

ACTUALITÉS SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

1147

VIE ET MILIEU

BULLETIN

DU

LABORATOIRE ARAGO

UNIVERSITÉ DE PARIS

TOME II — FASC. 1



BANYULS-sur-Mer
LABORATOIRE ARAGO

PARIS

HERMANN & C^{ie}

6, Rue de la Sorbonne, 6

1951

PUBLICATION TRIMESTRIELLE

VIE ET MILIEU

BULLETIN DU LABORATOIRE ARAGO

UNIVERSITÉ DE PARIS

« Vie et Milieu » paraît à raison de quatre fascicules par an. Des fascicules spéciaux seront consacrés à diverses questions considérées sous l'angle écologique et pour lesquelles ils représenteront une synthèse.

Les collaborateurs sont priés de se conformer aux règles habituelles instaurées pour les périodiques de même caractère et qui se résument ainsi :

- 1° Articles dactylographiés, à double interligne, avec marge.
- 2° Grouper en fin d'article et à la suite, les légendes des figures.
- 3° Dessins pourvus de lettres et signes calligraphiés.

**

Les articles sont reçus par M. G. PETIT, Directeur de la publication ou par M. DELAMARE DEBOUTTEVILLE, Secrétaire de la Rédaction (Laboratoire Arago, Banyuls-sur-Mer).

Les auteurs pourront recevoir des tirages à part, qui leur seront facturés à prix coûtant.

**

Abonnement (un an) : France.....	1.500 francs
Etranger	1.800 francs
Prix du numéro	400 francs

**

Les demandes d'abonnement sont reçues par la Librairie Hermann, 6, rue de la Sorbonne, Paris (5^e). C.C.P. Paris 416-50.

Les demandes d'échanges doivent être adressées au Laboratoire Arago.

Tous les livres ou mémoires envoyés à la Rédaction seront analysés dans le premier fascicule à paraître.

ACTUALITÉS SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

1147

VIE ET MILIEU

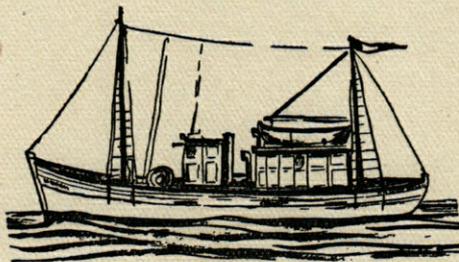
BULLETIN

DU

LABORATOIRE ARAGO

UNIVERSITÉ DE PARIS

TOME II - FASC. 1



BANYULS-sur-Mer
LABORATOIRE ARAGO

PARIS

HERMANN & C^{ie}

6, Rue de la Sorbonne, 6

1951

PUBLICATION TRIMESTRIELLE

ACTUALITES SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

1147

VIE ET MILIEU

BULLETIN

DE

LABORATOIRE ARAGO

UNIVERSITE DE PARIS

Tome II - Fasc. 1



LABORATOIRE ARAGO
BREVETS DE MAR

PARIS

HERMANN & C^o
8, Rue de la Sorbonne, 8

1931

SOMMAIRE

J. SÉNEZ. — Problèmes écologiques concernant les Bactéries des sédiments marins	5
A.-A. ALEEM. — Contributions à l'étude de la Flore de Diatomées marines de la Méditerranée. I. Diatomées des eaux profondes de Banyuls-sur-Mer (Pyr.-Or.)	44
Cl. DELAMARE DEBOUTTEVILLE et J. THÉODORIDÈS. — Sur la constance de l'association entre Nématodes phorétiques et Collemboles cavernicoles..	50
Cl. DELAMARE DEBOUTTEVILLE. — Notes faunistiques sur les Collemboles de France. Nouveaux Collemboles cavernicoles des Pyrénées-Orientales..	56
J. THÉODORIDÈS et Ph. DEWAILLY. — Nouvelle observation de phorésie de <i>Anthicus fairmairei</i> Bris. (Col. <i>Anthicidae</i>) sur un <i>Meloë</i> (Col. <i>Meloidae</i>) et remarques sur l'attraction des Anthicides par les Méloïdes	60
Ch. JOYEUX. — Modifications dans le rythme des métamorphoses de <i>Tenebrio molitor</i> L. à la suite d'un transport d'Argentine en Europe	65
P. VERDIER et P. QUÉZEL. — Les populations de Carabiques dans la région littorale languedocienne. Leurs rapports avec le sol et sa couverture végétale	69
H. DE LESSE. — Contribution à l'étude du genre <i>Erebia</i> (3 ^e Note). Répartition dans les Pyrénées de <i>E. tyndarus</i> Esper et <i>E. cassioides</i> Reiner et Hohenwarth	95
H. LOMONT. — Un cas de nidification aberrante, pour la Camargue, chez la Mouette rieuse <i>Larus ridibundus</i> Linné	124

II

P.-A. CHAPPUIS, A. REMANE et Cl. DELAMARE DEBOUTTEVILLE. — Découverte, sur les côtes du Roussillon, d'un ordre de Crustacés nouveau pour l'ancien monde : les <i>Mystacocarida</i> Penak et Zinn	129
G. PETIT. — Rapport sur le fonctionnement du Laboratoire Arago en 1950. — Station zoologique de Villefranche-sur-Mer	131
<i>Documents Faunistiques et Ecologiques :</i>	
Capture d'une Tortue luth à La Nouvelle (G. PETIT)	154
Capture de <i>Hyalomma excavatum</i> C.L. Koch dans la région de Banyuls (J. THÉODORIDÈS)	155
<i>Penetretus rufipennis</i> Dej. (R. PAULIAN)	156
<i>Ancyrophorus aureus</i> Fauvel (Cl. DELAMARE DEBOUTTEVILLE)	156
<i>Travaux du Laboratoire Arago</i>	157

PROBLÈMES ÉCOLOGIQUES
CONCERNANT
LES BACTÉRIES DES SÉDIMENTS MARINS ⁽¹⁾

par

J. SÉNEZ

C'est aux célèbres travaux de BEIJERINCK et de WINOGRADSKY qu'on doit d'avoir introduit en Microbiologie Générale, et plus particulièrement dans l'étude des micro-organismes du sol, la conception écologique définie par BEIJERINCK lui-même (1940) comme « l'étude des rapports entre les conditions extérieures et les formes spéciales de vie qui lui correspondent ».

Bien qu'elle soit loin encore d'avoir atteint son complet développement, la Microbiologie Ecologique s'est déjà révélée une voie extrêmement féconde et l'application de ses principes et de ses méthodes aux problèmes agrobiologiques a déjà conduit, on le sait, à de remarquables résultats. La bactériologie des sédiments marins est sans aucun doute beaucoup moins bien connue que celle du sol et parmi les travaux qui lui ont été consacrés un très petit nombre seulement ont été entrepris dans un but et à l'aide de techniques proprement écologiques. Toutefois, la littérature qui se rapporte aux bactéries marines renferme dès maintenant des données d'un grand intérêt écologique, soit parce qu'elles concernent les corrélations entre les variations du milieu et celles des populations microbiennes, soit parce qu'elles démontrent l'influence capitale des bactéries et des produits de leur métabolisme sur la vie des autres organismes sédimentaires et aquicoles.

(1) Texte complet d'un rapport présenté au Colloque International d'Ecologie des Groupements Animaux et Mixtes, Paris, 20-25 Février 1950.

L'objet du présent rapport est d'envisager la bactériologie des sédiments marins de ce double point de vue. Après avoir analysé les notions générales sur la répartition des populations bactériennes au sein du biotope sédimentaire, on considérera donc de façon plus particulière l'incidence de certains groupes microbiens sur la fertilité des mers. Enfin on rapportera les résultats de quelques recherches personnelles sur le rôle écologique des bactéries appartenant au cycle du soufre.

I. — REPARTITION DES POPULATIONS BACTERIENNES DANS LES SEDIMENTS MARINS

Les premières observations bactériologiques sur les sédiments marins sont celles de CERTES (1884) qui, étudiant le matériel recueilli par les expéditions du *Talisman* et du *Travailleur*, a constaté la présence de bactéries dans tous les échantillons de vase examinés par lui. Quelques années plus tard, RUSSEL (1891, 1892, 1893) effectua de nombreuses numérations de germes sur de la vase prélevée dans le golfe de Naples, puis à Buzzard-Bay, sur la côte du Massachusetts, par fonds allant de 50 à 1.100 mètres, mais à une distance du rivage ne dépassant pas 15 kilomètres. Bien qu'employant des techniques rudimentaires, cet auteur put établir que les deux facteurs fondamentaux, qui régissent la densité microbienne dans les sédiments, sont la distance par rapport au rivage et la nature physico-chimique du dépôt.

A l'occasion des expéditions allemandes du Plancton et de l'Antarctique, FISCHER (1894) et GAZERT (1912) ont réalisé les premières numérations bactériennes sur des échantillons de dépôts pélagiques, prélevés à grande profondeur et dans des zones marines situées en dehors de tout apport terrigène. Ces chercheurs ont souligné qu'une proportion assez élevée des échantillons de vase étudiés par eux se sont avérés stériles. En fait, ces résultats négatifs sont certainement erronés et doivent être attribués à des déficiences techniques dont la plus évidente est un très long délai entre le prélèvement du matériel et son ensemencement. Les investigations ultérieures ont démontré la présence universelle de bactéries dans tous les sédiments marins quels que soient la profondeur ou le lieu dont ils proviennent.

Dans ces vingt dernières années, les moyens de prélèvement d'échantillons sédimentaires et les techniques de numération bactériologique ont connu d'importants perfectionnements. En particulier, les appareils carottiers modernes, comme celui d'EMERY et DIETZ (1941), ont permis

d'étudier de façon satisfaisante la distribution verticale des micro-organismes et de pénétrer de plus en plus profondément dans l'épaisseur des dépôts meubles. Par ailleurs, les travaux sur la constitution chimique et physico-chimique des sédiments marins, notamment les recherches de WAKSMAN (1933) et de TRASK (1933) sur la teneur en composés organiques, ont fourni des bases nouvelles pour l'interprétation écologique des populations bactériennes.

On trouvera dans le récent ouvrage analytique de ZoBELL (1946), ainsi que dans les publications de REUSZER (1933), de WAKSMAN *et al.* (1933 c), de ZoBELL et FELTHAM (1934), de ZoBELL et ANDERSON (1936), de ZoBELL (1938 et 1939), de BUTKEWITCH (1938), de RITTENBERG (1940), le détail des techniques bactériologiques actuelles. Dans le cadre du présent rapport on se bornera à exposer les résultats concernant les corrélations écologiques entre les populations bactériennes et les variations du milieu sédimentaire.

En ce qui regarde la *distribution horizontale* des bactéries, tous les auteurs s'accordent pour signaler son extrême variabilité. Comme l'avait signalé RUSSEL dès 1892, la nature du fond constitue à cet égard un facteur essentiel : d'une manière générale, les populations sont beaucoup plus nombreuses dans la vase que dans le sable et leur densité est liée de façon frappante à la taille des particules sédimentaires. Ce fait est bien illustré par les chiffres du tableau I, emprunté à ZoBELL (1938).

TABLEAU I

Teneur moyenne en azote, en eau et en bactéries dans des sédiments de différents types provenant des Chanell Islands. (ZoBELL, 1938).

Type sédimentaire	Diamètre moyen des particules en μ	Parties d'azote pour 10.000	Teneur en eau %	Bactéries par g. (poids humide)
Sable	50-1.000	9	33	22.000
Vase	5-50	19	56	78.000
Argile	1-5	37	82	390.000
Colloïde	< 1	> 100	> 98	1.510.000

La pauvreté relative des sables en micro-organismes est susceptible de varier dans une assez large mesure. HUMM, dans sa contribution bactériologique à l'écologie des sables de Beaufort (PEARSE, HUMM et WARREN, 1942), a relevé, dans cette localité où les sables sont enrichis par des apports terrigènes et brassés par les marées, une population moyenne de 200.000 germes par gramme, les valeurs extrêmes observées au cours de ses 256 numérations étant de 5.000 et 1.250.000 bactéries par gramme.

Sur le tableau I, on remarque une relation évidente entre les dimensions moyennes des particules sédimentaires et la concentration de l'azote organique dans le milieu. Par contre, REUSZER (1933) n'a pas constaté le même parallélisme entre les populations microbiennes et la teneur en carbone organique total. Cet auteur en conclut que le nombre des bactéries proliférant à la surface de la vase est déterminé moins par l'abondance totale en matières organiques que par le degré d'assimilabilité de celles-ci. Cette conception est étayée par le fait que la distribution verticale des bactéries dans un sédiment donné décroît toujours beaucoup plus vite que la teneur en carbone.

BUTKEWITCH (1938) aboutit à des conclusions analogues et établit un rapport direct entre la vitesse de la sédimentation et l'abondance des bactéries. La pullulation des micro-organismes atteint son maximum là où le fond marin se trouve sous une eau peu profonde et riche en organismes, notamment en algues. Dans ces conditions, les débris végétaux et animaux se déposent avant d'avoir été fortement altérés par la flore aquicole et leur accumulation forme un milieu nutritif aisément attaqué par les bactéries. Par contre, dans les zones pélagiques, en l'absence de tout apport terrigène, la sédimentation ne s'effectue qu'avec une extrême lenteur. Suivant les estimations récentes de PETERSSON (1947), les dépôts de l'Atlantique Nord s'accroîtraient à raison de 80 mm. seulement par mille années. Les résidus organiques qui finissent par atteindre le fond ne sont plus constitués, en ce cas, que par des substances hautement résistantes, ce qui explique la pauvreté relative des populations dans les rares échantillons pélagiques qui ont été examinés. C'est ainsi qu'un échantillon de vase prélevé par RITTENBERG (1940) en haute mer et par fond de 3.005 m. ne recérait que 3.900 germes par gramme.

Dans certaines conditions particulièrement favorables, notamment lorsque la sédimentation est abondante et rapide, les populations peuvent atteindre des densités considérables. Dès 1913, DREW a signalé dans les dépôts crayeux des Bahamas, où s'effectue une intense précipitation calcique, jusqu'à 160 millions de bactéries par cm³. Cette extrême pullulation a été retrouvée ultérieurement dans les mêmes parages subtropicaux par LIPMAN (1929) et par BAVENDAMM (1932).

Le nombre des numérations jusqu'ici effectuées est encore trop restreint pour qu'on puisse en tirer des conclusions d'ensemble sur la répartition horizontale des populations microbiennes dans les dépôts océaniques. D'autant que, comme le soulignent ZOBELL et ANDERSON (1936), on relève des variations déconcertantes entre des points de prélèvement espacés de quelques mètres seulement et où les conditions océanographiques paraissent à première vue identiques.

Rapportant l'analyse bactériologiques de 116 échantillons de vase recueillis à plus de 100 milles de la côte californienne et par 2.000 mètres de profondeur moyenne, ZoBELL et ANDERSON ont vu les résultats de leurs numérations varier entre 420.000.000 et 10.000 bactéries par gramme. Des écarts aussi considérables sont difficiles à interpréter dans l'état actuel de nos connaissances. S'il semble établi que l'importance des populations bactériennes est étroitement liée à la richesse du sédiment en matières organiques, on s'explique mal qu'en eau profonde et en dehors de la zone côtière proprement dite, il y ait des changements dans la teneur organique assez brusques et assez marqués pour expliquer les constatations de ZoBELL et ANDERSON.

En dehors de la concentration en substances organiques, divers autres facteurs ont été envisagés comme pouvant avoir une influence effective sur la distribution des micro-organismes dans les sédiments marins. C'est ainsi qu'ayant constaté des populations bactériennes moins nombreuses dans les dépôts de Buzzard-Bay que dans ceux du golfe de Naples, RUSSELL (1892) attribuait cette différence au fait que, dans le premier cas, la température du fond était sensiblement plus basse. En fait, le froid abyssal n'est pas incompatible avec le développement des espèces bactériennes autochtones, celles-ci étant capables de se développer entre 0° et + 4° (ZoBELL, 1938). Aux basses températures, la croissance des germes est très lente et, lorsqu'on procède à des numérations sur plaque de gélose incubées dans ces conditions thermiques, il faut en général plusieurs semaines avant que n'apparaissent des colonies macroscopiques. Le résultat final de la numération est toutefois identique à celui que fournit le même échantillon incubé dans les conditions normales, c'est-à-dire à + 20-25°.

BARTHOLOMEW et RITTENBERG (1949) viennent de signaler dans les sédiments océaniques la présence surprenante de bactéries thermophiles strictes. A partir de vases prélevées sur fonds de 877 et de 1.311 m., ils ont isolé plusieurs souches aérobies sporulées ne se développant au laboratoire qu'à + 60°, alors que la température de leur habitat naturel est inférieure à + 10°.

Les énormes pressions hydrostatiques qui règnent dans les abysses ne paraissent pas exercer une influence défavorable sur la micro-flore. ZoBELL et JOHNSON (1949) ont récemment constaté que, contrairement à l'opinion de plusieurs auteurs, les bactéries terrestres sont inhibées et ne peuvent se développer si on les maintient sous 600 atmosphères. Toutefois, un petit nombre seulement des espèces étudiées sont tuées par ces fortes pressions et la plupart retrouvent leur aptitude à se multiplier sitôt qu'on les replace dans les conditions normales. Quant aux espèces marines, celles qui ont été isolées dans des eaux de surface présentent un

comportement analogue à celui des espèces terrestres, ou seulement une résistance un peu plus grande. Par contre, les espèces provenant des grandes profondeurs sont nettement « barophiles », leur croissance n'étant pas ralentie, mais parfois même favorisée par les fortes pressions. D'après ZoBELL et JOHNSON, la « barophilie » des bactéries abyssales pourrait s'expliquer par une adaptation génétique au milieu, les activités métaboliques de la cellule s'orientant vers des réactions chimiques qui n'entraînent pas une augmentation de volume ou même qui le diminuent.

Les études écologiques sur la *répartition verticale* des micro-organismes dans les sédiments marins sont relativement récentes et demeurent encore peu nombreuses. Les premiers expérimentateurs se contentaient, en effet, de recueillir la vase par dragage et il a fallu attendre, pour pénétrer plus profondément, le développement des appareils carottiers dont il existe actuellement plusieurs modèles satisfaisants (ZoBELL, 1946).

L'épaisseur de la couche sédimentaire prélevée pour examen bactériologique a rarement dépassé 1 mètre et le seul auteur qui ait cherché systématiquement à atteindre des profondeurs plus grandes est RITTENBERG (1940) lequel a obtenu, en particulier, une carotte de 370 cm., longueur qui correspondrait, en tenant compte du tassement, à une pénétration effective de 770 cm. Ces résultats sont faibles si on considère que, d'après les mesures effectuées par PETERSSON (1947), les dépôts meubles atteindraient en certains points de l'Atlantique une épaisseur de 7.800 mètres.

Au cours des expéditions dirigées par PETERSSON (1947 et 1948), KULLENBERG a prélevé de nombreuses carottes ayant entre 10 et 15 mètres de long, mais aucune recherche bactériologique n'a été pratiquée sur ce matériel d'un intérêt cependant tout à fait exceptionnel.

Les données les plus intéressantes sur la distribution verticale sont celles qui ont été établies en tenant compte du rapport numérique entre les populations aérobie et anaérobie (WAKSMAN et *al.*, 1933 c ; ZoBELL et ANDERSON, 1936 ; ZoBELL, 1938 et 1939 ; RITTENBERG, 1940). En effet un des caractères essentiels du milieu sédimentaire marin est d'être très fortement réducteur et très pauvre en oxygène libre. L'incidence de cette particularité sur les conditions de la vie microbienne a été analysée en détail dans une revue de littérature antérieure (SENEZ, 1949).

Il suffira de rappeler ici que, sauf rares exceptions, le potentiel d'oxydo-réduction de la vase devient électro-négatif presque immédiatement au dessous de l'interface avec l'eau libre, celle-ci ayant par contre toujours un Eh faiblement positif. Au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la surface, le Eh continue à s'abaisser graduellement et finit par atteindre des potentiels négatifs extrêmes. Vers 60 cm., on a relevé un Eh de - 0,58 volt, c'est-à-dire un potentiel inférieur à la valeur théorique de l'électrode normale d'hydrogène (ZoBELL et ANDERSON, 1936).

TABLEAU II

Nombre de bactéries aérobies et anaérobies par gramme de vase marine (poids humide), dans trois types caractéristiques de sédiments. (D'après RITTENBERG, 1940).

Type de la population	Forte		Intermédiaire			Faible			
Profondeur de la mer	676 mètres		1.190 mètres			935 mètres			
Délai entre prélèvement et ense- mencement	108 heures		12 heures			8 heures			
	NIVEAU à partir de la surface de la vase en cm.	AEROBIES	ANAEROBIES	NIVEAU à partir de la surface de la vase en cm.	AEROBIES	ANAEROBIES	NIVEAU à partir de la surface de la vase en cm.	AEROBIES	ANAEROBIES
	0-12	23.000.000	290.000	0-3	7.500.000	1.500	0-5	180.000	7.500
	12-25	138.000	26.000	3-8	250.000	2.250	5-17	60.000	6.500
	51-64	63.000	3.100	8-16	200.000	7.200	30-43	1.100	30
	100-115	24.000	4.800	13-18	100.000	1.350	56-69	50	0
	127-140	23.000	4.700	18-22	20.000	470	81-94	100	0
				28-43	3.200	5	185-198	50	0
				58-74	100	10	211-224	100	0
				89-104	150	45	326-249	50	0
				119-134	50	5			
				149-165	50	0			
				180-196	200	5			

D'une manière générale, on constate que la densité des populations bactériennes décroît rapidement avec la profondeur. Les chiffres de RITTENBERG (1940), qui sont reproduits sur le tableau II, constituent un exemple typique des distributions observées.

Bien que des exceptions aient été signalées, les aérobies prédominent ordinairement sur les anaérobies quelque soit la profondeur, mais leur raréfaction est cependant plus rapide que celle des anaérobies. C'est ainsi que, pour un des échantillons de vase étudiés par ZOBELL et ANDERSON (1936), le rapport anaérobies : aérobies était de 1/64 à la surface, de 1/21 à 5 cm., de 1/3 à 25 cm. et de 1/2 à 68 cm.

Dans le cas des aérobies, la courbe représentative des populations en fonction de la profondeur revêt dès son origine une forme logarithmique et a, de ce fait, la signification d'une courbe de léthalité (ZOBELL, 1939). Il semble donc que la flore aérobie meure progressivement à partir de 5 à 10 cm. Pour les anaérobies, la courbe ne prend une allure

logarithmique que vers 40 ou 60 cm., et on peut penser que les germes de ce groupe demeurent actifs jusqu'à ce niveau. BUTKEWITCH (1938) conclut de même à l'inactivité des bactéries dans les couches profondes, et appuie son opinion sur le fait qu'en dessous d'une vingtaine de centimètres, les examens microscopiques directs ne montrent plus de cellules végétatives mais seulement des spores.

La rapide décroissance des populations aérobies s'explique aisément par l'absence d'oxygène libre dans le milieu. Par contre la présence conjointe de conditions fortement réductrices et d'une teneur élevée en matières organiques paraîtrait, à première vue, favorable à une prolifération des anaérobies beaucoup plus considérable que celle qui est effectivement observée.

Analysant les causes de cette anomalie apparente, RITTENBERG (1940) fait remarquer que les densités microbiennes réelles sont, sans aucun doute, très supérieures aux résultats fournis par les techniques forcément imparfaites de numération par culture. D'autre part, la faible teneur en eau des dépôts anciens et le ralentissement des activités bactériennes aux basses températures constituent des conditions défavorables qui interviennent dans une certaine mesure pour limiter la multiplication des germes au sein de leur habitat naturel. Mais le facteur dominant qui tend à réduire le nombre des bactéries dans les sédiments est la faible valeur nutritive du milieu. Sur les 1.000 g. de matière organique qui se forment annuellement en moyenne par mètre carré d'océan, la proportion finissant par atteindre le fond est, d'après TRASK (1939), de 0,02 à 2 % seulement. Ces résidus qui ont échappé à l'action prolongée des bactéries aquicoles sont également très résistants à l'égard des bactéries intra-sédimentaires.

WAKSMAN (1933) a constaté que l'humus marin est activement décomposé *in vitro* par les bactéries et que le taux de cette décomposition mesurée par la libération d'azote ammoniacal et de CO₂ est relativement supérieur à celui qu'on observe avec de l'humus terrestre placé dans les mêmes conditions. Ces expériences ont été réalisées en cultures artificielles et en milieu saturé d'oxygène par barbotage d'air. Dans les conditions naturelles qui caractérisent les couches sédimentaires profondes, c'est-à-dire en anaérobiose, il est probable que les substances humiques sont beaucoup plus résistantes à l'action bactérienne. Les processus d'oxydo-réduction anaérobie nécessitent en effet des sources énergétiques très supérieures, par suite du caractère endothermique de leur terme réducteur. C'est ce qui explique que le 1/17^e de la matière organique sédimentaire est détruit au cours des premiers centimètres de son enfouissement et surtout à la surface de la vase, là où peut s'exercer la respiration aérobie, alors que dans les couches plus profondes la teneur en carbone organique se stabilise.

La haute résistance des matières humiques à la fermentation est démontrée par le fait que les roches sédimentaires d'âges géologiques très

différents recèlent en moyenne 1,5 % de substances organiques, teneur à peine inférieure à celle des sédiments marins récents où elle est de l'ordre de 2,5 % (TRASK, 1936).

Malgré les restrictions apportées à leur développement par les caractères du milieu, les bactéries constituent pondéralement un des plus importants parmi les groupements écologiques qui vivent dans les sédiments marins. La communauté benthique étudiée par MARE (1942) comprenait environ 17 mg. d'organismes animaux et végétaux par gramme de vase (poids sec) et les bactéries entraînent dans ce total pour 0,3 à 2 mg. La répartition des différents groupes d'organismes a été estimée dans ce biotope en fonction de la profondeur et exprimée en grammes par mètre carré de surface. Elle s'établissait de la manière suivante :

Gros macrobenthos (dans les 10 cm. supérieurs)	75,0 g.
Petit macrobenthos (dans les 5 cm. supérieurs)	33,0
Meïobenthos (couche superficielle de 0,5 cm.)	1,15
Faune microbenthique (couche superficielle de 0,5 cm.) ..	0,02
Diatomées (couche superficielle de 0,5 cm.)	0,05
Bactéries (couche superficielle de 0,5 cm.)	0,36

Dans la classification adoptée par Miss MARE, le macrobenthos rassemble les gros animaux, le meïobenthos comprend les Copépodes, les Polychètes, les Lamellibranches, les Nématodes et les Foraminifères, enfin le microbenthos est constitué par les Protozoaires, à l'exception des Foraminifères, et par les autres êtres unicellulaires.

On doit faire remarquer que les estimations précédentes ont été faites, pour les bactéries, à l'aide de numérations par culture sur plaques de gélose, tandis que dans le cas des autres groupes il s'agit de dénombrements directs. En outre les bactéries n'ont été considérées que dans la couche toute superficielle de la vase alors qu'à la différence des autres organismes elles se trouvent aussi, bien qu'en nombres moins élevés, dans les couches plus profondes. Si on tient compte de ces considérations, la proportion des bactéries par rapport à l'ensemble des communautés benthiques apparaît comme plus considérable encore.

Comme l'ont constaté de nombreux auteurs, les numérations microscopiques directes fournissent en général des résultats de cent à mille fois supérieurs à ceux des numérations par culture. Recourant à ces techniques directes, BUTKEWITCH (1938) a effectivement pu assigner aux biomasses bactériennes des sédiments de la Caspienne et de la mer d'Azov des valeurs beaucoup plus élevées que celles de Miss MARE, mais ses études sont d'un moindre intérêt écologique car elles ne comportent pas d'estimations comparatives des autres groupements animaux et végétaux.

Les rapports biocénotiques entre les bactéries et les autres organismes sont encore mal connus. Il est cependant établi que la plupart des

animaux unicellulaires (LUCK *et al.*, 1931) et un certain nombre d'animaux plus complexes, comme les Copépodes, (BAIER, 1935), les Lamellicornes (ZOBELL et FELTHAM, 1938 et 1942), et d'une manière générale les organismes limivores (MAC GINTIE, 1935 ; MARE, 1942), se nourrissent de bactéries. Il est possible que ces micro-prédateurs contribuent à réduire sensiblement la densité des bactéries dans les sédiments.

Inversement, les bactéries sont susceptibles d'influer sur le développement des autres organismes en transformant les conditions chimiques et physico-chimiques du milieu. On verra dans un autre chapitre le rôle particulier que jouent à cet égard les germes sulfato-réducteurs et producteurs d'hydrogène sulfuré. D'une manière plus générale, les populations bactériennes concurrencent les autres groupes biologiques par leur très forte consommation d'oxygène. Les mesures effectuées par JOHNSON (1936) et par ZOBELL (1940) indiquent de façon concordante une consommation moyenne d'oxygène de l'ordre de $20,9 \times 10^{-12}$ mg. par cellule et par heure, à 22°. L'intensité de ces échanges respiratoires est considérable, si on la rapporte à l'unité de poids. Elle serait suivant ZOBELL (1940) de 30 à 15.000 fois plus grande que celle des animaux, et relativement indépendante de la tension en oxygène lorsque cette dernière est comprise entre 0,43 et 17,84 mg. par litre.

Dans les sédiments marins, la consommation d'oxygène par les bactéries aérobies est trop rapide pour être compensée par la diffusion de l'oxygène dissous dans l'eau libre et provenant de l'atmosphère. C'est ainsi que dans la vase de Mission Bay, ZOBELL et FELTHAM (1942) estiment qu'il y a suffisamment de bactéries pour consommer de 8,4 à 25,2 mg. d'oxygène par jour et par mètre carré, à 20°. De même, WAKSMAN et HOTCHKISS (1938) ont constaté dans les dépôts de la région de Woods Hole une consommation de 0,08 à 2,83 mg. de O₂ par gramme de vase, en 14 jours et à une température de 25°. On doit donc considérer que les organismes bactériens contribuent, de façon peut-être prédominante, à réaliser dans les sédiments les conditions fortement réductrices qui les caractérisent.

Ainsi que l'a constaté FRANCIS-BOEUF (1947), la perte en oxygène due aux bactéries peut être partiellement compensée par l'activité photosynthétique des organismes végétaux et en particulier des algues. Cette action compensatrice, qui ne s'exerce évidemment que dans la zone euphotique, à la surface des sédiments situés en eau peu profonde, est vraisemblablement un des facteurs dont dépend la plus grande fertilité des hauts fonds proches des côtes.

Parmi les microorganismes qui prolifèrent dans les dépôts marins, un certain nombre sont spécialisés dans des activités métaboliques importantes du point de vue biologique général. C'est le cas notamment

des espèces protéolytiques, de celles qui fixent l'azote, qui transforment les sels ammoniacaux en nitrites et en nitrates (nitrosation et nitrification), qui hydrolysent les graisses ou qui dégradent les composés organiques résistants, comme l'acide alginique, la chitine, l'agar et la cellulose. La plupart des travaux dont ces germes ont fait l'objet sont d'ordre taxonomique ou physiologique et on ne possède que très peu de données sur leur écologie proprement dite. Dans leur étude très complète sur la bactériologie du golfe du Maine, WAKSMAN *et al.* (1933, c) se contentent de signaler que les différents groupes bactériens ci-dessus énumérés sont largement représentés dans la vase, sans en donner d'estimations numériques relatives. Ils soulignent par ailleurs que les espèces nitrifiantes sont abondantes dans les sédiments et à peu près absentes dans l'eau libre, tandis que les espèces dénitrifiantes réduisant les nitrates en nitrites sont également présentes dans l'eau et dans la vase. La publication de PEARSE, HUMM et WHARTON (1942) sur l'écologie des sables littoraux de Beaufort contient une étude comparative de la flore bactérienne totale et des germes qui attaquent l'agar. Ces derniers variaient, suivant le lieu et les conditions du prélèvement, entre 200 et 15.000 individus par gramme de sable, la moyenne des numérations totales s'établissant d'autre part à 200.000 environ par gramme.

L'intérêt spécial porté aux bactéries agaro-lytiques tient au fait que ces organismes paraissent être les seuls capables de métaboliser cette substance glucidique particulièrement résistante, que les algues élaborent en quantités parfois considérables. Les bactéries cellulolytiques et chitinoclasiques offrent un intérêt analogue, par leur action spécifique sur la cellulose et sur la chitine, principaux résidus des organismes végétaux et animaux. On doit regretter que la distribution et les rapports écologiques de ces groupes d'organismes n'aient pas fait l'objet de recherches détaillées.

ZOBELL (1938) paraît être le seul auteur qui se soit efforcé d'établir une comparaison numérique d'ensemble entre les différents types physiologiques de bactéries. Les exemples reproduits sur le tableau III suffisent à montrer combien est variée la composition de la flore bactérienne sédimentaire et combien est forte la proportion des espèces protéolytiques et dénitrifiantes.

Ces observations écologiques sont encore trop peu nombreuses pour qu'on puisse généraliser leurs résultats. Elles mériteraient d'être multipliées, car elles revêtent une grande valeur pour la définition des biotopes benthiques. Il ressort des notions déjà acquises que les bactéries constituent, parmi les hôtes des dépôts marins, un groupe remarquable par sa masse et surtout par ses activités biochimiques. Leur distribution, si étroitement liée aux conditions du milieu, peut aider dans certains cas, ainsi que l'a montré BUTKEWITCH (1938), à déterminer les modalités, et

TABLEAU III
(d'après ZoBELL, 1938)

Nombres relatifs des différents types physiologiques de bactéries trouvées dans les 3 à 5 premiers centimètres de vase, pour trois échantillons caractéristiques. Les valeurs numériques sont l'inverse de la plus haute dilution pour laquelle l'action spécifique a été constatée dans les cultures.

Le signe (+) indique que les bactéries ont été mises en évidence, mais que leur abondance relative n'a pas été déterminée.

N° de l'échantillon	8.160	8.330	9.309
Situation de la Station	32° 51.2' N. 117° 28.3' W.	33° 25.9' N. 118° 06.5' W.	33° 44.2' N. 118° 46.1' W.
Profondeur de l'eau	780 mètres	505 mètres	1.322 mètres
	Bactéries par gramme de sédiment (poids humide)		
Total des aérobies (numération sur plaques de gélose)	930.000	31.000.000	8.800.000
Total des anaérobies (numération en tubes ovales)	190.000	2.600.000	1.070.000
Ammonification : peptone \rightarrow NH ₄	100.000	1.000.000	1.000.000
Ammonification : nutrose \rightarrow N ₄	10.000	1.000.000	100.000
Fermentation de l'urée	100	+	1.000
Protéolyse : liquéfaction de la gélatine ..	100.000	10.000.000	1.000.000
Protéolyse : peptone \rightarrow H ₂ S	10.000	1.000.000	100.000
Dénitrification : NO ₃ \rightarrow N ₂	100	10.000	10.000
Réduction des nitrates	100.000	10.000.000	10.000
Fixation de l'azote	0	0	0
Nitrification : NH ₃ \rightarrow NO ₂	0	0	0
Réduction des sulfates : SO ₄ \rightarrow H ₂ S	1.000	1.000	10.000
Fermentation du glucose	10.000	100.000	1.000
Fermentation du xylose	10.000	+	10.000
Hydrolyse de l'amidon	10.000	100.000	10.000
Décomposition de la cellulose	1.000	+	1.000
Hydrolyse des graisses	1.000	+	+
Digestion de la chitine	100	+	+

notamment la vitesse, suivant lesquelles s'effectue la sédimentation, ou encore à déceler les mouvements des fonds océaniques.

En comparant la distribution et la nature des populations microbiennes et celles des autres organismes, la Microbiologie Ecologique conduira vraisemblablement à établir des corrélations nouvelles et d'une grande signification théorique et pratique. Mais ce développement de nos connaissances exige un perfectionnement des méthodes. En particulier, il serait nécessaire d'orienter les techniques dans le sens indiqué par WINOGRADSKY (1947) et par POCHON et TCHAN (1948) pour la bactériologie du sol, c'est-à-dire d'étudier les populations dans des conditions aussi proches que possible de celles qui caractérisent leurs habitats. A

cet égard, il convient d'appliquer au cas particulier des sédiments marins les remarques formulées par ROMELL (1936) en ces termes :

« Soil microbiology is not mere bacterial physiology ; its main problems are ecological in nature ; in the soil the organisms are specialized as to function due to natural competition. The competition factor cannot be replaced by any artifice in technique. A method for analyzing the microbial soil populations according to true soil functions of the organisms, must work on this soil population as a whole. This is the principle of Winogradsky's direct method.The method is not a substitute for pure culture methods where such are needed, but a new development for an ecological purpose, which cannot be served by pure culture study ».

II. — BACTERIES DU CYCLE DE L'AZOTE

L'azote, élément indispensable à la vie, ne se trouve dans la mer qu'à des concentrations relativement faibles et sa teneur y subit de sensibles variations. Résumant les données établies par de nombreux chercheurs, HARVEY (1945) indique que la quantité d'azote par mètre cube d'eau de mer peut varier de 1 à 600 mgr. pour l'azote-nitrates, de 0,1 à 50 mgr. pour l'azote-nitrites, de moins de 5 mgr. à 50 mgr. pour l'azote ammoniacal, et enfin de 30 à 200 mgr. pour l'azote en combinaisons organiques. Ces différentes formes ne varient pas parallèlement et surtout ne sont pas équivalentes du point de vue biologique. On sait, en effet, que les nitrates, et à un moindre degré les nitrites, sont les seuls composés azotés assimilables par les végétaux, eux-mêmes source directe ou indirecte de l'azote animal.

Dans la mer comme dans le sol, les bactéries sont les agents indispensables par lesquels s'opère la minéralisation de l'azote à partir de ses combinaisons organiques et sa restitution aux végétaux sous forme minérale utilisable.

Cette transformation s'effectue en plusieurs étapes successives : l'azote des résidus organiques est d'abord libéré sous forme d'ammoniaque par les germes de la décomposition (ammonification), puis oxydé en nitrites (nitrosation) et finalement en nitrates (nitrification). Le déroulement du cycle est encore compliqué par l'intervention d'autres groupes bactériens agissant en sens inverse des précédents et réduisant les nitrates en nitrites, en ammoniaque, ou même en azote gazeux non-combiné (dénitrification). La perte qui résulte de la dénitrification, lorsqu'elle se poursuit jusqu'à l'azote moléculaire, est compensée en partie par l'activité des bactéries fixatrices de l'azote atmosphérique.

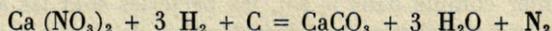
Ces divers processus ont fait l'objet de nombreuses observations ayant toutes une incidence évidente sur l'écologie marine en général. On analysera ici les recherches qui concernent plus particulièrement les sé-

diments, milieu où certains termes du cycle s'effectuent de façon exclusive ou prédominante.

L'ammonisation s'accomplit sur une large échelle, aussi bien au sein des eaux libres qu'au niveau des sédiments. Activité non spécifique, elle est réalisée par une grande variété d'espèces protéolytiques banales qui décomposent rapidement *in vitro* les organismes du plancton et les algues, en libérant des quantités élevées de CO_2 et de NH_3 (von BRAND *et al.*, 1937 ; WAKSMAN *et al.*, 1933 a et b, 1935, 1938). La libération d'ammoniaque peut également se faire à partir de l'urée et il a été constaté que les germes possédant ce pouvoir sont spécialement nombreux (10 à 1.000 par gr.) dans la couche superficielle des vases où vivent de fortes populations d'organismes uréo-excréteurs (ZoBELL et FELTHAM, 1935).

Une partie de l'ammoniaque produite par cette flore est utilisée directement comme constituant des cellules bactériennes. Lorsque les ressources en azote offertes par le milieu dépassent celles en carbohydrates oxydables, l'ammoniaque est libérée en excès et se dissout dans les eaux dont le pH tend ainsi à devenir alcalin. Expérimentalement, ZoBELL et FELTHAM (1935) ont constaté que le pH de cultures contenant de l'eau de mer enrichie d'urée peut s'élever jusqu'à 9,7.

Dans certaines conditions naturelles, et en particulier, dans les parages sub-tropicaux des Bahamas et de la ceinture insulaire qui borde les côtes de Floride, l'activité des ammonio-formateurs conditionne étroitement la nature des fonds, qui sont composés d'aragonite presque pure. En 1910, DREW a isolé aux Bahamas une bactérie qui précipite le calcium dissous dans l'eau de mer et dont l'activité lui paraissait spécifique. Le schéma de réaction proposé était la formation directe de carbonate de calcium insoluble par les produits d'oxydation anaérobie de la matière organique :



En ce qui concerne l'azote, il s'agissait donc d'un processus de dénitrification. L'espèce décrite par DREW sous le nom impropre de *Bacterium calcis* a été ultérieurement étudiée par KELLERMAN et SMITH (1914) et reclassée dans le genre *Pseudomonas*.

Les conclusions de DREW sur la spécialité et le mode d'action de *Ps. calcis* ont été vivement critiquées par LIPMAN (1924).

Pour cet auteur, la seule manière par laquelle les bactéries sont susceptibles d'intervenir sur la précipitation calcique est de nature indirecte et liée à la production d'ammoniaque. L'alcalinisation de l'eau par NH_3 modifie l'équilibre du système carbonates-bicarbonates et le déplace dans le sens d'une augmentation des ions carbonate. Ceux-ci précipitent le calcium à l'état de CO_3Ca , insoluble. D'après LIPMAN, cette précipitation nécessiterait, en outre, un apport exogène de sels de calcium. Quelques années plus tard, ce même auteur (LIPMAN, 1929) a émis des doutes quant à la réalité de ce processus microbien dans les conditions naturelles.

Actuellement, on considère, à la suite des travaux de nombreux investigateurs, que la précipitation calcique est bien déterminée par les bactéries, comme le pensait DREW, mais que le phénomène est dépourvu de spécificité enzymatique et résulte de l'ammonification, ainsi que l'avait d'abord indiqué LIPMAN. MOLISCH (1925) a constaté que *Pseudomonas calcis* et une nouvelle espèce, isolée par lui sous le nom de *Ps. calciprecipitans*, sont d'actifs producteurs d'ammoniaque. SMITH (1926) a observé une forte teneur en NH_3 dans les échantillons d'eau prélevés aux Bahamas. Ces résultats et leur interprétation ont été confirmés par BAVENDAMM (1931), par GEE (1932) et par BAUER (1937) dont la publication contient une importante revue bibliographique.

À côté des *Pseudomonas* et des espèces protéolytiques voisines, d'autres germes contribuent à la précipitation calcique, non plus par action extra-cellulaire, mais par accumulation de sels de chaux à l'intérieur de leurs propres cellules. BERSA (1926) a notamment montré la fréquence des inclusions de CO_3Ca dans certaines bactéries sulfureuses pourprés. Par contre, il ne semble pas qu'il faille retenir l'opinion de NADSON (1928) qui attribuait aux bactéries sulfato-réductrices des propriétés calci-précipitantes. Les produits métaboliques de ces organismes comportent, en effet, une proportion élevée d'acides organiques, tendant ainsi à abaisser le pH et, par conséquent, à augmenter, plutôt qu'à diminuer, la solubilité du calcium dans le milieu naturel.

En fait, la précipitation du calcium dépend moins de la nature des bactéries présentes que des conditions dans lesquelles s'effectuent leurs activités physiologiques. Suivant qu'elles trouvent l'azote nécessaire à leur développement sous forme organique ou sous forme de nitrates minéraux, les mêmes espèces se comportent tantôt en ammonio-formateurs protéolytiques, tantôt en dénitrificateurs, pouvant poursuivre la réduction des nitrates jusqu'à l'ammoniaque ou même jusqu'à l'azote gazeux. Au cours de leur métabolisme, tous ces germes libèrent simultanément de l'acide carbonique et des acides organiques qui ont sur l'équilibre calcique un effet inverse, c'est-à-dire agissent en favorisant la solubilisation. Le rapport des deux actions antagonistes varie dans une large mesure en fonction du substrat attaqué par les micro-organismes, et règle, en définitive, le comportement du calcium. D'une manière générale, il semble que la protéolyse et l'aérobiose tendent à alcaliniser le milieu, tandis que l'anaérobiose et la dénitrification ont plutôt un bilan acide. C'est ce qui explique que la précipitation du carbonate de calcium ne se produise que dans certains parages, en particulier dans les eaux stagnantes, peu profondes et très riches en matières organiques.

La nitrification bactérienne a été observée pour la première fois dans la mer par BAUR et BRANDT, en 1900. Ayant ensemencé de la vase dans une solution de sels d'ammonium, ces auteurs ont obtenu une formation abondante de nitrates, tandis que les cultures ensemencées avec de l'eau de mer se révélaient toutes négatives (BRANDT, 1902). GRAN (1901) et NA-

THANSON (1906) ne purent déceler de bactéries nitrifiantes que dans les sédiments prélevés au voisinage de la terre ferme, et en tirèrent cette conclusion que la flore nitrifiante marine ne serait pas indigène, mais proviendrait exclusivement d'apports terrestres.

En 1907, THOMSEN a publié les résultats de nombreuses investigations effectuées dans le golfe de Naples, en baie de Kiel et dans la Mer du Nord. Dans tous les échantillons de vase, cet auteur a constaté un nombre considérable de bactéries nitrosantes, qui par contre étaient pratiquement absentes de l'eau et des algues de la surface. Quant à la flore nitrifiante proprement dite, c'est-à-dire celle qui transforme les nitrites en nitrates, THOMSEN ne put la mettre en évidence que dans les sédiments des fonds littoraux. Les micro-organismes spécifiques, isolés en cultures pures, se sont avérés être en tous points semblables aux *Nitrosomonas* et aux *Nitrobacter* découverts par WINOGRADSKY dans le sol. L'absence de ces micro-organismes dans l'eau libre était expliquée par la faible teneur de l'eau en ammoniacque.

ISSATCHENKO (1908-1914) a confirmé que la flore nitrifiante se trouve de façon à peu près exclusive dans les dépôts du fond, et a signalé qu'elle existe même en dehors de tout apport terrigène, en haute mer. Des recherches ultérieures (ISSATCHENKO, 1926) ont établi une certaine corrélation entre la nature du fond et la densité des bactéries de la nitrification, celles-ci étant beaucoup plus nombreuses sur les fonds de sable ou de débris coquillers que sur les fonds d'argile, et absentes dans les sédiments riches en hydrogène sulfuré.

Malgré les résultats négatifs de PIRIE (1912) et de LIEBERT (1915), la répartition universelle des bactéries nitrifiantes dans les sédiments marins et leur absence dans les eaux de surface a été reconnue par de nombreux autres auteurs plus récents (BRANDT, 1904-1927, WAKSMAN, HOTCHKISS et CAREY, 1933 b, CAREY, 1938).

Les expériences de WAKSMAN et de ses collaborateurs (1933 b) ont montré que la formation de nitrites à partir des sels ammoniacaux se manifeste *in vitro* presque immédiatement après l'ensemencement. Par contre les nitrates n'apparaissent que très tardivement, de 60 à 62 jours après le début des cultures et atteignent leur concentration maxima au bout de 77 à 84 jours seulement. Cette particularité est la raison pour laquelle plusieurs chercheurs, faute d'avoir poursuivi leurs observations assez longtemps, avaient conclu à l'absence de la flore nitrifiante proprement dite. La latence considérable de la nitrification s'explique par le fait que les *Nitrobacter* sont inhibés par des concentrations faibles d'ammoniacque et ne peuvent se développer que lorsque les dernières traces de celle-ci ont été transformées en nitrites par les *Nitrosomonas*.

Le fait que la nitrification bactérienne ait été observée exclusivement au niveau du fond est surprenant, si on considère que la teneur la plus élevée en ammoniacque se trouve dans les eaux de surface, là où un grand nombre d'organismes végétaux et animaux sont décomposés par les bac-

téries protéolytiques et ammonio-formatrices. L'interprétation la plus communément admise pour rendre compte de cette anomalie apparente est que les eaux de surface, riches en ammoniacque, sont conduites, par des mouvements de convection verticale, jusqu'au fond où s'opère l'oxydation de NH_3 en nitrites, puis en nitrates. Ces derniers seraient entraînés en sens inverse, vers la surface, où ils sont consommés par les végétaux.

Des doutes ont toutefois été émis sur la valeur de cette théorie (RAKESTRAW, 1936). Il semble en effet contestable que les bactéries nitrifiantes des sédiments puissent exercer *in situ* les mêmes activités qu'elles manifestent en cultures artificielles. Suivant ZOBELL (1935), le potentiel d'oxydo-réduction optimum pour la nitrification est situé dans la zone aérobie, entre + 0,3 et + 0,55 volt. Cette condition est peu compatible avec les propriétés fortement réductrices qui caractérisent les sédiments dès leur surface. De même VON BRAND *et al.* (1942) ont constaté que les nitrificateurs sont pour la plupart inhibés par les températures de l'ordre de + 5° qui règnent en général au niveau du fond marin.

Il demeure possible que la nitrification se produise aussi à la surface des océans, mais qu'elle y soit effectuée par des processus encore inconnus, de type photosynthétique, ou par des bactéries ayant jusqu'ici échappé à nos moyens d'investigation.

A cet égard, on doit souligner que VON BRAND, RAKESTRAW et RENN (1937) ne sont pas parvenus à isoler en culture pure les germes qui, dans leurs cultures d'enrichissement, décomposaient le plancton en libérant activement des nitrites et des nitrates. Récemment, KALINENKO (1948) aurait isolé à partir de l'eau de mer des bactéries nitrifiantes hétérotrophes ne se développant pas sur les milieux minéraux de WINOGRADSKY, mais seulement en présence de matière organique. Lorsque les conditions sont modifiées, les mêmes micro-organismes pourraient se comporter comme des dénitrifiants et réduiraient les nitrates à l'état d'azote gazeux. Si ces observations se confirmaient, elles combleraient les lacunes de nos connaissances sur les processus de nitrification au sein des mers.

Le pouvoir de *dénitrification*, c'est-à-dire de réduire les nitrates, est partagé par une grande variété de bactéries marines : sur les 60 espèces nouvelles décrites par ZOBELL et UPHAM (1944), 34 présentaient cette propriété, tout au moins en cultures artificielles. Ainsi que l'a montré GRAN (1901), il convient de classer ces micro-organismes en trois groupes physiologiques distincts, suivant que la réduction accomplie s'arrête au stade nitrite, se poursuit jusqu'à l'ammoniacque ou aboutit à l'azote gazeux. La première éventualité est de beaucoup la plus fréquente, mais son importance écologique est relativement faible du fait que le phyto-plancton est capable d'assimiler aussi bien les nitrites que les nitrates (VON BRAND, RAKESTRAW *et al.* 1937, 1942). L'activité de ces bactéries n'influe donc pas de manière sensible sur la concentration en azote utilisable par les végétaux, ni sur la fertilité de la mer en général.

Les espèces connues pour réduire les nitrates en ammoniacque sont peu nombreuses (MEIKLEJOHN, 1949). Aucune d'entre elles n'a été signalée de façon explicite dans les sédiments marins, bien qu'on puisse s'attendre à y trouver les anaérobies stricts qui exercent cette activité dans le sol, en particulier *Welchia perfringens*, et les autres Clostridiales dénitrifiantes et ammonio-formatrices. Comme on l'a indiqué à propos de l'ammonification, il est par ailleurs vraisemblable que les espèces normalement protéolytiques puissent, lorsque les conditions nutritives et physico-chimiques sont modifiées, réduire les nitrates en NH_3 et satisfaire, par ce processus de suppléance, leurs besoins en azote ammoniacal. Ces modifications physiologiques suivant la nature du milieu ont un grand intérêt écologique et il serait souhaitable que leur déterminisme fasse l'objet d'une étude plus détaillée.

La dénitrification proprement dite est la libération d'azote gazeux, c'est-à-dire l'action bactérienne qui tend à appauvrir le milieu océanique en azote combiné. Résumant la littérature antérieure et les résultats de leurs propres investigations, WAKSMAN, HOTCHKISS et CAREY (1933 b) indiquent que les dénitrificateurs vrais sont à peu près absents des eaux libres et ne trouvent les conditions nécessaires à leur activité qu'au niveau des sédiments. BUTKEWITCH (1938) a constaté que la vase de la Caspienne contient de très nombreux organismes transformant les nitrates en N_2 et a isolé une espèce paraissant appartenir au genre *Pseudomonas*. L'activité de ce germe est surtout intense en anaérobiose, mais peut s'accomplir également en présence d'oxygène, à condition que lui soit fournie une source carbonée appropriée.

Du point de vue écologique, on a considéré, à la suite de BRANDT (1899), que l'activité des bactéries dénitrifiantes est un des facteurs essentiels de la fertilité des mers. On lui a notamment attribué la rareté relative des nitrates et du plancton à la surface des mers équatoriales. Toutefois, cette théorie a été ébranlée par les observations d'ISSATCHENKO (1914), qui a constaté que la flore dénitrifiante est aussi abondante dans les sédiments de l'Océan Glacial, mer eutrophique, que dans ceux des mers chaudes. En fait, il est douteux que les bactéries dénitrifiantes vraies puissent exercer *in situ* une activité comparable à celle de leurs cultures artificielles, au laboratoire. La réduction de l'azote est, en effet, une réaction fortement endothermique, exigeant un apport considérable d'énergie. D'après COOPER (1937) son bilan thermodynamique entraîne une dépense de 59.400 calories-gramme. Les rapports de l'azote et du carbone dans l'humus marin sont essentiellement favorables à la production d'ammoniacque et à son oxydation secondaire en nitrates, et la dénitrification ne semble possible que dans la couche toute superficielle de la vase où existent, en quantités d'ailleurs toujours assez limitées des résidus organiques facilement utilisables (WAKSMAN *et al.*, 1933 b). Même dans ces conditions, il est peu probable que le processus de dénitrification prenne le pas sur celui de la nitrification.

Quoi qu'il en soit de l'importance réelle qu'on doit accorder à la

dénitrification biologique dans la mer, la perte azotée qui en résulte est théoriquement compensée par l'activité des *bactéries fixatrices de l'azote*. Celles-ci ont été observées pour la première fois en milieu marin par BENECKE et KEUTNER (1903), peu après leur découverte dans le sol par WINOGRADSKY. Comme celles du sol, elles appartiennent à deux groupes très différents, dont l'un est aérobie et constitue le genre *Azotobacter*, tandis que l'autre est formé de clostridies anaérobies ayant les caractères de ferments butyriques.

Les recherches de KEDING (1906), de BENECKE (1907), d'ISSATCHENKO (1914), de BAVENDAMM (1931), de WAKSMAN, HOTCHKISS et CAREY (1933) ont démontré qu'*Azotobacter chroococcum* se trouve presque exclusivement au voisinage de la surface et se fixe en grands nombres à la surface des algues où il trouve la source énergétique nécessaire pour accomplir la fixation de l'azote. Dans les sédiments, ce sont, par contre, les anaérobies qui prédominent et paraissent être seuls actifs.

Les données sur les anaérobies azo-fixateurs sont encore très fragmentaires. Jusqu'ici, la seule espèce qui ait été signalée est *Clostridium pasteurianum*, et, ainsi que nous l'avons souligné ailleurs (SENEZ, 1949), son identification a le plus souvent été établie de manière sommaire, sur le seul examen de cultures mixtes. Il est probable qu'une étude plus précise permettrait d'isoler d'autres micro-organismes doués du même pouvoir, en particulier des formes marines des espèces terrestres *Clostridium amylobacter*, *Cl. acétobutylicum*, *Cl. naviculum*, ou encore des types nouveaux.

Le rôle effectivement joué par la flore azo-fixatrice dans les conditions naturelles a fait l'objet de réserves analogues à celles qui s'appliquent au cas des bactéries dénitrifiantes. D'après WAKSMAN et ses collaborateurs (1933 b), l'humus marin serait trop pauvre en substances nutritives pour que *Cl. pasteurianum* puisse y exercer une activité appréciable à l'échelle des ressources azotées de la mer. Peut-être en est-il autrement pour les *Azotobacter*, si étroitement associés avec les végétaux marins et disposant ainsi d'abondantes ressources en carbohydrates. Ces considérations ont été reprises par VON BRAND, RAKESTRAW et ZABOR (1942) qui en ont tiré des conclusions encore plus catégoriques et dénie à la fixation bactérienne de l'azote toute importance réelle dans la mer.

III. — BACTERIES SULFATO-REDUCTRICES ET ECOLOGIE MARINE

MURRAY et IRVINE (1893) sont les premiers à avoir signalé la réduction naturelle des sulfates dans la mer et à l'avoir rattachée à des causes biologiques. Au cours de l'expédition du *Challenger*, ces auteurs ont analysé de nombreux échantillons de vase bleue-noire et ont constaté que ce type sédimentaire est caractérisé par sa faible teneur en ions sulfate

et par un accroissement proportionnel de la concentration en ions carbonate. Comme la teneur en calcium dissous ne subit pas d'augmentation parallèle, le gain en carbonates ne peut être expliqué par une solubilisation du CO_2 Ca des sédiments. L'hypothèse envisagée était que les sulfates sont d'abord réduits par la matière organique, puis que les sulfures ainsi produits seraient décomposés par l'acide carbonique en carbonates en carbonates alcalins et alcalino-terreux et en hydrogène sulfuré. Ce dernier précipiterait finalement sous forme de sulfure de fer.

L'intervention des micro-organismes dans le processus était démontrée expérimentalement par le fait que, *in vitro*, la concentration en sulfates s'abaisse rapidement de 25 à 50 % lorsque le milieu estensemencé avec de la vase fraîche, tandis qu'avec de la vase préalablement stérilisée il ne se produit aucune transformation.

Ces observations ont eu un retentissement immédiat par la lumière nouvelle qu'elles apportaient sur un problème d'un grand intérêt océanographique. Divers auteurs russes, dont les travaux étaient analysés par Sir John MURRAY (1900), avaient déjà constaté, en effet, que les eaux de la Mer Noire recèlent des quantités considérables d'hydrogène sulfuré et en avaient conclu qu'on doit attribuer à la présence de ce composé hautement toxique la stérilité de cette mer au-dessous d'une certaine profondeur. A peu près absent en surface, H_2S devient décelable vers 180 mètres, où sa teneur moyenne est de l'ordre de 30 cm^3 (environ 45 mg.) par litre. La concentration s'accroît au fur et à mesure qu'on se rapproche du fond et atteint à 2.160 mètres la valeur extrême de 665 cm^3 (994 mg.) par litre.

Dès 1893, ZELINSKY et BROUSILOVSKY (ZELINSKY, 1893) avaient cru avoir isolé à partir des eaux de la Mer Noire le micro-organisme spécifique de la production d' H_2S . Mais la bactérie qu'ils décrivaient sous le nom de *Bact. hydrosulfuricans ponticans* a été par la suite identifiée par NADSON avec *Proteus vulgaris*, germe banal de la putréfaction.

Les véritables bactéries sulfato-réductrices ont été découvertes deux ans plus tard par BELJERINCK (1895), dans la vase d'un canal marécageux d'eau douce, en Hollande. L'organisme individualisé par BELJERINCK sous le nom de *Spirillum desulfuricans* est un anaérobie strict, qui réduit activement les sulfates en hydrogène sulfuré et utilise, comme sources énergétiques et donateurs d'hydrogène spécifiques, un nombre assez restreint de composés carbonés, parmi lesquels les plus favorables sont les lactates. Ce germe, reclassé par MIGULA (1900) dans le genre *Microspira*, a été obtenu en cultures pures par van DELDEN (1904) qui, par ailleurs, a trouvé dans les eaux salées fluvio-

marines un autre organisme, *Microspira aestuari*, ne se différenciant du précédent que par son halophilie obligatoire.

Depuis cette époque, les anaérobies sulfato-réducteurs ont fait l'objet de nombreux et importants travaux concernant la systématique de leur groupe et leur comportement physiologique. ELION découvre, en 1925, une souche thermophile, *Vibrio thermodesulfuricans*. BAARS, en 1931, rattache tous ces micro-organismes au genre *Vibrio* et démontre que les souches thermophile d'ELION et halophile de VAN DELDEN ne sont, en fait, que de simples variétés adaptatives, artificiellement reproductibles au laboratoire, du *V. desulfuricans* de BEIJERINCK. Il a par contre individualisé une deuxième espèce stable et bien définie, *V. rubentschicki* et sa variété *anomalus*, germes doués d'un comportement nutritionnel différent de l'espèce type. KLUYVER et VAN NIEL (1936) ont séparé les vibrions anaérobies sulfato-réducteurs des autres vibrions et les ont groupés dans le genre spécial *Desulfovibrio* qui est uniquement défini par la propriété biochimique de réduire les sulfates. Cette dénomination, qui a été conservée dans la dernière édition du *Bergey's Manual* (1947), est encore celle qui est la plus communément employée par les auteurs de langue anglaise. Cependant STARKEY (1938) a montré que les particularités physiologiques de ces micro-organismes s'accompagnent, sur le plan morphologique, du fait que ce sont des bactéries sporulées. Etant donnée l'importance taxonomique de ce dernier caractère, STARKEY a proposé le nom générique de *Sporovibrio* qui a été avalisé par PRÉVOT (1940 a et b) et qui sera utilisé ici.

Les *Sporovibrio* actuellement connus comprennent donc :

(1) *Sp. desulfuricans* avec ses variétés *aestuari* (halophile) et *thermodesulfuricans* (thermorésistante) ;

(2) *Sp. rubentschicki* et sa variété *anomalus*.

A ces espèces classiques, ZOBELL (1943 a et b) a récemment ajouté *Sp. hydrocarbonoclasticus*, isolé à partir de l'eau douce, et *Sp. halo-hydrocarbonoclasticus*, isolé à partir de la mer, qui attaquent les hydrocarbures à longue chaîne et les décomposent en molécules plus petites.

Les bactéries sulfato-réductrices sont des agents biochimiques remarquablement actifs, capables d'accomplir, dans les diverses conditions naturelles où elles peuvent se trouver, toute une série de transformations d'un grand intérêt théorique et pratique. Le comportement physiologique de ces germes, leur intervention dans les phénomènes de corrosion en milieu anaérobie, ont fait l'objet d'importants travaux dont l'analyse sortirait du cadre strictement écologique qui est celui du présent rapport.

Il est cependant nécessaire de mentionner ici le rôle capital que paraissent avoir joué les *Sporovibrio* marins dans la formation naturelle des pétroles. Cette intéressante question a fait récemment l'objet d'une revue

générale de PRÉVOT (1949), à laquelle on se référera. De même, on consultera les publications de RITTENBERG (1941) et de ZOBELL et RITTENBERG (1948) pour l'étude des caractères physiologiques et morphologiques des souches marines isolées par ces auteurs et par leurs devanciers. Quant aux techniques actuellement employées pour les cultures d'enrichissement et l'isolement de ces micro-organismes, on en trouvera l'exposé détaillé dans les articles de STARKEY (1948) et de BUTLIN, ADAMS et THOMAS (1949), qui ont étudié de nombreuses souches provenant d'eaux douces ou de sédiments marins.

Les investigations poursuivies depuis les découvertes de BEIJERINCK et de VAN DELDEN ont montré la répartition très étendue et pratiquement universelle des *Sporovibrio* dans les sédiments marins. ZOBELL (1938) a signalé leur présence dans la totalité des échantillons de vase examinés par lui, leur densité variant entre 1.000 et 10.000 germes par gramme. RITTENBERG (1941), ensemençant 2 à 3 grammes de vase sur milieu de culture spécifique, a constaté l'existence de sulfato-réducteurs viables dans la moitié environ des 250 échantillons de vase qu'il avait prélevés en 160 stations différentes, sur les côtes californiennes.

La densité des bactéries sulfato-réductrices dépend du type sédimentaire. Le pourcentage de cultures positives obtenues par RITTENBERG s'établit à 92 % pour les sables vaseux, à 86 % pour les vases sableuses et à 51 % seulement pour les vases argileuses. D'autre part l'étude de la répartition verticale de ces germes montre que leur nombre décroît progressivement avec la profondeur du niveau sédimentaire. La proportion des cultures d'enrichissement positives est de 10 % avec la vase prélevée à plus de 150 cm. au-dessous de la surface du fond marin, de 32 % avec la vase recueillie entre 30 et 150 cm., et de 64 % avec les inocula provenant du niveau situé entre la surface et 30 cm.

La présence de bactéries sulfato-réductrices viables a cependant été démontrée non seulement dans les dépôts récents, mais encore dans les sédiments marins de formation géologique ancienne et très profondément enfouis dans le sol. En 1926, BASTIN a signalé l'abondance considérable de ces micro-organismes dans les eaux salées qui jaillissent de certains puits de pétrole californiens. Par la suite ses observations ont été confirmées et complétées par GAHL et ANDERSON (1928), par GINSBURG-KARAGITCHEVA (1933), et par d'autres auteurs qui ont étudié la flore bactérienne des eaux pétrolifères provenant de gisements très divers quant à leur situation géographique et à leur profondeur.

Analysant dans son travail les diverses théories proposées pour expliquer la réduction des sulfates dans la nature, BASTIN concluait que le seul processus effectivement démontré est l'activité des bactéries spécialisées. Les théories faisant appel à une réduction abiotique par le carbone (HOFMAN et MOSTOKOWITCH, 1910, PALMER, 1924), ou par les hydrocarbures (ROGERS, 1919), sont à rejeter, car elles ne sont possibles que dans des conditions thermiques très différentes de celles qui caractéri-

sent les milieux naturels. Par contre, les bactéries sulfato-réductrices sont actives aux températures normales et pullulent partout où on constate une réduction des sulfates.

La libération d'hydrogène sulfuré par les *Sporovibrio* revêt, dans certains cas particuliers, une très grande importance écologique. Dès ses premières recherches, BEIJERINCK avait indiqué que le micro-organisme qu'il venait de découvrir était vraisemblablement le responsable des quantités considérables d'hydrogène sulfuré relevées dans les eaux de la Mer Noire. Cette hypothèse a été pleinement vérifiée par ISSATCHENKO (1924) qui a constaté dans de nombreux échantillons de vase prélevés dans cette mer par diverses profondeurs, des bactéries en tous points identiques à celles de BEIJERINCK et de VAN DELDEN. ISSATCHENKO insistait sur le fait que les organismes en cause libèrent H_2S directement à partir des sulfates, et non pas, comme le pensait ZELINSKY, par réduction secondaire à la putréfaction de la matière organique.

En milieu marin, les bactéries sulfato-réductrices ont été retrouvées dans de nombreuses localités, réparties sous toutes les latitudes, et où leur pullulation détermine parfois des conditions abiotiques semblables à celles de la Mer Noire. BAVENDAMM (1933) les a observées sur les fonds calcaires des Bahamas et leur a attribué, à tort comme il a déjà été dit, un rôle dans la précipitation calcique. BERTEL (1935) les a signalées en Méditerranée. Dans la baie de Walvis, sur la côte occidentale de l'Afrique du Sud, CAMPBELL et JUDD (1934) ont procédé à d'intéressantes observations écologiques. Cette zone de 12.800 km² environ est remarquable par une très forte mortalité estivale du poisson et des algues, et par un dégagement concomitant d'hydrogène sulfuré. La libération d' H_2S avait été attribuée à diverses causes, notamment à une activité volcanique sous-marine. Miss JUDD a démontré qu'en réalité le phénomène relève de l'activité de bactéries sulfato-réductrices ayant les caractères de la variété décrite par VAN DELDEN. Ces micro-organismes manifestent une extrême tolérance à l'égard de l'hydrogène sulfuré qu'ils libèrent et cette particularité, qui a été également soulignée par ISSATCHENKO (1924), a été utilisée pour l'obtention de cultures pures sur milieux d'enrichissement où la croissance des autres bactéries était inhibée par adjonction préalable d' H_2S , à raison de 74 cm³ par litre.

Au cours de ses recherches sur la flore cellulolytique du Liman de Kujolnizki, RUBENTSCHICK (1928, 1933) a constaté que la vase de cet étang saumâtre proche d'Odessa, recèle à la fois des germes détruisant la cellulose et de très nombreuses bactéries sulfato-réductrices. L'action de ces deux groupes microbiens paraît être complémentaire, les produits de dégradation de la cellulose fournissant aux *Sporovibrio* les sources énergétiques qui leur sont nécessaires pour effectuer la réduction des sulfates.

Les travaux de BUTKEWITCH (1938) sur les sédiments de la Caspienne et de la Mer d'Azov, ont élucidé le mécanisme qui règle les variations

saisonniers de la teneur en H_2S dans les eaux de ces mers. A la surface de la vase où vivent en profondeur les anaérobies sulfato-réducteurs, se trouve une mince pellicule de bactéries aérobies qui réoxydent l'hydrogène sulfuré à l'état de soufre métalloïdique ou de sulfates. Ces organismes thio-oxydants appartiennent aux Leucothiobactéries et comprennent *Beggiatoa mirabilis*, ainsi que des membres des genres *Thiophysa* et *Thiospira*. La pellicule superficielle de la vase contient, en même temps que des germes réoxydant H_2S , d'autres espèces aérobies qui exercent une action analogue sur le méthane, l'ammoniaque et l'hydrogène libérés par la flore anaérobie des couches sédimentaires sous-jacentes. Lorsque les eaux du fond contiennent suffisamment d'oxygène dissous, la pellicule aérobie sulfoxydante joue le rôle d'une barrière efficace et empêche que l'hydrogène sulfuré ne se dissolve dans les eaux libres. Par contre, pendant la saison chaude, la concentration en oxygène devient insuffisante et l'hydrogène sulfuré diffuse librement, ce qui entraîne la mort des organismes supérieurs.

Des conditions comparables à celles de la Mer Noire existent dans certains fjörds norvégiens dont le caractère pratiquement abiotique est dû, ainsi que l'a montré STRÖM (1939), à l'activité des bactéries sulfato-réductrices de la vase.

S'il semble bien que les vibrions anaérobies sulfato-réducteurs sont les plus remarquables et les plus importants parmi les micro-organismes produisant de l'hydrogène sulfuré, ils ne sont cependant pas les seuls à être doués de cette activité. ELLIS (1932) et ZOBELL (1938) ont montré en effet qu'une proportion très élevée des saprophytes pullulant dans les sédiments marins sont capables de libérer H_2S à partir des substances protéiques. Il est cependant peu vraisemblable que cette source d'hydrogène sulfuré puisse atteindre une ampleur naturelle comparable à celle de la réduction des sulfates. Il existe, par contre, des organismes sulfato-réducteurs différents des *Sporovibrio* actuellement connus. C'est ainsi que parmi de nombreuses souches provenant de la Mer du Japon, HAMADA MINORU (1947) en a relevé plusieurs paraissant appartenir à des types nouveaux. Récemment, PRÉVOT (1948, 1949) a signalé l'activité sulfato-réductrice d'anaérobies non-spécialisés qui venaient d'être isolés à partir de boues d'eaux douces ou de sources thermales. Ces organismes (*Clostridium flabelliferum*, *Cl. caproicum*, *Cl. cauteretsensis*) perdent rapidement cette propriété lorsqu'on les repique sur milieux artificiels, mais il est possible qu'ils soient actifs au sein de leurs habitats naturels et il serait important de rechercher leur présence en milieu marin. Enfin, STURM (1948) a isolé des eaux de la Mer Noire un anaérobie facultatif, *Pseudomonas zelinskii*, qui réduit les sulfates en H_2S lorsqu'on le cultive en anaérobiose, mais qui perd cette propriété lorsqu'on le repique un certain nombre de fois en milieu aérobie.

On a déjà mentionné, à propos des travaux de BUTKEWITCH sur les sulfato-réducteurs de la Caspienne et de la Mer d'Azov, le rôle écologique

des *bactéries thio-oxydantes*. La présence de ces organismes dans les eaux libres et dans les sédiments est connue depuis longtemps, mais c'est seulement depuis les travaux de RAVICH-SHERBO (1939) et de BUTKEWITCH (1938) que leur action protectrice à l'égard des animaux et des végétaux supérieurs a été précisée. Les bactéries thio-oxydantes marines se groupent en deux catégories suivant qu'elles puisent l'énergie nécessaire à leur croissance dans l'oxydation biochimique d'H₂S ou qu'elles empruntent cette énergie à la lumière, grâce à la possession d'un pigment photosynthétique. Ce dernier type, constitué par les bactéries sulfureuses pourprées ou Rhodothiobactéries, ne peut évidemment exercer son activité qu'à la surface des eaux ou des sédiments assez peu profonds pour que la lumière solaire y parvienne. Il a donc une répartition géographique restreinte et une importance relativement limitée. ISSATCHENKO (1914), BAVENDAMM (1924, 1932), UTERMOHL (1925), ont étudié ce groupe dont ils ont observé une grande diversité d'espèces sur les hauts fonds de l'Océan Glacial Arctique, des Bahamas et de la côte danoise.

Les sulfo-bactéries achromiques sont d'un intérêt plus général, du fait qu'elles ne sont pas sous la dépendance de la lumière et qu'elles peuvent se développer en dehors de la zone euphotique. Plusieurs espèces d'*Achromatium*, *Thiophysa*, *Beggiatoa*, *Thiotrix* et *Thioploca* ont été retrouvées ou découvertes dans les sédiments océaniques par BAVENDAMM (1932), ELLIS (1932), HINZE (1903), BUTKEWITCH (1938). En milieu très riche en H₂S ces bactéries oxydent le soufre à l'état métalloïdique et l'accumulent sous forme d'inclusions à l'intérieur de leur cytoplasme. Lorsque la teneur en hydrogène sulfuré s'abaisse au-dessous d'une certaine limite, la réserve de soufre intra-cellulaire est secondairement oxydée à l'état de sulfates.

A côté des Thiobactériales pigmentés ou incolores, on a également observé dans les sédiments marins des représentants du genre *Thiobacillus* qui est composé d'organismes autotrophes stricts, non photosynthétiques.

NATHANSON (1902), BELJERINCK (1904), RAVICH-SHERBO (1930) et BUNKER (1936) ont signalé la présence dans des vases marines de provenances très diverses, de l'espèce *Th. thioparus*, germe qui oxyde aérobiquement H₂S et les thiosulfates à l'état de soufre métalloïdique et de sulfates, conformément aux schémas suivants :



Par ailleurs, ISSATCHENKO (1914) a isolé, à partir de vase de l'Océan Glacial Arctique, *Th. denitrificans*, organisme anaérobie qui utilise les nitrates comme accepteurs d'hydrogène pour oxyder H₂S en soufre, l'azote étant simultanément réduit à l'état moléculaire gazeux.

D'après ELLIS (1932), deux germes décrits par MOLISCH, *Thiobacillus thioigenes* et *Th. bovista*, seraient des espèces exclusivement marines, mais

leur appartenance au genre *Thiobacillus* ne semble pas établie de façon certaine.

IV. — FERRO-BACTERIES

Découvertes dans les eaux douces par KÜTZING (1833) et par EHRENBURG (1836), les ferro-bactéries ont été retrouvées en milieu marin par MOLISCH (1910), à qui on doit la description de la première espèce halotolérante, *Leptothrix longissima*. L'existence d'espèces marines autochtones a d'abord été niée par HARDER (1919), mais, depuis, elle a été confirmée par THIEL (1925), et BUTKEWITCH (1928) a individualisé deux nouvelles espèces halophiles, *Gallionella tortuosa*, isolée à partir de la mer de Petschora, et *G. resiculosa*, trouvée dans la Mer Blanche.

Tout récemment, PRINGSHEIM (1949 a et b) a publié une analyse détaillée de la littérature consacrée à ce groupe de micro-organismes et a apporté une très importante contribution à l'étude de leur taxonomie et de leur comportement physiologique.

Les ferro-bactéries présentent un grand intérêt écologique du fait de leur association habituelle avec des anaérobies sulfato-réducteurs, et avec la flore sulfoxydante, les activités de ces trois groupes bactériens s'intriquant de la manière suivante (PRINGSHEIM, 1949 a) : les bactéries sulfato-réductrices réduisent simultanément le fer à l'état ferreux et les sulfates à l'état d'hydrogène sulfuré, et les deux produits finaux de leur métabolisme se combinent pour former du sulfure ferreux, qui confère à la vase sa coloration noire caractéristique. En présence d'oxygène et d'anhydride carbonique, le sulfure de fer se décompose en hydrogène sulfuré, que les bactéries sulfoxydantes réoxydent en sulfates, et en bicarbonate ferreux, qui est oxydé par les ferro-bactéries.

La nécessité pour les ferro-bactéries de disposer à la fois d'oxygène libre et de fer ferreux, c'est-à-dire l'exigence de conditions physico-chimiques apparemment contradictoires, explique que, dans la nature, on les trouve seulement dans certains biotopes très limités, à la surface des vases noires des estuaires et des étangs littoraux, en eau peu profonde. En corollaire, le fait de constater un développement abondant de ferro-bactéries, notamment la présence macroscopiquement visible de flocons colorés en brun-rouge, est le témoin précieux de conditions écologiques bien définies.

L'assimilabilité du fer-ferreux contenu dans le milieu est un facteur important. Comme le souligne PRINGSHEIM (1949 a), une proportion élevée du fer naturel est susceptible de se combiner avec divers composés organiques, en particulier avec les humates, pour former des complexes organiques très stables, de telle sorte que le fer ionique peut manquer, malgré une teneur considérable en fer total. Il est établi que le manganèse peut, dans une certaine mesure, remplacer le fer, mais son oxyda-

tion est plus lente et on a encore peu de renseignements sur les conditions écologiques qui permettent cette suppléance.

Enfin une concentration trop élevée en matière organique paraît être défavorable au développement en masse des ferro-bactéries, car elle entraîne une concurrence effective de la part des micro-organismes hétérotrophes banaux.

On doit aux belles recherches de PRINGSHEIM (1949 *a* et *b*) d'avoir montré comment de faibles variations des conditions écologiques entraînent chez les ferro-bactéries en général, et surtout chez les espèces à gaines, ou *Chlamydoacteriaceae*, d'importantes modifications morphologiques. La plupart des très nombreuses espèces individualisées par les auteurs antérieurs sur la base de caractères morphologiques ne sont en réalité que des modifications réversibles d'un petit nombre de type fondamentaux. C'est ainsi que *Sphaerotilus natans* (Kützing), qui se trouve dans les eaux naturelles bien aérées et riches en ressources nutritives, représente la « *forma eutrophica* » d'un organisme qui, en milieu plus pauvre, prend la forme *dichotoma* individualisée à tort par COHN sous le nom de *Cladothrix dichotoma*. De même, *Leptothrix ochracea* (Kuntzig) n'est, en fait, que les gaines de *S. natans* vieilles, incrustées d'oxyde ferrique et déshabitées par les cellules vivantes.

Ces observations ont un intérêt taxonomique évident. Elles ne sont pas moins remarquables du point de vue écologique car elles fournissent un exemple particulièrement frappant de l'influence que les conditions du milieu extérieur peuvent exercer sur la morphologie des organismes.

V. — TRAVAUX PERSONNELS

Sous la direction de M. le Professeur PETIT, Directeur du Laboratoire Arago, nous avons entrepris une étude bactériologique destinée à déterminer les causes d'une forte mortalité de la flore et de la faune se produisant en été, dans l'étang salé du Canet, près de Perpignan. Cet étang littoral, dont la superficie est de 755 hectares environ, a une profondeur moyenne inférieure à deux mètres, et le niveau des eaux y est, par ailleurs, soumis à d'importantes fluctuations saisonnières.

En effet, le grau qui traverse le cordon littoral est presque toujours obstrué et la communication avec la mer ne s'établit guère qu'au moment des grandes tempêtes d'équinoxe. Quant au ruisseau par lequel s'effectue l'apport d'eau douce, il est de faible importance et de débit très intermittent.

La description détaillée de ce biotope, ainsi que l'exposé des techniques bactériologiques utilisées, feront l'objet de publica-

tions ultérieures et on se bornera ici à donner l'essentiel des résultats obtenus.

Les premiers prélèvements de vase et d'eau pour examen

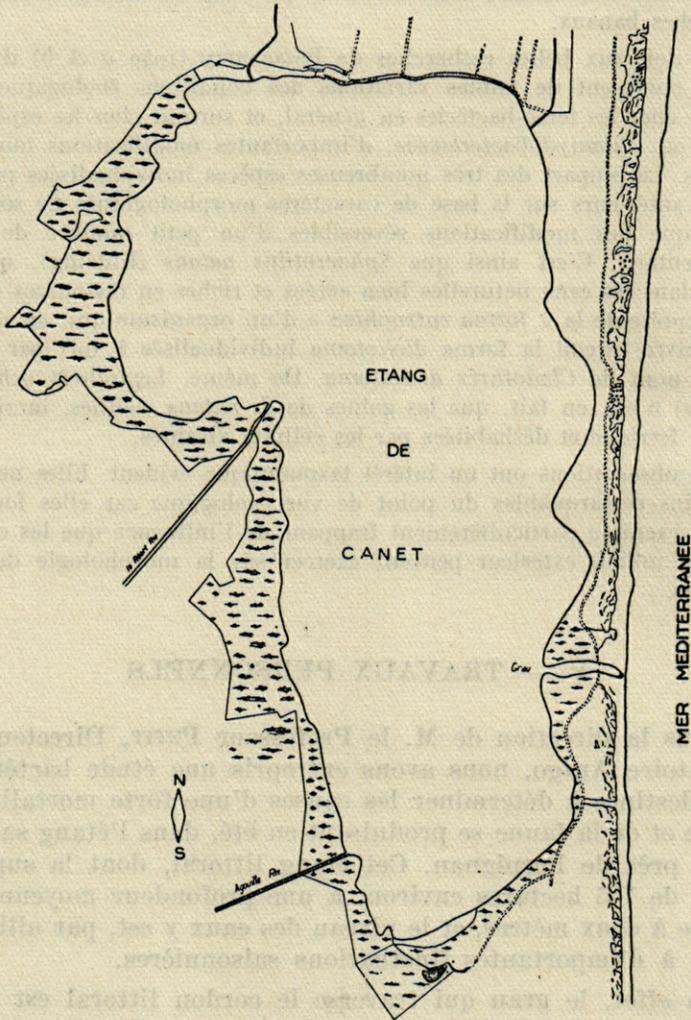


Fig. 1. — Plan de l'étang littoral du Canet.

bactériologique ont été réalisés au mois d'août 1949, période où la mortalité des algues et du poisson atteignait son maximum annuel, et où les dosages effectués sur des échantillons d'eau

recueillies en différents points de l'étang montraient une teneur en H_2S allant de 1,12 à 7,14 mg. par litre. L'ensemencement de 0,1 g. de vase ou de 5 cm³ d'eau en milieu lactate-sulfate de BAARS a fourni, pour tous les échantillons, une culture positive de bactéries sulfato-réductrices au bout de quatre à cinq jours seulement d'incubation. L'étude ultérieure des caractères morphologiques et biochimiques de plusieurs souches isolées en culture pure a montré qu'il s'agissait de vibrions anaérobies et a permis de les identifier avec *Sporovibrio desulfuricans* var. *aestuaria* (van Delden-Baars) Prévot 1940.

Dans certaines des cultures primaires d'enrichissement réalisées en récipients hermétiquement bouchés, mais où le milieu liquide était demeuré en contact avec une faible quantité d'air, on a constaté, quelques jours après l'apparition du précipité de sulfure de fer noir qui témoignait de la formation d' H_2S , une épaisse pellicule superficielle de soufre métalloïdique. En même temps, on notait la disparition progressive de l'hydrogène sulfuré produit par les organismes sulfato-réducteurs. Des repiquages sur milieu au thiosulfate de soude ont montré que cette réoxydation du soufre était due à *Thiobacillus thioparus* (Beijerinck), germe autotrophe et aérobie strict, qui a également été isolé en cultures pures.

Sur ces mêmes cultures primaires, qui avaient été laissées à la lumière, on a observé au bout de plusieurs semaines la formation, sur les parois des récipients, d'une pellicule rouge-foncé, constituée par des bactéries mobiles, isolées, de forme ovoïde et dont les cellules contenaient de volumineux granules de soufre. Ces Rhodothiobactéries appartenant de manière évidente au genre *Chromatium* ont été repiquées avec succès en milieu minéral de VAN NIEL contenant 0,5 % de $NaHCO_3$ et 0,2 % de Na_2S , 9 H_2O , à pH 8,1. L'isolement et l'identification spécifique de plusieurs souches de ces bactéries sulfureuses pourprées sont actuellement en cours.

Les recherches effectuées par la suite sur de nouveaux prélèvements de vase ont chaque fois montré la présence des mêmes organismes, mais, bien qu'on les ait systématiquement recherchées, on n'a pas constaté de bactéries appartenant aux genres et aux espèces voisins du point de vue taxonomique et physiologique. L'incubation à + 55° de cultures sur milieu lactate-sulfate est toujours demeurée infructueuse et n'a pas montré la présence de la variété *thermodesulfuricans* de *Sporovibrio desulfuricans*. De même, on n'a jamais observé *Sporovibrio ru-*

bentschicki, non plus que d'autres espèces de *Thiobacillus*, notamment *Th. thiooxydans*, ou d'autres genres de Rhodothiobactéries que le genre *Chromatium*.

Pour estimer comparativement les populations des germes sulfato-réducteurs et thio-oxydants, on a procédé à plusieurs déterminations numériques par la méthode des dilutions successives et ensemencement sur milieux sélectifs. La plus faible quantité de vase ayant fourni une culture positive a varié entre 0,01 et 0,001 gr. pour les bactéries sulfato-réductrices, et entre 0,1 et 0,01 gr. pour *Thiobacillus thioparus*. Etant donnée l'imperfection des méthodes de numération bactérienne par culture, ces données ont une valeur essentiellement relative et ne sauraient être considérées comme l'expression exacte de la densité microbienne réelle dans le milieu naturel. Par ailleurs notre étude n'a pas encore été poursuivie suffisamment longtemps pour que nous puissions établir si le rapport des *Sporovibrio* aux *Thiobacillus* subit des variations saisonnières significatives.

La répartition verticale des bactéries sulfato-réductrices s'est avérée sensiblement constante entre la surface de la vase et 19 cms de profondeur. Par contre, on a constaté que le nombre des *Thiobacillus*, organismes aérobies, tend à décroître avec la profondeur, sans cependant que cette diminution soit brusque ni massive. Dans un des échantillons examinés, on a même observé une répartition inverse, le nombre des thiobacilles étant de 700 par gr. de vase en surface et de 1.000 à 13 cms.

En ce qui concerne l'halophilie, les numérations comparatives sur milieux salé et non salé ont donné, aussi bien pour les *Sporovibrio* que pour les *Thiobacillus*, des densités bactériennes un peu plus fortes en eau de mer qu'en milieu à l'eau douce. Toutefois, il est important de souligner que les souches récemment isolées des deux espèces se sont montrées capables de se développer, sans adaptation progressive, dans une large zone de concentrations en chlorure de sodium (0 à 4 %). Cette particularité, qui s'oppose aux constatations de van DELDEN et de BAARS sur l'halophilie obligatoire des souches marines, s'explique peut-être par les conditions spéciales que rencontrent les souches dans un habitat naturel soumis à de grandes variations de salinité.

La flore du soufre est associée, dans le biotope étudié, à une flore cellulolytique abondante, comprenant surtout des *Cytophagas* et des espèces anaérobies encore en cours d'identification.

Le développement de ces organismes n'est aucunement gêné par l' H_2S que libèrent les sulfato-réducteurs, ce qui confirme les observations de RUBENTSCHICK sur la synergie entre les deux flores. La même tolérance remarquable à l'égard de l'hydrogène sulfuré caractérise certains *Pseudomonas* dont le pigment fluorescent caractéristique finit par colorer intensément celles des cultures d'enrichissement sur lactate-sulfate qui sont en contact avec une quantité d'air suffisante.

Des observations expérimentales précédentes, on peut conclure que la mortalité saisonnière observée dans l'étang du Canet est effectivement liée à la libération d'hydrogène sulfuré par les bactéries anaérobies sulfato-réductrices. Comme l'avaient signalé RAVICH-SHERBO et BUTKEWITCH, dont les travaux ont été analysés plus haut, cette flore réductrice est étroitement associée à des bactéries sulfo-oxydantes et c'est l'équilibre entre les activités de ces deux flores qui régit essentiellement la vie de l'étang. Contrairement aux auteurs russes, on n'a pas constaté que les bactéries chargées de réoxyder l'hydrogène sulfuré se confinent dans une mince pellicule superficielle à la surface de la vase mais on les a retrouvées sur toute la longueur des carottes examinées. En outre, la flore thio-oxydante qui a été observée contient non seulement des Thiobactériales, mais encore *Thiobacillus thioparus*, organisme aérobie et autotrophe strict. Sur les cultures d'enrichissement primaires, la succession en trois stades des *Sporovibrio*, des thiobacilles et des bactéries sulfureuses pourprées est particulièrement intéressante du point de vue écologique.

CONCLUSIONS

L'écologie des populations bactériennes vivant dans les sédiments marins n'a encore donné lieu qu'à des observations assez fragmentaires, mais, comme on s'est efforcé de le montrer, les faits déjà acquis apportent cependant une vive lumière dans de nombreux domaines. Représentant par leur biomasse un des principaux groupements des communautés sédimentaires, les bactéries ont, par leurs diverses activités métaboliques, une influence capitale sur la fertilité des mers, et, à cet égard, les espèces qui interviennent dans les cycles de l'azote et du soufre revêtent un grand intérêt écologique.

Dans ce rapport, il a été fait une large place aux bactéries anaérobies sulfato-réductrices, qui réduisent les sulfates à l'état d'hydrogène sulfuré, corps hautement toxique pour la plupart

des autres organismes animaux et végétaux. La prolifération considérable de ces micro-organismes dans certains parages, comme la Mer Noire, les fjörds norvégiens et, d'une manière générale, les fonds à vase noire néritiques, aboutit à la suppression complète de toute autre forme de vie. Nous avons nous-mêmes eu l'occasion d'étudier un biotope où ces conditions se trouvent réalisées et nous avons pu procéder à diverses observations sur les rapports écologiques entre les germes sulfato-réducteurs et la flore thio-oxydante.

Dans l'état actuel de nos connaissances, il est certain que, lorsqu'on se propose de définir le biotope sédimentaire en général ou encore un biotope sédimentaire particulier, on ne peut négliger les populations bactériennes qui y vivent. Sans doute peut-on attendre des résultats obtenus par les méthodes de la Microbiologie Ecologique un large développement et la réponse à de nombreux problèmes de Biologie Marine encore à résoudre.

BIBLIOGRAPHIE

- BAARS (J.-K.), 1930. — Over Sulfaatreductie door bacterien. *Thèse, Delft*, 164 pp.
- BAIER (C.-R.), 1935. — Studien zur Hydrobakteriologie stehender Binnengewässer. *Arch. f. Hydrobiol.*, 29, 183-264.
- 1937. — Die Bedeutung der Bakterien für der Kalktransport in der Gewässern. *Geol. d. Meere u. Binnengewässer*, 1, 75-105.
- BARTHOLOMEW (J.-W) et RITTENBERG (S.-C.), 1949. — Thermophilic bacteria from deep ocean bottom cores. *J. Bact.*, 57, 658.
- BASTIN (E.-S.), 1926. — The problem of natural reduction of sulfates. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, 10, 1270-1299.
- BAUR (E.), 1902. — Ueber zwei denitrificirende Bakterien aus der Ostsee. *Wiss. Meeresunters., Abt. Kiel. N.F.*, 6, 9-22.
- BAVENDAMM (W.), 1924. — Die farblosen und roten Schwefelbakterien des Süß — und Salzwassers. G. Fischer, Iena, 124 pp.
- 1931. — Die Frage der bakteriologischen Kalkfällung in der tropischen See. *Ber. deu. botan. Ges.*, 49, 282-287.
- 1932. — Die mikrobiologische Kalkfällung in der tropischen See. *Arch. f. Mikrobiol.*, 3, 205-276.
- BEIJERINCK (M.-W.), 1895. — Ueber *Spirillum desulfuricans* als Ursache von Sulfatereduction. *Centrablt. f. Bakt., II Abt.*, 1, 1-19 ; 49-59 ; 104-114.

- 1904. — Ueber die Bakterien welche sich im Dunkeln mit Kohlensäure als Kohlenstoffquelle ernähren können. *Centrablt. f. Bakt., II Abt., 11*, 593-599.
- 1921-1940. — Verzamelde Werken, 6 vols, La Haye, M. Nijhoff.
- BENECKE (W.), 1907. — Ueber stickstoffbindende Bakterien am den Golf von Neapel. *Ber. deut. botan. Ges.*, 25, 1.
- BENECKE (W.) et KEUTNER (J.), 1903. — Ueber stickstoffbindende Bakterien aus der Ostsee. *Ber. deut. botan., Ges.*, 21, 333-345.
- Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, 1947. — Williams and Wilkins, Baltimore, 6th ed.
- BERSA, 1926. — *Ber. deut. botan. Ges.*, 44, 474-478.
- BERTEL (R.), 1935. — Les bactéries marines et leur influence sur la circulation de la matière dans la mer. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, n° 672, 1-12.
- BRAND (T. VON), RAKESTRAW (N.-W.) et RENN (C.-E.), 1937. — The experimental decomposition and regeneration of nitrogenous organic matter in sea water. *Biol. Bull.*, 72, 165-175.
- BRAND (T. VON), RAKESTRAW (N.-W.) et ZABOR (J.-W.), 1942. — Decomposition and regeneration of nitrogenous matter in sea water. V. — Factors influencing the length of the cycle ; observations upon the gaseous and dissolved organic nitrogen. *Biol. Bull.*, 83, 273-282.
- BRANDT (K.), 1899. — Ueber den Stoffwechsel im Meere. *Wiss. Meeresunters., Abt. Kiel*, 4, 213-230.
- 1904. — Ueber die Bedeutung der Stickstoffverbindungen für die Produktion im Meere. *Botan. Centr. Beih.*, 16, 383.
- 1927. — Stickstoffverbindungen im Meere. *Wiss. Meeresunters., Abt. Kiel*, 20, 201.
- BUNKER (H.-J.), 1936. — A review of the Physiology and Biochemistry of the Sulphur bacteria. His Majesty's Stationery Office, London, 48 pp.
- BUTKEWITCH (V.-S.), 1928 — Die Bildung der Eisenmangan-Ablagerungen am Meeresboden und die daran beteiligten Mikroorganismen. *Ber. d. wiss. Meeresinst., Moscou*, 3 (3) : 5-81.
- 1938. — On the bacterial population of the Caspian and Azov Seas. *Microbiologia*, 7, 1005-1021.
- BUTLIN (K.-R.), ADAMS (M.-E.) et THOMAS (M.), 1949. — The isolation and cultivation of sulfate reducing-bacteria. *J. Gen. Microbiol.*, 3, 46-59.
- CAMPBELL (W.) et JUDD (M.), 1934. — Occurrence of sulfides in certain Areas of the Sea Bottom on the South African Coast. Part II : Bacteriological Aspect. *Fish. and Mar. Biol. Survey, Report n° 11*, 12.

- CAREY (C.-L.), 1938. — The occurrence and distribution of nitrifying bacteria in the sea. *J. Mar. Res.*, 1, 291-304.
- CERTES (A.), 1884. — Sur la culture, à l'abri des germes atmosphériques, des eaux et des sédiments rapportés par les expéditions du Talisman et du Travailleur. *C.R. Ac. Sci.*, 98, 690-693.
- COOPER (L.-H.-N.), 1937. — The nitrogen cycle in the sea. *J. Mar. Biol. Assoc.*, 22, 183-204.
- DELLEN (A. VAN), 1904. — Beitrag zur Kenntnis der Sulfatreduktion durch Bakterien. *Centrablt. f. Bakt.*, II Abt., 11, 81-94 et 113-119.
- DREW (G.-H.), 1911. — The action of some denitrifying bacteria in tropical and temperate seas and the bacterial precipitation of calcium carbonate in the sea. *J. Mar. Biol. Assoc.*, 9, 142-155.
- 1913. — On the precipitation of calcium carbonate in the sea by marine bacteria, and on the action of denitrifying bacteria in tropical and temperate seas. *J. Mar. Biol. Assoc.*, 9, 479-524.
- ELION (L.), 1924. — A thermophilic sulphate-reducing bacterium. *Centrablt. f. Bakt.*, II Abt., 63, 58-67.
- ELLIS (D.), 1932. — Sulphur bacteria, Longman, Green and Co, New York, 261 pp.
- EMERY (K.-O.) et DIETZ (R.-S.), 1941. — Gravity coring Instruments and Mechanics of Sediment Coring. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 52, 1685-1714.
- FISCHER (B.), 1894. — Ergebniss der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung, 4, 1-83.
- 1894 b. — Die Bakterien des Meeres nach den Untersuchungen der Plankton-Expedition unter gleichzeitiger Berücksichtigung einiger älterer und neuerer Untersuchungen. *Centrablt. f. Bakt.*, 15, 657-666.
- FRANCIS-BOEUF (C.), 1947. — Physiologie des sédiments marins ; consommation d'oxygène de quelques vases fluviomarines in vitro. *C.R. Ac. Sci.*, 225, 1083-1084.
- GAHL (R.) et ANDERSON (B.), 1928. — Sulphate reducing bacteria in California oil waters. *Centrablt. f. Bakt.*, II Abt., 73, 331-339.
- GAZERT (H.), 1902. — Bakteriologische Untersuchungen (Die Deutsche Südpolar-Expedition). *Veröff. Inst. Meeresk.*, Berlin, 1, 53-55.
- GEE (A.H.), 1932. — Lime deposition and the bacteria. I. — Estimate of bacterial activity at the Florida Keys. *Papers from the Tortugas Lab., Carnegie Inst., Washington*, 28, 67-82.
- GINSBOURG-KARAGITSHEVA (T.-L.), 1933. — Microflora of oil waters and biochemical processes caused by it. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, 17, 52-65.

- GRAN (H.-H.), 1901. — Studien über Meeresbakterien. I. — Reduktion von Nitraten und Nitriten. *Bergens Museum Aarbog*, n° 1, 1-23.
- HAMADA-MINORU, 1947. — *Saiensu*, 160, 154.
- HARDER (E.-C.), 1919. — Iron depositing bacteria and their geologic relations. *U.S. Geol. Survey, Prof. Paper*, 113, 1-89.
- HARVEY (H.-W.), 1945. — Recent advances in the Chemistry and Biology of Sea Water. University Press, Cambridge, 164 pp.
- HINZE (G.), 1903. — *Thiophysa volutans*, eine neue Schwefelbakteria. *Ber. deut. botan. Ges.*, 21, 309-316.
- HOFMAN (H.-O.) et MOSTOKOWITCH (W.), 1910. — The reduction of calcium sulphate by carbon monoxid and carbon and the oxidation of calcium sulphide. *Trans. A.I.M.*, 41, 763-785.
- ISSATCHENKO (B.), 1908. — Zur Frage von der Nitrification in den Meeren. *Centrablt. f. Bakt.*, II Abt., 21, 430.
- 1914. — Investigations on the bacteria of the Glacial Arctic Ocean. Petrograd, 300 pp.
- 1924. — Sur la fermentation sulfhydrique de la Mer Noire. *C.R. Ac. Sci.*, 178, 2204-2206.
- 1926. — Sur la nitrification dans les mers. *C.R. Ac. Sci.*, 182, 185-186.
- JOHNSON (F.-H.), 1936. — The oxygen uptake of marine bacteria. *J. Bact.* 31, 547-556.
- KALINENKO (V.-O.), 1948. — Heterotrophic bacteria as nitrifiers. *Pochvo-vednie (Pédologie)*, 357-363.
- KEDING (M.), 1906. — Weitere Untersuchungen über stickstoffbindende Bakterien. *Wiss. Meeresunters., Abt. Kiel, N.F.*, 9, 273-309.
- KELLERMAN (K.-F.), et SMITH (N.-R.), 1914. — Bacterial precipitation of calcium carbonate. *J. Wash. Ac. Sci.*, 4, 400-402.
- KLUYVER (A.-J.) et VAN NIEL (C.-B.), 1936. — Prospects for a natural system of classification of bacteria. *Centrablt. f. Bakt.*, II Abt., 94, 369.
- KÜTZING (F.), 1833. — *Sphaerotilus natans*, eine neue Süßwasseralge. *Linnaea*, p. 385.
- LIEBERT (F.), 1915. — Ueber mikrobiologische Nitrite- und Nitratebildung im Meere. *Rapp. Verhandl. Rijksinst. Visscherijonderz.*, 1, 3.
- LIPMAN (C.-B.), 1924. — A critical and experimental study of Drew's bacterial hypothesis on CaCO₃ precipitation in the sea. *Dept. Mar. Biol. Carnegie Inst., Wash.*, 19, 179-191.
- 1929. — Further studies on marine bacteria with special to the Drew's hypothesis on CaCO₃ precipitation in the sea. *Papers from the Tortugas Laboratories, Carnegie Inst., Wash.*, 26, 231-248.

- LUCK (J.-M.), SHEETS (G.) et THOMAS (J.-O.), 1931. — The rôle of bacteria in the nutrition of protozoa. *Quart. Rev. Biol.*, 6, 46-58.
- MACGINITE (G.-E.), 1935. — Ecological aspects of a California marine estuary. *Amer. Midland Naturalist*, 16, 629-765.
- MARE (M.), 1942. — A study of a marine benthic community with special reference to the micro-organisms. *J. Mar. Biol. Assoc.*, 25, 517-555.
- MEIKLEJOHN (J.), 1949. — Réduction des nitrates et anaérobiose. *Ann. Inst. Pasteur*, 77, 389-394.
- MURRAY (Sir J.), 1900. — On the deposits of the Black Sea. *Scot. Geograph. Mag.*, 16, 673-703.
- MURRAY (Sir J.) et IRVINE (R.), 1895. — On the chemical changes which take place in the composition of the sea-water associated with blue muds on the floor of Ocean. *Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, 37, 481-508.
- MOLISCH (H.), 1910. — Die Eisenbakterien. Iéna, G. Fischer, 83 pp.
- 1925. — Ueber Kalkbakterien und andere Kalkfällende Pilze. *Centralbl. f. Bakt.*, II Abt., 65, 130-139.
- NADSON (G.-A.), 1928. — Beitrag zur Kenntnis der bakteriologischen Kalkablägerungen. *Arch. f. Hydrobiol.*, 19, 154-164.
- NATHANSON (A.), 1902. — Ueber ein neue Gruppe von Schwefelbakterien und ihren Stoffwechsel. *Mitt. zool. Sta. Neapel*, 15, 655-680.
- 1906. — Ueber die Bedeutung vertikaler Wasserbewegungen für die Produktion des Planktons im Meere. *Abhandl. math-phys. Klasse K, sächs. Ges. Wiss.*, 29, 335-441.
- PALMER (C.), 1924. — California oil fields waters. *Econ. Geol.*, 19, 128.
- PEARSE (A.-S.), HUMM (H.-J.) et WHARTON (G.-W.), 1942. — Ecology of sand beaches at Beaufort, North Carolina. *Ecol. Monogr.*, 12, 135-190.
- PETERSSON (H.), 1947-1948. — The Swedish Deep-Sea Expedition. *Nature*, 160, 559-560 ; 162, 324-325.
- PIRIE (J.-H.-H.), 1912. — Notes on Antarctic Bacteriology. Scottish National Antarctic Expedition Report on the scientific results of the voyage of S.Y. « Scotia » during the years 1902, 1903 and 1904. *Scottish. Oceanogr. Lab. Edinburgh, Botany*, 3, (10), 137-148.
- POCHON (J.) et TCHAN (Y.), 1948. — Précis de Microbiologie du Sol. Masson, Paris, 222 pp.
- PRÉVOT (A.-R.), 1940. — Etudes de Systématique Bactérienne. V. — Essai de classification des vibrions anaérobies. *Ann. Inst. Pasteur*, 64, 117-125.
- 1940 b et 1948. — Manuel de classification et de détermination des bactéries anaérobies, Masson, Paris, 1^o éd., 1940 ; 2^o éd. 1948, 287 pp.

- 1948. — Recherches sur la réduction des sulfates et des sulfites minéraux par les bactéries anaérobies. *Ann. Inst. Pasteur*, 75, 571-574.
- 1949. — Anaérobies réducteurs des sulfates et formation des pétroles. *Ann. Inst. Pasteur*, 77, 400-418.
- PRINGSHEIM (E.-G.), 1949 a. — Iron bacteria. *Biol. Rev.* 24, 200-245.
- 1949 b. — The filamentous bacteria *Sphaerotilus*, *Leptothrix*, *Cladotrix*, and their relation to iron and manganese. *Phil. Trans. Roy. Soc.*, 233, 453-482.
- RAKESTRAW (N.-W.), 1936. — The occurrence and signification of nitrite in the sea. *Biol. Bull.*, 71, 133-167.
- RAVICH-SHERBO (J.), 1930. — To the question of bacterial thin layer in the Black Sea according to the hypothesis of Prof. Egounoff. *Trav. Sta. biol. Sébastopol*, 2, 127-141.
- REUSZER (H.-W.), 1933. — Marine bacteria and their rôle in the cycle of life in the sea. III. — The distribution of bacteria in the ocean waters and muds about Cape Cod. *Biol. Bull.*, 65, 480-497.
- RITTENBERG (S.-C.), 1940. — Bacteriological analysis of some long cores of marine sediments. *J. Mar. Res.*, 3, 191-201.
- 1941. — Studies on marine sulfate-reducing bacteria. Dissertation n° 650, Univ. Calif., La Jolla, 115 pp.
- ROGERS (G.-S.), 1919. — The Sunset Midway Oil Field, California. *U.S. Geol. Surv. Prof. Paper* n° 117.
- ROMELL (L.-G.), 1936. — *Centrablt. f. Bakt.*, II Abt., 93, 442.
- RUBENTSCHIK (L.), 1928. — Ueber Sulfatreduktion durch Bakterien bei Zellulosegarungsprodukten als Energiequelle. *Centrablt. f. Bakt.*, 73, 483-496.
- 1928. — Zur Frage der aeroben Zellulosezerzung in Salzeen. *Centrablt. f. Bakt.*, II Abt., 76, 305-314.
- 1933. — Zur anaeroben Zellulosezerzung in Salzeen. *Centrablt. f. Bakt.*, II Abt., 88, 182-186.
- RUSSELL (H.-L.), 1891. — Untersuchungen über im Golf von Neapel lebende Bakterien. *Zeitschrift. f. Hyg.*, 11, 165-206.
- 1892. — Bacterial investigations of the sea and its floor. *Botan. Gaz.*, 17, 312-321.
- 1893. — The bacterial flora of the Atlantic Ocean in the vicinity of Woods Hole, Mass. *Botan. Gaz.*, 18, 383-395; 411-417; 439-447.
- SENEZ (J.), 1949. — Bactéries anérobies des sédiments marins. *Ann. Inst. Pasteur*, 77, 512-536.
- SHTURM (L.-D.), 1948. — Sulfate reduction by facultative aerobic bacteria. *Mikrobiologiia*, 17, 415-418.

- SMITH (R.-L.), 1926. — Report on a bacteriological examination of « chaly mud » and sea-water from the Bahamas Banks *Dept. Marit. Biol., Carnegie Inst., Wash.*, 23, 67-72.
- STARKEY (R.-L.), 1938. — A study of spore formation and other morphological characteristics of *Vibrio desulfuricans*. *Arch. f. Mikrobiol.*, 9, 268-304.
- STRÖM (K.-M.), 1939. — Land-locked waters and the deposition of black muds. Recent Marine Sediments. *Amer. Assoc. Petrol. Geol., Tulsa, Oklahoma*, 356-372.
- THIEL (G.-A.), 1925. — Manganese precipitated by micro-organisms. *Econ. Geol.*, 20, 301-310.
- THOMSEN (P.), 1910. — Ueber das Vorkommen von Nitrobakterien im Meere. *Wiss. Meeresunters., Abt. Kiel, N.E.*, 11, 1-27.
- TRASK (P.-D.), 1936. — Note introductive à l'article de ZOBELL et ANDERSON (*Bull. Amer. Soc. Petrol. Geol.*, 1936, 20, 258-259.)
- 1939. — Recent Marine Sediments. *Amer. Soc. Petrol. Geol., Tulsa, Oklahoma*, 428-453.
- UTERMÖHL (H.), 1925. — Limnologische Phytoplankton-Studien. *Arch. f. Hydrobiol., Suppl.* 5, 1-527.
- WAKSMAN (S.-A.), 1933. — On the distribution of organic matter in the sea bottom and the chemical nature and origin of marine humus. *Soil Sci.*, 36, 125-147.
- WAKSMAN (S.-A.) et CAREY (C.), 1935. — Decomposition of organic matter in sea water by bacteria. I. — Bacterial multiplication in stored sea-water. *J. Bact.*, 29, 531-543 ; II. — Influence of addition of organic substances upon bacterial activities. *Ibid.*, 29, 545-561.
- WAKSMAN (S.-A.), CAREY (C.-L.) et REUSZER (H.-W.), 1933 a. — Marine bacteria and their rôle in the cycle of the life in the sea. I. — Decomposition of marine plant and animal residues by bacteria. *Biol. Bull.*, 65, 57-79.
- WAKSMAN (S.-A.) et HOTCHKISS (M.), 1938. — On the oxidation of organic matter in marine sediments by bacteria. *J. Mar. Res.*, 1, 101-118.
- WAKSMAN (S.-A.), HOTCHKISS (M.) et CAREY (C.-L.), 1933 b. — Marine bacteria and their rôle in the cycle of life in the sea. II. — Bacteria concerned in the cycle of nitrogen in the sea. *Biol. Bull.*, 65, 137-167.
- WAKSMAN (S.-A.), HOTCHKISS (M.), CAREY (C.-L.) et HARDMAN (Y.), 1938. — Decomposition of nitrogenous substances in sea water by bacteria. *J. Bact.*, 35, 477-486.
- WAKSMAN (S.-A.), REUSZER (H.-W.), CAREY (C.-L.), HOTCHKISS (M.) et RENN (C.-E.), 1933 c. — Studies on the Biology and Chemistry of the Gulf of Maine. III. — Bacteriological investigations of the sea water and marine bottom. *Biol. Bull.*, 64, 183-205.

- WINOGRADSKY (S.), 1947. — Principes de la Microbiologie Ecologique. *Antonie Leeuwenhoek*, 12, 5-15.
- ZELINSKY (N.-D.), 1893. — On the hydrogen sulphide fermentation in the Black Sea and the Odessa estuaries. *Proc. Russ. Phys. Chem. Soc.*, 25, 298-303.
- ZOBELL (C.-E.), 1935. — Oxidation-reduction potentials and the activity of marine nitrifiers. *J. Bact.*, 29, 78.
- 1938. — Studies on the bacterial flora of marine bottom sediments. *J. Sediment. Petrol.*, 8, 10-18.
- 1939. — Occurrence and activity of bacteria in marine sediments. Recent marine Sediments. *Amer. Assoc. Petrol. Geol., Tulsa, Oklahoma*, 416-427.
- 1940. — The effect of oxygen tension on the rate of oxidation of organic matter in sea water by bacteria. *J. Mar. Res.*, 4, 42-75.
- 1943. — Bacteria as geological agents with particular reference to petroleum. *Petroleum World*, 40, 30-43.
- 1946. — Marine Microbiology. Waltham, Mass., 240 pp.
- ZOBELL (C.-E.) et ANDERSON (D.-Q.), 1936. — Vertical distribution of bacteria in marine sediments. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, 20, 258-269.
- ZOBELL (C.-E.) et FELTHAM (C.-B.), 1934. — Preliminary studies on the distribution and characteristics of marine bacteria. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr., Tech. Ser.*, 3, 279-296.
- 1935. — The occurrence and activity of urea-splitting bacteria in the sea. *Science*, 81, 234-236.
- 1938. — Bacteria as food for certain marine invertebrates. *J. Mar. Res.*, 1, 312-327.
- 1942. — The bacterial flora of a marine mud flat as an ecological factor. *Ecology*, 23, 69-78.
- ZOBELL (C.-E.), GRANT (C.-W.) et HAAS (H.-F.), 1943. — Marine microorganisms which oxidize petroleum hydrocarbons. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, 27, 1175-1193.
- ZOBELL (C.-E.) et JOHNSON (F.-H.), 1949. — The influence of hydrostatic pressure on the growth and viability of terrestrial and marine bacteria. *J. Bact.*, 57, 179-190.
- ZOBELL (C.-E.) et RITTENBERG (S.-C.), 1948. — Sulfate reducing bacteria in marine sediments. *J. Mar. Res.*, 7, 602-617.
- ZOBELL (C.-E.) et UPHAM (H.-C.), 1944. — A list of marine bacteria including descriptions of sixty new species. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr.*, 5, 239-292.
-

CONTRIBUTIONS
A L'ÉTUDE DE LA FLORE DE DIATOMÉES MARINES
DE LA MÉDITERRANÉE.

I. DIATOMÉES DES EAUX PROFONDES
DE BANYULS-SUR-MER (Pyénées-Orientales)

par

A.-A. ALEEM

Les Diatomées comprises dans la liste donnée ci-dessous furent trouvées associées à des algues draguées par fond rocheux à une profondeur de 25 à 30 m. entre le Cap l'Abeille et le Cap du Troc, à Banyuls à la fin du mois de septembre. Ces algues étaient directement fixées aux rochers et comprenaient plusieurs espèces appartenant aux trois groupes principaux : *Chlorophyceae*, *Phaeophyceae* et *Rhodophyceae* avec une abondance particulière des formes rouges. Les algues prédominant dans certains draguages étaient des formes calcaires telles que *Pseudolithophyllum expansum*, *Lithothamnion* spp., alors que dans d'autres cas, les espèces suivantes étaient particulièrement abondantes : *Dictyota linearis*, *Peyssonnelia squamaria*, *Laurencia obtusa*, *Stilophora rhizoides*, *Ectocarpus* spp. et *Tribonema marina*. Dans de rares occasions, le dragage ne contenait que des rhizomes et des feuilles de *Posidonia oceanica* avec un grand nombre d'épiphytes.

Les Diatomées se présentaient surtout comme épiphytes sur les algues filamenteuses telles que *Ectocarpus simplex*, *Sphacelaria cirrhosa*, *Dasya coccinea* et *Polysiphonia* spp. ; ou bien, mêlées aux filaments de celles-ci. Les espèces de *Nitzschia* et de *Na-*

vicula, qui ne poussent pas fixées à un substratum, furent trouvées pour la plupart dans la vase fine (silt) accumulée parmi les filaments d'algues telles que *Sphacelaria* et *Halopteris*.

Le fond rocheux à Banyuls est remplacé par un fond de vase à une profondeur moyenne d'environ 30 m., mais si des algues fixées ne peuvent donc être obtenues de cette profondeur à Banyuls afin d'y examiner les Diatomées épiphytes, on sait cependant que des Diatomées vivantes se trouvent à de plus grandes profondeurs dans cette région. P. BOUGIS (1946) trouva des Diatomées vivantes à la surface de la vase à une profondeur d'environ 200 m. J'ai également fait quelques dragages avec l'appareil de P. BOUGIS, sur le fond vaseux de Banyuls, à une profondeur de 60 m. et ai trouvé des Diatomées vivantes qui seront considérées ultérieurement. Il n'y a actuellement pas de renseignements sur l'intensité lumineuse existant à de telles profondeurs à Banyuls.

LISTE DES ESPÈCES OBSERVÉES

La classification systématique des espèces observées est faite d'après celle de HUSTEDT (1930, 1931-ff.). La fréquence des espèces est indiquée par les symboles suivants :

a = abondant ; c = commun ; f = fréquent ; r = rare.

<i>Striatella unipunctata</i> (Lyngb.) Ag.	c.
<i>S. delicatula</i> (Kütz.) Grun.	f.
<i>S. interrupta</i> (Ehr.) Heiberg	r.
<i>Grammatophora marina</i> (Lyngb.) Kütz.....	c.
<i>G. oceanica</i> (Ehr.) Grun.	f.
<i>G. oceanica</i> var. <i>macilenta</i> (W.Sm.) Grun.	f.
<i>G. serpentina</i> (Ralfs) Ehr.	f.
<i>Licmophora Juergensi</i> Ag.	r.
<i>L. abbreviata</i> Ag.	f.
<i>L. mediterranea</i> Mereschkowsky	f.
<i>L. hastata</i> Mereschkowsky	f.
<i>L. grandis</i> (Kütz.) Grun.	c.
<i>Podocystis adriatica</i> Kütz.	f.
<i>Synedra tabulata</i> (Ag.) Kütz.	f.
<i>S. tabulata</i> var. <i>fasciculata</i> (Kütz.) Grun.	f.
<i>S. tabulata</i> var. <i>acuminata</i> Grun.	r.
<i>S. undulata</i> Bailey	a.
<i>S. fulgens</i> (Grev.) W. Sm. var. <i>mediterranea</i> Grun.	f.
<i>S. bacillaris</i> (Grun.) Hustedt	r.
<i>Synedra crystallina</i> (Ag.) Kütz.	c.

<i>S. baculus</i> Gregory	f.
<i>Cocconeis britannica</i> Naegeli	f.
<i>C. scutellum</i> Ehr.	c.-a.
<i>C. scutellum</i> var. <i>parva</i> Grun.	f.
<i>C. molesta</i> Kütz.	a.
<i>C. molesta</i> var. <i>crucifera</i> Grun.	c.-a.
<i>C. pseudomarginata</i> Gregory	f.
<i>Mastogloia splendida</i> (Greg.) Cleve	f.
<i>M. angulata</i> Lewis	r.
<i>M. fimbriata</i> (Bright.) Cleve	f.
<i>M. binotata</i> (Grun.) Cleve	f.
<i>M. ovulum</i> Hustedt	f.-c.
<i>M. ovata</i> Grun.	c.-a.
<i>M. laminaris</i> Grun.	f.
* <i>M. ignorata</i> Hustedt	c.-a.
<i>M. undulata</i> Grun.	c.
<i>M. baldjikiana</i> Grun.	r.
<i>M. Grunowi</i> A. Schmidt	f.
<i>M. quinquecostata</i> Grun.	r.
* <i>M. chersonensis</i> A. Schmidt	f.
<i>M. Schmidtii</i> Heiden	f.
<i>Diploneis Smüthi</i> (Bréb.) Cleve	r.
<i>D. fusca</i> (Greg.) Cleve	r.
<i>D. subcincta</i> (A. Schmidt) Cleve	r.
<i>D. bombus</i> Ehr.	f.
<i>D. papula</i> (A.S.) Cl. var. <i>constricta</i> Hust.	r.
* <i>Diploneis aestuari</i> Hustedt	r.
<i>Navicula cincta</i> (Ehr.) Kütz.	r.
<i>N. flantica</i> Grun.	r.
<i>N. forcipata</i> Grev.	r.
<i>N. palpebralis</i> Bréb.	r.
<i>N. spicula</i> (Dickie) Cleve	r.
<i>Trachyneis aspera</i> (Ehr.) Cleve	f.
<i>Tropidoneis lepidoptera</i> (Greg.) Cleve	r.
<i>Pleurosigma rigida</i> W. Sm.	r.
<i>Donkinia recta</i> (Donk.) Grun.	r.
* <i>Catenula adhaerens</i> Mereschk.	r.
<i>Amphora proteus</i> Gregory	r.
<i>A. coffaeiformis</i> Ag.	f.
<i>A. coffaeiformis</i> var. <i>acutiuscula</i> (Kütz.) Hust.	f.
<i>A. ostrearia</i> Bréb.	f.
<i>A. decussata</i> Grun.	r.
<i>A. hyalina</i> Kütz.	r.
<i>A. macilenta</i> Gregory	f.
<i>A. angusta</i> Gregory	r.
<i>Rhopalodia musculus</i> (Kütz.) O. Müller	f.

<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grun. var. <i>intermedia</i> (V.H.)	
Perg.	r.
<i>Nitzschia punctata</i> (W. Sm.) Grun.	f.
<i>Nitzschia punctata</i> var. <i>coarctata</i> Grun.	f.
<i>N. panduriformis</i> Greg.	f.
<i>N. macilenta</i> Greg.	f.
<i>N. sigma</i> (Kütz.) W. Sm.	r.
<i>Nitzschia obtusa</i> W. Sm.	r.
<i>N. Lorenziana</i> Grun.	f.
<i>N. closterium</i> (W. Sm.) Ehr.	c.
<i>N. longissima</i> Ralfs	a.
<i>Surirella fastuosa</i> Ehr.	r.
<i>S. reniformis</i> Grun.	r.
<i>Campylodiscus Thureti</i> Bréb.	r.

Les espèces précédées d'une astérisque sont peu connues ou nouvelles pour la Méditerranée.

REMARQUES GÉNÉRALES

Une caractéristique importante des Diatomées d'eau profonde de Banyuls est l'absence de formes vivantes appartenant au groupe des *centrales* qui semblent être pour la plupart planctoniques. Seules des spores latentes du genre *Chaetoceros* furent trouvées parmi les filaments d'algues examinés. Ceci est une découverte importante du fait qu'elle prouve que de telles spores de ce genre planctonique passent leur temps de latence dans l'eau profonde, sur le fond, et lorsque les conditions sont à nouveau favorables à leur développement, elles sont amenées à la surface par les courants ascendants.

Parmi les Diatomées signalées dans cette liste, le genre *Mastogloia* est très riche à la fois en espèces et en individus. La plupart des représentants de ce genre adhéraient aux algues filamenteuses telles que *Ectocarpus*, *Sphacelaria* et *Polysiphonia*; un grand nombre de frustules de *Mastogloia* montraient des stades de formation d'auxospores. *Mastogloia ignorata* qui n'a été décrite que récemment par HUSTEDT (Kieselalg. II, p. 688) semble très commune en eau profonde à Banyuls. Ceci s'applique aussi à *Mastogloia chersonensis* qui jusqu'ici n'était connue que d'une seule localité : Ile de Cherso dans la partie nord-est de l'Adriatique. Parmi les autres espèces, deux peuvent être considérées comme nouvelles pour la Méditerranée : *Diploneis aestuari* Hust. et *Catenula adhaerens* Mereschk.

La première n'était jusqu'ici connue que d'Allemagne du

nord (cf. HUSTEDT 1939, p. 612, figs 40, 41) alors que la seconde fut décrite par MERESCHKOWSKY de la Mer Noire et trouvée plus tard également par HUSTEDT sur la côte nord de l'Allemagne (HUSTEDT l.c. p. 648).

Cette dernière espèce ressemble à une *Amphora*, mais vu sa petite taille et ses valves apparemment sans structure, elle a pu facilement passer inaperçue auparavant.

Le genre *Cocconeis* suit *Mastogloia* en abondance d'individus en eau profonde. Il est représenté là par quatre espèces dont *C. molesta* est la plus abondante. Vient ensuite le genre *Synedra* (5 espèces) dont *S. undulata* domine. Les genres *Diploneis*, *Navicula*, *Amphora* et *Nitzschia* sont représentés par plusieurs espèces, mais le nombre d'individus de celles-ci est comparativement très petit, à l'exception de *N. closterium* et *N. longissima* qui sont des espèces caractéristiques parmi les Diatomées du fond.

ENGLISH SUMMARY

This investigation is one of the first attempts to study the bottom diatoms in the waters of Banyuls-sur-Mer, Pyrénées-Orientales. The diatoms considered were living mostly as epiphytes on algae dredged from the rocky grounds at a depth of 25-30 m. below sea level, during the month of september.

Altogether 79 species and varieties have been distinguished. They all belong to the pennate forms and are characterized by the abundance of coccoïd forms belonging to the genera *Mastogloia* and *Cocconeis*. The former genus is represented by 14 species.

The species which were particularly abundant at this depth are :

Synedra undulata Bailey.

Cocconeis molesta Kütz.

Cocconeis molesta var. *crucifera* Grun.

Cocconeis scutellum Ehr.

Mastogloia ovata Grun.

Mastogloia ignorata Hust.

Nitzschia longissima Ralfs.

Two other species are newly added to the mediterranean diatom-flora viz :

Diploneis aestuari Hust.

Catenula adhaerens Mereschkowsky.

(1) Traduit de l'anglais par J. Théodoridès.

BIBLIOGRAPHIE

- BOUGIS (P.), 1946. — Méthode pour l'étude quantitative des Diatomées vivant sur les fonds de vase. *C.R. Acad. Sci.*, 223, 1166-68.
- HUSTEDT (F.), 1930. — Bacillariophyta in A. PASCHER *Süßwasser-Flora Mitteleuropas*, Heft 10, Jena.
- HUSTEDT (F.), 1931 ff. — Die Kieselalgen Deutschlands, etc... Teil II, *Rabenhorsts' Kryptogamen-Flora*, Bd. 7, Leipzig.
- HUSTEDT (F.), 1939. — Die Diatomeenflora des Küstengebietes der Nordsee vom Dollart bis zur Elbemündung. I. — Die Diatomeenflora in den Sedimenten der unteren Ems sowie auf den Watten in der Leybucht des Memmert und bei der Insel Juist. *Abhand. Nat. Ver. Bremen*, Bd. 31, p. 572.

SUR LA CONSTANCE DE L'ASSOCIATION
ENTRE NÉMATODES PHORÉTIQUES
ET COLLEMBOLLES CAVERNICOLES

par

Cl. DELAMARE DEBOUTTEVILLE et J. THÉODORIDÈS

Etudiant les relations biologiques diverses qui unissent les animaux des grottes, l'un de nous a récemment découvert les cysticercoïdes de l'*Hymenolepis microstoma* Duj. dans la cavité générale de l'Orthoptère cavernicole *Dolichopoda linderi* Duf. (cf. DOLLFUS 1950).

Poursuivant nos investigations sur de riches matériaux de Collembolles cavernicoles de nombreuses provinces d'Europe, nous avons eu l'occasion de constater sur ceux-ci la présence fréquente de Nématodes phorétiques.

Rappelons tout d'abord les quelques cas parvenus à notre connaissance en ce qui concerne la phorésie de Nématodes sur des Collembolles épigés ou d'autres Insectes cavernicoles, l'association entre Collembolles cavernicoles et Nématodes paraissant n'avoir jamais été signalée et étant cependant assez constante ainsi que nous le montrerons ci-dessous.

SOMMER (1884) fut sans doute le premier à signaler (p. 45) l'abondance de Nématodes enroulés en spirales sur un Collembolle épigé : *Macrotoma plumbea* (Templ.) [= *Pogonognathus plumbeus* (Templ.)], en Allemagne ; mais d'autres cas sont connus relevant cette fois du parasitisme.

IMMS (1906) a signalé des Nématodes dans les gonades d'*Anurida maritima* Guér., en Angleterre, et MACNAMARA (1924), dans le tube digestif de *Entomobrya hexfasciata* Harvey au Canada ; ces cas d'endoparasitisme seront complétés ultérieurement par des observations personnelles.

Selon notre collègue H. GISIN, M. von TÖRNE aurait également trouvé des Nématodes parasites de Collemboles en Autriche.

PHILLIPS (1946) a signalé un Nématode sur *Neanura grassei* Denis en Angleterre ; les seuls Nématodes phorétiques que nous ayons observé sur des Collemboles épigés étaient également localisés sur cette espèce, en Bretagne, ce qui laisserait penser à une certaine spécificité dans la phorésie.

Un intéressant problème biologique se pose en ce qui concerne l'association animale du guano, problème soulevé à différentes reprises par JEANNEL (1926, 1943) qui cite, d'après une obser-

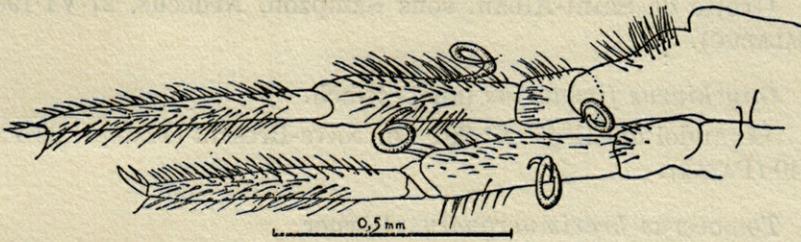


Fig. 1. — *Heteromurus nitidus* (Templ.), pattes antérieures et moyennes portant des *Cheilobus quadrilabatus* Cobb.

vation de P.-A. CHAPPUIS faite aux environs de Neuchâtel, la présence de nombreux Nématodes du genre *Rhabditis* sur des accumulations de guano : « les larves se tiennent principalement à la surface du guano, dressées sur leur extrémité postérieure légèrement coudée, et exécutant des mouvements réguliers de nutation. Un Diptère passe-t-il au-dessus d'elles, elles s'y fixent aussitôt, s'accroissent contre les régions coxales de la mouche et y forment de véritables pelotes composées d'un très grand nombre de vers, pouvant atteindre la quarantaine » ; ces caractères de comportement permettent d'affirmer qu'il s'agit de « Dauerlarven » (terme créé par FUCHS pour désigner des larves d'*Anguillulata* caractérisées par une cuticule huileuse) qui recherchent les Insectes coprophages ou saprophages par lesquels elles se font véhiculer (BOVIEN 1937, THÉODORIDÈS 1950, SACHS 1950).

De même, JEANNEL et JARRIGE (1949) signalent que les larves du Staphylinide *Quedius mesomelinus* Marsh. des Catacombes de Bicêtre portent des larves phorétiques de Nématodes, fait déjà

signalé par PAULIAN (1941, p. 36) ; ceci est à rapprocher de l'observation de GIOVANNOLI (1933) qui cite des Nématodes indéterminés chez *Adelops hirtus* Tell. (Col. *Catopidae*) des grottes du Kentucky (Etats-Unis).

OBSERVATIONS PERSONNELLES

Nous avons à notre tour trouvé des Nématodes phorétiques sur les Collemboles cavernicoles suivants :

1. *Typhlogastrura balazuci* Delamare (1951).

Grotte de Saint-Alban, sous Sampzon, Ardèche, 27-VI-1950 (BALAZUC).

2. *Onychiurus fimetarius* (auct) Stach.

Legandol del Regii N° 201 Lo, Nave-Brescia (ITALIE), 29-IX-1940 (PAVAN).

3. *Tomocerus brevimucronatus* Börner.

Grotte sud de Cernay, altitude 850 m., Jura, VIII. 1949 (SOLLAUD).

4. *Heteromurus nitidus* (Templ.).

Grotta Pila, Latium (ITALIE), 11-XII-1949 (PATRIZI et CERRUTI).

Ces Collemboles qui appartiennent à des familles très variées ont un caractère commun : il s'agit dans tous les cas de formes strictement cavernicoles venant très fréquemment sur le guano. Il est, de plus, probable que le *Typhlogastrura balazuci* Delamare est régulièrement guanobie.

En ce qui concerne les Nématodes, ils se présentent dans tous les cas sous une forme spiralée, et possèdent à la partie antérieure du corps un pédoncule par lequel ils sont fixés aux téguments du Collembole.

Ces caractères permettent de rapprocher ces Helminthes de ceux mentionnés par BOVIEN (1937) comme appartenant au genre *Cheilobus* Cobb 1924 : les « Dauerlarven » de ce genre (qui sont facultatives et n'apparaissent que dans certains cas) sont en effet caractérisées d'après BOVIEN par leur enroulement en res-

sort de montre, et par la présence d'un pédoncule hyalin coiffant l'extrémité antérieure (1).

Le genre *Cheilobus*, voisin du genre *Rhabditis* est classé par FILIPJEV et SCHUURMANS-STEKHOVEN (1941) dans l'ordre des *Anguillulata*, famille des *Anguillulidae*, sous-famille des *Steinerne-matinae*; SACHS (1950) le place dans la sous-famille des *Anguillulinae*. Les adultes de ces Nématodes sont saprophages, vivant dans les matières végétales en décomposition (champignons, céleris, choux, etc...). BOVIEN est, à notre connaissance, le premier auteur qui ait décrit et figuré les stades larvaires d'un *Cheilobus* : *C. quadrilabiatus* Cobb trouvés au Danemark fixés sur des Staphylinides, malheureusement indéterminés, de la même façon que sur nos Collemboles (2).

La présence de ces *Cheilobus* sur des larves et adultes de Staphylinides saprophages nous permet de rapprocher l'observation de BOVIEN de celle de JEANNEL et JARRIGE mentionnée ci-dessus.

Nos exemplaires de Nématodes se trouvent montés en préparations avec les Collemboles hôtes dans un milieu éclaircissant (liquide de Faure).

Néanmoins H. SACHS, à qui nous avons communiqué notre matériel, a pu nous affirmer qu'ils appartenaient tous à l'espèce *Cheilobus quadrilabiatus* Cobb.

Ces derniers étaient localisés sur les Collemboles de la façon suivante :

Typhlogastrura balazuci Delam.

Exemplaire A : dos du métathorax ; exemplaire B : dos du mésothorax.

Onychiurus fimetarius (auct.) Stach.

Fémur de la patte 1 ; trochanter de la patte 3.

(1) M. VANDEL a bien voulu nous signaler que RACOVITZA (1908, p. 272 et fig. III) a mentionné et figuré des « organismes parasites qui ressemblent à des Laboulbéniciacées », sur les péréiopodes de *Trichoniscus (Spiloniscus) biformatus* Rac. (Isopode Oniscoïde) des grottes des Alpes-Maritimes. Le simple examen du dessin de RACOVITZA permet de constater qu'il s'agit de larves de *Cheilobus* analogues à celles qui font l'objet de cette Note.

(2) BOVIEN a pu expérimentalement obtenir des fixations des larves de *Cheilobus* sur un Carabique (*Amara* sp.), les résultats étant négatifs avec des Scarabéides coprophages.

Tomocerus brevimucronatus Börner.

Arrière de la tête.

Heteromurus nitidus (Templ.).

Exemplaire A : Cou, antennes, une des pattes antérieures, 3 sur chacune des pattes moyennes (Fig. 1), 1 sur une des pattes postérieures ; exemplaires B : 1 sur chacune des antennes, 3 sur la tête, 1 sur une des pattes antérieures, 2 sur une des pattes moyennes.

CONCLUSIONS

La présence constante de Nématodes sur les Collembolés cavernicoles en des points divers tels que l'Italie, le Jura et l'Ardèche, ne manque pas d'être intéressante puisqu'elle apporte des documents sur une liaison biotique déjà entrevue dans le milieu cavernicole pour les Coléoptères Staphylinides et Captopides, mais encore totalement inconnue en ce qui concerne les Collembolés.

(Laboratoire Arago).

BIBLIOGRAPHIE

1937. — BOVIEN (P.). — Some types of association between Nematodes and Insects. *Vid. Medd. Dansk Natur. Foren.*, 101, 114 p.
1924. — COBB (N.-A.). — Food of *Rhabditis* and their relatives, with descriptions of two new *Rhabditis* and a new Rhabditoid genus. *J. Parasit.*, 11, 1, 116-17.
1951. — DELAMARE DEBOUTTEVILLE (C.). — Notes faunistiques sur les Collembolés de France. IX. — Collembolés cavernicoles de l'Ardèche récoltés par le Dr. J. BALAZUC. *Bull. Soc. Lin. Lyon*, XX, 5, p. 116-120.
1950. — DOLLFUS (R.-Ph.). — Cysticercoïdes d'un *Hymenolepis* chez un Orthoptère cavernicole. *Vie et Milieu*, 1, 3, 289-96, 2 figs.
1941. — FILIPJEV (I.-N.) et SCHUURMANS STEKHOVEN (J.-H.). — A Manual of Agricultural Helminthology. 1 vol. 878 p. E. Brill édit. Leyde.
1933. — GIOVANNOLI (L.). — Invertebrate life of Mammoth and other neighbouring caves. *Amer. Midl. Nat. N.D.*, 14, 600-35.
1906. — IMMS (A.-D.). — Anurida. *Liverp. Mar. Biol. Com. Mem.*, 13, 1-99, Londres.
1926. — JEANNEL (R.). — Faune Cavernicole de France, Lechevalier, Paris.

1943. — JEANNEL (R.). — Les Fossiles vivants des cavernes, *Gallimard, Paris*.
1949. — JEANNEL (R.) et JARRIGE (J.). — Coléoptères Staphylinides (Première série) (*Biospeologica LXVIII*), *Arch. Zool. Exp.*, 86, 5, 255-392.
1924. — MACNAMARA (C.). — The food of Collembola. *Canad. Ent.*, 56, 5, 99-105.
1941. — PAULIAN (R.). — Les premiers états des Staphylinoides. Etude de morphologie comparée. *Mem. Mus. Hist. Nat.* n. s. 15.
1946. — PHILLIPS (S.-M.). — Occurrence of Nematodes in a Collembolan. *Ent. Mon. Mag.*, 82, 218-19.
1908. — RACOVITZA (E.-G.). — *Biospeologica IX*. Isopodes terrestres (Seconde série). *Arch. Zool. Exp. Gén.*, IX, 239-415, pls. IV-XXIII.
1950. — SACHS (H.). — Die Nematodenfauna der Rinderexkreme. *Zool. Jahr*, 79, 209-72.
1884. — SOMMER (A.). — Ueber *Macrotoma plumbea*. Beiträge zur Anatomie der Poduriden. *E.A. Huth, édit., Göttingen*, 44 p.
1950. — THÉODORIDÈS (J.). — Sur la présence constante de Nématodes larvaires *Diplogasterinae* chez des *Geotrupidae* (Col. *Scarabaeoidea*) de France. *Bull. Soc. Zool Fr.*, 74, 277-83.
-

NOTES FAUNISTIQUES
SUR LES COLLEMBOLS DE FRANCE.
NOUVEAUX COLLEMBOLS CAVERNICOLES
DES PYRÉNÉES-ORIENTALES

par

CL. DELAMARE DEBOUTTEVILLE

J'ai décrit dans une Note précédente, deux nouvelles espèces des grottes de la Preste (Pyrénées-Orientales) : *Triacanthella proxima* Delamare (le genre *Triacanthella* Schäffer étant nouveau pour la faune de France) et *Friesea Cauchoisi* Delamare.

Continuant l'étude du matériel récolté dans les grottes du Département, je suis en mesure de donner ici l'énumération d'un certain nombre d'espèces, dont aucune ne semble, à vrai dire, réellement troglobie. Il s'agit dans la presque totalité des cas, d'espèces troglaxènes dont certaines sont établies pendant toute l'année dans nos grottes parce qu'elles y trouvent des conditions d'humidité qu'elles ne rencontrent que rarement à l'extérieur. C'est le cas, sans aucun doute de l'espèce nouvelle très intéressante qu'est le *Pseudachorudina Bougisi* n. sp., espèce très bien caractérisée par ses pièces buccales, appartenant à un genre qui n'était pas encore connu dans la faune de France.

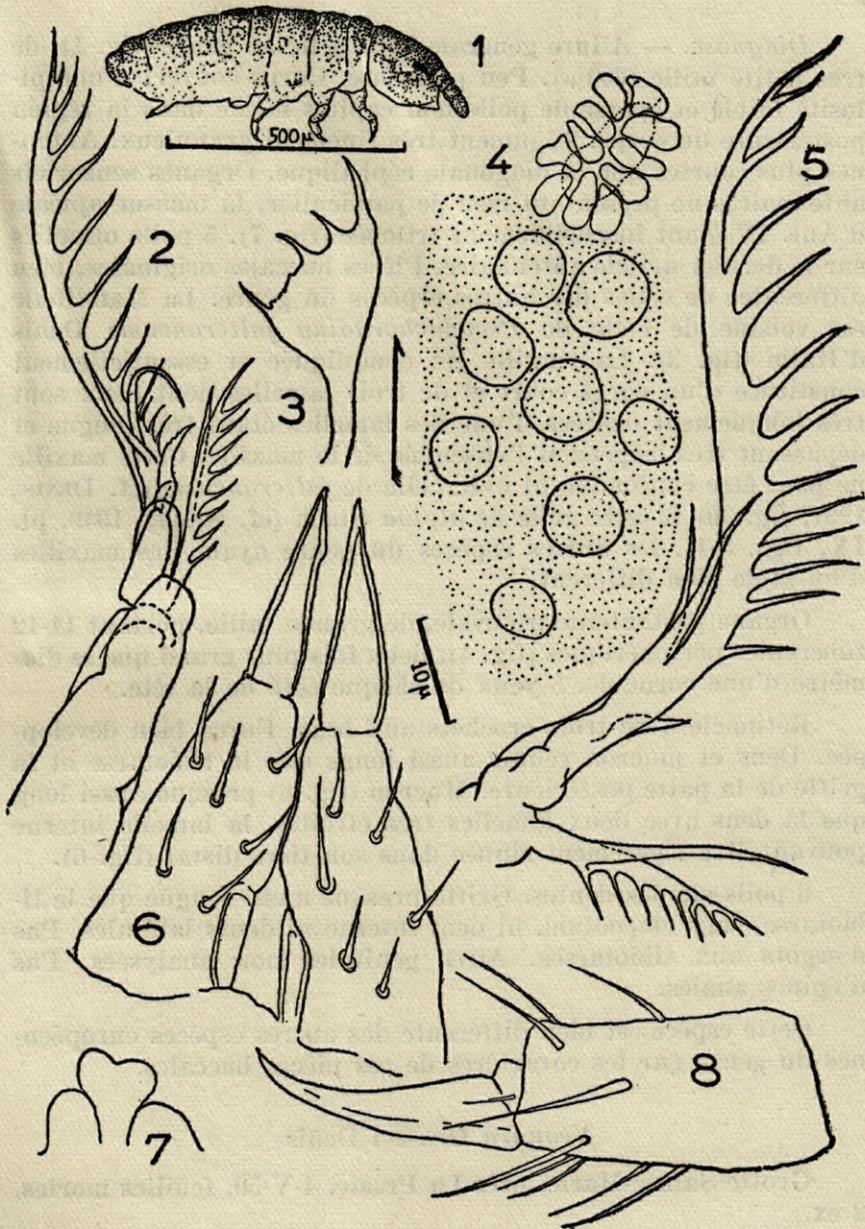
Friesea mirabilis Tullberg

Grotte Sainte-Marie, près La Preste, 4-V-50, 3 ex.

PSEUDACHORUDINA BOUGISI n. sp. (1)

Grotte Sainte-Marie, près La Preste, 4-V-50, 2 ex.

(1) Amicalement dédié à M. Paul BOUGIS, assistant à la Sorbonne.



Pseudachorudina Bougisi n. sp. — 1, habitus. — 2, apex maxillaire. — 3, mandibule. — 4, tache oculaire et organe postantennaire. — 5, apex maxillaire d'un autre exemplaire. — 6, face postérieure de la furca. — 7, vésicule rétractile du quatrième article antennaire. — 8, tibiotarse et griffe de la patte postérieure. (Toutes les figures, sauf 1, à la même échelle).

Diagnose. — Allure générale habituelle au genre (fig. 1), de très petite taille (600 μ). Peu pigmenté. Corps couvert d'une pilosité faible et éparsée de poils non capités même dans la région postérieure du corps. Tégument très finement granuleux. Antennes plus courtes que la diagonale céphalique. Organes sensoriels antennaires ne présentant rien de particulier, la massue apicale d'Ant. IV étant insensiblement trilobée (fig. 7). 5 poils olfactifs sur le dernier article antennaire. Pièces buccales originales, bien différentes de celles des autres espèces du genre. La Mandibule est voisine de celle de *Pseudachorudina falteronensis* Denis d'Italie (fig. 3). La maxille est compliquée et essentiellement constituée d'un corps court et de trois lamelles dont deux sont très longuement dentées, l'une des lamelles étant très longue et dépassant très largement l'ensemble de la maxille. Cette maxille ne peut être confondue ni avec celle de *falteronensis* (cf. DENIS, 1927, fig. 30) ni avec celle de *alpina* Stach (cf. STACH, 1949, pl. IX, figs. 3-4), les autres espèces du genre ayant des maxilles d'un style bien différent.

Organe postantennaire ovale, de grande taille, portant 11-12 tubercules périphériques (fig. 4), deux fois plus grand que le diamètre d'une cornéule. 8 yeux de chaque côté de la tête.

Rétinacle avec trois crochets aux bras. Furca bien développée. Dens et mucron réunis aussi longs que le tibiotarse et la griffe de la patte postérieure. Mucron (fig. 6) presque aussi long que la dens avec deux lamelles très étroites, la lamelle interne pouvant être légèrement sinuée dans son tiers distal (fig. 6).

6 poils sur les dents. Griffe presque aussi longue que le tibiotarse, sans empodium, ni dent interne ni dents latérales. Pas d'ergots aux tibiotarses. Aires génitales non analysées. Pas d'épines anales.

Cette espèce est bien différente des autres espèces européennes du genre par les caractères de ses pièces buccales.

Neanura Grassei Denis

Grotte Sainte-Marie, près La Preste, 4-V-50, feuilles mortes, 2 ex.

Isotomiella minor Schäffer

Grotte Sainte-Marie, près La Preste, 4-V-50, feuilles mortes, 1 ex.

Espèce très fréquente dans la faune du sol, dans des associations très variées.

Tomocerus catalanus Denis

Grotte de Pouade, commune de Banyuls.

Cette espèce, dont la grotte de Pouade est la localité typique, y pullule pendant toute l'année, tant au voisinage de l'entrée que dans la grande salle du fond.

Heteromurus nitidus (Templeton)

Grotte Sainte-Marie, près La Preste, 4-V-50, feuilles mortes, 1 ex.

Grotte de Pouade, toute l'année, en petit nombre. Déjà signalé dans cette grotte par DENIS et PAULIAN et DELAMARE DEBOUTTEVILLE (1946).

Lepidocyrtus lanuginosus albicans Reuter

Grotte Sainte-Marie, près La Preste, 4-V-50, feuilles mortes, nombreux ex.

Cette espèce troglodyte pénètre fréquemment dans les grottes. Elle a été récoltée dans celles de l'Ardèche par BALAZUC.

(Laboratoire Arago).

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- DELAMARE DEBOUTTEVILLE (Cl.), 1951. — Collemboles cavernicoles des Pyrénées-Orientales. *Arch. Zool. Exp., N. et R.*, 4, p. 156-161.
- DENIS (J.-R.), 1927. — Sur la faune italienne des Apterygotés. *Ann. Sc. Nat. Zool.*, X, p. 169-208.
- PAULIAN (R.) et Cl. DELAMARE DEBOUTTEVILLE, 1946. — Une excursion à la Grotte de Pouade (Pyrénées-Orientales). *L'Entomologiste*, II, I, p. 16-18.
- STACH (J.), 1949. — The Apterygotan fauna of Poland in relation to the World-fauna of this group of Insects. Families : Anuridae and Pseudachorutidae. *Acta Monographica Musei Historiae Naturalis*. Cracovie, p. 1-122, XV pls.
-

NOUVELLE OBSERVATION
 DE PHORÉSIE DE **ANTHICUS FAIRMAIREI** BRIS.
 (COL. ANTHICIDAE)
 SUR UN **MELOË** (COL. MELOIDAE)
 ET REMARQUES SUR L'ATTIRANCE
 DES ANTHICIDES PAR LES MÉLOÏDES

par

J. THÉODORIDÈS et Ph. DEWAILLY

Le 9 Octobre 1950, l'un de nous eut l'occasion de capturer vers 10 h. du matin, sur le sentier menant à la Tour Massane (Pyr.-Or.), au voisinage du Pic Sailfort, 7 exemplaires, dont certains *in copula*, de *Meloë violaceus* Marsh (Dr E. DE SAINT ALBIN *det.*) et remarqua la présence sur l'abdomen de trois de ceux-ci d'un petit insecte noir.

Après examen au laboratoire nous pûmes reconnaître que ce dernier était un Coléoptère Anthicide déterminé ultérieurement par le Dr DE SAINT ALBIN, que nous remercions ici, comme étant *Anthicus fairmairei* Bris.

L'existence d'insectes recherchant les exsudations de *Meloë* nous rappela les observations concernant des Diptères Cératopogonides suçant le sang jaunâtre de ces Coléoptères en enfonçant leurs pièces buccales dans les membranes intersegmentaires.

Les cas suivants ont été signalés jusqu'ici :

Coléoptère hôte	Cératopogonide	Localité	Auteur	Date
<i>Meloë majalis</i> L.	<i>Atrichopogon meloesugans</i> Kief.	Mouzaïa près Alger	DE PEYERIMHOFF KIEFFER	1917 1922
<i>Meloë proscarabaeus</i> L.	<i>A. meloesugans</i>	Devon (Angleterre)	BLAIR	1937
<i>Meloë violaceus</i> Marsh.	<i>Atrichopogon rostratus</i> Winn.	Bellinchen (Allemagne) Suède	KORSCHESKY HEQUIST	1937 1948

La présence d'un Anthicide fixé sur des *Meloë* nous parut curieuse et nous décidâmes d'approfondir l'étude de ce cas inattendu de phorésie d'un Coléoptère sur un autre Coléoptère.

Grâce à l'amabilité de nos collègues MM. P. BONADONA et J. THÉRON, nous eûmes connaissance d'une observation ancienne de CHOBOUT (1895) que la nôtre vient confirmer : cet auteur captura le 1er Novembre 1895 « par un temps pluvieux et une température de quelques degrés seulement en dessus de zéro », dans la plaine de Pujaut, près de Villeneuve-les-Avignon (Gard), localité bien connue de l'un de nous, une femelle de *Meloë rugosus* Marsh « engourdie par le froid et portant, collés à ses côtés, quatre *Anthicus fairmairei* Bris. »; et CHOBOUT de préciser : «...deux étaient sur le côté droit, entre les 2° et 3° segments. Leurs mandibules paraissaient implantées dans la membrane intersegmentaire, leurs pattes étaient fixées aux téguments, de sorte qu'ils adhéraient solidement à leur victime. »

L'auteur pense que, vu cette position, ils devaient s'abreuver de l'exsudation des *Meloë*.

M. BONADONA nous a signalé une note plus importante du même auteur (CHOBOUT 1897) citant un fait publié par BOLIVAR, selon qui un entomologiste espagnol aurait observé aux environs de Madrid, des *Anthicus (insignis* Luc. ou plutôt d'après PIC in CHOBOUT *op. cit. venator* Duft.) sur un *Meloë corallifer* Germ. (*Ann. Soc. Esp. Hist. Nat.* 1896, p. 184).

Dans ce même travail CHOBOUT rappelle :

1° Que les Anthicides (*Anthicus, Notoxus*) sont fortement attirés, dans la nature, par les cadavres des Méloïdes qu'ils dévorent, et à l'intérieur desquels ils peuvent pulluler.

2° Que l'on peut ainsi en attraper un grand nombre en les piégeant avec des assiettes contenant des cadavres de Méloïdes *Meloë, Lytta* (1).

Il y aurait donc une attraction indiscutable des Anthicides pour les sécrétions des Méloïdes morts ou vivants.

Ceci est confirmé par une note bien postérieure de KORS-

(1) FUMOUBE (1867) ne mentionne pas les Anthicides parmi les insectes capables de s'attaquer aux Cantharides (*Lytta vesicatoria* L.) desséchées pour besoin pharmaceutique ; ceci est probablement dû au fait que ces Coléoptères ne peuvent avoir accès aux officines où sont entreposées ces dernières qui ne sont, de ce fait, attaquées que par les Ptinides et Cryptophagides des denrées emmagasinées.

CHEFSKY 1937) (2) qui, en plus de l'attrance de *Atrichopogon rostratus* Winn (Dipt. *Ceratopogonidae*) par des *Meloë violaceus* (1 femelle vivante et 3 individus morts) mentionne la présence de nombreux *Notoxus monoceros* L. cherchant à pénétrer dans les cadavres pour les dévorer.

M. J. THÉRON (in litt. 1950) a également observé, dans la région de Nîmes, « un *Anthicus fairmairei* fixé à l'abdomen gonflé d'un *Meloë (autumnalis* Ol. ou *vicinus*) ». D'après lui, le Dr CROS aurait observé des faits analogues en Algérie.

Ce curieux aspect du comportement des Anthicides a donc été signalé plusieurs fois et notre observation constitue le 5^e cas connu après ceux de CHOBAUT, BOLIVAR, CROS et THÉRON.

Il est remarquable de noter que dans 3 des cas, c'est *A. fairmairei* qui a été trouvé sur les *Meloë*; par contre, en ce qui concerne ces derniers, c'est indifféremment *M. rugosus*, *M. corallifer*, *M. autumnalis* (ou *vicinus*) et enfin *M. violaceus* (3) ont été trouvés porteurs d'Anthicides.

Comme nous le suggère très judicieusement P. BONADONA (in litt. 1950), cette affinité des Anthicides pour les Méloïdes (vivants ou morts) serait due au fait que la plupart des Anthicides « sont particulièrement friands de matières oléagineuses... on conçoit dès lors qu'ils aient un faible pour les Vésicants (*oil beetles* des Anglo-Saxons) dont le sang et les exsudats sont particulièrement riches en graisses ».

En effet, PHISALIX (1922) mentionne (I, p. 431) que les Méloïdes exsudent par leurs articulations « un liquide *huileux* jaunâtre » contenant de la cantharidine; elle précise qu'il existe chez ces Coléoptères « de très nombreuses glandes... qui renferment dans leur sécrétion des gouttelettes *huileuses* ».

Cette sécrétion vésicante ne semble pas incommoder les Anthicides alors qu'elle repousse d'autres Coléoptères tels que les *Carabus* (CUÉNOT 1890).

Au point de vue écologique, M. J. THÉRON (in litt. 1950)

(2) Nous remercions ici R. PAULIAN qui nous a indiqué cette référence et notre collègue et ami le Dr. BALAZUC qui, avec son inlassable obligeance a transcrit intégralement pour nous cette note.

(3) Cette espèce n'est pas mentionnée par V. MAYET dans son catalogue des Coléoptères des Albères; *A. fairmairei* y est au contraire signalé à plusieurs localités, mais comme « toujours rare ».

nous écrit « qu'il serait intéressant de contrôler si toutes les observations de ce genre ont été faites après les premières pluies d'automne ».

Notre observation a été effectivement faite en automne, mais non pas un lendemain de pluie; au contraire, les *Meloë violaceus* circulaient au milieu d'un chemin ensoleillé, et n'étaient donc nullement engourdis par le froid, comme dans la première observation de CHOBAUT.

Pour conclure, nous avons cru utile de signaler ici ce cas peu banal de phorésie et de rassembler les observations éparses des auteurs antérieurs; il en résulte que certains Anthicides sont extrêmement friands des sécrétions huileuses des Méloïdes, au point de se faire véhiculer par eux ou de dévorer leurs cadavres.

(Laboratoire Arago).

BIBLIOGRAPHIE

1) *Cératopogonides et Meloë.*

1937. — BLAIR (K.-G.). — Midges attacking *Meloë* beetles. *Ent. Month. Mag.*, 73, p. 143.
1948. — HEQUIST (K.J.). — En för Sverige ny pa *Meloë violaceus* blod-sugande Dipt. *Opuscul. Enton.*, 13, 1, 47-48.
1922. — KIEFFER (J.-J.). — Nouveaux Chironomides piqueurs habitant l'Algérie. *Arch. Inst. Past. Afr. N.*, II, 4, 494-518, 20 figs.
1937. — KORSCHESKY (R.). — Beobachtungen an *Meloë violaceus* L. und *Notozus monoceros* L. *Arb. Phys. Ang. Ent. Berl. Dahl.*, 4, 2, 157-58.
1917. — PEYERIMHOFF (P. de). — *Ceratopogon* (Dipt. *Chironomidae*) et *Meloë* (Col. *Meloidae*). *Bull. Soc. Ent. Fr.*, 15, 250-53.

2) *Coléoptères (notamment Anthicides) et Méloïdes.*

1895. — CHOBAUT (A.). — Note sur des *Anthicus fairmairei* Bris. trouvés sur le corps d'un *Meloë rugosus* Marsh. (Col.). *Bull. Soc. Ent. Fr.*, 64, CCCLXXVII-VIII.
1897. — CHOBAUT (A.). — Nouvelles observations sur les relations biologiques des Anthicides avec les Vésicants. *Ibid.*, 1897, 74-78.

1890. — CUÉNOT (L.). — Le sang des *Meloë* et le rôle de la cantharidine dans la biologie des Coléoptères vésicants. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 15, 126-28.
1867. — FUMOUBE (A.). — De la Cantharide officinale. Thèse Pharmacie (Paris), 58 p., 5 pls.
1937. — KORSCHESKY (R.). — cf. *supra*.
1922. — PHISALIX (M.). — Animaux venimeux et venins, I, 656 p., Masson, édit.

MODIFICATIONS DANS LE RYTHME
DES MÉTAMORPHOSES
DE **TENEBRIO MOLITOR** L. A LA SUITE
D'UN TRANSPORT D'EUROPE EN ARGENTINE

par

Ch. JOYEUX

A la demande de M. le Pr. PETIT et de M. J. THÉODORIDÈS, je présente l'observation, déjà ancienne, d'un élevage de *Tenebrio molitor* L. provenant de Buenos-Ayres, transporté à Paris, puis à Marseille. Je souhaite qu'un spécialiste de ces questions puisse tirer parti des faits exposés ici sans commentaires.

Cet élevage m'a été aimablement apporté de Buenos-Ayres par M. le Professeur J. BACIGALUPO, afin de me permettre d'étudier comparativement l'évolution des larves de Cestodes chez les *T. molitor* d'Argentine et chez ceux de France.

Les Coléoptères ont été élevés suivant la méthode couramment employée : placés, à la température du laboratoire, dans une cuve de verre fermée par un couvercle de grillage métallique et remplie de son à peu près au tiers de sa hauteur. L'humidité était entretenue par une éponge imbibée d'eau, enchâssée dans un godet (objet de bureau utilisé pour mouiller les timbres).

Une provision du son employé était conservée au laboratoire et fréquemment examinée, afin de s'assurer qu'il ne contenait pas d'insectes susceptibles de contaminer l'élevage. Les *T. molitor* prélevés pour préciser leur comportement étaient placés dans d'autres cuves avec dispositifs analogues.

L'élevage est arrivé à Paris fin octobre 1928. A ce moment, il ne contenait que des larves de grande taille, prêtes à la métamorphose. Il est resté dans cet état jusqu'au :

- 15 Janvier 1929. — Quelques larves sont transformées en nymphes.
- 1^{er} Février. — Presque toutes les larves ont donné des nymphes.
- 7 Février. — Nombreuses éclosions d'adultes.
- 21 Février. — Tous les adultes sont morts, n'ayant sans doute pu s'acclimater à l'hiver européen.
- 12 Mars. — 1 nymphe. Eclosion d'un adulte.
- 1^{er} Avril. — Il reste quelques larves de grande taille provenant d'Argentine. Nombreuses jeunes larves issues des pontes des adultes nés en février. L'élevage témoin des *T. molitor* de Paris ne montre à ce moment que des larves de grande taille.
- 10 Mai. — 2 nymphes provenant des larves d'Argentine.
- 17 Mai. — Eclosion de 2 adultes, provenant des 2 nymphes observées le 10 mai.
- 28 Mai. — Même état. Il reste 7 larves d'Argentine, plus nombreuses autres.
- 19 Juin. — Même état, les 2 adultes sont morts.
- 31 Juillet. — 1 adulte. 6 grosses larves d'Argentine. Nombreuses autres de taille moyenne maintenant, nées à Paris.
- 10 Septembre. — Nombreuses larves de toutes tailles, nées à Paris. 1 nymphe. 1 adulte.
- 5 Octobre. — Nombreuses larves de grande taille, nées à Paris. 2 adultes.
- 20 Octobre. — Même état. 4 nymphes, 2 nouveaux adultes.
- 15 Novembre. — Même état. 8 nymphes. 16 adultes normaux et 5 morts au moment de l'éclosion.
- 26 Décembre. — Même état. Pas de nymphes. 2 adultes éclos ce jour, à élytres encore claires.
- 19 Février 1930. — Larves de grande taille pour la plupart. Ni nymphes ni adultes.
- 17 Mars. — Même état.
- 17 Mai. — Même état. 1 adulte éclos récemment.
- 29 Juin. — Même état. 5 nymphes, 1 nouvel adulte.
- 29 Juillet. — Même état. 7 nymphes, 1 nouvel adulte.
- Elevage transporté à Marseille, non surveillé : éclosions et morts d'adultes.
- 1^{er} Septembre. — Uniquement larves de grande taille et 2 nymphes.
- 27 Septembre. — Même état. 1 nouvelle nymphe.
- 15 Octobre. — Larves de grande taille. Les 3 nymphes ont éclos, donc 3 adultes.
- 7 Janvier 1931. — Larves de grande taille. Plus d'adultes vivants.

30 Janvier. — Même état.

14 Mars. — Même état.

15 Avril. — Même état.

15 Mai. — Ecllosion d'un adulte, élytres encore claires.

21 Juin. — Larves moins nombreuses. Pas de nymphes (ont dû se former dans l'intervalle). 20 adultes.

28 Juin. — Nombreuses jeunes larves, peu de grandes, 4 nouveaux adultes.

31 Août. — Larves nombreuses de moyenne et grande taille (des pontes des adultes de Mai-Juin). 6 nouveaux adultes.

25 Septembre. — Nombreuses larves. Plus d'adultes.

20 Octobre. — Même état.

Pendant tout l'hiver, même état. Pas de métamorphoses. Les larves ont toutes atteint la taille maxima. Les nymphes apparaissent :

17 Mai 1932. — 4 nymphes. Nombreuses nymphoses les jours suivants.

27 Mai. — Ecllosion du premier adulte. Nombreuses éclosions les jours suivants.

1^{er} Juillet. — Très jeunes larves nombreuses. 2 grandes larves. 50 adultes.

22 Octobre. — Larves de grande taille. Plus de nymphes ni d'adultes.

Pas de métamorphoses pendant l'hiver. Les nymphes apparaissent :

5 Mai 1933. — 2 nymphes.

27 Mai. — Pas d'autres nymphes.

31 Mai. — Nombreuses nymphes. Ecllosion de 2 adultes. Nombreuses éclosions les jours suivants.

20 Juillet. — Nombreuses larves. Plus de nymphes. Nombreux adultes.

1^{er} Août. — Beaucoup d'adultes morts. Il n'en reste que quelques-uns.

9 Septembre. — Nombreuses larves de petite taille.

20 Novembre. — Larves de tailles diverses.

Pas de métamorphoses pendant l'hiver. Les nymphes apparaissent :

24 Mai 1934. — 3 nymphes.

28 Mai. — Première éclosion d'un adulte. Ecllosions les jours suivants.

17 Juin. — Nombreux adultes.

14 Juillet. — Même état.

24 Août. — Même état.

12 Septembre. — La plupart des adultes sont morts.

26 Septembre. — 1 seul adulte survit. Nombreuses larves, surtout grandes.

Pas de métamorphoses pendant l'hiver. Le rythme saisonnier euro-

péen est définitivement suivi. L'élevage est conservé jusqu'à l'automne 1936 (soit huit années), puis détruit parce qu'il était devenu inutile.

En résumé, les *Tenebrio molitor* arrivés d'Argentine en France pendant l'automne 1928, ont présenté de nombreuses métamorphoses pendant l'hiver qui a suivi. Cependant l'influence du climat européen s'est fait sentir dès le printemps 1929 et il y a eu quelques éclosions d'adultes.

Pendant les hivers 1929-30 et 1930-31, il y a encore eu des métamorphoses, mais leur nombre a été décroissant, tandis qu'elles devenaient de plus en plus nombreuses pendant les mois chauds.

A partir de l'hiver 1931-32, plus de métamorphoses pendant les mois froids. Elles s'effectuent seulement au printemps et en été, suivant le rythme européen ; l'élevage prospère.

LES POPULATIONS DE CARABIQVES
DANS
LA RÉGION LITTORALE LANGUEDOCIENNE.
LEURS RAPPORTS AVEC LE SOL
ET SA COUVERTURE VÉGÉTALE

par

P. VERDIER et P. QUÉZEL

Après s'être longuement attachée à l'étude des structures, objet de l'Anatomie et de la Systématique, la Biologie tend de plus en plus à orienter ses investigations vers le domaine de la Biocinétique, individuelle, collective et sociale.

A la connaissance des états et des formes, vient peu à peu s'ajouter, en un harmonieux et fécond développement, celle du mouvement, de l'action. La notion dynamique de l'équilibre entre constituants, par interactions réciproques, remplace celle de composition, purement statistique et artificielle.

C'est dans le cadre de ces tendances actuelles que l'Ecologie et la Biocénétique cherchent aujourd'hui à tirer des connaissances floristiques et faunistiques accumulées, un bénéfice nouveau.

Dans le domaine Botanique, la Phytosociologie a ainsi apporté des renseignements précieux sur le comportement collectif des végétaux supérieurs vis-à-vis du milieu, sur leurs interréactions et sur l'aspect final de leurs diverses « associations » résultantes d'un équilibre statistique.

C'est à une analyse comparable, des corrélations entre animaux, et d'animal à milieu, sous une forme statistique et collective, que nous faisons appel au cours de l'exposé qui suit.

Nous n'avons, pour plus de clarté, envisagé dans cette étude qu'une portion minime de l'ensemble des Arthropodes si abondants dans notre région littorale. En effet « on peut très bien, a écrit GISIN, s'en tenir à un ordre restreint pourvu que les espèces en soient assez nombreuses pour réagir sur chaque habitat par un groupement différent ».

Si nous avons choisi comme matériel d'observation les Coléoptères Carabiques, c'est qu'ils remplissent par leur abondance (près de 200 espèces) et la variété de leurs adaptations les conditions requises par GISIN; en outre, l'existence de documents faunistiques importants était de nature à faciliter grandement les recherches. (1)

Celles-ci ont porté sur les trois grandes divisions naturelles du littoral languedocien : La dune, la sansouire et les marais littoraux.

I. — LA DUNE

Les dunes littorales constituent le substrat d'un ensemble biologique hautement évolué dont les composantes végétales et animales très caractérisées par leurs adaptations ont fait l'objet de travaux nombreux.

Du point de vue écologique, trois faciès peuvent être facilement individualisés :

— La plage sans recouvrement végétal, soumise aux influences directes du ressac.

— La dune vivante (*Ammophiletum*).

— La dune morte.

La population en carabiques est très uniforme dans les deux premiers biotopes :

— Sur le sable humide de la plage, ne se rencontrent régulièrement que : *Scarites laevigatus* F., *Cicindela trisignata* L. et D., *Eurynebria complanata* L.

(1) Nos relevés ont été faits sur des populations adultes en pleine activité. Ils portent sur les cinq centimètres les plus superficiels du sol.

— La dune vivante n'est guère peuplée que par : *Scarites gigas* F., *Cicindela flexuosa* F.

— La dune morte, au contraire, représente un territoire de transition tenant à la fois des faciès rudéraux et de la dune vivante. Le rôle du chlorure de sodium est négligeable, celui du sable prépondérant.

Le sol est constitué par une arène assez fine, riche en carbonate de chaux (25 à 30 %), à peu près exclusivement d'origine animale et mêlée de galets apportés par les fleuves. Si la surface est sèche, la teneur en eau s'élève rapidement avec la profondeur ; la couche superficielle ne contient que des traces de Cl Na : 0 gr. 30 par kilog. de sable est un chiffre maximum.

A la surface de ce sol sableux, croissent de nombreux hémicryptophytes graminiformes constituant un faciès steppique caractérisé. L'*Ammophile* fixatrice et édifiatrice de la dune ne se rencontre plus dans cette zone. Mais elle est remplacée par diverses espèces de Joncs, de *Carex* et de graminées psammophiles. Quelques caractéristiques de l'*Ammophiletum* se rencontrent encore, ce sont en particulier : *Matthiola*, *Echinophora*, *Medicago marina*.

Le climat local se caractérise essentiellement par l'amplitude de thermique nyctémérale très importante et également par des écarts saisonniers considérables.

La population de cette zone permet de retenir quelques espèces comme caractéristiques constantes du milieu. Ce sont :

<i>Cicindela flexuosa</i> F.	<i>Bradycellus distinctus</i> Dej.
<i>Harpalus melancholichus</i> Dej. s.sp. <i>reichei</i> .	<i>Calathus mollis</i> Marsh.
<i>Harpalus neglectus</i> Serv. s.sp. <i>mayeti</i> nova.	<i>Odontonyx fuscatus</i> Dej.
<i>Harpalus tenebrosus</i> Dej.	<i>Masoreus wetterhali</i> Gyll.

Diverses espèces rudérales sont elles aussi assez constantes :

<i>Harpalus distinguendus</i> Duft.	<i>Ophonus rotundicollis</i> F. et L.
<i>Harpalus serripes</i> Quensel.	<i>Zabrus tenebrioides</i> Goeze.
<i>Ophonus puncticeps</i> Steph.	<i>Amara aenea</i> F.
<i>Dromius linearis</i> Oliv.	

Exceptionnellement nous avons capturé : *Harpalus atratus* Lat., *Harpalus rubripes* Duft., en général cantonné à l'éta-

ge du Hêtre dans le Languedoc, *Artabas dispar* Dej., localisé en général dans les terrains salés (zone à *Statice*).

Deux espèces particulièrement abondantes sur les dunes mortes ont un intérêt faunistique certain car elles sont représentées par des sous-espèces bien caractérisées et exclusives de ce faciès :

— *Harpalus melancholicus* s.sp. *reichei*. Il s'agit bien de la forme de grande taille décrite de Corse et signalée par COLAS sur la côte provençale. *H. melancholicus* était déjà cité de notre littoral dès le début du siècle par Valéry MAYET. Cette sous-espèce est extrêmement abondante.

— *Harpalus neglectus* s.sp. *mayeti* nova. *H. neglectus* absent d'après R. JEANNEL (Faune de France des Carabiques) du littoral méditerranéen français était cependant lui aussi cité par Valéry MAYET dans son catalogue des Coléoptères de l'Hérault. L'examen de nos exemplaires nous a permis de constater avec le type les différences suivantes :

Taille nettement plus grande : 7-9 mm.

Soies prosternales plus nombreuses.

Organe copulateur nettement différent par son apex bien plus court que chez la forme type (fig. 1).

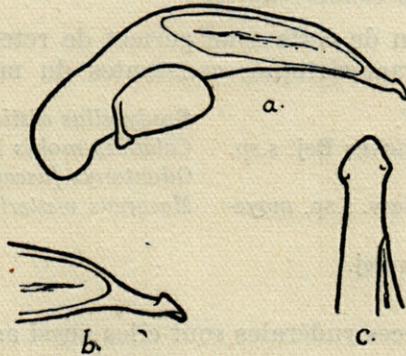
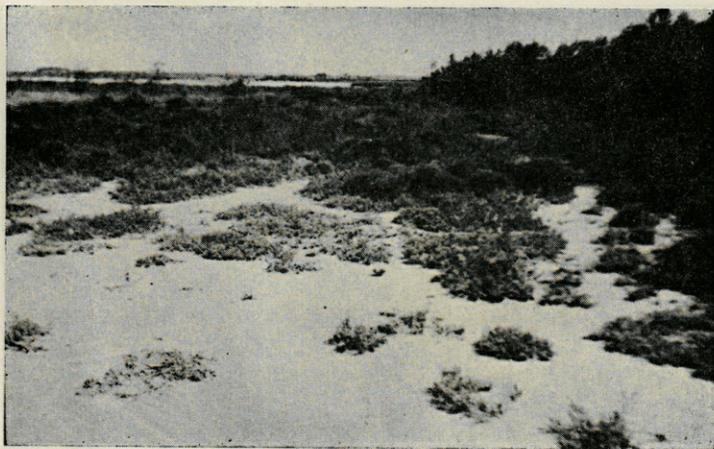


Fig. 1. — Organe copulateur de *Harpalus neglectus* s.sp. *mayeti*. a, vue latérale ; b, apex ; c, apex vu de dos.

Par ailleurs les autres caractères (fossettes basales, coloration des antennes) permettent de rattacher avec certitude cet Harpale à l'espèce *neglectus*.



I. — Zone dépourvue de végétation avec en bordure *Arthrocnemum glaucum* très rabougris (biotope à *Pogonus pallidipennis*). (Palavas)



II. — Lande à *Salicornia herbacea* en bordure de l'étang de l'ARNEL.
Biotope à *Emphanes asperricollis* et *Notaphus ephippium*.



- III. — Palavas bords de l'étang de l'Arnel (facies à *Emphanes aspericollis*.
Au premier plan touffes de *Salicornia herbacea*.
Au bord de l'étang *Suaeda maritima* et *Salsola Soda*, plus à droite
tapis d'*Ulva*.
Sous les détritius facies à *Scarites terricola*.



- IV. — Aspect estival d'une « roubine » (LATTES).
A gauche sur le talus, allée de saules.
Au centre : *Scirpeto-Phragmitetum*.
A droite, en bordure du sentier : *Magno Caricion*.



V. — Biotope estival : Fond de roubine presque desséché.
Au bord de l'eau, faciès à microcarabiques. (*Anthracus-Acupalpus*)



VI. — Détail du « biotope vernal » (Lattes).
Débris de *Phragmites* entassés le long de la roubine.



VII. — *Carabus clathratus* s.sp. *arelatensis* dans une roubine de Lattes.



VIII. — Mare de Grammont près de Montpellier.
Scirpeto-Phragmitetum.
Facies à *Agostenus olivieri*, *Acupalpus* et *Anthracus*.

H. neglectus s.sp. *mayeti* est un peu moins abondant que *H. melancholicus* s.sp. *reichei*.

**

Tout comme leur environnement, les Carabiques de la dune morte sont presque tous d'origine méditerranéenne : le spectre géographique du groupement est en effet le suivant :

Méditerranéens stricts	50 %
Méditerranéo-atlantiques	27 %
Paléarctiques	23 %

Cette prépondérance doit être rattachée aux caractères mêmes du milieu : sol desséché en surface, couche humide non salée très réduite en été, forte insolation due à la discontinuité du tapis végétal et au manque complet de strate arborescente.

Quelques notions intéressantes sont à retenir dans le domaine éthologique : ce sont l'adaptation au régime granivore, la tendance à l'enfouissement, la faible chitinisation et la dépigmentation accusées par plusieurs espèces.

Sur les espèces rencontrées, une seule : *Cicindela flexuosa* est strictement carnassière, toutes les autres sont des granivores (*Harpalus*, *Ophonus*, *Zabrus*, *Amara*) ou des saprophages (*Odontonyx*, *Calathus*). Il y a donc là une étroite adaptation à un type spécial de végétation caractérisé justement par la production massive de graines riches en glucides.

Tant à l'état larvaire qu'au stade d'imago, toutes les espèces se comportent comme des fouisseuses : même à la période de la vie en surface (mars à juin), les Carabiques sont toujours retrouvés sous abris et en général, enfouis sur une dizaine de centimètres de profondeur. Toute zone totalement desséchée est abandonnée par une migration verticale.

Enfin, le faible degré de chitinisation et la dépigmentation fréquente chez de nombreuses espèces (*Calathus*, *Percosia*, *Bradycellus*, *Odontonyx*, etc.) pourraient être mis sur le compte de mœurs fortement lucifuges, mais paraissent en réalité plutôt dûs à l'augmentation des échanges hydriques entre l'insecte et le milieu. On peut penser, en effet, que comme les xérophytes, les insectes de la dune soumis à des températures très élevées, ne réalisent l'équilibre de leurs échanges thermi-

ques et ioniques qu'en augmentant considérablement leur élimination d'eau. KALMUS a d'ailleurs récemment montré que la dépigmentation s'accompagne toujours d'une élévation des échanges hydriques. Des phénomènes de même ordre pourraient également expliquer la dépigmentation des insectes habitant les sols très salés.

Signalons encore le fait que la plupart des Carabiques cohabitant dans les dunes mortes appartiennent à des espèces ailées ; ceci suggère un mécanisme complémentaire d'adaptation pour la recherche active d'un nouveau biotope favorable lorsque la station primitive devient inhabitable.

En bref, la dune morte nous laisse voir un groupement caractérisé par son allure typiquement méditerranéenne, dont les éléments mériteraient encore bien des recherches complémentaires pour la détermination des mécanismes écologiques, éthologiques et physiologiques précis de leur adaptation.

II. — LES SANSOUIRES

Le terme de sansouire s'applique, sur le littoral méditerranéen français, à des étendues planes situées en bordure des étangs littoraux, à sol limoneux imprégné de chlorure de sodium (Solontchacks). Une lande de salsolacées arbustives représente son revêtement végétal. Ainsi se constitue un faciès hautement individualisé, particulièrement bien développé sur le littoral languedocien et en Camargue. Suivant la teneur en chlorure de sodium, différents groupements végétaux s'installent. Ce sont :

— Sur les sols très salés, compacts, l'association à *Arthrocnemum glaucum* et *Sphenopus divaricatus* Br-Bl. 1933.

— Sur les sols limoneux à teneur plus faible en chlorure de sodium, l'association à *Salicornia fruticosa* et *Statice bellidifolia* Br-Bl. 1930.

— Sur les sols limoneux riches en matériel organique à teneur en eau toujours élevée, l'association à *Salsola soda* et *Suaeda splendens* Br-Bl. 1930.

— Sur les sols plus évolués, situés sur la bordure externe

des landes à salsolacées, l'association à *Statice virgata* et *Artemisia gallica* Br-Bl. 1930.

Les coléoptères Carabiques, par leur tendance essentiellement hygrophile et limnophile, ont abondamment colonisé ces divers milieux. Ils sont représentés là par une vingtaine d'espèces plus ou moins halophiles, mais dont la plupart ont vis-à-vis du chlorure de sodium des exigences nettement strictes et définies. Il est ainsi possible de dégager plusieurs types de population. Ce sont :

Un groupement hautement halophile caractérisé par la présence de :

Cicindela circumdata.

Pogonus gilvipes.

Pogonistes testaceus.

Dyschirius cylindricus.

Pogonistes gracilis.

Dyschirius tensicollis.

Pogonus pallidipennis.

La teneur du sol en chlorure de sodium atteint au moins le chiffre de 15 grammes par kilo de terre (dosage effectué au mois de mai sur les cm. les plus superficiels du sol).

La teneur du sol en eau est inversement proportionnelle à sa teneur en chlorure de sodium, elle varie ici entre 50 et 200 grammes par kilo de terre et présente des oscillations saisonnières rythmées.

Le sol est en général sableux et pauvre en matières organiques.

Ce groupement est cantonné dans les zones dépourvues de végétations et en bordure de l'association à *Arthrocnemum*.

Le deuxième groupement est localisé aux territoires de salinité moyenne. Il ne paraît pas posséder d'espèces caractéristiques, mais toutefois s'individualise facilement par une riche population de Carabiques. Ce sont :

Pogonus chalceus.

Emphanes tenellus.

Pogonus riparius.

Dyschirius oeneus.

Pogonus littoralis.

Dyschirius numidicus.

Pogonus meridionalis.

Tachys scutellaris.

Emphanes normanus.

Dans ce groupement la teneur du sol en chlorure de sodium oscille entre 10 et 15 grammes par kilo de terre, la teneur en eau, entre 250 et 500 grammes par kilo de terre. Le sol limoneux est riche en matières organiques d'origine végétale surtout. Ce groupement se superpose à peu près exactement à l'association végétale à *Salicornia fruticosa*.

Le troisième groupement situé sur la bordure immédiate des étangs littoraux est caractérisé par :

<i>Notaphus ephippium.</i>	<i>Dichirotrichus obsoletus.</i>
<i>Emphanes aspericollis.</i>	<i>Scarites terricola.</i>

Plusieurs faciès peuvent s'intégrer dans ce groupement :

Sur le bord maritime des étangs littoraux, dans les landes à *Suaeda* et *Salsola* aussi bien que sous les *Ulva* rejetées par l'étang se rencontrent surtout :

<i>Scarites terricola.</i>	<i>Emphanes aspericollis.</i>
<i>Notaphus ephippium.</i>	<i>Dyschirius salinus.</i>
	<i>Dyschirius aeneus.</i>

associés aux diverses espèces de *Pogonus* caractéristiques du groupement II.

Sur le bord continental de ces étangs apparaissent déjà plusieurs espèces non strictement halophiles, ce sont surtout :

<i>Peryphus genei.</i>	<i>Anisodactylus virens.</i>
<i>Trepanes octomaculatus.</i>	<i>Brachinus plagiatus.</i>
<i>Notaphus varius.</i>	etc.

Sur les gros détritits et les cailloutis situés nettement au-dessus du niveau de l'étang abondent :

<i>Scarites terricola.</i>	<i>Dichirotrichus obsoletus.</i>
<i>Chlaenius spoliatus.</i>	<i>Brachinus immaculicornis.</i>
<i>Acinopus megacephalus.</i>	<i>Brachinus plagiatus.</i>

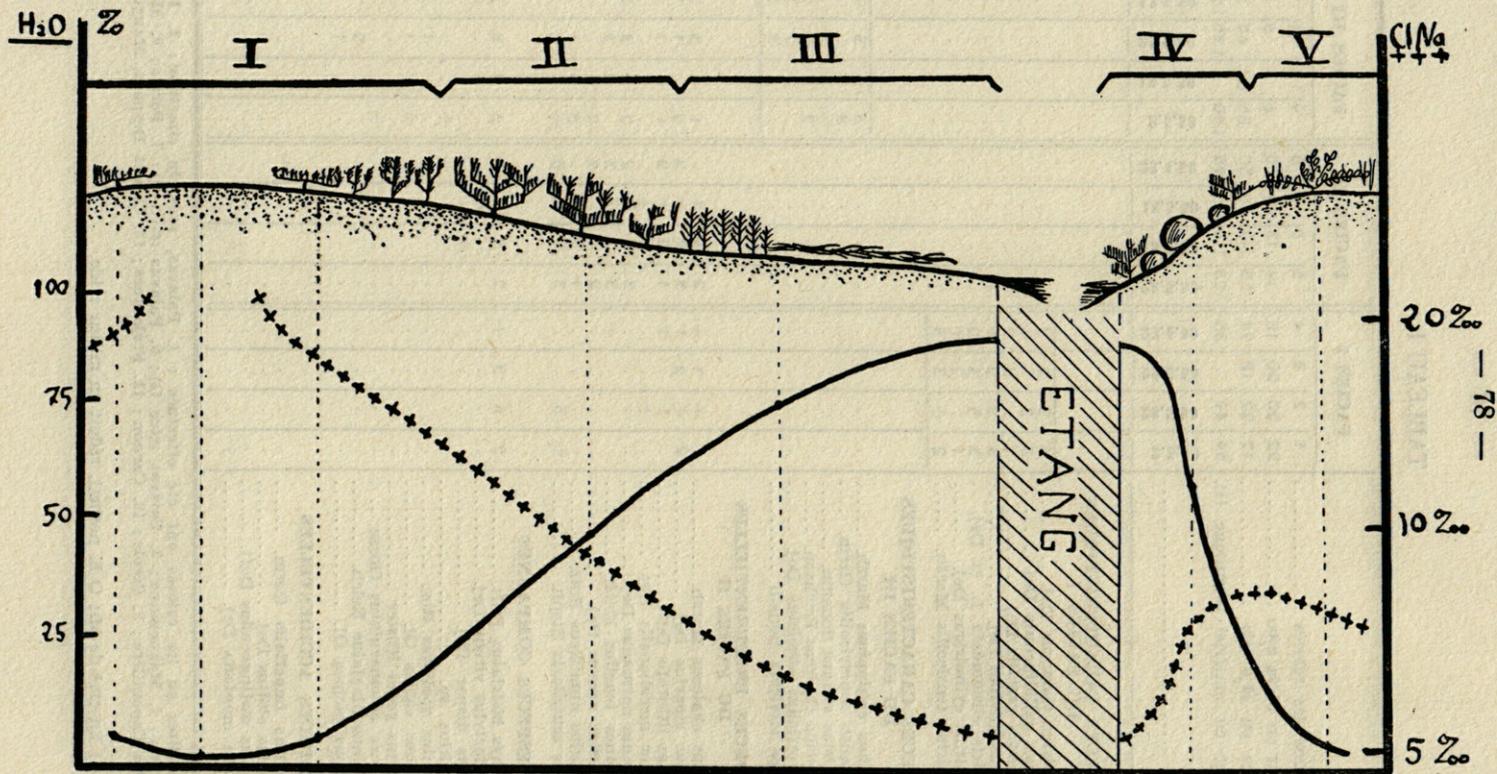
Dans tous ces faciès, la teneur en chlorure de sodium est comprise entre 5 et 10 grammes par kilo de terre, donc très nettement inférieure à celle du sol des groupements I et II.

TABLEAU I

	FACIES I				FACIES II				FACIES III			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Números des relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Teneur en ClNa o/oo	22	20	20	18	14	13	10	10	6	6	8	10
Teneur en H ₂ O o/o	17	22	18	24	58	43	60	50	85	80	65	53
Teneur en matériel organique (1).	54	49	.	35	123	110	.	95	150	.	135	129
Date	2.5.50	28.5.50	25.5.50	23.4.50	28.5.50*	25.5.50	18.5.50	23.4.50	2.5.50	18.5.50	25.5.50	13.5.50
ESPECES CARACTERISTIQUES DU FACIES I												
<i>Pogonistes testaceus</i> Dej.	3	3	2	3	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pogonus pallidipennis</i> Dej.	3	3	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pogonistes gracilis</i> Dej.	1	.	3	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pogonus gilvipes</i> Dej.	3	2	2	1	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cicindela circumdata</i> L. et Dej. ..	3	3	3	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dyschirius cylindricus</i> Dej.	1	.	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dyschirius tensicollis</i> Marsh.	2	+	3	3	.	.	.	.	.	.	.	.
ESPECES CARACTERISTIQUES DU FACIES III												
<i>Notaphus ephippium</i> Marsh. ....	.	.	.	.	.	.	.	.	3	3	3	+
<i>Emphanes aspericollis</i> Germ. ....	.	.	.	.	.	.	.	.	3	1	.	.
<i>Dyschirius salinus</i> Schaum. ....	.	.	.	.	.	.	.	.	+	3	+	.
<i>Dyschirius chalcus</i> Erichson. ....	.	.	.	.	.	+	.	.	2	3	2	2
<i>Dichrotrichus obsoletus</i> Dej. ....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2	3
<i>Scarites terricola</i> Bonelli ....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	2
ESPECES PREFERENTIELLES DU FACIES II												
<i>Pogonus chalcus</i> Marsh. ....	.	+	1	+	2	3	3	.	1	1	3	2
<i>Pogonus riparius</i> Dej.	2	+	2	1	3	2	+	2	2	1	1	1
<i>Pogonus littoralis</i> Duft. ....	.	1	.	1	1	2	+	2	1	.	1	.
<i>Pogonus meridionalis</i> Dej. ....	.	+	.	.	.	+	2	.	.	+	.	.
<i>Emphanes normanus</i> Dej. ....	.	.	.	.	3	3	3	2	2	2	3	2
<i>Emphanes tenellus</i> Erich. ....	.	.	.	+	3	2	+	3	.	2	2	.
<i>Dyschirius aeneus</i> Dej. ....	.	.	.	.	2	+	+	2	2	+	.	.
<i>Dyschirius numidicus</i> Putz. ....	.	.	.	.	1	2	+	3	3	+	1	.
<i>Tachys scutellaris</i> Steph.	+	3	.	.	3	2	3	3	+	.	.	.
ESPECES COMPAGNES												
<i>Eotachys bistratus</i> Duft.	3	3	3	+	2	3	3	3	3	3	3	3
<i>Anisodactylus virens</i> Dej. ....	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	2
<i>Artabas dispar</i> Dej. ....	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Dyschirius</i> sp. ....	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Chlaenius spoliatus</i> Ros. ....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3
<i>Notaphus varius</i> Ol. ....	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	.
<i>Peryphus genei</i> Küster ....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Trepanes octomaculatus</i> Goeze	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1
<i>Brachinus plagiatus</i> Reich. ....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
<i>Acinopus picipes</i> Ol. ....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
ESPECES ACCIDENTELLES												
<i>Demetrias imperialis</i> Germ. ....	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Harpalus oblitus</i> Dej. ....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Harpalus distinguendus</i> Duft. ....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Percosia montana</i> Dej. ....	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.

Localités où les relevés ont été effectués : 1. Palavas, près du cimetière; 2. Id.; 3. Carnon; 4. Maguelonne; 5. Palavas (rive G); 6. Palavas (rive D); 7. Pérols; 8. Mauquo, La Capouillère; 9. Pérols; 10. Carnon; 11. Fréjorgues; 12. Chalet Despous, Mangulo.

(1) En cm³ de Mn O₄K normal, réduit en milieu acide.



La teneur en eau, au contraire, sauf dans le faciès à *Scarites* et *Chlaenius* (insubmersible) peut atteindre des valeurs très importantes (80 à 90 % du poids du sol).

Le sol vaseux, limoneux, noirâtre est presque exclusivement constitué de matériaux organiques surtout d'origine animale (Crustacés, Coquillages).

**

Nous avons fait figurer sur deux schémas, respectivement la teneur en chlorure de sodium et en eau des divers groupements étudiés ici (dosages effectués en mai 1950) et la répartition de quelques espèces par rapport aux faciès végétaux.

Si l'on établit séparément les spectres géographiques des 3 groupements décrits ci-dessus, on constate l'appauvrissement progressif de l'élément méditerranéen depuis les biotopes à teneur en chlorure de sodium la plus élevée jusqu'à ceux où sa concentration est la plus faible. Ceci ne paraît pas entièrement dû à l'augmentation concomittente de la teneur du sol en eau. En effet, sur la vase du bord continental des étangs, les espèces méditerranéennes sont moins nombreuses que sur la vase du bord maritime de ces derniers où la teneur en chlorure de sodium augmente très rapidement.

D'ailleurs les espèces hyperhalophiles du groupement I manquent toutes sur le littoral de l'océan où n'existe aucune espèce vicariante. La haute teneur en chlorure de sodium de la méditerranée paraît donc avoir été un facteur important de ségrégation.

L'élément méditerranéo-atlantique présente son optimum d'épanouissement dans les landes à *Salicornia fruticosa* (groupement II). Ce groupement se retrouve d'ailleurs presque identique sur les terrains salés du littoral atlantique.

SCHÉMA I

Teneur respective en eau (—) et en Cl Na (+++) des divers faciès caractéristiques des sansouires languedociennes.

- I. — Zones nues et landes à *Arthrocnemum*. (Faciès à *P. pallidipennis*).
- II. — Lande à *Salicornia fruticosa*. (Faciès à *Pogonus divers*).
- III. — Lande à *Salicornia herbacea*. (Faciès à *Emphanes aspericollis*).
- IV. — Faciès à *Chlaenius* et *Scarites*.
- V. — Lande à *Obione*.

L'élément européen enfin, présent déjà dans le groupement II, constitue la majeure partie de la population du biotope III formé surtout d'espèces sub-halophiles.

	I	II	III
Méditer.	80	40	20
Méd. Atl.	20	50	10
Medio-Européennes Méditerranéennes ....	.	20	50
Paléarctique ....	.	.	20

Ainsi donc, par des critères purement écologiques, il est possible d'individualiser dans les landes à Salsolacées du littoral méditerranéen trois groupements principaux de Carabiques

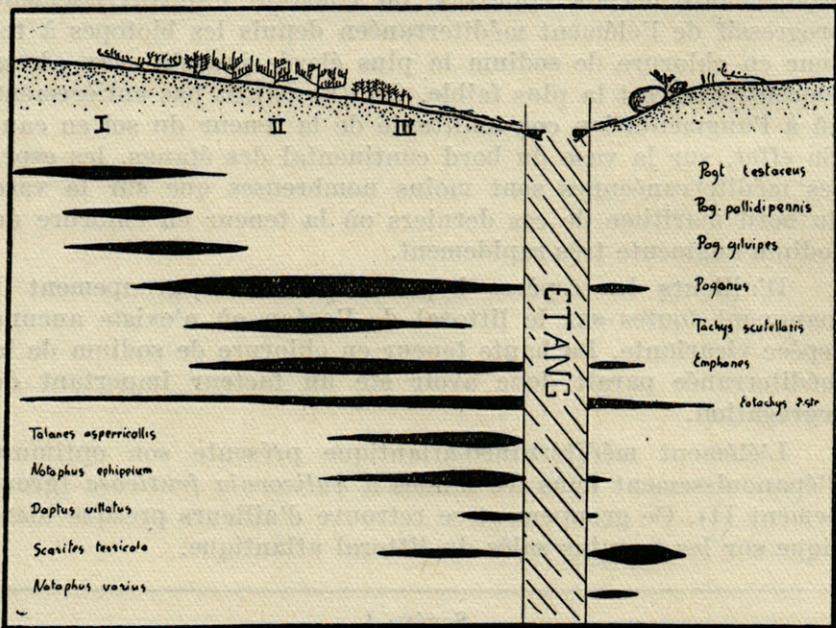


SCHÉMA II

Répartition de quelques espèces de Carabiques sur les sansouires languedociennes.

définis essentiellement par leur halophilie. Il n'est pas sans intérêt de constater que ces trois groupements se superposent presque exactement avec les associations végétales décrites là, et dont trois justement occupent à elles seules la quasi-totalité

des Sansouires languedociennes. On remarque seulement que la limite des possibilités vitales sur les terrains très salés est plus étendue pour les insectes que pour les végétaux supérieurs. Dans les exemples que nous avons choisis il y a donc superposition absolue entre groupement animal et groupement végétal. Mais celle-ci n'est rendue possible que par des conditions écologiques tout à fait spéciales vis-à-vis desquelles végétaux supérieurs et Carabiques ont réagi de la même façon. Comme nous aurons l'occasion de le montrer ultérieurement il ne s'agit là que d'un cas très particulier et toute généralisation serait erronée.

III. — LES MARAIS LITTORAUX

Les marais littoraux sont rares sur le littoral méditerranéen. Ils réclament dans cette région un apport permanent d'eau douce pendant la saison sèche. Ils sont donc étroitement cantonnés dans les stations où la nappe d'eau phréatique reste superficielle pendant les mois d'été.

La population de ces marais, tant végétale qu'animale, présente des différences importantes avec celle du reste de la région méditerranéenne. La présence de l'eau conditionne en effet l'apparition, ou plutôt le maintien, d'espèces absentes partout ailleurs dans cette région.

LES FACIÈS VÉGÉTAUX

Plusieurs groupements végétaux ceinturent en zones successives les roubines et les marais d'eau douce sur le littoral méditerranéen. On peut avec LIOU distinguer suivant la durée d'exondation :

Le *Populetum albae*, groupement climax représenté souvent dans la région de Lattes par des peuplements de saules. Cette association demeure exondée toute l'année.

Une zone à *Cirsium monspessulanum* submergée seulement après les grandes pluies.

Une zone à *Carex* et *Leucoium aestivum* exondée en général de mars à septembre.

Une zone à *Scirpus-Phragmites* et *Typha* qui ne s'assèche qu'au cours des étés particulièrement secs.

LE PEUPELEMENT EN CARABIQUES

Il n'existe pas ici comme dans les sansouires, une superposition presque absolue entre groupements végétaux et animaux.

Les exigences des Carabiques vis-à-vis de l'eau, si elles sont importantes, ne sont pas assez étroites pour entraîner la formation de groupements successifs dans l'espace. On ne peut guère en décrire qu'un seul avec, il est vrai, quelques variations.

Par contre la température du sol, ainsi que sa teneur en eau, déterminent le peuplement actif successif de trois principaux biotopes. Ce sont schématiquement :

1° *Un biotope hivernal* d'attente, essentiellement constitué par les souches mortes, les troncs d'arbres, le pied des murs, où se rassemblent les Carabiques depuis le mois de décembre jusqu'au mois de mars.

Sa population est formée d'espèces hivernantes auxquelles se joignent les individus éclos à la fin de l'automne ;

2° *Un biotope vernal* fréquenté depuis mars jusqu'à juillet, puis durant le mois de septembre. Il correspond à peu près exactement à la zone à *Carex* et *Leucoium*, riche en détritus végétaux sous lesquels grouille une population extraordinairement dense de Coléoptères, d'Isopode et d'Arachnides. Les Carabiques forment souvent à eux seuls la majeure partie de la population et il n'est pas rare de récolter plusieurs centaines d'individus sur un mètre carré ;

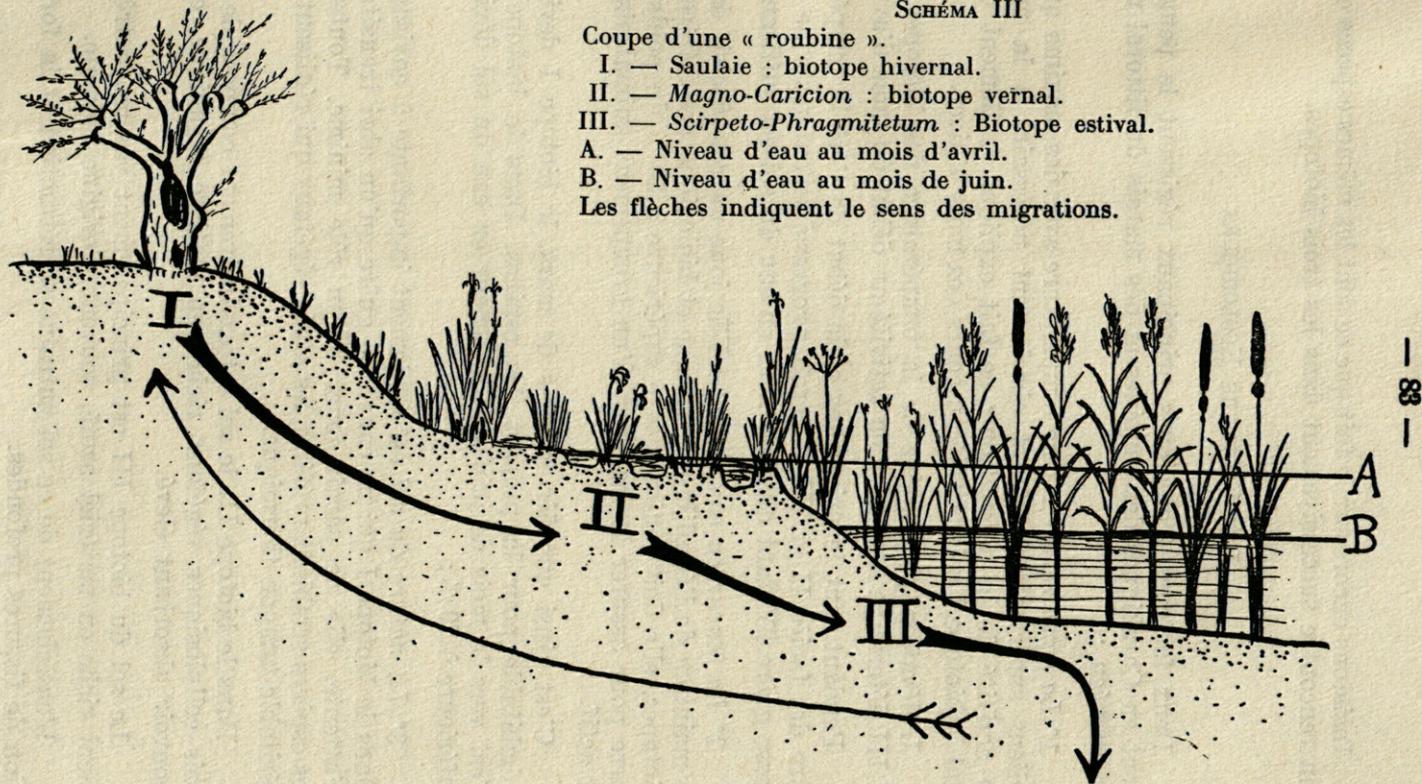
3° *Un biotope estival* peuplé de mai à septembre, constitué par le fond des roubines à *Phragmites* qui ne s'assèche en général jamais totalement.

Pendant les mois d'avril et mai, au bord de l'eau, sur le sol découvert, se forme un groupement transitoire essentiellement formé de Carabiques de petite taille : *Acupalpus*, *Anthracus*, *Baudia*, *Stenolophus*, *Emphanes*, *Trepanes*. On y rencontre aussi *Agostenus olivieri*. Mais l'abaissement du niveau de l'eau détermine rapidement la disparition de ce groupement. On voit alors survenir les espèces habitant précédemment sous les détritus. La dessiccation progressive de ces derniers détermine en effet la migration des Carabiques qui les peuplaient vers les faciès plus humides. Souvent, au cours de l'été, l'assèchement des fonds des roubines entraîne l'enfouissement des espèces qui s'y trouvent. Ainsi, depuis l'hiver jusqu'au mois de juillet, les Carabiques effectuent une migration horizontale du biotope I jusqu'au biotope III. Pendant l'été, la migration devient verticale par enfouissement.

SCHÉMA III

Coupe d'une « roubine ».

- I. — Saulaie : biotope hivernal.
 - II. — *Magno-Caricion* : biotope vernal.
 - III. — *Scirpeto-Phragmitetum* : Biotope estival.
 - A. — Niveau d'eau au mois d'avril.
 - B. — Niveau d'eau au mois de juin.
- Les flèches indiquent le sens des migrations.



Insistons encore sur le fait que ce sont les mêmes espèces que l'on rencontre successivement dans les trois biotopes.

LES FACTEURS ECOLOGIQUES

Deux facteurs écologiques principaux régissent le peuplement en Carabiques des roubines et des marais du littoral méditerranéen :

1° *La température* : Une température avec des maxima quotidiens supérieurs à 8° est absolument nécessaire à la mise en activité de la population : ce fait explique facilement que seul le biotope I soit peuplé au cours des mois d'hiver.

L'élévation progressive de la température des biotopes II et III détermine leur mise en activité au début du mois d'avril.

Pendant tout le printemps et le début de l'été la température des faciès II et III s'accroît progressivement mais ne dépasse guère 25° tant que la teneur en eau du sol est suffisante ;

2° *La teneur en eau du sol* : Elle joue un rôle décisif dans le maintien de l'équilibre thermique et biologique des différents biotopes, elle doit toujours être supérieure à 20 % du poids de terre pour assurer le maintien d'un groupement animal stable et actif.

C'est ainsi que dès le mois de mars, le biotope I devient inhabitable pour la plupart des espèces. Dans le biotope II c'est vers le mois de juin que la teneur en eau du sol devient inférieure à 20 % ;

3° *La nature du sol* est également importante à envisager. Dans le biotope I qui ne constitue guère qu'un abri transitoire d'attente, elle ne paraît jouer qu'un rôle minime. Toutefois les espèces semblent préférer les abris végétaux qui réalisent un véritable tampon thermique.

Dans le biotope II, le sol est exclusivement composé de débris cellulosiques végétaux riches en matière organique, et à pouvoir absorbant élevé.

Le sol du biotope III est principalement vaseux, extrêmement riche en matériel azoté, souvent d'origine animale.

L'assèchement de ce sol entraîne sa rétraction et la formation de fissures profondes.

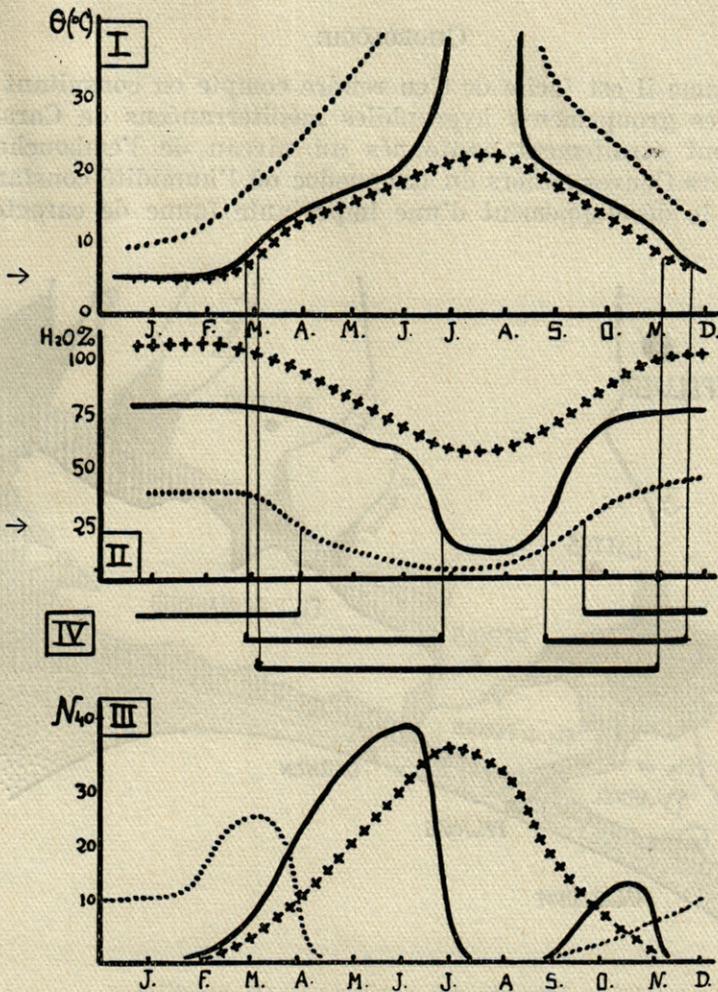
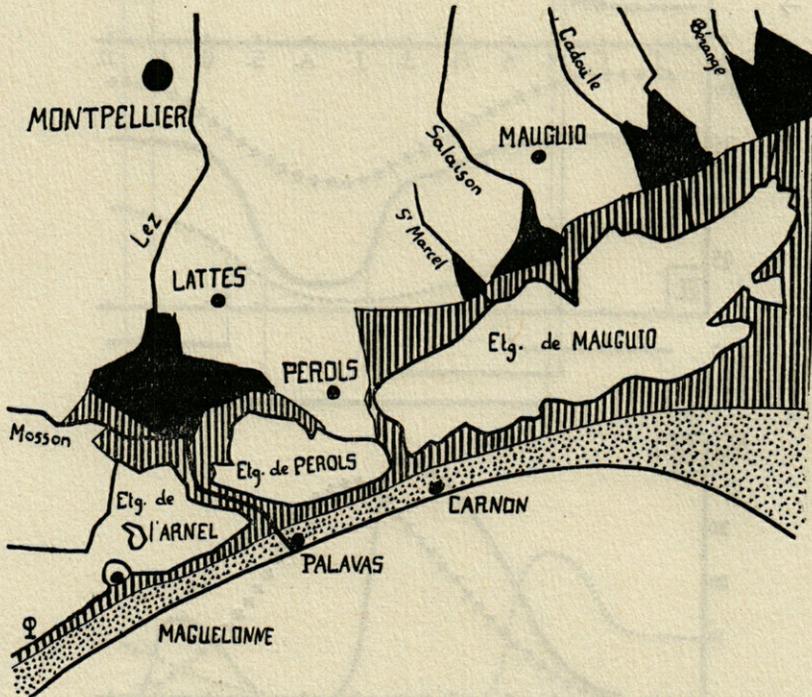


SCHÉMA IV

- I. — Températures mensuelles accusées par les 3 biotopes caractéristiques des Roubines du littoral Languedocien : En pointillé : biotope hivernal. En trait plein : biotope vernal. En trait quadrillé : biotope estival. La flèche indique la température minima (8° C.) compatible avec la mise en activité du biotope.
 - II. — Teneur en eau du substrat des 3 biotopes : la flèche indique la teneur en eau minima (20 %) compatible avec le maintien en activité du biotope.
 - III. — Nombre d'espèces présentes durant les 12 mois de l'année dans chaque biotope.
 - IV. — Période d'activité des 3 biotopes : A. — Biotope hivernal. B. — Biotope vernal. C. — Biotope estival.
- Les graphiques I, II et III ont été établis avec les résultats obtenus au cours des années 1949 et 1950 à la roubine de Maurin, près de Lattes (Hérault).

CHOROLOGIE

Comme il est facile de s'en rendre compte en consultant la carte, les groupements hygrophiles méditerranéens de Carabiques sont étroitement cantonnés au niveau de l'embouchure des divers fleuves côtiers du Languedoc où l'humidité constante permet le développement d'une importante faune de caractère



Carte I. — Région littorale des environs de Montpellier :

- En pointillé : Sols squelettiques éoliens (plage-dune).
- En hachuré : Solonchacks (Sansouires).
- En grisé : Marais littoraux.

non méditerranéen (carte 1). De ce point de vue, il est instructif de considérer le spectre géographique de ce groupement.

I. Spectre géographique de l'ensemble des 135 espèces capturées dans les marais languedociens :

Espèces méditerranéennes	28 %
Espèces méditerranéo-atlantiques	14 %

Espèces médio-européennes méditerranéennes	29 %
Espèces européennes	5 %
Espèces paléarctiques	25 %
II. Spectre géographique du groupement du faciès III :	
Espèces méditerranéennes	19 %
Espèces méditerranéo-atlantiques	12 %
Espèces médio-européennes méditerranéennes	17 %
Espèces européennes	6 %
Espèces paléarctiques	40 %

La conclusion est claire, ainsi d'ailleurs que pour les associations végétales, le pourcentage des espèces méditerranéennes diminue d'autant plus, que la teneur en eau du sol augmente.

Trois types principaux de lignées cohabitent donc dans les marais languedociens, ce sont :

- Des lignées méditerranéennes ;
- Des lignées médio-européennes méditerranéennes ;
- Des lignées paléarctiques.

1° Les espèces de souche méditerranéenne sont représentées par des espèces xérophiles à l'état d'adulte, fréquentes cependant pour des raisons de proximité dans les marais languedociens. Tel est le cas de *Carterus rotundicollis*, *Carterus fulvipes*. Diverses espèces de *Ditomus*, *Acinopus*, *Brachinus*. Toutefois un important contingent méditerranéen strictement limnicole caractérise hautement le groupement décrit ici. Il faut citer surtout :

<i>Carabus clathratus</i> s.sp. <i>arelatensis</i> .	<i>Anthracus quarnerensis</i> .
<i>Carabus alysidotus</i> .	<i>Argutor elungatus</i> .
<i>Eotachys fulvicollis</i> .	<i>Epomis circumscriptus</i> .
<i>Carterus calydonius</i> .	<i>Chlaenius festivus</i> .
<i>Stenolophus proximus</i> .	<i>Platytarus famini</i> .

2° Le deuxième contingent comprend des espèces largement répandues dans toute l'Europe moyenne et qui se retrouvent également dans la région méditerranéenne. Il s'agit bien souvent

d'espèces rudérales (*Ophonus*, *Amara*, *Diachromus*, *Calathus*, etc.), mais aussi d'espèces hygrophiles qui abondent sur le bord des marais et des rivières dans la majeure partie de l'Europe. Tel est le cas de :

Eotachys bistratus.
Agostenus vestitus.
Chlaenius tristis.

Polystichus connexus.
Badister bipustulatus.
Baudia anomala.

Diverses espèces d'*Agonum*, d'*Acupalpus* et de *Brachinus*.

3° Les éléments paléarctiques enfin, rares en général dans la région méditerranéenne, représentent toutefois une importante partie de la population des marais et roubines de notre littoral. L'immense majorité de ces espèces est étroitement cantonnée dans les stations les plus mouillées. Quelques-unes font figure de rareté. Nous nous contenterons de citer :

Notaphus varius.
Trepanes assimilis.
Phylochthus guttula.
Stenolophus skrimshiranus.
Stenolophus teotonus.
Stenolophus mixtus.

Anthracus consputus.
Stomis vernalis.
Platysma nigrum.
Platysma gracile.
Badister unipustulatus.
Odacantha melanura.

Les espèces paléarctiques prennent une importance plus grande dans les groupements du bord des eaux de la région montagneuse cévenole où se constitue un groupement différent hygropétrique caractérisé surtout par l'abondance de *Bembidiidae*.

Nous avons fait figurer dans un tableau général la majeure partie des espèces rencontrées à Lattes : nous les avons groupées sous 6 rubriques :

Espèces caractéristiques de 1^{er} ordre (exclusives), qui ne se rencontrent pas, en dehors des marais littoraux méditerranéens.

Espèces caractéristiques de 2^e ordre (caractéristiques locales) à peu près toujours localisées chez nous dans les marais littoraux.

Espèces caractéristiques de 3^e ordre (Hygrophiles préférentielles).

Espèces subhalophiles préférentielles, plus abondantes en général sur les terrains salés (dans nos relevés, la teneur du sol en sel ne dépasse jamais 0,8 grammes par kilo de terre sèche).

Espèces compagnes.

Espèces accidentelles.

Cette classification n'est évidemment pas exempte de reproches, en particulier, seules des recherches plus approfondies permettraient de se faire une idée exacte de la valeur de chaque espèce.

TABLEAU II

ESPECES CARACTERISTIQUES DE PREMIER ORDRE
(EXCLUSIVES)

	Fréquence		Fréquence
<i>Carabus clathratus</i> L. s. sp. arel- tensis Lap.	2	<i>Platytarus famini</i> Dej.	1
<i>Carabus alysidotus</i> III. s. sp. sta- gnalis-aequalis Lap.	+	<i>Eotachys fulvicollis</i> Dej.	1
<i>Stenolophus proximus</i> Dej.	2	<i>Ophonus subsinuatus</i> Rey.	2
<i>Anthracus quarnerensis</i> Reitter ..	1	<i>Brachinus crepitans</i> L. s. sp. obs- curus Heer.	4
<i>Argutor elungatus</i> Duft.	2	<i>Brachinus immaculicornis</i> Dej. ..	4
<i>Pœcilus cursorius</i> Dej.	4	<i>Brachinus nigricornis</i> Gebler	4
<i>Zuphium olens</i> Rossi	1	<i>Brachinus exhalans</i> Rossi	4

ESPECES CARACTERISTIQUES DE DEUXIEME ORDRE
(CARACTERISTIQUES LOCALES)

	Fréquence		Fréquence
<i>Notaphus varius</i> Ol.	5	<i>Carterus calydonius</i> Rossi	+
<i>Philochthus iricolor</i> Bedel	5	<i>Acupalpus dorsalis</i> F.	2
<i>Philochthus guttula</i> F.	2	<i>Stomis cursor</i> Dej.	2
<i>Parophonus mendax</i> Rossi	5	<i>Badister unipustulatus</i> Bon.	2
<i>Stenolophus skrimshiranus</i> Steph.	3	<i>Amara fulvipes</i> Sew.	2
<i>Chlaenius festivus</i> F.	3	<i>Amara erythrocnema</i> Zimm.	2
<i>Epomis circumscriptus</i> Duft.	1	<i>Agonum lugens</i> Duft.	1
<i>Chlaenius chrysocephalus</i> Rossi ..	3	<i>Odacantha melanura</i> L.	1
<i>Agostenus tristis</i> Schall.	4	<i>Trepanes fumigatus</i> Duft.	1
<i>Baudia anomala</i> Ferris	5	<i>Brachinus plagiatus</i> Reich.	5
<i>Panagaeus crux major</i> L.	3	<i>Brachinus ganglbaueri</i> Apfel.	5

ESPECES CARACTERISTIQUES DE TROISIEME ORDRE
(HYGROPHILES PREFERENTIELLES)

	Fréquence		Fréquence
<i>Synechostictus dahl</i> Dej.	1	<i>Stomis vernalis</i> Duft.	+
<i>Trepanes assimilis</i> Gyll.	1	<i>Platysma nigrum</i> F.	5
<i>Trepanes octomaculatus</i> Goeze ..	5	<i>Platysma gracile</i> Dej.	5
<i>Peryphus genei</i> Küster	4	<i>Anchus ruficornis</i> Goeze	5
<i>Philochthus lunulatus</i> Fourc.	3	<i>Agonum mulleri</i> Herbst	+
<i>Princidium punctulatum</i> Drapiez	4	<i>Agonum moestum</i> Duft.	5
<i>Asaphidion flavipes</i> L.	4	<i>Agonum atratum</i> Duft.	5
<i>Anisodactylus binotatus</i> F.	4	<i>Agonum nigrum</i> Dej.	5
<i>Stenolophus teutonius</i> Schzanck..	5	<i>Agostenus olivieri</i> Crotch.	4
<i>Stenolophus mixtus</i> Herbst.	5	<i>Agostenus nigricornis</i> F.	2
<i>Acupalpus maculatus</i> Schaum. ..	5	<i>Badister bipustulatus</i> F.	3
<i>Acupalpus luteatus</i> Duft.	3	<i>Baudia dilatata</i> Chaud	3
<i>Acupalpus exiguus</i> Dej.	3	<i>Demetrias imperialis</i> Germ.	2
<i>Anthracus consputus</i> Duft.	5	<i>Demetrias atricapillus</i> L.	2
<i>Acupalpus meridianus</i> L.	3	<i>Polystichus connexus</i> Fourc.	2
<i>Eotachys bistratus</i> Duft.	5	<i>Drypta dentata</i> Rossi	3
<i>Stomis pumicatus</i> Dantz.	2	<i>Oodes gracilis</i> Lina	+

ESPECES SUBHALOPHILES PREFERENTIELLES

	Fréquence		Fréquence
<i>Emphanes minimus</i> F.	5	<i>Amblystomus metallescens</i> Dej. ..	5
<i>Apotomus rufus</i> Ol.	3	<i>Poecilus puncticollis</i> Dej.	5
<i>Harpalus oblitus</i> Dej.	5	<i>Chlaenius spoliatus</i> Roz.	2
<i>Ophonus diffinis</i> Dej.	3	<i>Microlestes seladon</i> Holdhaus	2
<i>Ophonus opacus</i> Dej.	2	<i>Microlestes haranti</i> V.Q. et R. ..	2
<i>Anisodactylus virens</i> Dej.	5		

ESPECES COMPAGNES PRINCIPALES
(DETRITICOLES, RUDERALES, PSAMMOPHILES, ETC.)

	Fréquence		Fréquence
<i>Procrustes purpurascens</i> F. var.		<i>Diachromus germanus</i> L.	5
<i>baeterensis</i> Lap.	2	<i>Poecilus cupreus</i> L.	4
<i>Clivina fossor</i> L.	2	<i>Poecilus sericeus</i> Fisch.	1
<i>Harpalus cupreus</i> Dej.	5	<i>Calathus fuscipes</i> Goeze	+
<i>Harpalus serripes</i> Quensel	5	<i>Syntomus bresi</i> V.Q. et R.	3
<i>Harpalus pygmaeus</i> Dej.	3	<i>Brachinus sclopeta</i> F.	4
<i>Harpalus distinguendus</i> Duft.	1	<i>Brachinus explodens</i> Duft.	2
<i>Ophonus rotundicollis</i> F. et L. ..	5		

ESPECES ACCIDENTELLES PRINCIPALES

<i>Carterus fulvipes</i> Lat.		<i>Acinopus picipes</i> Ol.
<i>Ditomis capito</i> Dej.		

Plusieurs conclusions peuvent être dégagées des faits que nous venons d'exposer :

La première est d'ordre purement faunistique, mais elle nécessite de s'y arrêter un instant : Le peuplement en Carabiques des marais languedociens n'est pas un peuplement du type méditerranéen : les espèces méditerranéennes, nous l'avons vu, accusent un pourcentage de 28 et même de 19 % dans certains faciès, alors que dans les garrigues par exemple, elles dépassent 85 %. Ceci en fait n'a rien d'extraordinaire à la réflexion ; les conditions microclimatiques sont en effet néfastes à ces espèces en général xérophiles. Seules quelques-unes ont réussi à s'adapter à ce milieu exceptionnel dans la région. Les espèces européennes et paléarctiques au contraire ont retrouvé là des conditions favorables à leur développement. Les végétaux eux aussi ont réagi d'une façon identique : le spectre géographique du SCIRPETO-PHRAGMITETUM accuse 7 % d'espèces méditerranéennes. Celui de l'association à *Carex* et *Leucoium* 13 %, celui de l'association à *Cirsium monspessulanum* 25 %. Une humidité édaphique importante et durable (condition d'ailleurs rarement réalisée sous nos climats) détermine donc l'appauvrissement du milieu en espèces méditerranéennes.

Par ailleurs, il est indiscutable que le groupement que nous venons d'analyser ici constitue un ensemble des mieux indivi-

dualisé : les conditions microclimatiques particulières ont induit le rassemblement de nombreuses espèces qui trouvent là des conditions favorables à leur développement et à leur reproduction. Les phénomènes de concurrence, de prédation, de commensalisme, réalisent un équilibre harmonieux, se traduisant par une succession de rythmes biologiques toujours identiques, par le maintien en qualité et en quantité des diverses espèces cohabitantes au cours des années successives.

Mais nous n'avons plus ici comme dans les Sansouires, une superposition des groupements animaux et végétaux : la même formation répond à des périodes différentes d'ailleurs, à plusieurs associations végétales. Ce fait montre bien l'indépendance complète que présentent les Carabiques vis-à-vis de la couverture végétale et au contraire, leur inféodation absolue aux conditions microclimatiques, inféodation rendue plus éclatante encore par la possibilité de migration.

**

Il est donc possible par de seuls critères écologiques d'individualiser sur un territoire donné une série de groupements d'animaux répondant à des « réalités biologiques ». Le schéma V montre avec quelle précision la teneur du sol en eau, en chlorure de sodium et en matériel organique détermine l'apparition de tel ou tel groupement de Carabiques sur le littoral languedocien.

Mais le problème le plus délicat est de déterminer la valeur exacte de ces groupements : définis par des critères écologiques et faunistiques rigoureux, ils répondent à peu près exactement à la diagnose qu'a proposé FLAHAULT pour les Associations végétales : « *Rapprochement de formes spécifiques et morphologiques adaptées au milieu avec le profit exclusif de chacune d'entre elles pour objet* ». Il s'agit donc d'une *cohabitation dans des conditions stationnelles uniformes*. Cette définition a l'intérêt de restreindre le milieu à la taille de ses habitants, de ne pas présumer des phénomènes vitaux qui s'y déroulent et de faire intervenir la notion de durée; elle donne la préséance absolue aux facteurs écologiques et microclimatiques.

En effet, la notion d'interdépendance ne saurait suffire à définir un groupement stable d'animaux; tout rapprochement même fortuit pouvant être à l'origine d'interactions. Il faut pour caractériser d'une manière précise un tel groupement faire intervenir la notion de milieu et celle de durée ou de répétition.

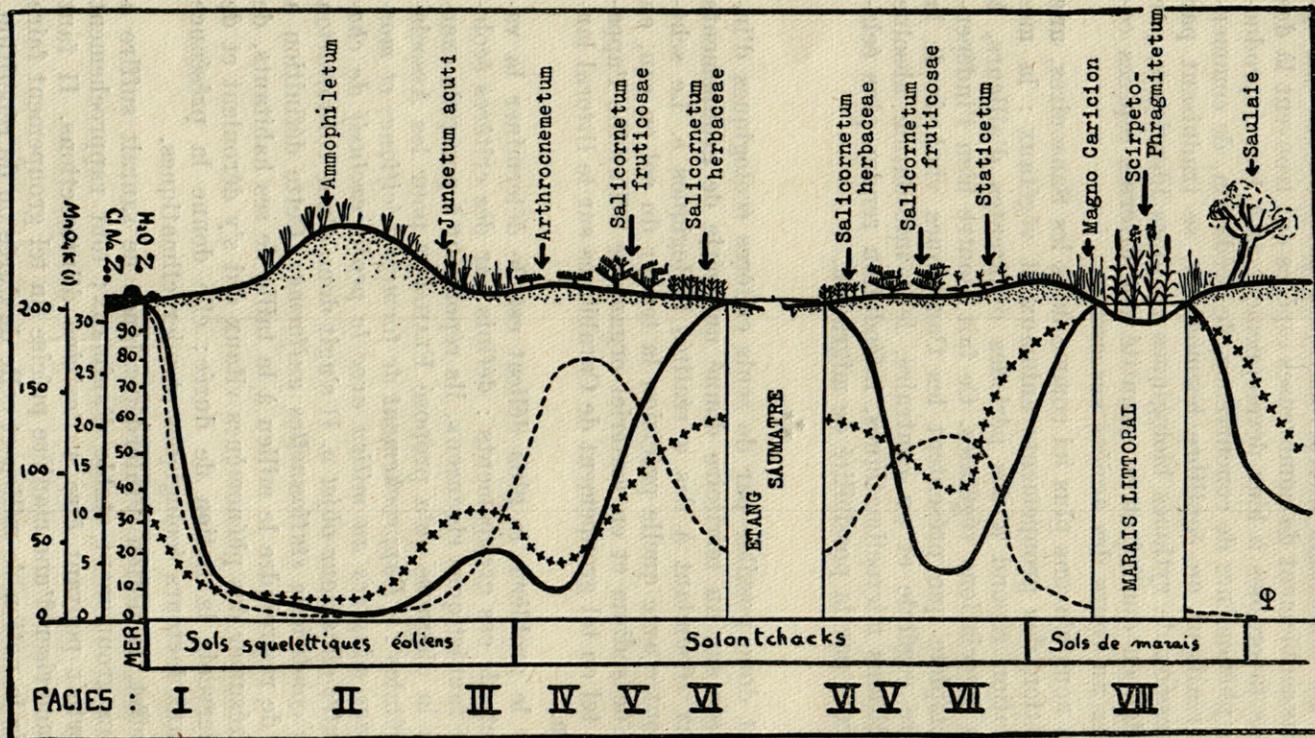


SCHÉMA V

Teneur respective en eau (—) en Chlorure de Sodium (- - -) et en matériaux organiques (+ + +) des différents faciès étudiés ici. (Le faciès VII excepté).

A un tel ensemble d'être vivants de même habitat nous réservons de nom de « synécose » : les membres d'une « synécose » sont les animaux dont l'inféodation au milieu est directe, il faudra en excepter, au moins pour la durée de leur vie parasitaire, les parasites d'animaux ou de végétaux appartenant à des synécoses plus restreintes individualisées par leur hôtes respectifs. Si l'on définit, pour un être vivant, le milieu, comme *l'ensemble des éléments du monde extérieur avec lesquels il entre en rapports éthologiques*, cette dernière réserve met en évidence l'existence de toute une série de synécoses plus ou moins interdépendantes limitées dans l'espace uniquement par leur substrat : à une hêtraie correspondra une synécose particulière plus caractéristique du milieu « hêtraie » que le hêtre lui-même ; à un hêtre correspondra une synécose différente définie par l'ensemble des phytophages inféodés à cet arbre. Le milieu hêtre étant, remarquons-le, indépendant du milieu hêtraie.

La délimitation de ces unités éthologiques élémentaires présente un intérêt certain, car elle permet de les grouper en système d'ordre plus général. C'est ici que les notions bien connues des phytosociologistes peuvent rendre de grands services, malgré la complexité des données utilisables. La Phytosociologie ne représente qu'un élément très homogène et d'étude relativement facile, la « Zoosociologie » nécessitera par contre des fragmentations dues à l'impossibilité d'intégration des divers embranchements d'animaux dans des formations homologues. La multiplicité infinie des comportements éthologiques permet également de toucher du doigt les difficultés considérables auxquelles se heurtera toute ébauche de systématisation.

*Laboratoire d'Histoire Naturelle,
Faculté de Médecine — Montpellier.*

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- ADRIANI (M.-J.). — Recherches sur la Synécologie de quelques associations halophiles méditerranéennes. Montpellier, *Com. de la S.I.G.M.A.* n° 32.
- ANONYME (1942). — A propos des définitions de quelques termes courants utilisés en biogéographie. *Compte rendu Soc. de Biogéographie*, juin-déc.
- BORDAS (J.), 1946. — Essais d'agronomie méditerranéenne. *Imp. Rullières*, Avignon.
- BRAUN-BLANQUET (J.), 1933. — Prodrôme des groupements végétaux. I. —

- Ammophiletalia* et *Salicornietalia* méd., Mary-Lavit, Montpellier, 1933.
- CAILLOL (H.), 1908, 1913, 1914. — Catalogue des Coléoptères de Provence. *Soc. lin. de Prov.*, 1908, 1913, 1914.
- CANTONNET (F.) et THÉODORIDÈS (J.), 1947. — Quelques Coléoptères récoltés aux environs d'Avignon en septembre 1945 et classés d'après leurs biotopes. *Feuille des Naturalistes*, II, 1, 5-7.
- CLÉMENT (1885). — Catalogue des Coléoptères du Gard.
- GISIN (H.), 1949. — L'espèce en systématique. *Compte rendu du XIII^e Congrès Intern. de Zool. Paris*.
- GISIN (H.), 1949. — L'Ecologie. *Acta bioth.*, IX, Leiden.
- GRASSÉ (P.-P.), 1929. — Les méthodes de la phytosociologie sont-elles applicables à l'étude des groupements animaux. *Som. Sc. Soc. Biog.*, XLVI.
- GRASSÉ (P.-P.), 1937. — Ecologie animale et microclimat. *Sciences*, XVI.
- GRASSÉ (P.-P.), 1940. — Adaptation et évolution. *Presse médicale*, XXIX.
- JEANNEL (R.), 1942. — Faune de France : Coléoptères Carabiques. Lechevalier éd.
- JEANNEL (R.), 1949. — Faune de France : Coléoptères Carabiques (supplément), Lechevalier éd., Paris.
- MAYET (V.). — Faune entomologique de l'Hérault.
- MÖRZER BRUYN. — On biotic communities. Montpellier, *Comm. de la S.I.G.M.A.*, n° 96.
- PUEL (L.), 1925. — Tableau analytique de la faune Franco-Rhénane. *Mis. Ent.*
- QUEZEL (P.) VERDIER (P.) et RIOUX (J.-A.), 1951. — Deux localités nouvelles de *Carterus rotundicollis* Rambur. *Misc. Ent.*, XLVI-10.
- RABAUD (E.), 1950. — Qu'est-ce qu'une biocénose. *Feuille des Naturalistes*. V.
- ROI (J.). — Les espèces eurasiatiques continentales et les espèces boréoalpines dans la région méditerranéenne occidentale. Montpellier, *Comm. de la S.I.G.M.A.*, n° 55.
- TCHOU (1948). — La forêt riveraine du Bas-Languedoc. *Vegetatio*, I.
- THÉODORIDÈS (J.), 1950. — Quelques concepts récents en écologie animale biocénotique. *Revue générale des Sciences*, LVII, 1-2, 23-27.
- VERDIER (P.), QUEZEL (P.) et RIOUX (J.-A.), 1950. — Deux espèces nouvelles de Carabiques des environs de Montpellier. *Bull. Soc. Ent. de France*, 1950, 9, 130-132.
- VERDIER (P.), QUEZEL (P.) et RIOUX (J.-A.), 1950. — Activités entomologiques du laboratoire d'Histoire Naturelle. — Faculté de Médecine (Montpellier). Note 1. *L'Entomologiste*, 1950, VI, 132-137.
- ZITTI (R.). — Le *Molinietum mediterraneum*. Montpellier, *Comm. de la S.I.G.M.A.*, n° 66.

CONTRIBUTION
A L'ÉTUDE DU GENRE **EREBIA** (3^e NOTE). ⁽¹⁾
RÉPARTITION DANS LES PYRÉNÉES
DE **E. TYNDARUS** ESPER ET **E. CASSIODES**
REINER ET HOHENWARTH

par

H. DE LESSE

Ce travail a pour but de faire le point de nos connaissances actuelles sur la répartition, en Europe, et plus particulièrement dans les Pyrénées, de plusieurs formes du genre *Erebia* (Lepid. Rhopalocères) considérées jusqu'à ces dernières années comme appartenant à la même espèce (*E. tyndarus* Esper). Leurs différences géographiques, tant externes (coloration) que morphologiques (genitalia) sont souvent assez marquées, et des indices de leur cohabitation sans mélange ont incité à les séparer récemment en deux espèces distinctes pour l'Europe. Les renseignements recueillis en classant les collections du Museum National d'Histoire Naturelle de Paris m'avaient convaincu depuis plusieurs années déjà que c'est, en France, dans la chaîne des Pyrénées, que ces formes (2) offrent entre elles les plus grands contrastes. De plus, trois séries d'exemplaires provenant de Gèdre, Cauterets et Gavarnie (Hautes-Pyrénées) et comprenant chacune des individus de deux sous-espèces très différentes (*rondoui* Obth. et *murina* Rev.) suggéraient l'idée,

(1) Voir aussi H. de LESSE, 1947 et 1949 (Bibliographie).

(2) De même que celles de quelques autres espèces de Rhopalocères.

sinon d'une zone de cohabitation très large, du moins d'une ligne de contact intéressante à préciser à l'aide d'un abondant matériel. Enfin, la répartition géographique exacte des différentes formes du groupe de *tyndarus* était pratiquement inconnue dans les Pyrénées. C'est pourquoi, un important travail de récolte dans chaque vallée, sur chaque crête autour de chaque col, était la préface indispensable à l'étude que je projetais.

C'est dans ce but que j'ai entrepris les premières recherches en 1946, par un temps déplorable qui rendit les récoltes particulièrement difficiles et ne me permit de visiter que quelques-unes des localités inscrites à mon programme. Un certain nombre de renseignements nouveaux concernant le genre *Erebia* furent cependant rapportés (1), surtout sur une partie de l'Ariège, que j'avais choisie comme étant pratiquement inconnue dans le domaine qui m'occupait. N'ayant pu poursuivre mes recherches dans les Pyrénées depuis 1946, ce n'est que l'été dernier (1950), que je les ai reprises.

Entre temps cependant, le spécialiste anglais des *Erebia*, B.C.S. WARREN, ayant reçu du matériel de la région de Gèdre, avait publié une note (1949) dans laquelle il prenait définitivement position pour la séparation en deux espèces distinctes des formes, tant pyrénéennes qu'alpines, du groupe de races formant l'ancienne unité spécifique de *E. tyndarus*. (2)

Je rappellerai ici l'historique des divisions successives qu'à subi ce groupe de formes si complexe.

En 1898, CHAPMAN sépara *E. ottomana* HERRICH-SCHAEFFER des autres races de *tyndarus* d'après des caractères des genitalia. On sait de plus aujourd'hui que le nombre chromosomique est de $N=40$ pour *ottomana* et $N=8$ chez *tyndarus* (LORKOVIC 1948).

Cette espèce, récoltée déjà en 1910 au Mont Mèzenc (H. TESTOUT, 1946), mais confondue alors avec *tyndarus*, a été redécouverte par LE MAGNAN (PRAVIEL, 1941) dans la forêt de Bauzon, près des sources de l'Ardèche. Depuis, son aire de répartition a été précisée (DE LESSE, 1947) du Mézenc aux sources de l'Ardèche, puis (CLEU, 1948) dans la chaîne du Tanargue, un peu plus au Sud. Sa distribution générale assez particulière, de type nettement méditerranéen, couvre ainsi une aire dis-

(1) H. de LESSE, 1947.

(2) Dès 1908, OBERTHUR avait formulé la supposition que les ssp. *goya*, *rondoui*, et *hispania* de *E. tyndarus* pouvaient former une espèce distincte.

jointe allant de l'Asie Mineure (1) au versant oriental du Massif Central. On lui connaît maintenant 6 sous-espèces (2) géographiques dont les deux plus récemment découvertes dans le secteur occidental, sont tout à fait isolées, l'une au Monte-Baldo, à l'Est du lac de Garde (Italie septentrionale) et l'autre dans l'Ardèche, ce qui leur donne un caractère indéniable de reliques.

En 1936, WARREN, s'appuyant sur des caractères morphologiques et des indications de cohabitation, preuve d'interstérilité, détacha à son tour du groupe de *tyndarus* l'ensemble de sous-espèces formant la nouvelle unité spécifique de *E. callias* ELWES. S'étendant à l'opposé de celle de *E. ottomana*, sa vaste répartition orientale va du Caucase à l'Amérique du Nord en passant par l'Asie Centrale. WARREN cite 5 sous-espèces géographiques chez cette espèce, la plus orientale atteignant le Colorado, aux Etat-Unis.

Enfin, tout récemment (1949), le même auteur sépare encore des dernières sous-espèces du groupe de *tyndarus*, *E. dromulus* STGR. comprenant deux sous-espèces spéciales au Caucase et à l'Asie Mineure, puis il divise les sous-espèces d'Europe en deux nouvelles unités spécifiques (3) *E. tyndarus* ESPER et *E. cassioides* REINER et HOHENWARTH.

Laissant de côté la séparation de *E. dromulus*, pour laquelle nous n'avons pas suffisamment d'éléments d'appréciation, et dont la répartition se trouve en dehors de notre propre domaine de recherches, nous étudierons tout spécialement ici le cas de *E. tyndarus* ESPER et *E. cassioides* R. et HOHENW.

WARREN (1936) avait déjà souligné les caractères existant dans les genitalia mâles d'un certain nombre de sous-espèces européennes de l'ancien groupe de *tyndarus* et s'opposant à ceux des autres sous-espèces, mais il remarquait en même temps (op. cit. p. 285) que ces particularités présentaient, entre les deux groupes ainsi définis, toute une gamme de transitions qui était la marque même de leur valeur purement sous-spécifique.

(1) De plus, le Museum de Paris possède deux exemplaires de cette espèce, 1 ♂ et 1 ♀, de grande taille, étiquetés : Caucase. Cette région n'est pas indiquée par WARREN (1936). En fait ces exemplaires sont tout à fait semblables à ceux de Grèce que possède le Museum, et que WARREN (op. cit.) rattache à la sous-espèce typique, qui s'étendrait donc ainsi du Caucase aux Balkans.

(2) J'ai défini (1947) ma position, quant à l'emploi des termes de sous-espèces, races et formes. Je rappelle ici que je réserve le premier de ces termes aux formes géographiques très tranchées, présentant généralement des caractères morphologiques (genitalia), les autres qu'elles englobent parfois étant des races. — Une espèce peut ne comprendre que des races. — Le mot forme est au contraire un terme général pouvant désigner une espèce, une sous-espèce, une race ou une forme individuelle. Dans le cas des nombreuses sous-espèces enregistrées par WARREN (1936), n'ayant pu contrôler leur valeur exacte dans chaque cas, je m'en tiendrai provisoirement à la classification de cet auteur.

(3) L'une de ces unités, *E. cassioides*, se retrouve aussi dans les montagnes d'Arménie et du Caucase.

En 1949, le même auteur s'aperçut que le montage habituel des préparations, déformant légèrement les valves des genitalia mâles (1), était responsable, dans une certaine mesure — mais pas entièrement souligne-t-il encore — des transitions observées. Ayant d'autre part reçu des Pyrénées françaises un unique exemplaire mâle appartenant à l'un des groupes de sous-espèces de *tyndarus*, et capturé à l'intérieur mais vers la limite de répartition d'une sous-espèce du groupe opposé avec laquelle il volait, estima que ces caractères de genitalia avaient bien maintenant une valeur spécifique, et sépara par suite les deux groupes sous les noms des plus anciennes sous-espèces de chacun d'eux : *E. tyndarus* ESPER, 1781 et *E. cassioides* REINER et HOHENWARTH, 1792.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES

C'est sur l'emplacement et la dimension de la première épine des valves qu'est fondée la définition des caractères spécifiques découverts par WARREN.

L'étude des genitalia mâles m'a permis de constater, ainsi que l'avait souligné cet auteur, que ces caractères tout en conservant des valeurs moyennes qui paraissent assez différentes entre *tyndarus* et *cassioides* (et même entre chaque sous-espèce), ne permettent pas, étant donné la variabilité individuelle, d'identifier chaque groupe en particulier dans les Alpes-Maritimes sur un petit nombre d'exemplaires. En effet, ceux-ci risquent toujours de ne représenter que les cas extrêmes, qui sont parfois des transitions presque parfaites entre chaque espèce (et sous-espèce). Il est donc avant tout nécessaire de travailler sur un matériel suffisant. Mais, de plus, la forme incurvée des valves exige une technique de préparation particulière afin que leur contour soit visible dans un même plan. WARREN (1949) préconise de noter la forme exacte de la valve avant montage, et indique également qu'on arrive, avec une certaine habitude, à déceler les déformations dues à celui-ci, sans toutefois pouvoir en apprécier l'ampleur. Je pense qu'un procédé simple et assez sûr consiste à détacher les deux valves (2), à les monter

(1) J'ai déjà indiqué (1949) que les genitalia femelles d'*Erebia* pouvaient être simplement conservés dans l'alcool. En effet, l'étude et le dessin de la plaque génitale et de son relief sont souvent impossibles après montage.

(2) Dans un montage normal, seule la valve droite est séparée, et, de ce fait, relativement aplatie. Au contraire, la valve gauche restant reliée au 9^e segment qui est globuleux, conserve généralement plus ou moins sa courbure initiale, et se trouve déformée d'une façon variable. Or, c'est justement sur la forme de cette valve, la seule figurée dans sa monographie, que WARREN (1936) s'est appuyé pour déterminer les caractères des sous-espèces et des groupes de *tyndarus*.

nimum de déformation, et les deux valves de chaque individu avec un minimum de baume, puis à serrer légèrement la préparation (1) pendant quelques minutes. Ainsi, on obtient un mi-sont comparables entre elles. Le seul inconvénient de cette technique est d'applatir un peu la tête de la valve dont la largeur se trouve accrue.

Je crois néanmoins que c'est de cette façon que l'on pourra faire des mesures assez précises pour déterminer des moyennes de caractères qui permettraient sans doute d'exposer alors clairement les différences morphologiques existant entre *tyndarus* et *cassioides*. En attendant ces mesures, voici les caractères distinctifs des genitalia mâles de ces deux espèces, tels que les énonce WARREN (1949) :

E. cassioides

- (1) L'excroissance en forme d'épaule située sur la face dorsale de la valve occupe une position centrale sur cette face.
- (2) Dans les cas les plus typiques, le grand processus terminal de l'épaule représente 4 fois la largeur de la tête de la valve. Cette excroissance présente une gamme très grande de variation, 2 individus semblables étant rares.
- (3) Des formations assymétriques dans la taille, la forme et le nombre des épines des deux valves sont fréquentes.

E. tyndarus

- (1) Elle n'est jamais réellement centrale, mais distinctement au-delà du centre, vers la tête (extrémité distale).
- (2) Bien que variable, sa variabilité est limitée, et à son plus grand développement, elle ne dépasse jamais en longueur le double de la largeur de la tête de la valve.
- (3) Formations assymétriques des valves rares, et affectant plutôt la tête de la valve.

Quant aux femelles, dont les genitalia m'ont donné (1949) d'excellents caractères pour séparer ces deux espèces d'*ottomana*, elles ne m'ont encore rien fourni de satisfaisant pour distinguer *tyndarus* de *cassioides*.

J'ajouterai, ainsi que WARREN l'a souligné (1949), qu'il ne semble exister aucun caractère externe (dessin et coloration) commun aux sous-espèces de chacune de ces unités, et permettant de les identifier.

(1) LANGERON 1942.

LES RÉPARTITIONS

Je donnerai d'abord ici la répartition des formes géographiques de ces deux espèces telle qu'elle était connue avant mes propres recherches. Je ne suivrai pas l'ordre systématique, mais étudierai leurs groupements d'un bout à l'autre de l'Europe. Je ferai ressortir en même temps ainsi l'étrangeté de leur distribution. On verra en effet que les deux nouvelles unités spécifiques créées par WARREN sont non seulement découpées en sous-espèces isolées à travers la même chaîne de montagnes, mais semblent se remplacer de proche en proche, leurs sous-espèces étant intercallées les unes entre les autres et plus ou moins en contact, formant de cette façon un véritable puzzle, dont le découpage est apparemment fantaisiste. Ainsi, en partant de l'extrémité orientale des Alpes, on trouvera successivement : la ssp. *transylvaniensis* Wrn. (groupe de *cassioides*) isolée dans les Monts de Transylvanie, puis, plus au Sud, *macedonica* Bursh (gr. de *tyndarus*) dans les Balkans, où elle cohabiterait au Mont Rhodope (WARREN 1949) avec *cassioides* R. et Hohenw (gr. de *cassioides*). Cette dernière passerait de là aux Alpes d'Autriche, d'où elle atteint les Alpes de l'Allgau, le Brenner et peut-être l'Oetztal ; enfin, elle est remplacée par la ssp. *dolomitensis* Wrn. (gr. de *cassioides*) à travers les Alpes Dolomitiques.

A partir de l'Ortler et des Alpes Tridentines, puis dans les Grisons, le Glarus, les Alpes Pennines et Bernoises, c'est la ssp. *tyndarus* Esper (gr. de *tyndarus*) qui occupe la majeure partie de la Suisse, avec la ssp. *semimurina* Wrn. (du même groupe) localisée autour de Kandersteg (Alpes Bernoises).

Viennent ensuite les ssp. *murina* Rev. et *carmenta* Frhst. (gr. de *cassioides*) qui apparaissent, la première dans la partie occidentale des Alpes Bernoises au Nord d'une ligne Dent du Midi-Dent de Moreles-Grand Muveran, et se répand plus à l'Ouest, des deux côtés du Rhône, la seconde ayant un flot curieusement isolé (et ressemblant à une vraie tête de pont) situé à la Pierre à Voir (2.476 m.), à l'extrémité occidentale des Alpes Pennines et en plein secteur de *tyndarus*. De là, *carmenta* s'étend à la chaîne du Mont Blanc jusqu'à une limite indéterminée, sans doute en Savoie, où elle doit entrer en contact vers le Sud avec la ssp. *subcassioides* Vty. (1).

Cette dernière sous-espèce (gr. de *cassioides*), largement ré-

(1) Malgré de longues séries des Alpes Françaises, il m'est très difficile de séparer cette sous-espèce de *carmenta*.

pandue dans les Alpes du Dauphiné, rencontrerait à nouveau avec *aquitania* Frhst. une forme du groupe de *tyndarus*, qui s'étend jusqu'au Monte Cimone (Apennins de Ligurie) vers l'Est. Au delà, *aquitania* cède encore la place à une sous-espèce du groupe de *cassioides*, *murina* race *majellana* Frhst., isolée dans les Apennins romans et les Abruzzes.

Quittant les chaînes alpines, nous retrouvons encore le groupe de *tyndarus* curieusement isolé en Auvergne, où il serait représenté par la ssp. *arvernensis* Obth.

Mais c'est sans doute dans les Pyrénées que l'intrication des aires de répartition paraît atteindre son maximum : partant de l'Est, on rencontre d'abord la ssp. *goya* Frhst. (gr. de *tyndarus*) localisée dans la chaîne du Canigou, et qui entrerait en contact vers la vallée d'Eyne (WARREN 1949) avec une forme voisine du même groupe, la ssp. *rondoui* Obth. Au Nord de la trouée que forme la Cerdagne, le Massif du Carlitte abrite au contraire la ssp. *carmenta* (du groupe de *cassioides*) que nous avions quittée en Savoie ; puis, au Pic de Campcardos, au-dessus de Porta, WARREN (1950) nous signale la récente capture d'une forme de la ssp. *murina* (même groupe), dont nous avons laissé la souche alpine quelque part du côté du lac Léman. Passant à l'Andorre, à l'Ariège et à l'ensemble des massifs pyrénéens qui lui font largement pendant en Espagne, nous traversons alors une zone montagneuse qui ne couvre pas moins de 80 km. en longueur sur environ 90 en largeur, et était parfaitement explorée jusqu'à présent dans le domaine qui nous occupe (1).

A partir de Luchon (Haute-Garonne) nous voyons reparaitre *rondoui* (gr. de *tyndarus*), puis il faut aller jusqu'au Gave de Pau et à ses affluents pour avoir de nouvelles précisions : c'est la présence de *rondoui* dans une petite région comprise entre Gèdre et Barèges (WARREN 1936) et à Cauterets (id. d'après OBERTHUR, mais avec un point de doute), localité confirmée (WARREN 1950) après examen des exemplaires de la collection OBERTHUR. Sans plus de précisions, WARREN (1936) nous dit que *rondoui* présente la même répartition du côté espagnol de la chaîne. Enfin, tout récemment (1949), il nous apprend la capture d'un exemplaire de *rondoui*, dans la vallée de Campbieil (affluent du Gave de Pau, rive droite), volant parmi des *murina* (gr. de *cassioides*).

(1) Mis à part les quelques renseignements que j'ai rapportés en 1946.

A l'Est et au Sud-Est de Campbiell et de Cauterets, au delà d'une zone de contact et de cohabitation tout à fait imprécise et semblant fort étroite, nous n'avons, jusqu'à présent, que des indications portant sur la ssp. *murina* que WARREN (1936) nous signale de Gavarnie et Cauterets, puis, tout récemment (1950), du lac de Gaube à Gavarnie par le Val d'Ossoue (d'après la coll. Ch. OBERTHUR). Enfin, cet auteur indique (1936) que *murina* s'étend aux Basses-Pyrénées où sa limite occidentale est inconnue et probablement au versant espagnol correspondant, puis reparait dans les Monts Cantabriques. Rappelons que *murina* existe aussi en Suisse et en Haute-Savoie.

Pour en terminer avec la répartition de ces deux espèces, je mentionnerai la ssp. *hispania* Butl. (gr. de *tyndarus*) isolée dans la Sierra Nevada, en Espagne, et la ssp. *transcaucasica* Wrn. (gr. de *cassioides*) récemment décrite et nommée par WARREN (1950) et largement répandue en Arménie occidentale et à travers le Caucase.

**

De ce long exposé, qui ne pouvait guère être résumé davantage, il ressort que les sous-espèces de *tyndarus* se trouvent isolées en 7 flots : 1° Dans les Balkans (*macedonica*); 2° En Suisse et en Italie septentrionale (*tyndarus* et *semimurina*); 3° Des Alpes-Maritimes au Monte Cimone (*aquitania*); 4° En Auvergne (*arvernensis*); 5° Dans les Pyrénées-Orientales : chaîne du Canigou-Cambrèse Daze (*goya* et peut-être *rondoui*); 6° Dans les Pyrénées-Occidentales : Haute-Garonne, Hautes-Pyrénées (*rondoui*); 7° Dans la Sierra Nevada (*hispania*).

De ces flots, les trois premiers semblent directement en contact avec ceux de *cassioides*, le 5° en est peut-être isolé par une barrière géographique (Cerdagne et col de la Perche) et le 6° est en contact si intime avec *cassioides* qu'il nous fournit même les arguments de la séparation spécifique. Enfin, les 4° et 7° sont séparés géographiquement des Alpes et des Pyrénées et n'ont pas révélé de cohabitation avec *cassioides* jusqu'à présent.

Quant à *cassioides*, ses flots sont au nombre de 8 : 1° Arménie et Caucase (*transcaucasica*); 2° Transylvanie (*transylvanien-sis*); 3° Balkans : Rhodope (*cassioides*); 4° Autriche et Dolomites (*cassioides* et *dolomitensis*); 5° Des Alpes Bernoises aux Alpes-Maritimes (*murina*, *carmenta*, *subcassioides*); 6° Apen-

nins romans et Abruzzes (*murina* race *majellana*); 7° Pyrénées-Orientales (*carmenta* et peut-être *murina*); 8° Pyrénées occidentales et peut-être Monts Cantabriques (*murina*).

Si l'on considère séparément chacun de ces deux types de distribution, on a quelque peine à leur trouver un caractère d'ensemble, qui permette de les opposer ou de leur donner une explication, comme il est généralement possible de le faire dans le cas de deux espèces voisines dont les répartitions appartiennent souvent à des types différents.

Les flots méridionaux des Balkans et surtout de la Sierra Nevada, qui abritent des sous-espèces de *tyndarus*, font songer tout naturellement à une espèce méridionale s'opposant à une espèce septentrionale, ce qui trouverait encore un argument acceptable dans la répartition de *tyndarus* (*aquitania* et *rondoui*) au Sud des Alpes et des Pyrénées, mais la présence étrange de *cassioïdes* (*murina*) dans le Sud de l'Italie et celle non moins bizarre de *tyndarus* (*arvernensis*) en Auvergne, rendent cette hypothèse peu séduisante. Tout au plus peut-on imaginer un lien entre elles des formes de *tyndarus* des Pyrénées par le versant espagnol, de même que la jonction des formes de *cassioïdes* par le Nord des Alpes Bernoises, les sous-espèces de *tyndarus* des Alpes Pennines et Maritimes ayant pu aussi, à la rigueur, faire leur jonction à travers les Alpes Graies et Cottiennes. Celles d'Auvergne et d'Italie méridionale n'en restent pas moins dé-routantes, leur position rendant difficile toute hypothèse de liaison actuelle ou antérieure avec les autres sous-espèces de leur groupe. Aussi, en l'absence de nouvelles recherches précises apportant des modifications au schéma d'ensemble donné par WARREN, la compréhension de ces groupes restait-elle malaisée. La fragilité de ses arguments en faveur de leur cohabitation d'une part, l'impossibilité de séparer extérieurement *arvernensis* et *aquitania* (gr. de *tyndarus*) du groupe de *cassioïdes* dont elles possèdent le dessin et les couleurs d'autre part, incitaient à un sérieux contrôle en Laboratoire et sur le terrain. Je passerai maintenant en revue mes premiers résultats qui éclairent notablement ce problème.

DONNÉES NOUVELLES CONCERNANT LES RÉPARTITIONS

Les indications qui suivent ont été tirées de l'étude de 900 exemplaires des groupes de *tyndarus* et *cassioïdes*, 318 provenant des collections du Muséum et 582 de mes propres récoltes.

L'ensemble de ces individus comprend : 486 exemplaires des Alpes, 398 des Pyrénées françaises et espagnoles et 16 du Massif Central (1).

Les récoltes de ces formes, très répandues de 1.500 à 2.500 m., ne peuvent avoir lieu que pendant une assez brève période, dont la durée varie suivant les années, de 4 à 8 semaines, et se situe entre la fin de juin et le début de septembre (2). Dans les Pyrénées françaises, les fréquents brouillards s'installant de 1.300 à 2.200., presque exactement au niveau de leur habitat normal, rendent souvent les recherches très difficiles. De plus, les points de départ sont généralement situés très bas (Aulus 730 m., Salau 840 m., Luchon 630 m., etc...). Aussi m'a-t-il fallu grimper plus de 25.000 m. pendant les trois semaines de beau temps, de juillet et du début d'août 1950, pour obtenir les résultats consignés ici.

Avant de passer à l'étude détaillée des stations relevées dans les Pyrénées pour ces deux espèces, j'indiquerai brièvement les nouveaux renseignements acquis pour les autres massifs européens :

1° Dans les Alpes orientales, *cassioides*, comme le pensait WARREN, occupe les montagnes de Carinthie, car le Muséum possède 1 ♂ et 1 ♀ de cette espèce étiquetés : Carinthia. Au contraire, 2 ♀ étiquetées Karawanken (coll. PRAVIEL) appartiennent à une autre forme, et il n'est pas possible de dire si elles doivent être rattachées à *cassioides* ou *tyndarus*, les genitalia ♀ ne donnant aucun indice.

2° Dans une petite série provenant de Champex (Valais) (coll. ACHERAY, Muséum) se trouve une ♀ semblant bien typique de la ssp. *carmenta* (gr. de *cassioides*) ainsi que 2 ♂ et 1 ♀ de la ssp. *tyndarus*. Les dates de capture n'étant pas les mêmes, il est possible que ces différents exemplaires aient été récoltés dans des stations assez éloignées les unes des autres, bien qu'autour de Champex. Pourtant, étant donné l'existence d'un flot de *carmenta* situé sur la Pierre à Voir (2.476 m.), à l'extrémité des Alpes Pennines en plein domaine de *tyndarus*, et séparé de la région de Champex par la profonde vallée de la Drance d'Entremont, les exemplaires du D^r ACHERAY peuvent être l'in-

(1) Enfin quelques exemplaires communiqués par des collègues que je remercie ici.

(2) J'ajouterai que ces *Erebia*, qui volent, par temps calme, surtout entre 9 h. et 14 h., c'est-à-dire en pleine chaleur, disparaissent brusquement, sauf de rares exceptions et deviennent absolument introuvables dès que le soleil se voile.

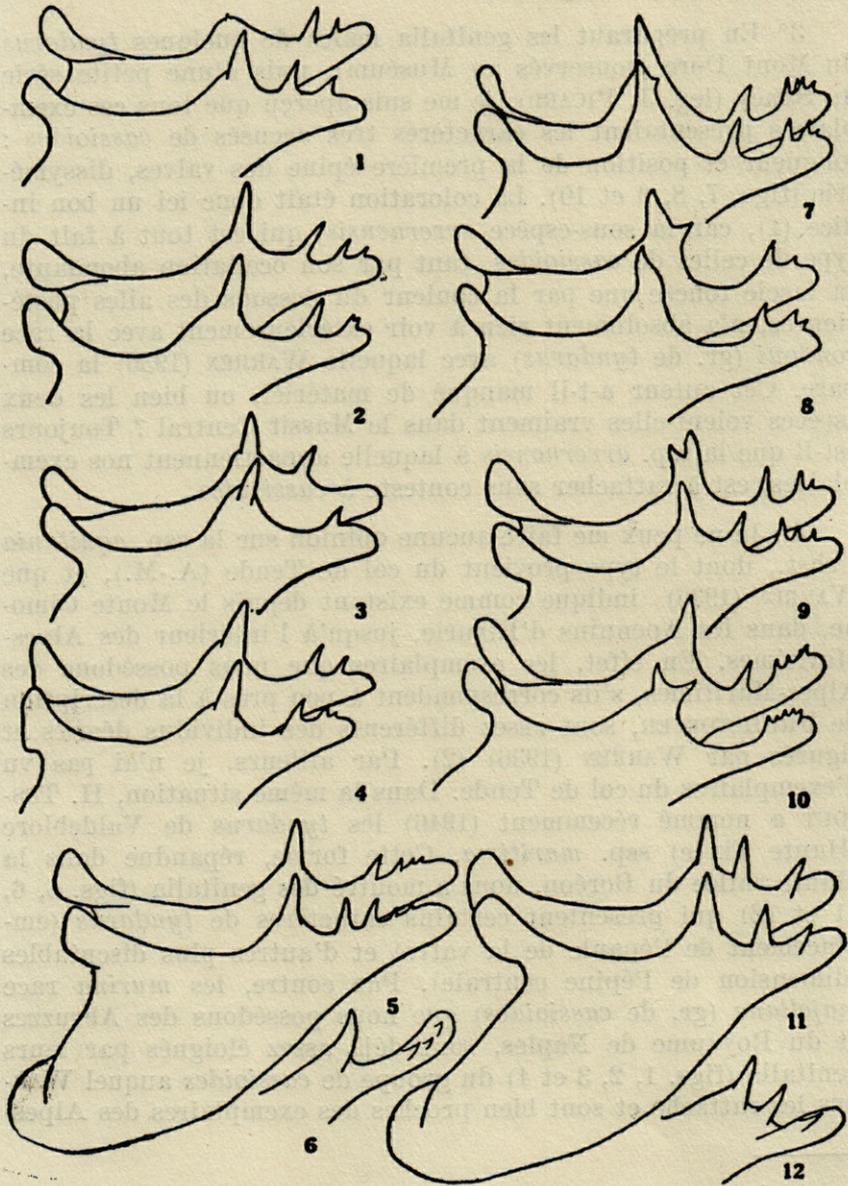
dication d'une zone de cohabitation, du reste facile à déceler dans cette région fréquentée.

3° En préparant les genitalia mâles de quelques *tyndarus* du Mont Dore (conservés au Muséum), puis d'une petite série du Sancy (leg. J. PICARD), je me suis aperçu que tous ces exemplaires présentaient les caractères très accusés de *cassioides* : longueur et position de la première épine des valves, dissymétrie (figs. 7, 8, 9 et 10). La coloration était donc ici un bon indice (1), car la sous-espèce *arvernensis*, qui est tout à fait du type de celles de *cassioides*, tant par son ocellation abondante, sa fascie foncée que par la couleur du dessous des ailes postérieures, n'a absolument rien à voir extérieurement avec la race *rondoui* (gr. de *tyndarus*) avec laquelle WARREN (1936) la compare. Cet auteur a-t-il manqué de matériel, ou bien les deux espèces volent-elles vraiment dans le Massif Central ? Toujours est-il que la ssp. *arvernensis* à laquelle appartiennent nos exemplaires, est à rattacher sans conteste à *cassioides*.

4° Je ne peux me faire aucune opinion sur la ssp. *aquitania* Frhst., dont le type provient du col de Tende (A.-M.), et que WARREN (1936) indique comme existant depuis le Monte Cimone, dans les Apennins d'Etrurie, jusqu'à l'intérieur des Alpes-Maritimes. En effet, les exemplaires que nous possédons des Alpes-Maritimes, s'ils correspondent à peu près à la description de FRUHSTORFER, sont assez différents des individus décrits et figurés par WARREN (1936) (2). Par ailleurs, je n'ai pas vu d'exemplaires du col de Tende. Dans la même situation, H. TESTOUT a nommé récemment (1946) les *tyndarus* de Valdeblore (Haute Tinée) ssp. *maritima*. Cette forme, répandue dans la Haute vallée du Boréon, nous a montré des genitalia (figs. 5, 6, 11 et 12) qui présentent certains caractères de *tyndarus* (emplacement de l'épaule de la valve) et d'autres plus discutables (dimension de l'épine centrale). Par contre, les *murina* race *majellana* (gr. de *cassioides*) que nous possédons des Abruzzes et du Royaume de Naples, sont déjà assez éloignés par leurs genitalia (figs. 1, 2, 3 et 4) du groupe de *cassioides* auquel WARREN les rattache et sont bien proches des exemplaires des Alpes-

(1) La coloration est un facteur de séparation spécifique, sans doute moins sûr que les genitalia, mais qui ne doit pas être négligé systématiquement. Le méconnaître serait se priver d'un élément d'appréciation d'une valeur certaine.

(2) Provenant du col de Limone, près du col de Tende.



Maritimes. En un mot, tout est loin d'être clair dans cette région des Alpes, et une étude fouillée faite sur un abondant matériel et étayée de mesures biométriques pourrait réserver des surprises.

RÉPARTITION DE *tyndarus* ET *cassioides*
DANS LES PYRÉNÉES

Deux problèmes se posaient dans cette chaîne, où fort peu de récoltes ont été effectuées en dehors des grandes stations thermales et de leurs environs immédiats : Cauterets et Luchon pour la région centrale, Vernet-les-Bains pour la partie orientale :

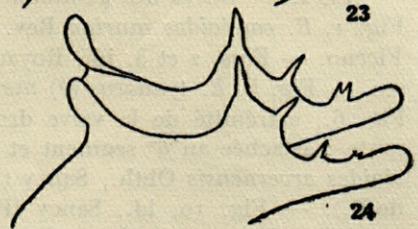
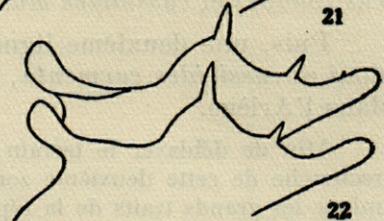
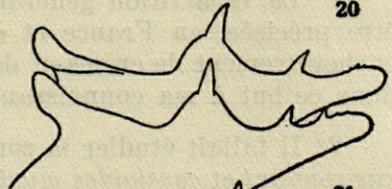
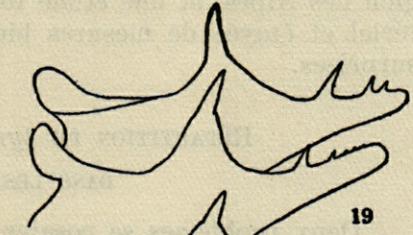
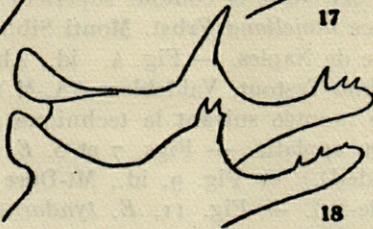
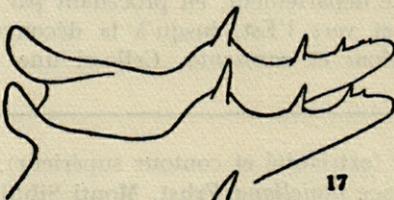
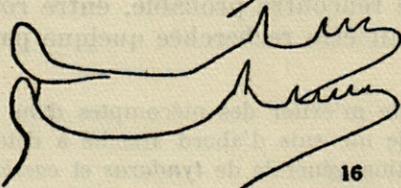
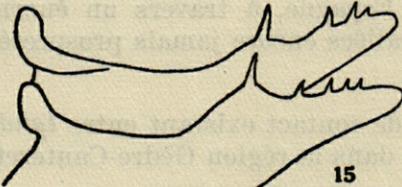
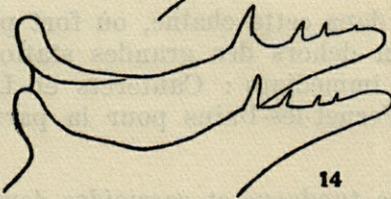
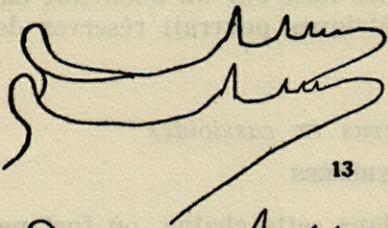
1° La répartition générale de *tyndarus* et *cassioides* devait être précisée, en France et en Espagne, à travers un énorme enchevêtrement de crêtes et de vallées encore jamais prospectées dans ce but à ma connaissance.

2° Il fallait étudier la zone de contact existant entre *tyndarus rondoui* et *cassioides murina* dans la région Gèdre-Cauterets.

Puis, une deuxième ligne de rencontre probable, entre *rondoui* et *cassioides carmenta*, devait être recherchée quelque part dans l'Ariège.

Afin de débayer le terrain et de m'éviter des mécomptes dans la recherche de cette deuxième zone, je me suis d'abord attaché à déterminer les grands traits de la répartition générale de *tyndarus* et *cassioides* au Sud de l'Ariège, puis dans ce département, en procédant par déplacements successifs vers l'Ouest et vers l'Est, jusqu'à la découverte de la ligne où se rencontrent *rondoui* et *carmenta*. Celle-ci une fois

Pl. I. — Valves des genitalia ♂ (extrémité et contour supérieur). — Fig. 1, *E. cassioides murina* Rev. race *majellana* Frhst. Monti Sibillini, Ficeno. — Figs. 2 et 3, id., Royaume de Naples. — Fig. 4, id., Abruzzes. — Fig. 5, *E. tyndarus* (?) *maritima* Testout, Valdeblore, (A.-M.). — Fig. 6., extrémité de la valve droite montée suivant la technique courante : attachée au 9^e segment et non aplatie. — Figs. 7 et 8. *E. cassioides arvernensis* Obth., Sancy (P.-de-D.). — Fig. 9, id., Mt-Dore (P.-de-D.). — Fig. 10, id., Sancy (P.-de-D.). — Fig. 11, *E. tyndarus* (?) *maritima* Testout, St-Martin-Vésubie, Madone de Fenestre (A.-M.). — Fig. 12, id., extrémité de la valve droite montée comme celle de la Fig. 6.



déterminée, un peu au Nord-Ouest du Port de Marterat, je me suis reporté vers la première zone, celle du Gave de Pau. Basé au Laboratoire de Biologie d'Orédon, j'ai prospecté alors méthodiquement le Massif du Néouvielle et poussé mes investigations jusqu'à la vallée de Campbieil.

La répartition générale de *tyndarus* et *cassioides*, telle qu'elle ressort de mes récoltes de l'été 1950 et de divers renseignements, est la suivante :

I. — **E. TYNDARUS** ESPER.

ssp. *goya* Frhst. (carte 3).

Cette sous-espèce aux couleurs éclatantes et à la fascie jaune orangé est connue du Canigou avec limite occidentale au Puigmal et au Monte Taga (WARREN 1936). Elle existe en effet à Nuria (1 ♂ et 1 ♀ Muséum) et au Cambrèse Daze (id.). Cependant, WARREN (1949) indique, d'après G. ADKIN, la capture de la ssp. *rondoui* dans la vallée d'Eyne, qui se trouve juste au Nord du Puigmal et de Nuria. L.-G. HIGGINS m'a donné (*in litt.*) la même indication alors qu'OBERTHUR (1908) y signale *goya* Frhst. sous le nom de *dromus* H.S. Quoiqu'il en soit, il est vraisemblable que ces deux formes de *tyndarus* se rencontrent dans cette région, et il serait des plus instructif de savoir si *rondoui* vole dans la Sierra del Cadi qui prolonge la chaîne du Puigmal au delà du col de Tosas (1.800 m.) vers le Sud-Ouest.

ssp. *rondoui* Obth. (cartes 1, 2 et 3).

genitalia figs. 13, 14, 15 et 16

En France, dans l'Ariège, j'ai récolté cette forme claire à peu près au Sud-Ouest d'une ligne Port de Marterat-Pic de Larrech-Couflens (carte 1) en plusieurs stations que je préciserai en étudiant la ligne de contact entre *rondoui* et *carmenta*, puis sur les pentes N.-E. du Port de Salau (1.700 m. à 2.000 m.) et près de l'Etang d'Aréou (1.900 m.). Sur le versant espagnol,

Pl. II. — Valves des genitalia ♂ (extrémité et contour supérieur). — Fig. 13, *E. tyndarus rondoui* Obth., environs de Cauterets, 26 VII, 15 VIII 1890, coll. Ch. OBERTHUR. — Fig. 15, id., Espagne, Val d'Aran : Rio de Rios. — Figs. 15 et 16, id., Ariège : ligne de contact avec *carmenta* Frhst., vers 2.000 m. — Figs. 17, 18, 19, 20, *E. cassioides carmenta* Frhst., même station. — Figs. 21, 22, 23 et 24, *E. cassioides murina* Rev., Hautes-Pyrénées : vallée de Campbieil, station A (contact avec *rondoui*).

les localités de *rondoui* sont les suivantes : Etang de Liat (vers 2.250 m.) à peu près à mi-chemin entre l'étang d'Aréou et Luchon ; vallée moyenne du Rio Inola (1.700-2.000 m.) ; vallon du Rio Malo : Port de Béret (vers 1.750 m.) et au-dessus du lac de Basibe (vers 2.250 m.) ; lac Gerbel, au sud du Port de la Bonaïgue (vers 2.100 m.) ; Sierra des Encantats, vallon au Sud-Est du Mont Peguera (vers 2.500 m.). Enfin, plus à l'Ouest, au Nord de la Sierra de Montarto : vallée du Rios de Rios (vers 1.850 m.). Dans la Haute-Garonne, afin de vérifier les vieilles indications, assez sommaires, concernant Luchon, j'ai repris *rondoui* sur le versant Nord du Port de Vénasque, entre 1.700 et 2.200 m., et dans la vallée du Lys, sur le chemin du lac Vert, à 1.800 m. environ. Une dernière localité, très proche de cette dernière, Espingo, nous est fournie par les collections du Muséum. Dans les Hautes-Pyrénées (carte 2), j'ai récolté *rondoui* seul, dans tout le Massif du Néouvielle : bois de Couplan (1.450 m.) ; du lac d'Orédon au col d'Aubert (à 2.100, 2.200 et 2.350 m.) ; sous le lac d'Escoubous, au-dessus de Barèges (vers 1.750 m.) ; sur le versant Est de la Hourquette de Bugarret (vers 2.450 m.) ; dans la vallée du torrent de Barada, au-dessus de Pragnères (de 1.700 à 2.350 m.), enfin, sur la rive droite du torrent de Campbiell, où cette sous-espèce entre en contact avec *cassioides murina*. Les collections du Muséum contiennent de plus 1 ♂ de *rondoui* provenant du Pic du Midi et 1 ♀ étiquetée : Pic de Liéviste (Bigore) (1) ; enfin, mêlés à *cassioides*, plusieurs exemplaires de Gèdre, Cauterets (2) et Gavarnie, dont il sera question au sujet de la ligne de contact avec cette espèce.

II. — E. CASSIODES R. et HOHENW.

ssp. *carmenta* Frhst. (cartes 1 et 3).

genitalia fig. 17, 18, 19 et 20

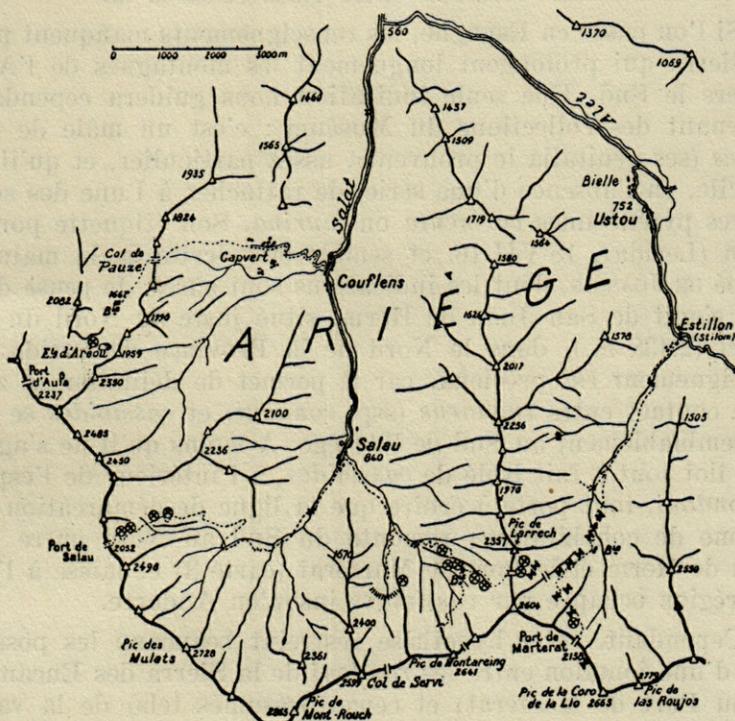
Cette sous-espèce qui, rappelons-le, se trouve en Savoie, est seulement signalée par WARREN (1936) des Bouillouses, dans les Pyrénées-Orientales. Je l'ai indiquée (1947) de Porté et du

(1) Ce qui correspond peut-être au Pic Liéviste situé entre Pierrefitte et Barèges et dont l'altitude est de 2.464 m.

(2) *Rondoui* était du reste indiqué depuis longtemps avec assez de précision du col de Lizay (OBERTHUR, 1908, d'après DE GUERNISAC) près de Cauterets. Cette localité est évidemment celle orthographiée col du Lisey sur la carte des Pyrénées centrales dressée par G. LEDORMEUR (1945).

col de Puymorens pour ce département, et de l'Hospitalet pour l'Ariège. Une petite série récoltée en Andorre par D. DE RICCI, au col d'Envalira et au Cirque des Pessons, appartient encore à cette sous-espèce.

Aussi ai-je quelques raisons de penser que les *cassioïdes* du Pic de Campcardos, au-dessus de Porta (Pyrénées-Orientales),



Carte 1. — Zone de l'Ariège. Répartition de *E. tyndarus* ssp. *rondoui* Obth. (cercles marqués d'une croix) et *E. cassioïdes* ssp. *carmentis* Frhst. (triangles accolés la base tournée à droite). Schéma tiré de la carte au 1/50.000° de l'I.G.N., type 1889, N° 252, Bagnères S.-E., et 253, Foix S.-O.

que WARREN (1950) rattache à une forme de la ssp. *murina* tendant vers *subcassioïdes* (des Alpes), n'en diffèrent guère.

Dans l'Ariège, j'ai récolté *carmentis* au-dessus de Siguer, en aval de l'Etang de Peyre Grand (vers 1.850 m.), puis, au Pic de Séron, versant Sud (2.400 m.), et dans la vallée du lac d'Aubé (vers 1.800 m.) au-dessus d'Aulus. Un peu plus à l'Ouest, cette sous-espèce volait seule dans la vallée qui mène au Port de

Marterat (1.500-1.800 m.) entrant en contact avec *rondoui* à 2.000 m. environ, vers le Sud-Ouest. Un exemplaire de *carmenta* fut pris également en Espagne un peu au delà du Port de Marterat.

Enfin, en avant de la chaîne principale, dans les Prépyrénées, une petite colonie au moins de *carmenta* existe aussi sur le versant Nord-Ouest du Pic des 3 Seigneurs (2.199 m.), où l'espèce m'a semblé localisée entre 1.600 et 1.800 m.

Si l'on passe en Espagne, les renseignements manquent pour les Sierra qui prolongent longuement les montagnes de l'Ariège vers le Sud. Une seule indication nous guidera cependant, provenant des collections du Muséum : c'est un mâle de *cassioïdes* (ses genitalia le prouvent), assez particulier, et qu'il est difficile, en l'absence d'une série, de rattacher à l'une des sous-espèces pyrénéennes *carmenta* ou *murina*. Son étiquette porte : Herm (Lerida), 18-VII-16, et semble être écrite de la main de l'Abbé DE JOANNIS, dont les indications sont sûres. Je pense donc qu'il s'agit de San Juan de Herm, situé juste au Nord du Pic Llorri (2.438 m.), dans le Nord de la Province de Lerida. Ce renseignement est précieux, car il permet de délimiter la zone où le contact entre *tyndarus* (ssp. *rondoui*) et *cassioïdes* se fait vraisemblablement au Sud de l'Ariège. A moins qu'il ne s'agisse d'un flot tout à fait isolé de *cassioïdes*, à l'intérieur de l'espace de *rondoui*, tout porte à croire que la ligne de démarcation (ou la zone de cohabitation) remonte du Sud au Nord entre San Juan de Herm et le Port de Marterat (carte 3) et laisse à l'Est une région occupée par *cassioïdes* jusqu'en Andorre.

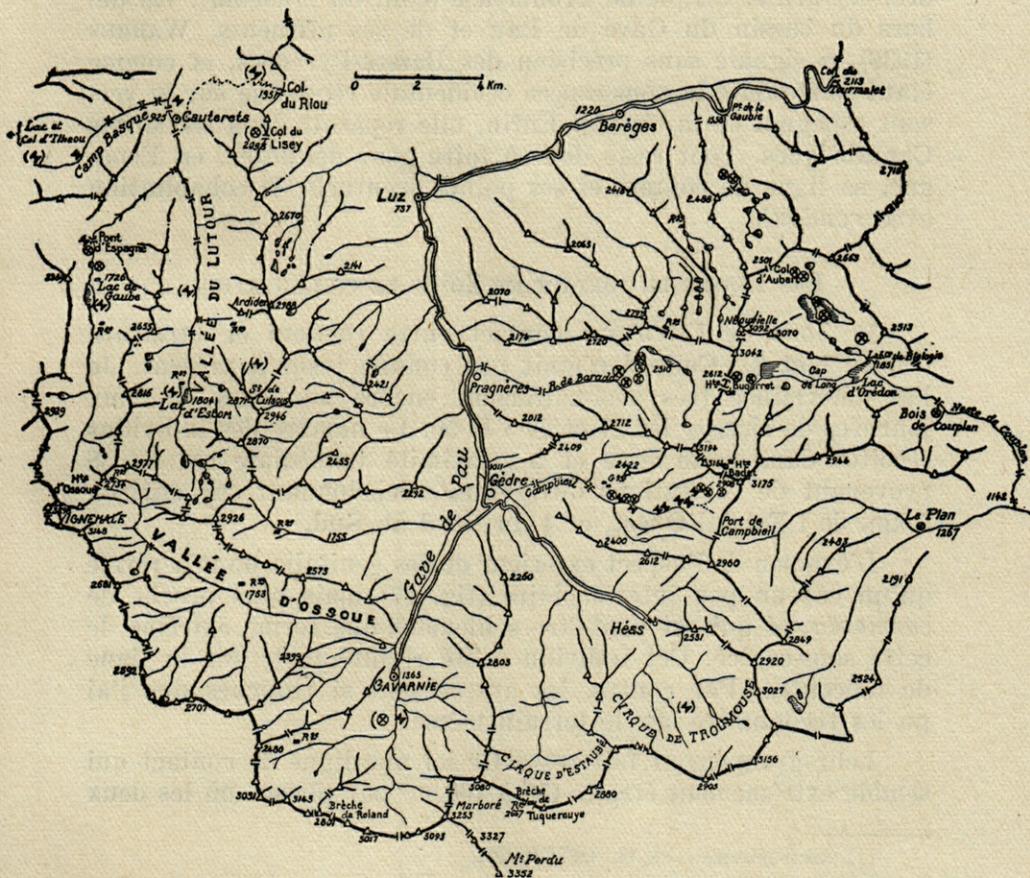
Cependant, cette hypothèse restreint beaucoup les possibilités d'une jonction entre les *rondoui* de la Sierra des Encantats (et du Port de Marterat) et ceux (présumés tels) de la vallée d'Eyne (Pyrénées-Orientales). En effet, en dehors du Pic Llorri lui-même, les cartes (très rudimentaires en Espagne) ne nous révèlent plus qu'un sommet dépassant 2.000 m. et 3 de plus de 1.800 m. (Sierra de Bou-Mort) permettant à une espèce alpine de contourner ce Pic par le Sud (1). Il est donc très possible que *tyndarus* forme dans les Pyrénées, comme *cassioïdes*, deux flots nettement séparés.

(1) Car, si *cassioïdes* et *tyndarus* volent (et vivent sans doute) souvent assez bas, jusqu'à 1.300 et même 1.200 m., ce fait ne s'observe que dans des massifs d'une certaine altitude, aux vallées profondes et froides, ou dans les massifs isolés tels que le Massif Central, qui jouissent d'un climat plus froid à altitude égale. Par exemple, le cas de H. DESCIMON qui a capturé 1 ♀ de *cassioïdes murina* à 900 m., le 26-IX-50, en aval de Cauterets, est un fait évidemment exceptionnel, mais qu'on n'a aucune chance d'observer dans un massif méridional, de faible altitude.

ssp. *murina* Rev. (cartes 2 et 3).

genitalia figs. 21, 22, 23 et 24

Nous avons vu que cette sous-espèce, comme *carmentis*, habite les Alpes (Oberland, Haute-Savoie). Dans les Pyrénées, à l'intérieur et vers la limite de sa zone de cohabitation avec *rondoui*, où elle a été signalée maintes fois sous divers noms,



Carte 2. — Zone des Hautes-Pyrénées. Répartition de *E. tyndarus* ssp. *rondoui* Obth. (cercles marqués d'une croix) et *E. cassioides* ssp. *murina* Rev. (triangles accolés la base tournée à gauche). Mêmes signes entre parenthèses : indications de localité qui ne permettaient pas de préciser la station exacte. Schéma tiré de la carte au 1/80.000^e des Pyrénées Centrales, feuille 2 (Cauterets-Arreau), dressée par G. Ledormeur (1945) d'après la carte au 1/50.000^e de l'I.G.N. et divers documents.

puis sous celui de *murina* par WARREN (1936), nous connaissons maintenant quelques stations précises de capture : dans la vallée de Campbieil (voir zone de cohabitation) ; près de Cauterets (1), au Pont d'Espagne (vers 1.500 m.) et dans la vallée de Camp Basque (1.400 m.), enfin en aval de Cauterets (vers 900 m.) (2), puis d'autres plus vagues : de Cauterets à Gavarnie par le Val d'Ossoue (WARREN 1950, d'après Ch. OBERTHUR), Gèdre, Gavarnie, Cirque de Troumouse (coll. du Muséum). En dehors du bassin du Gave de Pau et de ses affluents, WARREN (1936) la signale sans précision des Basses-Pyrénées, et comme étant sans doute la sous-espèce occidentale répandue sur le versant espagnol de la chaîne. Enfin, elle reparait dans les Monts Cantabriques. Tout reste donc à faire pour délimiter, en Espagne, sa ligne de contact et ses points éventuels de cohabitation avec *rondoui*.

LES LIGNES DE CONTACT ET ZONES DE COHABITATION

1° *Zone de l'Ariège* : contact entre *rondoui* et *carmenta* (cartes 1 et 3). Celle-ci n'était pas connue jusqu'à présent. Je l'ai déterminée très sommairement encore au cours de deux journées de chasse, les 27 et 29-VII-50. Le nombre des individus récoltés dans cette zone et à proximité immédiate est de 58 provenant de 11 stations différentes s'échelonnant sur environ 5 km. de l'Est à l'Ouest, et 4 du Nord au Sud.

L'examen de l'aspect extérieur et des genitalia ne m'a révélé qu'un cas un peu intermédiaire (fig. 17) mais plus proche de *carmenta*, et qui est peut-être seulement une forme extrême de cette sous-espèce. Cet individu a été récolté juste sur la ligne de rencontre. Par contre, les autres sont si tranchés que j'ai pu les reconnaître sur le terrain même.

Leur groupement fait ressortir ici une ligne de contact qui semble extrêmement étroite (50 à 100 m. par place), où les deux

(1) Renseignements de H. DESCIMON.

(2) H. TESTOUT (1946) a donné, d'après le Dr RIEL, de nombreuses stations précises de *murina* autour de Cauterets, mais aucune pour *rondoui*. Cependant il note que « ces deux races n'ont en réalité que des différences minimales ». Il est donc possible que les exemplaires du Dr RIEL contiennent quelques *rondoui*, sous-espèces bien différentes de *murina*, mais difficile à remarquer parmi de vieux exemplaires.

Les stations indiquées par H. TESTOUT, que j'ai portées (entre guillemets) sur la carte 3, n'en connaissant pas l'emplacement exact, sont les suivantes : Chemin de Cauterets au col de Riou (1.600 m.), Vallée de Lutour (1.500-1.700 m.), Lac de Gaube (1.750 m.), Plateau de Culaous (2.200 m.), Lac d'Estom (1.800 m.), Vallée d'Illéou (1.800 m.).

espèces volent ensembles. Un seul exemplaire de *rondoui*, une ♀, fut pris 1 km. 5 au delà, vers le secteur de *carmenta* (près du Port de Marterat), mais sur le versant de pentes directement reliées au secteur de *rondoui*, qui n'ont pas été prospectées, et peuvent être habitées par cette sous-espèce. La ligne de contact semble donc courir à flanc de montagne, vers 2.000 m., à l'Est et au Nord-Est du collet reliant l'arête du Pic de Larrech au point coté 2.604 sur la crête frontière. A ce col même, dont j'évalue l'altitude à 2.100 m. environ, les deux espèces étaient absentes, mais vers 1.900 m., sur son versant Ouest, j'ai pu récolter deux *rondoui*, puis 9 autres vers 1.700 m., où cette forme était commune, et un dernier exemplaire à 1.400 m.; enfin, un autre, à 1.700 m. environ, sur une crête descendant du col de Servi. Au contraire, dans la vallée qui mène au Port de Marterat, *carmenta* était très abondant et y semblait pur : 8 exemplaires y ont été récoltés à 1.500 m., 16 entre 1.700 et 1.800 m. (avec la ♀ de *rondoui*) et 1 vers 2.200 m. en Espagne.

2° *Zone des Hautes-Pyrénées* : contact entre *rondoui* et *murina* (cartes 2 et 3). Cette zone était connue depuis longtemps, mais l'ignorance où l'on se trouvait de la vaste répartition de *rondoui* faisant généralement considérer cette sous-espèce comme une forme individuelle, on n'avait jamais cherché à étudier sérieusement la région où elle rencontre *murina*.

En dehors des renseignements que nous donne WARREN (1949 et 1950), nous savions déjà par les collections du Muséum, que *rondoui* volait en compagnie de *murina* à Gèdre, Gavarnie et Cauterets. Cette dernière indication vient d'être confirmée par H. DESCIMON, qui a repris le 4-VIII-1950, une ♀ de *rondoui* volant avec *murina* près du Marcadau, vers 1.500 m., un peu au-dessus du Pont d'Espagne, et un ♂ au lac de Huats, vers 1.600 m., à 1 km. en aval du lac de Gaube. On a cependant l'impression que *rondoui* est rare aux environs de Cauterets — OBERTHUR (1908) en faisait déjà la remarque — et de même à Gavarnie. Les récoltes, qui y furent fréquentes, révèlent en effet un fort contingent de *murina* pour seulement quelques rares *rondoui*. En voici une liste :

Cauterets :

<i>murina</i>	27 ♂, 3 ♀	} Sur 9 collections; récoltes effectuées de 1880 à 1923.
<i>rondoui</i>	1 ♂	

Cauterets :

<i>murina</i>	6 ♂	} H. DESCIMON 1950.
<i>rondoui</i>	1 ♂, 1 ♀	

Gavarnie :

<i>murina</i>	8 ♂	} Sur 4 collections; récoltes effectuées de 1916 à 1946.
<i>rondoui</i>	1 ♂	

Bien qu'on ne puisse guère s'appuyer sur d'aussi faibles indications, il est tout de même intéressant de comparer ces chiffres à ceux que nous avons pour Gèdre et la vallée de Campbieil, située à la limite de l'aire de répartition de *rondoui* :

Gèdre :

<i>murina</i>	1 ♂, 2 ♀	} Sur 4 collections; récoltes effectuées de 1897 à 1925.
<i>rondoui</i>	1 ♂, 4 ♀	

Enfin, les récoltes que j'ai faites le 4-VIII-1950, dans la vallée de Campbieil, dans 4 stations différentes échelonnées entre 1.750 et 2.400 m., m'ont fourni 42 *murina* et 26 *rondoui*.

La répartition, dans chaque station, était la suivante :

	<i>rondoui</i>	<i>murina</i>
Station A : 2.400 m., ruisseau intermittent, versant Sud de la Hourquette Badet...	—	—
	13 ♂	6 ♂
Station B : 2.350 m. environ, entre A et le ruisseau de Campbieil	1 ♂	18 ♂, 2 ♀
Station C : 2.100 m. environ, rive droite du torrent de Campbieil, à 500 m. de B	1 ♂	11 ♂, 4 ♀
Station D : 1.750 m. environ, même rive, un peu au-dessus des granges de Campbieil	8 ♂, 3 ♀	2 ♂,

Seul un exemplaire, que je rattache à *murina*, présentait extérieurement et dans ses genitalia (fig. 23) quelques caractères de *rondoui*. Outre la présence de femelles dans les lots récoltés aux basses altitudes, ce qui est normal vu leur époque d'apparition plus tardive, le tableau ci-dessus fait ressortir le

groupement de chaque forme en îlots assez homogènes. *Rondoui* semble aussi être plus localisé vers le haut des pentes se raccordant à son secteur propre (rive droite du torrent de Campbieil). On peut même imaginer une ligne irrégulière courant à flanc de ce versant et limitant la zone où *rondoui* vole seul, ce qui rapprocherait ce cas de celui de l'Ariège. C'est cette hypothèse, encore bien fragile, vu le nombre très faible de points explorés, qui m'a conduit, le 9-VIII-1950, à traverser la Hourquette de Bugarret afin de m'assurer qu'aucun *cassioides* ne se trouvait dans la vallée de Barada. Or, en fait, nous avons vu, que cette espèce paraissait absente aussi bien du versant Est de la Hourquette de Bugarret que du vallon de Barada, qui est le premier affluent du Gave de Pau (rive droite) en aval de la vallée de Campbieil. C'est donc bien dans cette vallée que semble se trouver un des points de rencontre de *murina* et *rondoui*, la ligne de contact se maintenant peut-être plus ou moins à flanc de montagne en dehors de toute barrière géographique. Il serait naturellement très instructif de reprendre les récoltes sur une plus grande échelle, et de rechercher la suite de la ligne de contact dans la haute vallée d'Héas, puis sur le versant espagnol, où elle se prolonge vraisemblablement.

CONCLUSIONS

En possession des précisions que l'on a maintenant sur la répartition de *tyndarus* et de *cassioides*, doit-on les considérer sans restriction comme deux bonnes espèces ? Cela semble assez peu douteux. Cependant, afin d'analyser ce problème, il est nécessaire de passer en revue chacun de ses éléments.

Pour classer les facteurs de la séparation spécifique, j'aurai recours à CUÉNOT (1936) dont les conceptions restent d'actualité. On sait que cet auteur a défini en trois groupes de facteurs, les critères dont la somme positive peut être considérée comme preuve de différenciation des espèces. Ce sont les facteurs du groupe M (Morphologie et Physiologie), E (Ecologie et Distribution), S (Fécondité intérieure et Stérilité extérieure) (1).

Morphologie et Physiologie. — Les différences morphologiques existant entre *tyndarus* et *cassioides* dans leur genitalia mâles, bien que fluctuantes, semblent assez nettes, surtout si

(1) Exception à cette règle, CUÉNOT décrit pourtant plusieurs cas répondant seulement aux formules ME et ES, et où cependant la séparation spécifique n'est plus mise en doute.

l'on oppose entre elles soit les formes pyrénéennes, soit celles des Alpes (à l'exclusion des Alpes-Maritimes). On peut donc penser que des mesures précises permettront de les définir de façon immuable, leur assurant ainsi la stabilité qui est requise pour un cas d'espèce. Les caractères externes de dessin et coloration sont aussi assez bien tranchés dans une partie des Alpes et surtout dans les Pyrénées, mais pour plusieurs sous-espèces des Alpes occidentales, nous avons vu que toutes les transitions existent, certaines sous-espèces étant même du type de l'espèce voisine.

Les descriptions des premiers états, qui ne concordent pas entre elles (CHRÉTIEN *in litt.*, FRIONNET 1906, SPÜLER 1908)), et ne sont basées que sur des caractères peu stables (coloration de la chenille) sans qu'il soit fait appel à la chétotaxie, sont d'autre part inutilisables, car il est impossible de savoir avec certitude s'il s'agit de la larve de *tyndarus* ou de celle de *cassioides*. Enfin, pouvant fournir un renseignement de valeur, l'étude des chromosomes reste à faire chez ces deux formes. Leur étroite parenté permet cependant de craindre qu'on n'obtienne pas de résultat positif de ce côté.

Quant à la physiologie de ces insectes, nous en ignorons tout, ce qui est du reste le cas chez la plupart des Lépidoptères.

Ecologie et Distribution. — Nous sommes à peine mieux renseignés en ce qui concerne l'écologie de *tyndarus* et de *cassioides*. La nourriture de la chenille (Éthologie) qui conditionne l'habitat de l'espèce, est très mal connue. En effet, les chenilles du genre *Erebia* ont été peu étudiées, sans doute parce qu'elles hivernent avant de se nymphoser et sont par conséquent d'élevage difficile. Nous relevons cependant chez quelques auteurs les plantes nourricières suivantes pour l'ancien groupe de *tyndarus* : *Festuca ovina* L. (CHRÉTIEN *in litt.*) ; Graminées (SPÜLER 1908, d'après GRIEBEL) ; même indication (FRIONNET 1906) ; enfin, LHOMME (1923-1935) signale *Poa annua* (d'après COSTA) et reprend les indications de CHRÉTIEN. Bien que les chenilles d'un grand nombre d'espèce d'*Erebia* se nourrissent (CHRÉTIEN *in litt.*) des mêmes Graminées, on peut supposer que celles de *tyndarus* et de *cassioides* ont chacune une prédilection pour telle ou telle espèce dont l'habitat et la distribution sont différentes. Il est possible aussi que ce ne soit pas le cas, et que d'autres exigences (physiologiques par exemple) expliquent des types de distribution différents chez ces insectes.

En l'absence de toute indication à ce sujet, seule la répartition connue de ces deux espèces, peut donc nous guider. Or, nous avons vu que, dans les Pyrénées au moins, *tyndarus* et *cassioïdes* offrent des types de distribution en partie opposés, l'un au Nord (*cassioïdes*), l'autre au Sud (*tyndarus*) de la chaîne. De plus, on aurait pu se demander si les enclaves de chaque espèce sur le versant opposé ne correspondaient pas à une ligne irrégulière, assez fréquente en montagne, séparant des régions de climats différents (1). Or, l'étude de ceux-ci montre que ce n'est nullement le cas : *tyndarus* occupe (avec sa ssp. *rondoui*) une zone du versant français, entre le Salat et le Gave de Pau, dont le climat est totalement différent de celui du secteur correspondant du versant espagnol, où *rondoui* se trouve cependant aussi.

De même, nous savons que *cassioïdes* (avec sa ssp. *carmen-ta*), venant de l'Ariège, pénètre en Andorre, et atteint Herm (Province de Lerida) dans des Sierra où règne le même climat sec et lumineux qu'au Sud du Val d'Aran. Enfin, il est vraisemblable que *cassioïdes* ssp. *murina* se comporte de même au Sud de Gavarnie.

Pour illustrer cette différence fondamentale existant entre les deux versants pyrénéens, et que j'ai éprouvée maintes fois sur le terrain, il suffit de citer SORRE (1946) : « La succession des dépressions atlantiques au Nord de la chaîne, entre l'équinoxe d'automne et celui de printemps, a pour conséquence la fréquence sur le versant français des vents Nord-Ouest chargés d'humidité. En s'élevant, ils forment au front de la montagne un rideau de cumulo-nimbus entre les altitudes extrêmes de 700 et 2.200 m. avec un maximum de fréquence entre 1.400 et 1.800 m. (donc presque exactement sur la bande altitudinale occupée par *tyndarus* et *cassioïdes*)... ils masquent graduellement la plaine, puis pénètrent dans les vallées, mer à la surface souvent calme, mais parfois aussi secouée de tourmentes qui jettent les nuages par paquets à l'assaut des cimes.

« La résolution de ces vapeurs donnent les grandes pluies qui battent les deux tiers du front pyrénéen. En été, les pluies d'orage ajoutent de grandes quantité d'eau à celles qui sont fournies par les pluies cycloniques. Telles sont les conditions du versant Nord. Le versant Sud au contraire est en hiver sous l'in-

(1) Et pouvant être accompagnée d'un déplacement de certains éléments de la flore dont la répartition est alors indépendante de la ligne factière de la chaîne.

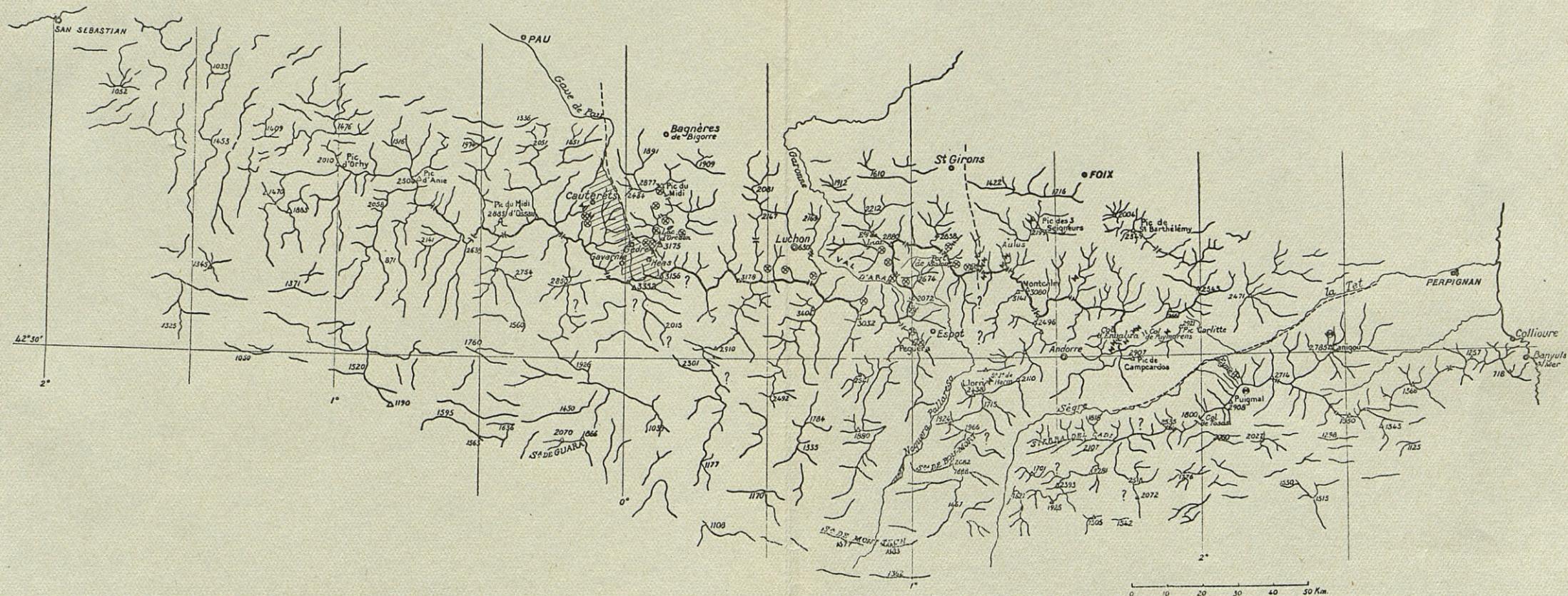
fluence de l'anticyclone espagnol. On a remarqué dans les Pyrénées centrales que la mer de nuages ne déborde pas les crêtes... Ces raisons font que les Pyrénées françaises reçoivent une quantité d'eau considérable et qu'elles sont bien plus arrosées que les Pyrénées espagnoles (Bagnères-de-Bigorre 1.404 mm., Gavarnie 1.222 mm., contre seulement 691 mm. à Huesca). Le maximum paraît se trouver vers 2.000 m. Il coïncide avec la plus forte altitude de l'écran nuageux. » Quant à l'épaisseur de neige, qui a une si grande influence sur la végétation, elle est très mal connue dans les Pyrénées.

Aucune différence n'a été observée non plus dans la répartition en altitude de *tyndarus* et *cassioides*. Avec l'habitude, l'aspect de la végétation permet même de prévoir, sur le terrain, à peu de chose près, le point (généralement vers 16-1.700 m.) où l'une de ces deux formes — suivant la région — apparaît en nombre. Leur limite supérieure en altitude, qui est fonction du recouvrement végétal, variable suivant les versants, m'a paru également identique. Il serait cependant utile de faire encore des observations soigneuses et très nombreuses à ce sujet.

Fécondité intérieure et Stérilité extérieure. — C'est ce critère qui tranche en général la plupart des cas douteux, et tandis que les deux premiers peuvent toujours laisser des doutes, il est rare que deux formes, dont il est prouvé que les hybrides n'existent pas ou sont inféconds, ne soient pas considérées comme deux bonnes espèces. Le premier facteur de ce critère est pleinement réalisé chez *tyndarus* et *cassioides*, étant donné l'abondance de chaque espèce dans son propre secteur. Le second nous est maintenant nettement confirmé, mais seulement par des récoltes encore sporadiques, en l'absence de tout croisement artificiel difficilement réalisable du reste.

Pourtant, il n'est pas encore absolument exclu qu'on puisse trouver des hybrides féconds dans la nature ou par ce procédé, et l'étroitesse de la zone de cohabitation permet encore de le supposer raisonnablement.

Pour le moment, nous nous trouvons donc en présence de deux espèces répondant à la formule MES de CUÉNOT. Cependant le critère M n'y est représenté que par le facteur morphologique sous forme de caractères externes et des genitalia; et ceux-ci n'apparaissent vraiment tranchés que dans une partie seulement des Alpes et dans les Pyrénées. En l'absence de données écologiques précises, le critère E ne porte encore que sur la



Carte 3. — Chaîne des Pyrénées. Répartition de *E. tyndarus* ssp. *goya* Frhst. (cercles marqués de deux triangles) et ssp. *rondoui* Obth. (cercles marqués d'une croix) ; *E. cassioides* ssp. *carmentis* Frhst. (triangles accolés la base tournée à droite) et ssp. *murina* Rev. (triangles accolés la base tournée à gauche). En gris : zone de cohabitation probable entre *E. tyndarus* ssp. *rondoui* Obth. et *E. cassioides* ssp. *murina* Rev. Lignes de tirets : contacts probables entre *E. tyndarus* et *E. cassioides*. Schéma tiré de la carte des Pyrénées au 1/500.000° de l'I.G.N., type 1934 (1940), feuille NK 31 N.-O. Toulouse et NK 30 N.-E. Pau.

distribution ; celle-ci n'a guère plus de valeur ici que pour une quelconque sous-espèce géographique. Enfin, le critère S est appuyé sur le facteur de fécondité intérieur, et de façon maintenant assez évidente sur celui d'interstérilité des formes, que tend à prouver l'étroite bande de cohabitation, où les hybrides semblent à peu près inexistantes.

Comment expliquer l'étroitesse de cette bande, qui, indifférente semble-t-il aux barrières géographiques, couvre une petite portion de la rive droite du Gave de Pau en amont du vallon de Barada, et s'étend à peine davantage vers Cauterets sur la rive gauche du Gave (dans l'Ariège où les renseignements sont encore très insuffisants, on observe un chevauchement beaucoup plus étroit) ? Peut-être pourrait-on parler ici d'une séparation spécifique de date assez récente. On peut alors supposer que chaque forme ayant des exigences écologiques à peu près semblables (altitude, plante nourricière, etc...), elles ont peine à faire leur place à travers le secteur entièrement occupé par leur homologue (peut-être s'agit-il au contraire de facteurs plus complexes, tels que maladies transmises par l'une d'elle, et limitant la pénétration de l'autre). De toute façon, en l'absence de données plus précises, il est prématuré de développer une hypothèse quelconque. Il est vraisemblable cependant que celle-ci devra surtout faire appel aux facteurs historiques.

Quant à l'explication des formes alpines, elle reste difficile, et réclame aussi de nouvelles recherches. Il est possible qu'on arrive à penser que les *tyndarus* des Alpes forment une bonne espèce par rapport à ceux des Pyrénées ; mais ici, le facteur d'interstérilité (S) ne pourra être confirmé que par des croisements. Et il faudra cependant prouver d'abord la cohabitation sans mélange de *tyndarus* et *cassioides* dans cette chaîne (1).

Enfin, les hypothèses paléozoogéographiques qu'on pourra avancer pour éclairer les répartitions de ces formes à travers l'Europe et l'Asie Mineure, devront je pense attendre aussi la réunion de plus nombreuses indications de localités précises. Tout au plus peut-on remarquer dès à présent que la séparation plus évidente de *tyndarus* et *cassioides* dans les Pyrénées, s'accorde avec l'endémisme très prononcé qu'on observe, chez les animaux et les végétaux (2), dans cette chaîne, et dont on trouve l'explication dans son histoire.

J'aurais voulu terminer par un parallèle entre ce cas et un

(1) Dont j'ai indiqué une localité probable, près de Champex (Valais).

(2) On connaît environ 200 espèces végétales endémiques des Alpes et un nombre supérieur pour les Pyrénées (E. DE MARTONNE, 1927).

certain nombre d'autres problèmes plus ou moins voisins se posant chez plusieurs espèces de Rhopalocères, mais ceci entraînerait trop loin, et fera l'objet d'une autre note.

BIBLIOGRAPHIE

- CHAPMAN (T.-A.-C.), 1898. — A review of the genus *Erebia* based on an examination of the mâle appendages. *Trans. ent. Soc. London*, III, pp. 209-240.
- CLEU (Dr. H.), 1948. — Rhopalocères des Cévennes. *Rev. Fr. de Lép.*, XI, p. 349.
- CUÉNOT (L.), 1936. — L'espèce. Paris.
- FRIONNET (M.-C.), 1906. — Les premiers états des Lépidoptères français (Rhopalocera), p. 228, Saint-Dizier.
- DE LESSE (H.), 1947. — Contribution à l'étude du genre *Erebia*. *Rev. Fr. de Lép.* XI, p. 98-119.
- DE LESSE (H.), 1949. — id. Description des armures génitales femelles. *Rev. Fr. d'ent.*, XVI, 4, p. 165-198.
- LANGERON (M.), 1942. — Précis de Microscopie, Paris.
- LHOMME (L.), 1923-35. — Catalogue des Lépidoptères de France et de Belgique. Douelle.
- LORKOVIC (Z.), 1948. — Chromosomenzahlen-Vervielfachung bei Schmetterlingen und einer neuer Fall funffacher Zahl. *Rev. Suisse de Zool.*, I, 4, p. 243-250.
- DE MARTONNE (E.), 1927. — Traité de Géographie Physique, III, Biogéographie, Paris.
- OBERTHUR (Ch.), 1908. — Description de deux variétés françaises inédites de l'*Erebia tyndarus*. *Bull. Soc. ent. Fr.*, p. 267.
- PRAVIEL (G.), 1941. — Une *Erebia* nouvelle pour la France. *Bull. Soc. ent. Fr.*, 46, p. 56-63.
- RONDOU (J.-P.), 1932. — Catalogue des Lépidoptères des Pyrénées. *An. Soc. ent. Fr.*, VCI, p. 193.
- SORRE (M.), 1946. — Les Pyrénées, Paris.
- SPÜLER (A.), 1910. — Die Schmetterlinge Europas. Bd. I (Rhopalocera), p. 40 et Bd. IV. Nachtrag Taf. I, Fig. 16.

- TESTOUT (H.), 1946. — Révision du Catalogue des espèces françaises du genre *Erebia*, 3^e partie. *Bull. Soc. Lin. Lyon*, XV, N^{os} 8 et 9, p. 101-104 et 108-114.
- VERITY (Dr. R.), 1913. — Contribution allo studio della variazione nei Lepidoteri (Toscana, Marche, Calabria). *Bull. Soc. ent. Ital.* 45 : *Erebia tyndarus cassioides tusca*, p. 218 et Fig. 17-20.
- WARREN (B.-C.-S.), 1936. — Monograph of the genus *Erebia*. London.
- WARREN (B.-C.-S.), 1949. — Three hitherto unrecognized european species of *Erebia*. *The Entomologist*, LXXXII, N^o 1032, pp. 97-105.
- WARREN (B.-C.-S.), 1950. — Supplementary data on problems relating to Erebiid butterflies. *The Entomologist*, LXXXII, N^o 1049, pp. 225-230.

UN CAS DE NIDIFICATION ABERRANTE,
POUR LA CAMARGUE,
CHEZ LA MOUETTE RIEUSE **LARUS**
RIDIBUNDUS LINNÉ

par

H. LOMONT

Le 1^{er} juin 1948, je découvre dans un étang d'eau douce, le Redon, un nid de *Larus ridibundus* L., placé dans un groupe de nids de la colonie de Guifette moustac *Chlidonias hybrida* (Pallas), qui est édifiée tous les ans dans ce lieu, lorsque les conditions écologiques nécessaires sont réunies.

A ma connaissance, la nidification en pleine eau, bien qu'habituelle pour *Larus ridibundus* dans les étangs de l'intérieur du continent, Dombes, Sologne, etc., n'a jamais été citée pour la Camargue.

On sait que cette espèce éminemment sociale nidifie dans le delta en colonies d'importance numérique variable, de quelques dizaines à quelque 300 couples, sur les îles des étangs salés (soit sur un substrat solide), présentant les conditions requises en avril-mai.

Les colonies sont rarement uni-spécifiques. Lorsque cette circonstance se présente dans un ou deux étangs, c'est dans des îles dont la couverture végétale est uniformément composée de plantes ligneuses, Salicorniées et Suædacées surtout, et à un stade de dégradation apportant aux oiseaux des quantités de tiges mortes. Celles-ci seulement sont utilisées pour la confection des très volumineux nids typiques formant dans ces îles les colonies les plus denses. L'uniformité du milieu nidificateur conditionne l'uniformité de la population.

Plus généralement les îles présentent un faciès polymorphe avec des plages, des espaces de sol nu, des amas de coquilles,

des tapis de Salsolacées, des groupements de Salicorniées et Suædacées ; on y trouve alors tout ou partie d'une population hétérogène, plus ou moins groupée spécifiquement ou dispersée selon les affinités des espèces pour chaque milieu ou chaque disposition du milieu présent dans l'île, toutes autres conditions réunies. Les groupements spécifiques ne sont d'ailleurs nets qu'au début de la nidification. La modification assez rapide du niveau des étangs, les perturbations atmosphériques et autres, entraînant des destructions de nids, les couples accidentés deviennent plus éclectiques pour leur cantonnement ultérieur :

Recurvirostra avosetta L.

Larus ridibundus L.

Sterna albifrons Pallas.

Sterna hirundo L.

Gelochelidon nilotica (Gmelin).

Tous ces oiseaux nichent à ciel ouvert ; à eux viennent s'ajouter des Anatinés, dont les nids sont dispersés sous le couvert de la végétation, et parfois des nids d'espèces non sociales :

Haematopus ostralegus L.

Charadrius alexandrinus L.

Tringa totanus (L.).

A part ces colonies courantes, on trouve parfois, dans certaines îles, un seul, ou quelques nids seulement, de *Larus ridibundus* ; mais ils sont toujours placés près d'une colonie hétérogène dont l'une des espèces composantes est *Sterna hirundo*.

L'étang Redon a 1/2 km² environ de superficie ; circulaire, il est fermé sur presque toute sa périphérie par une ceinture de *Tamaris*. Etang à régime temporaire, alimenté par les pluies, sa profondeur maxima est d'environ 60 cm. au début de la saison de nidification des oiseaux aquatiques faisant un nid à ciel ouvert, donc soumis au climat général en avril-mai ; puis le niveau baisse jusqu'au dessèchement estival qui est complet en août.

La végétation qui est l'un des facteurs nécessaires à la nidification de l'avifaune inféodée à ce milieu est composée principalement de *Ranunculus* sp., *Myriophyllum* sp., *Scirpus* sp. pl., de quelques *Phragmites communis*, très dégradés par la dent du bétail, et ça et là de touffes d'*Althæa officinalis*.

Les bovins semi-sauvages de Camargue paissent dans l'étang

quand les maigres pâtures environnantes sont déjà plus ou moins broutées. Le facteur « bétail » paraît bien nécessaire à *Chlidonias hybrida* pour nidifier, son installation dépendant de la quantité de tiges de plantes vertes qui surnagent, tiges coupées par le bétail qui seront ramassées par les Guifettes pour construire leurs nids flottants.

Au 1^{er} juin 1948, la population de *Chlidonias hybrida* de l'étang Redon est très faible et s'est installée très tard, vers la mi-mai, quand l'état du milieu le permet. Les mois d'avril et mai, assez pluvieux, ont entretenu la végétation des pâtures voisines et les bovins y paissaient plus volontiers que dans l'étang. L'insuffisance de ce facteur a limité l'importance numérique de la colonie dans de grandes proportions puisque, certaines années, elle comprend une centaine de couples. Mais deux autres étangs se trouvent dans le voisinage et l'on peut dire que ces trois étangs forment l'ensemble du biotope nidificateur de cette espèce dans la zone considérée. Les oiseaux se concentrent plus ou moins ou se répartissent dans les deux ou dans les trois éléments de ce biotope, selon que les facteurs nécessaires se trouvent réunis dans chacun d'eux ou non.

La population de *Chlidonias hybrida* a édifié une colonie en deux groupes, l'un de 10 nids qui a été abandonné après l'achèvement et peut-être après le début de la ponte. Le deuxième groupe, ne formant plus désormais que la colonie de Guifettes, à 25 mètres du premier, ne comprend que 6 nids dont la ponte est en cours et en incubation. Deux des nids du premier groupe, construits sur des touffes de Guimauve officinale, soit sur des piliers solides, ont été occupés par le couple de *Larus ridibundus*, qui les ont considérablement surchargés avec des matériaux prélevés très certainement aux nids voisins. L'un, le plus volumineux, servit pour la ponte normale (3 œufs), effectuée dans les premiers jours de juin, l'autre pour le repos du conjoint. L'installation subséquente des Mouettes a eu pour conséquence l'abandon d'un groupe de nids par les Guifettes et, pour la ponte, un retard de plus d'un mois sur les colonies homogènes.

Pour ces deux milieux nidificateurs de la Mouette rieuse, étang Redon ou étangs continentaux et îles, le substrat supportant les nids est différent : d'une part, dans les îles, ils reposent sur le sol ou sur les plantes formant la couverture végétale; le conjoint trouve ainsi sur le sol ferme des places de

repos à proximité; d'autre part, nids en pleine eau bâtis sur des touffes ou des amas de plantes aquatiques ou même flottants.

Cette amplitude écologique est évidemment conditionnée par la polyphagie de l'espèce, ainsi que par la diversité des milieux où elle puise sa nourriture : dans les eaux salées ou douces, sur la terre ferme, prairies ou derrière la charrue, dans l'atmosphère où elle capture le plancton aérien, sur les arbres où elle saisit les insectes et certains fruits à l'extrémité des branches.

En regard du comportement et de l'écologie de l'ensemble de la population nidificatrice en Camargue, le fait d'exception que constitue la nidification d'un seul couple de *Larus ridibundus* dans une colonie d'une espèce différente, dans un milieu différent et à une date tardive, paraît conditionné par un complexe de facteurs dont d'ailleurs certains éléments ne sont que des éventualités.

La nidification sur un substrat liquide, dans une région où le milieu habituel est constitué par le sol ferme des îles, est-il le fait d'un couple adapté aux étangs continentaux qui aurait été retardé dans sa migration ? Ou le fait d'un couple qui aurait vu la destruction de son premier nid et qui aurait recherché un autre emplacement, bien que la place ne manquât pas dans les îles ? Ou le fait d'un jeune couple à sa première ponte ? Pour ces questions l'inconnu demeure.

Mais le facteur dominant qui caractérise l'espèce paraît bien être, pour la reproduction, une attraction sociale qui se manifeste de deux façons :

I. — Dans les populations grégaires de *Larus ridibundus*, le facteur social paraît être exclusivement intra-spécifique. Ces populations nidifient indépendamment des autres espèces, elles occupent les îles ou les parties d'îles adéquates et les colonies typiques à forte densité et à nids de gros volume se constituent précocement, en moyenne, fin avril.

II. — Pour les couples ou les quelques couples séparés des populations de leur espèce, le facteur social paraît également jouer pour la reproduction, mais se réduit à une attraction unilatérale vers d'autres espèces sociales, généralement les Sterninés. Et comme l'un tout au moins des facteurs écologiques, notamment la phase du facteur climatique qui conditionne la reproduction des Sterninés, apparaît en moyenne plus tard dans la saison, la nidification de ces couples de *Larus ridibundus* se

trouve retardée par rapport aux populations homogènes de l'espèce. Car il semble bien que dans la plupart des cas, sinon dans tous, ces couples se cantonnent après ou en même temps mais pas avant l'occupation du milieu par l'espèce dominante. Il en résulte que souvent, et contrairement à l'habitude de l'espèce, les couples qui s'agrègent à une colonie de *Sterna hirundo* ne font pas de nid proprement dit, mais un simple foulage du tapis herbeux comme le font les Sternes; ou bien le nid est de très faible volume, effet probable de la nidification tardive et peut-être, de l'insuffisance des matériaux à portée immédiate.

La tendance chez *Larus ridibundus* à s'agréger pour la nidification aboutit, au moins dans quelques cas, et c'est celui du couple de l'étang Redon, à expulser un ou plusieurs couples de l'espèce hôte, si l'on peut dire, pour s'emparer des nids. Cela relève du parasitisme, conséquence possible de cette tendance poussée à l'extrême.

BIBLIOGRAPHIE

- GRASSÉ (P.-P.). — Traité de Zoologie. t. XV. 1950.
- GRASSÉ (P.-P.). — Parasites et Parasitisme. A. Colin. Paris 1935.
- GÉROUDET (P.). — Les Palmipèdes. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel. s.d.
- LAVAUDEN (L.). — Voyage de M. Guy Babault en Tunisie. Résultats scientifiques. Paris 1924.
- LOMONT (H.). — Les conditions de la nidification en Camargue de la Guifette moustac *Chlidonias hybrida* (Pallas). *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille*. t. V. n° 3. 1945.
- MAYAUD (N.). — Inventaire des oiseaux de France. Blot. Paris. s. d.
- MEYLAND (O.). — Premiers résultats de l'exploration ornithologique de la Dombes. *Alauda*. 1938. n° 1-2.
- REBOUSSIN (R.). — Faune ornithologique des régions naturelles du Loir-et-Cher. Paris 1935.

DÉCOUVERTE, SUR LES COTES DU ROUSSILLON,
D'UN ORDRE DE CRUSTACÉS NOUVEAU
POUR L'ANCIEN MONDE :

LES MYSTACOCARIDA PENNAK ET ZINN

par

P. A. CHAPPUIS, A. REMANE et Cl. DELAMARE DEBOUTTEVILLE

L'Ordre très curieux des Mystacocarida fut découvert en 1939, par PENNAK et ZINN, dans le sable des plages du Massachusetts, et retrouvé en 1940 sur les côtes du Connecticut. Lorsque la description de l'Ordre nouveau fut publiée par ces auteurs en 1943, la découverte suscita une surprise générale et fut accueillie avec le plus grand intérêt.

Il s'agit d'animaux de très petite taille et qui ne furent trouvés qu'à deux ou trois reprises par les auteurs américains au cours des longues recherches qu'ils effectuèrent sur les faunes psammiques de leur pays. Tout inclinait donc à penser que la répartition de ces animaux était assez capricieuse.

E. ANGELIER ayant entrepris la prospection systématique des peuplements psammiques de notre région, creusa des trous, selon la méthode CHAPPUIS, à de nombreuses reprises le long de nos plages, avec l'arrière pensée de retrouver cet Ordre si intéressant. ANGELIER et DELAMARE effectuèrent plusieurs sorties dans ce but, mais ce fut toujours en vain bien que les recherches aient été faites en des saisons variées.

L'un d'entre nous (REMANE), récemment chargé par l'Académie des Sciences et des Lettres de Mayence, d'une Mission sur les Côtes méditerranéennes, eut le bonheur de récolter les Mystacocarides dans le sable de la plage de Sète (une quinzaine d'individus mâles et femelles, le 28-IV-51), tandis que son fils les récoltait quelques jours auparavant (le 10-IV-51), pour la première fois sur l'Ancien Monde, dans le sable d'une plage aux environs de Naples, en Italie.

L'un d'entre nous (CHAPPUIS), actuellement en séjour au Laboratoire Arago, vient de faire de très abondantes récoltes sur la plage du Canet,

plusieurs centaines d'individus ayant été capturés, par son fils et par lui-même, le 4 Juillet 1951.

On assiste donc actuellement à une invraisemblable pullulation des Mystacocarides dans le sable de nos plages.

Il est intéressant de constater que les Mystacocarides ont toujours été trouvés, tant par REMANE que par CHAPPUIS, en compagnie de *Microcerberidae* Karaman, tandis qu'ANGELIER et DELAMARE n'ont jamais trouvés ni les uns ni les autres en compagnie des *Microparasellidae* Karaman (*Microcharon* Kar. et *Angeliara* Chappuis et Delamare *in litteris*). Il semble qu'il y ait là deux types d'associations bien caractérisées, les Mystacocarides étant liés, avec les *Microcerberidae*, aux sables les plus fins.

L'espèce de Mystacocarides des sables du Roussillon appartient, comme l'espèce américaine, au genre *Derocheilocaris* Pennak et Zinn. Elle sera décrite prochainement par l'un de nous (DELAMARE) après comparaison avec l'espèce américaine qui nous fut obligeamment donnée par notre collègue et ami PENNAK.

BIBLIOGRAPHIE

1943. — PENNAK et ZINN. — Mystacocarida, a new order of Crustacea from intertidal beaches in Massachusetts and Connecticut. *Smiths. Misc. Coll.*, 103, 9, p. I-II, 2 pls.
-

RAPPORT SUR LE FONCTIONNEMENT DU LABORATOIRE ARAGO EN 1950

par

G. PETIT

I.— INTRODUCTION

Le Laboratoire Arago a connu une grande activité en 1950. On s'en rendra compte en se reportant notamment aux § V et VI de ce rapport.

Je dois dire que ce bilan représente le maximum de ce qui peut être réalisé dans l'état actuel du Laboratoire et le maximum d'efforts qui puisse être soutenu, pour ainsi dire sans désespérer, pendant un an, par le personnel scientifique, technique et les marins.

II. — LES RÉALISATION EN 1950

a) *Le bateau.* — Il s'agit d'une réalisation capitale qui place le Laboratoire Arago à un tournant de son activité scientifique. Grâce à la compréhension et aux efforts de M. DONZELOT, Directeur général de l'Enseignement supérieur, grâce à l'appui constant de M. le Doyen CHATELET, le Laboratoire a été doté d'un bateau de recherches. Il mesure 17 m. 30 de long, 4 m. de largeur. Il sera propulsé par un moteur Baudouin de 120 CV. Le treuil a été prévu pour assurer un enroulement suffisant de câbles permettant des investigations en mer profonde. Il comprendra un Laboratoire, des couchettes pour l'équipage et les travailleurs, un réservoir avec circulation d'eau de mer, une petite cale à poissons. Il sera muni d'un sondeur ultra-son.

Ce bateau portera le nom du fondateur du Laboratoire : « Professeur Lacaze-Duthiers ».

En cours d'aménagement à La Rochelle (Janvier 1951), il

viendra mouiller par mer à Port-Vendres, en Mai prochain (voir § IV).

b) *Bibliothèque*. — La publication de « Vie et Milieu », nous a permis, comme nous le souhaitions, d'étendre nos échanges de périodiques d'une manière très notable.

Nous donnons, ci-dessous et par pays, la liste des périodiques reçus par la Bibliothèque, à la date du 1^{er} Janvier 1951. Ceux qui sont obtenus par abonnement sont marqués d'un astérisque :

ALLEMAGNE

- Abhandlungen Naturwissenschaftlichen Verein*, Bremen.
Abhandlungen Landesmuseum für Naturkunde, Münster.
* *Archiv für Protistenkunde*, Iéna.
Biologische Zentrallanstalt Braunschweig Flugblätter, Stuttgart.
Decheniana, Bonn.
Helgolander Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Helgoland.
Hydrobiologische Anstalt der Max-Planck Gesellschaft, Plön (Travaux).
Kieler Meeresforschungen, Kiel.
Mitteilungen Hamburgischen Zool. Inst. Museum, Hambourg.
Mitteilungen Instituts für Seefischerei der Bundesanstalt für Fischerei, Hambourg-Altona.
Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, Stuttgart.
Natur und Volk, Francfort.
* *Zoologischer Bericht*, Iéna.
Zool. Inst. Universität, Kiel (Travaux).

ARGENTINE

Anales Museo Argentino Cienc. Nat., Buenos-Aires.

AUTRICHE

Annalen Naturhistorischen Museum, Wien.
Arbeiten Biol. Stat., Lunz am See.
Jahrbuch Oberösterreichischen Musealvereines, Linz-Donau.
Mitteilungen Naturwiss. Verein., Graz.
Verhandlungen Zoologisch-Botanischen Gesellschaft, Wien.
Versuchsergebnisse Bundesanstalt f. alp. Landwirtsch., Admont.

BELGIQUE

Annales Soc. Zool. Belgique, Bruxelles.
Archives de Biologie, Liège.

- Bulletin Séances Inst. Royal Colonial Belge*, Bruxelles.
Bulletin Inst. Royal Sc. Nat. Belge, Bruxelles.
Bulletin Acad. Royale Belge, Bruxelles.
Institut d'Anatomie, Bruxelles (Travaux).
Laboratoire de Biologie animale, Bruxelles (Travaux).
* *La Cellule*, Louvain.
Mémoires Acad. Royale Belge, Bruxelles.
Travaux Inst. Zool. Ed. Van Beneden, Liège.
Travaux biologiques Inst. Carnoy, Louvain.
« *Zooleo* » *Bull. Soc. Bot. Zool. congolaises*, Léopoldville.

BRÉSIL

- Boletim Museu Nacional*, Rio de Janeiro.
Memorias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.
Zoologia. Boletim Faculd. Filos. Cienc., Sao Paulo.

CANADA

- Annual Report of Fish-Res. Board of Canada*, Ottawa.
Atlantic Progress Reports. — Fish Res. Board Canada, Ottawa.
Bulletin Fisheries Research Board of Canada, Ottawa.
Bulletin Biol. Board Canada, St-Andrews.
Contributions Stat. Biol. St-Laurent, Québec.
Journal of the Fisheries Research Board of Canada, Ottawa.
Rapport annuel, Stat. Biol. St-Laurent, Québec.
Revue Canadienne de Biologie, Montréal.
Transactions Royal Canadian Institute, Toronto.

CHILI

- Revista de Biologia Marina*, Vina del Mar.
Revista Chilena Hist. Nat., Santiago.

COLOMBIE

- Revista Acad. Colombiana Cienc. Exact. Fisic. Nat.*, Bogota.

DANEMARK

- Biologiske Skrifter*, Det Kgl. Danske Vidensk. Selskab, Copenhague.
Biologiske Meddelelser, Det Kgl. Danske Vidensk. Selskab, Copenhague.
Collected Reprints Museuni Nat. Hist., Aarhus.
Fiches d'identification du Zooplancton (Conseil Permanent international pour l'Exploration de la Mer).
Folia Limnologia Scandinavica, Hillerod.
Meddelelser fra Kommissionen Danmarks fiskeri-og Havundersgelser.

Séries : Hydrographie, Fiskeri, Plankton, Copenhague.
Meddelelser fra Skalling-Laboratoriet, Copenhague.
Natura Jutlandica, Aarhus.
Report Danish Biological Station, Charlottenlund.
Spolia Zoologica Musei Hauniensis, Copenhague.

EGYPTE

Annual Report Egyptian University, Le Caire.
Bulletins Direction Rech. Pêcheries Kayed Bey, Alexandrie.
Notes et Mémoires Direction Rech. Pêcheries Kayed Bey, Alexandrie.
Rapports Direction Tech. Pêcheries Kayed Bey, Alexandrie.

ESPAGNE

Boletin Instituto Espanol Oceanografia, Madrid.
Boletin Real Soc. Espanola Hist. Nat., Madrid.
« *Eos* » *Revista Espanola Entomologia*, Madrid.
Memorias R. Acad. Cienc., Barcelona.
Publicaciones Institut. Biologia aplicada, Barcelona.
Revista Iberica Parasitologia, Granada.
Trabajos — Instituto Espanol de Oceanografia, Madrid.

FINLANDE

Acta Entomologia Fennica, Helsinki.
Annales Acad. Sc. Fenn. Série A, IV, Biol., Helsinki.
Annales Entomolog. Fennica, Helsinki.
Annales Botanici et Annales Zoologici Fennica, Vanamo.
Zoological Station, Tvärminne (Travaux).

FRANCE

- * *Alauda*, Paris.
- Agronomie tropicale*, Nogent-sur-Marne.
- * *Année biologique*, Paris.
- Annales des Sciences Naturelles*, Paris.
- Annales Stat. Centrale Hydrobiol. appli.*, Paris.
- Annales Inst. Océanogr.*, Monaco.
- * *Annales de Parasitologie*, Paris.
- Annales Soc. Entomol. France*, Paris.
- * *Archives Anatomie microscopique*, Paris.
- Archives Sc. Phys.*, Paris.
- Archives Zool. Expériment. et Génér.*, Paris.
- Arvernia Biologica*, Clermont-Ferrant.
- * *Atomes*, Paris.
- Bibliographie scientifique française*, Paris.

- Bull. Biol. France-Belgique*, Paris.
* *Bull. Histol. appliquée*, Paris.
* *Bull. Institut Pasteur*, Paris.
Bull. Soc. Entomol. France, Paris.
Bull. Soc. Pathol. exotique, Paris.
Bull. analytique du C.N.R.S., Paris.
Bull. Mus. National Hist. Nat., Paris.
Bull. Soc. Scient. Bretagne, Rennes.
Bull. Soc. Hist. Nat., Toulouse.
Bull. Soc. Linn., Lyon.
Bull. Muséum Hist. Nat., Marseille.
Bull. Soc. Linn. Provence, Marseille.
Bull. Institut Océanogr., Monaco.
* *Bull. Soc. Zool. France*, Paris.
Bull. Station Biologique, Arcachon.
Bull. Soc. Hist. Nat. Ardennes, Charleville.
Bull. Scientifique Bourgogne, Dijon.
Bull. Marit. Muséum Hist. Nat., Dinard.
Bull. Assoc. Natural. Vallée Loing, Fontainebleau.
Bull. Soc. Sc. Nat. Seine-et-Oise, Garches.
Bull. Soc. Sc. Nat., La Rochelle.
Comptes Rendus Acad. Sc., Paris.
* *Comptes Rendus Soc. Biogéogr.*, Paris.
Cybiurn (Laboratoire des Pêches coloniales, Muséum), Paris.
* *La Feuille des Naturalistes*, Paris.
Laboratoire Forestier, Toulouse (Travaux).
Laboratoire de Génétique évolutive, C.N.R.S., Paris (Travaux).
Laboratoire Maritime du Collège de France, Concarneau (Travaux).
* *Le Botaniste*, Bordeaux.
L'Entomologiste, Paris.
* *Mammalia*, Paris.
Notes et Rapports (nouvelle série). Office Scient. et Techn. Pêches Marit., Paris.
Revue Travaux Office Scient. Techn. Pêches Marit., Paris.
Revue Française d'Entomologie, Paris.
Résultats Campagne Scient., Monaco.
Revue Pathologie Comparée Hygiène Générale, Paris.
* *Revue Algologique*, Paris.
Revue Pathol. Végét. Entomol. Agric. France, Paris.
« *Riviera scientifique* », *Bull. Assoc. Natur. Nice et Alpes-Maritimes*.
* *Science et Vie*, Paris.
Station Marine, Endoume, Marseille (Travaux).
Station Biologique, Roscoff (Travaux).
Station Océanogr. du Creo, La Rochelle (Travaux).
Station Rech. Apic., Bures-s/Yvette (Travaux).

FRANCE D'OUTRE-MER

Archives Inst. Pasteur Algérie, Alger.
Archives Inst. Pasteur, Tunis.
Bulletin, Notes et Mémoires Stat. Océanogr., Salamambo.
Bulletin Soc. Sc. Nat. Maroc, Rabat.
Bulletin Inst. Français d'Afrique Noire, Dakar.
Bulletin Stat. Aquic. Pêche, Castiglione.
Comptes Rendus Soc. Sc. Nat. Maroc, Rabat.
Institut des Pêches Maritimes du Maroc, Casablanca (Travaux).
Le Naturaliste Malgache, Tananarive.
Mémoires Soc. Sc. Nat. Maroc, Rabat.
Mémoires Inst. Sc. Madagascar, Tananarive.
Notes et Mémoires Inst. Océanogr. Station Maritime de Cauda, Nhatrang, Indochine.

GRANDE-BRETAGNE

Annual report of the Marin. Biol. Station Port-Erin, Liverpool.
Biological Reviews, Cambridge.
Bulletin of the British Museum (Natural History), London.
Endeavour, London.
Fishery Investigations Ministry of Agricult. et Fisheries, London.
Hull. Bull. Marine Ecology. Department Oceanography, University College, Hull.
* *Journal of Experimental Biology*, London.
Journal Marine Biol. Assoc., Plymouth.
* *Nature*, London.
* *Parasitology*, Cambridge.
Proceeding and Transactions Liverpool Biol. Soc., Liverpool.
Proceedings Zool. Soc., London.
Proceed. Leeds Phil. Soc. Sc. Section, Leeds.
* *Quarterly Journal Microsc. Sciences*, London.
Scientific Rep. Dove. Marine Labor. Cullercoats, Newcastle.
Scottish marine Biological Association, Millport. (*Collected Reprints*).
* *Transact. Zool. Soc.* London.
* *Zoological Record*, London.

ITALIE

Annali Museo Civico Storia Naturale, Gênes.
Annuario Istit. Museo Zool. Univers., Napoli.
Archivio di Oceanografia, Venise.
* *Archivio Zoologico Italiano*, Torino.
Bibliographia Oceanografica, Rome.
Boll. Pesca. Piscicul. Idrobiol., Rome.
« *Doriana* », *Museo Civico Storia Naturale*, Gênes.

Memoria Ist. Italiano Idrobiol., Pallanza.
Memoria Civico Museo Storia Naturale, Verona.
Note Labor. Biol. Mar., Fano.
Nova Thalassia, Istituto di Biologia Marina, Venezia.
Publicazioni Staz. Zool., Naples.
Publicazioni Istituto Zool. Anat. Comp., Padova.
Publicazioni Ist. Zool. Staz. Biol. Univ., Cagliari.
Rivista di Ecologia, Perugia.
Studi Trentini Sc. Nat., Trento.

JAPON

Journal Fac. Sc. Hokkaido Univ., Sapporo.
Seto Marine Biological Laboratory, Sirahama (Contributions).

LUXEMBOURG

Bulletin Soc. Nat. Luxembourgeois, Luxembourg.

NORVÈGE

Arbok Universitet Bergen.
Aarsberetning Universitet Bergen.
Tromsø Museums Arshefe, Tromsø.

PAYS-BAS

Archives Neerlandaises de Zoologie, Leyde.
Mededeeling. Institut voor Toegepast Biologisk., Oosterbeek.
* *Physiologia Comparata et Oecologia*, La Haye.
The Amsterdam Naturalist, Asterdam.
Zoologische Mededeelingen. Rijksmuseum Nat. Hist., Leiden.
Zoologische Verhandelingen, Rijksmuseum Nat. Hist., Leiden.

POLOGNE

Acta Biologiae Experimentalis, Lodz.
Archives Hydrobiol. Ichthyol., Gdynia.
Bulletin du Laboratoire, Gdynia.
Kosmos, Wroclaw.
Zoologica Polonia, Wroclaw.

PORTUGAL

Archives portugaises des Sciences biologiques, Lisbonne.
Arquivos do Museu Bocage, Lisboa.
Boletin da Sociedade Broteriana, Coïmbra.

Boletim de la Soc. Portuguesa de Cienc. Nat., Lisboa.
Memorias da Sociedade Broteriana, Coïmbra.
Memorias e estudos. Museu Zool. Univ., Coïmbra.
Publicacoes Culturals Companhia de Diamantes des Angola, Lisboa.
Station Biologie Maritime, Lisboa (Travaux).
Trabalhos da Missad Zool. da Guiné, Lisboa.
Trabalhos da Miss. Zool. da Moçambique, Lisboa.

SUÈDE

Acta Limnologica, Lund.
Arkiv för Zoologi, Stockholm.
Förhandlingar Kungl. Fisiogr. Sällsk., Lund.
Furth. Zool. Res. Swed. Antarct. Exp., Stockholm.
Handlinger (série B). Göteborgs Kungl. Ver. Vitt. Samhälle, Göteborg
Zoologiska bidrag, Uppsala.

SUISSE

Bulletin de la Société Entomologique, Berne.
* *Experientia*, Bâle.
Revue Suisse de Zoologie, Genève.
Zoologische Anstalt, Université de Bâle (Travaux).

TCHÉCOSLOVAQUIE

Acta Musei nationalis Pragae — B., Prague.
Folia entomologica, Brno.
Vestník Ceskoslovenske Zoologické Společnosti, Prague.

TURQUIE

Revue Fac. Sc. Univ., Istanbul.

URUGUAY

Publicaciones científicas, Servicio Ocean. y Pesca, Montevideo.

U.S.A.

Allan Hancock Pacific Exp. Reports, Los Angeles.
American Museum, New-York.
* *American Naturalist*, Lancaster.
* *Biological Abstracts*, Philadelphia.
Biological Bulletin, Woods Hole.
Bulletin Marine Zool. Ocean. Museum Comparat. Zool., Cambridge, Mass.
Bulletin American Museum Nat. Hist., New-York.

- Bulletin Serological Museum*, New-Jersey.
Bulletin U.S. Nat. Museum, Washington.
California Fish Game, San-Francisco.
Collected reprints, Woods Hole.
Collected reprints. U.S. Fishery Laborat., Beaufort.
Contribution Biol. Lab. Princeton Univ., Princeton.
Contribution Scripps Institution Oceanography, University of California,
La Jolla.
Cornell University Agric. exp. Stat. (Bull. et Mem.), Ithaca, New-York.
* *Ecology*, Brooklyn.
Fish. Bulletin, Division of Fish and Game, San-Francisco.
Investigations of Indiana Lakes and Streams, Bloomington.
* *Journal of Cellular and Comparative Physiology*, Philadelphie.
* *Journal of Experimental Zoology*, Philadelphie.
* *Journal of Marine Research*, New-Haven.
* *Journal of Morphology*, Philadelphie.
Laboratory of the Biological Survey of the Mount Desert, Bar Harbor
(Travaux).
Occasional papers. Marine Laboratory Museum, Baton-Rouge.
Proceeding U.S. Nat. Museum, Washington.
Publications Univ. California Los Angelès Biol. Sc., Los Angelès.
Smithsonian Report, Washington.
Smithsonian Miscellaneous Collection, Washington.

VÉNÉZUELA

- Memorias Soc. Cienc. Nat.*, La Salle, Caracas.
Novedades Soc. Cienc. Nat., La Salle, Caracas.

YUGOSLAVIE

- Acta Adriatica*, Split.
Bulletin de l'Académie. Sciences Naturelles, Belgrade.

c) *Fichier faunistique et collections.* — Le fichier faunistique, commencé en 1949, s'est rapidement accru. Nous ne reviendrons pas ici sur cette réalisation, qui a fait l'objet d'une information détaillée (1). Ce fichier va de pair avec la révision et l'accroissement des collections.

Depuis la publication de cette note, MM. IABLOKOFF et MOUCHEZ ont bien voulu revoir la collection des Elaterides du Laboratoire.

(1) G. PETIT, CI. DELAMARE DEBOUTTEVILLE, P. BOUGIS. — *Vie et Milieu*, N° 3, 1950, p. 356-360.

D'autre part, M. H. TERRY a amorcé la constitution d'une collection d'oiseaux naturalisés. Diverses parties de la région des Albères et du Roussillon, présentant leurs caractères écologiques propres, ont été prospectées dans ce but : ravin de Pouade, Pic Néoulous, Vallée de la Massane, Canigou, abords des étangs du Canet et de Salses...

La collection comporte, d'ores et déjà, plus de 600 spécimens. L'étiquetage, très étudié, fournit, pour chaque individu, de nombreux renseignements : localité, date de capture, fréquence, mensurations, données écologiques. Les parasites externes et internes ont été systématiquement récoltés. En outre, MM. PAULIAN et DE LIEFFIAC ont remis, au Laboratoire, d'intéressants spécimens provenant de leurs captures.

d) *Envois de collections aux Etablissements d'Enseignement.* — Comme je l'indiquais dans mon rapport de l'an dernier, le service des envois a été organisé sur des bases nouvelles. Un « colis standard » destiné plus particulièrement aux collections des Lycées a été réalisé. Il contient un ou plusieurs représentant des groupes suivants : Eponges, Coelentérés, Echinodermes, Vers polychètes, Bryozoaires, Mollusques, Céphalopodes, Crustacés, Amphioxus, Tuniciers, Poissons (formes ne se trouvant pas sur les marchés).

Au total une centaine d'envois ont été assurés (colis standard et demandes spéciales) au cours de l'année 1950.

e) *Exposés.* — Certains chercheurs présents au Laboratoire Arago, ont fait, en Novembre et Décembre, des exposés sur leurs travaux, devant leurs collègues :

E. ANGELIER. — Composition et écologie des peuplements psammiques.

P. BOUGIS. — Croissance des Rougets méditerranéens.

IABLOKOFF. — Mesures du microclimat en écologie.

J. THÉODORIDÈS. — Parasitologie comparée des Coléoptères de la région de Banyuls.

f) *Matériel de recherches.* — Toutes les acquisitions prévues ont été réalisées : optique, photo-colorimètre, appareil de Warburg.

L'équipement photographique a été complété par l'achat d'un dispositif pour micro-photo et microfilms. Le stock de verrerie a été reconstitué.

III. — CE QUI N'A PU ÊTRE RÉALISÉ EN 1950

Il s'agit des bâtiments. Aucun des projets ayant fait, depuis trois ans, l'objet de devis successifs, ayant même donné lieu à des marchés, n'a reçu un commencement d'exécution ; il ne s'agit pas seulement de l'agrandissement du Laboratoire, mais de la restauration pure et simple des façades, de l'entrée, du belvédère.

Ainsi, ce que nous appelions, à ce sujet, dans notre rapport de 1949, « l'essentiel de nos préoccupations », demeure, avec une acuité plus grande (1).

Nous avons dû encore nous ingénier à trouver de la place pour des stalles et des chambres. Sur les crédits de fonctionnement du Laboratoire, trois stalles ont été aménagées, deux pièces construites sur la « terrasse », pour dégager la Bibliothèque et libérer une chambre. Le jeu des contorsions a cependant pris fin pour nous. Il reste à espérer qu'un nouveau plan de réaménagement établi fin 1950 verra le jour en 1951.

IV. — LES PROJETS

La présence, dans le courant de 1951, d'un bateau appartenant au Laboratoire Arago, va déterminer une extension et en même temps une orientation nouvelle des recherches dans le domaine marin.

Un programme, actuellement à l'étude, et destiné à être réalisé à l'occasion de courtes sorties et au cours d'une croisière de plusieurs jours, fera une large part aux questions d'Océanographie physique.

A l'occasion de l'arrivée du « Professeur Lacaze-Duthiers », à Banyuls, nous avons prévu, avec l'approbation et l'aide de M. le Doyen CHATELET, l'organisation, au Laboratoire, de « Journées d'Etudes méditerranéennes », au cours desquelles divers problèmes d'Océanographie physique et biologique, mis par nous à l'ordre du jour, seront traités d'une manière pratique. A cette occasion, nous espérons voir s'élaborer en commun, un plan progressif de recherches à effectuer par le nouveau bateau du Laboratoire.

Ces Journées d'études feront suite à la manifestation offi-

(1) G. PETIT. — Rapport sur le fonctionnement du Laboratoire Arago en 1949. — *Vie et Milieu*, N° 1, 1950, p. 102-112 (passage cité, p. 104-105).

cielle qui doit correspondre à l'arrivée du « Lacaze-Duthiers ». Il se trouve que l'année 1951 est celle du cinquantenaire de la mort du fondateur du Laboratoire.

D'autre part, le stage d'été organisé pour les étudiants devra être conçu d'une manière différente des années précédentes.

Les sorties en mer y prendront une place essentielle. Nous demanderons aux étudiants un plus grand effort personnel et une manière de collaboration pour le triage du matériel et la mise en ordre des données scientifiques recueillies.

V. — TRAVAUX PRATIQUES ET ENSEIGNEMENT

Six stages ont eu lieu au Laboratoire Arago en 1950. Le stage de Pâques a été suivi par 35 étudiants. Dans le même temps, trois étudiants de la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand, travaillaient sous la direction du Professeur HOVASSE et de M. DE PUYTORAC, assistant.

M. le Professeur VANDEL, M. BONNET, chef de Travaux, MM. TABERLY et LABAT, assistants, ont conduit, en Mai, les étudiants du Laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Toulouse (au total 12 participants).

Quatre élèves (entomologistes coloniaux) ont séjourné au Laboratoire sous la direction de M. LEPOINTE, chargé de recherches de l'O.R.S.O.M.

Le stage d'été (18 Juillet-15 Août) a été suivi par 32 étudiants : 16 français, 2 anglais, 6 belges, 7 hollandais, 1 suisse.

En Août-Septembre, le Professeur W. v. BUDDENBROCK a dirigé un stage pour les étudiants de l'Université de Mayence. Il réunissait 21 personnes.

En Septembre, M. le Professeur PORTMANN, reprenant une tradition interrompue depuis les années de guerre, dirigeait, au Laboratoire Arago, un stage pour les étudiants de l'Université de Bâle, avec la participation du Professeur GEIGER HUBER, de l'Institut de Botanique, du Docteur NUESCH, du Docteur HUBER.

26 personnes ont pris part à cette session.

Nous devons signaler, en marge du stage, la présence de M. E. SCHULTNESS, qui a réuni une documentation photographique en couleurs, sur la faune marine. M^{lle} SEGRIST, qui partici-

pait à l'excursion des Naturalistes de Bâle, s'est attachée à recueillir des documents photographiques sur la région des Albères et le Roussillon.

En dehors des stages, 3 étudiants français sont venus travailler au Laboratoire Arago, pour leur compte personnel.

En définitive, 133 étudiants, français et étrangers, ont fréquenté le Laboratoire Arago durant l'année 1950, contre 88 en 1949.

★★

J'ajoute qu'une équipe de jeunes cinéastes a séjourné en Septembre, pour tourner, à l'Aquarium, un film sur la vie des animaux marins. Ce sont MM. Guy JORRÉ, metteur en scène, Ch. BAYLE, assistant, J. LESSERTISSEUR, conseiller scientifique, René MATHÉLIN, chef opérateur et G. SANDOZ, assistant opérateur.

VI. — CHERCHEURS

Le nombre des chercheurs français et étrangers ayant travaillé, en 1950, au Laboratoire, est également en progression. Il s'élève à 92, y compris les chercheurs permanents, contre 80 en 1949.

Le personnel scientifique, dépendant de la Faculté des Sciences de Paris, n'est pas compris dans ce total.

Dans la liste ci-dessous, les chercheurs sont groupés par discipline avec l'indication des sujets étudiés par eux.

BACTÉRIOLOGIE

M^{me} GUÉLIN, Assistante, Institut Pasteur, Paris : Bactériophage des eaux.
D^r SÉNEZ (J.), Marseille : Flore bactérienne de l'Etang du Canet. Deux séjours).

BIOLOGIE

M^{me} BUSER (J.). — Régénération osseuse chez les Poissons Téléostéens. (Deux séjours).
HUVÉ, Professeur de Lycée, Paris : Etude du peuplement de surfaces immergées. (Deux séjours).

- M^{me} HUVÉ, Professeur de Lycée, Paris : Etude du peuplement de surfaces immergées. (Deux séjours).
- JOLY (P.), Maître de Conférences, Faculté des Sciences, Strasbourg : Développement d'Acridiens.
- LEGRAND (H.), Attachée de Recherches (C.N.R.S.), Paris : Régénération chez les *Talitridae*.
- LE MASNE (G.), Chef de Travaux, Faculté des Sciences, Paris : Biologie des Fourmis. (Deux séjours).
- D^r MENON (M.-D.), Fisheries Research Officer (Marine), Madras : Croissance et maturité sexuelle des Poissons.
- M^{lle} OLIVEREAU (M.), Attachée de Recherches (C.N.R.S.), Paris : Antithyroïdiens et thyrotrope chez les Téléostéens et les Sélaciens.
- RICHARD (G.), Chef de Travaux, P.C.B., Paris : Comportement (Tropismes) des Termites et des Fourmilions.

BOTANIQUE

- M^{lle} ABELARD (Ch.), C.N.R.S., Paris : Algues marines.
- ALEEM (A.-A.), Maître de Conférences, Université d'Alexandrie : Phycomycètes marins parasites de Diatomées et d'Algues. — Ecologie des Diatomées.
- CHADEFAUD (M.), Professeur, Paris : Algues marines.
- M^{lle} DE FERRÉ (Yv.), Chef de Travaux, Faculté des Sciences, Toulouse : Flore et végétation terrestres.
- D^r EHRENDORFER (Fr.), Institut botanique, Université de Vienne : Végétation des environs de Banyuls. — Etude sur les *Galium* sect. *Leptogaliurni*.
- FELDMANN (J.), Maître de Conférences, Faculté des Sciences, Paris : Algues marines.
- M^{me} FELDMANN (J.), Paris : Algues marines.
- GAUSSEN (H.), Professeur, Faculté des Sciences, Toulouse : Flore et végétation terrestres.
- GEIGER-HUBER (M.), Professeur, Institut botanique, Université de Bâle : Algues littorales. — Flore des Albères.
- HUBER (M.), Institut botanique, Bâle : Algues. Phanérogames.
- HUMBERT (H.), Professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris : Flore et végétation terrestres.
- M^{me} LEMOINE. — Algues calcaires : Corallinacées.
- M^{lle} MACÉ, Professeur de Lycée, Avignon : Lichens.
- MESLIN (R.), Chef des Travaux pratiques, Faculté des Sciences, Caen : Algues marines.
- SCHOTTER (G.), Assistant, Faculté des Sciences, Alger : Algues marines.

BIOCHIMIE

- HOLGER HYDEN, Professeur, Faculté de Médecine, Göteborg. — Prélèvement de systèmes nerveux d'animaux marins pour étude de la composition chimique et du métabolisme des acides nucléiques par les rayons X et ultra-violets.
- LELOUP (J.), Assistant, Muséum, Paris. — Biochimie de la fonction thyroïdienne chez les Poissons.
- MARTIN (H.), Attaché de Recherches (C.N.R.S.), Paris. — Etude des pigments d'animaux marins (Comatule, *Echinaster*, Aplysie).
- M^{lle} MUGARD (H.-M.), Assistante, P.C.B., Paris. — Rôle de la phosphatase au cours de la formation des spicules chez *Paracentrotus lividus*.

ECOLOGIE

- ANGELIER (E.), Attaché de Recherches, C.N.R.S., Paris : Faune phréatique des Pyrénées. Etude systématique et écologique.
- TEN BERGE, Université Utrecht : Ecologie des Insectes des Garrigues.
- IABLOKOFF (Kh.-A.), Paris : Ecologie des xylophages de la région de Banyuls.
- KRAMER (K.-U.), Université d'Utrecht : Ecologie des Insectes des Garrigues.
- KÜHNELT (W.), Professeur, Institut de Zoologie, Vienne : Ecologie de la microfaune du sol.
- LEGENDRE (R.), Chef de Travaux, Université de la Sarre : Isopodes. — Microfaune des Lichens.
- LESSE (H. de), Attaché de Recherches, C.N.R.S., Paris : Triage et étude du matériel de microfaune terrestre collecté au Groenland.
- RIEDL (R.), Faculté des Sciences, Vienne : Ecologie des Turbellariés.
- SCHACHTER (D.), Attachée de Recherches (C.N.R.S.) : Faune des eaux saumâtres du Roussillon.
- D^r VAN HEERDT (P.-F.), Assistant Faculté Sciences, Utrecht : Ecologie des Insectes des Garrigues.

HISTOLOGIE. — CYTOLOGIE

- M^{me} HOFFMANN (M.), Aide-Technique (C.N.R.S.), Paris : Histologie du rein

- LE CALVEZ (J.), Professeur Faculté des Sciences, Rennes : Caryologie de divers Invertébrés.
- M^{lle} NEUGNOT (D.), Assistante, Faculté des Sciences, Dijon : Cytologie des Cyanophycées.
- M^{lle} WIRZ (Kath.), D^r ès Sciences, Bâle : Système nerveux des Opisthobranches. (Séjour depuis Février 1950).
- TANIS (J.). — Coupes histologiques de Syncarides et Copépodes parasites. Préparations d'Enseignement pour le Laboratoire.

PHYSIOLOGIE

- D^r BARON (J.-B.), Chef de Clinique Ophthalmologique, Faculté de Médecine, Paris : Musculature extrinsèque des yeux de Poissons. — Vision et équilibre chez les Poissons. pH de la rétine. Mesures de réfraction. (Deux séjours).
- M^{lle} DEROUET (L.), Stagiaire de Recherches, C.N.R.S. : Physiologie respiratoire des Sphaeromes.
- M^{lle} GILCHRIST (B.), Assistante à l'Université de Londres : Physiologie d'*Artemia salina*.
- MAETZ (J.), Assistant à l'E.N.S., Saint-Cloud : Rôle de la pseudobranchie des Téléostéens.
- MISLIN (J.), Professeur, Université de Mayence et de Bâle : Physiologie comparée des Céphalopodes.
- PATAY, Professeur, Physiologie, Ecole de Médecine, Rennes : Système nerveux des Céphalopodes et des Poissons.
- M^{lle} RIESTERER (L.), Bâle : Physiologie comparée des Céphalopodes.
- M^{lle} VERRIER (M.-L.), Directeur-Adjoint, Ecole des Hautes-Etudes, Paris : Réfraction d'yeux de Poissons.
- MISS WALSHE (Barbara, M.), Lecturer in Zoology, Bedford College, Londres : Comportement et Physiologie respiratoire des *Corophium*.

PARASITOLOGIE

- M^{me} CAMPANA-ROUGET, Institut de Parasitologie, Faculté de Médecine, Paris (deux séjours) : Nématodes parasites de Vertébrés.
- D^r CHABAUD (A.), Chargé de cours de Parasitologie, Faculté de Médecine, Paris : Nématodes parasites de Vertébrés : Morphologie et cycles évolutifs.

ZOOLOGIE. — SYSTÉMATIQUE

- BERNARD (Fr.), Professeur, Faculté des Sciences, Alger : Fourmis des Albères.

- BONNET (P.), Chef de Travaux, Faculté des Sciences, Toulouse : Arachnides. Bibliographie.
- D^r BIRKENMEIER, Vienne : Reptiles et Amphibiens.
- VON BUDDENBROCK (W.), Professeur, Université Mayence : Lépidoptères.
- CANTACUZÈNE (Alex.), Maître de Recherches, C.N.R.S., Paris : Faune marine. Hydraires.
- D^r CAUCHOIS. — Entomologie : Carabiques et Psélaphides.
- CHAPPUIS (P.-A.), Sous-Directeur du Laboratoire souterrain de Moulis (C.N.R.S.) : Etude des Crustacés phréatiques. Parasellides. — Bibliographie.
- DELABIE (J.-J.), Paris : Faune entomologique du littoral des étangs méditerranéens.
- DELMAS (R.), Professeur, Ecole Nationale d'Agriculture, Montpellier. — Bibliographie entomologique.
- DEWAILLY (Ph.), Docteur-Vétérinaire, Attaché au Muséum, Paris : Coléoptères des Pyrénées-Orientales.
- ECHALIER (Guy), Assistant, Faculté des Sciences, Paris : Faune marine. Bryozoaires.
- FAGE (L.), Membre de l'Institut, Professeur au Muséum National Histoire Naturelles, Paris : Recherches sur les Cumacés.
- FOURÈS (H.), Toulouse : Coléoptères cavernicoles.
- GUSTAFSON (G.), Directeur Station Zoologique, Kristineberg, Suède : Solenogastrides.
- HAMON (J.), Entomologiste médical de l'O.R.S.O.M., Paris : Faune entomologique de la région des Albères.
- HOVASSE (R.), Professeur, Faculté des Sciences, Clermont-Ferrand : Recherches sur le plancton. — Protistes de l'étang du Canet. (Deux séjours).
- D^r KIPP (Petrus, J.), Chef de Travaux, Laboratoire biologique, Université d'Utrecht : Faune marine de Banyuls.
- LEPOINTE (J.), Chargé de Recherches de l'O.R.S.O.M., Paris : Faune entomologique de la région des Albères.
- LIFFIAC (G. de), Paris : Avifaune des Pyrénées-Orientales.
- DE MALLMAN (J.-R.), Entomologiste agricole, Paris : Thysanoptères des Pyrénées-Orientales.
- MARS (P.), Directeur p.i., Muséum, Marseille : Malacologie des étangs de Canet et de Salses.
- MOUCHET (J.), Paris. — Coléoptères (deux séjours).

- NEEFS (Yv.), Professeur de Lycée, Paris : Faune marine de Banyuls. Biométrie des Idothées.
- NUESCH (A.), Chef de Travaux, Université de Bâle : Faune marine de Banyuls.
- NYHOLM (K.-G.), Professeur, Zoologiske Institutionen, Uppsala. : Protozoaires. — Kinorhynques.
- OVERLAET (F.-G.), Conservateur du Musée de la Société Royale de Zoologie, Anvers : Entomologie.
- M^{me} PAULIAN (P.), Agrégée de l'Université : Avifaune des Pyrénées-Orientales.
- PAULIAN (P.), Paris : Avifaune des Pyrénées-Orientales.
- PAULUS (M.), Conservateur du Parc Zoologique, Marseille : Malacologie marine (deux séjours).
- PÉRÈS (J.-M.), Directeur de la Station Marine d'Endoume, Marseille : Polychètes et Ascidies.
- PORTMANN (A.), Professeur, Université de Bâle : Faune marine de Banyuls.
- PUYTORAC (de), Assistant, Faculté Sciences, Clermont-Ferrand (deux séjours) : Astomes. — Etude de l'*Anoplophrya filum*.
- SOURIE (R.), Professeur de Lycée, Dakar : Invertébrés de la zone littorale.
- SOYER (B.), Professeur Agrégé, Lycée Thiers, Marseille : Arachnides.
- VANDEL (A.), Professeur, Faculté des Sciences de Toulouse : Direction du stage des étudiants du Laboratoire de Zoologie (Toulouse).

GÉOLOGIE

- FURON (R.), Sous-Directeur de Laboratoire au Muséum, Paris : Géologie de la région des Albères.
- JAUZEIN (A.), Elève de l'École Normale Supérieure, Paris : Carte géologique de la région.

CHERCHEURS PERMANENTS :

- WINTREBERT (P.), Professeur Honoraire de la Faculté des Sciences de Paris, Membre de l'Institut.
- THÉODORIDÈS (J.), Attaché de Recherches, C.N.R.S. : Parasitologie des Insectes et plus spécialement des Coléoptères. — Entomologie médicale. — Faune des Albères.
- TERRY (H.). — Vertébrés des Albères. Faunistique et écologie.

VII. — VISITEURS

En Février 1950, le Laboratoire Arago a été honoré de la visite de M. DONZELOT, Directeur général de l'Enseignement Su-

périeur ; il était accompagné de M. GUILLON, Recteur de l'Académie de Montpellier et de M. MAUREILLE, Inspecteur d'Académie.

M. le Directeur DONZELOT, qui a constaté l'état du bâtiment et a pu se rendre compte des difficultés auxquelles un Laboratoire en extension doit faire face, a bien voulu assurer le Directeur de son bienveillant appui.

M. DE BACKER, Dr. Sc., Chef du Service de Bioclimatologie à l'Institut Royal de météorologie de Belgique, a séjourné au Laboratoire Arago, au cours d'un voyage d'études dans la région de Banyuls. M. KORRINGA, du Service des Pêches des Pays-Bas, accompagné de MM. LAMBERT et LADOUCE, de l'Office Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, ont travaillé quelques heures au Laboratoire, au cours d'une enquête sur la présence du *Mytilicola intestinalis* dans les Moules de la région.

En outre, comme l'an dernier, le Laboratoire a pu accueillir un grand nombre de visiteurs de passage à Banyuls, parmi lesquels des savants français et étrangers. Nous citerons :

L. BERLAND, Sous-Directeur au Muséum, Paris ; Dr. D. BROUK, Chairman National Research Council, Président de la John Hopkins University, Washington ; M^{lle} E. BRUNOLD, étudiante à l'Institut Zoologique de Zurich ; M. CONDÉ, Chef de Travaux à la Faculté des Sciences de Nancy ; M^{lle} COMAS-CAMPS, Professeur de Sciences Naturelles ; M. E. ECKEMBERGER, Directeur du Film éducatif, Bâle ; Dr. G. FLEURY, Membre correspondant de l'Académie de Pharmacie ; M. GAUTHIER, Chef de Travaux de Géologie à la Faculté des Sciences de Lyon ; Dr. A. GERBER, de Bâle, accompagné de 20 professeurs de l'Enseignement secondaire ; Dr. E. GUYÉNOT, correspondant de l'Institut de France, Professeur à l'Université de Genève ; L. HERTZOG, Professeur de Sciences Naturelles ; Dr. Louis N. KATZ, Directeur des Recherches cardio-vasculaires, Michel Reese Hospital, Chicago ; M. W. KRETZER, éditeur, Thun, Suisse ; M. LAZERCHE, Inspecteur général de l'Enseignement secondaire ; Ivar LIDHOLM, Agronome (Suède) ; Dr. Ardie LUBIN, Statisticien, Nandaly Hôpital, Londres ; J. Ch. MORINAUD, ancien élève de l'Université de Montréal ; M^{lle} E. OPRECHT, étudiante à l'Institut Zoologique de Zurich ; MM. ORCEL, Professeur au Muséum National d'Histoire

Naturelle; ORIA, Professeur agrégé au Lycée de Versailles; PIANET, Ingénieur des Mines (A.E.F.); Dr. J.-A. WILLINGE PRINS, Amsterdam; M^{lle} Maj-Brit SANDSTRÖM, Architecte des Bâtiments Universitaires, Stockholm; Dr. SCHUTZENBERGER, chargé de recherches à l'Institut National d'Hygiène; Dr. TOWNSEND, Bibliothécaire du British Museum (Natural History); M^{lle} S. Van Den DRIESSCHE, Docteur ès Sciences chimiques, Bruxelles; J. VIRET, Professeur à la Faculté des Sciences, Directeur du Muséum d'Histoire Naturelle, Lyon; Dr. R. von WARTBURG, Lucerne; M. WUYTS, Chimiste, Bruxelles.

VII. — RECHERCHES COLLECTIVES

Les recherches collectives, dans les domaines signalés dans mon rapport de 1949, ont été poursuivies. En liaison avec les investigations écologiques entreprises sur les étangs du Roussillon, M. le Professeur HOVASSE (Clermont-Ferrand) a commencé l'étude des Protistes de l'étang du Canet, M. le Professeur LE CALVEZ et M^{me} LE CALVEZ (Rennes) l'étude des Foraminifères des étangs de Canet et de Salses, le Dr. ALEEM (Université d'Alexandrie) a amorcé des recherches écologiques sur les Diatomées de ces mêmes étangs.

D'autre part, nous avons inauguré, à l'occasion du stage d'été, la participation des étudiants, groupés en équipes, à une étude sur le trottoir d'Algues calcaires. Le détail et le résultat de cette entreprise seront publiés dans « Vie et Milieu ».

VIII. — AQUARIUM

Comme il avait été prévu, la réfection totale de ce qui restait de l'ancienne disposition de l'Aquarium a été réalisée. 6 bacs de 2 m³ 016 et deux bacs jumelés totalisant 5 m³ 328 ont été construits. Leur décoration a été réalisée par M. LANDOIS, Décorateur des Aquariums du Trocadéro et du Musée de la France d'Outre-Mer (Paris).

Sous les auspices de l'*Association des Amis de l'Aquarium du Laboratoire Arago*, deux conférences publiques ont eu lieu : M. TERRY : Mœurs nuptiales des Poissons; M. DE LESSE : Un Naturaliste au Groenland (Mission Paul-Emile VICTOR).

STATION ZOOLOGIQUE DE VILLEFRANCHE-SUR-MER

Par lettre du 6 Juillet 1950, M. le Recteur J. SARRAILH, Recteur de l'Académie de Paris, voulait bien me confirmer que le Directeur du Laboratoire Arago demeurait, comme par le passé, chargé de la Direction de la Station Zoologique de Villefranche-sur-Mer.

Une telle mesure qui avait été prise à une époque où les facilités et les rapidités de communication étaient moindres qu'aujourd'hui, offre une utilité et un intérêt certains. Elle contribue à joindre les efforts pour le développement de deux Laboratoires méditerranéens et à établir une coordination dans les recherches à entreprendre. Malgré les crédits restreints dont elle dispose, un personnel réduit au strict minimum (sur place : le Sous-Directeur, M. TRÉGUBOFF, Maître de recherches au C.N. R.S. ; un marin, M. RAIBAUD, mécanicien breveté ; une femme de ménage), la Station de Villefranche maintient son renom et connaît une belle activité scientifique.

Du 1^{er} Novembre 1949 au 1^{er} Novembre 1950 ont eu lieu : le stage des élèves océanographes de l'Office de la Recherche Scientifique de la France d'Outre-Mer, stage comportant 25 leçons sur le plancton méditerranéen accompagnées de travaux pratiques ; le stage de Pâques, suivi par des étudiants parisiens avec un contingent d'élèves de l'Ecole Normale Supérieure ; le stage des étudiants de Zoologie de l'Université de Bâle, conduits par M. le Professeur PORTMANN.

Au total 57 étudiants ont bénéficié de l'Enseignement donné à la Station.

Dans la même période, le nombre de chercheurs français et étrangers s'est élevé à 16. En voici la liste avec l'indication des recherches entreprises par eux :

MM. ANGELIER (C.). — Hydracariens marins.

ANGELIER (E.). — Etude de la Faune phréatique.

BOURCART (J.). — Etude des sédiments de la rade de Villefranche.

BRACHET (J.). — Etudes cytochimiques et régénération chez *Acetabularia*.

CACHON (J.). — Histologie des Siphonophores.

Dr. FOUQUES. — Glandes pyloriques des Salpes.

GASTAUD (M.). — Histophysiologie et Histochimie du système musculaire chez les Poissons.

GAUTIER (Y.). — Etude des Bryozoaires des fonds coralligènes.

GHIRARDELLI (E.). — Etude systématique et cytologique des Chaetognathes de Villefranche.

M^{me} GUÉLIN (A.). — Bactériophage de l'eau de mer.

M. GUIRLAIN (R.). — Etude des organes de Cuvier des Holothuries. Pontes des *Aplysiadae*.

M^{lle} LALOU (C.). — Etude des Sédiments de la rade de Villefranche.

MM. PICARD (G.). — Hydraires. Polypes et Méduses de la rade de Villefranche.

ROSE (R.). — Copépodes.

TOTTON (A.). — Morphologie et physiologie des Siphonophores. Larves des *Diphyidae*.

M^{lle} WIRZ (K.). — Système nerveux des Opisthobranches.

Un substantiel volume des « Travaux de la Station Zoologique de Villefranche » (douze articles) a paru en 1951 (Fasc. 10, 1950). Grâce à ces recueils, la Bibliothèque de la Station peut entretenir d'importants échanges.

Un programme de renouvellement ou d'acquisition de matériel, depuis la literie jusqu'à l'optique, a été présenté et nous espérons pouvoir enregistrer, en 1951, un début de réalisation.

C'est à dessein que je passe sous silence les divers problèmes, d'ordre extra-scientifique, devant lesquels se trouve actuellement placée la Station de Villefranche.

Ce que nous pouvons dire c'est qu'on doit envisager l'extension des Laboratoires et des logements et qu'on ne peut souscrire, par contre, à des propositions de cession de bâtiments.

La Station Zoologique de Villefranche est le type représen-

tatif d'une station spécialisée et sa situation sur le rivage d'une baie où la faune pélagique se rencontre exceptionnellement abondante et variée, l'a tout naturellement spécialisée dans l'étude du plancton. A moins de 10 minutes de la Station, on pêche par des fonds variant entre 500 et 800 mètres.

De telles possibilités, auxquelles vient s'ajouter l'inestimable documentation réunie par M. TRÉGOUBOFF, ont fait de Villefranche ce que C. VOGT souhaitait déjà en 1846 : un centre inégalable pour les études planctoniques.

Maintenir fermement la Station dans la voie qu'elle s'est tracée, augmenter ses possibilités de travail et d'hébergement, tel est, sans conteste, le vœu de tous les Biologistes.

Banyuls-sur-Mer, Janvier 1951.

G. PETIT.

L., qui se trouvait fixé sur la carapace. Le *Remora* était lui-même parasité par une *Penella* encore indéterminée.

Rappelons la monographie très complète de H. HELDT, consacrée à la Tortue luth (*Ann. Stat. Oc. Salammbô*, 1933).

L'auteur ne cite, pour les côtes françaises méditerranéennes, que deux captures, celle de la Tortue luth prise à Frontignan (Hérault) et figurée par RONDELET (1588), et une capture faite à Sète (1778). CARUS donne comme localité de capture, Nice, d'après RISSO.

H. HARANT (*Feuille des Naturalistes*, Sept.-Oct. 1949) a récemment signalé la capture d'une Tortue luth au large de Maguelonne, le 17 Août 1949, par des pêcheurs de Palavas. A un an de distance, le rapprochement des dates entre cette capture et celle que nous signalons aujourd'hui, mérite d'être fait.

Nous pouvons ajouter à ces indications très brèves, un exemplaire (venant de Sète?) exposé à Marseille vers 1942 et offert au Muséum de cette ville qui en a assuré la naturalisation.

Un travail italien récent, consacré à *Dermochelys coriacea* (L.), (F. CAPRA, *Ann. Mus. Civico Sc. Nat.*, Genova, LXIII, 1947-1949, p. 270), mentionne de plus nombreuses captures sur les côtes italiennes de la Méditerranée, notamment aux abords de la Sicile et, plus spécialement, dans les parages de Messine où six exemplaires ont été signalées de 1743 à 1948.

Il ne semble pas y avoir de documents certains concernant la présence de *D. coriacea* dans la mer Egée. BUREAU (1890) ne la fait pas figurer dans la Méditerranée orientale sur sa carte de répartition de l'espèce.

En raison de la rareté de *Dermochelys* sur les côtes de France en général toute capture, avec, au minimum, l'indication de la date, des dimensions de l'animal et du sexe, mérite d'être signalée.

G. PETIT.

**

Capture de *Hyalomma excavatum* C.L. Koch (Acar. Ixodidae)
dans la région de Banyuls

Le 27 Novembre 1950, je capturai sous une pierre, près des anciennes cuves à vin de la Madeloc, 2 tiques femelles gorgées qui s'avérèrent être : *Dermacentor marginatus* Sulzer 1776 (= *D. reticulatus* (Fabr. 1794) et *Hyalomma excavatum* C.L.

DOCUMENTS FAUNISTIQUES ET ÉCOLOGIQUES

Capture d'une Tortue luth à La Nouvelle (Aude)

Le 9 Septembre 1950, le patron pêcheur Et. ROSSIÉ, des Cabanes de Fleury (Aude), voulait bien signaler, par téléphone, au Laboratoire Arago, qu'il avait capturé une « Tortue géante », empêtrée dans ses filets à Thons, au large de La Nouvelle.

Le personnel du Laboratoire s'est aussitôt rendu sur les lieux. Il s'agissait d'une Tortue luth, *Dermochelys coriacea* (L.), vivante, qui a été acquise pour l'Aquarium. Elle pesait entre 350 et 400 kilos. Hissée avec peine sur un camion, elle a été, avec plus de difficultés encore, déchargée et traînée dans le bassin central de la salle de l'Aquarium public. Elle a vécu trois jours. La profondeur de l'eau étant insuffisante, l'animal reposait en permanence sur son plastron. Ses inspirations se renouvelaient tout d'abord toutes les deux ou trois minutes, puis, plus fréquemment encore et les mouvements des nageoires pectorales s'effectuaient presque sans répit. La mort paraît être due à un œdème pulmonaire.

La Tortue luth de La Nouvelle mesurait 2 m. 01 de longueur totale. Elle était du sexe femelle. Elle a été autopsiée par le personnel du Laboratoire et M^{me} CAMPANA-ROUGET, naturalisée par M. TERRY, avec l'aide de M. DE LIFFIAC.

Estomac et intestins étaient malheureusement vides. Sept Trématodes, non encore déterminés, ont été recueillis dans l'intestin.

Les ovules, très nombreux, mesuraient seulement 1 ou 2 mm.

Les ovaires étaient donc au repos.

De nombreuses pièces anatomiques ont été conservées.

La nageoire postérieure droite était profondément mutilée et faisait figure de moignon.

Les pêcheurs nous ont remis un Remora (*Echeneis remora*)

Koch 1844 (M^{me} CAMPANA-ROUGET *det.*); la première de ces espèces est commune dans la région de Banyuls (captures personnelles et de TAUFFLIEB).

Sous une autre pierre, au Col de la Baillaurie (416 m.) fut trouvée, le même jour, au voisinage d'un *Buthus occitanus*, une autre femelle gorgée de *H. excavatum* qui s'avéra être un exemplaire gynandromorphe. Ce spécimen a été confié pour étude à M^{me} CAMPANA-ROUGET et présente un certain intérêt, du fait que ce sera la première tique gynandromorphe étudiée vivante; les résultats de cette étude seront publiés ailleurs, mais nous tenions à signaler ici la présence de *H. excavatum* dans la région de Banyuls.

Cette dernière espèce n'est en effet signalée de France que depuis peu de temps : le regretté D^r C. DESPORTES l'avait trouvée en abondance en Camargue en 1947 (cf. BRUMPT, Précis de Parasitologie, 1949, p. 1.100) où nous l'avions reprise, M^{me} CAMPANA, le D^r CHABAUD et moi en Septembre 1948, lors d'une excursion organisée par le Prof. G. PETIT.

Le D^r COLAS-BELCOUR (Institut Pasteur, Paris) qui a bien voulu vérifier un des exemplaires m'a précisé la répartition de cette espèce qui se rencontre en Europe dans le Bassin méditerranéen, en Asie, en Afrique et aux Canaries; les hôtes normaux sont des Camélidés, Bovidés et Equidés.

Cette espèce sera sûrement retrouvée dans d'autres localités du Midi de la France.

J. THÉODORIDÈS.

**

Penetretus rufipennis Dej. — A la suite de la Note de THÉODORIDÈS, je tiens à signaler que j'ai trouvé cette espèce relativement abondante sous des pierres, en bordure de la Baillaurie en Mars 1945, à quelques centaines de mètres en amont du vieux Banyuls.

R. PAULIAN.

**

Ancyrophorus aureus Fauvel. — Cette espèce cavernicole, connue de diverses grottes du Sud de la France et d'Espagne, a été récoltée dans la grotte de Pouade. Elle est nouvelle pour cette grotte et pour les Pyrénées-Orientales. L'exemplaire a été aimablement déterminé par M. JARRIGE.

C. DELAMARE DEBOUTTEVILLE.

TRAVAUX DU LABORATOIRE

BARON (J.) 1950. — Relations entre les muscles moteurs oculaires, les nageoires et l'équilibre des Poissons. *C.R. Acad. Sc.* 231, 20, pp. 1.087-88.

Après section asymétrique des nageoires chez les Poissons, associée à une énucléation bilatérale, on obtient des troubles de l'équilibre. Il semble qu'il existe un antagonisme compensateur entre les mouvements des nageoires et ceux des globes oculaires d'où résulterait l'équilibre. Expériences faites à Banyuls sur les Muges, Sargues, *Chromis* et *Serranus*.

DELAMARE DEBOUTTEVILLE (Cl.) 1950. — Contribution à l'étude biologique de la Camargue. Collemboles nouveaux du sol des Bois de Rièges. *Bull. Mus. H.N. Marseille*, VIII, 4, pp. 177-182, 11 figs.

Subisotoma Petiti n.sp. est apparenté à *S. angularis* (Axels) de Roscoff et des régions nordiques de l'Europe. *Isotomina pontica* Stach. est une espèce qui n'était connue que du Caucase.

Ces deux espèces sont caractéristiques du sol des Bois de *Juniperus phoenicea*.

DELAMARE DEBOUTTEVILLE (Cl.) 1951. — Sur la Biologie des *Chondracanthidae* (Crustacés Copépodes). *C.R. Acad. Sc. Paris*, 232, 1, pp. 117-119, 1 fig.

Cette Note envisage les relations biologiques qui unissent les trois sous-familles de *Chondracanthidae* : les *Pharodinae* Illg, les *Chondracanthinae* M.E. et les *Lernentominae* Leigh-Sharpe et Oakley. La sous-famille des *Pharodinae*, abondante à Banyuls, n'était connue avec certitude que du Golfe du Mexique et de la Nouvelle Guinée, ses espèces méditerranéennes ayant été mal interprétées jusqu'à ce jour.

Les *Pharodinae* constituent la sous-famille la plus primitive des trois et est étroitement alliée à la famille des *Splanchnotrophidae*, parasite de Mollusques (cf. *Vie et Milieu*, T. I, fasc. I).

DOLFFUS (R.-Ph.) et THÉODORIDÈS (J.) 1950. — Mermithidé (*Nematoda*) chez un *Anthaxia quadripunctata* (L. 1758) (Col. *Buprestidae*) d'Europe Centrale. *L'Entomologiste*, VI, 4-5, pp. 96-99, 3 figs.

Les auteurs relatent la découverte de deux de ces Nématodes en insistant sur leur localisation. Ces Helminthes larvaires, malheureusement endommagés, provenant d'un exemplaire de collection sec, ne purent être déterminés exactement, bien que présentant une similitude avec le genre *Hexameris* (existence d'un mucron caudal). Cependant la seule référence très incomplète d'ailleurs, sur un Nématode de Bupreste datant de 1799 cette note représente une contribution à l'étude des parasites de ce groupe de Coléoptères.

FELDMANN-MAZOYER (G.) 1940. — Recherches sur les Céramiacées de la Méditerranée occidentale. 1 vol. 510 p. *Editions Minerva, Alger*.

L'auteur envisage l'étude des Céramiacées sous le triple point de vue de la cytologie, de la morphologie et de la systématique.

Du point de vue cytologique, après avoir établi la nature probablement protéique du contenu des cellules sécrétrices, l'auteur affirme l'absence de brome libre, contrairement à ce qui était admis. Etudiant ensuite la morphologie de l'appareil végétatif et reproducteur, elle décrit successivement le mode de formation des spermatanges et leur groupement sur les spermatangiophores, et le développement du gonimoblaste.

Se basant sur ces résultats, l'auteur propose une nouvelle classification des Céramiacées basée principalement sur la structure du procarpe et le mode de développement du gonimoblaste. Les limites d'un certain nombre de tribus sont modifiées, et trois nouvelles tribus (Lejolisées, Sphondylothamniées, Dohrniellées) sont proposées. Cette étude se termine par la révision systématique des genres, espèces et variétés de Céramiacées de la Méditerranée occidentale.

JOLIVET (P.) et THÉODORIDÈS (J.) 1950. — Découverte d'une nouvelle espèce de *Timarcha* (Col. *Chrysomelidae*) sur la plage de Banyuls-sur-Mer (P.-O.). *Bull. Soc. Ent. Fr.*, LV, 8, pp. 119-120.

Complément d'information sur les localités de *Timarcha theodoridesi* Jolivet décrite dans le fascicule 2 du Tome I de «Vie et Milieu».

JOLIVET (P.) et THÉODORIDÈS (J.) 1950. — Les Helminthes parasites de Coléoptères Chrysomélides. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.* 25, 4, pp. 340-349, 1 fig.

Liste des espèces signalées de 16 Chrysomélides et classées par hôtes ; les parasites sont essentiellement des Nématodes des familles *Mermithidae* et *Anguillulidae* ; accessoirement, un Gordien et des métacercaires d'un Trématode de la famille des *Dicrocoeliidae* ont été trouvés chez des Coléoptères de ce groupe.

Une nouvelle localité (Gualba, Province de Barcelone, Espagne) est donnée du Mermithidé (probablement un *Hexameris*) parasite de *Chrysomela populi* L. et l'extrémité postérieure de cet Helminthe larvaire est figurée.

MISLIN (H.) 1950. — Nachweis einen reflektorischer Regulation des periphoren Kreislaufs bei den Cephalopoden. *Experientia*, VI, 12, pp. 467-468, 1 fig.

Il existe chez les Céphalopodes une régulation réflexe du système veineux périphérique. Les fréquences de la respiration et des veines des membranes interbrachiales sont synchronisées par le ganglion viscéral.

SÉNEZ (J.) 1948. — Etat actuel de la Bactériologie marine (suite et fin). *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille*, VIII, 4, pp. 151-76.

L'auteur dans la suite de sa conférence (cf. *Vie et Milieu*, 1, 2, p. 262) considère successivement : le rôle des bactéries marines dans la décomposition de la matière organique, le cycle de l'azote, du soufre, le rôle géologique des bactéries marines, bactéries marines et pétrole, importance économique des bactéries marines. Conclusions. Une importante bibliographie de 8 pages termine cette note.

THÉODORIDÈS (J.) 1949-50. — Note complémentaire sur l'importance de *Tenebrio molitor* L. en parasitologie humaine et vétérinaire. *Lambillionea* (Bruxelles) 49, 11-12, pp. 125-127 ; 50, 3-4, 1 p.

Cette note complète un travail antérieur de J. LECLERCQ paru dans la même Revue, en mentionnant des espèces de Cestodes et un Nématode ayant ce Coléoptère comme hôte intermédiaire, ainsi qu'un cas de parasitisme accidentel chez l'homme.

THÉODORIDÈS (J.) 1950. — Remarques sur l'allotrophie chez des Carabiques et d'autres Coléoptères. *L'Entomologiste*, VI, 3, pp. 79-83.

A propos d'une observation sur des Carabes accidentellement nécrophages, les autres cas d'allotrophie (ou changement de nourriture) chez des Carabiques sont brièvement rappelés, ainsi que ceux rencontrés dans d'autres groupes de Coléoptères.

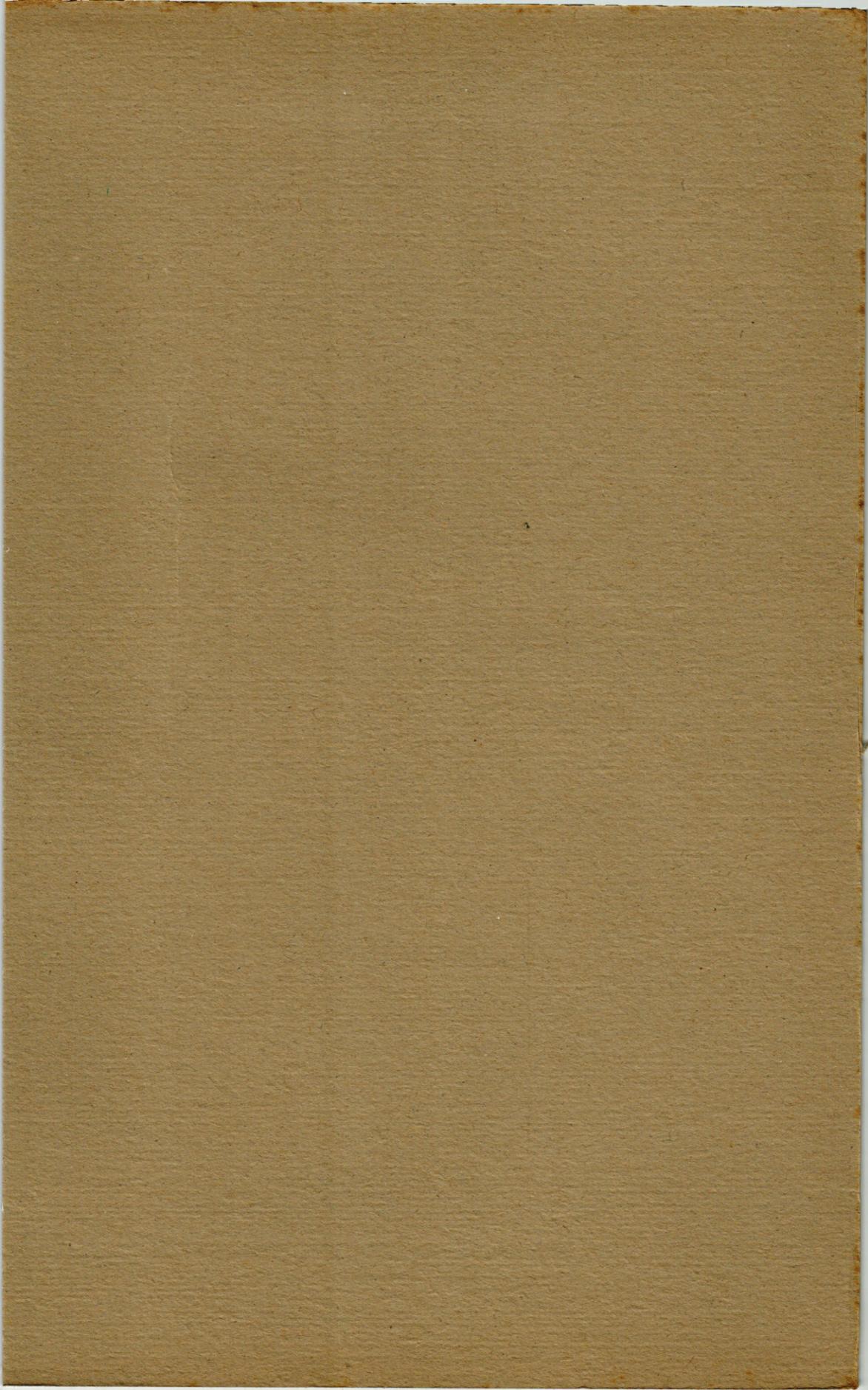
THÉODORIDÈS (J.) 1950. — Présence de larves triongulins de *Meloidë proscarabaeus* L. (Col. *Meloidae*) sur *Oxythyrea funesta* Poda (Col. *Scarabaeidae*). *La Feuille des Naturalistes N.S.* V, 7-8, p. 74.

Capture confirmant des observations de E. RABAUD et M.-L. VERRIER.

ERRATUM

Dans notre note sur les « Phycomycètes marins parasites de Diatomées et d'Algues dans la région de Banyuls-sur-Mer (Pyrénées-Orientales) » (*Vie et Milieu*, 1950, I, 4, pp. 452, 431, 433), les grossissements des figures doivent être réduits de moitié.

A.-A. ALEEM.



Imprimerie DELAUAUD, Saintes (Charente-Maritime)

Dépôt légal : 2^{me} Trimestre 1951 - N° d'édition : 351 - N° d'impression : 105

Gérant : DELAMARE