

ÉTUDE DE QUELQUES SUBSTANCES FLUORESCENTES
PRÉSENTES DANS UN LOT DE PLANCTON MARIN NATUREL
COMPOSÉ DE COPÉPODES. - IDENTIFICATION DE
L'ÉRYTHROPTÉRINE, DE LA DROSOPTÉRINE,
DE L'ISODROSOPTÉRINE ET DE LA NÉODROSOPTÉRINE.

par

André Momzikoff et Jean-Marie Legrand

Institut Océanographique de Paris, Laboratoire de Physiologie des Etres Marins (1).

Résumé

Quatre ptérines, ayant en commun le caractère d'être fluorescentes et colorées en orangé et en rouge, ont été identifiées dans un lot de zooplancton naturel composé de Copépodes, caractérisé par sa coloration rouge.

L'érythroptérine, qui est la plus abondante, a été identifiée par ses spectres d'absorption U.V., son produit de dégradation, par électrophorèse et par cochromatographie.

Les trois drosoptérines : la drosoptérine, l'isodrosoptérine et la néodrosoptérine, moins abondantes, ont été identifiées par cochromatographie.

Certaines de ces ptérines peuvent avoir participé à la formation de la coloration rouge de ce plancton.

La présence des ptérines, substances naturelles fluorescentes, a été mise en évidence chez la plupart des organismes vivants, mais c'est chez les Insectes et les Amphibiens, où elles sont particulièrement abondantes, qu'elles ont suscité le plus grand nombre de recherches, tant sur leur structure et leur métabolisme que sur leur répartition chez les diverses espèces d'un même groupe zoologique.

Les ptérines des espèces marines ont été bien moins étudiées. L'attention avait d'abord été attirée sur leur existence chez les Poissons par Fontaine et Busnel (1939), sans qu'elles puissent être alors identifiées, puis des groupes comme celui des Labridés (Ziegler, 1963), ou quelques espèces de Poissons, comme le Saumon du Pacifique (Lee et coll., 1969), ont été étudiés plus en détail. Le groupe des Annélides Polychètes (Viscontini, 1970) et celui des Crustacés (Lima-Zanghi et Bouly, 1969) commencent à être mieux connus.

L'étude des espèces marines planctoniques dont les populations constituent l'essentiel de la biomasse vivant au sein des océans et appartiennent à des groupes zoologiques très variés, ne fait qu'être abordée. Au cours d'une précédente étude sur les substances fluores-

(1) 195, rue Saint-Jacques, 75005 Paris.

centes de deux lots de plancton à Crustacés Copépodes marins, qui avaient été pêchés en mer à deux époques différentes de l'année (mai et septembre 1967), nous avons identifié une ptérine, l'isoxanthoptérine et deux flavines : la riboflavine et le lumichrome, son produit de dégradation (Momzikoff, 1969 a). L'analyse des substances fluorescentes extraites de 20.000 litres d'eau de mer prélevés dans la zone et à la profondeur des pêches du plancton du lot de septembre nous avait, d'autre part, permis d'identifier, parmi celles-ci, également de l'isoxanthoptérine et les deux flavines précitées. L'hypothèse selon laquelle ces substances, ptérines et flavines, mises en évidence dans l'eau de mer, devaient provenir au moins en partie de ce même plancton, avait été faite alors (Momzikoff, 1969 b).

L'intérêt de l'étude des actions éventuelles que ces « métabolites externes » (Lucas, 1947) présents dans l'eau de mer sont susceptibles d'exercer, en tant que « médiateurs chimiques », sur certains processus biologiques ou physiologiques de divers organismes vivant au sein de l'eau de mer, nous a conduit à poursuivre parallèlement l'identification des différentes ptérines et flavines présentes dans les lots de plancton d'origines diverses et celle de ces mêmes composés libres, présents dans les eaux de mer correspondantes, afin de déterminer les origines possibles de ces derniers.

Le présent travail porte sur un nouveau lot de plancton à Copépodes, différant des précédents par sa composition spécifique et caractérisé par une coloration rouge homogène, dans lequel quatre autres ptérines ont été identifiées.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Comme précédemment, les pêches ont eu lieu au large de Monaco, dans une zone située à 5 milles environ des côtes, entre le cap Martin et le cap Ferrat. Elles ont duré une semaine, de la fin d'avril au début de mai 1970, et ont été faites de jour et de nuit.

Les caractéristiques du filet étaient également les mêmes (ouverture d'un m de diamètre et vide de maille de 160 μ). Les traits horizontaux d'environ 45 mn chacun étaient faits dans les cinq premiers mètres, à la vitesse de deux nœuds. Le zooplancton à Copépodes, qui constituait l'essentiel de la biomasse pêchée, était séparé du macroplancton par triage, puis essoré sous vide et aussitôt congelé. Transporté au laboratoire dans la carboglace, il a été conservé au congélateur jusqu'aux analyses. Les opérations ultérieures ont été faites à l'abri de la lumière pour éviter une dégradation des ptérines et des flavines.

Nous avons ainsi collecté 7 kg de zooplancton à Copépodes. Les pêches faites de nuit, en particulier au moment du crépuscule et vers le milieu de la nuit (23 h), ont été les plus abondantes ; le plancton correspondant représente approximativement 60 p. 100 du matériel étudié. Les déterminations des principales espèces, qui ont été aimablement faites par M. Razouls (1), que nous remercions, portent sur

(1) Laboratoire Arago, Banyuls-sur-Mer (Pyrénées-Orientales).

l'examen d'un millier d'individus pris dans l'ensemble des 7 kg. Les Copépodes constituent ainsi l'essentiel du matériel et la composition en espèces est la suivante : les adultes de *Paracalanus parvus* et les formes jeunes de *Calanus helgolandicus* en proportions sensiblement égales représentent en nombre environ 70 p. 100 des espèces, les formes adultes d'*Acartia clausi* et les stades copépodites jeunes et âgés de *Centropages typicus* constituent environ les 30 p. 100 restants. Le matériel comprend également quelques autres espèces de Copépodes et des larves de Crustacés, mais celles-ci sont faiblement représentées.

Les drosoptérines de référence ont été isolées à partir de *Drosophiles sauvages* (*D. melanogaster*) qui nous ont été obligeamment fournies par Mme Thomas, du laboratoire de M. le Professeur Teissier (2). L'érythroptérine et la lépidoptérine de référence ont été synthétisées à partir de la xanthoptérine d'après la méthode de Viscontini.

ISOLEMENTS ET IDENTIFICATIONS

Les 7 kg de plancton ont été broyés par lots successifs, pendant 10 mn, dans un Waring-Blendor refroidi par de la glace. Le broyat, soumis 10 mn à l'action des ultra-sons, a été additionné de méthanol jusqu'à ce que la teneur en alcool soit de 70 p. 100. Une faible quantité de thioglycol (0,2 p. 100) a été ajoutée pour empêcher l'oxydation des ptérines. Après une macération de quatre jours à la température du laboratoire (environ 25 °C), l'ensemble a été centrifugé 15 mn à 7.200 tours/mn. Le surnageant obtenu a été concentré à un faible volume qui a été appelé extrait A. Les culots de centrifugation, remis en suspension dans du méthanol à 70 p. 100, ont été versés dans des colonnes de 130 cm de diamètre où l'extraction des ptérines et des flavines a été poursuivie avec le même solvant jusqu'à épuisement de celles-ci (contrôlée par chromatographie). Cette nouvelle extraction, faite dans sept colonnes, a nécessité une centaine de litres de solvant. Ceux-ci ont été concentrés à un faible volume, appelé extrait B. Les deux extraits (A et B) ont été réunis en un extrait unique C qui constitue l'extrait brut du plancton et contient les ptérines et les flavines natives dans leurs concentrations originelles.

La chromatographie préliminaire de cet extrait brut sur du papier et des couches minces dans du propanol à 50 p. 100 montre la présence de deux taches. L'analyse de la première, fluorescente en rouge et de faible Rf (0-0,10) révèle un mélange d'érythroptérine et des trois drosoptérines (drosoptérine, isodrosoptérine et néodrosoptérine), celle de la deuxième, fluorescente en bleu-vert et ayant un Rf plus élevé (0,20-0,40), un mélange d'isoxanthoptérine, de riboflavine et de composés fluorescents en bleu non étudiés ici.

La séparation et l'isolement de ces composés ont été faits par chromatographie préparative sur des colonnes de poudre de cellulose. Cette technique, déjà utilisée dans le cas des lots de plancton précédents, permet en effet d'éliminer, avec un solvant approprié, les sels

(2) Laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Paris.

et des substances colorées, particulièrement abondantes dans ce type de matériel. Les pertes élevées de certaines ptérines (de l'ordre de 60 p. 100) par suite de leur adsorption irréversible sur la cellulose, ont cependant nécessité un enrichissement de l'extrait en ptérines et flavines. Celui-ci a été fait par une série de concentrations et de centrifugations, suivie d'extractions par des solvants différents.

Ainsi cet extrait brut a été concentré à 500 ml environ, puis centrifugé 30 mn à 7.200 tours/mn. Les culots de centrifugation ont ensuite été extraits par du méthanol à 70 p. 100 et centrifugés. L'opération a été répétée deux fois de suite. Les surnageants successifs réunis ont à leur tour été concentrés et centrifugés. Le nouveau surnageant concentré a été appelé extrait D. Cette solution refroidie dans de la glace fondante a été soumise à une agitation mécanique prolongée, au cours de laquelle une importante phase lipidique blanche s'est formée au sein du liquide, et a été éliminée par centrifugation. Le liquide clair obtenu a été réduit de volume et soumis au même traitement. Le nouveau liquide clair a été conservé et les deux phases lipidiques successives, après avoir été réunies, ont été remises en suspension dans un faible volume d'eau puis centrifugées. Les eaux de lavage et le liquide clair précédent forment l'extrait E. Celui-ci — environ 500 ml — a été extrait trois fois de suite par du benzène additionné d'une faible quantité d'acétone pour éliminer la majeure partie des caroténoïdes. La phase aqueuse résultante (extrait F), après élimination du benzène par évaporation sous vide, a été traitée deux fois de suite par un mélange d'acétone-éther (3 : 1). On élimine ainsi, dans la phase étherée, une importante fraction lipidique colorée en jaune. La phase aqueuse, réduite à 200 ml environ, constitue l'extrait G. Celui-ci, de consistance épaisse, a été additionné d'éthanol jusqu'à ce que la teneur en alcool soit de 85 p. 100. Dans ces conditions, une importante partie des sels précipite en entraînant les ptérines et les flavines, alors que les caroténoïdes et les lipides non éliminés par le traitement précédent restent en solution. La phase saline précipitée (extrait H), reprise par de l'alcool à 70 p. 100, a été additionnée d'un égal volume de chloroforme. Après une agitation prolongée, l'ensemble a été centrifugé. La phase aqueuse renfermant les ptérines et les flavines a été de nouveau amenée à une teneur en alcool de 70 p. 100 et de nouveau extraite par du chloroforme. Après décantation et centrifugation, le même traitement a été répété une troisième fois sur la phase aqueuse précédente. La phase aqueuse résultante a été conservée. Les phases chloroformiques successives réunies ont été lavées à l'eau pour extraire les ptérines et flavines qui y avaient été entraînées. Après agitation et centrifugation, la nouvelle phase aqueuse a été réunie à la phase aqueuse précédente pour former l'extrait I. Celui-ci, concentré à un faible volume, a été fractionné sur colonne.

Celle-ci (9 cm de diamètre et 24 cm de hauteur) a été développée par du propanol à 50 p. 100, additionné de thioglycol (0,1 p. 100). La fraction de tête (fraction A) que l'on élimine, contient les sels, des contaminants bruns et quelques composés fluorescents en bleu non étudiés ici. Dans la fraction de queue (fraction B) se trouve le mélange des quatre ptérines fluorescentes en rouge-orangé, mal séparées les unes des autres, mais où l'érythroptérine est présente à une concentration bien plus élevée que celle de l'ensemble des trois dro-

soptérines. Cette importante différence de concentration entre ces deux groupes de ptérines nous a conduits à isoler séparément les quatre substances en partageant la fraction B en deux volumes inégaux. Le premier, le plus important — les 9/10 du volume de la fraction B — a servi à la purification sur colonne de l'érythroptérine ; le deuxième — le 1/10 restant — a servi à la séparation et à l'identification sur papier des trois drosoptérines. Un essai préliminaire montrait en effet que le fractionnement de l'ensemble de la fraction B conduisait à la perte des drosoptérines par adsorption sur la colonne.

Le degré de purification des trois drosoptérines isolées à ce stade, suffisant pour obtenir une bonne résolution des taches, a permis d'identifier ces composés par la concordance de leurs Rf avec ceux des mêmes substances de référence, dans divers systèmes de solvants (tableau 1).

TABLEAU 1

Rf de l'érythroptérine, de la drosoptérine, de l'isodrosoptérine et de la néodrosoptérine, dans différents solvants sur papier Whatman n° 1.

Solvants	Érythroptérine	Néodrosoptérine	Drosoptérine	Isodrosoptérine
Eau	0,73	—	—	—
Chlorure d'ammonium à 3 p. 100 ..	0,24	—	—	—
Isopropanol - Acétate d'ammonium à 2 p. 100 (1 : 1)	0,11	—	—	—
Propanol - Acétate d'ammonium à 2 p. 100 (1 : 1)	0,22	0,11	0,19	0,25
Isopropanol - Ammoniaque à 1 p. 100 (2 : 1)	0,08	—	—	—
Propanol - Ammoniaque à 1 p. 100 (2 : 1)		0,07	0,14	0,14
Butanol - Acide acétique - Eau (20 : 3 : 7)	0,08	0,05	0,10	0,10
Butanol - Acide acétique - Eau (4 : 1 : 5)	0,12	—	—	—
Pyridine - Acide acétique - Eau (4 : 3 : 3)	0,38	0,03	0,10	0,10

Les concentrations des drosoptérines isolées à ce stade ont été estimées de façon semi-quantitative, en comparant sur les chromatogrammes les intensités de fluorescence des ptérines de l'extrait avec celles de quantités connues de drosoptérine de référence. Les valeurs obtenues qui correspondent au 1/10 du volume de la fraction B ont été rapportées à la totalité du matériel de départ, en tenant compte, d'une part de ce coefficient 1/10 et, d'autre part, des pertes sur la colonne, qui ont été chiffrées à 60 p. 100. C'est ainsi que l'isodrosoptérine, qui est colorée et fluorescente en orangé, est la drosoptérine la plus abondante dans le plancton d'origine (300 γ). La drosoptérine colorée et fluorescente également en orangé et la néodrosoptérine colorée et fluorescente en rouge sont moins abondantes, chacune d'elles ayant une concentration sensiblement égale à 150 γ dans les 7 kg de plancton. Les concentrations de l'isodrosoptérine, de la drosoptérine et de la néodrosoptérine rapportées au g de plancton frais essoré sont respectivement les suivantes : 0,043 γ , 0,021 γ et 0,021 γ .

La deuxième partie de la fraction B qui contient les 9/10 de l'érythroptérine présente dans cette fraction a été fractionnée sur une colonne de 6 cm de diamètre et de 24 cm de hauteur, développée avec de l'eau additionnée de thioglycol (0,05 p. 100). Quelques sels et des impuretés brunes, qui n'avaient pas été éliminées au cours du fractionnement précédent, émigrent en tête, alors que les fractions de queue renferment de l'érythroptérine. Les drosoptérines sont perdues par adsorption en tête de la colonne. Les fractions renfermant l'érythroptérine purifiée ont été réunies et concentrées à un très faible

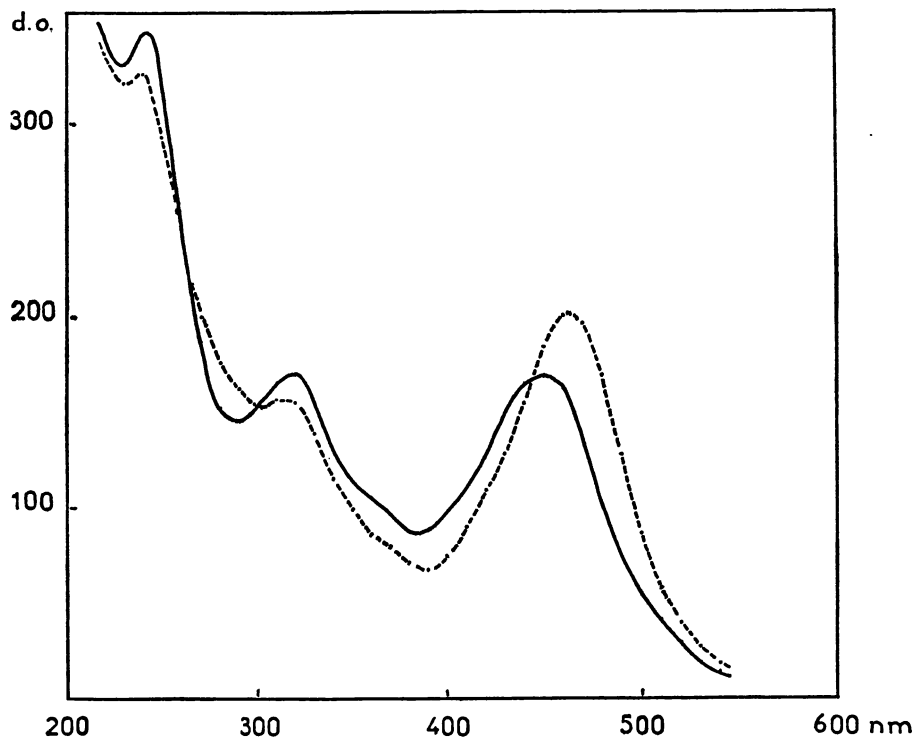


FIG. 1

Spectre d'absorption U.V. de l'érythroptérine isolée du plancton
(— HCl N/10, - - - - NaOH N/10).

volume. L'addition à cette solution d'un mélange d'alcool-éther (3 : 4) entraîne la formation d'un précipité amorphe et coloré en orange d'érythroptérine. La solution-mère contenant le thioglycol est éliminée. Le précipité après centrifugation a été de nouveau remis en solution dans un faible volume d'eau et l'érythroptérine précipitée de nouveau par de l'alcool-éther. La même opération a été répétée une troisième fois. Le dernier précipité a été lavé par de l'éthanol absolu, centrifugé, lavé par de l'éther, centrifugé et mis dans un dessiccateur sous vide. On a ainsi obtenu 2,2 mg d'érythroptérine sèche.

Les spectres d'absorption U.V. et visible ont été mesurés dans l'eau à pH 7, la soude N/10 et l'acide chlorhydrique N/10 (Fig. 1). La comparaison des positions des maximums et des minimums de

l'érythroptérine isolée avec ceux du produit de référence, ainsi que les données de la littérature ont permis d'établir l'identité des deux produits.

Des migrations identiques de l'érythroptérine isolée et de celle de synthèse ont été également obtenues en cochromatographie sur papier et sur couches minces dans divers solvants (tableau 1), ainsi qu'en électrophorèse dans plusieurs tampons (tableau 2).

TABLEAU 2

Migrations de l'érythroptérine en électrophorèse dans différents tampons (600 volts, 5 h).

Tampons 0,06 M	pH	Migrations en cm
Acide oxalique	1,6	0
Acide formique	2,4	1,0
Formiate de pyridine ..	4,7	2,3
Acétate d'ammonium ..	7,1	2,5
Ethylène diamine	11,0	4,0

L'identification a été complétée par la comparaison des produits de dégradation. Dans les deux cas, en milieu ammoniacal, l'érythroptérine a été transformée en lépidoptérine fluorescente en jaune, identifiée ensuite par cochromatographie avec la substance de référence.

La quantité d'érythroptérine isolée (2,2 mg) a été rapportée aux 7 kg de plancton frais essoré. En tenant compte ici également du fait que ce chiffre se rapporte aux 9/10^e de la fraction B et que les pertes sur chacune des deux colonnes ont été de l'ordre de 60 p. 100, on trouve qu'il y avait 15,3 mg d'érythroptérine dans les 7 kg de plancton, soit une concentration de 2,18 γ /g de plancton frais essoré.

La riboflavine et l'isoxanthoptérine sont présentes dans ce plancton. Leurs concentrations dans l'extrait ont été estimées par comparaison de leurs intensités de fluorescence avec celles des substances de référence respectives, mais n'ont permis de les identifier que par cochromatographie (tableau 1). On a ainsi trouvé 100 γ de riboflavine et 70 γ d'isoxanthoptérine dans les 7 kg de plancton. Les concentrations sont respectivement de 0,014 γ /g et 0,01 γ /g de plancton frais essoré.

DISCUSSION

Un certain nombre de points communs, mais aussi de différences, tant en ce qui concerne la composition en espèces qu'en substances fluorescentes, existent entre le lot de plancton récolté et les deux lots précédemment étudiés.

Ils ont été tous les trois récoltés dans la même zone et à même profondeur, mais à des époques différentes, au cours de deux années non consécutives. L'utilisation d'un filet de même type de maillage (160 γ de vide de maille), retenant les espèces de tailles égales ou supérieures à celles des formes copépodites jeunes, et l'élimination par triage des individus plus grands (Salpes et Siphonophores), a abouti à la collecte d'une fraction de la population zooplanctonique, comparable d'un lot à l'autre, et se caractérise par la présence presque exclusive de Crustacés essentiellement Copépodes.

La durée des pêches a, d'autre part, été relativement longue (cinq jours consécutifs en moyenne), et celles-ci ont été faites de jour et de nuit. Compte tenu des dérives qui ont été significatives (10 milles par jour environ) ainsi que des migrations verticales du plancton liées aux cycles nycthémeraux des espèces et aux variations de l'éclairement, les biomasses de plancton récolté correspondent donc, dans chacun des cas, à une grande partie des diverses populations de Copépodes qui se sont succédées dans une masse d'eau d'assez vaste étendue, et provenaient de profondeurs différentes. Les résultats de la composition en ptérines de ce lot, comme ceux des précédents, doivent donc être rapportés à des mélanges d'espèces de Copépodes, mais permettent ainsi de mettre en évidence la possibilité d'une variation de cette composition dans une même zone de pêche, selon l'époque où celle-ci est faite.

Le lot de plancton présent se distingue ainsi des précédents par le nombre plus réduit des espèces composantes (quatre espèces principales au lieu d'une dizaine) et une composition en ptérines qui est, au contraire, plus diversifiée (cinq ptérines et non une seule). Il se caractérise, en outre, par l'abondance des quatre ptérines fluorescentes en rouge-orangé qui étaient absentes ou dont les concentrations ne permettaient pas la détection dans les deux autres lots.

L'isoxanthoptérine, ptérine la plus commune et la plus répandue chez les Arthropodes, est présente dans ce lot (0,007 γ/g), mais à une concentration inférieure à celle qu'elle avait dans ceux de septembre et mai 1967 (0,7 et 0,02 γ/g). Alors qu'elle y était la seule ptérine dominante, ce sont les quatre ptérines fluorescentes en rouge-orangé qui constituent ici l'essentiel des substances fluorescentes hydrosolubles, avec une concentration globale de 2,26 γ/g .

L'érythroptérine, ptérine la plus abondante dans ce lot, a été identifiée jusqu'à présent surtout chez diverses espèces d'Insectes, comme *E. kühniella* (Viscontini et coll., 1962) et *Oncopeltus fasciatus* (Forrest et coll., 1966), où elle est souvent accompagnée par de la lépidoptérine et de l'ékaptérine, dérivant comme elle de la xanthoptérine. Ces dernières n'ont pas été identifiées ici, peut-être par suite des faibles concentrations auxquelles elles sont éventuellement présentes.

Les trois drosoptérines dont les concentrations sont voisines dans ce plancton se trouvent fréquemment associées, comme par exemple dans les yeux de *D. melanogaster* (Viscontini et coll., 1957) où leur présence avait déjà été signalée par Lederer en 1940. Les peaux des Amphibiens comme *Rana* (Gunder-Ziegler, 1954) et *Bufo* (Kokolis et Zafiratos, 1969), de même que les yeux des Crustacés Décapodes

Natantia (Lima-Zanghi et Bouly, 1969), peuvent également en contenir, mais les quantités présentes sont cependant relativement faibles.

Ces deux groupes de ptérines appartiennent à deux voies de biosynthèse différentes. Les drosoptérines dérivent de la 2-amino-4-hydroxy-ptéridine par substitution d'une chaîne polyhydroxylée sur le carbone 6, alors que l'érythroptérine se rattache au métabolisme des ptérines substituées sur le carbone 7. Certaines espèces synthétisent principalement les ptérines de l'un de ces groupes, bien que des quantités plus faibles de l'autre soient présentes. Tel est le cas d'*E. kühniella* et de *D. melanogaster*. La présence simultanée des deux groupes de ptérines dans ce plancton peut s'expliquer vraisemblablement par le mélange des espèces qui le composent. Chacune de ces dernières pourrait en effet avoir accumulé, selon ses possibilités enzymatiques, telle ou telle ptérine ou bien l'ensemble de celles-ci. Un rapprochement pourrait être ainsi fait entre la ptérine la plus abondante — érythroptérine — et le groupe des espèces dominantes formé de *P. parvus* et *C. helgolandicus*, sans qu'une relation directe, en l'absence de population monospécifique, puisse être avancée. La présence, enfin, d'une espèce même très faiblement représentée et accumulant d'importantes quantités de ptérine ne doit pas non plus être omise.

L'abondance de ces quatre ptérines doit pourtant être rapprochée de la coloration même du plancton. Celle-ci est en effet restée, pendant toute la durée des pêches, constamment rouge et homogène, c'est-à-dire assez également répartie parmi les individus composants, constatation qui n'avait pas été faite sur les lots de 1967. Les caroténoïdes qui sont répandus chez les Crustacés et étaient ici particulièrement abondants, sont responsables de l'essentiel de cette vive coloration, mais la teneur globale relativement élevée en ptérines, ainsi que leur fort pouvoir colorant laissent penser que ces ptérines devaient également concourir à la formation de la coloration rouge de ce lot de Copépodes. Une telle association avait déjà été observée par Obika et Bagnara (1964) à l'intérieur des taches rouges de certaines espèces d'Amphibiens et avait fait dire à ces auteurs que les caroténoïdes ne devaient pas être les seules substances responsables de la coloration de ces taches. Dans ce dernier cas, comme aussi dans celui du papillon *Colias croceus* (Desimon, 1967), ces substances, caroténoïdes et ptérines, possèdent les caractères de pigments constitutifs, mais en ce qui concerne les diverses espèces de Copépodes, on sait que les teneurs en caroténoïdes sont variables et dépendent notamment de leur régime alimentaire. L'absence d'études sur le métabolisme des ptérines chez les Copépodes ne permet pas de préciser l'origine de cette accumulation de ptérines colorées et même de savoir s'il existe une relation avec les caroténoïdes, mais l'existence de cette association sur un mélange d'espèces serait particulièrement intéressante à noter si celle-ci se retrouvait au niveau des individus des espèces composants.

Il est d'autre part intéressant de noter ici l'abondance de la biomasse de zooplancton, constatée pendant toute la durée des pêches. En effet, par suite de l'émission de divers métabolites, dont les ptérines, que ces populations zooplanctoniques ont produits dans l'eau de mer, cette masse d'eau a acquit, sur une assez vaste superficie, un certain nombre de caractères biochimiques qui lui sont devenus

propres. Il serait important de déterminer le rôle que les ptérines, dont certaines ont été retrouvées dans l'eau (communication à paraître) ont pu jouer dans l'évolution de cette masse d'eau, en particulier dans la succession des populations planctoniques.

CONCLUSION

Le lot de plancton présent, différant des lots étudiés précédemment par sa composition spécifique, en diffère également par sa composition en ptérines.

Alors que ceux-ci renfermaient une seule ptérine abondante, l'isoxanthoptérine — substance dépourvue de caractères pigmentaires et considérée comme une forme d'élimination ou de stockage dans le métabolisme des ptérines —, ce dernier lot se caractérise par la présence relativement plus importante de l'érythroptérine et des drosop-
térines. Ces quatre ptérines, au pouvoir colorant élevé, pourraient avoir été responsables d'une partie de la coloration rouge de ce lot de Copépodes.

L'isoxanthoptérine et la riboflavine sont présentes, mais leurs concentrations sont bien plus faibles que dans les lots précédents.

Summary

Study of some fluorescent substances present in a natural plankton sample of Copepods. Identification of erythropterin, drosopterin, isodrosopterin and neodrosopterin.

Erythropterin which is the most prevalent was identified by its degradation product, by U.V. spectrum, electrophoresis and chromatography. The three drosop-
terins, present in smaller amounts, were identified by chromatography.

Some of these pterins may have taken part in the formation of the red colour of this plankton.

Zusammenfassung

Untersuchungen über die fluoreszierende Stoffe einer natürlichen Copepoden-Probe. Identifizierung des Erythropterins, Drosopterins, Isodrosopterins und Neodrosopterins.

Erythropterin das vorwiegend ist, wurde durch seine Zersetzungs Produkt, durch U.V. Spektrum, Elektrophorese und Chromatographie identifiziert. Die drei Drosop-
terine, die in niedrigen Menge vorhanden sind, wurde chromatographisch identifiziert.

Einige diesen Pterine scheinen in der Bildung der roten Farbe dieser Plankton teilnehmen.

Nous remercions le Commandant J.-Y. Cousteau, Directeur du Musée Océanographique de Monaco, pour l'accueil qui nous a été réservé sur son navire et dans ses laboratoires, ainsi que les membres de l'équipage de la « Winnaretta-Singer » pour l'aimable et compétente collaboration qu'ils ont apportée au cours des pêches de plancton. Nous remercions également l'Agence internationale de l'Energie atomique qui nous a obligeamment prêté ses filets à plancton.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- DESIMON, H., 1967. — Les pigments pteriniques dans les ailes des Insectes du genre *Colias*. *Ann. Soc. entomol., France*, 3 (3), pp. 827-833.
- FONTAINE, M. et BUSNEL, R.G., 1939. — Nouvelles recherches sur la répartition des flavines et de quelques autres pigments fluorescents dans la peau et les yeux des Téléostéens. *Bull. Inst. océan. Monaco*, 782, pp. 1-18.
- FORREST, H.S., MENAKER, M. et ALEXANDER, J., 1966. — Studies on the pteridines in the milkweed bug *Oncopeltus fasciatus* (Dallas). *J. Insect. Physiol.*, 12 (11), pp. 1411-1421.
- GUNDER-ZIEGLER, I., 1954. — Nachweiss und Lokalisation von Pterinen und Riboflavin in der Haut von Amphibien und Reptilien. *Z. vergl. Physiol.*, 36, pp. 78-114.
- KOKOLIS, N. et ZAFIRATOS, C., 1967. — Organ specific pattern of pteridines in *Bufo viridis*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 21 (2), pp. 373-382.
- LEDERER, E., 1940. — Les pigments des Invertébrés (à l'exception des pigments respiratoires). *Biol. Rev.*, 15, pp. 273-306.
- LEE, A.S.K., VANSTONE, W.E., MARKERT, J.R. et ANTIA, N.J., 1969. — U.V. absorbing and U.V. fluorescing substances in the belly skin of fry of Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 26 (5), pp. 1185-1198.
- LIMA-ZANGHI, C. et BOULY, M., 1969. — Mise en évidence de substances fluorescentes dans les yeux de trois espèces de Crustacés Décapodes, *Crangon crangon* (Linné), *Palaemon serratus* (Pennant), *Penaeus japonicus* (Bates). *Arch. Zool. exp. gén.*, 110 (2), pp. 289-301.
- LUCAS, C.E., 1947. — The ecological effects of external metabolites. *Biol. Rev.*, 22, pp. 270-295.
- MOMZIKOFF, A., 1969 a. — Recherches sur les composés fluorescents de l'eau de mer. Identification de l'isoxanthoptérine, de la riboflavine et du lumichrome. *Cah. Biol. Mar.*, 10, pp. 221-230.
- MOMZIKOFF, A., 1969 b. — Etude de quelques substances fluorescentes présentes dans deux échantillons de plancton marin. *Cah. Biol. Mar.*, 10, pp. 429-437.
- OBIKA, M. et BAGNARA, J.T., 1964. — Pteridines as pigments in Amphibians. *Science*, 143, n° 3605, pp. 485-487.
- VISCONTINI, M., HADORN, E. et KARRER, P., 1957. — Fluoreszierende Stoffe aus *Drosophila melanogaster* : die roten Augenfarbstoffe, 5° Mitt. *Helv. Chim. Acta*, 40, pp. 579-585.
- VISCONTINI, M. et STIERLIN, H., 1962. — Isolierung und Strukturen von Erythropterin, Ekapterin und Lepidopterin. *Helv. Chim. Acta*, 45, pp. 2479-2487.
- VISCONTINI, M., HUMMEL, W. et FISCHER, A., 1970. — Pigmente von Nereiden. I. Isolierung von Pteridinen aus die Augen von *Platynereis dumerilii* (Audouin et Milne-Edwards, 1833). *Helv. Chim. Acta*, 53, pp. 1207-1209.
- ZIEGLER, I., 1963. — Tetrahydropterin und Melanophoren Differenzierung bei Fischen. *Z. Naturforsch.*, 18 B, pp. 551-556.