrêt des captages d'eau, la gestion devra être étendue vers la partie actuellement asséchée de la réserve. Une révision partielle du (projet) de plan de gestion s'avérera donc nécessaire à ce moment.

V.4.1. PHASES DE LA GESTION

Un étalement dans la réalisation des objectifs de gestion formulés dans le (projet de) plan de gestion s'avère nécessaire. Il faut à cet effet faire la distinction entre une phase de recherche

(éventuellement précédée d'une phase de gestion relictuelle), une phase d'aménagement et une phase de consolidation. On parle d'une phase de gestion relictuelle lorsque la gestion existante est dirigée vers le maintien de populations relictuelles d'éléments rares de faune ou/et de flore à l'intérieur du site naturel géré. Durant la phase de recherche, on s'efforce, à la lumière de recherches scientifiques et de gestion expérimentale, de définir les obstacles et les exigences abiotiques et biotiques les plus importants en vue d'aboutir au maintien et à l'extension des milieux-types formulés dans le (projet de)plan de gestion. Au cours de la phase d'aménagement, le site est aménagé en fonction des obstacles et des objectifs de gestion qui ont été déterminés. Cet aménagement peut par exemple consister en la création d'un réseau de sentiers de promenade, la pose de clôtures autour de certaines parcelles pour le pâturage, l'aménagement de points d'eau pour le bétail, etc. C'est durant cette phase que les efforts financiers et techniques sont les plus conséquents. Enfin, la phase de consolidation permet l'évaluation des mesures de gestion appliquées en fonction des objectifs de gestion préétablis. Un encadrement de la gestion appliquée est possible durant cette phase, par exemple en régularisant la densité du pâturage, en adaptant le réseau de sentiers de promenade, en introduisant le fauchage d'appoint de certaines broussailles, ...

V.4.1.1. Phase de gestion relictuelle

La gestion active de la nature dans la Réserve du Westhoek, entamée il y a environ une vingtaine d'années, se trouve toujours dans la phase de gestion relictuelle à l'heure actuelle. Ceci signifie qu'un certain nombre de modèles de végétation (à savoir les prairies mésophiles et les végétations des vallées humides à divers stades de développement) sont maintenues en état grâce à une gestion interne consistant en des opérations de fauchage, de coupes et de sarclage. Au point V.2. nous avons vu qu'en dépit de ces opérations de gestion, un certain nombre d'espèces rares et menacées en Flandre ont cependant disparu ou se sont considérablement raréfiées à l'intérieur de la Réserve du Westhoek. Dans la plupart des cas, il s'agissait d'une diminution de la population en-dessous d'un seuil minimal critique, situation suite à laquelle des modifications climatologiques, des contraintes génétiques, des "accidents de gestion", etc. suffisaient à éliminer totalement les populations déjà marginales. Si l'on souhaite à long terme voir réapparaître les espèces disparues, et assurer le maintien de populations très réduites d'autres espèces rares, il sera donc nécessaire, par une combinaison de gestion des modèles et des processus, de créer de grandes superficies d'habitats potentiellement favorables.

V.4.1.2. Phase de recherche

La phase de recherche doit permettre de déterminer quelles parties de la réserve peuvent être retenues, sur base de critères géomorphologiques, pédologiques, hydrologiques et du point-de-vue éducatif et récréatif, en vue de rétablir les divers types de végétation que l'on souhaite favoriser et les espèces qui en font partie.

On peut entre autres établir que :

- le maintien et l'extension de nouvelles pannes humides dépendra du maintien de la dynamique géomorphologique de la Centraal Wandelduin (mobilité à grande échelle);
- les végétations des prairies calcaires humides mésophiles ne pourront vraisemblablement être maintenues que sous l'influence du pâturage et pour autant que le régime hydrologique soit préservé.
- les stades jeunes et anciens des végétations de vallées humides ne peuvent être maintenus que dans les zones bénéficiant d'un régime hydrologique stable.
- le rétablissement de végétations de vallées herbagées humides au départ des taillis a le plus de chance d'aboutir dans les parties de la réserve bénéficiant d'un régime hydrologique peu perturbé.
- le boisement spontané se produit principalement dans les anciennes pannes autrefois pâturées et au sol riche en humus.

- les végétations de mousses dépendent du pâturage par les lapins de même que du maintien d'une dynamique à petite échelle. Elles sont e.a. sensibles au piétinement (récréation) et à l'invasion par des espèces exotiques apparues au départ de plantations.
- la formation de chenaux et l'évolution naturelle du littoral nécessitent un enlèvement partiel du renforcement artificiel de la base des dunes.

Des recherches antérieures, de même que la comparaison avec des ensembles de dunes situés à l'étranger, ont montré que certains types de gestion bien définis sont nécessaires et s'imposent même à court terme, étant donné la situation précaire constatée en ce qui concerne certains objectifs et certains milieux-types. La gestion de la Réserve du Westhoek en est donc arrivée à la phase suivante, celle d'aménagement.

V.4.1.3. Phase d'aménagement

La phase d'aménagement implique que les différentes zones de la réserve soient aménagées en fonction des objectifs préétablis, en tenant compte des obstacles ayant été éventuellement identifiés à l'intérieur de celles-ci.

En ce qui concerne la Réserve du Westhoek, la phase d'aménagement consistera en :

Aménagements éducatifs et récréatifs :

- Construction d'un centre de visites.
- Réaménagement des accès et de l'infrastructure des sentiers, sur base des problèmes ayant été définis.
- Isolement des zones fragiles et des zones pâturées à l'aide de clôtures.
- Engagement d'un gestionnaire/surveillant de terrain permanent.

Aménagements et mesures en rapport avec la dynamique géomorphologique :

- Elimination de structures encombrantes telles que chemins bétonnés, débris, etc.
- Fixation de dunes mobiles le long de la limite de la réserve.

Aménagements et mesures en rapport avec la gestion des modèles/des processus :

- Etablissement d'une infrastructure de gestion.
- Délimitation et aménagement (placement de clôture, creusement d'abreuvoirs) des zones à pâturer.
- Défrichage des buissons dans les parties de la réserve stables d'un point-de-vue hydrologique, là où une gestion de rétablissement (par le biais du pâturage) des végétations des vallées riches en espèces est prioritaire.
- Introduction du pâturage extensif, à l'aide de vaches ou/et de chevaux, dans les zones (partiellement) défrichées et à rétablir.

V.4.1.4. Phase de consolidation

La phase de consolidation vise à évaluer les mesures de gestion entreprises durant la phase d'aménagement, sur base des objectifs préétablis. Un encadrement de la gestion des modèles/des processus demeure toujours possible durant cette phase, e.a. par la régularisation de la densité du pâturage, le fauchage ou les coupes d'appoint, le déplacement de clôtures, l'adaptation du réseau de sentiers, etc.

V.4.2. CREATION D'UN GRADIENT DE GESTION DANS LA RESERVE DU WESTHOEK

En fonction du choix du milieu-type préétabli (combinaison de milieu naturel dirigé/milieu à unités naturelles) et des objectifs de gestion, de même que des obstacles déjà formulés, un

compartimentage interne est proposé dans la Réserve du Westhoek -proportionnel aux potentialités du terrain (surtout en ce qui concerne l'hydrologie)- qui comprend une intensité décroissante des mesures

de gestion (de la gestion des modèles à la gestion des processus) d'Ouest en Est. Ce compartimentage interne, présenté à la fig. 62, consiste en cinq zones.

V.4.2.1. Zone I (a+b) : gestion des modèles

Dans cette zone, l'accent est mis principalement sur la gestion des modèles ; en d'autres termes sur le maintien, par le biais de mesures de gestion appropriées (défrichage, pâturage, coupes) d'unités semi-naturelles spécifiques (prairies dunaires mésophiles, végétation de marais calcaires humides). Deux sous-zones entrent en considération à l'intérieur de la Réserve du Westhoek (Ia + Ib), au Nord-ouest et au Sud-ouest de la Centraal Wandelduin (voir fig. 62). C'est à l'intérieur de ces zones que sont entrepris les efforts de gestion les plus importants en matière de défrichage des vallées envahies par les buissons. Le potentiel de développement peut en effet être considéré comme très important, en fonction du régime hydrologique très peu perturbé et de la présence de population relictuelles d'espèces-cibles.

Parmi les espèces remarquables de ces zones, on peut citer e.a. : Orchis musc, Parnassie, Amourette, Cirse acaule, Traquet tarsier; Triton crêté, Prêle panachée, Gentiane âpre, ...

V.4.2.2. Zone II (a, b + c) : gestion des processus modérée ou dirigée

Dans cette zone, l'accent est mis principalement sur le déroulement libre des processus naturels ; cependant, certaines mesures de gestion demeurent nécessaires.

Trois sous-zones entrent en considération :

- Sous-zone IIa : les dunes du bord de mer de la moitié ouest de la réserve.

Le libre déroulement des processus naturels est prépondérant, mais la fonction de protection du littoral (dans ce cas-ci, le renforcement de la base des dunes, les plantations de ramières et d'oyats) doit être maintenue pour des raisons de protection de la côte et pour la protection des vallées secondaires remarquables situées plus au Sud.

- Sous-zones IIb et IIc : pannes moyennement ou faiblement asséchées et envahies par les buissons au Nord et au Sud de la Centraal Wandelduin.

Les processus naturels (développement des étendues de buissons, boisement spontané) jouent à nouveau un rôle prépondérant. Le rétablissement des végétations des vallées humides, riches en espèces, n'est cependant pas vraiment assuré à moyen terme, suite à l'influence (certes réduite) des captages d'eau. L'intervention sous forme de gestion consistera dans ces sous-zones à y autoriser le pâturage extensif (poneys, éventuellement vaches en supplément par la suite), le but principal poursuivi étant le développement maximal des végétations de franges (comprenant e.a. Grémil officinal, Silène penché, Inule conyze, ...). Contrairement à la zone I (a + b), l'enlèvement préalable des buissons n'est pas prévu. Les effets possibles du pâturage extensif sur le développement (spontané) des buissons et des bois dans cette zone dépendront notamment de la densité du pâturage qui sera maintenue. On peut s'attendre à des changements dans la structure horizontale et la composition de la végétation.

V.4.2.3. Zone III : gestion des processus contrôlée

Ce sont les dunes de front de mer de la partie orientale qui sont concernées. Il a été opté pour un rétablissement partiel de la dynamique côtière naturelle à l'intérieur de cette zone, et une augmentation de la diversité biotique et abiotique dans la réserve, grâce à l'élimination partielle du

renforcement en béton de la base des dunes, et la création d'une ouverture dans le cordon de dunes permettant à la mer de s'infiltrer (développement d'un chenal). Parmi les espèces pouvant potentiellement coloniser ce milieu, on peut citer e.a. Betterave maritime, Agropyre à feuilles de jonc, Cakilier, Sterne naine, ... La gestion consistera e.a. à maintenir ouverte l'embouchure du chenal, à l'encadrement des visiteurs, la plantation additionnelle d'oyats afin de fixer les dunes avoisinantes, ...

V.4.2.4. Zone IV : gestion libre des processus

L'ensemble de la Centraal Wandelduin, y compris les buissons et les dunes mobiles à l'Est et au Sud-est de celle-ci, entrent en ligne de compte dans le cadre d'une gestion libre des processus ; ce type de gestion prévoit de laisser libre cours total aux processus naturels. Ceci signifie qu'en principe, la dynamique géomorphologique à grande échelle (mobilité) de la dune et le boisement spontané dans les zones couvertes de buissons pourront suivre leur cours naturel normal. Ceci n'exclut cependant pas que localement, certaines opérations complémentaires de gestion puissent être menées, telles que l'évacuation de débris pouvant obstruer la mobilité, ou l'élimination d'espèces exotiques agressives.

V.4.2.5. Zone V : gestion-tampon

Le long des limites occidentales et orientales de la réserve, aux endroits où les contreforts de la Centraal Wandelduin provoquent l'ensablement des constructions et des infrastructures, il sera nécessaire d'effectuer des fixations à l'aide de plantations d'oyats, afin de prévenir la perte de sable (par enlèvement du sable déposé sur les infrastructures). Cette zone a été indiquée sur la fig. 62 à l'aide de hachures.

Fig. 62 - Compartimentage interne en ce qui concerne la gestion dans la Réserve du Westhoek (voir texte). En hachuré : zones désignées dans le cadre de la gestion-tampon.

V.5. Exécution concrète de la gestion interne

V.5.1. MESURES DE GESTION A EXECUTER DANS LE CADRE DE LA DYNAMIQUE GEOMORPHOLOGIQUE

Le maintien de la dynamique géomorphologique (mobilité à grande échelle) à l'intérieur de la Réserve du Westhoek a été identifié comme objectif important. Cependant, la présence de constructions et d'infrastructures le long de la limite de la réserve rend localement nécessaire le contrôle de cette mobilité.

Les mesures de gestion à prévoir comprennent :

- 1) L'évacuation des obstacles aux mouvements des dunes, tels que voies bétonnées, débris de bunkers et autres débris (vestiges du Mur de l'Atlantique construit par les Allemands).
- 2) La fixation par endroits (à l'aide de plantations d'oyats) de versants des dunes très mobiles le long des limites est et ouest de la réserve (gestion-tampon).

En ce qui concerne la description détaillée et la localisation sur le terrain des vestiges du Mur de l'Atlantique, nous renvoyons le lecteur au rapport de LETEN (1994). Les débris à éliminer en priorité sont e.a. :

- 1) Les branches orientales et occidentales de l'ancien Duitse Weg sur la Centraal Wandelduin et sous les dunes avoisinantes.
- 2) Les parties revêtues du Konijnpad et de l'ancien Duindoornpadpad situés sur les contours paraboliques des pannes 2 et de la panne 3.
- 3) Les parties revêtues les plus hautes de l'ancien Duindoornpad, de même que ses embranchements dans les dunes à front de mer.

Durant l'automne 1995, le Service de la Côte (Dienst der Kust) a entamé à ses frais l'enlèvement de blocs de béton et d'autres débris. Un entrepreneur privé fut chargé des travaux. Le budget total de ceux-ci est estimé à 4 millions de FB. Il est très important qu'aucun dommage irréparable ne soit commis à l'encontre de végétations fragiles durant l'accomplissement de tels travaux. C'est pourquoi, en accord avec l'entrepreneur, un tracé le plus favorable possible sera déterminé et balisé pour évacuer les débris. De préférence, on éliminera un maximum de débris via la Centraal Wandelduin ou par la plage. Durant l'exécution des travaux, un encadrement et une surveillance seront à assurer par l'agent technique et des personnes formées à l'écologie. Les matériaux les plus fins, tels que le gravier et les petits morceaux de briques, pourraient peut-être -et de préférence- être enlevés par la suite par les ouvriers permanents.

Les surfaces de sable mobile à fixer le long de la limite est (près de la Groene Biezenlaan) et ouest (près du croisement entre l'actuel Helmpad et le Grenspad) de la réserve peuvent être estimées à respectivement 0,64 et 1,28 ha (ensemble, environ 2 ha). On emploiera au mieux les oyats (*Ammophila arenaria*) comme matériau de fixation, éventuellement combiné à des fagots de rameilles. L'emploi intensif de moyens mécaniques (tels que rameilles, treillis, ...) comporte un inconvénient majeur, à savoir que contrairement aux plantes qui croissent en même temps que le sable, ils ne forment aucune biogalerie verticale dans le sol, ce qui rend plus difficile la colonisation ultérieure par des espèces d'herbes ou de buissons à racines profondes, rendant ainsi le versant des dunes fixées très sensible aux perturbations (AMPE 1991).

Une publication du BRITISH TRUST FOR CONSERVATION VOLUNTEERS (1991) donne un certain nombre de directives en ce qui concerne la fixation de dunes mobiles à l'aide d'oyats. Les meilleurs résultats sont obtenus si les boutures sont récoltées et plantées par temps frais et exempt de gel (température inférieure à 15 °C). Les résultats optimaux sont obtenus durant les mois de février et de mars, pour autant qu'aucune gelée ne survienne. Les pousses d'oyats nécessaires seront de préférence récoltées sur le terrain même : les populations d'oyats denses et bien développées,

croissant sous le couvert de versants de dunes, seront utilisés de préférence. La récolte peut être effectuée aussi bien à la main qu'à l'aide d'une bêche. Il est cependant important de conserver par bouture un rhizome d'au moins 150 mm (2 à 3 boutons). Les boutures ainsi récoltées peuvent éventuellement être stockés dans des sacs en plastique durant plusieurs semaines dans un endroit frais et sombre. Ceci permet aux boutons de gonfler, ce qui provoque une croissance plus rapide des boutures après que celles-ci aient été replantées. Lors de la plantation, il est important de veiller à ce que le point de croissance active (situé tout près de la jonction entre la tige et la racine) soit placé entre 5 et 10 cm sous le niveau du sol. Ceci favorise considérablement la croissance. De plus, les rhizomes doivent être plantés aussi profondément et verticalement que possible dans le sable. Suivant la grosseur des rhizomes, on peut planter entre 2 et 6 pousses munies de racines dans chaque trou. On adoptera de préférence une structure en "grillage", en gardant entre chaque trou une distance maximale de 50 cm. Le volume de travail nécessaire pour la récolte et la plantation de rangées d'oyats atteint en moyenne 700 plantes/jour/personne.

Les plantations nécessaires pour fixer les dunes mobiles dans la Réserve du Westhoek (surface totale environ 2 ha, en considérant une distance de 50 cm entre deux trous de plantation) sont estimées de l'ordre de 100 jours/homme. Les plants d'oyats peuvent éventuellement être utilisés conjointement aux fagots de ramilles.

A proximité de la Groene Biezenlaan, il sera nécessaire d'éliminer les Peupliers de l'Ontario présents (et pour la plupart malades) afin de pouvoir planter les oyats. Les parcelles fixées seront de préférence fermées au public à l'aide d'une clôture consistant en un seul fil métallique, et munie d'un certain nombre de panneaux ("pénétration interdite - végétation en développement").

V.5.2. RETABLISSEMENT DU DEVELOPPEMENT NATUREL DE LA COTE

Depuis la fin des années soixante-dix, la formation naturelle de la côte devant la Réserve du Westhoek a été perturbée par la construction d'une digue en béton (protection de la côte). Le rétablissement du contact entre la mer et les dunes situées à front de plage, par l'élimination partielle de cette digue, offre des perspectives particulièrement intéressantes d'un point-de-vue écologique et géomorphologique. Ceci permettrait l'établissement de végétations halotolérantes remarquables aux endroits où eau douce et eau salée entreraient en contact. A plus long terme, suite à l'érosion et à l'écoulement des dunes situées à front de plage, un nouveau cordon de dunes pourrait se créer plus à l'intérieur des terres, c'est-à-dire à hauteur de l'actuelle digue. L'élimination partielle de cet ouvrage de protection de la côte doit cependant être soumis à diverses conditions :

- la sécurité et le sentiment de sécurité des habitants de La Panne (et principalement ceux du lotissement de Vissersdorp) doivent être assurés.
- la végétation remarquable des pannes au Sud des dunes à front de mer (actuelle unité de gestion "Romeins Kamp") doivent être protégées contre l'envahissement par l'eau de mer.
- la digue de mer exerce à l'heure actuelle une fonction sociale importante en tant que piste de promenade. Au cas où celle-ci est partiellement détruite, il faut trouver des solutions permettant d'éviter que les visiteurs ne pénètrent dans les dunes.
- le développement positif du point-de-vue faunistique et floristique des zones de contact entre l'eau douce et l'eau salée ne pourra avoir lieu que pour autant que ces zones puissent être soustraites à toute forme de récréation (ex. placement de clôtures, gardiennage).

Parallèlement au développement du projet de plan de gestion de la Réserve du Westhoek, une "étude de faisabilité concernant la sécurité de la côte suite à l'élimination partielle du renforcement artificiel de la base des dunes devant la Réserve naturelle du Westhoek" a été réalisée par le bureau d'ingénieurs HAECON (Harbour and Engineering Consultants n.v.) à la demande du Département Nature d'AMINAL. Cette étude a permis de présenter diverses alternatives relatives à l'enlèvement de la digue et leurs effets en relation avec la sécurité de la côte, sur base de relevés topographiques historiques et récents des dunes et de la plage à l'intérieur de la réserve, et avec l'aide de modèles mathématiques basés sur des expériences vécues à l'étranger.

Quatre scénarios différents ont été étudiés :

1. Enlèvement partiel de la digue à hauteur du creux d'érosion situé le plus à l'Ouest dans la zone orientale des dunes à front de plage (zone III, voir fig. 62).
2. Enlèvement partiel de la digue à hauteur du creux d'érosion central dans la zone orientale des dunes à front de plage (zone III, voir fig. 62).
3. Enlèvement partiel de la digue à hauteur du creux d'érosion situé le plus à l'Est dans la zone orientale des dunes à front de plage (zone III, voir fig. 62).
4. Enlèvement complet du renforcement en béton de la base des dunes sur une distance d'environ 350 m dans la zone orientale des dunes de front de mer (zone III, voir fig. 62).

Il ressort (entre autres) de l'étude que :

l'enlèvement partiel de la digue (20 m) à hauteur du creux d'érosion situé le plus à l'Ouest dans la zone orientale des dunes de front de mer doit être envisagé avec prudence, suite à la possibilité de propagation vers le Sud d'une inondation étant donné que le relief naturel n'offre pas assez de résistance à la mer : un alourdissement des dunes s'impose à cet endroit.

- l'enlèvement partiel de la digue (15 m) à hauteur du creux d'érosion central met la mer en contact direct avec un chenal potentiel d'environ 1,5 ha sans entraîner de risque particulier pour la sécurité des régions côtières. Un monitoring minutieux des dunes paraboliques mobiles situées à l'Est et à l'Ouest s'impose cependant.
- l'enlèvement partiel de la digue (10 m) à hauteur du creux d'érosion situé le plus à l'Est tout près du lotissement de Vissersdorp est envisageable ; cependant, le chenal potentiel qui pourrait résulter de l'opération, de par ses dimensions réduites, n'aurait que peu de valeur écologique. Un alourdissement des dunes au Sud serait également nécessaire.
- l'enlèvement total de la digue entraînerait une modification importante dans le profil du littoral,
et nécessiterait les alourdissements de dunes mentionnés ci-dessus.

Compte tenu de l'importance de l'intervention et du bien-fondé écologique, la préférence a été donnée à l'exécution d'un des deux scénarios suivants, ou à une combinaison de ceux-ci :

- Scénario 2

Ce scénario prévoit l'élimination localisée de la protection de la base des dunes à hauteur du creux d'érosion central, sur une longueur de 15 m au niveau $Z + 6,00$ m (Z = niveau de la mer + 106 mm). Les travaux complémentaires éventuels se limiteront à l'élargissement de quelques dunes avoisinantes au niveau $Z + 8,00$ m sur un maximum de 50 m. Le volume de sable nécessaire atteint environ 1000 m³. Un déblaiement de la première ceinture de dunes et du creux d'érosion sur environ 0,50 m jusqu'au niveau $Z + 5,50$ m pourrait accélérer la formation du chenal et pourrait fournir le volume de sable nécessaire à l'élargissement du cordon de dunes avoisinant.

- Scénario 1

Ce scénario prévoit l'enlèvement localisé du renforcement de la base des dunes à hauteur du creux d'érosion occidental sur une longueur de 15 m au niveau $Z + 6,00$ m. A certains endroits, les dunes avoisinantes devront être surélevées d'environ 75 cm jusqu'au niveau $Z + 8,00$. Le volume de sable nécessaire atteint environ 2500 m³. Un déblaiement de la première ligne des dunes et du creux d'érosion d'environ 0,50 m jusqu'au niveau $Z + 5,50$ m pourrait accélérer la formation du chenal, et pourrait fournir environ 75 % du volume de sable nécessaire au surélèvement des dunes.

Il a été proposé de commencer par appliquer le scénario 2 (création d'un chenal d'environ 1,5 ha). Si des résultats positifs sont obtenus, on peut après quelques années compléter l'opération en mettant à exécution le scénario 1.

En fonction de l'utilisation intensive de la zone à des fins récréatives, et afin que les visiteurs ne pénètrent dans les dunes à marée haute, il sera nécessaire de remplacer la partie démantelée de la digue en béton par une passerelle en bois (longueur environ 15 à 20 m).

Les attentes en ce qui concerne le rétablissement de la faune et de la flore sont importantes. Surtout d'un point-de-vue floristique, on peut s'attendre à une colonisation rapide du nouveau chenal par des espèces halophytes rares locales et régionales (e.a. Betterave maritime, Glaux, Salicorne, Morelle à trois fleurs, ...). Le chenal pourrait faire office de réservoir de graines pour la région proche de Bray-Dunes en France. Du point-de-vue de l'avifaune, l'installation d'espèces nicheuses rares (Sterne naine, Gravelot à collier interrompu, Petit Gravelot, ...) dépendra surtout de la quiétude (absence d'activités récréatives) à l'intérieur de la zone du chenal. La présence d'un garde plus ou moins permanent pour la Réserve du Westhoek jouera un rôle déterminant à cet effet.

Le coût du développement du chenal (enlèvement partiel du renforcement en béton de la base des dunes, creusement du chenal, renforcement + fixation des dunes avoisinantes, placement d'une passerelle en bois) peut être estimé de l'ordre de 5 à 10 millions de FB. Il peut s'avérer utile, avant de commencer l'exécution des travaux, d'effectuer une étude complémentaire afin de déterminer de manière plus précise les travaux à effectuer et le montant de ceux-ci.

Par ailleurs, il est également souhaitable que l'ensemble de l'opération soit encadrée du point-de-vue informatif (panneaux, dépliants), afin de tenir la population locale et les visiteurs au courant des actions entreprises.

Fig. 63 - Situation des dépressions concernées par le défrichement dans la partie orientale du cordon de dunes en bord de plage de la Réserve du Westhoek (d'après HAECON, 1995).

V.5.3. COUPES ET DEFREICHAGE

Les coupes en tant que mesures de gestion dans la Réserve du Westhoek consisteront en :

1. Défrichage de taillis à l'intérieur de la zone I (sous-zones a + b), désignée pour faire l'objet d'une gestion des modèles (ouverture de sphères ouvertes à l'intérieur des vallées en préparation à l'introduction du pâturage à ces endroits).

En premier lieu, il est important que les parcelles retenues pour l'introduction du pâturage extensif, et sur lesquelles le défrichage de buissons s'avère nécessaire, soient munies d'une clôture adéquate, ainsi que d'un certain nombre de chemins de service pour l'apport et l'enlèvement de matériel. Ces considérations font l'objet d'un développement plus explicite dans le chapitre consacré au pâturage. Nous ne discutons ici que de l'élimination effective de buissons en tant que mesures préparatoires à l'introduction du pâturage extensif.

Les fig. 64a et 64b désignent les parcelles retenues pour procéder au défrichage des buissons au sein des parcelles de pâturage nord et sud. Dans la parcelle sud, il s'agit d'une superficie à débroussailler d'environ 7 ha, dans la parcelle nord d'une superficie d'environ 12 ha.

L'enlèvement des buissons s'effectue de préférence à l'aide d'un tondeuse à battant. Aux endroits humides et sensibles, et à proximité immédiate des unités de gestion existantes, il sera nécessaire d'utiliser des débroussailleuses. La végétation coupée doit être rassemblée et évacuée sans délais.

2. Elimination d'arbres à l'origine plantés par l'homme (surtout peupliers d'origine étrangère) le long de la limite sud et est de la réserve (là où ces arbres menacent les végétations des prairies et de mousses et de lichens fragiles suite à leur ombre, de même qu'à la chute et au dépôt sur le sol de leurs feuilles).

La fig. 64a indique à l'intérieur de quelles zones les peupliers doivent être éliminés. La superficie totale considérée atteint environ 4 ha. L'élimination des arbres est particulièrement nécessaire là où les végétations de mousses sont menacées par l'ombre de ces premiers (versant nord des dunes).

Fig. 64a - Situation des parcelles situées dans le bloc de pâturage sud concernées par le défrichage et les coupes. Hachures horizontales = végétation herbacée existante (e.a. unités de gestion actuelles). Hachures verticales = buissons à défricher. Hachures quadrillées = zones désignées pour les coupes. Cercles = points d'eau à conserver.

Fig. 64b - Situation des parcelles situées dans le bloc de pâturage nord désignées pour le défrichage et les coupes. Hachures horizontales = végétation herbacée existante (e.a. unités de gestion actuelles). Hachures verticales = buissons à défricher. Cercles = points d'eau à conserver.

V.5.4. PATURAGE

Chaque type de gestion comporte tant des avantages que des inconvénients. L'introduction du pâturage dans la Réserve du Westhoek influencera cependant à moyen et long terme de manière positive l'équilibre dans la réserve. Quelques points négatifs, tels que le placement de clôtures ou le creusement de points d'eau, occasionneront certes une tension temporaire. La mise à disposition de moyens suffisants durant la phase d'aménagement (c'est-à-dire les 5 à 10 premières années) sera déterminante pour le succès à long terme du projet de pâturage.

En dépit de sa superficie limitée, de l'utilisation à des fins récréatives et des perturbations au niveau local des processus naturels (assèchement, présence d'espèces exotiques, envahissement, absence de grands herbivores et de prédateurs naturels), la Réserve du Westhoek ne peut faire l'objet d'un modèle de développement de la nature (voir III.2.). De même, le modèle mécanique ni le modèle-mouton constituent des choix optimaux dans le cas de la réserve, en fonction de l'importance des interventions humaines nécessaires (prix de revient !) et du caractère intensif de celles-ci sur des surfaces réduites qui seraient nécessaires pour appliquer de tels modèles de gestion.

Le modèle communal ou modèle New-Forest semble par contre nettement plus approprié. On travaille à cet effet avec de grands herbivores qui manifestent encore un certain comportement "naturel". L'intervention humaine est rendue possible par le choix du type de bétail, la densité du pâturage et de la période de l'année où celui-ci à lieu (pâturage saisonnier ou permanent).

En fonction des objectifs de la gestion et des obstacles, un compartimentage de la réserve a déjà été formulé. Il ressort de celui-ci que la zone I (accent mis sur la gestion des modèles) et la zone II (gestion des processus dirigée) conviennent bien au pâturage extensif.

V.5.4.1. *Délimitation d'unités de pâturages dans la Réserve du Westhoek*

Deux grandes unités de pâturage ont été définies totalisant une superficie d'environ 120 ha (voir fig. 65). Les deux blocs sont situés dans la partie occidentale de la réserve, qui n'est que peu ou pas influencée par les captages d'eau dans le Calmeynbos (régime hydrologique non perturbé à l'heure actuelle). La plupart des unités de gestion déjà existantes sont reprises dans ces zones ouvertes au pâturage.

Un premier bloc d'une soixantaine d'hectares se trouve au Nord de la Centraal Wandelduin, et s'étend du Grenspad à l'Ouest jusqu'à l'actuel Konijnepad à l'Est. Les creux d'érosion récents qui se développent le long de la bordure nord de la Centraal Wandelduin pourront au fil du temps être incorporés dans ce bloc, après stabilisation de la végétation et de l'activité éolienne.

Un second bloc ouvert au pâturage d'environ 60 hectares se situe au Sud de la Centraal Wandelduin, et incorpore l'actuelle unité de gestion "de Weide". A l'Ouest et au Sud, ce bloc suit la clôture existante qui délimite la limite de la réserve ; à l'Est, la limite en est déterminée par l'ancien "Wolfgang".

A l'intérieur de ces deux blocs, un compartimentage a été proposé, qui est conforme au gradient de gestion déjà formulé (voir V.4.2.) : la moitié ouest, la plus stable d'un point-de-vue hydrologique, a été désignée pour bénéficier d'une gestion des modèles (rétablissement de végétations de vallées herbeuses riches en espèces par l'élimination des buissons suivie d'un pâturage extensif), tandis que la partie est, en partie perturbée par les captages d'eau, a été désignée pour bénéficier d'une gestion des processus dirigée (développement libre des formations de buissons et des boisements, canalisée par le pâturage extensif). Il va sans dire que la limite entre les parcelles sélectionnées pour chacun de ces modes de gestion ne correspond pas à une ligne droite, mais s'étend plutôt sur une zone de transition progressive. Dans le bloc de pâturage nord, cette limite peut-être vaguement située à hauteur du toponyme "Bij de den" ; dans le bloc sud, quelque part entre l'unité de gestion "de Weide" et l'ancien Duindoornpad.

V.5.4.2. *Gestion préliminaire*

Des mesures de gestion préliminaires devront être prises en vue de préparer l'introduction du pâturage extensif. Ces mesures comprennent e.a. :

- la pose de clôtures autour des parcelles désignées pour le pâturage.
- l'aménagement de chemins de service pour l'apport et l'enlèvement de matériel.
- l'élimination locale de buissons sur les parcelles à pâture.
- l'aménagement de nouveaux points d'eau ou l'approfondissement de ceux déjà existants.
- la pose de clôtures autour des unités de gestion existantes à l'intérieur des zones à pâture ("exclosures").
- l'aménagement d'unités de recherches scientifiques (quadrats permanents), qui doivent permettre de mesurer les effets des mesures de gestion sur la faune et la flore.

V.5.4.3. Clôtures

Il est évident que pour éviter la divagation du bétail, les parcelles à pâture devront être délimitées par des clôtures adéquates. Par endroits, celles-ci devront être remplacées par des barrières permettant le passage de véhicules.

Le contour total du bloc nord (voir fig. 65) atteint 4.050 m. A l'heure actuelle, environ 420 m sont déjà pourvus de clôtures (limite ouest de la réserve, parallèle au Grenspad). Là où cela s'avère nécessaire, cette clôture devra être réparée ou remplacée. La longueur totale de la nouvelle clôture à poser atteint donc environ 3.630 m.

Le contour du bloc situé au sud de la Centraal Wandelduin atteint environ 3.770 m, dont environ 1.890 m sont déjà pourvus d'une clôture (limites sud et ouest). La longueur totale de la nouvelle clôture à poser atteint donc environ 1.880 m.

Lors du placement de la nouvelle clôture, il sera fait usage de poteaux en bois ronds (180 cm de haut, 10 cm de diamètre ; distance entre chaque poteau 2,5 m, hauteur des poteaux au-dessus du sol 1 m) ; ceux-ci seront reliés par une triple rangée de fils barbelés. Il s'agit d'une part d'une solution relativement peu onéreuse (environ 250 FB/mètre), qui suffit d'autre part à contenir le bétail que l'on envisage d'introduire (petits équidés et bovidés, voir plus loin). Une clôture électrique est à déconseiller suite au prix d'achat élevé, au terrain accidenté (difficultés de placement) et aux frais d'entretien élevés (élimination de la végétation, etc).

Le coût total (sans frais d'installation) de la nouvelle clôture à poser peut être évalué en ce qui concerne le bloc nord à environ 900.000 FB (250 FB x 3.630 m) ; pour le bloc sud, le coût peut être estimé de l'ordre d'environ 470.000 FB (250 FB x 1.880 m). Il faudra au préalable éliminer les broussailles sur tout le tracé de la clôture, et ceci sur une largeur d'environ 2,0 m, ce qui signifie en ce qui concerne le bloc nord une surface à débroussailler d'environ 0,7 ha au total, et pour le bloc sud une surface maximale de 0,4 ha. De préférence, on utilisera les ressources humaines propres de la réserve pour la pose de la clôture.

A un certain nombre d'endroits, là où le passage des véhicules de service sera nécessaire, des barrières devront être incorporées à la clôture. En ce qui concerne le bloc nord, de telles barrières seront nécessaires à hauteur du Grenspad et près de la Schuilhavenlaan. En ce qui concerne le bloc sud, des barrières seront nécessaires à nouveau à hauteur du Grenspad et près de la Duinhekstraat (voir fig. 65). Ces barrières devront atteindre une hauteur suffisante (2 m) et devront être robustes (cadenas, structure métallique entourée de gaze plastifiée, éventuellement fils barbelés sur la partie supérieure), afin d'éviter la pénétration de visiteurs dans les parcelles pâturées.

V.5.4.4. Création d'une infrastructure de gestion

Il est judicieux de prévoir une infrastructure de gestion adéquate, entre autres pour assurer l'enlèvement des broussailles à éliminer, pour permettre aux véhicules de service un accès adéquat

au terrain, et pour amener le bétail sur place. A cet effet, on choisira de préférence et pour autant que possible d'utiliser les anciennes pistes non-revêtuées et aujourd'hui recouvertes de végétation, ceci afin d'éviter de trop importantes perturbations aux parcelles les plus fragiles. La situation possible des

chemins de service à aménager est reprise à la fig. 65. Dans le bloc de pâturage nord, l'infrastructure de gestion part du Grenspad pour aboutir à l'entrée de service proche de la Panharinglaan. L'ancien Smokkelweg est en partie utilisé. Des embranchements sont prévus e.a. vers les actuelles unités de gestion "Romeins Kamp" et "de Peer". Dans le bloc de pâturage sud, l'infrastructure de gestion suit l'ancien Smokkelweg, avec une séparation vers "de Weide" et les zones de buissons situées plus à l'Est. Des sorties sont prévues près du Grenspad et à proximité de la Duinhoekstraat. Bien que ceci ne soit pas repris à la fig. 65, il est recommandé de ne pas aménager de chemins de service traversant toute la réserve : ceux-ci peuvent en effet devenir des voies d'infiltration des visiteurs, tandis que des chemins de service en cul-de-sac préviennent dans une certaine mesure de tels risques. Toutes les sorties de service doivent en outre être pourvues de barrières robustes, afin d'empêcher la pénétration de visiteurs le long des chemins de service.

On utilisera de préférence une tondeuse à battant pour l'aménagement des chemins de service. Les buissons coupés doivent être hachés et enlevés. La largeur des chemins de service doit être limitée à maximum 3,0 mètres.

La longueur totale des chemins de service à aménager dans le bloc nord atteint 2.600 m, ce qui signifie l'enlèvement d'un maximum de 0,8 ha de broussailles. Dans le cas du bloc sud, la longueur totale des chemins de service à aménager atteint 2.300 m, ce qui correspond à une superficie de 0,7 ha de broussailles à éliminer.

V.5.4.5. Elimination localisée des broussailles

Afin d'arriver à très court terme à des résultats positifs, il s'avérera nécessaire de procéder à l'élimination des argousiers et des broussailles mixtes à l'aide de machines sur les parcelles IA et Ib., ceci afin de préparer l'introduction du pâturage. Ce sont les sols des pannes les plus basses, humides et encombrées de végétation qui sont les plus concernées. La superficie totale des broussailles à éliminer dans les blocs nord et sud atteint respectivement environ 12 et 7 ha. L'élimination des broussailles est développée plus en profondeur au point V.5.3. (fig. 64a et 64b).

V.5.4.6. Approvisionnement en eau potable

Le bétail doit pouvoir disposer de suffisamment d'eau potable tout au long de l'année, ce qui peut représenter un problème, vu le manque d'eau (naturelle) permanente dans les dunes. Certes, il existe en divers endroits à l'intérieur de la Réserve du Westhoek d'anciens abreuvoirs pour le bétail ou d'anciens trous de bombes, tous recouverts de végétation. Un certain nombre de ces endroits sont localisés sur la fig. 64a et 64b. L'aménagement de nouveaux points d'eau pour le bétail ne peut avoir lieu que dans des zones déjà creusées au préalable ou perturbées du point-de-vue géomorphologique. Au cours de l'élimination prévue de l'embranchement ouest de l'ancienne voie bétonnée construite par les Allemands dans la panne 3, la possibilité existe de creuser une nouvelle mare (pour plus de détails, voir LETEN 1994). Pour chaque bloc de pâturage, un minimum de trois points d'eau permanent est proposé. De telles mares ont une importance réelle en ce qui concerne le maintien d'amphibiens, de plantes aquatiques ou d'autres organismes aquatiques rares. On peut éventuellement prévoir de munir une partie des rives de ces mares d'une clôture avec fils barbelés, afin d'en interdire l'accès au bétail et de permettre ainsi le développement d'une végétation riparaine (importante entre autres pour certaines espèces de libellules).

L'approfondissement des mares existantes sera de préférence effectué à l'aide d'une grue légère ou d'un engin type "Bobcat". Un débroussaillage préalable peut être réalisé (à l'aide de tronçonneuses et/ou de débroussailleuses). On veillera, en approfondissant ces points d'eau, à réaliser une transition aussi progressive que possible des zones les plus profondes jusqu'aux zones proches des rives. La vase riche en nutriments doit être éliminée. Le sable pur peut être déposé sur les dunes mobiles. L'entretien ultérieur des points d'eau peut consister en un nettoyage annuel ou semestriel (afin d'éviter l'apparition d'une couche épaisse de vase) ainsi qu'en l'élimination des

buissons (créateurs d'ombre) dans les environs immédiats (pour autant que ceci ne soit pas effectué par le bétail lui-même). Lors de périodes particulièrement sèches, ou en cas de gel très sévère, on peut éventuellement avoir recours à des citernes mobiles afin de fournir de l'eau en suffisance au bétail.

V.5.4.7. Exclosures

Afin d'éviter que les unités de gestion existantes situées dans les deux blocs de pâturage ne soient trop perturbées par le surpâturage et le surpiétinement, il sera nécessaire, durant la phase initiale, d'isoler les parcelles les plus précieuses et les plus fragiles. Dans un premier temps, les unités de gestion (relictuelle) doivent en effet servir de réserve de graines pour la recolonisation des parcelles à débroussailler. On propose à cet effet de poursuivre les opérations de fauche sur ces parcelles durant les premières années suivant l'introduction du pâturage. Dès le moment où il apparaîtra que des espèces rares (relictuelles) se propagent et s'établissent spontanément à l'intérieur des zones pâturées, on pourra procéder à l'ouverture des unités de gestion au bétail.

La pose de clôtures autour des exclosures sera effectuée de préférence à l'aide de piquets en métal ou en bois, reliés par un seul fil barbelé. Dans le cas du bloc nord, les unités de gestion suivantes devront être isolées en tant qu'exclosures : Chez Maman Loulou, Romeins Kamp, Herminiumpanne, Klein Frankrijk, Duindoornpad, Parnassiapanne et De Peer. La superficie totale de ces unités de gestion atteint environ 1,8 ha. Dans le bloc sud, les unités de gestion Grenspad et Konijnepad peuvent être gérées en tant qu'exclosures (superficie totale environ 0,4 ha). L'unité de gestion Weide, d'une étendue de 3 ha, peut être ouverte au bétail dès la phase initiale.

V.5.4.8. Recherche scientifique

L'introduction du pâturage dans la Réserve du Westhoek offre une opportunité unique de suivre de manière scientifique (monitoring) les effets de ce type de gestion sur la faune et la flore locales. Ce monitoring peut entrer dans le cadre de projets de recherches émanant de la Communauté flamande ou d'institutions scientifiques telles que l'Instituut voor Natuurbehoud (Institut pour la conservation de la nature), l'Institut Royal des Sciences naturelles, diverses universités, etc. Parmi les différents sujets d'études possibles, nous pouvons citer :

- effets du pâturage sur la structure, la composition et le développement de la végétation.
- effets du pâturage sur les boisements spontanés.
- effets du pâturage sur la genèse et les caractéristiques du sol.
- effets du pâturage sur l'entomofaune (araignées, carabes, ...).

V.5.4.9. Choix du bétail et de la période de pâturage

Dans les dunes néerlandaises, de même que dans d'autres sites naturels, on travaille avec des espèces de grands herbivores les plus diverses : boeufs de Dexter, boeufs écossais, boeufs Charolais, chevaux norvégiens (Fjords), poneys de Shetland, chèvres de Hollande, boeufs Galloway, poneys islandais, etc (voir e.a. MENKVELD 1991). Les facteurs qui déterminent le choix d'un type de bétail sont e.a. le prix d'achat, la présence d'exploitations de bétail laitier, la robustesse des races, leur comportement et leur attrait auprès du public, le choix des clôtures, etc. Chaque race semble apporter au terme de quelques années seulement des effets positifs du point-de-vue floristique et faunistique (retrait des plantes rudérales, augmentation des espèces nichant au sol, ...), pour autant toutefois que n'apparaisse pas de surpâturage.

En ce qui concerne la phase initiale d'introduction du pâturage extensif dans la Réserve du Westhoek, on a opté pour un pâturage permanent (tout au long de l'année) à l'aide de petits équidés résistant aux conditions hivernales. La préférence a été donnée aux ânes ou/et aux poneys de Shetland.

L'introduction d'ânes nous paraît particulièrement intéressante, car elle correspond d'une part à la situation historique (voir e.a. les données de DE SMET 1961), et d'autre part parce qu'elle peut fournir des données intéressantes sur le plan scientifique. Nous n'avons en effet aucune connaissance de données sur les effets du pâturage extensif à l'aide d'ânes dans des sites naturels. On peut s'attendre à ce que le comportement des ânes soit très proche de celui d'autres petits équidés (poneys) en ce qui concerne les habitudes de pâturage, bien qu'il soit possible que les ânes incorporent une plus grande partie de buissons ligneux dans leur alimentation que les poneys.

On dispose par contre de beaucoup de données en ce qui concerne l'utilisation de poneys dans les réserves naturelles. De ces expériences, il apparaît que :

- il s'agit d'animaux très robustes, qui ne demandent que peu de soins et d'entretien (un abri est dans la plupart des cas inutile), et sont par ailleurs assez résistants aux maladies.
- ils sont en mesure de survivre en se nourrissant de plantes à faible valeur nutritive (ex. Calamagrostis, Laîches des sables, écorces d'arbres) ; ceci s'avère particulièrement important durant l'hiver (biomasse réduite).
- il s'agit d'animaux particulièrement "attractifs", qui attirent la sympathie tant de ceux qui sont chargés de s'en occuper que du public en général.
- il s'agit d'animaux peu onéreux à l'achat (5000 à 10.000 FB/jument), que l'on peut en outre facilement vendre ou acheter.
- de bons résultats ont déjà été obtenus dans diverses régions de dunes des Pays-Bas (e.a. Zepeduinen et Midden-Herenduin). Les poneys semblent e.a. en mesure de transformer la végétation monotone dominée par les Calamagrostis en une végétation bien plus riche en espèces.

Au terme de quelques années, lorsque la structure et la composition de la végétation le permettent (moins de buissons, végétation plus riche en espèces herbacées), il s'avère judicieux de compléter les troupeaux de petits équidés par l'introduction de bovins. En combinant chevaux et boeufs, on assure une plus grande variation encore dans la composition et la structure de la végétation des parcelles pâturées, grâce aux exigences alimentaires différentes de ces deux types de bétail.

Les chèvres et les moutons conviennent moins bien, parce qu'ils nécessitent des clôtures plus importantes, sont sensibles aux conditions météorologiques humides, et demandent une nourriture d'appoint durant l'hiver (BECKERS 1992).

Deux possibilités existent en ce qui concerne l'achat des poneys :

- on peut soit utiliser des animaux appartenant à des particuliers (ex. un manège) : un contrat de gestion peut dès lors être signé. Le prix de revient très peu élevé (pas d'achat nécessaire, soins aux frais du propriétaire) constituent des avantages importants. Par contre, le peu de garanties en ce qui concerne la continuité de la gestion, l'impossibilité de constituer un troupeau en gestion propre et les risques de perturbation dus aux visites effectuées par les propriétaires, peuvent constituer des inconvénients réels.
- ou bien on peut acquérir un certain nombre d'animaux, qui peuvent servir de noyau pour la constitution d'un troupeau en gestion propre. Cette formule offre divers avantages, tels que (e.a.) de meilleures garanties quant à la continuité de la gestion, de meilleures relations entre les animaux et les personnes chargées de leur entretien, un plus grand sentiment de responsabilité de la part du gestionnaire, la constitution d'un troupeau présentant des comportements fixes, etc. L'inconvénient majeur vient du fait que les animaux doivent effectivement être achetés et entretenus par les gestionnaires de la réserve.

La préférence a été donnée à la seconde option en ce qui concerne l'introduction d'herbivores dans la Réserve du Westhoek. On peut en effet entamer la constitution d'un troupeau en achetant uniquement quelques juments jeunes et déjà passablement domestiquées. Une bonne entente est nécessaire entre les animaux et les personnes chargées de leur entretien, ce qui nécessite que les animaux soient suffisamment dociles dès le début, facilitant ainsi leur entretien ultérieur. Les

problèmes pouvant survenir à cause de visiteurs (nourrissage) peuvent être évités par l'éducation et le gardiennage. Si aucun problème n'est apparu, on peut au bout d'un certain temps faire l'acquisition d'un étalon (ou en louer un), afin d'agrandir le troupeau de façon naturelle. Cet étalon doit être remplacé tous les trois à quatre ans, afin d'éviter la consanguinité.

En ce qui concerne les bovins, deux possibilités existent. Ou bien on opte pour le pâturage permanent à l'aide d'animaux résistant aux conditions hivernales tels que les boeufs écossais

(Highlanders) ou les Galloway : dans ce cas, l'achat d'un troupeau s'avérera nécessaire. Il faut tenir compte du prix d'achat élevé (quelques centaines de milliers de FB/animal). Si l'on opte au contraire pour le pâturage saisonnier, on peut au contraire obtenir un accord de location avec des agriculteurs des environs, afin de travailler avec leurs vaches. On peut cependant se poser la question de savoir jusqu'à quel point les exploitants agricoles de la région seraient intéressés par de telles propositions. La préférence doit être donnée aux bovins producteurs de viande : les vaches laitières sont en effet sensibles aux infections des mamelles (voir III.2.8.).

Tout comme cela est le cas avec les petits équidés, notre préférence va au pâturage permanent à l'aide de bovins résistants aux conditions hivernales, dont la réserve soit propriétaire. Les avantages du pâturage permanent ont déjà été discutés précédemment.

V.5.4.10. Détermination de la densité du pâturage dans la Réserve du Westhoek

On ne dispose que de très peu de données en ce qui concerne la densité du pâturage dans les dunes de Flandre à l'époque où celles-ci étaient parcourues par le bétail. DE SMET (1961 : 264) mentionne que les dunes entre Nieuport et la frontière française étaient pâturées par quelque 240 vaches, 112 ânes, 51 chevaux et 450 moutons en 1828. Si on ne tient compte que des vaches, des chevaux et des ânes, et que l'on estime l'étendue des dunes à l'époque à maximum 2.200 ha, on obtient une densité d'environ 5 ha par vache, cheval ou âne.

Jusqu'au début de la Première Guerre mondiale, l'ensemble des dunes du Westhoek (à l'époque quelque 400 ha) était pâturé à l'aide d'une cinquantaine de têtes de bétail, principalement des vaches, des ânes et des chèvres (D'HONDT 1981 : 18). La densité du pâturage peut donc être estimée à environ 8 ha/unité de bétail.

Sur base de ces données historiques et de données provenant des Pays-Bas (voir III.3), on peut recommander une densité maximale de 5 à 10 ha par poney, âne ou vache. Pour chaque bloc de pâturage (superficie environ 60 ha), cela représente donc un troupeau de 6 à 12 animaux.

En appliquant la formule d'ENSING (1991) en ce qui concerne l'occupation par le bétail en fonction de la capacité maximale d'un terrain (III.2.7.), on obtient pour la Réserve du Westhoek (dans la phase initiale, pâturage permanent à l'aide de poneys et/ou d'ânes) une occupation d'environ 0,27 animal/ha, ce qui correspondrait dès lors pour chaque bloc de pâturage de 60 hectares à un troupeau d'environ 16 animaux. Pour effectuer ce calcul, on a tenu compte d'une production locale globale de 2000 kg/ha/an. Dans le cas d'un terrain très varié comme la Réserve du Westhoek, ce chiffre est particulièrement malaisé à estimer. En fonction de la production en général assez restreinte (buissons, mousses), nous avons tenu compte de la valeur minimale de production des pâtures déterminée par ENSING (1991).

Il faut cependant remarquer qu'il s'agit de la capacité théorique maximale du terrain. En fonction de l'accessibilité réduite (nombreux taillis impénétrables) et du caractère peu herbacé du terrain, nous avons proposé, en tout cas durant la première phase, de prévoir 10 ha par poney/âne. Ceci correspondrait donc, durant la phase initiale, à un troupeau de six animaux par bloc de pâturage (ex. 3 poneys + 3 ânes, ou 6 poneys, ou 6 ânes). On pourrait au mieux débuter avec 6 juments jeunes ; en introduisant un étalon loué, on pourrait par la suite faire grandir le troupeau de manière naturelle, pour autant que la nécessité de le faire soit apparue en fonction de l'évaluation de la gestion. L'importance maximale du troupeau doit ressortir des potentialités du terrain, mais ne dépassera probablement pas les 15 animaux par bloc de pâturage. Lorsqu'on augmente les effectifs à l'aide de

bovins résistants aux conditions hivernales, il faudra tenir compte du fait que chaque boeuf adulte consomme autant que deux petits équidés ensemble.

V.5.4.11. Entretien ultérieur et soins.

Les poneys, les ânes et les vaches capables de résister à l'hiver n'ont normalement pas besoin d'abris. Ceux-ci ne font qu'occasionner des phénomènes de concentration indésirables. On

pourrait cependant opter pour la construction d'un petit abri en bois destiné à accueillir un ou quelques animaux, et qui serait éventuellement installé en dehors de la zone à pâture (ex. tout près du bunker) : les animaux éventuellement malades (voir III.2.8.) de même que les nouveaux arrivants pourraient y séjourner durant quelques jours. On pourrait également envisager la location d'une étable dans un des manèges situés dans les environs.

Les poneys et les ânes résistants à l'hiver ne demandent que très peu d'entretien. La coupe des sabots et le vermifugeage des animaux constituent cependant des interventions indispensables, à effectuer tous les six mois environ. Pourvu qu'ils aient reçu une formation adéquate, ces opérations peuvent être effectuées par les ouvriers de la réserve eux-mêmes (cfr. situation aux Pays-Bas, III.3). On peut éventuellement prendre un accord temporaire avec un vétérinaire des environs durant la phase initiale. Si les animaux sont suffisamment dociles, aucun problème particulier ne se pose lors des opérations de capture et d'entretien des ânes et des poneys. Dans le cas d'animaux plus sauvages, il peut s'avérer nécessaire d'installer un enclos provisoire (cfr. Zepeduinen, III.3.2.), afin de pouvoir rassembler les animaux pour leur donner les soins nécessaires.

Le nourrissage d'appoint des animaux durant l'hiver ne se justifie pas. On peut par contre prévoir l'installation de blocs de sel, afin d'éviter l'apparition de phénomènes de carences (voir ci-dessous).

V.5.4.12. Interactions avec les visiteurs - gardiennage

Dans les dunes des Pays-Bas, la plupart des terrains sur lesquels le pâturage est pratiqué sont accessibles au public, souvent même aux chiens tenus en laisse. Il s'agit certes dans beaucoup de cas de terrains bien surveillés ou peu visités.

Dans la Réserve du Westhoek par contre, suite à l'absence d'un garde permanent et au comportement plutôt indiscipliné du public belge et français, les parcelles pâturées devront -du moins durant la phase initiale- être fermées au public. L'organisation de promenades guidées est quant à elle souhaitable. Les chemins de service qui devront être aménagés peuvent utilement servir à cet effet. Le public doit également, à l'aide de panneaux éducatifs, être suffisamment informé du pourquoi et du comment du pâturage extensif tel qu'il est pratiqué dans la réserve. Afin d'éviter tout problème ultérieur avec des visiteurs (nourrissage, chiens en maraude, ...) il est nécessaire de contrôler le bétail et les clôtures de manière régulière, surtout durant la période des vacances. Ceci peut être effectué en partie par les ouvriers de la réserve, et en partie par l'agent technique.

La présence d'un garde permanent dans la Réserve du Westhoek est, dans ce contexte particulier, souhaitable, sinon indispensable.

V.5.4.13. Effets prévisibles du pâturage sur la faune et la flore du Westhoek

On ne dispose encore que de trop peu d'expérience en ce qui concerne les effets du pâturage extensif dans des dunes calcaires fortement couvertes de taillis et en partie défrichées. On peut donc considérer le pâturage dans la Réserve du Westhoek comme une expérience dans ce domaine.

Parmi les effets possibles sur la faune et la flore, on peut s'attendre aux phénomènes suivants (voir également fig. 54, 55) :

- une augmentation de la richesse en espèces par l'apparition de gradients de pâturage, de piétinement et de fertilisation (excréments du bétail) : ceci devrait s'avérer positif

notamment pour les (e.a.) diverses espèces de *Nanocyperion*, la Cynoglosse officinale, le Rosier tomenteux, de même que les fungi et les insectes coprophiles.

- une augmentation du nombre des oiseaux nicheurs typiques des dunes ouvertes (ex. Traquet pâtre, Pipit des prés, Cochevis huppé, ...) grâce au caractère plus ouvert des taillis suite au piétinement et au pâturage.

- une augmentation de la population de lapins, grâce au fait que la végétation se fera plus herbacée et plus courte suite au pâturage extensif.

- une augmentation ou une diminution de certaines espèces spécifiques de plantes, suite au comportement fourrager sélectif du bétail. C'est ainsi que les expériences menées

aux Pays-Bas ont montré que e.a. les roseaux, les laîches, le fusain et les sorbiers (ces deux dernières espèces surtout durant l'hiver) sont consommées de préférence, tandis que (p.ex.) le Saule rampant, le Troène commun, le Junc épars et le Bouleau verruqueux sont évités, et peuvent donc s'étendre.

- on peut également s'attendre à une augmentation du nombre des amphibiens, de même que des insectes (ex. libellules) et des oiseaux nicheurs liés aux milieux aquatiques, suite au réaménagement de mares à présent envahies.

- une diminution possible des mousses et des lichens terrestres sensibles au piétinement (e.a. les espèces de *Cladonia*) pourrait être observée durant la phase initiale, mais il semble que ce ne soit pas le cas en général (voir e.a. HULZINK 1989). Au contraire, on peut même s'attendre à une augmentation de ces espèces grâce au caractère plus ouvert de la végétation.

V.5.4.14. Décision en ce qui concerne la gestion par le pâturage dans la Réserve du Westhoek

Dans le cadre du pâturage extensif de la Réserve du Westhoek, on a opté durant la phase initiale pour un pâturage permanent à l'aide de petits équidés résistants aux conditions hivernales (de préférence des poneys de Shetland et des ânes). Par bloc de pâturage de 60 ha environ, on visera à obtenir durant la phase initiale une densité de bétail de maximum 1 animal/10 ha. La création d'un troupeau en gestion propre par l'intervention d'un étalon en location est préférée. Si nécessaire, on peut prévoir le remplacement d'un certain nombre d'ânes et/ou de poneys par des bovins résistants aux conditions hivernales au terme de quelques années. Certaines des unités de gestion actuelles seront clôturées durant la phase initiale pour en exclure le bétail ("exclosures"). Les mesures actuelles de fauchage et de sarclage doivent être poursuivies, de façon à ce que ces exclosures puissent servir de réserves de graines pour la (re-)colonisation des parcelles débroussaillées et pâturées de façon extensive.

Fig. 65 - Délimitation (ligne continue) des parcelles désignées pour le pâturage dans la Réserve du Westhoek. Les pointillés désignent les chemins de service à aménager. Les flèches indiquent les entrées de service possibles.

V.5.5. FAUCHAGE ET SARCLAGE COMPLEMENTAIRES

Le pâturage dans les blocs débroussaillés devra être complété durant les premières années par des opérations de fauchage et de sarclage, afin de contrôler la régénération des buissons envahissants (Argousiers, Saules rampants, Troènes communs). Une ou deux fauchages annuels à l'aide d'une débroussailleuse pourvue d'un bac de ramassage devraient probablement suffire. La végétation fauchée devra être rassemblée et brûlée.

Le fauchage et le sarclage devront être poursuivis durant la phase initiale du pâturage sur la majorité des unités de gestion actuelles qui se trouvent à l'intérieur des blocs prévus pour le pâturage, ceci d'une part afin d'éviter que les espèces fragiles par rapport au surpâturage et au piétinement ne disparaissent, et d'autre part afin de rendre possible une extension maximale (réservoir de graines) de ces espèces vers les parcelles débroussaillées et pâturées.

Le fauchage actuel dans l'unité de gestion se trouvant en dehors des blocs de pâture (c'est-à-dire l'unité "Guichelheilpanne") doit être poursuivi pour des raisons éducatives et écologiques (réservoir de graines d'éléments floristiques rares e.a. Mouron délicat). Une légère extension vers les parcelles mésophile et sèches est souhaitée. Par ailleurs, et ceci également pour des raisons éducatives (voir plus loin sous "éducation à la nature"), quelques parcelles de végétation devront être débroussaillées et fauchées une à deux fois l'an (superficie totale maximale 1,0 ha) dans la zone située entre le Grenspad et la clôture des blocs de pâture.

V.5.6. MESURES D'ORDRE RECREATIF ET EDUCATIF

V.5.6.1. Aménagements proposés et situation des accès

Les idées reprises en ce qui concerne le réaménagement des accès se basent principalement sur l'étude de BOOGHS ("Studie tot en opmaken van een voorontwerp voor de herinrichting van de ingangen tot het Staatsnatuurreservaat 'De Westhoek' (BOOGHS et al. 1994)).

Les propositions avancées suggèrent de maintenir la localisation actuelle des accès "Vissersdorp", "Bunker", "Perroquet" et "Strand" ; l'accès "GR5" (jonction Grenspad-Helmpad) devrait être déplacé quelque peu vers le Sud, l'accès "Calmeynbos" un peu plus vers le Nord.

- Accès "Vissersdorp" (Schuilhavenlaan)

Cet accès devrait être fondamentalement repensé, en vue d'en faire l'entrée principale de la réserve. Des panneaux indicateurs doivent être placés le long des principales voies d'accès (Westhoeklaan, Dynastielaan, Schuilhavenlaan), afin de faciliter l'approche.

Il faut tenir compte des points suivants lors du réaménagement de l'accès "Vissersdorp" :

- Il faut prévoir des possibilités de parking suffisantes pour les voitures (minimum 10 emplacements) et pour les vélos (parcs à vélos).
- L'actuelle cabane d'information doit être reconstruite en vue d'en faire un centre d'information au sens propre, qui fera office de "portail" vers la réserve.
- Les panneaux d'information doivent être remis à jour, et doivent comporter les mentions suivantes (au moins) :
 - nom du site, propriétaire, instance de gestion.
 - la réglementation en vigueur sur le site (au moins en trois langues : Néerlandais, Français, Anglais) + les textes légaux sur lesquels celle-ci s'appuie.
 - une carte d'ensemble mentionnant clairement tous les accès et les sentiers de promenade.
 - éventuellement : des informations sur la faune, la flore, la géomorphologie, ... du site.

- De plus, quelques bancs et poubelles doivent également être prévus. Afin d'empêcher la pénétration de cavaliers et de cyclistes, l'entrée proprement dite doit être équipée de tourniquets, comme cela est déjà le cas actuellement.

Le réaménagement de cet accès principal à la réserve devrait déjà avoir commencé durant l'automne 1995. Il faudra tenir compte à cet effet de la proposition formulée par BOOGHS et al. (1994). Le budget nécessaire est estimé à 2,4 millions de FB.

- Accès "Calmeynbos"

Il s'agit d'un accès secondaire, accessible uniquement à pied. Des emplacements de parkings pour voitures et vélos y sont donc superflus. Afin de faciliter l'accès à la tour d'observation (voir plus loin) prévue à proximité de l'Oostergrenspad au départ de la Groene Biezenlaan (afin d'éviter la formation de sentiers non-autorisés), cet accès devrait être déplacé d'environ 250 m vers le Nord (voir fig. 66). La nouvelle entrée doit être accessible à partir de la Groene Biezenlaan et du Calmeynbos. L'accès actuel doit disparaître. Il est clair que ce réaménagement nécessitera également une adaptation en conséquence du tracé du sentier communal et du GR5 qui longent l'entrée.

Parmi les aménagements nécessaires, nous pouvons citer :

- Quelques poubelles.
- Un panneau d'information (voir accès "Vissersdorp").
- Un ou plusieurs bancs.
- Un tourniquet permettant uniquement l'accès aux piétons.

Les informations concernant les différents sentiers de promenade (sentiers de la réserve, sentier communal, GR5) doivent pour autant que possible être reprises sur un seul et même panneau, ceci afin d'éviter une situation chaotique et inesthétique.

- Accès "Bunker" (Duinhoukstraat)

Cet accès est utilisé principalement par les visiteurs séjournant dans le village de vacances proche. De plus, il est aisément accessible en voiture. L'aménagement d'aires de stationnement pour les voitures ne se justifie cependant pas, étant donné qu'il existe déjà suffisamment de possibilités le long de la Duinhoukstraat. Par contre, divers parcs à vélos doivent être installés, ce qui n'est pas le cas pour le moment. Les autres réaménagements rejoignent ceux prévus pour l'accès "Calmeynbos" (poubelles, panneau d'information, banc(s), tourniquets pour piétons). Il faudrait également en arriver à rendre cet accès et ses environs immédiats plus attrayants, par exemple en installant une palissade en bois pour séparer l'Oostergrenspad du bunker (celle-ci pourrait être dissimulée par des plantations (espèces locales).

- Entrée "Perroquet" (Frontière française)

Cet accès est important, de par sa situation proche de campings et des commerces situés le long de la frontière française. Il constitue également le point de départ d'une piste pour cavaliers qui longe le tracé de la frontière.

Actuellement, les aménagements à caractère récréatifs et éducatifs y sont pour ainsi dire inexistant. Lors du réaménagement de cet accès, il faut tenir compte des points suivants :

- Des possibilités de stationnement doivent être prévues, tant pour les voitures que pour les vélos.
- Une distinction claire doit être établie entre la piste pour cavaliers et le sentier de la réserve (Grenspad). Les deux voies doivent être séparées l'une de l'autre du début jusqu'à la fin, par une barrière de buissons ou (initialement) par une clôture.
- L'entrée du Grenspad doit être munie d'un tourniquet pour les piétons.

- Aménagements supplémentaires : flèches indicatrices, poubelles, bancs, panneau d'information en trois langues.

- Accès "Plage"

Cet accès doit être équipé d'un minimum d'aménagements à caractère récréatif et éducatif :

- Panneau d'information en trois langues.
- Une poubelle.
- Un tourniquet pour piétons (jonction Grenspad).
- Un banc.
- Quelques panneaux indicateurs relatifs au tracé des sentiers.

- Accès "GR5"

L'accès "GR5", qui forme en fait la jonction entre les sentiers "Grenspad" et "Helmpad" de la réserve, se situe à l'heure actuelle à hauteur du contrefort ouest de la Centraal Wandelduin. Vu les problèmes que cette situation entraîne en ce qui concerne l'encadrement des visiteurs, cet accès doit être relocalisé vers la zone de buissons située plus au Sud, d'une façon analogue au déplacement du Helmpad (voir fig. 66). Pour le reste, les aménagements peuvent être conçus sur le modèle de l'accès "Calmeynbos".

V.5.6.2. Sentiers de promenade

En fonction des obstacles déjà formulés et de l'objectif visant à assurer une protection maximale aux creux d'érosion récents en formation le long du Helmpad et de la lisière nord de la Centraal Wandelduin, les modifications suivantes au tracé des sentiers sont proposées :

- La jonction du Helmpad et de l'Oostergrenspad est déplacée vers le Nord, afin de libérer la jeune pâne 13 à l'Est de la Centraal Wandelduin de la pression des activités récréatives. A cet effet, le tronçon de l'Oostergrenspad qui commence à l'accès Calmeynbos doit être déplacé à travers la zone de buissons le long de la limite de la réserve. Dans cette nouvelle situation, le Kopjesduinpad est devenu inutile et doit de préférence être supprimé.
- Le Konijnepad doit être supprimé, ceci afin d'éviter la pénétration de visiteurs vers la pâne humide 12 située le long de la lisière nord de la Centraal Wandelduin ; ce sentier doit être remplacé par un autre sentier à créer, le "Wilgepad", situé plus à l'Est et traversant la zone de fourrés.
- Le tronçon central du Helmpad doit être quelque peu déplacé vers le Sud, afin d'éviter au maximum les perturbations aux jeunes pânes situées le long de la lisière nord de la Centraal Wandelduin. Les fourrés situés au Sud de la dune mobile sont encore à peu près impénétrables, et ne représentent aucun risque en ce qui concerne la divagation de promeneurs hors des sentiers.
- La jonction du Helmpad et du Grenspad doit être déplacée vers le Sud, à travers les fourrés. Le but de cette modification est de mieux diriger les visiteurs, et d'éviter qu'ils ne s'écartent des sentiers en direction des précieux creux d'érosion récents (pânes 9 et 10) situés le long de la lisière nord de la Centraal Wandelduin.
- Les sentiers actuels Guichelheilpad et Grenspad ne posent que peu de problèmes, et peuvent donc être maintenus. Le Guichelheilpad peut également être prolongé, pour remplacer le Konijnepad, à supprimer.
- Suite à la suppression prévue du Kopjesduinpad et du Konijnepad, il est nécessaire de prévoir un nouveau sentier de promenade afin de ne pas limiter outre mesure le potentiel récréatif de la réserve. La Commission consultative de la Réserve du Westhoek a désigné la pâne située au Sud-est (pâne 4) comme étant la plus appropriée à cet effet, en fonction de

son caractère fortement asséché (de peu de valeur écologique) et envahi de buissons (qui permettent un bon encadrement du public). La fig. 66 présente le tracé possible de ce nouveau sentier de promenade (dont le nom doit encore être défini : Struweelpad ?) proposé entre le Helmpad et l'Oostergrenspad.

V.5.6.3. Autres mesures de gestion d'ordre éducatif et récréatif

Accès clandestins

Tous les accès clandestins (e.a. le long de la Duinhoekstraat, du Konijnepad et à hauteur de la Panharinglaan) doivent être pour autant que possible définitivement fermés : leur maintien ne se justifie en effet à aucun égard. Les accès les plus petits (ex. trouées dans ou sous la clôture existante) peuvent être aisément fermés, et de manière efficace, en plaçant des branches d'argousier. La fermeture des accès plus importants, par exemple aux endroits où aucune clôture effective n'est présente, s'avère plus problématique. Le long de la côte, surtout à hauteur du lotissement het Vissersdorp, se pose un problème supplémentaire, à savoir que certains individus sectionnent régulièrement la clôture qui y est installée. De tels faits ne cesseront probablement que si les coupables sont pris sur le fait et sanctionnés en conséquence.

Chiens

Bien que l'ensemble du territoire de la réserve soit en principe interdit aux chiens (même tenus en laisse), et que cette réglementation soit suffisamment bien rappelée à l'aide de pictogrammes, un nombre important de visiteurs y pénètrent cependant accompagnés de chiens (qui, bien souvent, courrent librement). En vertu de l'A.R. du 23.10.75 (Moniteur belge du 31 décembre 1975), il est pourtant interdit de s'introduire en compagnie de quelque animal que ce soit, même attaché, dans les réserves naturelles domaniales dont l'accès au public est limité aux chemins et sentiers balisés. *Du point-de-vue de la protection de la nature, autoriser les chiens à circuler dans une réserve (qui n'a rien à voir avec un parc de promenade) ne peut en aucun cas se justifier.*

En vue de trouver une solution au problème que représentent les chiens, nous proposons :

- de fermer les accès clandestins à la réserve.
- de prévoir, à chaque accès officiel, des panneaux trilingues portant la mention "chiens interdits".
- de stipuler clairement sur tous les documents d'information que les chiens sont formellement interdits dans la réserve. On peut renvoyer le public vers d'autres sites où la présence de chiens est tolérée (Calmeynbos, Oosterhoekduinen).
- en matière de surveillance, d'en arriver à ce qu'un garde permanent soit présent sur le site. Les contrevenants doivent faire l'objet d'un avertissement, et en cas de récidive, être frappés d'une amende. Eventuellement, certaines opérations "coup de poing" pourraient être menées en collaboration avec la gendarmerie ou la police communale (cf. Zwanenwater aux Pays-Bas).

Education à la nature

Les promenades guidées qui sont actuellement organisées durant les mois de vacances (juillet - août) et à l'initiative du Service du tourisme de La Panne, connaissent un franc succès (GELDHOF 1988). Une extension de ce service durant les autres périodes de vacances (vacances de Pâques, vacances de Noël) serait souhaitable, pour autant que cette mesure soit financièrement viable.

L'étude effectuée par BOOGHS et al. (1994) propose d'installer une tour d'observation sur la Centraal Wandelduin, qui pourrait servir de centre d'attraction pour les visiteurs. L'installation d'une telle structure sur la Centraal Wandelduin nous paraît cependant peu judicieuse, tant pour des raisons esthétiques que de protection du paysage. De plus, cette tour perturberait l'évolution

géomorphologique de la dune. Nous proposons, comme mesure alternative, d'installer une tour d'observation sur la crête de la dune située le long de l'Oostergrenspad à hauteur de la Groene Biezenlaan (voir fig. 66) : cette situation, à proximité de la périphérie de la réserve, rendrait la tour

moins choquante d'un point-de-vue paysager. De plus, cet endroit ne pose que peu de problèmes en ce qui concerne l'évolution géomorphologique naturelle, étant donné que la dune en question sera de toute façon fixée à l'aide de plantations d'oyats (voir V.5.1.). La tour d'observation peut être construite au moyen d'une plate-forme en bois, pourvue d'un garde-fou en bois ou en métal, relié via un escalier en bois à l'Oostergrenspad, qui passe en contrebas. Sur la plate-forme elle-même, il faut prévoir des panneaux d'information et/ou un télescope, afin de mettre l'accent sur l'aspect éducatif. Afin d'éviter la formation de pistes clandestines vers la tour au départ de la Groene Biezenlaan, l'accès "Calmeynbos" doit être déplacé vers le Nord (voir plus haut, et fig. 66).

Gardiennage

La situation actuelle, à savoir la présence d'un seul agent technique ayant pouvoir de police pour les trois réserves domaniales de la côte occidentale (Westhoek, Houtsaegersduinen, Hannecartbos), est absolument insatisfaisante. Dans la Réserve du Westhoek, un site de 340 hectares ouvert au public, la présence d'au moins un garde de terrain en permanence doit être considérée comme un minimum. Durant les périodes de vacances, ce garde pourrait éventuellement être assisté d'une ou plusieurs personnes engagée(s) à titre contractuel.

En plus des missions spécifiques de contrôle et de surveillance, le garde de terrain doit également être chargé d'autres tâches, telles que l'accompagnement et l'évaluation des mesures de gestion entreprises, les rapports avec les habitants des alentours et les visiteurs, le contrôle du bétail et les soins à lui apporter, etc.

V.5.6.4. Temps de travail et travaux nécessaires pour le réaménagement des infrastructures à caractère éducatif et récréatif

- Oostergrenspad :

Déplacement d'une partie du sentier (entre l'actuel accès Calmeynbos et la jonction avec le Guichelheilpad), et modifications du tracé afin de le rendre plus attrayant (courbes) entre l'accès Bunker et l'actuel accès Calmeynbos. Nous proposons une largeur maximale de 2,5 m pour le sentier. Travaux nécessaires : élimination d'environ 0,28 ha de fourrés.

- Nouveau sentier à aménager dans la zone des fourrés située au SE :

Nouveau sentier à aménager, qui rejoint l'Oostergrenspad et le Helmpad. Largeur maximale : 2,5 m. Travaux nécessaires : élimination d'environ 0,25 ha de fourrés.

- Wilgepad : Nouveau sentier à aménager dans la zone des fourrés situées au NE, et qui se raccordera à l'Oostergrenspad et au Guichelheilpad. Largeur maximale 2,5 m. Travaux à effectuer : élimination d'environ 0,12 ha de fourrés.

- Helmpad :

Jonction occidentale avec le Grenspad à déplacer vers le Sud de la Centraal Wandelduin. Sur la Centraal Wandelduin elle-même : déplacer la piste plus vers le Sud. Largeur maximale du sentier à travers les fourrés : environ 2,5 m.

Travaux nécessaires : après raccordement au Grenspad : élimination d'environ 0,7 ha de fourrés ; sur la Centraal Wandelduin : déplacement des piquets.

- Konijnepad et Kopjesduinpad :

Les deux sentiers sont à supprimer. Travaux nécessaires : enlèvement des piquets et des panneaux.

Fig. 66 - Nouvelle infrastructure des entiers de promenade proposée, avec indication (flèches) des accès et la localisation possible d'une tour d'observation (étoile).

V.5.7. REINTRODUCTION D'ELEMENTS DE FAUNE ET DE FLORE DISPARUS

Par introduction, on entend le fait d'apporter sur un site des exemplaires d'une espèce (sujets vivants, graines, fruits ou spores) qui, dans les temps historiques, n'y avait jamais été présente (HERMY & DECLEER 1994). Par réintroduction, on entend le fait d'apporter sur un site des individus d'une espèce qui s'y trouvait dans les temps historiques, mais qui a disparu du site en question. Le terme de repeuplement ("restocking") concerne le fait de renforcer la population d'une espèce de faune ou de flore présente, mais rare, sur un site, en y implantant ou libérant des individus supplémentaires de cette espèce.

Divers critères doivent être considérés pour justifier des opérations de réintroductions (d'après DESMET, DE KIMPE & VAN DEN BERGE 1995) :

1. Le milieu doit être propice, et une gestion doit être adaptée à l'espèce à réintroduire.
2. La recolonisation spontanée de l'espèce doit être exclue à court et long terme.
3. L'espèce réintroduite doit contribuer à compléter les communautés vivantes présentes.
4. La réintroduction doit contribuer au maintien de l'espèce.
5. Seules des espèces indigènes ou étroitement apparentées peuvent être utilisées pour la réintroduction.
6. La réintroduction ne peut s'effectuer que sous contrôle scientifique.
7. La réintroduction doit apporter un sentiment de sécurité.
8. La réintroduction de l'espèce concernée doit contribuer efficacement au rétablissement des processus naturels dans la communauté vivante en question.
9. La réintroduction doit avoir un caractère éducatif.

En ce qui concerne la Réserve du Westhoek, c'est surtout la réintroduction d'éléments de flore rare qui se justifient : nous pensons notamment aux espèces typiques des dunes calcaires telles que Pédiculaire des marais (disparu depuis 1971), Vulnéraire (disparu depuis 1963), Liparis de Loesel (disparu depuis 1956), Orchis bouffon (disparu depuis 1963), ...

Une réintroduction éventuelle de ces espèces ne pourrait avoir lieu qu'en respectant les recommandations suivantes formulées par l'Instituut voor Natuurbehoud (HERMY & DECLEER 1994) :

- uniquement avec l'autorisation du Conseil supérieur pour la conservation de la nature, et après avis scientifique de l'Instituut voor Natuurbehoud.
- l'espèce doit avoir disparu suite aux activités humaines, et les causes de sa disparition doivent elles-mêmes avoir complètement disparu.
- une demande doit être formulée, comprenant :
 - les données historiques de l'espèce.
 - l'utilité ou l'opportunité de l'introduction.
 - la provenance du matériel génétique (de préférence de la région, ou d'une population la plus proche possible).
 - recherche scientifique mettant en évidence le fait que l'environnement convient à l'espèce.
 - un plan concernant le suivi scientifique de l'expérience.

En ce qui concerne la réintroduction d'espèces animales disparues, nous pensons principalement à l'introduction (réintroduction) du chevreuil (*Capreolus capreolus*) dans la Réserve du Westhoek. On peut fournir comme argument justifiant cette opération le fait que le comportement de fourrageur de l'espèce aurait un effet de diversification sur la formation de fourrés et de bois. Les données historiques concernant la présence naturelle du chevreuil dans les dunes du Westhoek (et les autres dunes le long de la côte flamande) manquent cependant totalement, et de ce fait, il faudrait plutôt parler d'introduction que de réintroduction. Il faut cependant ajouter que l'espèce est de plus en plus régulièrement observée depuis un certain nombre d'années dans les terrains boisés de la Flandre française et dans le Sud-ouest de la Flandre, d'une part suite à une extension naturelle de son aire, d'autre part suite à des introductions à des fins cynégétiques (TACK et al. 1993 : 158).

Nous nous posons cependant la question de savoir dans quelle mesure la Réserve du Westhoek, d'une superficie de 340 ha seulement et fortement entouré d'infrastructures telles que

routes asphaltées, convient réellement pour l'introduction de chevreuils. Même en y ajoutant les Dunes du Perroquet contigüés (où la chasse est autorisée) et le Calmeynbos (où la pression récréative est assez forte), on n'obtient qu'un domaine relativement isolé d'environ 700 ha. En France, l'ONC (Office national de la chasse) ne procède à l'introduction de chevreuils que dans des terrains d'un seul tenant couvrant au minimum 1000 ha (DE KIMPE & DESMET 1995 : 36). Il semble en outre que les chevreuils manifestent un comportement assez erratique après leur introduction : plus de la moitié des individus relâchés semble en effet s'écartez en quelques jours de plus de 5 km de l'endroit de leur libération. En fonction de ce comportement de dispersion, l'ONC n'assume aucune responsabilité lors de réintroductions effectuées dans des domaines de quelques centaines d'hectares seulement. La densité naturelle des populations de chevreuils est estimée à 3 animaux par 100 hectares boisés.

Les effets possibles du chevreuil sur la structure et la composition de la végétation ne sont par ailleurs que peu connus. En milieu boisé, la lutte contre les dégâts dus aux frottements des bois par les chevreuils dépend en bonne partie de la densité de ceux-ci et de leurs possibilités locales de dispersion.

En fonction du manque de données historiques, du peu de surfaces (exemptes de chasse) disponibles et de l'effet probablement réduit sur la végétation, la réintroduction du chevreuil dans la Réserve du Westhoek n'est pour le moment pas envisagée. Nous ajouterons encore pour appuyer cette décision, les risques d'effets négatifs tels que les dégâts occasionnés aux cultures avoisinantes et la transmission de maladies aux humains et au bétail (par l'intermédiaire des tiques). De plus, les prédateurs naturels (loups, lynx) manquent sur le site, ce qui rendrait une régularisation des effectifs par abattage nécessaire.

V.5.8. OUVRIERS

A l'heure actuelle, deux ouvriers permanents sont disponibles pour les quatre réserves situées dans les dunes de la côte Ouest (Westhoek, Houtsaegersduinen, Hannecartbos et Ter Yde, superficie totale environ 500 ha). Leur mission comprend aussi bien la gestion spécifiquement orientée vers la conservation de la nature (débroussaillage et consolidation) que les tâches d'encadrement et d'ordre récréatif.

Etant donné que dans l'avenir, diverses modifications importantes interviendront dans la gestion des réserves situées dans les dunes (e.a. débroussaillage à grande échelle, fauchage d'appoint, introduction du pâturage extensif, extension des fonctions éducatives, ...), il s'avérera nécessaire de prévoir une augmentation du nombre d'ouvriers. Il faudrait s'efforcer d'atteindre un taux d'occupation d'au moins un ouvrier par 100 ha de dunes à gérer. En ce qui concerne la gestion dans la Réserve domaniale du Westhoek, cela correspondrait à au moins 3 ouvriers permanents.

Afin d'entraver le moins possible la continuité des mesures de gestion technique, il paraît souhaitable de sous-traiter les travaux occasionnels tels que e.a. débroussaillage, pose de clôtures, plantation à grande échelle d'oyats, enlèvement des débris, ...

Il faudrait par ailleurs également examiner la possibilité de faire (à nouveau) appel à des volontaires dans le cadre de certaines mesures de gestion actuellement appliquées. Dans le passé, divers travaux étaient régulièrement effectués par des bénévoles dans la Réserve du Westhoek. Cette aide a cependant été supprimée il y a peu, pour des raisons qui demeurent obscures. Les volontaires peuvent pourtant fournir un complément important au travail des ouvriers permanents (cf. Zwanenwater, aux Pays-Bas). De plus, les activités de ces volontaires ont des retombées éducatives importantes, de par la sensibilisation des visiteurs potentiels et de la population locale.

L'aspect le plus important, plus que le nombre de bénévoles eux-mêmes, est leur motivation ; leur encadrement par un chef d'équipe est également important. Pour l'instant, les ouvriers ne sont probablement pas en mesure de comprendre le fondement écologique de certaines mesures de gestion. Leurs connaissances biologiques actuelles au sujet de l'écosystème des dunes sont assez restreintes : il est donc capital, pour assurer le succès de la gestion de la nature dans la Réserve du Westhoek, de leur fournir une formation et un encadrement complémentaires.

De même, l'agent technique qui encadre à l'heure actuelle les ouvriers semble disposer de connaissances insuffisantes en matière de biologie : une formation complémentaire serait donc également utile.

V.6. Gestion externe de la Réserve du Westhoek

V.6.1. CAPTAGES D'EAU

L'arrêt total, à moyen ou long terme, des captages d'eau potable dans le Calmeynbos (débit des captages 6 à 7 fois supérieur à l'apport naturel dans la zone disponible pour les captages) est nécessaire si l'on veut éviter l'assèchement de la zone ouest de la réserve, pour le moment encore relativement stable d'un point-de-vue hydrologique. De même, des pompages occasionnels dans les environs, qui pourraient avoir un effet négatif sur le régime hydrologique de la Réserve du Westhoek, doivent cesser ou être évités dans l'avenir. Le maintien et le rétablissement des communautés végétales des fonds de vallées, particulièrement précieuses, ne peuvent être garantis que dans un tel contexte.

Une "cohabitation" durable entre l'approvisionnement en eau potable et la conservation de la nature n'est possible que si les conditions suivantes sont réunies (KUIJKEN et al. 1994 : 22) :

- D'abord et avant tout, des cadres de références sont nécessaires :
 - vision de l'écosystème des dunes de Flandre, soutenue au niveau politique ; cette vision (cf. modèle néerlandais) doit définir ce que, sur un site spécifique et dans un contexte social spécifique, les termes de "nature", "capacité écologique", etc signifient, et fixer à cet effet des modèles de références et des objectifs. Un tel modèle est actuellement en préparation à l'Université de Gand, en collaboration avec l'Instituut voor Natuurbehoud : le rapport final est prévu pour février 1996.
 - un plan directeur intégral en ce qui concerne l'approvisionnement en eau dans la région. Celui-ci doit considérer comme point de départ la capacité écologique de l'écosystèmes des dunes à supporter les différentes techniques utilisées pour l'approvisionnement en eau potable. Ce plan doit en outre dépasser le niveau de compétence des diverses compagnies locales chargées de l'approvisionnement en eau.
 - une adaptation des structures de direction et d'exécution de l'IWVA, afin de mettre sur le même pied les fonctions d'approvisionnement en eau et de conservation de la nature.
- A chaque fois, des conditions annexes spécifiques s'imposent :
 - un arrêt total des captages d'eau souterraine naturelle dans les dunes à moyen terme (15 à 20 ans). Ceci implique notamment qu'aucun nouveau site ne peut être désigné pour des captages supplémentaires, et que les techniques de camouflage doivent être proscrites (ex. utilisation d'eau de "drainage" provenant des parties urbanisées des dunes).
 - d'autres formes d'approvisionnement en eau à partir ou via les dunes ne sont écologiquement acceptables que si celles-ci répondent à un série d'exigences techniques très strictes. Ceci implique en particulier qu'aucun relief naturel ni aucun sol non-perturbé ne peuvent être affectés par les prélèvements, et que la composition chimique de l'eau infiltrée doit être égale à celle de l'eau naturellement présente dans les dunes en ce qui concerne divers éléments chimiques cruciaux. Ceci est notamment valable pour les orthophosphates (présence naturelle dans l'eau des dunes : 0,01 - 0,1 mg PO₄/l), tandis qu'en ce qui concerne les autres nutriments (calcaire excepté), on devra viser un impact minimal. Dans le cas d'eau provenant d'autres régions, ceci nécessitera une épuration poussé au préalable.
 - dans les ensembles de dunes ayant reçu une destination/fonction combinée "approvisionnement en eau/conservation de la nature", l'exploitant devra veiller à obtenir une gestion optimale de la nature de même qu'une gestion écologiquement responsable des activités récréatives.

Parmi les alternatives possibles au captage d'eau naturelle dans les dunes, on peut mentionner l'infiltration superficielle et l'infiltration en profondeur -ou injection- (MARTENS & WALRAEVENS 1995 : 102). Dans le cas d'infiltration superficielle, il s'agit d'installer des bassins-réservoirs en surface, au départ desquels l'eau percole dans le sol. Dans le cas de l'infiltration en profondeur, l'eau est amenée à la profondeur désirée au moyen de canaux d'infiltration ou de puits d'injection.

L'importante zone insaturée qui apparaît lors de captages peut servir de réservoir souterrain pour le stockage de l'eau disponible durant l'hiver. On peut ainsi créer un réservoir souterrain d'eau douce, ce qui rend la construction de bassins de collecte superflue. En "nourrissant" artificiellement ce réservoir, le niveau de l'eau pourra monter non seulement dans la zone de captage, mais également dans les zones avoisinantes. Cette augmentation ne signifie pas pour autant que l'eau infiltrée y parvient.

L'eau injectée doit répondre à des critères très sévères. Suite à l'injection et l'infiltration, une poche d'eau est créée dans le sol, dont la qualité diffère de l'eau qui s'y trouve de manière naturelle. L'extension volumétrique de cette poche est lente, contrairement à l'augmentation de la pression. Cette augmentation de pression dans le réservoir d'eau souterrain provoquera la montée du niveau de l'eau. Durant l'hiver et à la fin de celui-ci, les pannes situées aux alentours pourront à nouveau être envahies par de l'eau naturelle des dunes. Les modifications du niveau des eaux souterraines dans les zones proches du site d'infiltration et de captage bénéficieront d'un régime plus naturel que si on se contente de capturer l'eau naturelle. L'extension de l'eau d'infiltration, d'une qualité différente, peut être contrôlée grâce à une disposition appropriée des puits de captage et d'infiltration (LEBBE et al. 1993 cit. dans MARTENS & WALRAEVENS 1995 : 102).

Au début, un certain nombre de réactions chimiques auront lieu au cours du passage de l'eau dans la couche alimentant la nappe phréatique de la zone de captage, entre l'eau infiltrée et les roches du réservoir, ce qui provoquera (e.a.) une réduction des nitrates. Au fur et à mesure de l'infiltration, le réservoir souterrain atteindra un meilleur équilibre avec l'eau infiltrée, et les réactions chimiques iront en diminuant. Etant donné que les puits de captage pompent des eaux qui ont été infiltrées à différents moments, il s'ensuit un mélange d'eau dont les différences de qualité et de température sont aplaniées. De cette façon, le traitement de l'eau infiltrée en devient moins onéreux que celui d'eau stockée dans un réservoir de collecte. L'apport artificiel provoque temporairement un courant d'eau souterraine assez important, tant vers la mer que vers les polders. Le stockage d'eau dans le sol permet de disposer d'eau durant les périodes de forte demande (été, périodes de vacances). Les sites qui sont affectés aux captages d'eau pourraient donc être utilisés de façon optimale, et le dangereux processus de salification pourrait être renversé. L'eau stockée dans le sol est également mieux protégée contre d'éventuelles pollutions atmosphériques. En cas de catastrophe, le pompage d'eau superficielle peut être immédiatement interrompu, et on peut avoir recours aux réserves stockées dans le sol.

D'après BAKKER (1981), on peut faire une différence entre deux formes d'infiltrations en profondeur. Dans la première, la zone de captage est densément entourée d'un cercle de puits captant l'eau phréatique. L'eau infiltrée est récoltée pratiquement dans sa totalité et de manière directe, en même temps qu'une petite quantité d'eau naturelle située dans les environs. De cette manière, aucune quantité d'eau infiltrée ne s'échappe vers les nappes phréatiques avoisinantes. Dans la zone d'infiltration elle-même, une perturbation de la qualité du sol et de l'eau souterraine se manifeste, mais en dehors de celle-ci, tant le sol que l'eau conservent leur qualité naturelle.

Dans le cas de l'autre technique, l'eau d'infiltration peut descendre sans obstacle jusqu'à la couche supérieure. L'installation de captage est située à distance considérable des canaux d'infiltration, et on prélève l'eau en-dessous d'une couche peu perméable. Ceci a pour conséquence que sur une grande étendue dans les environs de la zone d'infiltration elle-même, un mélange entre l'eau naturelle et l'eau d'infiltration a lieu, et que tant le sol que l'eau souterraine voient leur qualité naturelle altérée.

Une variante de l'infiltration artificielle consiste à déposer du gravier sous les dunes les plus hautes. Cette couche de gravier se situe donc au-dessus de la nappe aquifère originelle, et est approvisionnée à l'aide d'eau de surface préalablement traitée. Il va sans dire que des exigences très strictes doivent être appliquées en ce qui concerne la qualité de l'eau à infiltrer. Il faut également

remarquer que ce type de captage d'eau potable ne doit pas nécessairement avoir lieu dans les dunes.

Nous mentionnerons enfin que du point-de-vue de la conservation de la nature, le prélèvement d'eau dans la région côtière doit de préférence être remplacé par un raccordement des régions côtières au réseau d'approvisionnement de l'intérieur du pays.

V.6.2. CAMPING DU PERROQUET

Le camping situé entre les Dunes du Perroquet et la Réserve du Westhoek doit être exproprié et évacué à court terme. L'ensemble du domaine doit, pour autant que possible, être rendu à l'état originel, au moyen d'interventions de nature technique. Ce camping est non seulement responsable d'une grave surcharge récréative, mais également de graves nuisances envers les richesses paysagères, écologiques et géomorphologiques du Westhoek. Il constitue de surcroît un obstacle majeur à la création d'une zone protégée transfrontalière Perroquet-Westhoek.

V.6.3. POSSIBILITES D'EXTENSION

La discussion relative aux possibilités en matière de milieux-types a clairement montré que la superficie réduite de la Réserve du Westhoek limite considérablement les objectifs et les formes de gestion. La Réserve du Westhoek pourrait cependant encore être étendue dans diverses directions :

- le long de la limite occidentale, une extension demeure possible par la réalisation d'une réserve naturelle transfrontalière qui engloberait les dunes du Westhoek et du Perroquet (Bray-Dunes), avec une connexion ultérieure aux Dunes du Marchand vers l'Ouest. Du point-de-vue de la conservation de la nature, cette extension nécessite l'évacuation du camping du Perroquet, de même que l'arrêt de toute activité cynégétique dans les dunes situées en territoire français.
- le long de la lisière intérieure des dunes, au Nord de la Duinhoekstraat, quelques parcelles de dunes non urbanisées subsistent encore (elles sont protégées dans le cadre du Décret dunes). Ces parcelles doivent être acquises, et être englobées dans la gestion de la réserve.
- vers le Sud, une extension est possible par la création d'un domaine naturel multifonctionnel, qui comprendrait la Réserve du Westhoek, "l'Overdekte Waddenlandschap" (polders) et les "Oude Duinen" d'Adinkerke-Ghyvelde (V.6.4.).
- vers l'Est, une extension pourrait être réalisée suite à un accord à conclure avec l'IWVA. La gestion de ce site fort asséché pourrait dès lors consister en l'élimination des espèces exotiques plantées (surtout les peupliers), et éventuellement l'introduction du pâturage extensif.

V.6.4. POLDERS + "OUD DUINENLANDSCHAP"

L'"Overdekt Waddenlandschap" (lit. = "région de baies côtières recouvertes") s'étend derrière la Réserve du Westhoek vers l'intérieur des terres jusqu'aux "Oude Duinen" (anciennes dunes) van Adinkerke-Ghyvelde (Garzebekveld + Domaine de Cabourg). Ce milieu de "Oude Duinen" (dunes anciennes) s'est formé il y a au moins 5000 ans : il constitue vraisemblablement le meilleur ensemble de dunes fossiles de l'Europe du Nord-ouest d'un point-de-vue géomorphologique. Aux Pays-Bas, l'"Oude Strandwallenlandschap" a été presqu'entièrement sacrifié à la culture des fleurs à bulbes de

même qu'aux parcs de châteaux. On peut déclarer que la séquence géomorphologique plage - jeunes dunes - "overdekt waddenlandschap" - dunes anciennes, est unique à la côte belge.

Le Domaine de Cabourg est repris sur le Plan de secteur Furnes - Côte occidentale comme zone R (réserve naturelle ou site naturel à valeur scientifique), avec affectation secondaire "site de captage d'eau". Son propriétaire actuel, l'IWVA (Intercommunale Waterwinning Veurne-Ambacht) (=

compagnie intercommunale d'approvisionnement en eau de Furnes-Ambacht), poursuit de manière de plus en plus intensive la plantation du domaine à l'aide de peupliers de culture. Le Garzebekeveld, situé au Sud d'Adinkerke, est repris comme zone d'exploitation avec affectation secondaire récréative. L'avant-projet de Plan structurel pour la zone côtière (Voorontwerp Structuurplan Kustzone), commandité par la province de Flandre Occidentale (1994) identifie la Réserve du Westhoek et le Domaine de Cabourg comme "zones naturelles strictes" (cf. "Groene Hoofdstructuur" = "Plan-vert directeur") ; en ce qui concerne l'Overdekt Waddenlandschap, celui-ci est proposé soit comme "zone rurale à vocation diverse d'urbanisation et/ou agraire spécifique", soit comme "zone de développement de la nature".

L'optimalisation des richesses naturelles du Domaine de Cabourg et du Garzebekeveld requiert l'arrêt des captages d'eau et de l'extraction de sable, de même que l'élimination des plantations à caractère rudéral de peupliers de culture. L'Oud Duingebied pourrait idéalement être réhabilité en tant que "garenne" ou "warande" (cf. photos de MASSART 1908), comportant des steppes de lichens et de Laîches des sables alternant avec des fourrés de Genêts (HERRIER & LETEN 1994). Le pâturage très extensif est certainement approprié sur ce site. De même, il serait possible de favoriser (d'une manière dirigée) le développement spontané de chênaies acides. La lisière sud des dunes du Domaine de Cabourg, pour le moment encore très riche d'un point-de-vue biologique, notamment par la présence de phréatophytes halotolérants, pourrait être transformée en zone marécageuse grâce à l'installation de vannes en travers des fossés d'évacuation.

En ce qui concerne la ceinture de dunes et les polders compris entre les dunes récentes (Réserve du Westhoek) et anciennes (Domaine de Cabourg et Garzebekeveld), deux schémas écologiques différents peuvent être imaginés :

1. Transformation en ormaies-frênaies (cf. HERRIER & LETEN 1994)

Les ormaies-frênaies constituent normalement la végétation naturelle des terrains argileux formés à l'origine par les rivières et la mer. Etant donné que la plupart des terres argileuses sont intensément utilisées pour les cultures et les pâturages, les ormaies-frênaies matures sont des types forestiers devenus rares. L'extension de la surface d'ormaies-frênaies par le boisement des étendues sèches des polders se justifie donc. DE RAEVE (1991) identifie même l'extension de la forêt dans les polders comme une priorité. Le développement spontané de forêt sur des sols enrichis de matières organiques depuis des siècles est à peu près impossible. La solution la plus efficace dans ce cas-ci consiste en la plantation d'essences indigènes telles que Frêne commun, l'Orme de montagne ou le Chêne pédonculé.

Le pâturage extensif peut être appliqué, afin de favoriser le développement de lisières variées, comprenant une transition progressive des prairies rases en végétations de franges, et des taillis en forêts. De tels boisements peuvent être modérément affectés à des activités récréatives, afin de réduire quelque peu la pression touristique sur les dunes proches. L'extension des boisements ne sera cependant possible qu'après acquisition des terrains concernés par la Région flamande. Tout usage agraire simultané des sols est en effet exclus.

2. Rétablissement et maintien de petites unités agricoles (cf. VLM Plan d'organisation de l'espace pour le Westhoek)

Le maintien et/ou le rétablissement de cultures extensives à petite échelle, comportant une haute densité de petits éléments paysagers (mares, taillis, saules-têtards, ...) qui abritent une faune et une flore correspondantes (e.a. oiseaux des prairies, oiseaux cavernicoles, amphibiens, ...) constituent une autre option pour ces étendues de polders, qui a notamment été proposée par la Vlaamse Landmaatschappij (Société foncière flamande) dans son plan directeur "De Westhoek" (1993).

D'un point-de-vue paysager et d'organisation de l'espace, une telle vision nous ramènerait au début de ce siècle. L'avantage de cette option est qu'une forme extensive d'agriculture demeure

encore possible, ce qui rend inutile des expropriations par la Région flamande. Les fonctions récréatives accessoires peuvent être assurées e.a. par la création d'un réseau de pistes cyclables, la promotion des vacances à la ferme, etc.

V.7. Aperçu des mesures de gestion et calendrier

L'exécution des différentes mesures de gestion retenues dépendra principalement des moyens financiers disponibles chaque année. Il s'avère dès lors impossible d'effectuer des prévisions précises en ce qui concerne telle ou telle intervention spécifique. On peut par contre, sur base des priorités et de la chronologie logique des successions, faire la différence entre les travaux dont l'exécution est souhaitable à court, moyen et long terme, dès l'acceptation du projet de plan de gestion.

V.7.1. COURT TERME (PERIODE DE REFERENCE 1996 - 2001)

- Enlèvement des débris de béton et autres constituant des obstacles à la mobilité des dunes.
- Fixation (à l'aide de plantations d'oyats) des contreforts mobiles de la Centraal Wandelduin situés le long des limites est et ouest de la réserve.
- Réaménagement des sentiers de promenade, des accès et des autres infrastructures à caractère récréatif et éducatif (e.a. tour d'observation, aménagement de sentiers didactiques).
- aménagement de chemins de service (expérimentaux) et élimination des fourrés dans la sous-zone Ib désignée pour le pâturage et située au sud de la Centraal Wandelduin.
- pose de clôtures et aménagement de points d'eau dans la sous-zone Ib désignée pour le pâturage et s'étendant au sud de la Centraal Wandelduin.
- introduction du pâturage extensif (dans une phase initiale, uniquement petits équidés résistants aux conditions hivernales, par la suite également bovins) dans le bloc de pâturage situé au Sud de la Centraal Wandelduin.
- élimination des arbres nuisibles aux mousses le long de la ceinture intérieure des dunes.

V.7.2. MOYEN TERME (PERIODE DE REFERENCE 2001 - 2011)

- Aménagement de chemins de service et défrichement du couvert de buissons dans la zone la située au Nord de la Centraal Wandelduin, et qui a été désignée comme bloc de pâturage.
- Pose d'une clôture et aménagement de points d'eau pour le bétail dans la zone la située au Nord de la Centraal Wandelduin, et qui a été désignée comme bloc de pâturage.
- Introduction du pâturage extensif dans le bloc de pâturage désigné au Nord de la Centraal Wandelduin.

V.7.3. LONG TERME (PERIODE DE REFERENCE 2011-2021)

- Stimulation de la formation d'un chenal, par l'enlèvement localisé de la base en béton de renforcement du pied des dunes à hauteur de la jonction plage-dunes.

VI. REFERENCES

VI.1. Cartes

- AMINAL (1994). Carte d'ensemble de la Réserve naturelle domaniale "De Westhoek", basée sur la carte au 1/20.000è "Etude du massif dunaire transfrontalier Perroquet-Westhoek" (E.R.E. 1994).
- CARTE DE LA QUALITE BIOLOGIQUE EN BELGIQUE. Feuillet La Panne 11/7, échelle 1/25.000è. Relevés de terrain 1978-1980. Ministère de la Santé publique et de la Famille, Institut d'Hygiène et d'Epidémiologie.
- CARTE PEDOLOGIQUE DE BELGIQUE. Feuillet 50 W (De Moeren - Veurne) et 35 W (De Panne), échelle 1/20.000è.
- DE FERRARIS, J. (1771-1778) Kabinetskaart van de Oostenrijksche Nederlanden. Feuillet 2 (Nieuport), échelle 1/25.000è, ré-édition 1965. Bibl. nationale de Belgique, Bruxelles.
- Plan de secteur Furnes - Côte occidentale (1976). Feuillet De Panne 11/7 et De Moeren 19/3. Secrétariat d'Etat à l'économie régionale, à l'aménagement du territoire et au logement, Direction de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire, Bruxelles.
- Plan directeur De Westhoek - Atlas (1993), Vlaamse Landmaatschappij, Bruxelles.
- Carte topographique (1860 - révision 1911). Feuillet 'Furnes' et 'Oostdunkerke', échelle 1/40.000è. Institut cartographique militaire, Bruxelles.
- Carte topographique (1954). Feuillet 11/7-8 De Panne - Oostduinkerke, échelle 1/25.000è, Institut géographique national, Bruxelles.
- Carte topographique (1967). Feuillet 19/3-4 De Moeren - Veurne, échelle 1/25.000è, Institut géographique national, Bruxelles.
- Carte topographique (1978). Feuillet 19/3-4 De Moeren - Veurne, échelle 1/25.000è, Institut géographique national, Bruxelles.
- Carte topographique (1985). Feuillet 11/7-8 De Panne - Oostduinkerke, échelle 1/25.000è, Institut géographique national, Bruxelles.
- VANDER MAELEN, P. (1842). Carte topographique de Belgique. Feuilles 'Dunkerque 6/1' et 'Furnes 6/2', échelle 1/20.000è, Bruxelles.
- VERBIST, P. (1648). Zone côtière entre Koksijde et Zuydkote, échelle originale environ 108.000. Cité dans DEPUYDT (1967).
- Avant-projet de plan structurel pour la zone côtière (1994), Bureau d'études économiques de Flandre occidentale.

VI.2. Littérature

- ADRIANI, M.J. & VAN DER MAAREL, E (1968). Voorne in de branding. Stichting Wetenschappelijk Duinonderzoek, Oostvoorne, 104 p. ill.
- AMERYCKX, J. & T'JONCK, G. (1957). De waterzieke landbouwgronden in West-Vlaanderen. Editions provinciales Flandre occidentale, 218 p. + fig.
- AMPE, C. (1991). Natuurontwikkelingsplan voor de Belgische Kust. Eindverslag tweede fase : partim bodemkunde. Onderzoek van de bodemfactor in functie van het beheer. Universiteit Gent, Labo Algemene Bodemkunde, in opdracht van het Instituut voor Natuurbehoud, Hasselt, 177 p.
- AMPE, C & LANGOHR, R (1993). Distribution and dynamics of shrub roots in recent coastal dune valley ecosystems of Belgium. *Geoderma* 56 : 37-55.
- APTROOT, A. & VAN HERK, K. (1994). Veldgids korstmossen. Stichting Uitgeverij KNNV, 144 p.
- ARNOLDS, E. et al. (1984). Standaardlijst van Nederlandse Macrofungi. Coolia 26 + supplément, Nederl. Mycologische Vereniging, 362 p.
- ARNOLDS, E. (1989). A preliminary Red Data List of macrofungi in the Netherlands. *Persoonia* 14 (1) : 77-125.
- ARNOLDS, E. et al. (1992). Standaardlijst van Nederlandse Macrofungi, supplément 2, 163 p.
- BAES, R. (1989). Natuurontwikkelingsplan voor de Belgische kust - eerste fase : onderzoek naar beheersrelevante milieufactoren in enkele sleutelgebieden, partim bodemkunde. Laboratorium Algemene Bodemkunde, RUG, non publié, 116 p.
- BAKKER, T.W.M. (1981). Nederlandse kustduinen : geo-hydrologie. Pudoc, Wageningen, 189 p.
- BAKKER, T. (1991). Begrazing in Meijendel. *Duin* (14) 1 : 17-18.
- BAL, D., BEIJE, H.M., HOOGEVEEN, Y.R., JANSEN, S.R.J. & VAN DER REEST, P.J. (1995). Handboek natuurdoeltypen in Nederland. Informatie- en Kenniscentrum Natuurbeheer & Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Wageningen, 407 p.
- BAS, C., VAN BRUMMELEN, J., TJALLINGII, F. & TJALLINGII-BEUKERS, G. (1983). Standaardlijst van Nederlandse paddestoelnamen. *Wet. Med. K.N.N.V.* 156, 72 p.
- BECKERS, A. (1992). Grote grazers in de duinen van Oostvoorne. *Huid en Haar* 11 (2 + 3) : 89-95.
- BECKING, J.H. (1970). Plant-endophyte symbiosis in non-leguminous plants. *Plant and Soil* 32 : 611-654.
- BILLIAU, R. (1992). De fauna en flora van de Westhoekduinen. In : TERMOTTE, J. (red.). *Tussen land en zee. Het duingebied van Nieuwpoort tot De Panne.* Lannoo, Tielt, pp. 190-228.
- BINGGELI, P., EAKIN, M., MACFAYDEN, A., POWER, J & MCCONNELL, J. (1992). Impact of the alien sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) L. on sand dune ecosystems in Ireland. In : CARTER, R.W.G., CURTIS, T.G.F. & SHEEHY-SKEFFINGTON, M.J. (eds.). *Coastal dunes - geomorphology, ecology and management for conservation.* Balkema, Rotterdam, pp. 325-339.
- BODEUX, A. (1974). De belangrijkste kenmerken van de neerslag te Koksijde, Melsbroek en St. Hubert. *Période de référence 1952-1972.* IRM, Miscellana Ser. B29, 65 p.

- BODEUX, A. (1975). De vochtigheid in België. Het verzadingsdeficit van de lucht en waterdamp. I.R.M. Miscellanea Ser. B35, 71 p.
- BODEUX, A (1976). De temperatuur van de lucht in België. IRM Belgique, Misc. Ser. B39, 118 p.
- BODEUX, A. (1977). De windsnelheid en windrichting in België. IRM, Miscellanea Ser; B42 : 169 p.
- BONTE, D. (1992). Dagvlinders aan de Westkust. Duinen 4 : 16-31.
- BONTEe, D. (1994). Libellen in de duinstreek van de Vlaamse Westkust : resultaten van een inventarisatie gedurende de periode 1990-1994. Gomphus (10) 2 : 39-44.
- BOOGHS, K., DESCHEPPER, L., VAN HOUDT, K. & MARIN, A. (1994). Studie tot en opmaken nvan een voorontwerp voor de herinrichting van de toegangen tot het staatsnatuurreservaat "De Westhoek" te De Panne. Adviesbureau voor de Groene Leefruimte, Gand, commandité par de Westvlaamse Vereniging voor de Vrije Tijd v.z.w., 97 p.
- BORTIER, P. (1897). Boisement des dunes de la Flandre. 5è éd. Vanderauwera, Bruxelles, 29 p.
- BRAND, A.M., APTROOT, A., DE BAKKER, A.J. & VAN DOBBEN, H.F. (1988). Standaardlijst van de Nederlandse korstmossen. Wetensch. meded. KNNV 188, 68 p.
- BRIQUET, A. (1930). Le littoral du Nord de la France et son évolution morphologique. Amand Colin, Paris, 439 p.
- BRITISH TRUST FOR CONSERVATION VOLUNTEERS (1991). Sand dunes - a practical conservation handbook. Eastern Press, Reading, 108 p.
- C.B.S. (1993). Botanisch basisregister. Centraal bureau voor de statistiek -afdeling natuurlijk milieu, Voorburg/Heerlen, 82 p.
- CHRISTIAENS, L. (1976). Luchtfotografische studie van de evolutie van de kust ten westen van De Panne en tussen Bredene en Wenduine. Mémoire non-publié, RUG, 92 p., ill. cartes.
- CORLEY, M.F.V., CRUNDWELL, A.C., DULL, R., HILL, M.O. & SMITH, A.J.E. (1981). Mosses of Europe and the Azores ; an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. J. Bryol. 1 : 609-689.
- COSYNS, E., LETEN, M., HERMY, M. & TRIEST, L. (1994). Voorlopige Rode Lijst van de Vlaamse Flora. Instituut voor Natuurbehoud en VUB, Bruxelles.
- CRIEL (1994). Rode Lijst van de zoogdieren van Vlaanderen. AMINAL, Bruxelles, 79 p.
- CUPERUS, R. & MESTERS, H. (1992). Milieu : kopzorgen over het duin. In : IVN (1992). Beleef het duin. Vereniging voor natuur- en milieueducatie, Jan van Arkel, Utrecht, pp. 201-211.
- DAMS, R. & MOENS, L. (1994). Verzuring. In : Verbruggen, A. (red.). Leren om te keren. Milieu- en natuurrapport Vlaanderen. Vlaamse Milieumaatschappij, Garant, 823 p.
- DE BLUST, G. (1989). Natuurbeheersproblemen : een natuurreervaat staat niet alleen ! In : Hermy, M. (red.). Natuurbeheer. Van de Wiele, Stichting Leefmilieu, Natuurreservaten en Instituut voor Natuurbehoud, Bryuges, pp. 31-47.
- DE BRUYN, G.J. (1992). Ontstaangeschiedenis : duinen, meer dan zand alleen. In : IVN (1992). Beleef het duin. Vereniging voor natuur- en milieueducatie, Jan van Arkel, Utrecht, pp. 7-22.
- DE CEUNYNCK, R. (1978). Het zandtransport in het domaniaal natuurreervaat "De Westhoek". Mémoire non-publié. RUG, 93 p. + fig. & cartes.

- DE CEUNYNCK, R. (1984). A contribution to the study of dune deposits of the Belgian coastal plain. Bull. Soc. Belge de Géologie et Paléologie. 93, 3 : 251-254.
- DE CEUNYNCK, R. (1987). Ontstaan en ontwikkeling van de duinen. In : THOEN, H. (éd.) : De Romeinen langs de Vlaamse kust. Gemeentekrediet, pp. 26-29.
- DE CEUNYNCK, R (1985). The evolution of the Coastal Dunes in the Western Belgian Coastal Plan. Eiszeitalter und Gegenwart 35 : 33-41.
- DE CEUNYNCK, R. (1992). Het duinlandschap : ontstaan en evolutie. In TERMOTE, J. (r éd.) : Tussen land en zee. Het duingebied van Nieuwpoort tot De Panne. Lannoo, Tielt, pp. 18-45.
- DE CEUNYNCK, R. & THOEN, H. (1981). The Iron Age settlement at De Panne-Westhoek. Ecological and geological context. Heliolum 1 : 21-42.
- DECLERK, K. & DEVRIESE, H. (1992). De sprinkhanenfauna van de Belgische Westkust. Duinen 1 : 11-37.
- DE FONSECA, P. (1980a). Herpetofauna in Oost- en West-Vlaanderen : verspreiding in functie van milieufactoren. Mémoire non-publié, RUG, 277 p. + atlas.
- DE FONSECA, P. (1980b). La répartition géographique et le choix de l'habitat du triton ponctué (*Triturus v. vulgaris* L.) en Flandres orientale et occidentale (Belgique). Biol. Jaarb. Dodonaea 48 : 47-89.
- DE FONSECA , P. (1981) La répartition et le choix de l'habitat du triton alpestre (*Triturus a. alpestris*) (Laurenti) dans les provinces de Flandres orientale et occidentale (Belgique). Biol. Jaarb. Dodonaea 49 : 98-111.
- DE KIMPE, A. & DESMET, R. (1995). Reën in het bos : mag er meer wild zijn ? Natuurbeleving 2 : 36-38.
- DE LANGHE, J.E., DELVOSALLE, L., DUVIGNEAUD, J., LAMBINON, J & VANDEN BERGHEN, C. (1988). Flora van België, het Groothertogdom Luxemburg, Noord-Frankrijk en de aangrenzende gebieden (Pteridophyten en Spermatophyten). Deuxième édition. Jardin botanique national de Belgique, Meise, 972 p.
- DE MOOR, G. (1981). Erosie aan de Belgische kust. De Aardrijkskunde 1981-1/2 : 279-294.
- DE MOOR, G & DECLERCQ, E (1995). Ecosysteemvisie voor de Vlaamse kust - partim Geomorphologie. Laboratorium Fysische Geografie, Vakgroep Geografie, Universiteit Gent, 56 p.
- DENIS, J. et al. (1992). Geografie van België. Crédit communal, Bruxelles, 623 p
- DEPUYDT, F. (1964) Bijdrage tot de geomorphologische studie van de Belgische Westhoekduinen. Mémoire KUL, non-publié, 99 p. + annexes.
- DEPUYDT, F. (1966). Analyse van de strand- en duinsedimenten in de Belgische Westhoek. Acta Geographica Lovianensia, vol. IV : 68-82.
- DEPUYDT, F. (1967). Bijdrage tot de geomorphologische en fytogeographische studie van het domaniaal natuurreervaat De Westhoek. Ministerie van Landbouw, Bestuur van Waters en Bossen, Dienst Domaniale Natuurreervaten en Natuurbescherming. Werken nr. 3 : 100 p., 15 fig., 2 cartes.
- DEPUYDT, F. (1972). De Belgische strand- en duinformaties in het kader van de geomorfologie der zuidoostelijke Noordzeekust. Acad. Roy. Sciences, Lettres et Beaux-Arts de Belgique - Classe des Sciences, XXXIV, n° 122, 214 p.

DE RAEVE, F. (1986). *Inocybe aeruginascens* Babos dans les dunes entre Dunkerque et Nieuwpoort. Dumortiera 34 : 22-28 ;

DE RAEVE, F. (1987). Flora en vegetatie van het Zwijnboscomplex. Duinen 1(3) : 60-75.

DE RAEVE, F. (1989). Sand dune vegetation and management dynamics. In VAN DER MEULEN F. et al. : « Perspectives in coastal dunes management », SPB Academic Publishing. La Hayen pp. 99-109.

DE RAEVE, F. (1989a). Het beheer van de kustduinen : mag natuur ooit weer een natuur worden ? In : HERMY (réd.), Natuurbeheer. Van de Wiele, Stichting Leefmilieu, Natuurreservaten en Instituut voor Natuurbehoud, Bruges.

DE RAEVE, F. (1989b). Natuurontwikkelingsplan voor de Belgische kust. Eindverslag eerste fase, partim vegetatiekunde. Probleemstelling, theoretische basis en overzicht van de ecologische processen in het duinlandschap, op grond van de inventarisatie van enkele sleutelgebieden. Universiteit Gent, Lab. Morphologie, Systematiek en Ecologie der Planten, commandité par l'Instituut voor Natuurbehoud, 38 p.

DE RAEVE, F. (1991). Een overzicht van een aantal ecologische basisdeterminanten en hun potenties voor natuurontwikkeling in de duinen en aangrenzende gebieden langs de Belgische kust. Verslag van de tweede fase (1990-1991), partim vegetatiekunde, van het onderzoeksproject « Natuurontwikkelingsplan voor de Belgische kust ». Universiteit Gent, Lab. Vvor Morfologie, Systematiek en Ecologie der Planten, commandité par l'Instituut voor Natuurbehoud, 170 p.

DE RAEVE, F. & LEBBE, L. (1984). Duinen. In : Water voor Groen. Vierde Vlaams wetenschappelijk congres voor groenvoorziening. Vereniging voor Groenvoorziening, Bruxelles, pp. 409-431.

DE RAEVE, F., LETEN, M. & RAPPE, G. (1983). Flora en vegetatie van de duinene tussen Oostduinkerke en Nieuwpoort. Jardin botanique national de Belgique, Meise. 176 p. + fig.

DE RIDDER, H. (1963). Plantensociologische studie in het natuurreervaat de Westhoek, te De Panne. RUG, non-publié, 114 p., ill. + annexes.

DE SAEDELEER, Y ; et al. (1991). Amfibieën en reptielen in de Belgische kustduinen. Duinen (5) 2 : 24-53.

DESENDER, K. (1985). Naamlijst van de loopkevers en zandloopkevers van België (Coleoptera, Carabidae). Document d'étude 19, IRSNB, Bruxelles, 36 p.

DE SENDER, K. (1986a). Distribution and ecology of carabid beetles in Belgium (Coleoptera, Carabidae) - part. 1. Document d'étude 26, IRSNB, Bruxelles, 30 p.

DESENDER, K. (1986b). Distribution and ecology of carabid beetles in Belgium (Coleoptera, Carabidae) - part. 2. Document d'étude 27, IRSNB, Bruxelles, 24 p.

DE SENDER, K. (1986c). Distribution and ecology of carabid beetles in Belgium (Coleoptera, Carabidae) - part. 3. Document d'étude 30, IRSNB, Bruxelles, 23 p.

DESENDER, K. (1986d). Distribution and ecology of carabid beetles in Belgium (Coleoptera, Carabidae) - part. 4. Document d'étude 34, IRSNB, Bruxelles, 48 p.

DESENDER, K., MAELFAIT, J.-P., & BAERT, L. (1991). Carabid beetles as ecological indicators in dune management (Coleoptera : Carabidae). Elytron Suppl. 5 (1) : 239-247.

DESENDER, K., MAELFAIT, J.-P., & DEURINCK, R. (1980a). Ecological data on *Trechus obtusus* De Geer (Coleoptera, Carabidae) collected by pitfall trapping in coastal dunes (Belgium). Biol. Jaarb. Dodonea 48 : 90-101.

DESENDER, K., MAELFAIT, J.-P., VANHERCKE, L. & DEURINCK, R. (1980b). Investigations on Coleoptera communities in different habitats. I. The Carabid fauna of the dune nature reserve « De Westhoek » 'De Panne, Belgium). Biol. Jaarb. Dodonea 48 : 102-110.

DE SMET, J. (1961). Onze duinen in 1828. Biekorf (62) 9 : 257-266.

DESMET, R., DE KIMPE, A. & VAN DEN BERGE, K. (1995). (Her)introductie, (g)een overweging waard ? II. Herintroductie : overzicht - criteria. De Wielewaal 3 : 77-82.

DEVILLERS, P. et al. (1988). Atlas des oiseaux nicheurs de Belgique. IRScNB, Bruxelles, 395 p.

DE VLIEGER , B. (1989). Natuurontwikkelingsplan voor de Belgische kust. Eindverslag eerste fase, partim luchtfotoanalyse. Universiteit Gent, Lab. Regionale Geografie en Landschapskunde, commandité par l'Instituut voor Natuurbehoud, Hasselt, 20 p.

D'HONDT, A. (1979). Vegetatieanalyse van enkele duinpannen gelegen aan de Belgische Westkust. Mémoire non-publié. RUG, 98 p., ill.

D'HONDT, A. (1981). De vegetatie van De Westhoek, een fyto-sociologische studie van het staatsnatuurreervaat ten behoeve van het beheer, met vegetatiekaart. Gent, Bestuur van Waters en Bossen, 142 p., ill., cartes.

DOGNIAUX, R. (1979). Verdeling van de zonneschinsduur en van de zonnestraling in België. IRM Belgique, Misc. Ser. B51.

ENSING, J. (1991). Natuurontwikkeling voor beginners. Stichting Landelijk Overleg Natuur- en Landschapsbeheer, Utrecht, 96 p.

E.R.E. - Etudes Recherches Environnement (1994). Etude du massif dunaire transfrontalier Perroquet-Westhoek. 3 parties + annexes et fig.

GAUTIER, A. (1990). Hommes et animaux pendant l'Age du Fer. Dans : LEMAN-DELERIVE, G. & BEAUSSART, P. (eds.). Les Celtes en France du Nord et en Belgique. Paris, pp. 195-210.

GELDHOF, P. (1988). Staatsnatuurreervaat « De Westhoek » - kanttekeningen bij het recreatief onthaal, Westvlaamse Vereniging voor de Vrije Tijd vzw, nogn-publié, 8 p. + annexes.

GROLLE, R. (1983). Hepatics of Europe including the Azores ; an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. J. Bryol. 1 : 403-459.

GULINCK, M. (1966). Hydrogeologie. Verklarende tekst bij de Atlas van België - planches 16 A et 16 B, Comité National de Géographie, Bruxelles, 65 p.

HAECON (1995). Slufterontwikkeling in de Westhoek - haalbaarheidsstudie naar de kustveiligheid. Commandité par AMINAL, département Nature. Non-publié, 66 p. + fig.

HEINDERYCKX, P. (1863). « Beschrijvinghe van de prochiën binnen de casselrye van Veurne ». Archivers de la ville de Furnes, Oud Archief, 10.

HEMERIK, L. (1992). Mossen - laag bij de gronds plantaardig leven. In : IVN (1992). Beleef het duin. Vereniging voor natuur- en milieueducatie, Jan van Arkel, Utrecht, pp. 71-77.

HERBAUTS, J. (1971). Flore et végétation des dunes de la réserve naturelle domaniale du Westhoek. Ministerie van Landbouw, Bestuur van Waters en Bossen, Dienst Domaniale Natuurreervaten en Natuurbescherming. Ouvrage n° 5 : 95 p., fig. + photos.

HERMY, M. & DECLEER, K. (1994). Standpunt van het Instituut voor Natuurbehoud inzake de introductie van soorten. Instituut voor Natuurbehoud, Hasselt, non-publié, 7 p.

HERRIER, J.-L. & LETEN, M. (1994). Schetsontwerp van beheersplan voor het domaniaal natuurreervaat « De Westhoek » te De Panne. Rapport IN 94.03, Instituut voor Natuurbehoud, 29 p. + Annexes.

HOFFMANN, M. (1981). Vergelijkende vegetatiekundige studie van drie terreinen in het zout/zoet overgangsgebied van de Braakman en op Voorne. Mémoire non-publié. Universiteit Gent, 220 p., ill.

HOFFMANN, M. (1991). Entomologisch-ecologische excursie naar 't Schippat te Oostduinkerke en het SNR De Westhoek te De Panne. Biol. Jaarb. Dodonaea 59 : 14-15.

HOFFMANN, M. (1993). Verspreiding, fyto-sociologise en ecologie van epifyten en epifytengemeenschappen in Oost- en West Vlaanderen. Doctorat. Non-publié. RUG., 763 p.

HUBERT, P. & MOORMANN, F.R. (1963). Bodemkaart van België - verklarende tekst bij het kaartblad De Panne 35 W. Centrum voor bodemkartering, Gent, 56 p.

HUBLE, J. (1975). Arachnofauna van strooisel onder duinstruweel van de Belgische Westkust (liste des espèces). Biol. Jaarb. Dodonaea 43 : 146-150.

HUBLE, J. (1976). Bodemspinnen van duinmoeras en helmduinen in het staatsnatuurreervaat « De Westhoek » (liste des espèces). Biol. Jaarb. Dodonaea 44 : 226-230.

HULZINK, P. (1989). Pionieren met pony's in de Zepeduinen. De Levende Natuur 4 : 119-124.

HUSTINGS, F., OSIECK, E.R., & VAN BETTERAY, J. (1994). Nieuwe en afgevoerde broedvogels op de Nederlandse Rode Lijst. Oriolus 60 (4) : 85-92.

JANSSENS, M. & SALMAN, A. (eds.) (1992). Duinen voor de wind. Een toekomstvisie op het gebruik en het beheer van de Nederlandse kustduinen. Stichting Duinbehoud, Leiden, 134 p.

KETELAAR, R. (1994). Grote grazers en het publiek. Een onderzoek naar houdingen van gebruikers en omwonenden tegenover begraasde en natuurlijk beheerde stadsparken. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen, 67 p. + annexes.

KLIJN, J.-A. (1981). Nederlandse kustduinen : geomorfologie en bodems. Pudoc, Wageningen, 190 p.

KLOMP, W.H. (1989). Het Zwanenwater : a Dutch dune wetland reserve. In : Van der Meulen, F., Jungerius, P.D. & Visser, J. (eds.). Perspectives in coastal dune management. SPB Academic Publishing, La Haye, pp. 305-312.

KOERSELMAN, W. (1992). The nature of nutrient limitation in Dutch dune slacks. In : CARTER, R.W.G., CURTIS, T.G.F. & SHEEHY-SKEFFINGTON, M.J. (eds.). Coastal dunes - Geomorphology, ecology and management for conservation. Balkema, Rotterdam, pp. 189-201.

KUIJKEN, E., LETEN, M. & PROVOOST, S. (1994). Ecologische inpasbaarheid van de waterwinning in het duinengebied van de Westkust. Instituut voor Natuurbehoud, ref. A.94.127, non-publié, 23 p. + annexes.

KUIJKEN, E., VAN VESSEM, J., DRAULANS, D. (1986). Ramsar-areas in the Flemish part of Belgium, Institute of Nature Conservation.

KUIJKEN, E., VAN VESSEM, J. (1986). Overzicht van de voorgestelde speciale beschermingszones in Vlaanderen voor het behoud van de vogelstand. Instituut voor Natuurbehoud.

LANDWEHR, K. & HEMERIK, L. (1992). Paddestoelen : mythe en realiteit. In : IVN (1992). Beleef het duin. Vereniging voor natuur- en milieueducatie Jan van Arkel, Utrecht, pp. 95-105.

LANGEVELD, M. (1989). Begrazing in het Zwanenwater. Huid & Haar 8 (4) : 181-186.

- LANGEVELD, M. (1991). Begrazing in het Zwanenwater. *De Groene Hollander* 17/18 : 11-15.
- LEBBE, L. (1978). Hydrogeologie van het duingebied ten westen van De Panne. Doctor. Non-publié. RUG, 164 p. + cartes.
- LEBBE, L. & DE CEUNYNCK, R. (1980). Lithostratografie van het duingebied ten westen van De Panne. *Prof. Pap. Belg. Geol. Dienst* 171 : 1-26.
- LETEN, M. (1989). Staatsnatuurreservaat De Westhoek : ontwikkelingen 1981-1988. *Duinen* (3) 1 : 21-30.
- LETEN, M. (1992). Vegetatie- en landschapsontwikkeling in de duinen van de Westkust. In TERMOTE, J. (red). *Tussen land en zee. Het duingebied van Nieuwpoort tot De Panne*. Lannoo, Tielt, pp. 158-189.
- LAETEN, M. (1994). Advies betreffende de resten van de Duitse Atlantikwall in het Westhoekreservaat. *Avis IN* 1984. 180, Instituut voor Natuurbehoud, 6 p. + cartes.
- LETEN, M. (en prép.). De orchideënflora van het Westhoekreservaat (De Panne, West-Vlaanderen) : een evaluatie van 38 jaar bescherming en beheer.
- LETEN, M. & RAEYMAEKERS, G. (1981). Excursie naar het duingebied van De Panne (Westhoek en Calmeynbos). *Muscillana* 1 : 28-29.
- LINDEMANS, P. (1952). *Geschiedenis van de landbouw in België*. De Sikkel, Antwerpen, 2 parties, 1113 p. + fig.
- LOPPENS, K. (1932). La région des dunes de Calais à Knokke. *Laboratoire du Litoral, Coxyde*, 231 p.
- MAELFAIT, J.-P., BAERT, L., DESENDER, K., POLLET, M., VERLINDEN, A., DE RAEVE, F. & LETEN, M. (en prép.). Arthropod communities and dune grassland management.
- MAES, D., MAELFAIT, J.-P., & KUIJKEN, E. (1995). Rode Lijsten : een onmisbaar instrument in het moderne Vlaamse natuurbehoud. *Wielewaal* 5 : 149-156.
- MARTENS, K. & WALRAVENS, K. (1995). *Ecosysteemvisie voor de Vlaamse kust. Deelstudie : hydrogeologie*. Universiteit Gent, Laboratorium voor Toegepaste geologie en Hydrogeologie, commandité par AMINAL, 110 p.
- MASEKI, N.G.M. (1908a). Impact of the edaphic factor on the plant ecology in the Westhoek coastal dune nature reserve ; Belgium. Mémoire, non-publié. RUG, 193 p.
- MASSART, J. (1908a). *Essai de géographie botanique des districts littoraux et alluviaux de la Belgique + Annexe*. 584 + 121 p. Lamertin, Bruxelles.
- MASSART, J. (1908b). *Les districts littoraux et alluviaux de la Belgique*. In BOMMER, Ch. & MASSART, J. : *Les aspects de la végétation de la Belgique*. Jardin botanique de l'Etat, Bruxelles.
- MASSART, J. (1913). La cinquantième herborisation générale de la Société royale de botanique de Belgique sur le littoral belge. *Bull. Soc. Roy. Belg. Bot.* 51, fascicule I : 69-185 + fig. et photos.
- MASSART, J. (1913b). Pour la protection de la nature en Belgique. *Bull. Soc. Roy. Belg. Bot.* 51, fascicule II, 308 p. + fig. et photos.
- MEES, G. & VERHEYE, W. (1984). Bodem- en grondwater. In : *Water voor Groen. Vierde Vlaams wetenschappelijk congres voor groenvoorziening*. Vereniging voor groenvoorziening, Bruxelles, pp. 83-104.

- MENKVELD, W. (1991). . Grazers in Noord-Holland. *De Groene Hollander* 17/18 : 47-50.
- MOORMANN, F.R. & T'JONCK, G. (1960). Bodemkaart van België - verklarende tekst bij het kaartblad De Moeren 50W. Centrum voor Bodemkartering, Gent, 52 p.
- NOIRFALISE, A., HUBLE, J. & DELVINGT, W. (1970). Les réserves naturelles de Belgique. Administration des Eaux & Forêts, Ministère de l'agriculture., Bruxelles, 143 p.
- PONCELET, L. & MARTIN, H. (1974). Tendances générales du climat en Belgique. IRM, Communications, vol. XXVI, 265 p.
- RAPPE, G. (1984). The distribution of some lesser known thallasochorus plantt species along the elgian coast, compared with their distribution in Western Europe. *Biol. Jaarb. Dodonaea* 52 : 35-56.
- RAPPE, G & HOFFMANN, M. (en prép.). Ecosysteemvisie voor de Vlaamse kust, biotsche aspecten. Universiteit Gent, commandité par le Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap (AMINAL, Département Nature).
- ROOTHAERT, N. (1990). Beschouwingen en voorstellen inzake het onthaal, begeleiding en eventuele beteugeling van het gedrag van de bezoekers van het staatsnatuurreervaat « De Westhoek ». Raport interne, 4 p.
- SIEBEL, H.N., APTRROT, A., DIRKSE, G.M., VAN DOBBEN, H.F., VAN MELICK, H.M.H. & TOUW, A. (1992). Rode Lijst van in Nederland verdwenen en bedreigde mossen en korstmossen. *Gorteria* 18 (1° : 1 - 20.
- SLINGS, Q.L. (1994). De kalkgraslanden van de duinen. *De Levende Natuur* 4 : 120 - 130.
- STIEPERAERE, H. (1980). The species-area relation of the Belgian flora of vascular plants and its use for evaluation. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.* 112 : 193 - 200.
- STROBBE (1990). De duinen van de Westhoek in een historisch perspektief. Rapport non-publié, Direction des Monuments et des Sites, 13 p. + ill.
- SYMENS, D. (1994). Recente avifaunistische waarnemingen periode september-november 1994. *Oriolus* 60 (4) : 105-114.
- TACK, G., VAN DEN BREMT, P. & HERMY, M. (1993). Bossen van Vlaanderen - een historische ecologie. Davidsfonds, Louvain, 319 p.
- TAVERNIER, R., AMERIJCKX, J., SNACKEN, F. & FARASIJN, D. (1970). Kust, duinen en polders. *Atlas de Belgique*, feuille 17, Bruxelles.
- TEN HAAF, C. (1991). Begrazingsonderzoek in het Zwanenwater. *De Groene Hollander* 17/18 : 16-18.
- TEN HAAF & BAKKER (ecologisch en hydrologisch adviesbureau) (1992). Begrazingsplan WDM-duingebied. Alkmaar, 35 p.
- TERMOTE, J. (1992). Wonen op het duin. De bewoningsdichtheid vann het duingebied tot aan de Franse Revolutie. In : TERMOTE, J. (réd.). *Tussen Land en Zee. Het duingebied van Nieuwpoort tot De Panne*. Lannoo, Tielt, pp. 46-88.
- TOUW, A. & RUBBERS, W.V. (1989). De Nederlandse bladmossen. Flora en verspreidingsatlas van de Nederlandse Musci (*Sphagnum* exceptés). Stichting Uitgeverij KNNV, 532 p.
- VAN ACKER, L. (1984). De Panne in « le magasin pittoresque ». *Biekorf* (84) 1 : 5-15.
- VANDEN BERGHEN, C. (1947). La théorie organogénétique de la formation des dunes littorales. *Les Naturalistes Belges* 28 : 3-4.

VAN DER FEEN, P.J. (1963). Hoe en wanneer zijn wilde konijnen in Europa verspreid geraakt ? Biol. Jaarb. Dod. 31 : 237-243.

VAN DIJK, H.W.J. (1992). Grazing domestic livestock in Dutch coastal dunes : experiments, experiences and perspectives. In : CARTER, R.W.G., CURTIS, T.G.F. & SHEEHY-SKEFFINGTON, M.J. (éds.). Coastal dunes - Geomorphology, ecology and management for conservation. Balkema, Rotterdam, pp. 235-251.

VAN GOMPEL, J. (1987a). De Belgische kustduinen. Of het verhaal van 50 jaar ruimtelijk wanbeleid. Natuurreservaten 2 : 47.

VAN GOMPEL, J. (1987b) . Nieuwe vondsten van de Ekelmuis te Koksijde. Duinen (1) 1 : 16 .

VAN HECKE, L. (1982). Het niet-stedelijk landschap in Noord-België : voorbeelden en achtergronden van recente evolutie (1900-1980). Extern (9) 4 : 243-257.

VAN LANDUYT, W. (1991). Fytosociologisch-ecologische studie van de epifytenvegetaties op *Sambucus nigra* L. Mémoire, non-publié. RUG, 142 p.

VAN LANDUYT, W. (1992). Natuurbehoud en recreatie in de duinen van de Vlaamse Westkust en van Noord-Frankrijk. Een beleidsgericht onderzoek naar beheersvormen en inrichtingsmodaliteiten van de Westhoekduinen. 1ère partie : een beschrijvend overzicht van de duincomplexen tussen Duinkerke en Nieuwpoort. W.V.T., 98 p.

VAN STEERTEGEM, M. (1982). Invloed van konijnenbegrazing op een duingraslandcomplex (Groenendijk, Oostduinkerke). Mémoire, non-publié. RUG, 116 p.

VAN VESSEM, J. & STIEPERAERE, H. (1989). Extensieve begrazing : (g)een oplossing voor de klassieke beheersproblemen ? In HERMY, M. (éd.) : Natuurbeheer. Van de Wiele, Stichting Leefmilieu, Natuurreservaten vzw et Instituut voor Natuurbehoud, pp. 169-184.

VERMEIRE, M. (1935) Geschiedkundige schets van Westvlaanderens landbouw en van de eigenaars- en landbouwersbond. Verbeke-Loys, Bruges, 638 p. + fig.

VERMOORTEL, Y. (1990). Karakterisatie van bodems en plantwortels in een kustduinvallei-ecosysteem in het natuurreservaat van De Westhoek (West-Vlaanderen). Mémoire, non-publié. RUG, 217 p.

VERSCHOORE, K. (1988). De rugstreeppad in het Westhoekreservaat - een situatieschets. Duinen (2) 4 : 84-86.

VERSCHOORE, K. (1993a). Eerste resultaten van het herpetologisch inventarisatieproject van de Belgische kustduinen. 1ère partie : région De Panne - Nieuwpoort. Duinen (7) 3 : 74-79.

VERSCHOORE, K. (1993b). De Alpenwatersalamander aan de Belgische kust. Duinen (7) 3 : 80-82 .

VERSTRAAL, T. (1992). Vossen : de terugkeer van een oude bekende. In : IVN (1992). Beleef het duin. Vereniging voor natuur- en milieueducatie, Jan van Arkel, Utrecht, pp. 191-200.

WAGEMAKERS, R. (1978). Fenologische & faunistisch vergelijkend onderzoek van Carabidae van twee helmduinen in het staatsnatuurreservaat « de Westhoek ». Mémoire, non-publié, RUG.

WALLEYN, R. (1995). Wasplaten (*Hygrocybe* s.l.) in Vlaanderen. In : Langendries, R, Van der Gucht, K., Van der Veken, P. & Walleyn, R. (éds.). Communication présentée à la troisième Journée mycologique de Flandre (Louvain, 19 mars 1994). Universiteit Gent, pp. 43-53.

WESTVLAAMS ECONOMISCH STUDIEBUREAU (1994). Strukturplan Kustzone - avant-projet. Commandité par la Province de West-Vlaanderen, 197 p. + cartes.

ZEEVALKING, H.J. & FRESCO, L.F.M. (1977). Rabbit grazing and species diversity in a dune area. *Vegetatio* (35) 3 : 193-196.

ZWAENENPOEL, J. (1993). De Siberische grondeekhoorn in het Zoniënwoud. *Zoogdier* (4) 1 : 4-12.

ANNEXE 1 : FLORE ET FUNGI DE LA RESERVE NATURELLE DOMANIALE « DE WESTHOEK » - liste des espèces (période 1990-1995).

A. FLORE SUPERIEURE (Spermatophytes + Ptéridophytes)

LEGENDE DE LA LISTE DES ESPECES

La nomenclature de DE LANGHE et al. (1988) a servi de base pour la dénomination scientifique et française des espèces.

St = statut de l'espèce dans la Réserve du Westhoek

- () espèce à population restreinte dans le Westhoek.
- p espèce présente uniquement aux alentours de la réserve.
- A espèce plantée ou qui s'est propagée suite à des plantations.
- th espèce thallasochore (qui se disperse par la mer ; voir RAPPE 1984).
- en régression marquée dans la Réserve du Westhoek.
- + espèce n'ayant plus été (récemment) aperçue dans la Réserve du Westhoek.

Fr = classement des phréatophytes (dépendance envers le niveau de la nappe souterraine, classement d'après le registre de base de la Flore des Pays-Bas (C.B.S. 1993) :

- H = 1 Hydrophytes ou plantes aquatiques : espèces de plantes dont la partie végétative se trouve dans des circonstances normales sous l'eau et/ou flottant à la surface d'un plan d'eau.
- W = 2 Phréatophytes humides : espèces qui exigent, pour un bon développement et l'accomplissement de leur cycle de vie (e.a. germination), que le niveau (souterrain) de l'eau soit, soit pendant une partie de l'année, soit de façon plus ou moins permanente, à peu près à hauteur du sol, ou plus haut lors des années à niveau normal (phréatophytes obligés).
- F = 3 phréatophytes obligés principalement répandus sur les sols humides (qui ne poussent que dans la sphère d'influence de la surface phréatique, qui se situe en général sous le niveau du sol).
- V = 4 espèces généralement répandues sur sols humides et qui poussent principalement ou exclusivement dans la sphère d'influence de la surface phréatique, qui se situe en règle générale sous le niveau du sol.
- P = 5 phréatophytes locaux : espèces qui sur une grande partie de leur aire de répartition aux Pays-Bas peuvent pousser en dehors de la zone d'influence de la surface phréatique (eau souterraine en général sous le niveau du sol), mais qui, dans certaines régions ou en certains endroits déterminés, sont cependant liées à cette sphère d'influence ou se trouvent principalement dans cette zone.
- K = 6 aphréatophytes calcaires : espèces qui poussent dans la zone d'influence de la surface phréatique (eau souterraine en général sous le niveau du sol), mais qui peuvent également pousser en zone « sèche » uniquement sur sols calcaires du Sud-Limbourg.
- A = 7 aphréatophytes : espèces qui sur leur aire de répartition ne sont pas liées à la zone d'influence de la surface phréatique.
- Z = 8 halophytes, ou plantes des milieux salés : espèces qui ne se trouvent que dans les milieux alcalins.
- D = 9 phréatophytes dunaires : espèces qui dans beaucoup de milieux ne sont pas liées à la zone d'influence de la surface phréatique (qui y sont donc aphréatophytes), mais qui, dans les dunes ou sur d'autres sols sablonneux, ne se trouvent qu'exclusivement ou principalement dans cette zone d'influence.

Eg = groupe écologique

Groupe écologique d'après la Liste standard provisoire de la flore des Pays-Bas (COSYNS et al. 1994) : seules les espèces actuellement (ou précédemment) présentes dans le Westhoek sont mentionnées.

- 1 milieux moyennement ou fortement salés : dunes côtières, eaux salées, schorren et situations de contact entre milieux doux et salés.
 - 11 plages supérieures, dunes de front de plage et laisses de mer sablonneuses.
 - 12 eaux salées à fortement saumâtres.
 - 13 schorres supérieures et situations de contact entre milieux doux et salés.
- 2 eau ouverte salée à saumâtre
 - 21 eaux ouvertes (modérément) eutrophes, s'asséchant rarement.
 - 22 eaux ouvertes oligotrophes, et lit périodiquement asséché de celles-ci.
- 3 rives et marais.
 - 31 végétations des zones d'atterrissement (modérément) eutrophes, stagnantes ou subissant légèrement du courant, profondes à peu profondes et permanentes, souvent en formations fangeuses.
 - 32 végétations des zones d'atterrissement eutrophes, subissant le courant ou périodiquement asséchées, en général pas en formations fangeuses.
 - 33 marais fangeux bas acides, (modérément) oligotrophes, pauvres en calcaire.
 - 34 marais fangeux bas basiques, (modérément) oligotrophes, riches en calcaire.
 - 35 hautes fagnes et landes marécageuses sur sols humides, très oligotrophes, à humus acide.
- 4 cultures
 - 41 cultures sur sols riches.
 - 43 cultures sur sols (modérément) oligotrophes et pauvres en calcaire.
- 5 situations pionnières et broussailles anthropogènes
 - 51 endroits régulièrement parcourus sur sols (modérément) eutrophes.
 - 52 situations pionnières sur sols (modérément) eutrophes, non-humiques, à teneur en calcaire mais non-calcaires, et secs.
 - 53 broussailles sur sols (modérément) eutrophes, calcaires, non-humiques et secs.
 - 54 broussailles sur sols eutrophes, humiques, et modérément secs.
- 6 situations pionnières (semi-)naturelles.
 - 61 sols ouverts inondés, eutrophes (spécialement riches en azote).
 - 62 sols humides à inondés, modérément eutrophes à oligotrophes.
 - 63 prairies ouvertes sur sols secs, oligotrophes à modérément eutrophes, à teneur en calcaire faible ou nulle, non ou faiblement basiques, principalement à l'intérieur des terres.
 - 64 prairies ouvertes sur sols secs, oligotrophes à modérément eutrophes, à teneur en calcaire, basiques, dans les dunes.
 - 65 murs et rochers.
- 7 végétation des prairies et buissons nains
 - 71 prairies relativement eutrophes avec niveau de l'eau variable et autres conditions du milieu très fluctuantes.
 - 72 prairies modérément engrangées sur sols (modérément) humides.
 - 73 prairies modérément engrangées sur sols inondés.
 - 74 prairies sur sols secs, (modérément) oligotrophes, calcaires, basiques.
 - 75 prairies sur sols modérément secs à humides, (modérément) calcaires, neutres à basiques, avec niveau de l'eau variable.
 - 76 prairies sur sols secs, pauvres en calcaire et acides.
 - 77 prairies sur sols humides à périodiquement inondés, oligotrophes, faiblement acides.
 - 78 prairies rases ou landes sur sols humides à secs, oligotrophes, acides, humiques.
- 8 broussailles semi-naturelles, coupes, lisières et taillis.

81	ceintures de débris échoués, broussailles inondées et taillis de saules associés aux rivières de milieux eutrophe.
82	lisières, coupes et jeunes plantations sur sols eutrophes, (surtout riches en azote), neutres, humiques, modérément humides.
83	lisières et coupes sur sols à teneur en calcaire, limoneux, modérément humides à secs.
84	lisières, coupes et taillis sur sols pauvres en calcaire, (modérément) oligotrophes, modérément humides à secs.
85	taillis sur sols modérément humides à secs, neutres à calcaieux, oligotrophes à modérément eutrophes.
9	<u>bois.</u>
91	bois sur sols relativement eutrophes, humides à inondés et à proximité de sources.
92	bois sur sols matures, modérément eutrophes à oligotrophes, modérément humides à secs, se trouvant ensemble avec les types 93 et 94.
93	bois alluviaux, sur sols plus ou moins hydromorphes.
94	bois sur sols oligotrophes à modérément eutrophes, neutres à calcaieux, et versants des ravins.
95	bois sur sols modérément oligotrophes, humides à secs, acides.
96	espèces boisées introduites relativement récemment par des facteurs anthropogènes.

I/N = indigénéité

L'indigénéité est déterminée suivant la Liste standard provisoire de la flore des Pays-Bas (COSYNS et al. 1994).

I	endogène, ou acclimatée avant 1500.
N	acclimatée après 1500
A	adventive ou plantée.

Ufk = rareté en Flandre

La rareté en Flandre (« classe de fréquentation par cadrats » semi-logarithmique, ou UFK) est déterminée en accord avec la Liste standard provisoire des espèces de la flore de Flandre (COSYNS et al. 1994).

<u>Ufk</u>	<u>densité</u>	<u>rareté</u>
0	0	n'est plus présente
1	1-2	marginale
2	3-7	extrêmement rare
3	8-25	très rare
4	26-60	rare
5	61-130	assez rare
6	131-290	peu rare
7	291-460	peu commune
8	461-660	assez commune
9	661-830	commune
10	831-951	très commune

RL = Liste rouge

Catégories de la Liste rouge provisoire pour la Flandre (d'après LETEN (non-publié), sur base de COSYNS et al. 1994, MAES et al. 1995).

0	éteinte en Flandre (extinct in the wild).
---	---

- 1 menacée d'extinction (critically endangered) : espèces qui courent un risque particulier de disparaître à court terme en Flandre si les facteurs à l'origine de cette situation perdurent et aucune mesure de protection n'est prise.
- 1a en recul très rapide (<75 %) et pour le moment extrêmement rare (classe 2).
- 1b présente uniquement sur une ou deux populations (classe 1).
- 1x espèces appartenant à des microhabitats très menacés.
- 2 menacée (endangered) : espèces qui courent un risque sérieux d'être incluses dans la catégorie « menacée d'extinction », si les facteurs à l'origine des menaces perdurent ou si aucune mesure de protection n'est prise.
- 2a déclin très accéléré (<75 %) et pour le moment très rare (classe 2).
- 2b déclin accéléré (50-75 %) et pour le moment extrêmement à très rare (classe 2-3).
- 2x espèces appartenant à des microhabitats très menacés.
- 3 fragiles (vulnerable) : espèces qui courent le risque d'être reprises à court terme dans la catégorie « menacées » si les facteurs responsables du déclin persistent ou si aucune mesure de protection n'est prise.
- ! probablement menacée (undeterminable) : espèces qui sont fort probablement menacées, mais qui, par manque de données ; ne peuvent être reprises dans une des catégories de la Liste rouge.
- !a espèces qui n'ont été observées que récemment, et ne se trouvent que dans une seule ou quelques stations (classe 1).
- !b déclin supposé, mais par suite du manque de données ne peuvent être incluses dans une catégorie de la Liste rouge.
- A en diminution (near-threatened).
- Z rare (susceptible) : espèces qui ont subi un déclin suffisant pour être reprises dans une des catégories de la Liste rouge mentionnées ci-dessus, mais qui ne se trouvent que dans un nombre limité de stations, ce qui les met potentiellement en mesure d'être incluses dans une des catégories de la Liste rouge mentionnées ci-dessus.
- Za pas de déclin, ou déclin insuffisant, mais pour le moment extrêmement rares (classe 2).
- Zb pas de déclin, ou déclin insuffisant, mais pour le moment très rares (classe 3).
- Zc pas de déclin, ou déclin insuffisant, mais pour le moment rares (classe 4).
- ? connaissances insuffisantes (insufficiently known).

RIP

Date à laquelle l'espèce a été observée pour la dernière fois et/ou à laquelle elle est mentionnée dans la littérature.

Nom scientifique	St	Fr	Eg	Ind	UFK	RL	RIP
<i>Acer platanoides</i>	(p)	A	96	N/A	6		
<i>Acer pseudoplatanus</i>	A	92	N/A	9			
<i>Achillea millefolium</i>		A	72	I	10		
<i>Agrimonia eupatoria</i>	A	83	I	7			
<i>Agrostis capillaris</i>		A	76	I	9		
<i>Agrostis stolonifera</i>		P	71	I	9		
<i>Aira caryophyllea</i>		O	A	76	I	6	
<i>Aira praecox</i>	1	76	I	6			
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	O	P	32	I	8		
<i>Alliaria petiolata</i>	A	82	I	7			
Nom scientifique	St	Fr	Eg	Ind	UFK	RL	RIP
<i>Alnus glutinosa</i>	K	91	I/A	10			
<i>Ammophila arenaria</i>	A	11	I	4	Zc		
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	+	9	75	I	2	2a	1963
<i>Anagallis arvensis</i> ssp. <i>Arvensis</i>	A	41	I	7			
<i>Anagallis tenella</i>	W	34	I	3	2b		
<i>Anchusa officinalis</i>	A	53	N	3			

<i>Anthoxanthum odoratum</i>	A	72	I	9			
<i>Anthriscus caucalis</i>	A	82	I	4	Zc		
<i>Anthriscus sylvestris</i>	O	A	82	I	9		
<i>Anthyllis vulneraria</i>	+	A	74	I	3	2a	1963
<i>Apera interrupta</i>	O	A	52	N	3		
<i>Aphanes inexpectata</i>	+	A	43	I	6		ca. 1985
<i>Aquilegia cf. vulgaris</i>	(a ?)	A		A ?			
<i>Atabis hirsuta</i> ssp. <i>Hirsuta</i>	A	74	I	3	2b		
<i>Arctium minus</i>	A	54	I	7			
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	A	63	I	8			
<i>Arrhenatherum elatius</i>	A	72	I	10			
<i>Artemisia vulgaris</i>	O	A	54	I	10		
<i>Asparagus officinalis</i> ssp. <i>Officinalis</i>	A	85	I ?	6			
<i>Asperula cynanchica</i>	A	74	I	2	2a		
<i>Asplenium scolopendrium</i>	O	D	94	I	4	3a	
<i>Aster tripolium</i>	(+)	W	12	I	4	Zc	ca. 1985
<i>Athyrium filix-femina</i>	O	P	92	I	8		
<i>Atriplex glabriuscula</i>	(th)	Z	11	I	2	Zb	
<i>Atriplex laciniata</i>	(th)	Z	11	I	2	Za	
<i>Atriplex littoralis</i>	(th)	Z	11	I	3	Zb	
<i>Atriplex prostrata</i>	(th)	A	52	I	8		
<i>Avenula pubescens</i>	A	74	I	4	3a		
<i>Baldellia ranunculoides</i>	+	W	22	I	3	2a	1947
<i>Ballota nigra</i>	A	54	I	7			
<i>Barbarea vulgaris</i>	O	P	81	I	6		
<i>Bellis perennis</i>	D	72	I	10			
<i>Berberis vulgaris</i>	O	A	85	I ?	1	!b	
<i>Bergenia crassifolia</i>	(a)	A		A			
<i>Beta vulgaris</i> ssp. <i>Maritima</i>	(th)	Z	11	I	2	Za	
<i>Betula pendula</i>	A	95	I/A	9			
<i>Blackstonia perfoliata</i>	D	62	I	2	2a		
<i>Blysmus compressus</i>	+	F	71	I	1	1a	1946
<i>Briza media</i>	O	D	75	I	4	3a	
<i>Bromus diandrus</i> s.l.	(p+)	A	64	I ?	2	Zb	ca. 1985
<i>Bromus hordeacus</i>	A	72	I	9			
<i>Bromus sterilis</i>	A	82	I	8			
<i>Bromus tectorum</i>	O	A	53	I	6		
<i>Bromus thominei</i>	O	A	64	I	3	Zb	
<i>Bryonia dioica</i>	A	85	I	7			
<i>Budleja daviddii</i>	O	A	65	N			
<i>Butomus umbellatus</i>	+	W	32	I	5	A	1971
<i>Cakile maritima</i>	th	Z	11	I	3	Zb	
<i>Calamagrostis calescens</i>	V	31	I	6			
<i>Calamagrostis epigeios</i>	A	82	I	7			
<i>Calamintha clinopodium</i>	+	A	83	I	4	3a	1958
<i>Callitriches</i> sp.	O	H					
<i>Calystegia soldanella</i>	(th)	A	11	I	3	Zb	
<i>Campanula persicifolia</i>	(a ?)	A	83	I/N	0		
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	O	A	51	I	10		
Nom scientifique	St	Fr	Eg	Ind	UFK	RL	RIP
<i>Cardamine pratensis</i>	V	72	I	9			
<i>Carduus crispus</i>	O	A	54	I	7		
<i>Carduus nutans</i>	O	A	53	I	3	2b	
<i>Carduus tenuiflorus</i>	O	A	53	I	2	2a	
<i>Carex acuta</i>	O	W	31	I	7		
<i>Carex acutiformis</i>	+	W	31	I	7	1955	
<i>Carex arenaria</i>	A	63	I	6			

Carex distans	+	Z	13	I	3	2b	1958
Carex disticha	W	73	I	7			
Carex elata	O	W	31	I	5		
Carex flacca	K	75	I	5			
Carex hirta	A	71	I	8			
Carex nigra	O	F	33	I	6		
Carex panicea	V	77	I	5	A		
Carex pseudocyperus	O	W	31	I	6		
Carex riparia	W	31	I	6			
Carex trinervis	V	34	I	3	Zb		
Carex virdula s.l.	W	77	I	4	3a		
Carlina vulgaris	A	74	I	3	2a		
Catapodium rigidum	O	A	64	I	2	Za	
Centaurea debauxii	A	72	I				
Centaurea thuillieri	A	72	I				
Centaurium erythrea	K	75	I	6			
Centaurium minus	F	62	I	3	Zb		
Centaurium pulchellum	F	62	I	4	Zc		
Centunculus minimus	V	62	I	2	1a		
Cerastium arvense	(p)	A	63	I	7		
Cerastium diffusum	A	11	I	3	Zb		
Cerastium fontanum	A	72	I	10			
Cerastium semidecandrum	A	63	I	6			
Chaerophyllum temulum	O	A	82	I	8		
Chelidonium majus	A	82	I	9			
Chenopodium album	A	52	I	10			
Chenopodium rubrum	D	61	I	6			
Cirsium acaule	O	D	75	I	2	2a	
Cirsium arvense	A	54	I	10			
Cirsium palustre	V	73	I	9			
Cirsium vulgare	A	52	I	10			
Cladium marsicus	(-)	W	31	I	3	2b	
Claytonia perfoliata	A	82	N	5			
Clematis vitalba	A	85	I	6			
Cochlearia danica	A	13	I	4	Zc		
Colchicum autumnale	O	V	74	I	4	3a	
Conium maculatum	O	A	54	I	4	Zc	
Convallaria majalis	a	A	95	I	6		
Convolvulus arvensis	(p)	A	52	I	9		
Corispermum leptopterum	(p)	A	53	N	4		
Cornus sanguinea	O	A	85	I	7		
Corynephorus canescens	A	76	I	6			
Cotoneaster cf. redheri	(p)	A		N			
Cotoneaster horizontalis	O	A	85	N	3		
Cotoneaster simonsii	(p)	A		N			
Crambe maritima	(th)	Z	11	I	2	Za	
Crataegus laevigata ssp. Laevigata	O	A	92	I	6		
Crataegus monogyna	A	85	I/A	10			
Nom scientifique	St	Fr	Eg	Ind	UFK	RL	RIP
Crepis capillaris	A	52	I	10			
Crepis polymorpha	O	A	72	I	4	Zc	
Cynoglossum officinale	A	54	I	4	Zc		
Dactylis glomerata	O	A	72	I	10		
Dactylorhiza cf. praetermissa	+	73	I	3	Zb		1947
Dactylorhiza fuchsii	O	K	73	I	5		
Dactylorhiza incarnata	F	34	I	3	2b		
Descurainia sophia	+	A	53	N	3		1950

Digitalis purpurea	O	A	84	I/N	6		
Diplotaxis tenuifolia	A	53	I	6			
Dipsacus fullonum	D	53	I	6			
Dryopteris affinis cf. ssp. Affinis	O	V	95	I	4	3a	
Dryopteris carthusiana	D	95	I	8			
Dryopteris dilatata	A	95	I	8			
Dryopteris filix-mas	A	92	I	9			
Echium vulgare	A	53	I	6			
Eleocharis palustris	W	32	I	6			
Eleocharis quiqueflora	+	W	34	I	2	1a	1946
Elymus arenarius	+	A	11	I	4	Zc	1963
Elymus farctus	O	A	11	I	3	Zb	
Elymus repens	A	52	I	10			
Elymus x obtusiusculus	O	A					
Epilobium angustifolium	A	84	I	9			
Epilobium ciliatum	F	54	N	9			
Epilobium hirsutum	K	81	I	9			
Epilobium montanum	A	82	I	7			
Epilobium palustre	O	W	33	I	5		
Epilobium parviflorum	K	81	I	7			
Epipactis helleborine	A	83	I	8			
Epipactis palustris	F	34	I	3	2a		
Equisetum arvense	D	52	I	10			
Equisetum palustre	W	71	I	9			
Equisetum variegatum	O	F	34	I	1	1a	
Erigeron acer	A	63	I	5			
Eriophorum angustifolium	+	W	35	I	5	A	1926/1947
Erodium cicutarium ssp. Dunense	O	A	63	I			
Erodium lebelii	A	64	I	3	Zb		
Erophila verna s.l.	A	63	I	7			
Eryngium maritimum	(th)	A	11	I	3	Zb	
Eupatorium cannabinum	K	81	I	8			
Euphorbia paralias	A	11	I	3	Zb		
Euphrasia (sticta) tetraquetra	D	75	I	4	3a		
Evonymus europaeus	A	85	I	6			
Fagus sylvatica	a	A	92	I/A	8		
Festuca arundinacea	V	71	I	8			
Festuca filiformis	A	76	I	7			
Festuca juncifolia	A	11	I	4	Zc		
Festuca rubra s.l.	A	72	I	10			
Fragaria vesca	A	83	I	6			
Frangula alnus	O	P	91	I	8		
Fraxinus excelsior	K	92	I/A	9			
Fumaria officinalis	A	41	I	6			
Galanthus nivalis	a	A	93	N	5		
Galeopsis bifida	O	P	84	I	6		
Galium aparine	A	82	I	10			

Nom scientifique	St	Fr	Eg	Ind	UFK	RL	RIP
Galium mollugo	A	72	I	8			
Galium palustre	W	33	I	8			
Galium uliginosum	W	33	I	6			
Galium verum	A	63	I	6			
Gentianella amarella s.l.	F	34	I	2	2a		
Geranium molle	A	52	I	9			
Geranium robertianum	A	82	I	8			
Geum urbanum	O	A	82	I	8		
Glaucium flavum	(th)	A	11	I	2	Za	

Glechoma hederacea	A	82	I	10			
Glyceria cf. fluitans	()	W	32	I	8		
Gnaphalium luteoalbum	V	62	I	5			
Gymnadenia conopsea	+	K	75	I	2	1a	1955
Hedera helix	A	92	I	9			
Helianthemum nummularium (ssp. Obscurum)	A	74	I	3	Zb		
Heracleum sphondylium	A	82	I	10			
Herminium monorchis	()	K	75	I	2	2a*	
Hieracium pilosella	A	63	I	8			
Hieracium umbellatum	A	84	I	8			
Himantoglossum hircinum	(+)	A	74	I	2	2a	1984
Hippophae rhamnoides	A	85	I	4	Zc		
Hirschfeldia incana	()	A	52	N	4		
Holcus lanatus	P	72	I	10			
Honckenya peploides	(th)	Z	11	I	3	Zb	
Humulus lupulus	()	P	81	I	9		
Hyacinthoides hispanica	a ?	A		A			
Hyacinthoides non-scripta	A	92	I	5			
Hydrocotyle vulgaris	F	33	I	6			
Hyoscyamus niger	+	A	53	I	3	2a	1954-55
Hypericum perforatum	A	76	I	10			
Hypericum quadrangulum	W	73	I	7			
Hypochoeris radicata	A	63	I	10			
Inula conyzae	A	83	I	4	3a		
Iris pseudacorus	W	31	I	8			
Jasione montana	()	A	76	I	7		
Juncus acutiflorus	W	77	I	7			
Juncus atriculatus	V	71	I	7			
Juncus bufonius ssp. Ambiguus	F	62	I	4	Zc		
Juncus bufonius ssp. Bufonius	V	61	I	9			
Juncus bulbosus	+	W	22	I	6		1926/1947
Juncus effusus	()	V	71	I	10		
Juncus gerardii	(+)	Z	13	I	4	Zc	ca.1985
Juncus inflexus	V	71	I	8			
Juncus maritimus	+	Z	13	I	1	1a	1949
Juncus subnodulosus	W	34	I	3	2b		
Juncus tenuis	V	51	I	7			
Koeleria albescens	A	64	I	3	Zb		
Lamium album	A	82	I	10			
Lapsana communis	()	A	82	I	9		
Lathyrus maritimus	(th)	A	11	I	I	1b ?	
Lathyrus pratensis	D	72	I	8			
Lavendula angustifolia	(a ?p)	A		A			
Lemna minor	H	21	I	9			
Leontodon saxatilis	A	63	I	6			
Leonurus cardiaca	()	A	54	I ?	3	2b	
Nom scientifique	St	Fr	Eg	Ind	UFK	RL	RIP
Ligustrum vulgare	A	85	I	4	Zc		
Linaria vulgaris	A	52	I	9			
Linum catharticum	()	D	75	I	3	2a	
Liparis loeselii	+	W	34	I	I	1a	1956 ?
Listera ovata	P	92	I	6			
Lithospermum officinale	A	83	I	3	2b		
Lolium perenne	()	A	51	I	10		
Lonicera periclymenum	A	95	I	9			
Lonicera xylosteum	(p)	A	85	I ?	2	Zb	
Lotus corniculatus ssp. Corniculatus	A	63	I	8			

Lotus uliginosus	O	V	73	I	9		
Luzula campestris	A	76	I	8			
Lychnis flos-cuculi	F	73	I	8			
Lycium barbarum	(+)	A	85	N	4	ca. 1980	
Lycopsis arvensis	A	43	I	5			
Lycopus europaeus	W	31	I	9			
Lysimachia nummularia	+	V	71	I	8	1946	
Lysimachia vulgaris	V	73	I	8			
Lythrum salicaria	F	81	I	9			
Mahonia aquifolia	(p)	A	85	N	4		
Malus sylvestris ssp. Mitis	A	92	I/N	5			
Malva moschata	(O)	A	82	I	3	2b	
Malva neglecta	p	A	52	I	8		
Melandrium album	A	52	I	7			
Melandrium dioicum	(p)	A	82	I	7		
Melandrium x dubium	(O)	A					
Mentha aquatica	F	31	I	9			
Mercurialis annua	A	41	I	9			
Moehringia trinervia	A	92	I	8			
Molinia caerulea	(O)	P	78	I	8		
Monotropa hypopitys ssp. Hypophegea	D	84	I	2	1a		
Myosotis arvensis	A	82	I	8			
Myosotis discolor	A	43	I	6			
Myosotis ramosissima	A	63	I	6			
Myosotis scorpioides	W	32	I	7			
Myriophyllum spicatum	(O)	H	21	I	5		
Narcissus incomparabilis (x)	(a)	A		A			
Narcissus odorans (x)	(a)	A		A			
Nasturtium officinale	(O)	W	32	I	6		
Oenanthe aquatica	+	W	32	I	7	1974	
Oenothera biennis	A	53	N	6			
Oenothera erythrosepala	A	53	N	5			
Ononis repens	A	63	I	4	Zc		
Ophioglossum vulgatum	F	77	I	4	3a		
Orchis militaris	+	D	83	I	1	1a	1983
Orchis morio	+	K	75	I	2	1a	1963
Ornithogalum umbellatum	(O)	A	82	I	6		
Orobanche caryophyllacea	(O)	A	64	I	3	2b	
Orobanche purpurea	+	A	64	I	2	2a	ca. 1990
Parietaria officinalis	(O)	A	82	I	3	2b	
Parnassia palustris	K	34	I	2	1a		
Parthenocissus inserta	(O)	A		A			
Pastinaca sativa ssp. Sativa	A	72	I	6			
Pentaglottis sempervirens	A	82	N	3			
Phalaris arundinacea	V	32	I	9			

Nom scientifique	St	Fr	Eg	Ind	UFK	RL	RIP
Phleum arenarium	A	64	I	4	Zc		
Phragmites australis	W	31	I	9			
Picris hieracioides	(p)	A	74	I	6		
Pimpinella saxifraga	A	63	I	6			
Pinus nigra ssp. Nigra	(a)	A		A			
Pinus sylvestris	(O)	A	95	N/A	8		
Plantago coronopus	+	A	13	I	4	Zc	1946
Plantago lanceolata	A	72	I	10			
Plantago major ssp. Intermedia	P	62	I	5			
Plantago major ssp. Major	A	51	I	10			
Poa annua	A	51	I	10			

Poa bulbosa	0	A	64	I ?	3	Zb
Poa palustris	0	W	31	I	6	
Poa pratensis ssp. <i>Angustifolia</i>	0	A	72	I		
Poa pratensis ssp. <i>Irrigata</i>	A	72	I	10		
Poa trivialis	A	71	I	9		
Polygala vulgaris ssp. <i>Vulgaris</i>	A	75	I	4	3a	
Polygonatum multiflorum	(p+)	A	92	I	8	ca. 1985
Polygnoatum odoratum	0	A	83	I	1	!a
Polygonatum amphibium	0	V	71	I	8	
Polygonum aviculare	+	A	51	I	10	1950
Polygonum convolvulus	A	41	I	9		
Polygonum lapathifolium	0	P	61	I	9	
Polygonum persicaria	0	A	41	I	10	
Polypodium vulgare s.l.	A	95	I	7		
Populus alba	a	A	96	N	6	
Populus canadensis (x)	a	A		A		
Populus candicans	a	A		A		
Populus canescens	a ?	A	96	I ?	6	
Populus tremula	a ?	A	95	I/A	8	
Potamogeton coloratus	+	H	22	I	2	2a
Potamogeton densus	0	H	21	I	3	2b
Potamogeton natans	+	H	21	I	6	1947
Potentilla anserina	P	71	I	10		
Potentilla erecta	P	78	I	7		
Potentilla reptans	A	71	I	8		
Primula veris	0	D	75	I	5	
Prunella vulgaris	D	72	I	9		
Prunus avium	0	A	92	I/A	7	
Prunus padus	0	P	93	I/A	5	
Prunus serotina	0	A	95	N	8	
Prunus spinosa	A	85	I	9		
Pulicaria dysenterica	D	71	I	8		
Pyrola rotundifolia	P	83	I	3	Zb	
Quercus robur	A	95	I/A	9		
Ranunculus acris	0	D	72	I	10	
Ranunculus aquatilis	0	H	21	I	6	
Ranunculus bulbosus	0	A	63	I	7	
Ranunculus ficaria	(p)	P	92	I	9	
Ranunculus flammula	0	W	33	I	7	
Ranunculus repens	P	71	I	10		
Ranunculus sceleratus	0	W	61	I	7	
Ranunculus trichophyllus	0	H	21	I	6	
Reseda lutea	0	A	53	I	7	
Reseda luteola	0	A	53	I	6	

Nom scientifique	St	Fr	Eg	Ind	UFK	RL	RIP
Ramnus catharticus	0	A	85	I	3	Zb	
Ribes nigrum	F	91	I/N	5			
Ribes rubrum	V	93	I/N	7			
Rives uva-crispa	P	85	I/N	6			
Rosa canina s.l.	A	85	I	8			
Rosa pimpinellifolia	A	83	I	2	2a		
Rosa rubiginosa	A	85	I	4	Zc		
Rubus caescus	A	82	I	9			
Rubus fruticosus coll.	A	85	I	9			
Rumex acetosa	0	A	72	I	10		
Rumex acetosella	A	76	I	10			
Rumex conglomeratus	P	71	I	8			

Rumex crispus	A	71	I	9			
Rumex hydrolapathum	+	W	31	I	7	196x	
Rumex cf. maritimus	(+)	W	61	I	5	ca. 1980	
Rumex obtusifolius ssp. Obtusifolius	+	A	54	I	10	1947	
Sagina apetala	A	62	I	5			
Sagina maritima	O	Z	13	I	3	Zb	
Sagina nodosa	V	62	I	3	2b		
Sagina procumbens	D	51	I	8			
Salix alba	W	91	I/A	8			
Salix aurita	O	F	91	I	8		
Salix cinerea (+S. x multinervis)	F	91	I	8			
Salix fragilis (+S. x rubens)	(a ?) W	81	I/A	7			
Salix repens (ssp. argentea)	F	84	I	6			
Salix viminalis	O	W	81	I/A	7		
Salsola kali ssp. kali	A	11	I	3	Zb		
Sambucus nigra	A	82	I	10			
Samolus valerandi	W	62	I	4	Zc		
Saponaria officinalis	A	53	I	6			
Saxifraga tridactylites	A	63	I	5			
Schoenus nigricans	(+)	W	34	I	2	1a	ca. 1985
Scirpus maritimus	+	W	31	I	5		1971
Scirpus setaceus	V	62	I	5			
Scrophularia auriculata	W	32	I	7			
Scrophularia nodosa	A	92	I	9			
Scutellaria galericulata	O	F	31	I	6		
Sedum acre	A	64	I	7			
Senecio inaequidens	A	52	N	5			
Senecio jacobaea	A	63	I	9			
Senecio sylvaticus	A	84	I	6			
Senecio vulgaris	A	41	I	10			
Sieglungia decumbens	O	D	78	I	6		
Silene nutans	A	83	I	3	2b		
Solanum dulcamara	P	81	I	8			
Sonchus arvensis	A	41	I	8			
Sonchus asper	A	41	I	10			
Sonchus oleraceus	A	41	I	10			
Sorbus aucuparia	O	A	95	I/A	8		
Sparganium sp.	O			I			
Stachys palustris	O	V	81	I	8		
Stachys sylvatica	O	P	92	I	9		
Stellaria graminea	A	72	I	9			
Stellaria media ssp. media	A	41	I	10			
Stellaria pallida	A	64	I	4	Zc		

Nom scientifique	St	Fr	Eg	Ind	UFK	RL	RIP
Succisa pratensis	-	K	77	I	6		
Symphytum officinale	V	81	I	9			
Taraxacum s. Erythrosperma	A	64	I	5			
Taraxacum s. Spectabilia	O	F	77	I	5	A	
Taraxacum s. Taraxacum	A	72	I	10			
Teucrium scordium	+	W	71	I	1	1a*	1971
Teucrium scorodonia	A	84	I	8			
Thalictrum minus ssp. dunense	A	83	I	3	Zb		
Thesium humifusum	A	74	I	2	Za		
Thymus pulegioides	A	63	I	6			
Trifolium arvense	O	A	76	I	6		
Trifolium campestre	A	63	I	6			
Trifolium dubium	A	72	I	9			

Trifolium pratense	0	A	72	I	10		
Trifolium repens	A	71	I	10			
Tulipia gesneriana (cv.)	(a)			A			
Typha latifolia	0	W	31	I	8		
Ulmus minor	A	93	I	8			
Urtioca dioica	A	82	I	10			
Urtica urens	A	41	I	9			
Valeriana dioica	(+ ?)	F	77	I	4	3a	ca. 1990
Verbascum thapsus	A	53	I	6			
Veronica anagallis-aquatica ssp. aquatica	0	W	32	I	6		
Veronica arvensis	A	63	I	8			
Veronica chamaedrys	A	72	I	9			
Veronica hederifolia cf. ssp. lucorum	p	A	43	I	8		
Veronica officinalis	A	78	I	6			
Veronica serpyllifolia	D	71	I	7			
Viburnum lantana	0	A	85	I ?	3	Zb	
Viburnum opulus	V	92	I	8			
Vicia cracca	D	72	I	9			
Vicia lathyroides	A	64	I	4		Zc	
Vicia sativa ssp. nigra	A	63	I	9			
Vinca major	(p)	A	96	I	3		
Viola canina	P	78	I	4	3a		
Viola curtisii	A	64	I	3		Zb	
Viola hirta	A	83	I	3		Zb	
Viola odorata	0	A	82	I	6		
Vitis vinifera ssp. vinifera	0	A		A			
Vulpica iliata ssp. ambigua	A	64	I	3		Zb	
Zannichellia palustris s.l.	0	H	21	I	5		

B. BRYOPHYTES (bryophytes- et hépatiques)

La nomenclature scientifique des hépatiques est basée sur GROLLE (1983), celle des bryophytes sur CORLEY, CRUNDWELL, HILL & SMITH (1981).

- (1) données personnelles de Marc Leten 1981-1995.
- (2) excursion du Vlaamse Bryologische Werkgroep (Groupe de travail bryologique flamand) 11.04.1992 (données de M. HOFFMANN).
- (3) d'après D'HONDT (1981)

- (4) excursion du Werkgroep Bryologie (groupe de travail Bryologie) 1979 (LETEN & RAEYMAEKERS 1981 : 28-29).
- (5) d'après VAN LANDUYT (1991).

RL-NI = mention dans la Liste rouge des espèces menacées de mousses et lichens des Pays-Bas (SIEBEL et al. 1992) (aucune Liste rouge n'existe (encore) pour la Flandre).

- 0 = disparu des Pays-Bas ;
- 1 = menacé d'extinction aux Pays-Bas ;
- 2 = très vulnérable aux Pays-Bas ;
- 3 = vulnérable aux Pays-Bas ;
- 4 = potentiellement menacé aux Pays-Bas ;

- HEPATIQUES

Nom scientifique	Références	RL-NI
<i>Aneura pinguis</i>	(1)(2)(3)	
<i>Chiloscyphus pallescens</i>	(1)	
<i>Frullania dilatata</i>	(1)(2)(3)(4)(5)	3
<i>Lophocolea bidentata</i>	(3)	
<i>Lophocolea heterophylla</i>	(1)(2)(4)	
<i>Marchantia polymorpha</i>	(3)	
<i>Metzgeria furcata</i>	(1)(5)	3
<i>Pellia endiviifolia</i>	(1)(3)	
<i>Radula complanata</i>	(1)(2)(5)	3
<i>Riccardia chamedryfolia</i>	(1)(3)	
<i>Riccia cavernosa</i>	(1)(3)(4)	

- BRYOPHYTES

Nom scientifique	Références	RL-NI
<i>Amblystegium serpens</i>	(2)(4)(5)	
<i>Barbula convoluta</i>	(2)(3)(4)	
<i>Barbula unguiculata</i>	(4)	
<i>Brachythecium albicans</i>	(1)(2)(3)(4)	
<i>Brachythecium cf. salebrosum</i>	(1)	
<i>Brachythecium rutabulum</i>	(1)(2)(3)(5)	
<i>Bryorythrophyllum recuvirostrum</i>	(1)	
<i>Bryum algovicum</i> s.l.	(3)	
<i>Bryum argenteum</i>	(2)(3)(5)	
<i>Bryum bicolor</i>	(2)(3)(4)	
<i>Bryum caespiticium</i> s.l.	(3)	
<i>Bryum calophyllum</i>	(3)	
<i>Bryum capillare</i> s.l.	(2)(3)(4)(5)	
<i>Bryum gemmiferum</i>	(2)(3)(4)	
<i>Bryum pallens</i>	(2)(3)	
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	(1)	
<i>Bryum subalpiculatum</i>	(3)(4)	
<i>Bryum warneum</i>	(3)	3
<i>Calliergon cordifolium</i>	(1)	
<i>Calliergonella cuspidata</i>	(1)(2)(3)	

Nom scientifique	Références	RL-NI
<i>Campylium polyanum</i>	(1)(3)	3
<i>Campylium stellatum</i>	(1)(2)	2
<i>Campylopus introflexus</i>	(1)(3)	
<i>Ceratodon purpureus</i>	(1)(2)(3)(4)(5)	
<i>Cirriphyllum piliferum</i>	(1)	
<i>Climaciun dendroides</i>	(1)(3)	
<i>Cratoneuron filicinum</i>	(1)	
<i>Cryphaea heteromalla</i>	(1)(5)	
<i>Dicranoweisia cirrata</i>	(1)(2)(3)	
<i>Dicranum polysetum</i>	(1)	
<i>Dicranum scoparium</i>	(1)(3)	
<i>Didymodon fallax</i>	(3)	
<i>Didymodon insulanus</i>	(3)	
<i>Didymodon tophaceus</i>	(2)(4)	
<i>Ditrichum flexicaule</i>	(1)(2)(3)(4)	
<i>Depranocladus aduncus</i>	(1)(2)(3)(4)	

<i>Encalypta streptocarpa</i>	(1)	
<i>Eurhynchium praelongum</i>	(1)(2)(3)	
<i>Eurhynchium striatus</i>	(1)(3)	
<i>Fissidens adianthoides</i>	(1)(3)	3
<i>Funaria hygrometrica</i>	(3)(4)	
<i>Grimmia pulvinata</i>	(2)	
<i>Grimmia sp.</i>	(1)	
<i>Homalothecium lutescens</i>	(1)(2)(3)(4)	
<i>Homalothecium sericeum</i>	(1)(5)	
<i>Hypnum cupressiforme</i>	(1)(2)(3)(5)	
<i>Hypnum jutlandicum</i>	(1)	
<i>Isothecium alopecuroides</i>	(1)	3
<i>Isothecium myosuroides</i>	(1)	
<i>Leptobryum pyriforme</i>	(3)	
<i>Mnium hornum</i>	(1)	
<i>Orthotrichum affine</i>	(1)(2)(5)	
<i>Orthotrichum diaphanum</i>	(1)(2)(5)	
<i>Orthotrichum lyellii</i>	(5)	3
<i>Orthotrichum tenellum</i>	(2)	2
<i>Plagiomyia affine s.s.</i>	(2)(3)	
<i>Plagiomnium ellipticum</i>	(3)	
<i>Plagiomnium undulatum</i>	(1)(3)	
<i>Pleurochaete squarrosa</i>	(1)(2)	4
<i>Pohlia nutans</i>	(3)	
<i>Polytrichum formosum</i>	(1)	
<i>Polytrichum juniperinum</i>	(1)(3)	
<i>Racomitrium canescens</i>	(1)(3)(4)	
<i>Thynchostegium confertum</i>	(1)(2)(4)(5)	
<i>Rhynchostegium megapolitanum</i>	(1)(2)	
<i>Rhytidadelphus triquetrus</i>	(1)	
<i>Schistidium apocarpum</i>	(4)	
<i>Scleropodium purum</i>	(1)(2)(3)	
<i>Thuidium abietinum</i>	(1)	1
<i>Thuidium tamariscinum</i>	(1)	
<i>Tortella flavovirens</i>	(1)(2)(3)(4)	
<i>Tortula calcicola</i>	(1)(2)(5)	
<i>Tortula laevipila</i>	(1)(3)	3
<i>Tortula latifolia</i>	(1)	
<i>Tortula muralis</i>	(1)(2)(3)(5)	

Nom scientifique	Références	RL-NI
<i>Tortula papillosa</i>	(1)	
<i>Tortula ruraliformis</i>	(1)(2)(3)(5)	
<i>Tortula ruralis</i>	(5)	
<i>Tortula subulata</i>	(2)(5)	
<i>Ulota crispa</i>	(2)(5)	2
<i>Ulota phyllanta</i>	(1)(5)	3
<i>Zygodon viridissimus</i>	(1)(2)(3)	

C. LICHENS

La nomenclature scientifique est donnée d'après BRAND et al. (1988).

- (1) excursion Bryologische Werkgroep (Groupe de travail bryologique) 11.04.1992 (données M. HOFFMANN) ;

- (2) d'après D'HONDT (1981) ;
 (3) d'après VAN LANDUYT (1991) ;

RL-NI = mention dans la Liste rouge des espèces menacées de mousses et lichens des Pays-Bas (SIEBEL et al. 1992) ; aucune Liste rouge n'existe (encore) pour la Flandre.

- 0 = disparu des Pays-Bas ;
 1 = menacé de disparition aux Pays-Bas ;
 2 = très vulnérable aux Pays-Bas ;
 3 = vulnérable aux Pays-Bas ;
 4 = potentiellement menacé aux Pays-Bas ;

Nom scientifique	Références	RL-NI
<i>Anisomeridium juistense</i>	(1)(3)	
<i>Buellia punctata</i>	(1)(3)	
<i>Caloplaca citrina</i>	(1)	
<i>Caloplaca lithophila</i>	(1)	
<i>Caloplaca saxicola</i>	(1)	
<i>Candelariella aurella</i>	(1)	
<i>Candelariella xanthodictigma</i>	(1)(3)	
<i>Cladonia arbuscula</i>	(2)	
<i>Cladonia coniocraea</i>	(1)(3)	
<i>Cladonia foliacea</i>	(2)	
<i>Cladonia furcata</i>	(1)(2)	
<i>Cladonia pyxidata</i>	(2)	
<i>Coelacaulon culeatum</i>	(2)	
<i>Collema</i> sp.	(2)	
<i>Evernia prunastri</i>	(1)(2)(3)	
<i>Hypogymnia physodes</i>	(1)(3)	
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	(1)	
<i>Lecanora chlorotera</i>	(1)(3)	
<i>Lecanora conizaeoides</i>	(1)(3)	

Nom scientifique	Références	RL-NI
<i>Lecanora dispersa</i>	(1)	
<i>Lecanora expallens</i>	(1)(3)	
<i>Lecidella elaeochroma</i>	(3)	
<i>Macentina stigonemoides</i>	(1)	
<i>Parmelia caperata</i>	(3)	
<i>Parmelia perlata</i>	(1)	4
<i>Parmelia subaurifera</i>	(1)	
<i>Parmelia subrudecta</i>	(1)(3)	
<i>Parmelia sulcata</i>	(1)(3)	
<i>Peltigera canina</i>	(1)(2)	
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	(1)(3)	
<i>Physcia adscendens</i>	(1)(3)	
<i>Physcia aipolia</i>	(1)	3
<i>Physcia pulverulacea</i>	(1)	
<i>Physcia tenella</i>	(1)(3)	
<i>Physconia grisea</i>	(3)	
<i>Ramalina farinacea</i>	(1)(3)	
<i>Usnea cf. subfloridana</i>	(1)	3
<i>Xanthoria calcicola</i>	(1)	

Xanthoria candelaria	(3)
Xanthoria parietina	(1)(3)
Xanthoria polycarpa	(1)(3)

D. FUNGI (Champignons)

(données empruntées au FUNBEL, la banque de données de l'Antwerpse Mycologische Kring v.z.w. (Cercle mycologique anversois asbl.) ; appuyées d'observations effectuées lors d'excursions de l'Antwerpse Mycologische Kring, de l'Oostvlaamse Werkgroep voor Mycologie (Groupe de travail mycologique de Flandre occidentale) et de H. Ruysseveldt et R. Walleyn, période 1982-1994).

Les espèces marquées d'une (*) sont des espèces ajoutées par DE RAEVE (1986), HOFFMANN (1991) & LETEN (com. Pers.).

La nomenclature scientifique est donnée d'après ARNOLDS et al. (1984 + 1992).

RL-NI = espèces mentionnées dans la Liste rouge des macrofungi menacés des Pays-Bas (ARNOLDS 1989) ; il n'existe pas (encore) de Liste rouge des macrofungi pour la Belgique.

Aux Pays-Bas, on fait la distinction entre les catégories suivantes :

- 0 = probablement éteint ;
- 1 = menacé d'extinction ;
- 2 = très menacé ;
- 3 = :menacé ;
- 4 = potentiellement menacé ;

Code habitat : code habitat d'après ARNOLDS (1989) (uniquement pour les espèces mentionnées sur la Liste rouge) :

- 1.5 Deciduous forests on moist to dry, rich, sandy soils (Alno-Padion p.p.) ;
- 2.5 Scrub of *Salix repens* (*Salicion arenariae*) ;
- 2.6 Scrub of *Crataegus*, *Rosa*, etc. in the dunes (*Sambuco-Berberidion* p.p.) ;
- 3.0 Coniferous forests and scrub ;
- 5.3 ?
- 7.6 Grasslands on not or weakly fertilized cretaceous slopes (*Koelerio-Gentianetum*) ;
- 7.7 Grasslands on not or weakly fertilized, mesic to dry sand in the coastal dunes (*Galio-Koelerion*) ;
- 7.8 Grasslands on not or weakly fertilized, mesic to dry, calcareous sands or loamy sand in the interior (*Medicagini-Avenetum*, *Sedo-Cerastion*) ;
- 8.2 Dry, sandy or moss covered places in the coastal dunes (*Violo-Corynephoretum*, *Tortulo-Phleetum*) ;

Nom scientifique	RL	Code habitat
<i>Agaricus devoniensis</i>		
<i>Agaricus placomyces</i> var. <i>Melagris</i>		
<i>Agaricus spissicaulis</i>		
<i>Agrocybe semiorbicularis</i>		
<i>Antrodia sinusoa</i>		
<i>Armillariella mellea</i>		
<i>Armillariella ostoyae</i>		
<i>Ascocoryne sarcoides</i>		
<i>Athelia epiphylla</i>		
<i>Auricularia auricula-judae</i>		

Auricularia mesenterica
Auriculariopsis ampla
Bisporella citrina
Bjerkandera adusta
Bjerkandera fumosa
Bourdotia galzinii
Calocera cornea
Calvatia excipuliformis
Calvatia utriformis
Cerocorticium confluens
Chodrostereum purpureum
Chromocrea aureoviridis
Ciboria viridifusca

Nom scientifique	RL	Code habitat
-------------------------	-----------	---------------------

Clitocybe dealbata
Clitocybe flaccida
Clitocybe rivulosa
Clitopilus scyphoides
Collybia butyracea
Collybia confluens
Collybia cookei
Comatricha nigra
Coniophora puteana
Conocybe tenera
Coprinus atramentarius
Coprinus comatus
Coprinus domesticus

Nom scientifique	RL	Code habitat
-------------------------	-----------	---------------------

Coprinus micaceus
Coprinus radians
Coriolopsis gallica
Crepidotus mollis
Crinipellis stipitaria
Cryptodiscus rhopaloides
Cyathus olla
Dacrymyces abietinus var. *Trisepata*
Dacrymyces minor
Dacrymyces stillatus
Daedaleopsis confragosa
Daldinia concentrica
Dasyscyphus sulphureus
Dasyscyphus virgineus
Delicatula integrella
Diatype stigma
Flammulina velutipes
Galerina laevis
Ganoderma applanatum
Geastrum coronatum
Geastrum triplex
Geopora arenosa
Gymnopilus penetrans

4	2.6
---	-----

<i>Gymnopilus spectabilis</i>		
<i>Hebeloma crustuliniforme</i>		
<i>Hebeloma dunense</i> (*)		
<i>Hebeloma mesophaeum</i>		
<i>Helvella coreum</i>		
<i>Hemimycena candida</i>		
<i>Hemimycena cucullata</i>		
<i>Hemitrichia imperialis</i>		
<i>Hyaloscypha hyalina</i>		
<i>Hygrocybe acutoconica</i> (*)	3	7.7
<i>Hygrocybe conica</i> (*)		
<i>Hygrocybe insipida</i>	3	7.8
<i>Hygrocybe persisitens</i>		
<i>Hygrocybe psittacina</i>	3	7.8
<i>Hygrocybe reai</i>	2	7.6
<i>Hygrocybe virginica</i>		
<i>Hymenoscyphus herbarum</i>		
<i>Hymenoscyphus scutula</i>		
<i>Hyphoderma setigerum</i>		
<i>Hypochnium sphaerosporum</i>		
<i>Hypomyces aurantius</i>		
<i>Hypoxyton fragiforme</i>		
<i>Inocybe aeruginascens</i> (*)	4	1.5
<i>Inocybe dulcamara</i>		
<i>Inocybe dunensis</i>	4	2.5
<i>Inocybe rimos</i>		
<i>Inocybe serotina</i>		
<i>Inocybe vulpinella</i>		
<i>Inonotus radiatus</i>		

Nom scientifique	RL-N1	Code habitat
<i>Iodophanus alboviolascens</i>		
<i>Lactarius hepaticus</i>		
<i>Lactarius zonarius</i>		
<i>Lasiosphaeria ovina</i>		
<i>Lasiosphaeria spermoides</i>		
<i>Lepiota aspera</i>		
<i>Lepiota cristata</i>		
<i>Lepista inversa</i>		
<i>Levista nebularis</i>		
<i>Lepista nuda</i>		
<i>Lepista sordida</i>		
<i>Leptoglossum muscigineum</i>	4	8.2
<i>Leptosphaeria acuta</i>		
<i>Leptosphaeria doliolum</i>		
<i>Lycoperdon lividum</i>		
<i>Lyomyces sambuci</i>		
<i>Macrotyphula fistulosa</i>		
<i>Marasmius litoralis</i> (*)		
<i>Marasmius oreades</i>		
<i>Marchella esculenta</i> (*)		
<i>Megalocystidium latescens</i>		
<i>Melanoleuca arcuata</i>		
<i>Melanoleuca strictipes</i>		
<i>Merismodes anomalus</i>		

Merismodes ochraceus		
Meruliodipsis corium		
Merulius tremellosus		
Mosselia cinerea		
Mucilaginosa crustacea		
Mycena abramsii		
Mycena adonis	3	5.3
Mycena capillaris		
Mycena filipes		
Mycena galericulata		
Mycena galopoda		
Mycena haematopoda		
Mycena leptcephala		
Mycena metata		
Mycenia oortiana		
Mycena polygramma		
Mycena sanguinolenta		
Mycena stylobates		
Mycena vitilis		
Myxarium nucleatum		
Naucoria amarescens		
Naucoria escharoides		
Nectria cinnabarinata		
Omphalina hepatica		
Omphalina obscurata		
Oxyporus populinus		
Panacolus fimbriata		
Paxillus involutus		

Nom scientifique	RL-NI	Code habitat
Peniophora cinerea		
Peniophora lycii		
Peniophora quercina		
Peziza ammophila		
Peziza repanda		
Phaeogalera oedipus		
Phaeohelotium italicum		
Phanerochaete affinis		
Phellinus ferreus		
Phellinus hippophaecola		
Phlebia radiata		
Phlebia rufa		
Pholiotina squarrosa		
Physarum nutans		
Pilastra anomala		
Pleurotus ostreatus		
Polyperatus varius		
Postia fragilis		
Psathyrella ammophilus		
Psathyrella cernua		
Psathyrella conopilus		
Psilocybe coprophila		
Ramaria flaccida	3	3.0
Resupinatus applicatus		
Resupinatus trichotis		

<i>Rhodocybe gemina</i>		
<i>Rhodocybe popinalis</i>	3	8.2
<i>Rhodotus palmatus</i>	4	1.5
<i>Rhytisma acerinum</i>		
<i>Russula</i> sp. (*)		
<i>Schizopora carneo-lutea</i>		
<i>Schizopora radula</i>		
<i>Scleroderma bovista</i>		
<i>Scopuloides rimosa</i>		
<i>Scutelliana scutellata</i>		
<i>Stemonitis axifera</i>		
<i>Stereum hirsutum</i>		
<i>Stereum ochraceo-flavum</i>		
<i>Stereum rugosum</i>		
<i>Stereum subtomentosum</i>		
<i>Stropharia aeruginosa</i>		
<i>Stropharia coronilla</i>		
<i>Stropharia cyanea</i>		
<i>Thelephora caryophyllea</i>		
<i>Telephora terrestris</i>		
<i>Trametes gibbosa</i>		
<i>Trametes versicolor</i>		
<i>Trechispora farinacea</i>		
<i>Tremella mesenterica</i>		
<i>Trichia contorta</i> var. <i>Contorta</i>		
<i>Trichia varia</i>		
<i>Tricholoma album</i>		

Nom scientifique	RL-N1	Code habitat
<i>Tricholoma cingulatum</i>		
<i>Tubaria furfuracea</i>		
<i>Tulostoma brumale</i>	3	8.2
<i>Tulostoma melanocyclum</i>		
<i>Verpa conica</i> (*)		
<i>Volvariella gloiocephala</i>		
<i>Vuilleminia comedens</i>		
<i>Xylaria polymorpha</i>		

E. ALGAE (Algues)

(d'après LANDUYT 1991 : 69)

Nom scientifique

Desmococcus olivaceus
Lyngbya muscorum

Annexe 2 : Faune de la réserve naturelle domaniale « de Westhoek » - liste des espèces.

A. AVIFAUNE - Oiseaux (d'après E.R.E. 1994)

Légende de la liste des espèces

- (B) Espèce nicheuse ;
- (B !) Niche dans les environs immédiats ;
- (B') Nichait auparavant ;
- (B' ?) Présence antérieure en tant qu'espèce nicheuse incertaine ;
- (W) Hivernant ;
- (Z) Occasionnel ;

Nom scientifique	Statut	Nom français
<i>Accipiter gentilis</i>	(Z)	Autour des palombes
<i>Accipiter nisus</i>	(B)(Z)(W)	Epervier
<i>Acrocephalus palustris</i>	(B)(Z)	Rousserolle verderolle
<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	(B)(Z)	Rousserolle effarvatte
<i>Actitis hypoleucos</i>	(Z)	Chevalier guignette
<i>Aegithalos caudatus</i>	(Z)	Mésange à longue queue
<i>Alauda arvensis</i>	(B')(Z)(W)	Alouette des champs
<i>Anas acuta</i>	(Z)	Canard pilet
<i>Anas crecca</i>	(Z)	Sarcelle d'hiver
<i>Anas penelope</i>	(Z)	Canard souchet
<i>Anas platyrhynchos</i>	(B)(Z)(W)	Canard colvert
<i>Anthus pratensis</i>	(B)	Pipit farlouse
<i>Anthus trivialis</i>	(B')(Z)	Pipit des arbres
<i>Ardea cinerea</i>	(Z)	Héron cendré
<i>Asio flammeus</i>	(B')(Z)(W)	Hibou des marais
<i>Asio otus</i>	(B)(Z)(W)	Hibou moyen-duc
<i>Buteo buteo</i>	(Z)	Buse variable
<i>Calidris alpina</i>	(Z)	Bécasseau variable
<i>Calidris canutus</i>	(Z)	Bécasseau maubèche
<i>Carduelis cannabina</i>	(B)(Z)(W)	Linotte mélodieuse
<i>Carduelis carduelis</i>	(B)	Chardonneret élégant
<i>Carduelis chloris</i>	(B)(Z)(W)	Verdier d'Europe
<i>Carduelis spinus</i>	(Z)(W)	Tarin des aulnes
<i>Certhia brachydactyla</i>	(B)	Grimpereau des jardins
<i>Cettia cetti</i>	(B)(Z)	Bouscarle de Cetti
<i>Charadrius alexandrinus</i>	(B)(Z)	Gravelot à collier intrrompu
<i>Charadrius dubius</i>	(B)(Z)	Petit gravelot
<i>Charadrius hiaticula</i>	(Z)	Grand gravelot
<i>Chlidonias niger</i>	(Z)	Guiffette noire
<i>Circus aeruginosus</i>	(Z)	Busard des roseaux
<i>Circus cyaneus</i>	(Z)(W)	Busard St Martin
<i>Columba oenas</i>	(Z)	Pigeon colombin
<i>Columba palumbus</i>	(B)(Z)(W)	Pigeon ramier
<i>Corvus corone</i>	(B)(W)	Corneille noire
<i>Corvus monedula</i>	(W)	Choucas des tours

Nom scientifique	Statut	Nom français
<i>Cuculus canorus</i>	(B)(Z)	Coucou
<i>Dendrocopos major</i>	(B)	Pic épeiche
<i>Emberiza citrinella</i>	(B')	Bruant jaune
<i>Emberiza schoeniculus</i>	(B)(Z)	Bruant des roseaux
<i>Erythacus rubecula</i>	(B)(Z)(W)	Rouge-gorge familier
<i>Falco columbarius</i>	(Z)	Faucon émerillon
<i>Falco subbuteo</i>	(B)(Z)	Faucon hobereau
<i>Falco tinnunculus</i>	(B)(Z)(W)	Faucon crécerelle
<i>Falco vespertinus</i>	(Z)	Faucon kobelz
<i>Ficedula hypoleuca</i>	(Z)	Gobe-mouche noir
<i>Fringilla coelebs</i>	(B)(Z)(W)	Pinson des arbres
<i>Fringilla montifringilla</i>	(Z)	Pinson du Nord
<i>Galerida cristata</i>	(B)(W)	Cochevis huppé
<i>Gallinago gallinago</i>	(Z)(W)	Bécasse des marais
<i>Gallinula chloropus</i>	(B)(Z)(W)	Poule d'eau
<i>Garrulus glandarius</i>	(B ?)	Geai des chênes
<i>Gavia arctica</i>	(Z)	Plongeon arctique
<i>Gavia stellata</i>	(Z)	Plongeon catmarin
<i>Haematopus ostralegus</i>	(Z)	Huîtrier-pie
<i>Hippolais icterina</i>	(B)(Z)	Hippolais ictérine
<i>Lanius collurio</i>	(B' ?)	Pie-grièche écorcheur
<i>Lanius excubitor</i>	(B')(Z)	Pie-grièche grise
<i>Larus argentatus</i>	(Z)	Goéland argenté
<i>Larus canus</i>	(Z)	Goéland cendré
<i>Larus fuscus</i>	(Z)	Goéland brun
<i>Larus marinus</i>	(Z)	Goéland marin
<i>Larus ridibundus</i>	(Z)	Mouette rieuse
<i>Limosa lapponica</i>	(Z)	Barge rousse
<i>Locustella naevia</i>	(Z)	Locustelle tachetée
<i>Luscinia megarhynchos</i>	(B)(Z)	Lusciniole à moustaches
<i>Melanitta fusca</i>	(Z)	Macreuse brune
<i>Melanitta nigra</i>	(Z)	Macreuse noire
<i>Mergus serrator</i>	(Z)	Harle huppé
<i>Merops apiaster</i>	(B !)(Z)	Guêpier d'Europe
<i>Motacilla alba</i>	(B)(Z)(W)	Bergeronnette grise
<i>Motacilla cinerea</i>	(Z)	Bergeronnette des ruisseaux
<i>Motacilla flava</i>	(Z)	Bergeronnette printanière
<i>Muscicapa striata</i>	(B)(Z)	Gobe-mouches gris
<i>Numenius arquata</i>	(Z)	Courlis cendré
<i>Numenius phaeopus</i>	(Z)	Courlis corlieu
<i>Oenanthe oenanthe</i>	(B')(Z)	Traquet motteux
<i>Oriolus oriolus</i>	(B)(Z)	Loriot
<i>Parus caeruleus</i>	(B)	Mésange bleue
<i>Parus major</i>	(B)	Mésange charbonnière
<i>Passer domesticus</i>	(B)	Moineau domestique
<i>Passer montanus</i>	(Z)	Moineau friquet
<i>Perdix perdix</i>	(B)(W)	Perdrix grise
<i>Phasianus colchidus</i>	(B)(W)	Phaisant de Colchide
<i>Phoenicurus ochruros</i>	(Z)	Rouge-queue noir
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	(B)(Z)	Rouge-queue à front blanc
<i>Phylloscopus collybita</i>	(B)(Z)	Pouillot véloce
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	(Z)	Pouillot siffleur

Nom scientifique	Statut	Nom français
-------------------------	---------------	---------------------

<i>Phylloscopus trochilus</i>	(B)(Z)	Pouillot verdâtre
<i>Pica pica</i>	(B)	Pie
<i>Picus viridis</i>	(B)	Pic-vert
<i>Pluvialis squatarola</i>	(Z)	Pluvier argenté
<i>Podiceps cristatus</i>	(Z)(W)	Grèbe huppé
<i>Prunella modularis</i>	(B)(W)	Accenteur mouchet
<i>Puffinus puffinus</i>	(Z)	Puffin des Anglais
<i>Rallus aquaticus</i>	(Z)	Râle d'eau
<i>Recuvirostra avosetta</i>	(Z)	Avocette
<i>Regulus ignicapillus</i>	(Z)	Roitelet triple-bandeau
<i>Regulus regulus</i>	(Z)(W)	Roitelet huppé
<i>Saxicola torquata</i>	(B)(Z)	Traquet pâtre
<i>Scolopax rusticola</i>	(Z)(W)	Bécasse des bois
<i>Somateria mollissima</i>	(Z)	Eider à duvet
<i>Sterna albifrons</i>	(B' ?)(Z)	Sterne naine
<i>Sterna hirundo</i>	(Z)	Sterne pierregarin
<i>Sterna paradisea</i>	(Z)	Sterne arctique
<i>Sterna sandvicensis</i>	(B' ?)(Z)	Sterne caukek
<i>Streptopelia decaocto</i>	(B)	Tourterelle turque
<i>Streptopelia turtur</i>	(B)(Z)	Tourterelle des bois
<i>Sturnus vulgaris</i>	(Z)(W)	Etourneau sansonnet
<i>Sylvia atricapilla</i>	(B)(Z)	Fauvette à tête noir
<i>Sylvia borin</i>	(B)(Z)	Fauvette des jardins
<i>Sylvia communis</i>	(B)(Z)	Fauvette grisette
<i>Sylvia curruca</i>	(B)(Z)	Fauvette babillarde
<i>Tadorna tadorna</i>	(B)(Z)	Tadorne de Belon
<i>Tringa nebularia</i>	(Z)	Chevalier aboyeur
<i>Tringa ochropus</i>	(Z)	Chevalier cul-blanc
<i>Tringa totanus</i>	(Z)	Chevalier gambette
<i>Troglodytes troglodytes</i>	(B)(W)	Troglodyte mignon
<i>Turdus iliacus</i>	(Z)(W)	Grive mauvis
<i>Turdus merula</i>	(B)(Z)(W)	Merle noir
<i>Turdus philomelos</i>	(B)(Z)(W)	Grive musicienne
<i>Turdus piralis</i>	(Z)(W)	Grive litorne
<i>Turdus torquatus</i>	(Z)	Merle à plastron
<i>Turdus viscivorus</i>	(B)(Z)(W)	Grive draine
<i>Upupa epops</i>	(B')(Z)	Huppe fasciée
<i>Vanellus vanellus</i>	(B')(Z)	Vanneau huppé

B. MAMMIFERES (d'après E.R.E. 1994)

Nom scientifique	Nom français
<i>Chletrionomys glareolus</i>	Campagnol roussâtre
<i>Crocidura leucodon</i>	Musaraigne bicolore
<i>Erinaceus europaeus</i>	Hérisson d'Europe
<i>Felis catus</i>	Chat domestique
<i>Mustela nivalis</i>	Belette
<i>Oryctogalrus cuniculus</i>	Lapin de garenne
<i>Sylvaemus sylvaticus</i>	Mulot sylvestre
<i>Tamias sibericus</i>	Tamia
<i>Vulpes vulpes</i>	Renard roux

C. HERPETOFAUNE (Amphibiens et reptiles)

Nomenclature d'après DE FONSECA (1980b) ;

- (1) d'après DE FONSECA (1980b) ;
- (2) d'après DE SAEDELEER et al. (1991) ;
- (3) d'après VERSCHOORE (1993a) ;
- (4) d'après E.R.E. (1994) ;

Nom scientifique	Références	Nom français
<i>Bufo bufo bufo</i>	(1)(2)(3)(4)	Crapaud commun
<i>Bufo calamita</i>	(1)(2)(3)(4)	Crapaud calamite
<i>Lacerta vivipara</i>	(1)(2)(3)	Orvet fragile
<i>Rana esculenta</i> species-complex	(2)	Grenouille verte
<i>Rana temporaria</i> <i>temporaria</i>	(1)(2)(3)(4)	Grenouille rousse
<i>Triturus alpestris</i> <i>alpestris</i>	(2)(4)	Triton alpestre
<i>Triturus cristatus</i> <i>cristatus</i>	(1)(2)(3)(4)	Triton crêté
<i>Triturus vulgaris</i> <i>vulgaris</i>	(1)(2)(3)(4)	Triton ponctué

D. HYMENOPTERA - (e.a. Fourmis, Guêpes et Abeilles) (d'après E.R.E. 1994)

Nom scientifique

<i>Alysson bimaculatus</i>	<i>Alysson spinosus</i>
<i>Arachnospila</i> cfr. <i>Consobrina</i>	<i>Arachnospila</i> sp.
<i>Arachnospila wesmaeli</i>	<i>Bethylus cephalotes</i>
<i>Crossocerus</i> <i>distinguendus</i>	<i>Crocisserus wesmaeli</i>
<i>Epeolus</i> sp.	<i>Epirys</i> sp.
<i>Episyron rufipes</i>	<i>Formicinae</i> sp.
<i>Hedycgridium ardens</i>	<i>Megachile</i> sp.
<i>Melinus arvensis</i>	<i>Miscophus ater</i>
<i>Myrmicinae</i> sp.	<i>Oxybelus uniglumis</i>
<i>Pompilus plumbeus</i>	<i>Prenanteon</i> sp.
<i>Tiphia femorata</i>	<i>Trypoxylon</i> <i>figulus</i>
<i>Trypoxylon</i> sp.	<i>Vespa germanica</i>

E. ORTHOPTERA - (e.a.) Sauterelles et Grillons

- (1) d'après E.R.E. (1994) ;
- (2) d'après DECLEER & DEVRIESE (1992), période 1980-1982 ;
- (3) d'après BONTE (com. pers.) ;

Nom scientifique

Références

<i>Chorthippus albomarginatus</i>	(2)
<i>Chorthippus biguttulus</i>	(1)(2)
<i>Chorthippus bruneus</i>	(2)
<i>Chorthippus parallelus</i>	(2)

Nom scientifique

Références

<i>Conocephalus discolor</i>	(1)(2)
------------------------------	--------

<i>Euchortipus declivus</i>	(1)
<i>Leptophyes punctatissima</i>	(1)(2)
<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	(1)(2)
<i>Oedipoda caerulescens</i>	(1)(2)
<i>Pholidoptera grisoaptera</i>	(3)
<i>Platycleis albopunctata</i>	(2)
<i>Tetrix ceperoi</i>	(1)(2)
<i>Tetrix undulata</i>	(2)
<i>Tettigonia viridissima</i>	(2)

F. COLEOPTERA, CARABIDAE - Carabes

- (1) d'après WAGEMAKERS (1978) ;
 (2) d'après DESENDER et al. (1980b), période 1973-1975 ;
 (3) d'après E.R.E. (1994) ;

Nom scientifique	Références	Nom scientifique	Références
<i>Acupalpus dubius</i>	(2)	<i>Acupalpus exiguus</i>	(2)
<i>Agonum dorsale</i>	(2)	<i>Agonum fuliginosum</i>	(2)
<i>Agonum marginatum</i>	(1)(2)	<i>Agonum muelleri</i>	(1)(2)
<i>Agonum obscurum</i>	(2)	<i>Agonum thoreyi</i>	(2)
<i>Amara aenea</i>	(1)(2)	<i>Amara anthobia</i>	(1)(2)
<i>Amara apricaria</i>	(1)(2)	<i>Amara bifrons</i>	(1)(2)
<i>Amara communis</i>	(1)(2)	<i>Amara curta</i>	(1)(2)
<i>Amara familiaris</i>	(1)(2)	<i>Amara lucida</i>	(1)(2)
<i>Amara spretea</i>	(1)(2)	<i>Amara tibialis</i>	(1)(2)
<i>Asaphidion flavipes</i>	(1)(2)	<i>Asaphidion pallipes</i>	(1)
<i>Badister bipustulatus</i>	(1)(2)	<i>Badister dilatatus</i>	(2)
<i>Badister lacertosus</i>	(2)	<i>Badister sodalis</i>	(2)
<i>Bembidion assimile</i>	(2)	<i>Bembidion lampros</i>	(1)(2)
<i>Bembidion properans</i>	(1)(2)	<i>Bradycephalus collaris</i>	(2)
<i>Bradycephalus scikii</i>	(2)	<i>Bradycephalus distinctus</i>	(1)(2)
<i>Bradycephalus harpalinus</i>	(1)(2)	<i>Broscus cephalotes</i>	(1)(2)
<i>Calathus erratus</i>	(1)(2)	<i>Calathus fuscipes</i>	(1)(2)
<i>Calathus melanocephalus</i>	(1)(2)	<i>Calathus mollis</i>	(1)(2)
<i>Cicindela hybrida</i>	(3)	<i>Clivina collaris</i>	(1)(2)
<i>Clivina fossor</i>	(1)(2)	<i>Demetrias atricapillus</i>	(1)(2)
<i>Demetrias monostigma</i>	(1)(2)	<i>Dromius linearis</i>	(1)(2)
<i>Dromius melanocephalus</i>	(1)(2)	<i>Harpalus anxius</i>	(2)
<i>Harpalus pubescens</i>	(2)	<i>Harpalus serripes</i>	(1)(2)
<i>Harpalus servus</i>	(1)(2)	<i>Harpalus tardus</i>	(2)
<i>Lebia chlorocephala</i>	(2)	<i>Leistus ferrugineus</i>	(1)(2)
<i>Leistus fulvibarbis</i>	(2)	<i>Leistus rufescens</i>	(2)
<i>Leistus rufomarginatus</i>	(2)	<i>Licinus depressus</i>	(1)(2)
<i>Loricera pilicornis</i>	(1)(2)	<i>Metabletus truncatellus</i>	(2)
<i>Nebria brevicollis</i>	(1)(2)	<i>Nebria salina</i>	(1)(2)
<i>Notiophilus aquaticus</i>	(1)(2)	<i>Notiophilus biguttatus</i>	(1)(2)
<i>Notiophilus palustris</i>	(1)(2)	<i>Panagaeus bipustulatus</i>	(1)(2)
<i>Panagaeus cruxmajor</i>	(2)	<i>Platynus dorsalis</i>	(1)
<i>Poecilus cupreus</i>	(1)	<i>Pseudophonus pubescens</i>	(1)
<i>Pterostichus cupreus</i>	(2)	<i>Pterostichus minor</i>	(2)
Nom scientifique	Références	Nom scientifique	Références
<i>Synuchus nivalis</i>	(1)(2)	<i>Stenolophus teutonus</i>	(1)(2)
<i>Trechus obtusus</i>	(2)	<i>Trechus discus</i>	(2)

Tricochellus placidus

(2)

Trechus quadrstriatus

(1)(2)

G. LEPIDOPTERA - Papillons

- (1) d'après E.R.E. (1994) ;
(2) d'après BONTE (1992), données 1991 ;
(3) d'après LETEN (com. pers.) ;

Nom scientifique	Références	Nom français
<i>Aglais urticae</i>	(1)(2)	Petite tortue
<i>Coenonympha pamphilus</i>	(2)	Daphné
<i>Hipparchia semele</i>	(1)(2)	Sylvandre
<i>Inachis io</i>	(2)	Paon du jour
<i>Issoria lathonia</i>	(3)	Petit nacré
<i>Lasiommata maera</i>	(2)	Satyre
<i>Lycena phlaeas</i>	(2)	
<i>Maniola jurtina</i>	(2)	Myrtil
<i>Parage aegeria</i>	(1)(2)	Tircis
<i>Pieris brassicae</i>	(2)	Piéride du chou
<i>Pieris napi</i>	(2)	
<i>Pieris rapae</i>	(1)(2)	Petit blanc du chou
<i>Polyommatus icarus</i>	(2)	
<i>Pyronia tithonus</i>	(1)(2)	Amaryllis
<i>Thymelius lineolus</i>	(1)	
<i>Thymelicus sylvestris</i>	(2)	Bande noire
<i>Vanessa atalanta</i>	(1)(2)	Vanesse

H. ODONATA - Libellules

- (1) d'après BONTE (1994) (période 1990-1994) ;
(2) d'après E.R.E. (1994) ;

Nom scientifique	Références
<i>Aeshna mixta</i>	(1)
<i>Anax imperator</i>	(1)(2)
<i>Enallagma cyathigerum</i>	(1)(2)
<i>Ishnura elegans</i>	(1)(2)
<i>Orthetrum cancellatum</i>	(1)(2)
<i>Sympetrum fusca</i>	(1)
<i>Sympetrum danae</i>	(2)
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	(2)
<i>Sympetrum striolatum</i>	(2)
<i>Sympetrum vulgatum</i>	(1)

L. ARANEAE - Araignées

- (1) d'après HUBLE (1975 & 1976)
(2) ajoutes d'après MAELFAIT et al. (en prép.) ;

Lieu de capture

- A = dunes à oyats le long du cordon intérieur de dunes
- B = dunes à oyats le long du cordon de dunes à front de plage
- C = panne humide au Sud de la réserve
- D = broussailles sous taillis

Nom scientifique	Références	Capture	Nom scientifique	Références	Capture
<i>Acartauchenius securilis</i>	(1)	A	<i>Agroeca cuprea</i>	(1)	A B C D
<i>Agrocea lusatica</i>	(1)	A	<i>Agrocea proxima</i>	(1)	A B C D
<i>Agyneta conigera</i>	(1)	A C D	<i>Agyneta ramosa</i>	(2)	
<i>Allomengea warburtoni</i>	(1)	C	<i>Alopecosa accentuata</i>	(1)	A D
<i>Alopecosa fabrilis</i>	(1)	A	<i>Alopecosa pulverulenta</i>	(1)	B C D
<i>Antistea elegans</i>	(1)	C D	<i>Araneus diadematus</i>	(1)	D
<i>Arctosa leopardus</i>	(1)	C	<i>Arctosa perita</i>	(1)	A B
<i>Argenna subnigra</i>	(1)	A D	<i>Baryphyma pratensis</i>	(1)	C
<i>Bathyphantes approximatus</i>	(1)	C	<i>Bathyphantes gracilis</i>	(1)	A B C D
<i>Bathyphantes parvulus</i>	(1)	A C D	<i>Bolyphantes luteolus</i>	(1)	B
<i>Centromerita bicolor</i>	(1)	B	<i>Centromerita concinna</i>	(1)	A B C D
<i>Centromerus expectus</i>	(1)	C D	<i>Centromerus prudens</i>	(1)	A B C D
<i>Centromerus sylvaticus</i>	(1)	A B C D	<i>Ceratinella bryiceps</i>	(1)	A B C D
<i>Ceratinella brevis</i>	(1)	A C D	<i>Ceratinella scabrosa</i>	(1)	D
<i>Cheiracanthium erraticum</i>	(1)	B	<i>Cheiracanthium montanum</i>	(1)	B
<i>Cheiracanthium virescens</i>	(2)		<i>Clubiona compta</i>	(1)	C D
<i>Clubiona diversia</i>	(1)	D	<i>Clubiona lutescens</i>	(1)	C D
<i>Clubiona neglecta</i>	(1)	A	<i>Clubiona phragmitis</i>	(1)	C
<i>Clubiona reclusa</i>	(1)	C D	<i>Clubiona subtilis</i>	(1)	A B C D
<i>Dicymbium brevirostrum</i>	(2)		<i>Dicymbium nigrum</i>	(1)	A C D
<i>Diplocephalus permixtus</i>	(1)	C	<i>Diplostyla concolor</i>	(1)	B D
<i>Dismodicus bifrons</i>	(1)	C D	<i>Drapestica socialis</i>	(1)	D
<i>Drassodes cupreus</i>	(1)	A B C	<i>Drassodes lapidosus</i>	(1)	D
<i>Dysdera crocata</i>	(1)	A	<i>Enoplognatha thoracica</i>	(1)	A B D
<i>Episinus angulatus</i>	(1)	D	<i>Erigone atra</i>	(1)	A B C D
<i>Erigone dentipalpis</i>	(1)	A B D	<i>Erigone promiscua</i>	(1)	A B
<i>Ero cambridgei</i>	(1)	A C D	<i>Ero furcata</i>	(1)	A B C D
<i>Ero tuberculata</i>	(1)	D	<i>Euophrys frontalis</i>	(1)	A B C D
<i>Euryopis flavomaculata</i>	(1)	B C D	<i>Floronia bucculenta</i>	(1)	D
<i>Gnathonarium denatum</i>	(1)	C	<i>Gonatium rubens</i>	(1)	B C D
<i>Gongylidiellum vivum</i>	(1)	A C D	<i>Gongylidium rufipes</i>	(1)	D
<i>Haplodrassus dalmatensis</i>	(1)	A B D	<i>Haplodrassus signifer</i>	(1)	A D
<i>Hypomma bituberculatum</i>	(1)	C	<i>Kaestneria pullata</i>	(1)	C D
<i>Leptyphantes ericaeus</i>	(1)	A B C D	<i>Leptyphantes obscurus</i>	(1)	D
<i>Leptyphantes pallidus</i>	(1)	B C D	<i>Leptyphantes tenuis</i>	(1)	A B C D
<i>Leptyphantes zimmermanni</i>	(1)	C	<i>Lophomma punctatum</i>	(1)	C
<i>Linyphia clathrata</i>	(1)	A C	<i>Linyphia triangularis</i>	(2)	
<i>Maso sundevalli</i>	(1)	A B C D	<i>Meioneta rurestris</i>	(1)	B D
<i>Meioneta saxatilis</i>	(1)	C D	<i>Meta segmentata</i>	(1)	B C
<i>Metopobactrus prominulus</i>	(1)	A B D	<i>Micaria pullicaria</i>	(1)	B
<i>Micaria scintillans</i>	(1)	B	<i>Micariolepis dives</i>	(1)	A
<i>Micrargus herbigradus</i>	(1)	D	<i>Microneta viaria</i>	(1)	C D
<i>Oedothorax apicatus</i>	(1)	A C	<i>Oedothorax fuscus</i>	(2)	
<i>Oedothorax retusus</i>	(1)	C D	<i>Oedothorax tuberosus</i>	(1)	C
<i>Oxyptila atomaria</i>	(1)	A B D	<i>Oxyptila praticola</i>	(1)	C D
<i>Oxyptila sanctuaria</i>	(2)		<i>Oxyptila simplex</i>	(1)	A B C D
<i>Oxyptila trux</i>	(1)	D	<i>Pachygnatha clercki</i>	(1)	C D
<i>Pachygnatha degeeri</i>	(1)	A B C D	<i>Pardosa amentata</i>	(1)	C D
<i>Pardosa nigriceps</i>	(1)	A B C D	<i>Pardosa pullata</i>	(1)	A B C D
<i>Pelecopsis mediocris</i>	(1)	A B	<i>Pelecopsis nemoralis</i>	(1)	D
<i>Phaulothrix hardyi</i>	(1)	A B	<i>Philodromus dispar</i>	(1)	D
Nom scientifique	Références	Capture	Nom scientifique	Références	Capture
<i>Phlegra fasciata</i>	(1)	A D	<i>Pholcomma gibbum</i>	(1)	A D
<i>Phrurolithus festivus</i>	(1)	B	<i>Pirata hygrophilus</i>	(1)	C D
<i>Pirata latitans</i>	(1)	A C D	<i>Pirata piraticus</i>	(1)	C D
<i>Pisaura mirabilis</i>	(1)	D	<i>Pocadicnemis pumila</i>	(1)	A C D
<i>Poecilonaeta globosa</i>	(1)	A	<i>Porrhomma microphtalmum</i>	(1)	D
<i>Porrhomma oblitum</i>	(1)	C	<i>Porrhomma pygmaeum</i>	(1)	C
<i>Robertus lividus</i>	(1)	A B C D	<i>Saaristoa abnormis</i>	(2)	
<i>Saloca diceros</i>	(1)	D	<i>Stemonyphantes lineatus</i>	(1)	A B C D

<i>Styloctetor romanus</i>	(1)	A B	<i>Tapinocyba praecox</i>	(1)	A B C D
<i>Tazpinopa longidens</i>	(1)	A B C	<i>Tegenaria saeva</i>	(1)	D
<i>Thanatus striatus</i>	(1)	A B C D	<i>Theridion bimaculatum</i>	(1)	A D
<i>Tibellus maritimus</i>	(1)	A B C D	<i>Tiso vagnans</i>	(1)	A C D
<i>Trichopterna cito</i>	(1)	A D	<i>Trochosa ruricola</i>	(2)	
<i>Trochosa terricola</i>	(1)	A B C D	<i>Troxochrus cirrifrons</i>	(1)	A
<i>Troxochrus scabriculus</i>	(1)	A B C D	<i>Typhochrestus digitatus</i>	(1)	A B
<i>Walckenaeria acuminata</i>	(1)	A B C D	<i>Walckenaeria antica</i>	(1)	A B C D
<i>Walckenaeria corniculans</i>	(1)	D	<i>Walckenaeria cucullata</i>	(1)	A C D
<i>Walckenaeria melanocephala</i>	(1)	A C D	<i>Walckenaeria monoceros</i>	(1)	A B D
<i>Walckenaeria nudipalpis</i>	(1)	C D	<i>Walckenaeria unicornis</i>	(1)	A B C D
<i>Xerolycosa miniata</i>	(2)		<i>Xysticus cristatus</i>	(1)	A B C D
<i>Xysticus erraticus</i>	(1)	A B C D	<i>Xysticus kochi</i>	(1)	A B C D
<i>Zelotes electus</i>	(1)	A B C D	<i>Zelotes serotinus</i>	(1)	A B C
<i>Zora spinimana</i>	(1)	A C D			

ANNEXE 3 :

EXTRAIT DU RAPPORT DE LA REUNION DU 1 MARS 1996 DE LA COMMISSION CONSULTATIVE POUR LA GESTION DES RESERVES NATURELLES DOMANIALES « DE WESTHOEK » ET « DE HOUTSAEGERDUINEN »

Corrections et ajoutes au projet de plan de gestion pour les deux réserves naturelles

Présents : R. Billiau, D . Bonte, P. De Wolf, W. Galle, P. Geldhof, J.-L. Herrier, M. Hoffmann, M. Leten, W. Roggeman et W. Slosse.

Excusés : W. De Breuck, F. Depuydt, J. De Schuyter, Y. Feryn, E. Kuijken, N. Roothaert, M. Strobbe, S. Tys, T. Vitse et A. Zwaenepoel.

Corrections et ajoutes au « Projet de plan de gestion pour la Réserve domaniale De Westhoek à La Panne (Flandre occidentale) » (HOYS, LETEN & HOFFMANN 1996), telles que discutées et approuvées lors de la réunion de la Commission consultative du 01.03.1996.

(I.3.2.2. Création du cordon de dunes Ghyvelde-Adinkerke)
p. 20 : « ... (partie belge = dunes de Cabour) ... »

(I.3.5.2.c . Fluctuations et courants de l'eau souterraine)
p. 33, 3è alinéa : « ... données quantitatives en rapport avec ces courants de l'eau souterraine *manquent également.* »

(I.4.12. La période après la Première Guerre mondiale)
p. 57, 2è alinéa : « ... prédateur de beaucoup de petit gibier (Faisan, Lapin) (...) »
p.57, 5è alinéa : « En 1976 une partie du site fut altérée par un incendie (com. pers. W. Roggeman) . »

(I.5.3.2. Mammifères)
p. 82, 1er alinéa : « Les mammifères qui sont à coup sûr présents sont ... et le Lérot »

(II.3.1. Milieux-cibles dunes ouvertes mobiles)
p. 97 : paramètres des processus : enlever « Agropyre à feuilles de jonc et Pourpier de mer »
« Espèces-cibles : Plantes supérieures : Agropyre à feuilles de jonc, ... »

(II.3.2. Milieu-type dunes à mousses et prairies sèches à mésophiles)
p. 98 : « Espèces-cibles : Autres oiseaux : « ...Pipit des arbres... »

(III.4. Avantages et inconvénients du pâturage)
p. 121 : ajouter aux inconvénients : « *-Suite à l'expérience mené dans la Réserve du Mont Frieux près de Boulogne, où le pâturage fut introduit sans défrichage préalable ni extension des parcelles herbacées, il semble que les petits ensembles de végétation humide relictuels composées d'espèces de mousses des marais calcaires soient sensibles à un certain régime de pâturage. Il a en effet fallu en arriver à clôturer ces petites parcelles, afin de prévenir la disparition des populations relictuelles de (e.a.) Liparis.*

(IV.4. Assèchement)
p. 128, 1er alinéa : « Depuis la fin des années soixante-dix, les conséquences de l'assèchement se sont fortement fait sentir dans les Houtsaegerduinen. »

(V.4.2.6. Recherche scientifique)
p. 142 : remplacer « effets du pâturage sur.... » par « effets de la gestion sur... »

(V.5. Aperçu et calendrier des mesures de gestion à adopter)
p. 159 : « Une chronologie logique des interventions a été établie par ordre de priorité. Le délai de réalisation visé est d'environ 5 ans.

- 1 - Engagement d'un ouvrier permanent affecté aux tâches en rapport avec la nature pour les Houtsaegerduinen (voir V.4.7.)
- Aménagement d'une infrastructure de service (libération de la drève centrale, achat de la partie sud) (voir V.4.4.)
- Rétablissement et aménagement de points d'eau (voir V.4.2.5.)
- Elimination des débris constituant des obstacles aux mouvements des dunes et démolition de la cabane de pêcheurs (voir V.4.3.)
- Introduction du pâturage extensif (év. Achat de petits équidés résistant aux conditions hivernales) (voir V.4.2.)
- Aménagements d'ordre éducatif : organisation de promenades guidées, placement de panneaux d'information (voir V.4.5.)

- Gestion par les coupes : élimination des Peupliers grisards, des Peupliers du Canada et de l'Ontario (voir V.4.4.)
 - Démarrage de projets de recherche scientifique (e.a. étude hydrologique) (voir V.4.6.)
2. - Extension ultérieure du pâturage extensif : éventuellement remplacer les petits équidés, ou compléter ceux-ci à l'aide de bovins résistant aux conditions hivernales (voir V.4.2.7.)
- Extension de la réserve par l'achat du Kerkepannebos, expropriation et rétablissement de la nature sur les terrains récréatifs (voir V.4.4.)
3. - Rétablissement de la nature dans les milieux de pannes humides (après étude hydrologique ! -voir ci-dessus- et réintroduction éventuelle d'éléments biotiques disparus (voir V.4.1.)

Corrections et ajoutes au « Projet de plan de gestion de la Réserve naturelle domaniale De Westhoek à La Panne (Flandre occidentale) » (HOYS, LETEN & HOFFMANN 1996), telles que discutées et approuvées lors de la réunion de la Commission consultative du 01.03.1996

div. p. : « Cabourg » est remplacé par « Cabour »

div. p. : « Vissersdorp » est remplacé par « Westhoekverkaveling »

(I.1.4. Affectations planologiques et statuts légaux)

p. 10, 1er al. : « classé comme site, conformément à la loi du 7.8.1931 sur le maintien des monuments et des sites. » (voir fig. 67 et 68 ajoutées)

(I.2.4. Evaluation des types de visiteurs)

p. 23, 1er al. : « ...GELDHOF (1979 & 1988)... »

(II.3.1. Milieux-types chenaux et plages vertes)

p. 134 : « Espèces-cibles : plantes supérieures : ...Scirpe comprimé, ... Jonc maritime ... Laîche à épis distants. Oiseaux nicheurs : Sterne naine ? ... Migrateurs et hivernants : **Busard St Martin, Grand gravelot, Bécasseau variable ... Hibou des marais** ».

(II.3.2. Milieu-type terrains dépériss inondés)

p. 134 : « Espèces-cibles : Plantes supérieures : ...Scirpe pauciflore ... Orchis bouffon ... Ache rampante. Fourrageurs : **Busard St Martin** ... Traquet motteux ... **Hibou des marais** ».

(II.3.3. Milieu-type dunes ouvertes mobiles)

p. 135 : « Espèces-cibles : ... Oiseaux nicheurs : Sterne naine ? ... Alouette des champs ... »

(II.3.4. Milieu-type dunes à mousses et prairies sèches à mésophiles)

p. 136 : « Espèces-cibles : Plantes supérieures : ... Orobanche pourprée, ... Orchis bouc ... Gymnadénie moucheron ... Orchis bouffon ... Orchis pyramidal ... Asperge ... Vulnéraire... . Oiseaux nicheurs : Traquet motteux, Alouette des champs. Autres oiseaux : **Busard St Martin** ... Pipit des arbres ... Bruant jaune ... Huppe fasciée ... **traquet tarier**. Plus loin ... (espèces de **Geastrum** ... **Hygrocybes**). »

(II.3.5. Milieu-type vallées humides à inondées et oligotrophes)

p. 137 : « Espèces-cibles : Plantes supérieures : ... Scirpe pauciflore ... Liparis de Loesel ... Gymnadénie moucheron, Orchis bouffon ... Choin noirâtre ... Germandrée des marais ... Scirpe comprimé ... Flûteau fausse-renoncule ... Jonc maritime ... Laîche à épis distants . Autres oiseaux : **Busard St Martin**, Bruant jaune, Pie-grièche écorcheur ... **Hibou des marais** ... » « En plus de ... (... *Preissia quadrata*, *Moerckia hibernica*). »

(II.3.6. Milieu-type Taillis + végétations des franges)

p. 138 : « Espèces-cibles : Plantes supérieures : ... Orchis pyramidal ... Orchis militaire .. Oiseaux nicheurs : ... Pipit des arbres ... Bruant jaune, Pie-grièche écorcheur, Huppe fasciée ... » « L'ancien ... (... **Tortula laevipila**, **Ulota phyllantha**, **Zygodon viridissimus** ...). »

(II.3.7. Milieu-type Bois)

p. 138, 2è alinéa : « ... De plus, ... parmi lesquels Peuplier tremble, Frêne commun, ... »

p. 139 : « Espèces-cibles : ... Oiseaux nicheurs : ... Pipit des arbres ... Bruant jaune, Pie-grièche écorcheur, Huppe fasciée ... ». « Plantations forestières anciennes ... (... **Usnea subfloridana** ...). »

(II.5.3. Développement (sub)spontané de la végétation (formation de taillis et de bois))

p. 143, 1er alinéa : « Près du cordon intérieur de dunes et de la limite orientale, il faut signaler une extension végétative supplémentaire d'espèces à l'origine plantées par l'homme, telles que le Peuplier de l'Ontario (*Populus candicans*), Peuplier grisard et Peuplier blanc (*P. canescens*, *P. alba*). »

(II.6. Objectifs historico-culturels et archéologiques)

p. 143, 3^e alinéa : « récemment mis à nu par l'érosion du sable ... (le long du *Heimpad*)... »

4^e alinéa : « L'ancien rempart ... cultures ... ont à cet effet une importance historique. » enlever : et « doivent donc être conservés dans ce sens ».

(III.4. Avantages et inconvénients du pâturage)

p. 164 : ajouter aux inconvénients : « - Suite à l'expérience menée dans la Réserve de Mont St.-Frieux près de Boulogne, où le pâturage fut introduit sans défrichement préalable ni extension des parcelles herbacées, la fragilité des petits ensembles de végétation relictuelle humide composés d'espèces des marais calcaires est apparue. Il a en effet fallu en arriver à clôturer ces parcelles afin de prévenir la disparition de populations relictuelle de (e.a.) Liparis. »

Fig. 56, p. 177 (zones sensibles aux activités récréatives stationnaires) est remplacée par la Fig. 56 revue ci-jointe.

(IV.4. Perturbation du régime hydrologique naturel)

p. 181, 1^{er} alinéa : « ... Les données relatives aux eaux souterraines (instruments de mesure de LEBBE (1978)), font apparaître une baisse du niveau des eaux souterraines de 25 à 400 cm dans la partie orientale de la réserve... »

(IV.5. Vestiges de l'ancien Mur de l'Atlantique construit par les Allemands)

p. 187 : ajouter à la fin « Ce problème est pour le moment en grande partie résolu. »

(V.4.1.2. Phase de recherche)

p. 195 : « ... Le boisement spontané survient principalement sur *les versants bas des dunes* situées dans les milieux autrefois pâturés au sol humique, et *dans les pannes relativement récentes*. »

(V.5.3. Gestion par les coupes et le défrichement)

p. 205 : ajouter « 3. Aucune décision n'a encore été prise en ce qui concerne l'élimination d'autres espèces exogènes, à l'exception des populations de *Hyacinthoides hispanica* et des populations de *hyacinthes hybrides*, qui doivent être éliminées au plus tôt. »

Fig. 64b, p. 207 (situation des zones situées dans le bloc de pâturage nord désignées pour une gestion de défrichement) est remplacée par la Fig. 64b revue ci-jointe. Dès que la carte des végétations sera terminée, une description plus détaillée pourra être effectuée. Dans la légende, remplacer « cercles » par « pointillés noirs ».

(V.5.4.8. Recherche scientifique)

p. 211 : remplacer « effets du pâturage sur ... » par « effets de *la gestion* sur. »

Fig. 65, p. 217 (délimitation des zones de pâturage) est remplacée par la Fig. 65 revue ci-jointe.

Fig. 56 - Situation des zones sensibles aux activités récréatrices stationnaires (hachures), et lieux d'infiltration importants dans les parcelles non-accessibles (flèches).

Fig. 64b - Situation des parcelles situées dans le bloc de pâturage nord et qui ont été désignées pour la gestion par le défrichement ou les coupes. Hachures horizontales = végétation herbacée déjà existante (e.a. unités de gestion actuelles). Hachures verticales = taillis à défricher. Cercles = points d'eau à conserver.

Fig. 65 - Délimitation (ligne continue) des parcelles désignées pour le pâturage extensif dans la Réserve du Westhoek. Les pointillés indiquent les chemins de service à aménager. Les flèches situent les accès de service possibles.

Fig. 66 - Nouvelle infrastructure des sentiers de promenade proposée, avec situation des accès à la réserve (flèches) et la localisation possible d'une tour d'observation (étoile).

