

VIE ET MILIEU

BULLETIN DU LABORATOIRE ARAGO

SÉRIE C : BIOLOGIE TERRESTRE

VOLUME XXIII

ANNÉE 1972-73

FASCICULE 2 - C

SOMMAIRE

M.-L. de CASABIANCA, A. KIENER & H. HUVE. Biotopes et biocénoses des étangs saumâtres corses : Biguglia, Diana, Urbino, Palo	187
L. BIGOT & P. BODOT. Contribution à l'étude biocoenotique de la garrigue à <i>Quercus coccifera</i> . II. Composition biotique du peuplement des Invertébrés	229
L. BIGOT & P. BODOT. Contribution à l'étude biocoenotique de la garrigue à <i>Quercus coccifera</i> . III. Dynamique de la zoocoenose d'Invertébrés ..	251
Pierre JOLIVET. Le problème des Chironomides (Diptères Nématocères) dans le Languedoc-Roussillon	269
Robert SIBOULET. Morphologie crânienne de <i>Bufo mauritanicus</i> Schlegel 1841	291
Hubert SAINT GIRONS. Le cycle sexuel de <i>Vipera aspis</i> (L.) en montagne ..	309
Claude COMBES & Louis-Philippe KNOEPFFLER. Helminthes parasites de <i>Rana ridibunda</i> Pallas sur les rives iraniennes de la mer Caspienne ..	329
Henri SAEZ. Terrain pulmonaire, survie ou parasitisme fongique : résultats de l'examen de 134 Primates	335
Pierre JOLIVET. Quelques réflexions sur les perspectives actuelles de la lutte biologique contre les Moustiques (Diptera Culicidae)	357
<i>Analyses d'ouvrages</i>	367

MASSON & C^{ie}

120, Bd St-Germain, 75230 PARIS CEDEX 06

Publication bimestrielle

VIE ET MILIEU

BULLETIN DU LABORATOIRE ARAGO

UNIVERSITÉ DE PARIS — BIOLOGIE MARINE

Vie et Milieu paraît par fascicules séparés tous les deux mois. Chaque volume annuel comprenant six fascicules, contient environ 1 200 pages. Les travaux publiés sont répartis en trois séries :

Série A : Biologie marine; Série B : Océanographie; Série C : Biologie terrestre.

Pour chaque toison, deux fascicules sont en principe réservés à chacune des trois séries. La succession des trois séries au cours de l'année peut être sujette à variations d'un tome au suivant. La Rédaction se réserve de modifier la répartition en trois sections suivant l'abondance relative des manuscrits acceptés pour chaque série.

Les manuscrits sont reçus par le Professeur P. DRACH, Directeur de la Publication, ou M. J. SOYER, Secrétaire de Rédaction (Laboratoire Arago, Banyuls-sur-Mer, 66, France). Ils ne seront acceptés définitivement qu'après avoir été soumis au Comité de Rédaction spécialisé.

Membres des Comités de Rédaction

Série A : Biologie marine

B. BATTAGLIA (Padoue, Italie), C. BOCQUET (Paris, France), J. FELDMANN (Paris, France), J. FOREST (Paris, France), M. GABE (Paris, France), P. LUBET (Caen, France), J. MAETZ (C.E.A., Villefranche-sur-Mer, France), M. PAVANS DE CECCATTY (Lyon, France), G. PETIT (Paris, France), O. TUZET (Montpellier, France), E. VIVIER (Lille, France).

Série B : Océanographie

M. BACESCO (Bucarest, R.P. Roumanie), M. BLANC (Paris, France), P. BOUGIS (Paris, France), J. BROUARDEL (Monaco), P. DRACH (Paris, France), C. DUBOUL-RAZAVET (Perpignan, France), A. IVANOFF (Paris, France), L. LAUBIER (C.O.B., Brest, France), R. MARGALEF (Barcelone, Espagne), J.M. PÉRÈS (Marseille, France), J. POCHON (Paris, France).

Série C : Biologie terrestre

A. ANGELIER (Toulouse, France), C. DELAMARE DEBOUTTEVILLE (Paris, France), W. KÜHNELT (Vienne, Autriche), M. KUNST (Prague, Tchécoslovaquie), M. LAMOTTE (Paris, France), B. POSSOMPES (Paris, France), P. REY (Toulouse, France), H. SAINT-GIRONS (Paris, France), C. SAUVAGE (Montpellier, France), M. VACHON (Paris, France).

L'abonnement part du n° 1 de chaque année (6 fascicules par an).

Les abonnements sont reçus par la Librairie MASSON & Cie, 120, boulevard Saint-Germain, Paris VI^e.

France et zone franc (Pays acceptant le tarif d'affranchissement intérieur français pour les périodiques) 120,00 FF

Règlement par chèque bancaire ou chèque postal (C.C.P. 599, Paris) ou mandat.

Autres pays 140,00 FF

Prix payables dans les autres monnaies au cours des règlements commerciaux du jour du paiement, par l'une des voies suivantes : chèque sur Paris d'une banque étrangère; virement par banque sur compte étranger; mandat international.

Prix du fascicule séparé 25,00 FF

Changement d'adresse 0,50 FF

VIE ET MILIEU

BULLETIN DU LABORATOIRE ARAGO

SÉRIE C : BIOLOGIE TERRESTRE

VOLUME XXIII

ANNÉE 1972-73

FASCICULE 2 - C

SOMMAIRE

M.-L. de CASABIANCA, A. KIENER & H. HUVE. Biotopes et biocénoses des étangs saumâtres corses : Biguglia, Diana, Urbino, Palo	187
L. BIGOT & P. BODOT. Contribution à l'étude biocoenotique de la garrigue à <i>Quercus coccifera</i> . II. Composition biotique du peuplement des Invertébrés	229
L. BIGOT & P. BODOT. Contribution à l'étude biocoenotique de la garrigue à <i>Quercus coccifera</i> . III. Dynamique de la zoocoenose d'Invertébrés ..	251
Pierre JOLIVET. Le problème des Chironomides (Diptères Nématocères) dans le Languedoc-Roussillon	269
Robert SIBOULET. Morphologie crânienne de <i>Bufo mauritanicus</i> Schlegel 1841	291
Hubert SAINT GIRONS. Le cycle sexuel de <i>Vipera aspis</i> (L.) en montagne ..	309
Claude COMBES & Louis-Philippe KNOEPFFLER. Helminthes parasites de <i>Rana ridibunda</i> Pallas sur les rives iraniennes de la mer Caspienne ..	329
Henri SAEZ. Terrain pulmonaire, survie ou parasitisme fongique : résultats de l'examen de 134 Primates	335
Pierre JOLIVET. Quelques réflexions sur les perspectives actuelles de la lutte biologique contre les Moustiques (Diptera Culicidae)	357
<i>Analyses d'ouvrages</i>	367

MASSON & Cie

120, Bd St-Germain, 75230 PARIS CEDEX 06

Publication bimestrielle

**BIOTOPES ET BIOCÉNOSES
DES ÉTANGS SAUMÂTRES CORSES :
BIGUGLIA, DIANA, URBINO, PALO**

par M.-L. de CASABIANCA *, A. KIENER * et H. HUVÉ **

* *Station marine d'Endoume, rue de la Batterie des Lions,
13 - Marseille (7^e)*

** *Laboratoire de Biologie végétale,
U.E.R. des Sciences de la Mer et de l'Environnement,
13 - Marseille-Luminy*

SOMMAIRE

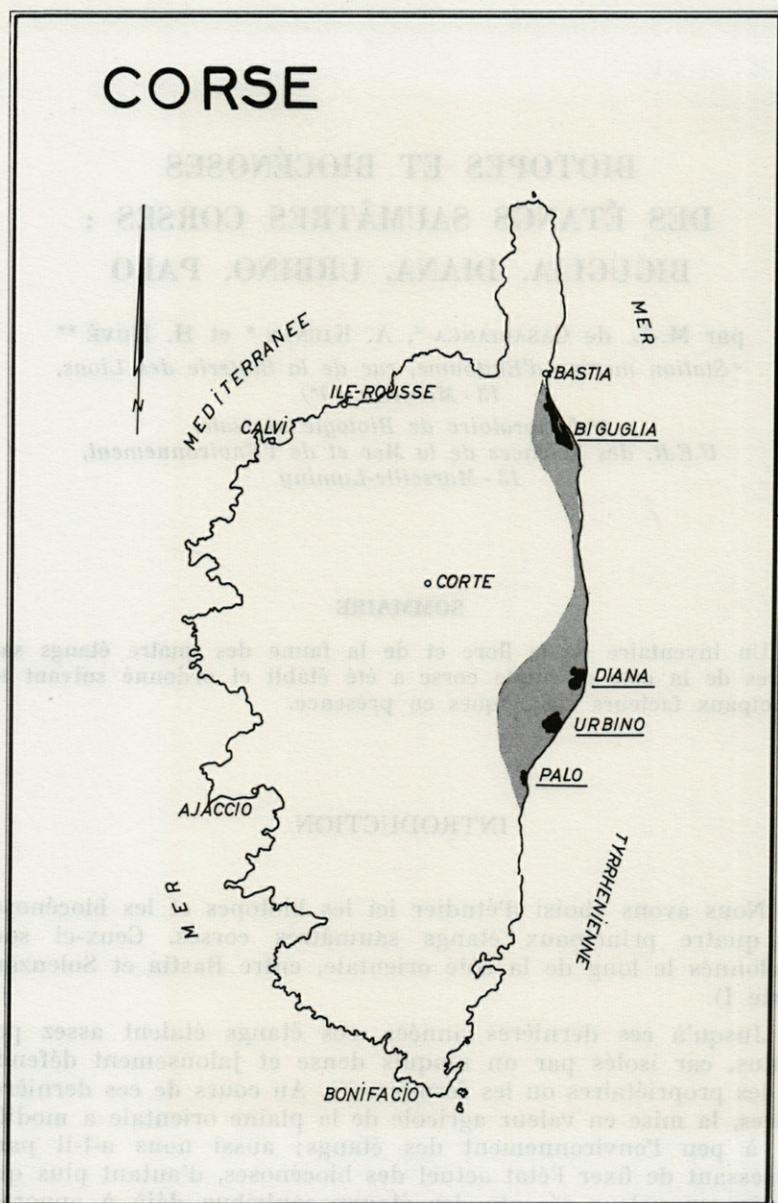
Un inventaire de la flore et de la faune des quatre étangs saumâtres de la côte orientale corse a été établi et ordonné suivant les principaux facteurs écologiques en présence.

INTRODUCTION

Nous avons choisi d'étudier ici les biotopes et les biocénoses des quatre principaux étangs saumâtres corses. Ceux-ci sont échelonnés le long de la côte orientale, entre Bastia et Solenzara (Carte I).

Jusqu'à ces dernières années, ces étangs étaient assez peu connus, car isolés par un maquis dense et jalousement défendu par les propriétaires ou les fermiers (*). Au cours de ces dernières années, la mise en valeur agricole de la plaine orientale a modifié peu à peu l'environnement des étangs; aussi nous a-t-il paru intéressant de fixer l'état actuel des biocénoses, d'autant plus que la mise en valeur récente des étangs contribue déjà à apporter

(*) Nous remercions d'autant plus vivement les propriétaires et les exploitants des autorisations données pour nos prospections.



CARTE I. — Les étangs saumâtres sont localisés le long de la côte Est dans la plaine côtière (zone en grisé).

certaines changements. D'autre part, les étangs choisis présentent une grande diversité.

Ce travail fait suite à une thèse de spécialité présentée par l'un de nous (de CASABIANCA) en 1966 et dont la première partie, relative aux conditions écologiques, a paru en 1967.

CHAPITRE PREMIER

ÉTANGS PROFONDS : DIANA ET URBINO (Cartes II et III, Croquis 1 à 3)

On distinguera, pour ces deux étangs, les biotopes des bords et les parties centrales suivant le plan :

A) *Biotopes des bords* (jusqu'à 1 m de profondeur). 1. Diana, 2. Urbino.

Cinq catégories de biotopes ont été retenues, mais tous les intermédiaires existent et les différents biotopes peuvent évoluer dans le temps. De plus les îles sont intégrées, suivant leur nature, dans les catégories précédentes.

- a) Les plages de sable plus ou moins envahies par la végétation (Liste comparative n° 1).
- b) Les falaises marneuses (croquis n° 1 et 3 et liste comparative n° 2).
- c) Les plages de galets (liste comparative n° 3 et croquis n° 2).
- d) Les zones marécageuses.
- e) La zone de l'embouchure.

B) *Zone centrale*. 1. Diana. 2. Urbino.

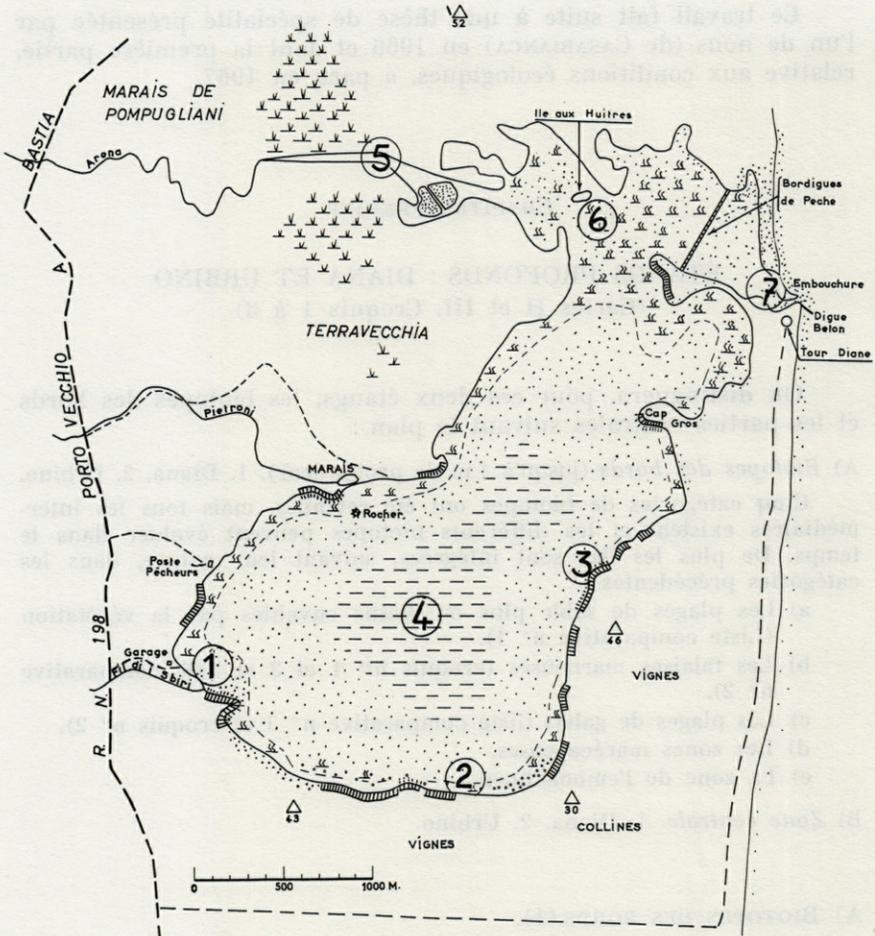
A) BIOTOPES DES BORDS (1).

a) *Plages de sable avec ou sans herbier*.

Elles sont souvent envahies par la végétation, sauf en face des arrivées des ruisseaux. C'est le cas de la zone type choisie pour

(1) Nous tenons à remercier tout particulièrement certains collègues qui ont bien voulu examiner une partie de notre matériel ou confirmer nos premières déterminations : BIGOT (Coléoptères), CHAMPEAU (Copépodes), LAUBIER (Annélides), MARS (Mollusques), STOCK (Gammarès), VACELET (Éponges). Nous sommes également heureux de remercier M. JEAN pour la mise au point et la réalisation des dessins.

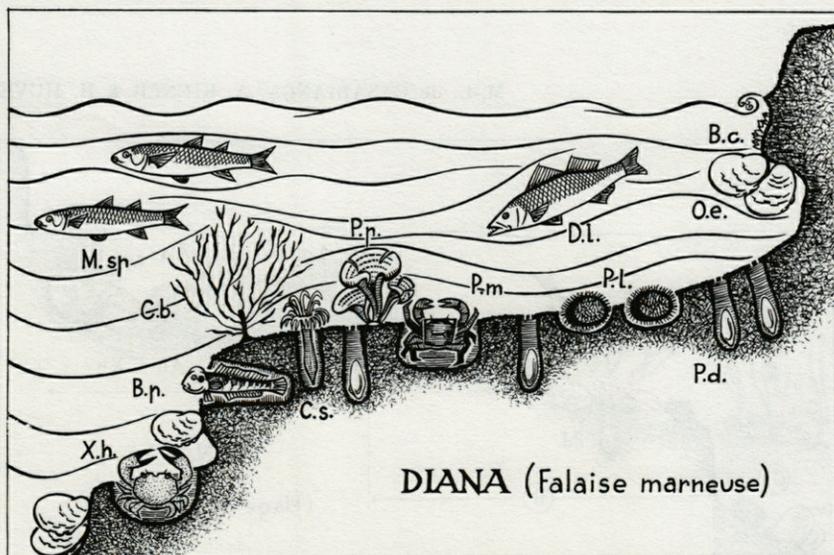
DIANA



CARTE II

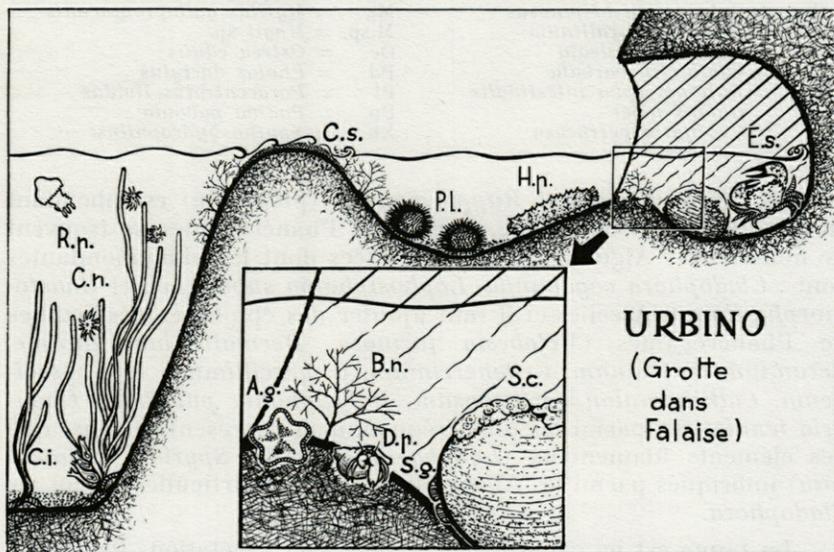
Diana, la station n° 1 (« Garage »), située au voisinage de l'embouchure du petit ruisseau « Fil di Sbiri ». La liste n° 1 établit une comparaison schématique et simplifiée entre les types de zones avec ou sans herbier pour ces deux étangs.

1) Zone à herbier. Diana (voir liste comparative n° 1). Les sédiments sont généralement sablo-vaseux et l'herbier à *Cymodocea*



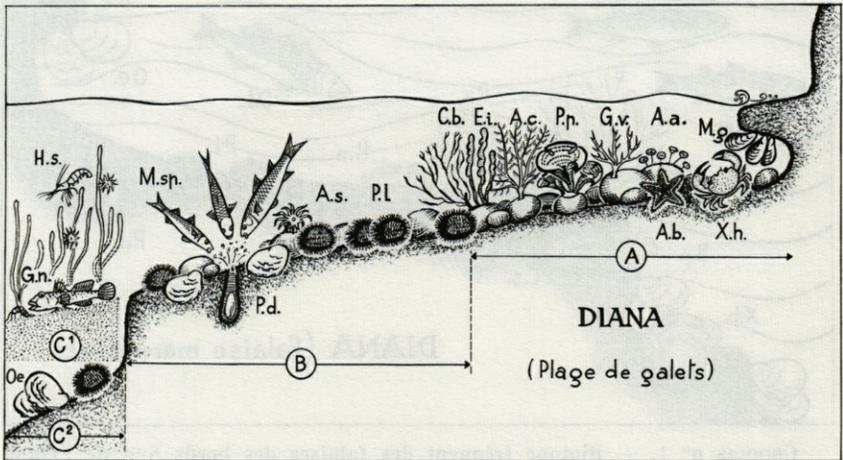
CROQUIS n° 1. — Biotope fréquent des falaises des bords Sud de l'étang de Diana.

Bc = <i>Balanus crenatus</i>	Oe = <i>Ostrea edulis</i>
Bp = <i>Blennius pavo</i>	Pd = <i>Pholas dactylus</i>
Cb = <i>Cystoseira barbata</i>	Pl = <i>Paracentrotus lividus</i>
Cs = <i>Cerianthus solitarius</i>	Pm = <i>Pachygrapsus marmoratus</i>
Dl = <i>Dicentrarchus labrax</i>	Pp = <i>Padina pavonia</i>
M.sp. = <i>Mugil sp.</i>	Xh = <i>Xantho hydrophilus</i> .



CROQUIS n° 2. — Les falaises des bords Nord d'Urbino comportent de nombreuses grottes telle que celle-ci donnée en coupe (avec une partie fortement agrandie).

Ag = <i>Asterina gibbosa</i>	Es = <i>Eriphia spinifrons</i>
Bn = <i>Bugula neritina</i>	Hp = <i>Holothuria polii</i>
Ci = <i>Ciona intestinalis</i>	Pl = <i>Paracentrotus lividus</i>
Cn = <i>Cymodocea nodosa</i>	Rp = <i>Rhizostoma pulmo</i>
Cs = <i>Conopeum seurati</i>	Sc = <i>Suberites carnosus</i>
Dp = <i>Diogenes pugilator</i>	Sg = <i>Sphaeroma ghigii</i> .



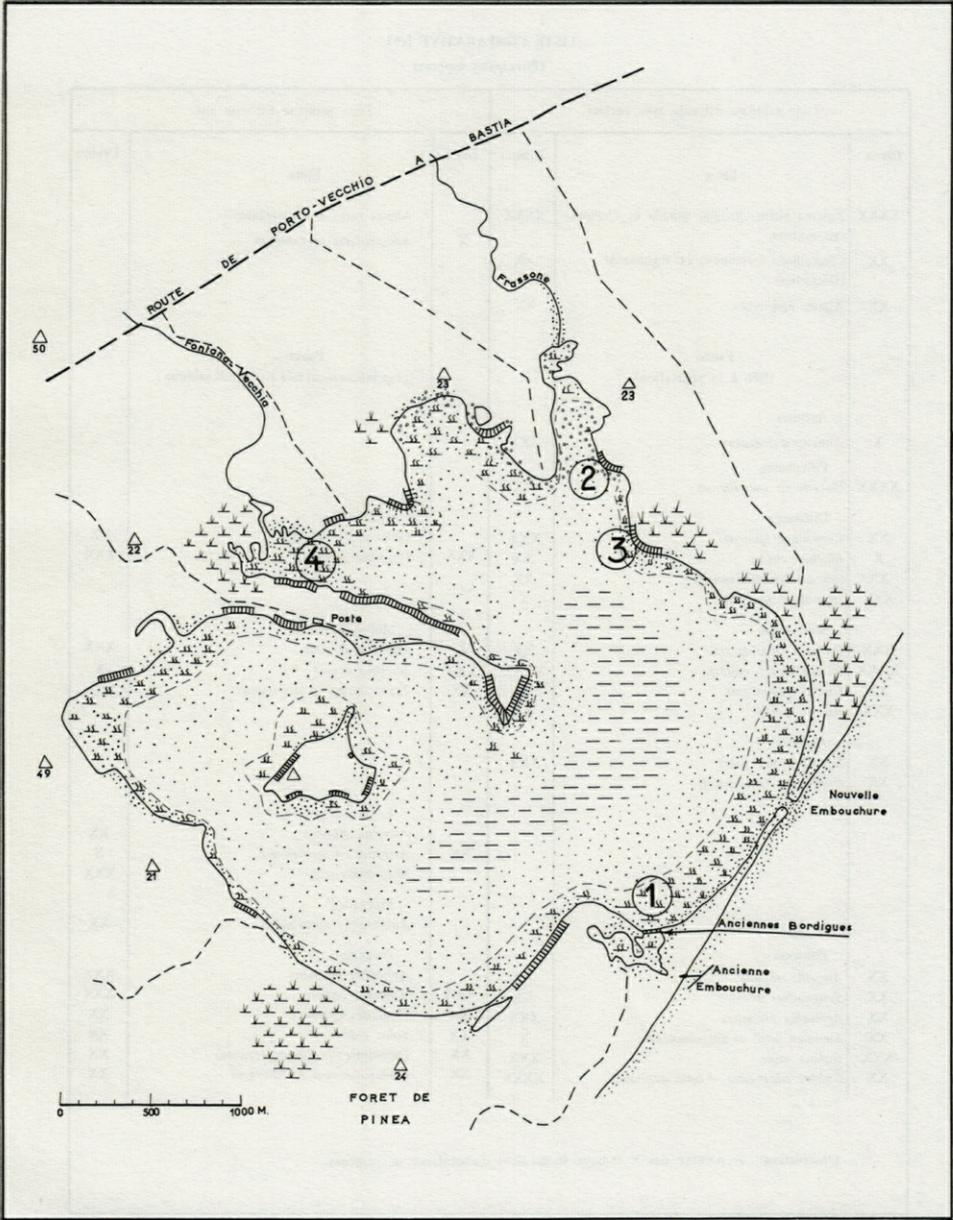
CROQUIS n° 3. — Cette plage de galets comporte plusieurs zones :

- une zone littorale A avec végétation abondante,
- une zone sublittorale B, plus profonde,
- une zone C, plus profonde encore, qui peut présenter une variante suivant le substrat (sable C₁ ou rocher C₂).

Aa = <i>Acetabularia acetabulum</i>	Hs = <i>Hippolyte squilla</i>
Ab = <i>Astropecten bispinosus</i>	Mg = <i>Mytilus galloprovincialis</i>
Ac = <i>Alsidium corallinum</i>	M.sp. = <i>Mugil</i> sp.
As = <i>Anemonia sulcata</i>	Oe = <i>Ostrea edulis</i>
Cb = <i>Cystoseira barbata</i>	Pd = <i>Pholas dactylus</i>
Ei = <i>Enteromorpha intestinalis</i>	Pl = <i>Paracentrotus lividus</i>
Gn = <i>Gobius niger</i>	Pp = <i>Padina pavonia</i>
Gv = <i>Gracilaria verrucosa</i>	Xh = <i>Xantho hydrophilus</i> .

nodosa, *Zostera noltii* et *Ruppia spiralis* (plus rare) est abondant jusqu'aux abords de l'étang. Parmi ces Phanérogames se trouvent de nombreuses Algues flottantes ou fixées dont les plus abondantes sont : *Cladophora vagabunda*, *Lophosiphonia subadunca* et *Chaetomorpha linum*. A celles-ci il faut ajouter des épiphytes des feuilles de Phanérogames (*Melobesia farinosa*, *Dermatolithon litorale*, *Ceramium diaphanum*, *C. tenerrimum*, *C. gracillimum* var. *byssoideum*, *Callithamnion corymbosum*, *Polysiphonia pulvinata*, *Chondria tenuissima* parmi les plus fréquemment représentés) ainsi que des éléments filamenteux (*Lyngbya majuscula*, *Spyridia filamentosa*) imbriqués parmi les Algues flottantes, en particulier parmi les *Cladophora*.

La faune est ici essentiellement liée à la végétation. Parmi les Mollusques signalons surtout *Bittium reticulatum*, *Cyclonassa nerithea*, *Gibbula adamsoni*, *Rissoa grossa*, *Brachidontes marioni* et *Pinna nobilis*, assez rare. Les Crustacés les plus fréquents sont : *Carcinus mediterraneus*, *Brachyotus sexdentatus*, *Palaemon gra-*



CARTE III

LISTE COMPARATIVE N° 1
(Principales espèces)

Zone sableuse littorale avec herbier.			Zone sableuse littorale nue.		
Diana	Flore	Urbino	Diana	Flore	Urbino
XXXX	<i>Zostera noltii</i> , <i>Ruppia spiralis</i> et <i>Cymodocea nodosa</i> .	XXXX		Algues rares et disséminées.	
XX	<i>Cladophora laetevirens</i> et <i>vagabunda</i> (flottantes).	XX	X	<i>Acetabularia acetabulum</i>	
XX	Algues épiphytes.	XX			
	Faune (liée à la végétation)			Faune (plus intimement liée aux fonds sableux)	
	Actinies				
X	<i>Anemonia sulcata</i>	XXX			
	Polychètes				
XXXX	<i>Platynereis massiliensis</i>	XX			
	Crustacés			Crustacés	
XX	<i>Cymodocea spinosa</i>	XXX		<i>Calianassa stebbingi</i>	XX
X	<i>Idothea viridis</i>	XX	XXX	<i>Diogenes pugilator</i>	XXX
XX	<i>Carcinus mediterraneus</i>	XX			
XXX	<i>Hippolyte squilla</i>	X			
	Mollusques			Mollusques	
XXX	<i>Bithium reticulatum</i>	XX	X	<i>Murex trunculus</i>	XXX
XXXX	<i>Brachydontes marioni</i>	XXXX	XXX	<i>Macoma tenuis</i>	X
XX	<i>Gibbula adamsoni</i>	XX	XX	<i>Tapes aureus</i> et <i>decussatus</i>	XXX
XXX	<i>Rissoa grossa</i>	XX			
	Ascidies				
XX	<i>Botryllus schlosseri</i>	XXX			
XX	<i>Diplosoma listerianum</i>				
				Echinodermes	
				<i>Asterina gibbosa</i>	XX
			XX	<i>Astropecten spinulosus</i>	X
				<i>Holothuria polii</i>	XXX
				Procordés	
				<i>Amphioxus lanceolatus</i>	XX
	Poissons			Poissons	
XX	<i>Anguilla anguilla</i>	XX		<i>Aphanius fasciatus</i>	XXX
XX	<i>Syngnathus abaster</i>	XX	XXX	<i>Atherina boyeri</i>	XXX
XX	<i>Aphanius fasciatus</i>	XXX	XX	Mugilidés (jeunes)	XX
XX	<i>Blennius pavo</i> et <i>sanguinolentus</i>	X	XX	<i>Solea solea</i>	XX
XXX	<i>Gobius niger</i>	XXX	XX	<i>Dicentrarchus labrax</i> (jeunes)	XX
XX	<i>Gobius paganellus</i> et <i>ophiocephalus</i>	XXXX	XX	<i>Pomatoschistus marmoratus</i>	XX

Observation : le nombre des X indique le gradient d'abondance des espèces.

cilis et surtout *Palaemon squilla*, *Cymodoce spinosa* et *Idothea viridis*. Les Crustacés constructeurs, peu abondants, sont : *Microdeutopus gryllotalpa* et *Erichthonius brasiliensis*. L'Annélide tubicole la plus répandue est *Platynereis massiliensis* qui forme des tubes à la base des rhizomes des Cymodocées. *Anemonia sulcata*, *Botryllus schlosseri* et *Diplosoma listerianum* sont fréquents sur les feuilles de Cymodocées.

LISTE COMPARATIVE N° 2			LISTE COMPARATIVE N° 3		
FALAISES MARNEUSES (jusqu'à environ 40 cm de profondeur)			ZONE DE GALETS		
Diana	Flore	Urbino	Diana	Flore	Urbino
XX	<i>Gracilaria arcuata</i>		X	<i>Enteromorpha clathrata</i>	XX
XX	<i>Alsidium helminthochorton</i>	X	X	<i>Laurencia obtusa</i>	X
X	<i>Alsidium corallinum</i>	X	X	<i>Laurencia papillosa</i>	X
X	<i>Padina pavonia</i>		XXX	<i>Acetabularia acetabulum</i>	XXXX
X	<i>Cystoseira discors</i>		X	<i>Padina pavonia</i>	X
X	<i>Codium fragile</i>		XX	<i>Cystoseira barbata</i>	X
	<i>Codium vermilara</i>	X	X	<i>Cystoseira discors</i>	XX
X	<i>Cladophora vagabunda</i>	X	XX	<i>Alsidium corallinum</i>	X
			X	<i>Alsidium helminthochorton</i>	X
			XX	<i>Gracilaria verrucosa</i>	
	Faune			Faune	
	<i>Suberites carnosus</i>	XX		<i>Sphaeroma ghigi</i>	XXX
XX	<i>Cerianthus solitarius</i>		X	<i>Carcinus mediterraneus</i>	X
X	<i>Balanus crenatus</i>		X	<i>Diogenes pugilator</i>	X
X	<i>Carcinus mediterraneus</i>	X	X	<i>Xantho hydrophilus</i>	X
	<i>Eriphia spinifrons</i>	X	X	<i>Murex trunculus</i>	XXX
X	<i>Ilia nucleus</i>		XX	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	XX
X	<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	XX	XX	<i>Ostrea edulis</i>	XX
XX	<i>Xantho hydrophilus</i>	X	XX	<i>Pholas dactylus</i>	
XX	<i>Pholas dactylus</i>			<i>Asterina gibbosa</i>	X
	<i>Asterina gibbosa</i>	XX	X	<i>Astropecten spinulosus</i>	
	<i>Holothuria polii</i>	X		<i>Holothuria polii</i>	XX
X	<i>Paracentrotus lividus</i>	X	XXX	<i>Paracentrotus lividus</i>	XXXX

Dans les herbiers vivent des Poissons de petites tailles : *Syngnathus abaster*, *Aphanius fasciatus*, *Gobius niger*, *G. ophiocephalus*, *G. paganellus*, *Blennius pavo* et *B. sanguinolentus* ainsi que de jeunes sujets d'*Anguilla anguilla* et de Mugilidés.

Parmi les plages de sable envahies par la végétation, il faut classer les plages de « l'île aux Huitres » et de la presqu'île Sainte-Marie. Ici les herbiers entourent totalement l'île et il est intéressant de signaler à nouveau la présence simultanée, par taches, des trois espèces de Phanérogames déjà citées. En raison de la faible profondeur de l'ensemble de la zone nord, l'herbier s'étend sur une

grande superficie (carte n° II, zone 6). La majorité de la faune déjà citée pour la station du « Garage » se retrouve ici.

2) *Zones à herbier. Urbino.* Celles-ci sont nombreuses (en zone littorale) et l'on retrouve approximativement les mêmes biocénoses qu'à Diana : les trois Phanérogames mentionnées sont souvent présentes, mais sur la végétation se rencontrent un plus grand nombre d'*Anemonia sulcata* et de *Botryllus schlosseri*. La flore épiphyte des feuilles des Phanérogames est bien développée. Parmi les espèces les plus fréquentes citons : *Melobesia farinosa*, *Dermatolithon litorale*, *Chondria tenuissima*, *Lophosiphonia subadunca*, *Polysiphonia pulvinata*, *P. spinosa* et *Enteromorpha clathrata*. Au sein de l'herbier on rencontre diverses Algues : *Laurencia obtusa*, *Dasya pedicellata*, *Cladophora vadorum*, *Cl. laetevirens* notamment, ainsi que des espèces filamenteuses (*Lyngbya aestuarii*, *Rhizoclonium implexum*, *Ulothrix pseudoflacca*) intriquées parmi les autres Algues. Il convient de noter aussi la grande abondance des Diatomées épiphytes. C'est également au sein de l'herbier que se localisent *Blennius pavo*, *Gobius niger*, *G. ophiocephalus* particulièrement abondants à Urbino, *G. paganellus*, *Syngnathus abaster* et *Symphodus* spp. Par contre les Holothuries, rares à Diana, sont ici nombreuses et abondantes sur les plages de l'île et de l'extrémité de la presqu'île.

Parmi ces plages, celle du cordon littoral, très étendue, se termine au sud par une ancienne embouchure, actuellement abandonnée et ensablée. Elle est coupée en son milieu par la nouvelle embouchure ouverte récemment (juillet 1969). La plage est en pente douce avec un herbier large et disséminé à *Cymodocea nodosa* dominant et *Ruppia spiralis*. L'herbier devient plus dense au niveau des bordigues de l'ancienne embouchure où *Pinna nobilis* est présente. Les Crustacés liés à la végétation sont : *Cymodoce spinosa*, *Idothea viridis*, *Mysis* sp., *Caprella acanthifera*, *Hippolyte gracilis*, *Palaemon spilla*, *Microdeutopus gryllotalpa*. On y rencontre également le Bivalve *Brachydontes marioni*.

1) *Zone nue. Diana.* La plage située en face du ruisseau « Fil di Sbiri » est presque totalement dépourvue de végétation; seules quelques *Acetabularia acetabulum* sont fixées sur des débris coquilliers ou des bois immergés. Les fonds sablonneux comportent

PHOTOS 1 ET 2

1 : Bord est de l'étang de Biguglia colonisé par les roseaux.

2 : La majeure partie des pêches à l'étang de Biguglia porte sur la capture des Anguilles aux « rittoni » (verveux).





PHOTOS 3 ET 4

3 : Accumulations sur l'île aux Huitres de Diana de coquilles datant de l'époque romaine.

4 : *Pinna nobilis* dans l'herbier à Cymodocées à l'étang d'Urbino.

peu de matière organique; c'est le lieu de prédilection de *Diogenes pugilator*, de *Tapes aureus*, *T. decussatus* et *Macoma tenuis*; *Paracentrotus lividus* est présent mais peu abondant. Dans cette zone, les Poissons diffèrent en majorité de ceux de la zone précédente : *Atherina boyeri* et les jeunes mugilidés nagent par bandes, les jeunes *Dicentrarchus labrax* chassent isolément, *Solea vulgaris* et *Pomatoschistus marmoratus* chassent au ras du sable au voisinage de la zone à herbier (de CASABIANCA et KIENER, 1969). *Aphanius fasciatus* se rencontre également en bancs dans cette zone.

2) *Zones nues. Urbino.* Dans les sables il est intéressant de signaler la présence de *Branchiostoma lanceolatum* dans la zone strictement littorale et du Crustacé fouisseur *Callianassa laticauda* dans les zones plus profondes. Très nombreux sont également *Tapes aureus*, *T. decussatus* et *Macoma tenuis*. Sur le sable, près du bord, les espèces rencontrées sont : *Murex trunculus*, beaucoup plus abondant ici qu'à Diana, *Diogenes pugilator*, *Carcinus mediterraneus*, *Asterina gibbosa*, *Cerianthus membranaceus*. Une espèce jusqu'ici particulière à Urbino, *Sphaeroma ghigii*, se rencontre fréquemment en zone littorale surtout sous des bois immergés (de CASABIANCA et KERAMBRUN, 1972). *Paracentrotus lividus* et *Holothuria polii* sont également très nombreux sur les sédiments dans une profondeur d'eau de quelques centimètres jusqu'à 3 m.

Les Poissons les plus abondants sont : *Aphanius fasciatus*, *Solea vulgaris*, *Atherina boyeri*, *Pomatoschistus marmoratus*, jeunes *Anguilla anguilla*, *Mugil* spp., *Diplodus* spp., *Dicentrarchus labrax* et *D. punctatus*.

b) *Falaises marneuses.*

b1. *Diana. Falaises marneuses du sud-est et du centre-est* (Carte II, zones 2 et 3).

Elles peuvent atteindre une dizaine de mètres et tombent verticalement dans l'eau. Le croquis n° 1 décrit une falaise correspondant à celles du sud-est (zone 2). Au voisinage de la surface sont localisées des Algues rouges : *Alsidium corallinum*, *A. helminthochorton* et *Laurencia papillosa* notamment. Sous la surface de l'eau, sur une épaisseur de 20 à 30 cm, *Balanus crenatus* et *Ostrea edulis* sont fixés sur la paroi rocheuse.

Quand les falaises marneuses immergées présentent des plates-formes, celles-ci sont colonisées par *Paracentrotus lividus*, *Cerianthus solitarius* et *Ostrea edulis*. Dans ce cas, le biotope marneux, avec ses cavités, favorise l'installation de nombreux Crabes (*Bra-*

chynotus sexdentatus, *Ilia nucleus*, *Xantho hydrophilus*, *Pachygrapsus marmoratus* et *Pilumnus hirtellus*) et parfois de *Blennius pavo* qui chasse à l'affût. La plupart des cavités sont creusées par *Pholas dactylus* qui crible, par endroits, les marnes au voisinage de la zone littorale. A l'extrémité des siphons des *Pholas*, les rejets de l'eau provoquent des petits nuages de vases attirant des jeunes Muges qui guettent ces mouvements respiratoires et happent la vase remuée à intervalles réguliers. Sur cette vase existent en effet de nombreuses Diatomées que l'on retrouve dans les contenus stomacaux des Muges (voir liste Diatomées et croquis n° 2).

Quand la profondeur s'accroît, et que les marnes persistent, les Huitres autochtones, *Ostrea edulis* (variété *cyrnusi*), peuvent parfois former des bancs importants. Si les marnes immergées sont recouvertes par du sable vaseux, l'herbier se développe alors de 50 cm à 2 m de profondeur.

b2. *Urbino. Falaises marneuses immergées du nord*
(croquis n° 2, liste n° 2).

Ces falaises tombent souvent verticalement dans l'étang et, de ce fait, l'herbier arrive jusqu'au bord. La liste n° 2 précise les principaux composants de cet herbier. Les falaises présentent des grottes plus ou moins immergées, se prolongeant profondément sous l'eau ou forment par endroits de petits îlots rocheux.

Des Bryozoaires encroûtants (*Conopeum seurati*) s'installent sur les falaises et sur les îlots rocheux au voisinage immédiat de la surface. Sur ces îlots se rencontrent souvent *Sphaeroma ghigiï*, *Leptochelia turbanensis* et *Cyathura carinata*. On trouve également des touffes de Bryozoaires arborescents (*Bugula neritina*) ainsi que des Algues (*Codium vermilara*, *Cladophora laetevirens*, *Alsidium corallinum*, *Alsidium helminthochorton* par exemple) couvertes de Diatomées épiphytes. Signalons également l'abondance des Crabes (*Pachygrapsus marmoratus* et *Eriphia spinifrons*, cette dernière espèce rencontrée seulement à Urbino), des Crevettes (en particulier *Hippolyte squilla*) et des Caprelles (*Caprella acanthifera*).

Dans les grottes de ces falaises l'éponge *Suberites carnosus* et les Crabes qui viennent d'être cités, sont particulièrement abondants. Sur les plates-formes rocheuses voisines *Diogenes pugilator*, *Asterina gibbosa* et *Holothuria polii* sont très communs.

Le long de la berge sud de la presqu'île, il existe des plages marneuses sans galets et qui représentent un intermédiaire entre les deux types de berges qui viennent d'être décrites. Le « démaquisage » du sud de la presqu'île explique la présence de nombreux bois morts immergés abritant d'abondantes colonies de *Sphaeroma ghigiï*.

c) *Zones de galets.*c1. *Diana* (croquis n° 3 et liste comparative n° 3).

Ces zones sont généralement localisées à la base des falaises marneuses, les galets étant issus de l'étage géologique supérieur (quaternaire). Ces biotopes s'étendent depuis le bord de l'eau jusqu'à 40 cm de profondeur environ, avec de nombreux galets sur sol marneux. On trouve, généralement fixées sur les galets et dans la zone A proche des bords, les Algues dominantes suivantes : *Acetabularia acetabulum*, *Padina pavonia*, *Cystoseira discors* et *C. barbata*, *Gracilaria verrucosa*, *Laurencia obtusa*, *Alsidium coralinum*, *A. helminthochorton* et *Lophosiphonia subadunca*. Notons encore une abondante flore épiphyte, développée en particulier sur les *Cystoseires*, et représentée principalement par *Jania rubens*, *Ceramium gracillimum* var. *byssodeum*, *Feldmannia irregularis* et surtout l'intéressant *Sphacelaria furcigera* (sur *Cystoseira barbata*), espèce peu commune en Méditerranée. Cyanophycées et Diatomées sont également nombreuses.

Dans la zone B, succédant en profondeur à cette première bordure littorale, les Algues deviennent très rares. La constitution faunistique est influencée par deux facteurs principaux : la nature du substrat et la profondeur. Quand les galets reposent sur des marnes, on retrouve la faune dominante des plates-formes marneuses citée au paragraphe précédent. Par contre, quand les fonds sablonneux dominent, les *Astropecten* sont nombreux, ainsi que *Macoma tenuis*. Sur les galets, la fixation des Algues favorise la rétention de vase et de sable à la base des thalles. Il se crée alors un milieu propice à l'installation des Crustacés constructeurs : *Corophium insidiosum*, *Erichthonius brasiliensis* et *Microdeutopus gryllotalpa*.

Le croquis n° 2 précise la succession des principales espèces en profondeur. Dans la zone B, *Paracentrotus lividus* est fréquent, mais sa taille moyenne est inférieure à celle des sujets récoltés sur les côtes marines (phénomène de nanisme); *Diogenes pugilator* est très peu abondant en raison de la rareté des coquilles de Gastéropodes. Quant à *Ostrea edulis*, l'absence de parois verticales et la faible profondeur peuvent expliquer sa rareté.

La zone C, à plus de 40 cm de profondeur, peut présenter deux aspects :

- 1°) si la pente est assez forte, le substrat rocheux domine et nous nous trouvons dans le cas précédent du faciès profond des falaises rocheuses (c1),
- 2°) si la pente est faible, le sable peut dominer et favoriser l'installation de l'herbier (c2).

L'existence de ces deux faciès explique la discontinuité de la ceinture de végétation du pourtour de l'étang.

c2. Urbino.

La zone choisie est située au nord-est de l'étang (carte n° III). Les galets sont disséminés sur une plate-forme marneuse immergée souvent dominée par une falaise. Dans cette zone, jusqu'à 30 cm de fond, la végétation est du même type que celle de Diana (voir liste comparative n° 3) et les Algues les plus abondantes sont *Cystoseira discors*, *Acetabularia acetabulum* et *Enteromorpha clathrata*, toutes fixées sur les galets.

C'est une des zones les plus calmes, à salinité stable et très voisine de celle de l'eau de mer, la plus colonisée par *Paracentrotus lividus*; *Holothuria polii* y est abondante, mais moins que dans les stations purement sableuses. *Diogenes pugilator* colonise les anfractuosités des marnes et *Sphaeroma ghigiï* se trouve sous les galets. Jusqu'à environ 40 cm de profondeur on rencontre *Cystoseira barbata*, *Cladophora vagabunda* et *Enteromorpha clathrata*. A partir de 40 cm de profondeur et jusqu'à 2,50 m environ s'installe un important herbier à *Cymodocea nodosa*. L'herbier est abondamment peuplé par *Anemonia sulcata*, *Cymodocea spinosa*, *Brachydontes marioni*, *Ciona intestinalis* et une Eponge : *Suberites carnosa*.

Pris dans son ensemble, l'herbier d'Urbino est plus important que celui de Diana, ce qui explique, par exemple, l'importance plus grande des populations de *Gobius ophiocephalus*.

d) Zones dessalées.

d1. Marais de Pompugliani à Diana (débouché du ruisseau Arena, zone n° 5, carte II).

Par leur situation, ces marais présentent un milieu aux conditions extrêmes et fort différentes de celles de l'étang : salinité plus faible et très variable, fortes amplitudes de températures et sédiments très vaseux, souvent putrides. Au sein de la faune très appauvrie en espèces, signalons la présence de *Sphaeroma hookeri* et de nombreux Chironomes du genre *Chironomus* (larves rouges des vases).

d2. Zone dessalée du nord de la presqu'île à Urbino.

La partie nord-ouest de l'étang est la seule qui reçoit, par le petit ruisseau de Fontana Vecchia, des apports d'eau douce.

Ceux-ci provoquent localement de fortes variations de salinité qui engendrent des biocénoses appauvries, différentes de celles du reste de l'étang. Le long des bords du ruisseau s'étendent des marécages envahis de roseaux et, au-delà de l'embouchure, cette région présente des sédiments sablo-vaseux. C'est la seule zone où l'on trouve une flore et une faune de milieu saumâtre adaptées aux écarts importants de salinité et présentant de ce fait, une forte analogie avec les biocénoses de Biguglia et Palo. Les éléments floristiques les plus abondants sont : *Ruppia maritima*, *Chaetomorpha linum*, *Cladophora vagabunda*. En plus des espèces trouvées habituellement sur les bords, notons la présence de *Gambusia affinis* qui, en été, remonte vers les marécages et le petit ruisseau de Fontana Vecchia. *Gammarus aequicauda*, *Sphaeroma hookeri*, *Cardium glaucum* et *Hydrobia acuta* constituent l'essentiel de la faune avec quelques exemplaires de *Tanais cavolinii*, *Corophium insidiosum* et *Idothea viridis*.

e) *Zones des embouchures.*

Les embouchures des étangs corses ont tendance à s'ensabler fortement surtout par la houle dominante sud-est.

e1. *Diana* (Carte II, zone 7).

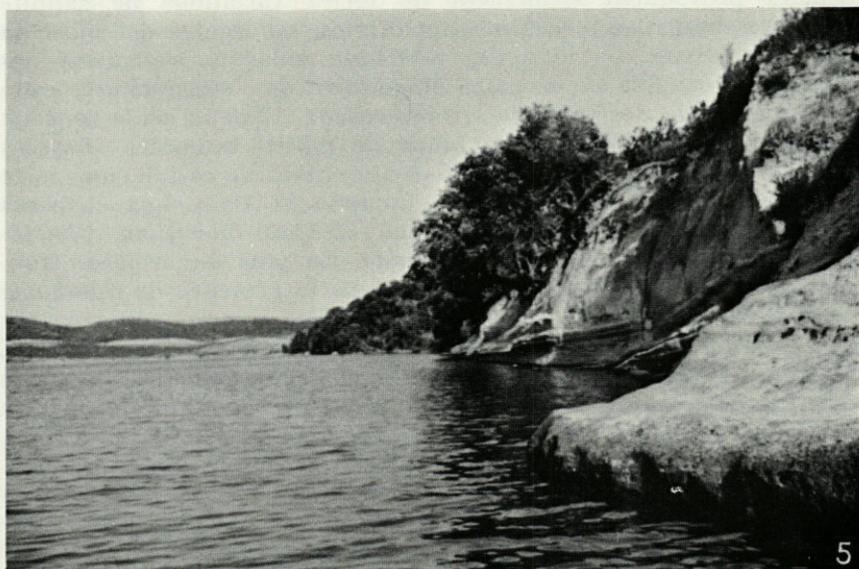
C'est une région peu profonde, sablonneuse et aux conditions écologiques rendues instables par le mouvement des eaux. La communication avec la mer est améliorée actuellement grâce à la construction d'une digue en béton (1967) qui s'appuie sur le rocher de la Tour et diminue l'importance de l'ensablement dû à la dominance des vents sud-est. C'est essentiellement une zone de passage, aux éléments sédentaires peu nombreux et à affinités marines dominantes : *Pinna nobilis*, *Polynices josephinus*, *Cerianthus solitarius* et quelques *Solen vagina* et *Ensis ensis*.

L'herbier de Cymodocées n'apparaît que vers la zone des bordigues. Par contre l'embouchure est souvent encombrée par de nombreux déchets de Posidonies apportés par la mer.

Quelques Poissons aux affinités typiquement marines se rencontrent et pénètrent dans cette zone sans généralement la dépasser : *Conger conger*, *Hippocampus guttulatus*, *Mullus surmulatus*, *Oblada melanura*, *Coris julis*, *Uranoscopus scaber*, *Scorpaena porcus*.

e2. *Urbino.*

Jusqu'en 1969, l'embouchure de l'étang était située dans la



PHOTOS 5 ET 6

- 5 : Bord sud de l'étang de Diana avec ses falaises marneuses. On devine en arrière-plan, le « démaquisage » récent planté en vignes.
- 6 : Etang de Palo.

zone sud-est et présentait des caractéristiques très voisines de celles de Diana tant par sa physionomie que par ses biocénoses. La construction d'une nouvelle embouchure a été effectuée au milieu du bord est de l'étang sur l'emplacement d'une très ancienne sortie sur la mer qui seule fonctionne actuellement en raison de son entretien. Ce changement d'embouchure a entraîné le déplacement d'une partie des zones de pêche.

B) ZONES CENTRALES DES ÉTANGS.

B1. Diana.

Au-delà de l'herbier périphérique se succèdent, avec l'augmentation de la profondeur, des sédiments sablonneux puis vaseux jusqu'à une profondeur de 10 mètres environ. C'est dans cette zone que sont localisés les radeaux pour la culture des Moules (*Mytilus galloprovincialis*) et des Huitres (*Grassostrea angulata*). Les cordons à Moules sont envahis par plusieurs espèces introduites avec le « naissain » de l'étang de Thau, en particulier par les Ascidies *Ciona intestinalis* et *Phallusia mamillata*. L'invasion des cordons s'est faite tout d'abord par *Ciona* dont le développement explosif a pris une extension catastrophique. La mise à sec périodique des cordons, pour pallier cet inconvénient, a favorisé, au détriment de *Ciona*, le développement de *Phallusia*, espèce beaucoup plus résistante à la dessiccation par la nature de sa tunique. Plusieurs Crustacés, qui fréquentent habituellement les cordons à Moules, ont également été importés de Thau : *Corophium sextoni*, *Caprella scaura* et *C. aequilibrata*, *Stenotoe spinimana*, *Melita palmata*. Les cordons à Moules constituent un biotope où le Décapode *Pilumnus hirtellus* et *Blennius pavo* trouvent d'excellents abris. On y rencontre également la Planaire *Thysanozoon brocchii*.

Les bancs d'Huitres naturelles (*Ostrea edulis*, var. *cyrnusi*) sur fonds rocheux, autrefois exploités par les Romains, existent toujours, mais semblent beaucoup plus réduits en étendue (signaux qu'à l'époque romaine, l'étang de Diana, qui était le port d'Aléria, était plus ouvert sur la mer).

Les Poissons les plus nombreux sont soit des espèces grégaires telles que les Muges (plusieurs espèces), *Atherina boyeri*, *Boops salpa*, *Diplodus sargus* et *D. vulgaris*, *Lithognathus mormyrus*, soit des Poissons chasseurs tels que *Dicentrarchus labrax*, *D. punctatus* et *Belone belone*.

Sepia officinalis et *Rhizostoma pulmo* sont aussi très nombreuses.

Le plancton est abondant et joue un rôle important pour la mytiliculture et la conchyliculture. Parmi le zooplancton, les Copépodes sont particulièrement fréquents (cf. Liste biocénotique en annexe).

B2. Urbino.

Les fonds de la zone centrale sont vaseux et les dragages ramènent généralement de nombreuses coquilles du Bivalve *Thracia papyracea*. Dans cette zone de pleine eau, plus récemment qu'à Diana, ont été installés des radeaux pour la mytiliculture et l'ostréiculture (1968). Les Ascidies sont toujours présentes (*Phalusia mamillata*) ainsi que la faune accompagnatrice déjà signalée à Diana. Pour éviter l'envahissement par les Ascidies, des essais ont été commencés en 1970 avec des Huitres déposées sur les fonds de sables et qui sont recueillies par dragages après grossissement. Les *Murex* sont des prédateurs de ces Bivalves.

C) COMPARAISON ENTRE DIANA ET URBINO.

Dans leur ensemble, les biocénoses de ces deux étangs sont voisines et de type marin. A ce titre il est intéressant de signaler la reproduction en étangs de plusieurs espèces à affinités marines dominantes comme *Rhizostoma pulmo* et *Paracentrotus lividus*.

Si la majorité de la flore et de la faune est commune aux deux étangs, des conditions écologiques légèrement différentes (telle que la marge de variation de salinité qui est plus étroite à Urbino qu'à Diana, de CASABIANCA, 1968), peuvent expliquer les différences de répartition ou d'abondance des espèces entre les deux étangs. Ces divergences sont schématisées par les listes comparatives 1, 2 et 3 pour les biotopes à sables, à galets et à falaises marneuses.

C'est ainsi que l'on trouve à Urbino en grand nombre des espèces non encore rencontrées à Diana malgré de nombreuses prospections : *Callianassa laticauda*, *Sphaeroma gighii*, *Holothuria polii*, *Asterina gibbosa*, *Branchiostoma lanceolatum*. Par contre *Pholas candidus* et *Ostrea edulis* (variété *cyrnusi*) ne sont autochtones qu'à Diana. Certaines espèces comme *Murex trunculus* sont particulièrement abondantes à Urbino alors qu'elles sont rares à Diana. *Sepia officinalis*, au contraire, est beaucoup plus abondante dans ce dernier étang. Une étude plus poussée des conditions écologiques et biologiques devrait élucider ces différences.

CHAPITRE II

ÉTANGS LAGUNAIRES DE BIGUGLIA ET DE PALO
(Cartes n° IV et V)

Par opposition aux deux étangs déjà étudiés et d'origine tectonique, ceux-ci sont peu profonds, vaseux et, de ce fait, presque totalement envahis par la végétation. Les biotopes en présence sont peu variés et les bords sont uniformément plats et sablo-vaseux.

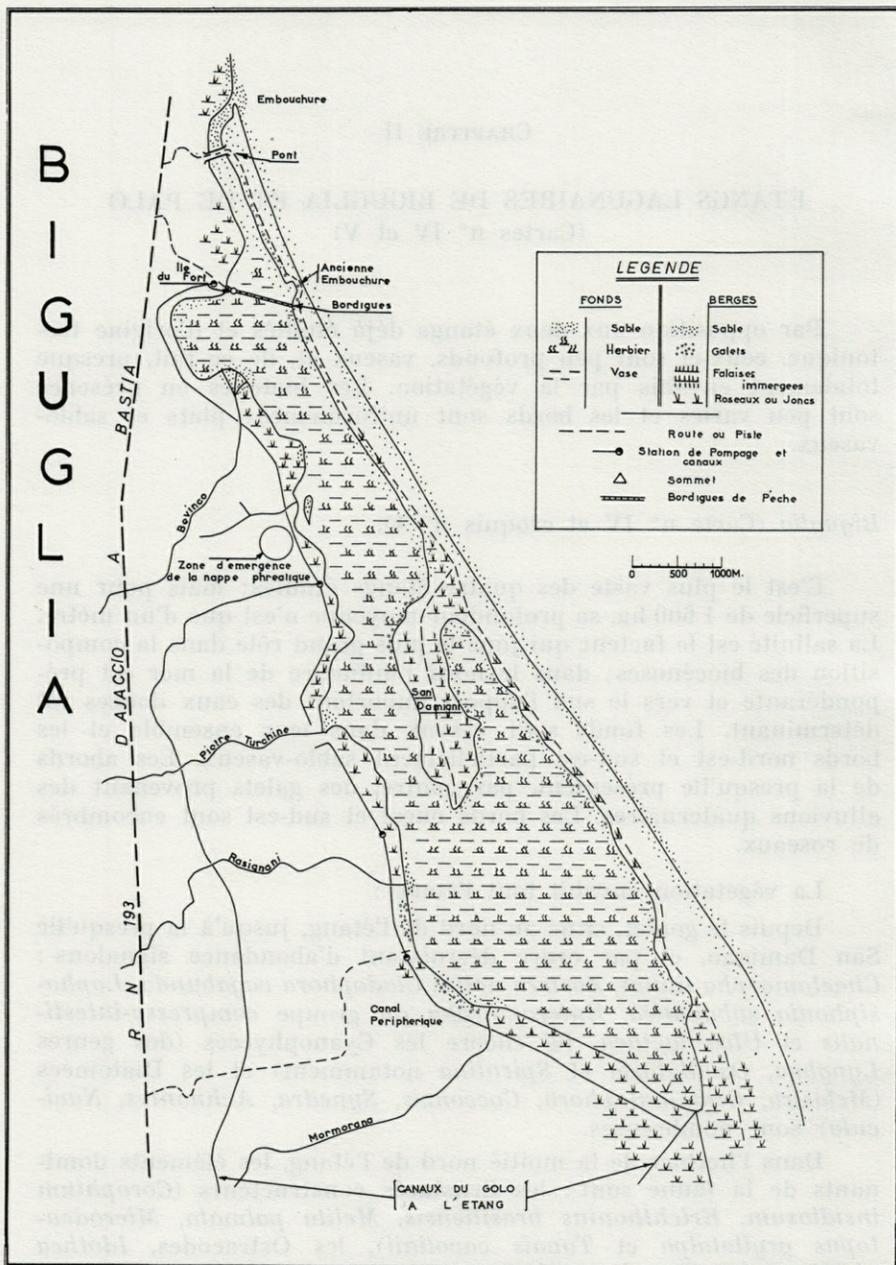
Biguglia (Carte n° IV et croquis n° 4).

C'est le plus vaste des quatre étangs étudiés; mais pour une superficie de 1 600 ha, sa profondeur moyenne n'est que d'un mètre. La salinité est le facteur qui joue le plus grand rôle dans la composition des biocénoses; dans le nord l'influence de la mer est prépondérante et vers le sud l'apport important des eaux douces est déterminant. Les fonds sont vaseux dans leur ensemble et les bords nord-est et sud-est partiellement sablo-vaseux. Les abords de la presqu'île présentent, par contre, des galets provenant des alluvions quaternaires. Les bords ouest et sud-est sont encombrés de roseaux.

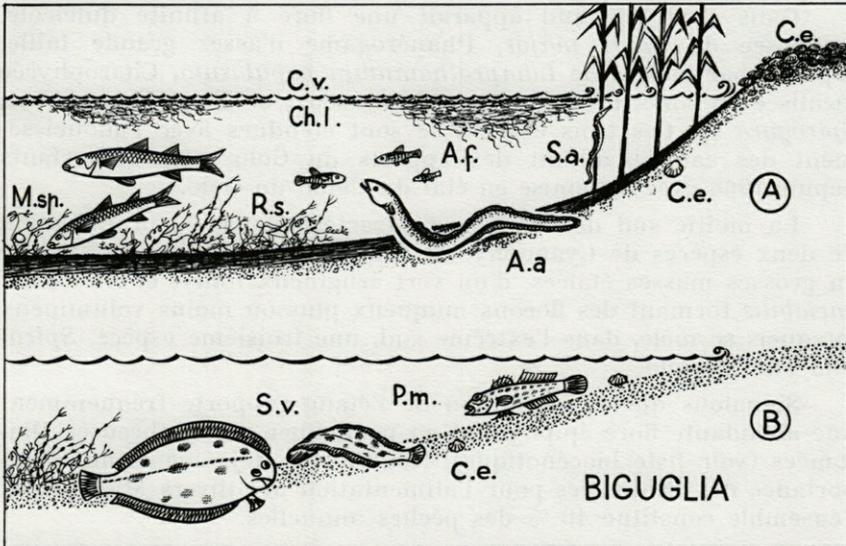
La végétation envahit tout l'étang :

Depuis le goulet, situé au nord de l'étang, jusqu'à la presqu'île San Damiano, et par ordre décroissant d'abondance signalons : *Chaetomorpha linum*, *Zostera noltii*, *Cladophora vagabunda*, *Lophosiphonia subadunca*, *Enteromorpha* du groupe *compressa-intestinalis* et *Ulva lactuca*. Ici encore les Cyanophycées (des genres *Lyngbya*, *Oscillatoria* et *Spirulina* notamment) et les Diatomées (*Melosira*, *Grammatophora*, *Cocconeis*, *Synedra*, *Achnantes*, *Navicula*) sont nombreuses.

Dans l'herbier de la moitié nord de l'étang, les éléments dominants de la faune sont : les Crustacés constructeurs (*Corophium insidiosum*, *Erichthonius brasiliensis*, *Melita palmata*, *Microdeutopus gryllotalpa* et *Tanais cavolinii*), les Ostracodes, *Idothea viridis*, *Sphaeroma hookeri*, *Gammarus aequicauda* et, en moindre importance, *G. insensibilis*; *Hydrobia acuta* et *Brachydontes ma-*



CARTE IV



CROQUIS n° 4. — L'étang de Biguglia est un étang peu profond, envahi presque totalement par la végétation. Deux principaux types de zones littorales sont représentés : l'un sablo-vaseux A et l'autre sableux B.

Aa = <i>Anguilla anguilla</i>	M.sp. = <i>Mugil</i> sp.
Af = <i>Aphanius fasciatus</i>	Pm = <i>Pomatoschistus marmoratus</i>
Ce = <i>Cardium edule</i>	Rs = <i>Ruppia spiralis</i>
Ch.l = <i>Chaetomorpha linum</i>	Sa = <i>Syngnathus abaster</i>
Cv = <i>Cladophora vagabunda</i>	Sv = <i>Solea vulgaris</i> .

rioni sont abondants sur la végétation et *Cardium glaucum* sur les fonds sableux.

Dans cette zone nord les bordigues présentent des espèces caractéristiques des pieux : *Teredo navalis*, *Mercierella enigmatica*, *Balanus amphitrite*, *Chthamalus stellatus*. On y trouve aussi en abondance l'Anémone *Diadumene luciae* et le Bryzoaire encroûtant *Membranipora* groupe *seurati*, le tout envahi par des Crustacés constructeurs. *Sphaeroma hookeri* se localise dans les infractuosités du bois et *Cyathura carinata* près de la vase le long des pieux ; *Carcinus mediterraneus* est plus abondant ici que dans les zones voisines.

Le goulet, long de deux kilomètres, présente une faune analogue à celle déjà citée pour la moitié nord de l'étang, mais l'embouchure proprement dite est surtout une zone de passage pour les Poissons et comporte une faune très limitée en ce qui concerne les invertébrés.

Dans la moitié sud de l'étang l'herbier à *Ruppia spiralis* devient dominant avec *Cladophora vagabunda*.

Dans l'extrême sud apparaît une flore à affinité dulcicole, composée de *Naias major*, Phanérogame d'assez grande taille, répartie par taches, de *Lamprothamnium papulosum*, Charophycée localisée en zone littorale sur sables vaseux, et d'une Zygothécée, *Spirogyra* sp. Ces trois espèces se sont étendues avec l'adoucissement des eaux résultant des apports du Golo, plus importants depuis 1968 avec la remise en état du Canal du Golo.

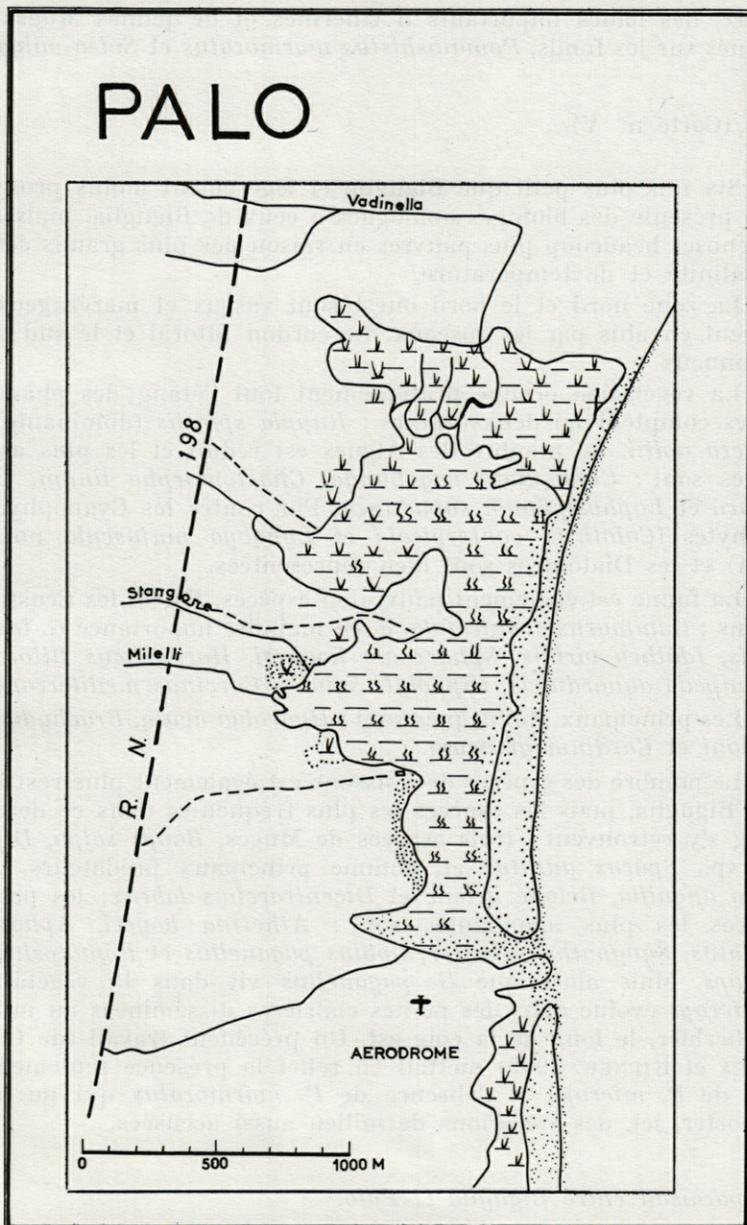
La moitié sud de l'étang est caractérisée par la prolifération de deux espèces de Cyanophycées : *Spirulina subsalsa*, développée en grosses masses étalées, d'un vert érugineux foncé, et *Anabaena variabilis* formant des flocons muqueux plus ou moins volumineux auxquels se mêle, dans l'extrême sud, une troisième espèce, *Spirulina subtilissima*.

Signalons que la végétation de l'étang supporte fréquemment une abondante flore épiphyte et en particulier de nombreuses Diatomées (voir liste biocénotique). Nous avons déjà mentionné l'importance des Diatomées pour l'alimentation des divers Muges dont l'ensemble constitue 40 % des pêches annuelles.

A partir de l'extrémité de la presqu'île San Damiano, les Crustacés constructeurs deviennent plus rares, les Ostracodes persistent. *Sphaeroma hookeri*, *Gammarus aequicauda* et *Idothea viridis* sont surtout abondants sur les bords, le long de la zone à roseaux et le Gastéropode herbivore *Hydrobia acuta* reste très fréquent.

Les fonds vaseux sont peuplés de larves de Chironomes du genre *Chironomus* et les sédiments sablo-vaseux sont recouverts de nombreux *Cardium glaucum*, notamment le long du bord est.

A part quelques zones très limitées (embouchure et zones sablonneuses), la faune ichtyologique présente une assez grande homogénéité. Parmi les espèces sédentaires signalons *Syngnathus abaster*, *Aphanius fasciatus*, *Atherina boyeri* (dont une partie de la population est sédentaire et une partie moins importante migratrice), *Gobius niger* et *G. paganellus*. Parmi la faune effectuant des déplacements fréquents entre mer et étang, et par ordre d'importance décroissante, citons : *Mugil cephalus*, *Liza aurata* et *L. capito*, *Diplodus annularis* et *D. sargus*, *Boops salpa*, *Sparus auratus* et, parmi les carnivores : *Belone belone* et *Dicentrarchus labrax*. Il y a lieu d'ajouter à ces espèces *Anguilla anguilla* qui représente généralement la moitié des pêches annuelles. Quelques espèces aux affinités marines dominantes peuvent être capturées dans le goulet : *Sciaena cirrhosa*, *Trachurus trachurus*, *Mullus barbatus*, *Diplodus vulgaris*, *Oblada melanura*, *Puntazzo puntazzo*. Enfin, sur les plages sablonneuses (dont la zone de l'ancienne embouchure) on rencontre fréquemment des jeunes *Dicentrarchus*



CARTE V

labrax, des bancs importants d'Athérines et de jeunes Muges et, plaqués sur les fonds, *Pomatoshistus marmoratus* et *Solea vulgaris*.

Palo (Carte n° V).

Six fois plus petit que Biguglia et légèrement moins profond, Palo présente des biotopes analogues à ceux de Biguglia, mais aux biocénoses beaucoup plus pauvres en raison des plus grands écarts de salinité et de température.

La zone nord et le bord ouest sont vaseux et marécageux et souvent envahis par les roseaux. Le cordon littoral et le sud sont sablonneux.

La végétation occupe pratiquement tout l'étang; les phanérogames comptent ici deux espèces : *Ruppia spiralis* (dominante) et *Zostera noltii*. Le nombre des Algues est réduit et les plus abondantes sont : *Cladophora vagabunda*, *Chaetomorpha linum*, *Ulva lactuca* et *Lophosiphonia subadunca*. Par contre les Cyanophycées épiphytes (*Calothrix confervicola* et *Lyngbya majuscula* notamment) et les Diatomées sont bien représentées.

La faune est également pauvre en espèces. Parmi les Crustacés notons : *Gammarus aequicauda*, et en moindre importance *G. insensibilis*, *Idothea viridis*, *Sphaeroma hookeri*, *Harpacticus littoralis*, *Calanipeda aquaedulcis*, *Hippolyte squilla*, *Carcinus mediterraneus*.

Les principaux Mollusques sont : *Hydrobia acuta*, *Brachydontes marioni* et *Cardium glaucum*.

Le nombre des espèces de Poissons est également plus restreint qu'à Biguglia, mais les espèces les plus fréquentes dans ce dernier étang s'y retrouvent : trois espèces de Muges, *Boops salpa*, *Diplodus* sp., *Sparus auratus* et, comme principaux prédateurs, *Anguilla anguilla*, *Belone belone* et *Dicentrarchus labrax*; les petites espèces les plus abondantes sont : *Atherina boyeri*, *Aphanius fasciatus*, *Syngnathus abaster*, *Gobius paganellus* et *Pomatoshistus microps*. Mais alors que *G. paganellus* vit dans la végétation, *P. microps* évolue dans des petites clairières disséminées au milieu de l'herbier, le long de la côte est. Un précédent travail (de CASABIANCA et KIENER, 1969) mettait en relief la présence seulement à Palo de *P. microps* et l'absence de *P. marmoratus* qui ne peut supporter, ici, des variations de milieu aussi accusées.

Comparaison entre Biguglia et Palo.

Les biocénoses saumâtres de Palo sont encore plus pauvres en espèces que celles de Biguglia, car les extrêmes de salinité et

de température y produisent une sélection plus sévère. Certains gobiidés sédentaires : *Gobius niger*, *G. ophiocephalus* et *Pomatoshistus microps* sont des exemples typiques à cet égard. Parmi plusieurs cas signalons, en 1969, ceux de *Tanais cavolinii*, seul présent à Biguglia, et de *Corophium insidiosum* très peu abondant à Palo alors qu'il pullule à Biguglia.

RÉSUMÉ

Les quatre grands étangs de la plaine orientale corse, étudiés sur les plans floristique et faunistique, peuvent être groupés deux par deux : d'une part Diana et Urbino, d'autre part Biguglia et Palo. L'étude détaillée des biocénoses permet de confirmer les grandes différences déjà constatées dans le domaine des conditions écologiques.

Diana et Urbino sont caractérisés par une faune riche en espèces et aux affinités marines dominantes, peuplant des biotopes très variés.

Par contre Biguglia et Palo présentent des biocénoses plus pauvres et plus euryhalines que les précédentes dans des biotopes moins variés.

Dans ces deux groupes d'étangs, Urbino présente le type le plus sténohalin et renferme, de ce fait, les biocénoses les plus riches en espèces; Palo, de son côté, correspond au type le plus euryhalin dont les biocénoses comportent un nombre restreint d'espèces.

SUMMARY

The authors study the flora and fauna of the four great lagoons situated along the East coast of Corsica. These lagoons can be placed in two groups : Diana and Urbino on the one hand, Biguglia and Palo on the other hand. The detailed study of biocenoses permits one to confirm the great differences previously seen in the study of the ecologic conditions.

Diana and Urbino are characterized by a fauna very rich in species with dominant marine affinities living in very varied biotops.

On the other hand, Biguglia and Palo have much poorer and more euryhaline biocenoses living in less varied biotops.

In these two groups of lakes, Urbino is the most stenohalinic area and contains the biocenoses richest in species; Palo is the most euryhalinic and has the biocenoses most limited in species.

ZUSAMMENFASSUNG

Die vier grossen Teiche der Ostebene Korsikas können, hinsichtlich Flora und Fauna, in zwei Gruppen eingeteilt werden: einerseits Diana und Urbino, andererseits Biguglia und Palo. Eine gründliche Erforschung der Biozönosen bestätigt die grossen, schon festgestellten Unterschiede im Bereich der ökologischen Bedingungen.

Für Diana und Urbino ist die an Arten reiche Fauna, welche sehr verschiedene Biotope bevölkert, mit ihrer vorherrschenden Meeraffinität charakteristisch. Biguglia und Palo dagegen bieten, in weniger verschiedenen Biotopen, ärmere und stärker euryhaline Biozönosen als die vorgenannten.

Von diesen beiden Gruppen ist Urbino typisch stenohalin und enthält deshalb die an Arten reichsten Biozönosen; Palo, seinerseits, entspricht dem reinen euryhalinen Typ, dessen Biozönosen sehr wenig Arten enthalten.

BIBLIOGRAPHIE

(N'ont pas été signalés, dans cette liste, les nombreux ouvrages et articles ayant servi à la détermination de la flore et de la faune.)

ABELOOS, M., 1969. Sur la reproduction par lacération longitudinale chez l'Actinie *Diadumene luciae* Verrill. *C. r. heb. Séanc. Acad. Sci. Paris*, **268** : 91-92.

ALEEM, A.A., 1952. Sur l'autécologie d'une Spirogyre d'eau saumâtre. *C. r. heb. Séanc. Acad. Sci. Paris*, **234** : 2648-2650.

ALEEM, A.A., 1952. *Phaeophila dendroides*, endophyte dans *Ceramium diaphanum* et *Chaetomorpha linum*, à Salses. *Vie Milieu*, **3** (4), 474-475.

BELLOC, G., 1938. L'étang de Biguglia (notes de mission 1937). *Rapp. P.-v. Réunion. Commn. int. Explor. scient. Mer Méditerran.*, **11** : 433-473.

- BLIDING, C., 1963. A critical survey of european taxa in Ulvales. Part 1. *Op. bot. Soc. bot. Lund*, A, 8 (3) : 1-160.
- BLIDING, C., 1968. A critical survey of european taxa in Ulvales. Part 2. *Bot. Notiser*, 121 (4) : 535-629.
- CARAFFA, T. de, 1929. Les Poissons de mer et la pêche sur les côtes de la Corse. Paris, Imprim. L. Fournier, 336 p.
- CHRISTENSEN, I., 1957. *Chaetomorpha linum* in the attached state. *Bot. Tidsskr.*, 53 : 311-317.
- CASABIANCA, M.L. de, 1966. Sur la biologie de *Corophium insidiosum* Crawford dans l'étang de Biguglia (Corse). *Bull. Soc. zool. Fr.*, 91 (3) : 401-405.
- CASABIANCA, M.L. de, 1967. Etude des conditions écologiques dans les étangs de la plaine orientale de la Corse. *Bull. Soc. Sci. Hist. Nat. Corse*, 582 (1) : 41-74.
- CASABIANCA, M.L. de et P. KERAMBRUN, 1972. Etude écologique relative à la présence d'une population de *Sphaeroma ghigii* Arc dans l'étang d'Urbino. *Rapp. P.-v. Réun. Commn int. Explor. scient. Mer Méditerran.*, 20 (4) : 491-493.
- CASABIANCA, M.L. de et A. KIENER, 1969. Gobiidés des étangs corses : systématique, écologie, régime alimentaire et position dans les chaînes trophiques. *Vie Milieu*, 20 (A3) : 611-634.
- CASANOVA, J.P., 1966. Sur la présence de *Penilia avirostris* Dana dans un étang de la côte orientale de Corse. *Revue Trav. Inst. (scient. tech.) Pêch. marit.*, 30 (4) : 391-393.
- FELDMANN-MAZOYER, G., 1953. Contribution à l'étude biologique des étangs méditerranéens. La végétation de l'Etang de Salses (rive Sud). *Vie Milieu*, 4 (4) : 685-700.
- GILET, R., R. MOLINIER et J. PICARD, 1954. Etudes bionomiques littorales sur les côtes de Corse. *Recl Trav. Stn mar. Endoume*, 13 : 25-53.
- den HARTOG, C., 1970. The sea-grasses of the world. *Verh. K. ned. Akad. Wet.*, 2 R., 58 (1) : 1-275.
- van den HOEK, C., 1960. Groupements d'Algues des étangs saumâtres méditerranéens de la côte française. *Vie Milieu*, 11 (3) : 390-412.
- van den HOEK, C., 1963. Revision of the european species of *Cladophora*. E.J. Brill Edit., Leiden, 248 p.
- JANIAUD, J.M.F., 1962. La pêche et la conchyliculture en Corse. Etude dactylographiée de 80 p., *Rapp. Inst. Pêches marit. (Extr. publiés par SO.MI.VAC. (Bastia), Bull. n° 19)*.
- KIENER, A., 1965. Contribution à l'étude écologique et biologique des plans d'eau saumâtres de la côte orientale de la Corse (notes préliminaires). *Rapp. P.-v. Réun. Commn int. Explor. scient. Mer Méditerran.*, 18 (3) : 691-692.
- MARS, P., 1966. Recherches sur quelques étangs du littoral méditerranéen français et sur leur faune malacologique. *Vie Milieu, Suppl.* 20 : 359 p.
- PETIT, G., 1953. Introduction à l'étude écologique des étangs méditerranéens. *Vie Milieu*, 4 (4) : 569-604.

- PETIT, G., 1962. Quelques considérations sur la biologie des eaux saumâtres méditerranéennes. *Pubbl. Staz. zool. Napoli*, Suppl., 32 : 205-218.
- PETIT, G., 1968. Fluctuations d'une lagune : l'étang du Canet ou de Saint-Nazaire (P.-O.). *Annls Soc. Hort. Hist. nat. Hérault*, 108 (4) : 1-28.
- PETIT, G. & A.A. ALEEM, 1952. Caractéristiques et évolution de la végétation d'un étang des Pyrénées-Orientales. *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris*, 235 : 632-634.
- PETIT, G. & D. SCHACHTER, 1951. Le problème des eaux saumâtres. *Année biol.*, 27 : 533-542.
- REMANE, A. et SCHLIEPER, 1958. Die Biologie des Brackwassers. Collect. Dr. E. Thieneman : « Die Binnengewässer », 22 : 348 p.
- RIEDL, R., 1963. Fauna und Flora der Adria. Hamburg et Berlin. Edit. P. Parey : 640 p.
- SACCHI, C.F., 1961. Evolution récente du milieu dans l'étang saumâtre dit « Lago di Patria », Naples, analysé par sa macrofaune invertébrée. *Vie Milieu*, 12 (1) : 37-65.
- SCHACHTER, D. et M.L. de CASABIANCA, 1965. Contribution à l'étude écologique des étangs de la plaine orientale de la Corse (note préliminaire). *Rapp. P.-v. Réun. Commn. int. Explor. scient. Mer Méditerr.*, 18 (3) : 661-664.
- SCHACHTER, D. et M.L. de CASABIANCA, 1965. Présence de *Corophium insidiosum* Crawford et de *Tanais cavolini* Milne Edwards dans l'étang de Biguglia (Corse). *Vie Milieu*, 18 (1C) : 631-632.
- SCHACHTER, D., M.L. de CASABIANCA et P. KERAMBRUN, 1965. Contribution à l'étude écologique de *Sphaeroma hookeri* Leach de l'étang de Biguglia. *Annls Fac. Sci. Marseille*, 38 : 51-60.
- SEGERSTRALE, S.G., 1964. Literature on marine biology in Baltic area published in years 1953-1962. *Commentat. biol.*, 23 (3) : 1-44.

Reçu le 10 décembre 1971.

ANNEXE

LISTE BIOCÉNOTIQUE DES ÉTANGS SAUMÂTRES CORSES

F L O R E

ESPECES	BIGUG.	PALO	DIANA	URBINO	OBSERVATIONS
CYANOPHYCEES					
<i>Anabaena variabilis</i> Kütz.	X				intriqué parmi Algues ou en masses floconneuses libres
<i>Calothrix confervicola</i> Ag. ex B. Fl.	XXXX	XXXX		XXX	épiphyte des Algues et Phanérogames
<i>Lyngbya aestuarii</i> Liebm. ex Gom.	X	X	X	X	zones salées ou dessalées ; en plaques limicoles, puis flottantes
<i>Lyngbya infixa</i> Frémy			X	X	épiphyte (sur <i>Codium</i>)
<i>Lyngbya majuscula</i> Harvey	X	X	X	X	sur les Algues, la vase
<i>Lyngbya semiplana</i> J. Ag. ex Gom.			X	X	sur Algues et galets
<i>Lyngbya sordida</i> Gomont	X			X	sur Algues et Phanérogames
<i>Oscillatoria bonnemaisonii</i> Crouan ex Gom.				X	sur Algues et vase
<i>Oscillatoria corallinae</i> (Kütz.) Gom.	X				sur Algues
<i>Oscillatoria limosa</i> Ag. ex Gom.	X	X			zones dessalées ; vase
<i>Oscillatoria nigro-viridis</i> Thw. ex Gom.			X	X	sur Algues, pieux, vase
<i>Oscillatoria subuliformis</i> Kütz.	X				en masses étalées, un peu sous le niveau
<i>Oscillatoria</i> sp.				X	sur Algues
<i>Spirulina subsalsa</i> Oerst. ex Gom.	X		X		en masses sur le fond (Diana) ; sous plaques flottantes de sédiments (Biguglia)
<i>Spirulina subtilissima</i> Kütz. ex Gom.	X		X		zones dessalées ; mêlé aux flocons d' <i>Anabaena variabilis</i>
<i>Symploca hydnoïdes</i> Kütz.			X		sur bois, sédiment sableux
RHODOPHYCEES					
PORPHYRIDIALES					
<i>Asterocystis ornata</i> (Ag.) Hamel	X	X	X	X	épiphyte fréquent
GIGARTINALES					
<i>Gracilaria</i> cf. <i>arcuata</i> Zanard			X		sur substrats durs divers
<i>Gracilaria verrucosa</i> (Huds.) Papenf.			XX		sur galets
RHODYMENIALES					
<i>Champia parvula</i> (C. Ag.) Harv.			X		sur cordons à moules
<i>Chylocladia reflexa</i> (Chauv.) Lenorm.	R		R		espèce de milieux portuaires
<i>Chylocladia verticillata</i> (Lightf.) Blid.			R		sur galets et Cystoseires
CRYPTONEMIALES					
Corallinées					
<i>Jania rubens</i> (L.) Lamour.			X	X	sur <i>Cystoseira barbata</i>
Mélobésiées					
<i>Dermatolithon litorale</i> Suneson			X	X	épiphyte, notamment sur feuilles Phanérogames
<i>Dermatolithon pustulatum</i> (Lam.) Foslie			R	R	épiphyte
<i>Melobesia farinosa</i> Lamouroux			XX	XX	épiphyte des feuilles de Phanérog.
Grateloupiacées					
<i>Halymenia floresia</i> (Clem.) J. Ag.				R	embouchure ; sur coquille de Murex

ESPECES	BIGUG.	PALO	DIANA	URBINO	OBSERVATIONS
CÉRAMIALES					
Céramiacées					
<i>Callithamnion corymbosum</i> (Sm.) Lyngb.			X		sur feuilles de Cymodocées
<i>Ceramium diaphanum</i> (Roth) Harv.			X		
var. <i>strictum</i> (Kütz.) G. Feldm.	X	X	X	X	sur Algues et feuilles de Phanérog.
var. <i>zostericola</i> Thuret	X	X	XX		sur feuilles de Zostères et Cymodocées
<i>Ceramium gracillimum</i> Griff. & Harv.					
var. <i>byssoides</i> (Harv.) G. Mazoy.			X	X	sur feuilles de Zostères et Cymodocées
<i>Ceramium petiti</i> G. Feldm.	R				épiphyte
<i>Ceramium tenerimum</i> (Mart.) Okam.			X	X	épiphyte
<i>Ceramium tenuissimum</i> (Lyngb.) J. Ag.	X				sur Algues et Zostères
<i>Griffithsia barbata</i> (Sm.) C. Ag.			R	R	zones d'embouchure
<i>Spermothamnion flabellatum</i> Bornet			R		sur feuilles de Cymodocées
<i>Spyridia filamentosa</i> (Wulf.) Harv.			XX		épiphyte ou intriqué avec autres Algues
Dasyacées					
<i>Dasya pedicellata</i> C. Ag.				R	dans l'herbier
Rhodomélacées					
<i>Alsidium corallinum</i> J. Ag.			XX	X	sur falaises marneuses, rochers, galets
<i>Alsidium helminthochorton</i> Kütz.					sur falaises marneuses, galets
<i>Chondria tenuissima</i> (Good. & Wood.) J. Ag.	XX		X	X	épiphyte des feuilles de Phanérogames
<i>Laurencia obtusa</i> (Huds.) Lamour.			X	X	souvent sur les feuilles de Phanérogames
<i>Laurencia papillosa</i> (Forsk.) Grev.			X	X	galets et rochers, près du niveau
<i>Lophosiphonia subadunca</i> (Kütz.) Falk.					sur substrats divers (galets, coquilles, tiges de roseaux)
var. <i>subadunca</i>	XX	XX	XX	XX	
var. <i>intricata</i> (Ag.) de Toni	XXX	XX	X	X	flottant ou intriqué avec les Cladophores
<i>Polysiphonia pulvinata</i> Kütz.	X		X	XX	épiphyte ou sur petits substrats durs
<i>Polysiphonia spinosa</i> (Ag.) J. Ag.			X	XX	épiphyte des feuilles de Phanérogames
PHEOPHYCEES					
ECTOCARPALES					
<i>Feldmannia irregularis</i> (Kütz.) Ham.			X	X	épiphyte sur <i>Cystoseira barbata</i>
SPHACELARIALES					
<i>Sphacelaria furcigera</i> Kütz.			X		épiphyte sur <i>Cystoseira barbata</i>
<i>Sphacelaria tribuloides</i> Menegh.			X	X	sur <i>Gracilaria</i> , <i>Cystoseira barbata</i> ...
DICTYOTALES					
<i>Dictyota linearis</i> (Ag.) Grev.				X	zone marine (embouchure) ; épiphyte sur <i>Cystoseira barbata</i> notamment
<i>Dictyopteria membranacea</i> (Stackh.) Batt.	R				en épave sur souche de Posidonie
<i>Padina pavonia</i> (L.) Gaillon			X	X	sur galets et falaises marneuses
DICTYOSIPHONALES					
<i>Stictyosiphon adriaticus</i> Kütz.			X		sur le fond, à - 5 m

ESPECES	BIGUG.	PALO	DIANA	URBINO	OBSERVATIONS
FUCALES					
<i>Cystoseira barbata</i> J. Ag.			XX	X	sur galets, - 0,30 m de profondeur
<i>Cystoseira discors</i> C. Ag. emend. Sauvageau					
BACILLARIOPHYCÉES (= DIATOMÉES)					
<i>Achnantes</i> spp.	—	—	—	—	Le gradient d'abondance n'est pas indiqué pour les Diatomées
<i>Achnantes brevipes</i> Ag.	—	—	—	—	benthiques. Leur nombre est extrêmement élevé en toutes saisons sur tous substrats : sédiments
<i>Cocconeis</i> spp.	—	—	—	—	galets, rochers, Algues ...
<i>Grammatophora</i> spp.	—	—	—	—	(feutrages denses de <i>Nitzschia</i>
<i>Licmophora</i> sp.	—	—	—	—	<i>lorenziana</i> à Urbino ; boues à <i>Melosira</i> à Biguglia, par exemple)
<i>Melosira</i> spp.	—	—	—	—	
<i>Navicula</i> spp.	—	—	—	—	
<i>Nitzschia</i> spp.	—	—	—	—	
<i>Nitzschia lorenziana</i> Grun.	—	—	—	—	
<i>Rhabdonema adriaticum</i> Kütz.	—	—	—	—	
<i>Striatella unipunctata</i> Ag.	—	—	—	—	
<i>Synedra</i> spp.	—	—	—	—	
<i>Synedra undulata</i> (Bailey) Greg.	—	—	—	—	
<i>Triceratium antediluvianum</i> Ehr.	—	—	—	—	
CHLOROPHYCÉES					
ULOTRICHALES					
Ulotrichacées					
<i>Ulothrix pseudoflacca</i> Wille			X	X	sur pieux (embouchure) ou intriqué parmi les Algues
Chaetophoracées					
<i>Entocladia viridis</i> Reinke	X	X	X	X	endophytes de certaines Algues
<i>Phaeophila dendroides</i> (Cr.) Batt.	X	X	X	X	
Ulvacées					
<i>Enteromorpha clathrata</i> (Roth) J. Ag.			X	X	sur galets ou intriqué avec <i>Spyridia</i> et <i>Cladophora</i>
<i>Enteromorpha</i> du groupe <i>compressa intestinalis</i>	XX	X	X	X	généralement flottant
<i>Enteromorpha linza</i> (L.) J. Ag.	X				goulet de l'étang vers l'embouchure
<i>Enteromorpha prolifera</i> (Müll) J. Ag.	X			R	sur substrat dur
<i>Ulva lactuca</i> (s.l.) L.	X	XX			souvent flottant ; porte de nombreux <i>Calothrix confervicola</i> en zones dessalées
<i>Ulvaria oxysperma</i> (Kütz.) Bliding (= <i>Monostroma oxyspermum</i> (Kütz.) Doty)	X				
SIPHONOCLEDALES					
<i>Chaetomorpha linum</i> (Müll.) Kütz.	XXXX	XXX	XX	XX	en masses flottantes ; parfois en boules roulées, intriqué avec fibres de feuilles de Phanérogames (Biguglia)
<i>Cladophora dalmatica</i> Kütz.			R	R	épiphyte ou sur substrats durs
<i>Cladophora laetevirens</i> (Dillw.) Kütz.			X	X	fixé ; en zone sableuse
<i>Cladophora vadorum</i> (Aresch.) Kütz.	X	X			fixé ou en masses spongieuses flottantes ; zones dessalées
<i>Cladophora vagabunda</i> (L.) v. d. Hoeck	XXX	XXX	XXX	XX	très euryhalin ; d'abord fixé (feuilles de Phanérogames, galets, coquilles) puis flottant

ESPECES	BIGUG.	PALO	DIANA	URBINO	OBSERVATIONS
<i>Lola</i> sp.	R				flottant
<i>Rhizoclonium implexum</i> (Dillw.) Kütz.	XX	X	X	X	touffes de filaments flottants ou enchevêtrés avec les Algues sur feuilles de Cymodocées ou flottant et intriqué avec les autres Algues
<i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Harv.			X		
CODIALES					
<i>Codium fragile</i> (Sur.) Hariot			X		sur galets
<i>Codium vermilara</i> (Oliv.) d. Chiaje				X	sur galets
DASYCLADALES					
<i>Acetabularia acetabulum</i> (L.) Silva	R		X	XX	sur galets, coquilles
ZYGOPHYCEES					
ZYGNEMALES					
<i>Spirogyra</i> sp.	X				zones dessalées ; nombreux filaments en conjugaison ; zygospores mûres
CHAROPHYCEES					
<i>Chara</i> sp.	X				zones dessalées ; sur sable vaseux
<i>Lamprothamnium papulosum</i> (Wallr.) J. Groves	X		X		zones dessalées ; sur sable vaseux avec <i>Ruppia</i>
PHANEROGAMES AQUATIQUES					
POTAMOGETONACEES					
<i>Cymodocea nodosa</i> (Ucria) Aschers.			XXXX	XXXX	en zones sableuses
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	X				en zones très dessalées
<i>Ruppia spiralis</i> Dumont (= <i>R. maritima</i> L.)	XXXXXX	XXXX	X	X	absence de <i>Zostera marina</i> et <i>Posidonia oceanica</i> dans les étangs mais présence de nombreux débris (souches et feuilles) de <i>Posidonies</i> transportés par les marées
<i>Zostera noltii</i> Hornemann (= <i>Z. nana</i> Roth)	XX	X	XX	XX	
NAIADACEES					
<i>Najas major</i> Allioni	X				en zones très dessalées

ESPECES	F A U N E				BIOCÉNOSES
	BIGUG.	PALO	DIANA	URBINO	OBSERVATIONS
PROTOZOAIRES					
Foraminifères					
<i>Quinqueloculena semenulum</i> var. <i>fugosa</i> Cushman				XX	Benthique. Sur herbiers.
<i>Rotalla beccarii</i> L.	XXX				Benthique. Sur herbiers.
Vorticelles	XX		X		Benthique. Sur herbiers et détritus.
SPONGIAIRES					
<i>Cliona celata</i> Grant			XX		Parasite huître.
<i>Dysidea fragilis</i> (Montagu)			X		} Benthique. Supports rigides : } huître, rochers . . .
<i>Reniera</i> sp.			X		
<i>Suberites carnosus</i> (Johnston)				X	Grottes et falaises marneuses.
COELENTERES HYDROZOAIRES					
Ordre des Gymnoblasiques					
<i>Podocoryna carnea</i> Sars			X		Néritique. Sur coquille Gastéropode.
Ordre des Anthomédues					
<i>Cladonema radiatum</i> Dujardin			R		Planctonique et zones herbier.
Ordre des Acalephes					
<i>Rhizostoma pulmo</i> L.		X	XXXX	XXXX	Pélagique.
Ordre des Leptomédues					
<i>Olindias phosphorica</i> Della Chiaje				R	Néritique.
HEXACORALLIAIRES					
ACTINIAIRES					
<i>Anemonia sulcata</i> Penn.			XX	XXX	Benthique. Herbier.
<i>Diadumene luciae</i> (Verrill)	XX				Benthique. Pieux et herbier.
CERIANTHAIRES					
<i>Cerianthus solitarius</i>			X	X	Benthique. Sable et sable marneux. Hypogé.
VERS					
PLATHELMINTHES TURBELLARIÉS					
<i>Monocelis lineata</i> (Müller)	X				Benthique. Débris organiques et herbier. Sur tubes Crustacés constructeurs.
<i>Stylochus pillidium</i> Lang				X	Benthique. Herbier
<i>Thysanozoon brocchii</i> Grube			X	X	Sur cordons à moules.
POLYCHETES SÉDENTAIRES					
<i>Hydroïdes norvegicus</i> Gunn.	X				Benthique. Supports rigides (coquille, roseaux, pieux).
<i>Mercierella enigmatica</i> Fauv.	XX	X	X	X	Benthique. Pieux bordique, crabe, coquillages, roseaux.
<i>Pomatoceros triqueter</i> (L.)				XXX	Introduit. Sur <i>Mytilus galloprovincialis</i> .
<i>Serpula concharum</i> Mangerhans			X	X	Benthique. Sur crabe et moule.

ESPECES	BIGUG.	PALO	DIANA	URBINO	OBSERVATIONS
<i>Spirorbis congatus</i> sp. (Montagu)	X		XX		Sur <i>Cymodocea nodosa</i> .
NEMERTES					
<i>Cephalothrix linearis</i> (Rathke)				X	Sable vaseux
POLYCHETES ERRANTES					
<i>Amphiglena mediterranea</i> (Leudig)				X	Benthique. Herbier
<i>Brania clavata</i> (Claparède)			X		Benthique. Sur herbier ou sable.
<i>Eunice vittata</i> (delle Chiaje)			XX		Benthique. Herbier et coquilles Huîtres vivantes.
<i>Glycera convoluta</i> Keferstein				X	Dans sable meuble.
<i>Hesione pantherina</i> (Risso)	X				Benthique. Herbier.
<i>Jasminetra elegans</i> St Joseph	X				Benthique.
<i>Notomastus lineatus</i> (Claparède)				X	Benthique. Sable.
<i>Platynereis massiliensis</i> M.	X		XXXX	XX	Benthique. Sable vaseux. Surtout sur racines <i>Cymodocea nodosa</i> .
<i>Scolecopsis fuliginosa</i> (Claparède)	X				Benthique.
<i>Streblospio shrubsolii</i> (Buchanan)	X				Benthique.
<i>Terebella lapidaria</i> L.	X				Benthique. Sur bois avec matière organique.
CRUSTACÉS					
COPEPODES					
Calanoïdes					
<i>Calanipeda aquaeductis</i> Kritschagin		XX			) Planctonique.)
<i>Centropages harnatus</i> Lill.			XXX	X	
Cyclopides					
<i>Halicyclops neglectus</i> Kiefer	X	X	X	X	Planctonique (néritique)
Harpacticides					
<i>Amphiascus minutus</i> Claus				X)
<i>Canuella perplexa</i> T. & A. Scott		X		X)
<i>Dactylopodia tisburyi</i> Sars	X		E	E)
<i>Harpacticus littoralis</i> Sars		XXX			) Benthique
<i>Mesochra heldti</i> Monard		X			) Néritique
<i>Metis ignea</i> Philippi	X		XX)
<i>Nitocra typica</i> Boeck	XX)
<i>Tisbe longicornis</i> T. & A. Scott		X)
ISOPODES LIBRES					
<i>Cyatura carinata</i> (Krøyer)	X			X	Benthique. Vase. Détritus organiques.
<i>Cymodoce spinosa</i> (Risso)			XX	XXX	Benthique. Herbier et détritus Cordons moules.
<i>Idothea viridis</i> Slabber	XXX	XX	X	XX	Benthique. Herbier.
<i>Leptocheilia dubia</i> (Krøyer)				X	) Benthique. Falaises marneuses
<i>Leptocheilia durbanensis</i> Brown				X	) (base ; végétation).
<i>Ligia italica</i> Fabr.			XX		Bord de l'eau : avancées falaises marneuses.
<i>Sphaeroma hookeri</i> Leach	XXX	XXX	X	X	Benthique. Sur bois morts et herbiers.

ESPECES	BIGUG.	PALO	DIANA	URBINO	OBSERVATIONS
<i>Sphaeroma ghigli</i> Arc				XX	Benthique. Sous bois morts et galets zone littorale.
<i>Tanaïs cavolinii</i> Milne Edwards	XX		X	X	Benthique. Herbier, bois avec matière organique.
ISOPODES PARASITES					
<i>Motocya epimerica</i> A. Costa	XX	X	X	X	) Sur Poissons.
<i>Merocila orbigny</i> (Schie et Mein)	X	X	X	X	
AMPHIPODES					
<i>Caprella acantifera</i> Leach				X	Sur herbier.
<i>Caprella aequilibra</i> Say			XX		Sur cordons à Moules.
<i>Caprella scaura</i> Templ.			XXXX		Sur cordons à Moules.
<i>Corophium insidiosum</i> Crawford	XXXX	X	XX	X	Sur supports divers.
<i>Corophium sextoni</i> Crawford			X	X	Sur cordons à Moules.
<i>Erichthonius brasiliensis</i> Dana	X	X	XX	X	) Sur végétation.
<i>Erichthonius difformis</i> M. E.	X				
<i>Gammarus aequicauda</i> Martinov	XXX	XXX			) Zone herbier.
<i>Gammarus insensibilis</i> Stock	X	X	XX	XX	
<i>Jassa falcata</i> (Montagu)				X	Cordons à Moules.
<i>Melita palmata</i> (Montagu)	E		XX	XX	Cordons à Moules et herbier.
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> Costa	X		XX	XX	Zone à herbier.
<i>Stenotoe spinimana</i> Chevreux			X	X	Cordons à Moules.
CIRRIPÉDES					
<i>Balanus amphitrite</i> Darwin	XX	X	X	X	Sur pieux bordigues.
<i>Balanus crenatus</i> Brugn.			X		Sur galets et falaises marneuses.
<i>Chthamalus stellatus</i> Ranz.	X				Sur pieux bordigues.
<i>Lepas anatifera</i> L.				X	Sur bois flottants.
SCHIZOPODES					
<i>Diamysis bahirensis</i> Sars	XX	X			Planctonique. Néritique. Au-dessus zone herbier.
Ordre des DÉCAPODES					
Macroures					
<i>Athanas laevirhincos</i> (Risso)	X				Sur débris Posidonies.
<i>Callinassa stebbingi</i> Borra				XX	Dans sables meubles.
<i>Hippolyte gracilis</i>			X	X	Zone à herbier.
<i>Hippolyte longirostris</i> Holtluris			X	X	Zone à herbier.
<i>Hippolyte serratus</i> Fenn.	X		X	X	Zone à herbier.
<i>Hippolyte squilla</i> L.	X	XX	XXX	XX	Zone à herbier.
<i>Penaeus trisulcatus</i> Leach			R	R	
Anomoures					
<i>Diogenes pugilator</i> Roux			XXX	XXX	Sur sable nu.
Brachyours					
<i>Brachynotus sexdentatus</i> Risso			XX		Zone falaises.
<i>Carcinus mediterraneus</i> Cz	XXX	XX	XX	XX	Sur fonds variés ; souvent herbier.

ESPECES	BIGUG.	PALO	DIANA	URBINO	OBSERVATIONS
<i>Eriphia spinifrons</i> (M.E.)				X	Zone de falaises.
<i>Ilia nucleus</i> L.			X		Zone de falaises et sables.
<i>Pachygrapsus marmoratus</i> Fabr.			XX	X	Cavités. Zone de falaises. Cordons à Moules.
<i>Pilumnus hirtellus</i> L.	X		X		Cordons à Moules.
<i>Pisa tetraodon</i> (Penn.)				X	
<i>Synalpheus gambaccoloides</i>	X				Cavités falaises.
<i>Xantho hydrophilus</i> (Savigny)			XX	X	Cavités falaises.
INSECTES					
DIPTERES					
Larves de CHIRONOMES					
Orthocladinae					
<i>Cricotopus</i> sp.	XX	XX		X	Herbier (larves vertes).
Chironominae					
<i>Chironomus</i> sp.	XX	XX	X	X	Diana Pompugliani et Urbino derrière presque l'île (dessalée). Vase (larves rouges).
Larves d'HEPHYRIDES					
ANISOPTERE					
	X				Jeune larve indéterminable. Canal eau très peu salée.
COLEOPTERES					
<i>Deronectes moestus</i> Fourm.	X				Zone littorale.
<i>Enochrus melanocephalus</i> Ol.	X			X	Zone littorale.
<i>Cybister lateralmarginalis</i>			X		
<i>Cymbiodyta marginella</i> F.				X	
ARACHNIDES					
Hydracariens Atractides				R	Falaise nord. Nympe non déterminable.
MOLLUSQUES					
Classe des GASTEROPODES					
<i>Aplysia depilans</i> Leach	R		R		Pélagique.
<i>Bittium reticulatum</i> C.	X		XXX	XX)
<i>Cerithium vulgatum</i> T.			X	X	) Zone herbier.
<i>Conus ventricosus</i> Gmelin				X)
<i>Cyclonassa neritea</i> A.C.	XX	XX	XX	X)
<i>Diodora</i> sp. (<i>italica</i> probabl.)	R				Sur substrat dur.
<i>Gibbula adamsoni</i>			XX		Zone herbier.
<i>Haminea navicula</i> Costa				X	Sur sable.
<i>Hydrobia acuta</i> C.	XXXX	XX	X	X	Sur herbier.
<i>Murex trunculus</i> C.			X	XXX	Sur fonds sableux.
<i>Massa reticulata</i> Leach			X	XX	Sur sables.
<i>Polynices josephinus</i> Risso			X	X	Sables près embouchures.
<i>Rissoa grossa</i> C.	X		XXX	XX	Sur herbier.
<i>Rissoa lineolata</i> A. C.					Sur herbier.
<i>Tricola tenuis</i> Michaud					Sur herbier.
<i>Tritonalia edwardsi</i> P. C.					Sur herbier.

ESPECES	BIGUG.	PALO	DIANA	URBINO	OBSERVATIONS
Classe des BIVALVES					
<i>Abra ovata</i> (Phil.)	X	X	X	X	Sur sables.
<i>Brachidontes marioni</i> (Loc.)	XXX	XX	XXXX	XXXX	Sur herbier.
<i>Cardium glaucum</i> Brug.	XXX	XX	X	X	Sur sables ou sur fonds sablo-vaseux.
<i>Cardium exiguum</i> A. C.			X	X	Sur sols meubles ou marnes.
<i>Gryphea angulata</i> Lmk			XXXX	XXXX	Introduit (élevage).
<i>Loripes lacteus</i> C.			X	X	Sables meubles.
<i>Macoma tenuis</i> (L.)			XXX	XX	Dans fonds sablonneux.
<i>Mytilus galloprovincialis</i> (Lmk)	X		XXXX	XXXX	Introduit (élevage).
<i>Ostrea edulis</i> L. var. <i>cyrnusi</i> Payr.			XXX		Autochtone à Diana (fonds rocheux).
<i>Ostrea edulis</i> L.			XXX	XXX	Introduite pour élevage.
<i>Petricola lithophaga</i> Retz.			XX	X	Tarets dans pieux.
<i>Pholas dactylus</i> L.			XX		Creusent trous dans marnes.
<i>Pinna nobilis</i> L.			X	X	Dans sables meubles. Zone à herbier clairsemé.
<i>Tapes aureus</i> A. C.			XX	XXX	Dans sable meuble.
<i>Tapes decussatus</i> Leach.			XX	XXX	Dans sable meuble.
<i>Teredo navalis</i> L.	X				} Tarets dans piquets en bois.
<i>Teredo pedicellata</i> Quatre F.			X		
<i>Thracia papyracea</i> (Poli)			XX		Fonds vaseux.
Classe des CEPHALOPODES					
<i>Sepia officinalis</i> L.			XXX	X	Pélagique. Oeufs sur cordons à moules.
BRYOZOAIRES					
<i>Bugula neritina</i> (L.)				XXX	Bancs à huîtres et falaises marneuses.
<i>Bowerbankia gracilima</i> Hincks				X)
<i>B. imbricata</i> (Adams)				XX	) Sur bois ou végétation.
<i>Conopeum seurati</i> (Lanu)	XXX		X		Encroûtant (signalés par GAUTHIER).
<i>Scrupocellaria bertholetii</i> (Audouin)			XX		Herbier Phanérogames.
ECHINODERMES					
<i>Amphipholis squamata</i> (D. Ch.)				X	Zone falaises marneuses nord.
<i>Asterina gibbosa</i> (Pennant)				XX	Benthique. Sable ou rochers.
<i>Astrospecten bispinosus</i> Otto.			X	X	Fonds sableux.
<i>Holothuria polii</i> Delle Chiaje				XXX	Fonds sableux.
<i>Paracentrotus lividus</i> Lam.			XX	XXX	Zone de marnes et de galets.
<i>Phyllophorus urna</i> Grube			X		Sur fonds sablonneux et cordons à Moules.
PROCORDES					
<i>Amphioxus lanceolatus</i> Costa				XXX	Dans sables littoraux.
Ascidies simples					
<i>Ciona intestinalis</i> Rupf.			XXX	XX)
<i>Phallusia mamillata</i> (Cuvier)			X	XXX	) Sur cordons
<i>Styela plicata</i> (Le Sueur)			X		) à Moules.
Ascidies composées					
<i>Botryllus shlosseri</i> Pallas			XX	XXX)
<i>Diplosoma listerianum</i> M. E.			XX		) Sur Cymodocées et Moules.

ESPECES	BIGUG.	PALO	DIANA	URBINO	OBSERVATIONS
POISSONS *					
TELEOSTEENS					
CLUPEIDES					
<i>Alosa ficta</i> Duh.	R		R	R	Alose finte. Mig. Anadrome. Pél.
<i>Clupea pilchardus</i> Walb.	R	R	XX	X	Sardine. Grégaire. Mig. Abondance très variable suivant les années.
ENGRAULIDES					
<i>Engraulis encrasicolus</i> (L.)	X	R	X	X	Anchois. Grégaire. Dsp.
ANGUILLIDES					
<i>Anguilla anguilla</i> (L.)	XXXX	XXX	XX	XX	Anguille. Mig. Dans tous les biotopes.
CONGRIDES					
<i>Conger conger</i> (L.)			R	R	Congre. Dsp. Rochers près des embouchures.
SCOMBRESOCIDES					
<i>Belone belone</i> L.	X	X	X	X	Orphie. Dsp. Pél.
SYNGNATHIDES					
<i>Hippocampus guttulatus</i> Cuv.			R	R	Hippocampe. Amené avec les vagues.
<i>Syngnathus abaster</i> Risso	XXX	XX	XX	XX	Petite aiguille. Séd. Z. H.
<i>Syngnathus acus</i> L.			R	R	Aiguille. Dsp. Z.H. Près des embouchures.
CYPRINODONTIDES					
<i>Aphanius fasciatus</i> (Val)	XX	XX	XX	XXX	Cyprinodon rayé. Séd. Z.H. et S.
<i>Gambusia affinis holbrooki</i> Gir.	X		R	R	Gambusie. Dans zones très dessalées. Introduite.
ATHERINIDES					
<i>Atherina boyeri</i> Risso	XXXX	XXX	XXX	XXX	Athérine (ou Joël). Séd. ou Dsp. Grégaire. Tous les biotopes.
MUGILIDES					
<i>Crenimugil chelo</i> (Cuv.)	R	R	X	X	Muge à grosses lèvres)
<i>Liza aurata</i> (Risso)	XXX	XX	XX	XX	M. doré) Mig.
<i>Liza capito</i> (Cuv.)	XXX	XX	XX	XX	M. ramada) Pél.
<i>Liza saliens</i> (Risso)			R	R	M. sauteur. Dsp. Pél.
<i>Mugil cephalus</i> Quensel	XXXX	XXXX	XXX	XXX	M. céphale (Boutargue). Mig. Pél.
SOLEIDES					
<i>Pegusa lascaris</i> Risso	R				Sole pole. Dsp. S.
<i>Solea solea</i> (L.)	X	X	XX	XX	Sole commune. Dsp. S.
SERRANIDES					
<i>Dicentrarchus labrax</i> (L.)	X	X	XX	XX	Loup (ou Bar). Dsp. Pél. et S.
<i>Dicentrarchus punctatus</i> (Bloch)			X	X	Loup tacheté (idem).
SCIENIDES					
<i>Sciaena cirrhosa</i> L.	R		X	X	Ombrine commune. Dsp.
En observations :					
	Séd. : sédentaire				
	Mig. : migrations saisonnières				
	Dsp. : déplacements sporadiques (nourriture)				
	(S. Plages sablonneuses.				
Habitat	{ Z.H. Zone herbiers.				
	{ Pél. Zone pélagique.				
* Familles classées suivant BERTIN et ARAMBOURG. Vol. 13. Collection P.P. GRASSE.					

ESPECES	BIGUG.	PALO	DIANA	URBINO	OBSERVATIONS
CARANGIDES					
<i>Trachurus trachurus</i> (L.)	R		X	X	Chinchard. Dsp. Pél.
MULLIDES					
<i>Mullus barbatus</i> L.	R		X	X	Rouget barbet. Dsp. A Biguglia, cantonné au goulet.
<i>Mullus surmuletus</i> L.			X	R	Rouget de roche. Dsp.
SPARIDES					
<i>Boops salpa</i> (L.)	X	X	XX	XX	Saupe. Grégaire. Mig. Z.H.
<i>Charax puntazzo</i> (L.)	R	R	X	X	Charax. Dsp. Z.H.
<i>Dentex dentex</i> (L.)			R	R	Denté. Dsp. Pél.
<i>Diplodus annularis</i> (L.)	XX	X	X	X	Sparaillon)
<i>Diplodus sargus</i> (L.)	X	R	XX	XX	Sargue de Rondelet) Grégaires
<i>Diplodus vulgaris</i> G. St Hil.	R	R	XX	XX	Sargue ordinaire.) Mig. presque partout.
<i>Pagellus mormyrus</i> (L.)	X	X	XX	XXX	Marbré. Grégaire. Mig.
<i>Oblada melanura</i> L.	R		R	R	Oblade. Dsp. Reste près des embouchures.
<i>Sparus auratus</i> (L.)	X	X	XX	XX	Daurade. Mig. Presque partout.
LABRIDES					
<i>Coris julis</i> (L.)			R		Girelle. Dsp. Reste près des embouchures.
<i>Symphodus ocellatus</i> (Forsk)			X	X	Crénilabre ocellé.)
<i>Symphodus tinca</i> (L.)			XX	XX	C. paon) Séd.
<i>Symphodus roissali</i> (Risso)			X	X	C. à 5 taches) Z.H.
<i>Symphodus doderletini</i> Jordan			R	R	C. tanche)
URANOSCOPIDES					
<i>Uranoscopus scaber</i> L.			R		Uranoscope. Dsp. Reste près des embouchures.
BLENNIIDES					
<i>Blennius sanguinolentus</i> Pall			XX	X	Blennie palmicorne. Séd. Z.H.
<i>Blennius pavo</i> Risso	X		XX	XX	Blennie paon. Séd. Z.H.
GOBIIDES					
<i>Gobius cobitis</i> Pall.	X		X	X	Gobie à grosse tête. Dsp. Z.H.
<i>Gobius cruentatus</i> L.	R		R	R	Gobie sanglant (idem).
<i>Gobius niger</i> L.	XX		XXX	XXX	Gobie noir ou G. Jozo)
<i>Gobius ophiocephalus</i> Pallas	R		XX	XXXX	Gobie lote) Séd.
<i>Gobius paganellus</i> L.	XXX	XXX	XX	XX	Gobie paganel) Z.H.
<i>Pomatoshistus marmoratus</i> Risso	X		XX	XX	Gobie marbré) Séd. S. et en
<i>Pomatoshistus microps</i> Kröyer	R	XX			Gobie microps.) limite Z. H.
SCORPENIDES					
<i>Scorpaena porcus</i> L.			X	R	Rascasse brune. Dsp. Reste généralement près des embouchures.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE BIOCOENOTIQUE DE LA GARRIGUE A *QUERCUS COCCIFERA*

II. — COMPOSITION BIOTIQUE DU PEUPELEMENT DES INVERTÉBRÉS

par L. BIGOT et P. BODOT

*Université de Provence, Centre de St-Jérôme,
Laboratoire de Biologie animale (Ecologie),
Traverse de la Barasse, 13013 - Marseille*

SOMMAIRE

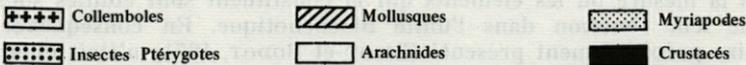
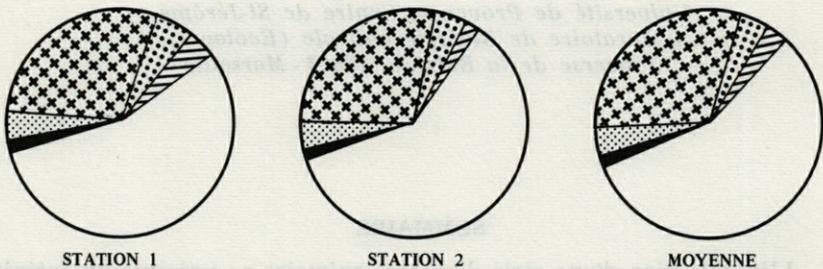
L'énumération d'une série d'espèces animales ne présente un intérêt que dans la mesure où les éléments qui la constituent sont étudiés sous l'angle de leur fonction dans l'unité biocoenotique. En conséquence, l'inventaire précédemment présenté (BIGOT et BODOT, 1971) n'était qu'un préliminaire que nous nous proposons d'assortir, dans ce travail, d'une étude statique : étude statique qui, après avoir envisagé les différents groupes essentiels d'animaux, tendra à préciser les lois qui régissent la communauté des Invertébrés du biotope considéré.

I. — LES GROUPES DOMINANTS

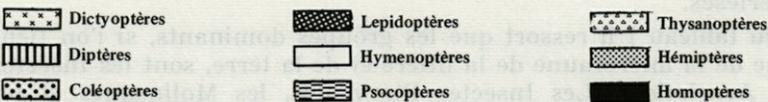
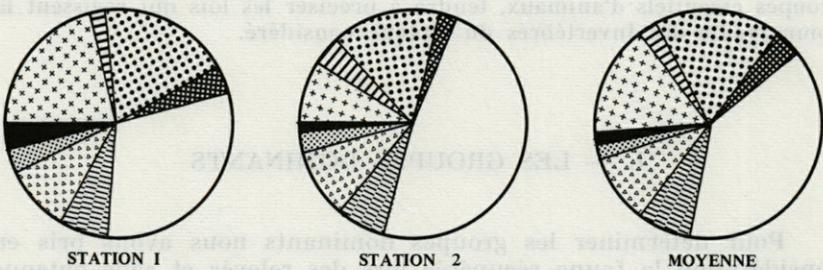
Pour déterminer les groupes dominants nous avons pris en considération la faune récupérée lors des relevés et celle obtenue par berlèses.

Du tableau I il ressort que les groupes dominants, si l'on tient compte de la microfaune de la litière et de la terre, sont les Insectes et les Arachnides. Les Insectes Ptérygotes, les Mollusques et les Myriapodes, à part sensiblement égale représentent environ 3 à 4 %.

Pour concrétiser ces rapports nous dressons des spectres biologiques : cercles divisés en secteurs proportionnels aux pourcentages des groupes suivants : Collemboles, Insectes Ptérygotes, Arachnides, Mollusques, Myriapodes et Crustacés. On schématise ainsi la structure biotique de la zoocoenose des deux stations. Ces spectres traduisent imparfaitement la réalité : des mesures de biomasse, matériellement irréalisables lors de nos investigations, auraient corrigé le caractère artificiel de nos schémas qui ne tiennent aucun compte de l'importance volumétrique des animaux. Nous sommes donc très conscients de la signification relative des nombres. Sous le terme d'Insectes Ptérygotes, des Arthropodes de biologie et d'éthologie différentes sont rassemblés : en conséquence, il nous a paru intéressant de considérer les groupes les plus importants et de donner une image de leur pourcentage respectif grâce aux spectres biologiques n° 2.



SPECTRES BIOLOGIQUES n° 1. — Les groupes dominants



SPECTRES BIOLOGIQUES n° 2. — Les Insectes ptérygotes.

Les Hyménoptères (Formicoïdea) représentent le 1/3 des Insectes Ptérygotes inventoriés et récoltés lors de nos relevés. Dictyoptères et Coléoptères équivalent respectivement à environ le 1/6 du total. Les Thysanoptères ne sont nullement négligeables car ils représentent le 1/10 de l'effectif; Psocoptères, Homoptères et Hétéroptères constituant le reste du peuplement. Ces observations sont valables au niveau des deux stations et malgré les faibles fluctuations que nous allons préciser il paraît raisonnable d'étendre ces résultats à l'ensemble de la garrigue provençale à *Quercus coccifera*.

Les différences essentielles sont liées aux variations du profil pédologique : au sol plus sec et plus caillouteux de la station 2 correspond un plus grand nombre de Formicoïdea et l'abondance de litière sur le coteau (station 1) paraît justifier, en partie, le plus grand nombre de Dictyoptères.

TABLEAU I
Groupes dominants de la faune des Invertébrés.

	Station 1		Station 2		Moyenne	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Acariens	43.970	55,70	51.129	59,85	4.549	58,76
Collemboles	23.678	30,01	24.105	28,22	23.891	29,11
Oligochètes	53	0,06	32	0,03	42	0,04
Mollusques	3.069	3,81	2.056	2,40	2.562	3,10
Aranéides	1.448	1,83	851	0,99	1.149	1,41
Chernètes	146	0,18	52	0,06	99	0,15
Crustacés	492	0,62	210	0,24	351	0,43
Myriapodes	2.559	3,24	3.659	4,28	3.109	3,76
Insectes Ptérygotes	3.523	4,46	3.327	3,89	3.425	4,17

II. — LA COMPOSITION BIOTIQUE DE LA BIOCOENOSE DES INVERTÉBRÉS

La caractérisation d'une zoocoenose par ses groupes est insuffisante. Ils peuvent comporter un petit nombre d'espèces avec beaucoup d'individus ou au contraire un grand nombre d'espèces avec peu d'individus. La structure statique est différente suivant qu'il s'agit du premier cas ou du second. Il est par conséquent intéressant d'étudier au niveau des différents groupes les espèces en précisant leur abondance relative, leur fréquence et leur densité.

Ces critères mathématiques et analytiques bien qu'arbitraires permettent d'établir une hiérarchisation des constituants de la communauté.

1°) NOMENCLATURE.

Devant la confusion qui règne au sujet de la nomenclature et des méthodes en biocoenotique nous croyons nécessaire de préciser le sens des termes utilisés dans ce travail.

A) *Abondance relative.*

L'abondance relative d'une espèce est le nombre d'individus de cette espèce par rapport au nombre d'individus de toutes les espèces contenues dans le même prélèvement : la valeur de l'abondance relative est donnée en pourcentage :

$$A_{rel.} = \frac{N_a}{N_a + N_b + N_c + \dots} \times 100$$

où $A_{rel.}$ = l'abondance relative de l'espèce a dans le prélèvement considéré;

N_a, N_b, N_c, \dots = le nombre d'individus des espèces a, b, c . L'abondance relative renseigne sur l'importance de chaque espèce et on admet qu'une espèce est abondante quand son coefficient d'abondance est égal ou supérieur à 2.

B) *Fréquence.*

La fréquence est aussi une notion relative à l'ensemble de la communauté. La fréquence d'une espèce dans une communauté est le rapport exprimé en pourcentage du nombre de prélèvements où se trouve cette espèce au nombre total de prélèvements effectués dans cette communauté :

$$F = \frac{P_a}{P} \times 100$$

où F = la fréquence de l'espèce a dans la communauté considérée;

P_a = le nombre de prélèvements où se trouve l'espèce a ;

P = le nombre total de prélèvements effectués.

Comme KROGERUS (1932), TISCHLER (1955), BODENHEIMER (1955), BALOGH (1958) et DAJOZ (1966), nous distinguerons des groupes d'espèces en fonction de leur fréquence :

- les espèces constantes qui sont présentes dans 50 % ou plus des relevés effectués dans une même communauté, ($F \geq 50 \%$);
- les espèces accessoires présentes dans 25 à 49 % des prélèvements, ($5 \leq F \leq 49 \%$);

— les espèces accidentelles dont la fréquence est inférieure à 25 %, ($10 \leq F \leq 24$ %);

— les espèces très accidentelles que nous qualifierons de sporadiques dont F est inférieur à 10 %.

C) Densité.

La densité d'un peuplement est le nombre d'individus vivants de toutes les espèces par unité de surface :

$$D = \frac{N}{P}$$

où D = la densité de l'espèce;

N = le nombre total d'individus d'une espèce récoltés dans le peuplement considéré.

P = le nombre total de prélèvements effectués dans le peuplement considéré.

D) Indice de diversité.

« Le calcul de cet indice permet d'évaluer la richesse faunistique d'un milieu donné et de comparer entre elles les faunes de deux milieux lorsque les nombres d'exemplaires récoltés sont très différents », DAJOZ (1970). Parmi les différentes formules proposées nous choisissons celle de FISCHER, CORBET et WILLIAMS (1943), qui se traduit par la formule suivante :

$$S = \alpha \log_e \left(1 + \frac{N}{\alpha} \right)$$

où S = le nombre d'espèces récoltées dans le peuplement considéré;

N = le nombre d'individus récoltés dans le peuplement considéré;

α = l'indice de diversité.

L'indice α se détermine de façon approchée mais néanmoins suffisante grâce aux abaques de WILLIAMS : α est d'autant plus élevé que les conditions de milieu sont favorables; les espèces sont nombreuses, les individus sont en nombre équilibré. Selon le principe de THIENEMANN (1939) lorsque les conditions de vie dans un milieu sont peu propices, la population animale est représentée par un petit nombre d'espèces et un grand nombre d'individus : la valeur de α est alors faible. Par contre, une valeur élevée de α caractérisera un milieu favorable où le nombre des espèces sera élevé et le nombre des individus relativement limité.

2°) RÉSULTATS.

La faune des stations 1 et 2 est analysée dans les tableaux II, III et IV. Au cours de l'étude des groupes dominants nous avons été amenés à une conclusion traduisant l'homogénéité relative des deux stations et, par conséquent, il est raisonnable de définir la

composition biotique de la faune des Invertébrés de la garrigue à *Quercus coccifera* en se basant sur les résultats globaux. L'homogénéité des fréquences des espèces constantes au niveau des deux stations (tableau II), ne fait que corroborer ce point de vue.

TABLEAU II

Espèces constantes (F : fréquence; A : abondance relative; D : densité; F \geq 50 %).

Espèces	Moyennes			Station 1			Station 2		
	F	A	D	F	A	D	F	A	D
Mollusques									
<i>Papillifera solida</i>	76,1	8,4	11,4	88,1	10,0	12,4	64,8	6,7	10,4
<i>Cyclostoma elegans</i>	74,7	6,6	8,9	92,8	9,4	11,1	56,7	3,8	6,7
<i>Chondrina similis</i>	66,7	6,6	10,3	71,4	6,2	9,4	62,1	7	11,2
Crustacés									
<i>Porcellio orarum</i>	55,2	1,8	3,5	61,9	2,2	3,9	48,6	1,4	2,9
Myriapodes									
<i>Schizophyllum sab.</i>	95,9	12,8	14	100	7,5	88,2	91,9	18,2	19,8
<i>Lithobius calcaratus</i>	88,1	3,9	4,6	95,2	4	4,5	81,1	3,8	4,7
<i>Glomeris guttata</i>	84,9	4,9	5,9	83,3	3,6	4,7	86,5	6,2	7,2
<i>Polyxenus lagurus</i>	75,4	3,1	4,3	83,3	3,2	4,1	67,6	3,0	4,5
<i>Glomeris marginata</i>	70	2,5	3,7	64,3	2,1	3,5	75,7	2,9	3,8
Insectes									
<i>Loboptera decipiens</i>	90,5	3,3	3,7	100	4,7	5,1	81,1	1,9	2,4
<i>Ectobius lividus</i>	59,7	1,5	2,8	76,2	2,0	2,9	43,2	1,1	2,7
<i>Bebelothrips flavicinctus</i>	57,6	2,4	4,4	47,6	2,2	5,1	67,6	2,6	3,8

— Douze espèces ont une fréquence supérieure à 50 % et sont donc des espèces constantes. Parmi elles, figurent 3 espèces de Mollusques Gastéropodes : *Papillifera solida* vivant dans les fentes des rochers ou sous les pierres, dans la litière et dans la terre où subsiste une certaine humidité; *Cyclostoma elegans*, caractéristique des régions calcaires et *Chondrina similis*, Pupidé de petite taille généralement sous les pierres dans les lieux secs et chauds. On ne relève qu'une espèce de Crustacé : *Porcellio orarum* marquant une préférence pour la litière. Les Myriapodes constants se répartissent en cinq espèces : *Schizophyllum sabulosum* que l'on trouve par groupe à l'état jeune dans la terre mais souvent solitaire à l'état adulte dans toutes les strates; *Lithobius calcaratus*, espèce non strictement méditerranéenne; *Glomeris guttata* et *Glomeris marginata*, Chilopodes qui se roulent en boule et qui paraissent localisés dans la terre et dans la litière; *Polyxenus lagurus*, de petite taille, a souvent été recueilli par berlèse. Les Insectes, comme les deux espèces méridionales de Dictyoptères : *Loboptera decipiens* et

Ectobius lividus et le Thysanoptère, *Bebelothrips flavicinctus*, font également partie du lot des 12 espèces constantes.

TABLEAU III

Espèces accessoires (F : fréquence; A : abondance relative; D : densité; $25 \leq F \leq 49 \%$).

Espèces	Moyennes			Station 1			Station 2		
	F	A	D	F	A	D	F	A	D
Mollusques									
<i>Oxychilus glabrus</i>	45,9	1,3	3,0	40,5	1,2	3,2	51,3	1,4	2,8
Arachnides									
<i>Saitis barbipes</i>	43,7	0,8	1,8	52,4	1,1	2,3	35,1	0,5	1,4
<i>Amaurobius erberi</i>	41,6	1,2	3,5	42,8	1,5	3,8	40,5	0,9	2,2
<i>Hysterochelifer tuberculatus</i>	33,4	0,4	1,3	45,2	0,5	1,1	21,6	0,3	1,5
<i>Chthonius ischnocoles</i>	33,2	2,3	1,5	47,6	0,9	2,0	18,9	3,8	1
<i>Tmarus staintoni</i>	30,8	0,4	1,7	42,8	0,6	1,7	18,9	0,3	1,7
Crustacés									
<i>Armadillidium vulgare</i>	45,2	0,6	1,1	71,4	0,6	1,1	18,9	0,6	1,1
<i>Chaetophiloscia sicula</i>	41,3	0,7	1,9	47,6	1,2	2,8	35,1	0,3	1
Myriapodes									
<i>Chaetechelyne vesuviana</i>	35,1	0,6	1,8	40,5	0,6	1,6	29,7	0,6	2,1
<i>Cryptops hortensis</i>	27,8	0,4	1,8	28,6	0,4	1,6	27	0,5	2
Insectes									
<i>Leptothorax sp.</i>	48,6	4,2	9,2	59,5	5,0	9,2	37,8	3,5	9,3
<i>Lepinotus reticulatus</i>	41,3	0,9	2,3	47,6	1,0	2,2	35,1	0,8	2,4
<i>Euborella moesta</i>	37,4	0,6	1,6	26,2	0,3	1,5	48,6	0,9	1,8
<i>Liposcellis terricollis</i>	30,0	0,5	1,8	35,7	0,4	1,3	24,3	0,6	2,4
<i>Sarcophaga sp.</i>	28,2	0,8	2,8	42,8	1,3	3,7	13,5	0,3	2

— Quinze espèces sont présentes dans plus du quart des relevés et peuvent être qualifiées d'accessoires. *Oxychilus glabrus* est le seul Mollusque dont la fréquence est supérieure à 25 %, et sur la plateforme il pourrait figurer parmi les espèces constantes, cependant son abondance et sa densité demeurent faibles. Les Arachnides ont 5 espèces accessoires parmi lesquelles les 2 Pseudoscorpions de la zoocoenose et des Aranéides : *Tmarus staintoni*, sur les arbustes et les buissons, *Amaurobius erberi* dans la litière et *Saitis barbipes* espèce provençale trouvée surtout en mai et juillet dans la litière. Deux espèces de Crustacés : *Armadillidium vulgare* dans la terre et *Chaetophiloscia sicula* sont assez communes. Les Myriapodes accessoires sont deux Chilopodes carnassiers. Les Insectes Ptérygotes accessoires appartiennent à 4 familles différentes.

— Parmi les espèces accidentelles on relève en moyenne 28 espèces appartenant essentiellement aux Arachnides et aux Insectes. Mollusques, Crustacés et Myriapodes ne sont représentés chacun que par un genre.

TABLEAU IV
Espèces accidentelles (F : fréquence; A : abondance relative; D : densité;
 $10 \leq F \leq 24$ %).

Espèces	Moyennes			Station 1			Station 2		
	F	A	D	F	A	D	F	A	D
Mollusques									
<i>Zonites algirus</i>	22,2	0,3	1,5	30,9	0,4	1,5	13,5	0,2	1,6
Arachnides									
<i>Zoropsis media</i>	21,0	0,2	1,2	28,6	0,3	1,5	13,5	0,1	1,0
<i>Execopophys bucephalus</i>	18,8	0,2	1,2	21,4	0,2	1,2	16,2	0,2	1,2
<i>Oxyptila atomaria</i>	17,8	0,2	1,4	16,7	0,2	1,6	18,9	0,2	1,3
<i>Nemesia carminans</i>	17,5	0,2	1,5	21,4	0,3	1,9	13,5	0,1	1,2
<i>Dysdera erythrina</i>	16,1	0,2	1,4	21,4	0,2	1,1	10,8	0,2	1,7
<i>Thanatus vulgaris</i>	13,9	0,1	1,4	14,3	0,1	1,3	13,5	0,2	1,6
<i>Oxyptila brevipes</i>	13,9	0,2	1,6	28,6	0,3	1,5	13,5	0,2	1,8
<i>Frontina bucculenta</i>	13,6	0,1	1,3	19,0	0,2	1,4	8,1	0,1	1,3
<i>Scytodes thoracica</i>	12,4	0,1	1,2	16,7	0,1	1,1	8,1	0,1	1,3
<i>Oxyopes lineatus</i>	12,2	0,1	1,0	19,0	0,1	1,0	5,4	0,1	1,0
<i>Dictynia latens</i>	11,0	0,1	1,6	16,7	0,2	1,7	5,4	0,1	1,5
<i>Dendryphantes nid.</i>	9,8	0,1	1,3	14,3	0,2	1,7	5,4	0,0	1,0
Crustacés									
<i>Chaetophloscia elong.</i>	11,2	0,3	2,6	14,3	0,5	3,7	8,1	0,1	1,6
Myriapodes									
<i>Geophilus sp.</i>	14,9	0,1	1,2	19,0	0,2	1,5	10,8	0,1	1,0
Insectes									
<i>Polydrosus cervinus</i>	22,9	1,2	3,7	21,4	1,2	6,1	24,3	1,3	1,3
<i>Lepisma lineata</i>	22,4	0,4	2,2	28,6	0,6	2,5	16,2	0,3	2,0
<i>Cremastogaster sordidula</i>	21,9	2,9	19	35,7	3,6	11,3	8,1	2,2	26,7
<i>Monotylota ramburi</i>	21,3	0,2	1,3	23,8	0,2	1,3	18,9	0,2	1,3
<i>Campodea staphylinus</i>	21,3	0,2	1,2	23,8	0,3	1,5	18,9	0,2	1,0
<i>Neopsocopsis hirticornis</i>	13,7	0,2	1,6	14,3	0,2	1,5	13,5	0,2	1,8
<i>Aeolothrips intern.</i>	13,6	0,3	2,7	19,0	0,5	3,0	8,1	0,2	2,3
<i>Epispocus lucifugus</i>	12,7	0,2	2,6	11,9	0,2	2,6	13,5	0,3	2,6
<i>Cremastogaster scutellaris</i>	12,5	2,0	19,0	14,3	0,8	9,0	10,8	3,2	30,0
<i>Megathrips inermis</i>	11,3	0,2	2,0	11,9	0,2	2,4	10,8	0,2	1,7
<i>Emblethis verbasci</i>	11,2	0,1	1,0	11,5	0,1	1,0	10,8	0,0	1,0
<i>Sarcophaga haemorrhoidalis</i>	10,9	0,2	2,2	19,0	0,4	2,5	2,7	0,0	2,0
<i>Brachydes pubescens</i>	10,2	0,6	5,9	9,5	1,2	1,7	10,8	0,1	10,0

— Les espèces très accidentelles ou sporadiques ($F < 10$ %), ne feront pas l'objet d'une énumération spéciale car elles figurent dans le mémoire précédent (BIGOT et BODOT, 1971). Précisons toutefois que les très nombreuses espèces sporadiques appartiennent essentiellement aux Aranéides (approximativement 46 espèces) et aux Insectes (90 espèces environ).

Les différences entre les résultats obtenus au niveau des deux stations apparaissent plus nettement lorsqu'on confronte les abondances relatives et les densités d'où l'intérêt de l'étude de ces critères : critères qui, dans le cas présent éclairent sur la biologie et l'éthologie des Invertébrés récoltés. C'est ainsi que *Schizophyllum sabulosum* est plus fréquent sur le coteau que sur la plateforme, par contre son abondance relative et sa densité sont supérieures sur le plateau. En effet, dans la station 2, nous avons rencontré très souvent, dans la terre, des groupes importants de formes jeunes (de 20 à 30 individus). Le 12 mai 1969 nous avons trouvé un nid dans la terre avec des œufs et de jeunes Iules venant de naître. Il semblerait donc que le plateau, plus xérique, convienne mieux à la reproduction de ce Myriapode. Les Mollusques constants sont moins abondants et moins denses sur la plateforme que sur le coteau. *Loboptera decipiens* retient également notre attention : l'abondance relative et la densité de ce Dictyoptère est plus grande en 1; cette blatte détritivore affectionne la litière où on la trouve sous forme larvaire et rarement à l'état adulte.

Les différences se font plus nettes lorsqu'on aborde les espèces accessoires. Nous avons déjà souligné les différences de fréquence pour certaines espèces, en particulier pour *Oxychilus glabrus*. *Chthonius ischnocheles* et *Tmarus staintoni* sont également moins fréquents en 2 qu'en 1, tandis que *Saitis barbipes* et *Amaurobius erberi* paraissent se rencontrer plus souvent sur le coteau où la litière est importante. Le caractère social des *Leptothorax* explique leur forte densité au niveau des deux stations.

Plus nous nous adressons à des espèces accidentelles, plus nous rencontrons des variations de leur abondance relative et de leur densité d'une station à l'autre. Ceci est en partie lié au fait que nous nous trouvons avec des Invertébrés de plus en plus mobiles mais peut-être doit-on voir là aussi, des précisions sur les niches écologiques et sur les territoires. Un fait paraît général : les Invertébrés accidentels sont moins fréquents sur la plateforme que sur le coteau : leur densité et leur abondance relative sont faibles. *Crematogaster sordidula* et *Crematogaster scutellaris* font exception, conséquence de leur mode de vie social. Les Aranéides accidentelles paraissent plus fréquentes sur le coteau qui est la station la plus abritée mais aussi celle qui présente une série de micro-milieus convenant à des espèces très variées.

La composition biotique de la zoocoenose des Invertébrés de la garrigue à *Quercus coccifera* se résume en 12 espèces constantes, 15 espèces accessoires, 28 espèces accidentelles et de nombreuses espèces sporadiques.

La garrigue à *Quercus coccifera*, avec son indice de diversité $\alpha = 70$ constitue un milieu particulièrement riche. Cette valeur

élevée montre que la garrigue malgré un peuplement visiblement peu abondant n'en constitue pas moins un milieu bien équilibré, les espèces capables de vivre dans ce milieu étant nombreuses. Ce milieu n'a donc pas un caractère xérique trop poussé ainsi qu'en atteste la présence de certaines espèces comme : *Lithobius calcaratus*, *Porcellio orarum* et *Chaetophiloscia sicula*.

3°) ETUDE COMPARATIVE DU PEUPLEMENT DES DIFFÉRENTES STRATES.

Au point de vue de la stratification, en accord avec les conceptions de TISCHLER, il faut considérer qu'il existe trois strates : épigaion, hypergaion et hypogaion. L'épigaion correspond au-dessous des pierres et à la litière, l'hypergaion, aux arbustes et aux buissons et l'hypogaion à la terre. La position des divers groupes de la zoocoenose dans les strates est aisément définie à l'aide des critères suivants : comparaison des niveaux de capture dissociés lors des relevés et par l'emploi de méthodes de récolte différentes, besoins nutritionnels, rythme et cycle.

A) Variation de la diversité faunistique des peuplements.

C'est dans la litière et dans la terre que les Invertébrés sont, dans ce milieu précis, le plus nombreux mais l'indice de diversité est du même ordre de grandeur au niveau des 4 zones envisagées (cf. tableau V).

TABLEAU V
Différents indices de diversité.

Strates	Nombre d'espèces	Indice de diversité
Hypergaion	75	23
Epigaion		
Pierre	78	19
Litière	100	21
Hypogaion	105	22

Il ressort de ce tableau V qu'aucune strate n'offre des conditions de milieu très favorables : les indices de diversité n'étant pas très élevés.

B) Variation des principaux groupes d'Invertébrés.

Comme le montrent les figures 1 et 2, les Mollusques constituent un groupe caractéristique de l'épigaion pendant une grande partie de l'année cependant que certaines formes comme *Oxychilus glabrus* et *Cyclostoma elegans* paraissent se cantonner, surtout en

hiver, dans la terre : en fait cela explique le fort pourcentage de Mollusques dans la terre du coteau (41 %).

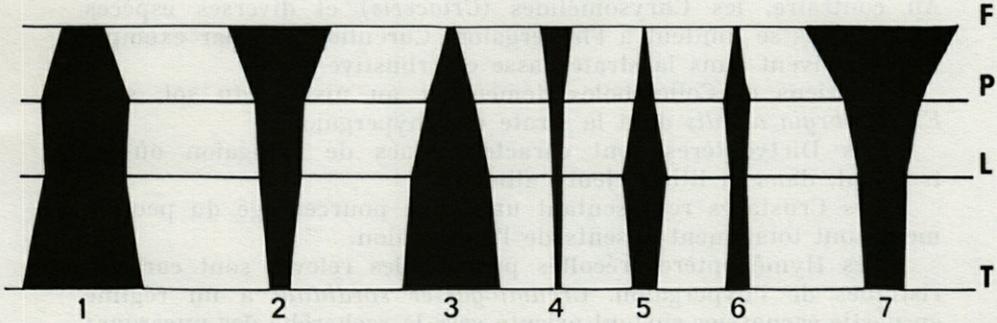


FIG. 1. — Variation verticale des principaux groupes d'Invertébrés (Station 1). 1 : Mollusques; 2 : Aranéides; 3 : Myriapodes; 4 : Coléoptères; 5 : Dictyoptères; 6 : Crustacés; 7 : Hyménoptères.

Les Aranéides sont caractéristiques de l'hypergaion; elles représentent environ le 1/3 de la faune recueillie par battage sur le feuillage de la plateforme et sur le coteau. Les Lycosides courent sur le sol mais grimpent également sur les buissons et sur les arbustes.

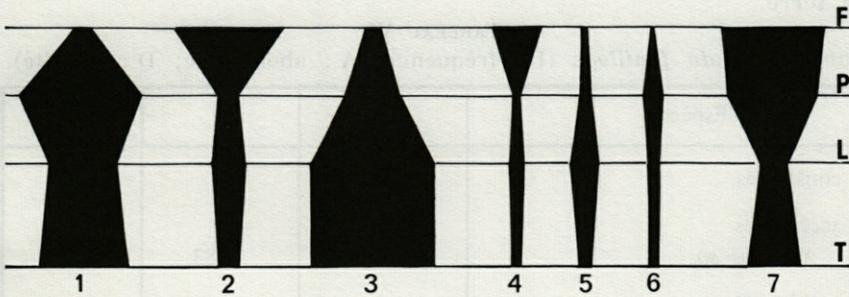


FIG. 2. — Variation verticale des principaux groupes d'Invertébrés (Station 2). 1 : Mollusques; 2 : Aranéides; 3 : Myriapodes; 4 : Coléoptères; 5 : Dictyoptères; 6 : Crustacés; 7 : Hyménoptères.

Les Myriapodes sont nombreux dans l'hypogaion et dans l'épigaion; à cet égard, toutes les espèces trouvées sont ombrophiles mais des besoins nutritionnels différents localisent certaines espèces dans la terre, d'autres dans la litière. Les Diplopodes (*Schizophyllum* et *Glomeris*) pondent dans la terre mais ce sont des végétariens à tendance détritivore qui vivent surtout dans la litière, dans les feuilles en décomposition. Par contre, les Chilopodes ont un régime carnivore et chassent aussi bien dans la litière que dans la terre. Les Coléoptères ont des exigences très diverses. Les Sta-

phylins, mésophiles (*Bryocharis*, *Quedius*) se tiennent sur le sol où ils recherchent de petits abris (dessous de pierre, par exemple). Au contraire, les Chrysomélides (*Crioceris*) et diverses espèces sporadiques se limitent à l'hypergaion. Curculionides, par exemple Apions, vivent dans la strate basse et arbustive.

Acariens et Collembolés demeurent au niveau du sol, sauf *Entomobryia nivalis* dont la strate est l'hypergaion.

Les Dictyoptères sont caractéristiques de l'épigaion où ils trouvent, dans la litière, leurs aliments.

Les Crustacés représentant un faible pourcentage du peuplement sont totalement absents de l'hypergaion.

Les Hyménoptères récoltés pendant les relevés sont caractéristiques de l'hypergaion. *Crematogaster sordidula* a un régime en partie carnassier surtout orienté vers la recherche des pucerons; elle monte souvent sur les arbustes et sur les arbres.

Les Diptères essentiellement piégés ne peuvent être exploités quantitativement.

C) Peuplement des différentes zones.

Les tableaux VI, VII, VIII et IX renseignent sur les Invertébrés présents sur le feuillage, sous les pierres, dans la litière et dans la terre.

TABLEAU VI

Invertébrés du feuillage (F : fréquence; A : abondance; D : densité).

Espèces	F	A	D
constantes	—	—	—
accessoires			
<i>Xysticus sp.</i>	31,45	2,83	0,23
accidentelles			
<i>Chondrina similis</i>	19,16	7,16	0,59
<i>Tmarus staintoni</i>	20,54	3,66	0,30
<i>Argiopide</i>	17,80		
<i>Cremastogaster sordidula</i>	16,43	29,83	2,45
Geometride (larves)	16,43		
sporadiques			
Mollusques : 2 espèces			
Myriapodes : 3 espèces			
Arachnides : 33 espèces			
Insectes : 57 espèces			

Les Invertébrés du feuillage (tableau VI) ou de l'hypergaion sont nombreux en espèces mais leurs fréquence, abondance et densité faibles réduisent à 6 le nombre des espèces fondamentales. Aucune espèce n'est présente dans 50 % des relevés. Si *Xysticus* sp. est accessoire, un Argiopide et *Tmarus staintoni* figurent parmi les espèces accidentelles. Fait intéressant, *Chondrina similis*, Mollusque Gastéropode, est également une espèce accidentelle à côté de *Crematogaster sordidula*, Myrmicide qui circule sur les arbustes, les buissons. Un cortège, important de 95 espèces accompagne ces espèces fondamentales.

TABLEAU VII
Invertébrés des dessous de pierres (F : fréquence; A : abondance; D : densité).

Espèces	F	A	D
constantes			
<i>Papillifera solida</i>	50	9,54	1,68
accessoires			
<i>Oxychilus glabrus</i>	26,78	1,94	0,34
<i>Chondrina similis</i>	40	19,52	3,45
<i>Cyclostoma elegans</i>	33,92	4,06	0,71
<i>Porcellio orarum</i>	32,14	3,09	0,54
<i>Glomeris guttata</i>	30,34	3,97	0,70
<i>Glomeris marginata</i>	28,75	2,11	0,37
<i>Lithobius calcaratus</i>	35,71	2,56	0,46
<i>Loboptera decipiens</i>	33,92	2,56	0,46
<i>Ectobius lividus</i>	26,78	1,50	0,26
accidentelles			
<i>Schizophyllum sabulosum</i>	23,21	2,20	0,30
<i>Amaurobius erberi</i>	21,42	2,29	0,40
sporadiques			
Mollusques : 2 espèces			
Arachnides : 2 espèces de Pseudoscorpions			
38 espèces d'Aranéides			
2 espèces d'Opilions			
Crustacés : 2 espèces			
Myriapodes : 5 espèces			
Insectes : 38 espèces			

Dans le tableau VII apparaît la hiérarchisation des espèces récoltées sous les pierres. *Papillifera solida* est une espèce cons-

tante tandis que 9 autres espèces, dont 3 Mollusques, 1 Crustacé, 3 Myriapodes et 3 Insectes sont accessoires; leur fréquence est supérieure à 25 %, leur abondance relative, en général, supérieure à 2 %. Remarquons au passage, la forte abondance ($A = 19,52$) de *Chondrina similis*. Malgré une abondance relative légèrement supérieure

TABLEAU VIII

Invertébrés de la litière (F : fréquence; A : abondance relative; D : densité).

Espèces	F	A	D
constantes			
<i>Papillifera solida</i>	69,84	10,61	3,64
<i>Cyclostoma elegans</i>	57,57	10,40	3,57
<i>Glomeris guttata</i>	66,66	6,76	2,33
<i>Schizophyllum sabulosum</i>	69,84	12,45	4,27
<i>Lithobius calcaratus</i>	56,06	3,03	1,04
<i>Porcellio orarum</i>	54,54	1,88	0,64
<i>Loboptera decipiens</i>	65,15	5,56	1,91
accessoires			
<i>Oxychilus glabrus</i>	30,30	1,41	0,48
<i>Chondrina similis</i>	34,84	3,80	1,36
<i>Amaurobius erberi</i>	39,39	1,15	0,39
<i>Saitis barbipes</i>	39,39	1,11	0,38
<i>Chaetophiloscia sicula</i>	27,27	0,94	0,32
<i>Glomeris marginata</i>	48,48	2,86	0,90
<i>Ectobius lividus</i>	43,03	2,61	0,89
accidentelles			
<i>Hysterochelifer tuberculatus</i>	10,66	0,29	0,10
<i>Scytodes thoracica</i>	12,12	0,34	0,11
<i>Trichonchus scrofa</i>	13,65	0,42	0,14
<i>Exechophysis bucephalus</i>	16,66	0,47	0,16
<i>Oxyptila atomaria</i>	22,72	0,42	0,14
<i>Philodromus sp.</i>	12,12	0,34	0,11
<i>Xysticus sp.</i>	16,66	0,47	0,16
<i>Hahnia nava</i>	10,66	0,29	0,10
<i>Lycosa albofasciata</i>	10,66	0,34	0,11
<i>Euborellia moesta</i>	16,66	0,47	0,16
<i>Gryllides (larves)</i>	18,18		
<i>Lepisma lineata</i>	13,65	0,38	0,13
<i>Polydrosus cervinus</i>	21,21	1,71	0,58
<i>Epipsocus lucifugus</i>	10,66	0,29	0,10
<i>Cremastogaster sordidula</i>	21,21	0,59	0,20
<i>Cremastogaster scutellaris</i>	16,66	1,71	0,58
<i>Camponotus cruentatus</i>	10,66	1,11	0,38
<i>Leptothorax sp.</i>	18,18	6,83	2,35
sporadiques			
Mollusques	: 4 espèces		
Arachnides	: 50 espèces		
Myriapodes	: 3 espèces		
Insectes	: 39 espèces		

à 2, *Schizophyllum sabulosum* et *Amaurobius erberi* ne sont que des espèces accidentelles. 89 espèces sporadiques ont été également récoltées à ce niveau-là, essentiellement représentées par 38 % d'Aranéides et 38 % d'Insectes.

La zoocoenose de la litière est mieux équilibrée : 7 espèces constantes et abondantes se répartissent comme l'indique le tableau VIII, en 2 espèces de Mollusques, 3 espèces de Myriapodes,

TABLEAU IX

Invertébrés de la terre (F : fréquence; A : abondance; D : densité).

Espèces	F	A	D
constantes			
<i>Cyclostoma elegans</i>	71,01	13,32	5,11
<i>Glomeris guttata</i>	55,07	3,81	1,46
<i>Glomeris marginata</i>	53,61	3,32	1,27
<i>Schizophyllum sabulosum</i>	78,26	13,54	5,20
<i>Lithobius calcaratus</i>	76,81	5,05	1,94
<i>Euborellia moesta</i>	53,61	1,39	0,53
accessoires			
<i>Oxychilus glabrus</i>	37,68	1,83	0,72
<i>Chondrina similis</i>	40,57	1,24	0,47
<i>Papillifera solida</i>	46,37	8,10	3,14
<i>Amaurobius erberi</i>	29,13	0,71	0,27
<i>Porcellio orarum</i>	37,68	1,88	0,70
<i>Chaetechelyne vesuviana</i>	33,33	1,50	0,57
<i>Ectobius lividus</i>	29,13	1,81	0,69
<i>Loboptera decipiens</i>	46,37	2,64	1,01
<i>Leptothorax parvula</i>	29,13	2,60	1
Coléoptères (larves)	40,57		
accidentelles			
<i>Zonites algirus</i>	21,73	0,56	0,21
<i>Chaetophiloscia sicula</i>	20,26	7,88	3,02
<i>Armadillidium vulgare</i>	15,93	0,64	0,24
<i>Nemesia carminans</i>	13,04	0,33	0,13
<i>Zoropsis media</i>	17,39	0,45	0,17
<i>Hahnia nava</i>	11,59	0,30	0,11
Drasside	21,73		
<i>Cryptops hortensis</i>	20,26	0,60	0,23
Gryllide (larves)	13,04		
Homoptère (larves)	17,39		
<i>Cremastogaster sordidula</i>	23,18	2,45	0,07
sporadiques			
Mollusques	: 3 espèces		
Arachnides	: 35 espèces d'Aranéides		
	2 espèces d'Opilions		
	2 espèces de Pseudoscorpions		
Crustacés	: 1 espèce		
Myriapodes	: 4 espèces		
Insectes	: 36 espèces		

1 espèce de Crustacé et 1 espèce d'Insecte. A côté des 7 espèces accessoires, on compte 18 espèces accidentelles constituées par des Aranéides et des Insectes. Nous ne répertorierons pas les 96 espèces sporadiques dont 50 espèces d'Arachnides et 39 espèces d'Insectes.

Des résultats similaires sont obtenus au niveau de la terre comme le confirme le tableau IX.

D) *Individualisation des strates d'après les caractéristiques* (tableau X).

Sur l'ensemble des espèces recensées dans les deux stations étudiées, 37 doivent être considérées comme des caractéristiques, à cause d'un certain degré de fidélité subjectif. Certaines de ces espèces ont une répartition verticale de grande amplitude; elles sont communes à plusieurs strates. Leur abondance, leur fréquence ne sont cependant pas constantes dans toute l'étendue de leur aire zonale. Généralement les populations spécifiques atteignent une densité élevée dans une zone qui correspond à l'optimum écologique de l'espèce; on considère alors ces espèces comme caracté-

TABLEAU X
Espèces caractéristiques des différentes zones.

Zones / Caractéristiques	F	P	L	T
SELECTIVES	<i>Tmarus staintoni</i>		<i>Saitis barbipes</i> <i>Oxyptila atomaria</i> <i>Exechophysis bucephalus</i> <i>Trichonchus scrofa</i> <i>Scytodes thoracica</i> <i>Philodromus sp.</i> <i>Lycosa albofasciata</i> <i>Chelifer maculata</i> <i>Polydrosus cervinus</i> <i>Cremastogaster scutellaris</i> <i>Lepisma lineata</i> <i>Camponotus cruentatus</i> <i>Epipsocus lucifugus</i>	<i>Zonites algerus</i> <i>Zoropsis media</i> <i>Nemesia carminans</i> <i>Armadillidium vulgare</i> <i>Chaetechelyne vesuviana</i> <i>Cryptops hortensis</i>
ELECTIVES	<i>Xysticus sp.</i> <i>Cremastogaster sord.</i>	<i>Chondrina similis</i>	<i>Papillifera solida</i>	
			<i>Cyclostoma elegans</i> <i>Glomeris marginata</i> <i>Glomeris guttata</i> <i>Schizophyllum sabulosum</i> <i>Loboptera decipiens</i>	
			<i>Amaurobius erberi</i> <i>Porcellio orarum</i> <i>Schizophylloscia sicula</i> <i>Ectobius lividus</i>	<i>Oxychilus glabrus</i> <i>Hahnina nava</i> <i>Euborellia moesta</i>

ristiques électives de cette zone. Par exemple, *Schizophyllum sabulosum* a une répartition qui couvre l'hypogaion, l'épigaion et l'hypergaion; on peut alors penser qu'il s'agit d'une espèce eurytope, mais la comparaison de sa fréquence et de son abondance dans les 4 zones où elle figure, montre que l'adaptation optimale de cette espèce au milieu se réalise dans la litière et dans la terre. Cette espèce doit être considérée comme une caractéristique de ces deux zones.

Par contre, les caractéristiques sélectives sont strictement cantonnées dans une zone. Pour l'ensemble de la biocoenose des Invertébrés de la garrigue à *Quercus coccifera* on note 20 espèces caractéristiques sélectives qui se répartissent ainsi : 1 dans l'hypergaion, 13 dans la litière et 6 dans la terre.

L'absence de caractéristique sélective au niveau de la strate « pierre » montre bien que cette zone est un habitat marginal qui fait la transition entre l'épigaion proprement dit et l'hypergaion. Le tableau X figure les espèces caractéristiques des différentes zones.

E) Relations quantitatives entre les zones.

Pour voir si nous avons un peuplement d'Invertébrés bien défini correspondant aux 4 strates envisagées il nous a paru nécessaire de prendre en considération non seulement les espèces mais de préciser leur degré d'occupation des différents niveaux qui s'exprime par une donnée quantitative : la densité. Cette notion traduit bien en effet les conditions plus ou moins favorables du milieu dans lequel vit et évolue un peuplement. Dans cet esprit nous déterminerons une densité moyenne par unité de surface (1 m²) pour chaque zone en utilisant les valeurs des densités des espèces constantes, accessoires et accidentelles; les espèces sporadiques, en nombre sensiblement égal dans les 4 strates et très faiblement représentées (abondance relative, fréquence et densité faibles), sont volontairement négligées. Les résultats obtenus sont reproduits dans le tableau XI.

TABLEAU XI
Densité moyenne du peuplement des 4 zones.

Zones	Densité	Nombre d'espèces
F	3,6	6
P	9,7	12
L	27,5	32
T	28,3	27

Le nombre d'espèces ayant rang de fondamentales au niveau des frondaisons est faible et égal à 6; la densité moyenne du peuplement est 3,6. Malgré les imperfections de notre mode opératoire qui ne permet de récolter que des espèces qui se laissent tomber ou qui ne s'envolent pas, et qui ne donne des résultats quantitatifs valables que pour des espèces peu mobiles (Mollusques, Myriapodes) ou des formes larvaires (Chenilles de Géométrides), le peuplement en Invertébrés de l'hypergaion apparaît comme un peuplement instable et mal structuré. Deux facteurs justifient l'instabilité : d'une part, la population des frondaisons est très appauvrie pendant la saison froide et elle subit de ce fait des fluctuations saisonnières importantes et nettement apparentes; d'autre part les espèces peu mobiles sont rares; par contre, 37 espèces d'Arachnides sont recueillies et 57 espèces d'Insectes adultes sont récoltées. Il semble donc que le peuplement en Invertébrés de la strate « feuillage » doive son instabilité aux variations climatiques et au cycle biologique des espèces récoltées.

On soulignera également la très faible représentation des Mollusques et des Myriapodes, Invertébrés fondamentaux de la zoocoenose type de la garrigue à *Quercus coccifera*.

Au niveau des pierres, 12 espèces ont rang de fondamentales; malgré cette augmentation du nombre des espèces, la densité moyenne au m² demeure relativement faible ($d = 9,67$). Le peuplement de cette strate, constitué essentiellement par des Myriapodes et des Mollusques, est relativement stable mais mal structuré ainsi qu'en témoigne la suite de l'exposé.

Au niveau de la litière et de la terre, la densité des peuplements est nettement significative; les peuplements sont stables et paraissent bien structurés.

Des précisions supplémentaires sur le degré d'indépendance des 4 peuplements zonaux sont obtenues en tenant compte de l'abondance relative des espèces qui les constituent. On évalue ainsi, pour chaque strate, la participation quantitative des espèces qui lui sont propres. Après avoir évalué, dans chaque peuplement zonal, la somme des valeurs de l'abondance relative pour les espèces caractéristiques sélectives, on constate que ces dernières ne prédominent dans aucune zone. Ceci montre que ces peuplements ne sont nullement indépendants les uns des autres.

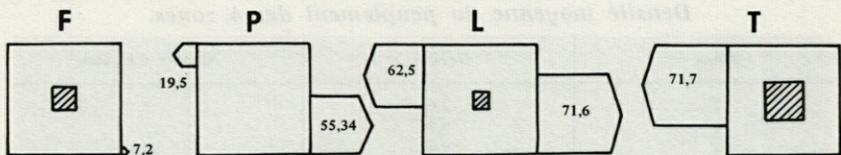


FIG. 3. — Relations faunistiques quantitatives entre les 4 strates. En hachures l'importance quantitative des caractéristiques.

On peut préciser les relations quantitatives entre les peuplements zonaux successifs; pour cela, il suffit de faire la somme des valeurs de l'abondance relative exprimée en pourcentage, pour les espèces communes aux zones successives prises 2 à 2. La figure 3 en sera la concrétisation. Le peuplement du feuillage paraît être le plus original tandis que l'épigaion (litière et pierre) et l'hypogaion (terre) ont des peuplements très voisins et très similaires; ce résultat ne surprend nullement car les deux dernières zones, parfois difficiles à délimiter, sont moins sensibles aux variations climatiques et offrent aux Invertébrés un très grand nombre d'abris. Les peuplements de l'épigaion et de l'hypogaion sont de ce fait très semblables par leur diversité faunistique, par leur densité au m², par l'abondance des formes larvaires. Si l'on fait un bilan on peut préciser :

— qu'il n'existe pas 4 stratocoenoses mais que le peuplement des 4 zones constitue un ensemble qui représente la zoocoenose de la garrigue à *Quercus coccifera*;

— que la terre et la litière, riches en refuges, hébergent une faune variée en espèces et à tous les stades de leur développement.

CONCLUSION

L'analyse du peuplement des Invertébrés de la garrigue à *Quercus coccifera* est présentée suivant une hiérarchie des composantes spécifiques établie d'après les données quantitatives classiques : fréquence, abondance relative et densité. La composition biotique de la zoocoenose des Invertébrés de la garrigue à *Quercus coccifera* se résume en :

- 12 espèces constantes;
- 15 espèces accessoires;
- 28 espèces accidentelles.

A ces espèces de rang fondamental, s'ajoute un important cortège d'espèces sporadiques qui contribue à faire de ce milieu xérique, un biotope relativement riche (indice de diversité = 70).

L'étude comparative du peuplement des différentes zones montre un indice de diversité pratiquement identique à tous les niveaux et une densité au m² variant en fonction des abris qu'offre le milieu. Par ailleurs, la variation verticale affecte inégalement les divers groupes zoologiques. Elle porte essentiellement sur les Aranéides et les Hyménoptères dont l'importance augmente lorsque

on passe de l'hypogaion à l'hypergaion, et sur les Mollusques et les Myriapodes plus nombreux dans l'hypogaion que dans l'hypergaion.

L'individualisation des strates d'après les caractéristiques ne permet pas de définir des stratocoenoses et montre, au contraire, la nécessité d'envisager l'ensemble de ces strates pour obtenir une évaluation quantitative valable de la zooconose des Invertébrés de la garrigue à *Quercus coccifera*.

RÉSUMÉ

L'analyse de la zooconose des Invertébrés de la garrigue à *Quercus coccifera* est établie et il est montré que pour obtenir une évaluation quantitative valable de la zooconose envisagée, il faut tenir compte de l'ensemble des strates : feuillage, pierre, litière et terre.

SUMMARY

The invertebrate fauna of the "garrigue" characterized by *Quercus coccifera* is analysed. The authors point out that, for a valuable quantitative evaluation of this fauna all the strata : foliage, stones, litter and earth must be considered.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Analyse der Invertebraten-Zoozönose der Garrigue mit *Quercus coccifera* ist abgeschlossen, und es wird gezeigt, dass für quantitative Ermittlungen alle Schichten berücksichtigt werden müssen : Laub, Steine, Streu und Erde.

BIBLIOGRAPHIE

- BALOGH, J., 1958. Lebensgemeinschaften der Landtiere. Akademie Verlag, Berlin, 560 p.
- BODENHEIMER, F.S., 1955. Précis d'écologie animale. Payot édit., Paris, 315 p.
- BIGOT, L. et P. BODOT, 1971. Contribution à l'étude biocoenotique de la garrigue à *Quercus coccifera* (I). *Vie Milieu*, 23 (1C) : 15-43.
- DAJOZ, R., 1966. Ecologie et biologie des Coléoptères xylophages de la hêtraie (1^{re} partie). *Vie Milieu*, 17 (1C) : 525-636.
- DAJOZ, R., 1970. Précis d'Ecologie. Dunod édit., Paris, 358 p.
- FISHER, R.A., S.A. CORBETT & C.R. WILLIAMS, 1943. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *J. Anim. Ecol.*, 12 : 42-58.
- KROGERUS, R., 1932. Über die Ökologie und Verbreitung der Arthropoden der Tribsandgebiete an den Küsten Finnlands. *Acta zool. fenn.*, 12 : 1-310.
- THIENEMAN, A., 1939. Grundzüge einer allgemeinen Oekologie. *Arch. Hydrobiol.*, 35 : 267-285.
- TISCHLER, W., 1955. Synökologie der Landtiere. G. Fisher Verlag, Stuttgart. 414 p.

Reçu le 12 juillet 1971.

**CONTRIBUTION A L'ÉTUDE BIOCOENOTIQUE
DE LA GARRIGUE A *QUERCUS COCCIFERA*
III. DYNAMIQUE DE LA ZOOEENOSE D'INVERTÉBRÉS**

par L. BIGOT et P. BODOT

*Université de Provence, Centre de St-Jérôme,
Laboratoire de Biologie Animale (Ecologie),
Traverse de la Barasse, 13013 - Marseille*

SOMMAIRE

L'étude du peuplement en Invertébrés de la garrigue à *Quercus coccifera* nous a permis de classer les groupes animaux par ordre d'importance et d'analyser l'organisation de la communauté, en soulignant la place de chacun d'entre eux (BIGOT et BODOT, 1972a, 1972b). Cette analyse représentative de l'ensemble de nos observations est ici complétée par une étude dynamique qui traduira les variations de l'organisation de la zooeénose au cours d'une année et nous permettra de préciser quelques cycles saisonniers.

I. — RYTHMES SAISONNIERS

La succession des prélèvements fait apparaître des variations du peuplement au cours de l'année. Ces variations sont dues, selon les termes de CARPENTER (1936) à l'apparition des « groupements saisonniers » qui viennent s'ajouter, durant leur courte activité, aux « groupements de base » toujours présents. C'est dans cette perspective que nous avons défini (BIGOT et BODOT, 1972 b) des espèces constantes trouvées dans plus de 50 % des relevés.

1°) LES PEUPELEMENTS SAISONNIERS.

On peut distinguer divers aspects de la garrigue à *Quercus coccifera* définis par des variations quantitatives et qualitatives du peuplement dues à la succession des espèces animales (Fig. 1, 2, 3 et 4). En septembre, le peuplement peu abondant (76 individus en moyenne au m²) n'est constitué que par une trentaine d'espèces. La faune est essentiellement localisée dans la litière et dans le sol. L'aspect post-estival se caractérise par sa richesse en Psocoptères, en Hétéroptères ainsi qu'en Arachnides dont les représentants, présents à tous les stades, prennent une grande importance à partir de juillet. Les Collemboles de l'épigaion accusent une très forte baisse de densité, baisse amorcée dès juillet. Les Coléoptères deviennent rares. Cet aspect post-estival se maintient pendant le mois de septembre : le peuplement peu abondant est essentiellement constitué par des Myriapodes, des Mollusques, des Crustacés et des Arachnides. Le nombre de Diptères, phytophages surtout, décroît brutalement.

En octobre, les espèces deviennent plus nombreuses : toutes les familles d'Aranéides inventoriées sont représentées soit par des individus immatures, soit par des adultes; Psocoptères, Thysanoptères, Blattoptéroïdes abondent dans la litière rendue humide par les fortes évaporations tandis que dans le sol, on trouve des Coléoptères sous forme larvaire. Sous les pierres, s'accrochent des formes juvéniles de *Papillifera solida*, de *Cyclostoma elegans* tandis que circulent de jeunes *Schizophyllum sabulosum*, des *Lithobius calcaratus* et des *Glomeris*. C'est cet aspect automnal qui prédomine en octobre, en novembre, jusqu'au moment où les premiers refroidissements provoquent vers mi-décembre une brusque régression des populations sauf de celles des Collemboles et des Acariens.

Au mois de janvier, la strate herbacée est peu occupée; quelques Aranéides, des Phoridae s'y trouvent occasionnellement avec quelques Homoptères. Au sol, règne une assez grande activité : quelques Mollusques et des Myriapodes se réfugient sous les pierres, tandis que le reste du peuplement se partage la litière et la terre. Les Lumbricidae deviennent très actifs.

FIG. 1. — Evolution saisonnière du nombre moyen d'individus récoltés au m², de mars 1969 à mars 1970.

FIG. 2. — Evolution saisonnière du nombre moyen d'espèces récoltées au m², de mars 1969 à mars 1970.

FIG. 3. — Evolution saisonnière du nombre d'Acariens.

FIG. 4. — Evolution saisonnière du nombre de Collemboles.

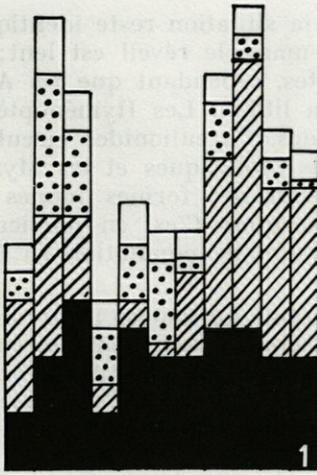


FIGURE 1



COLLEMBOLLES

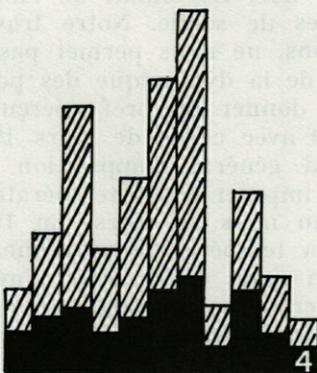
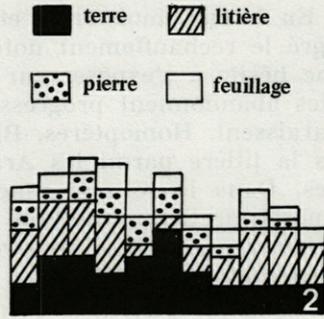


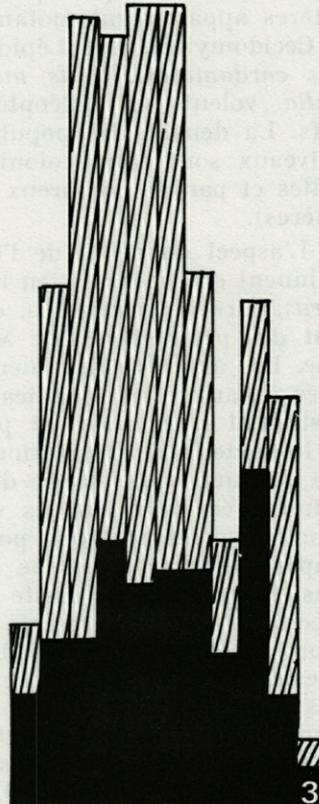
FIGURE 4



S O N D J F M A M J J

FIGURE 2

ACARIENS



S O N D J F M A M J J

FIGURE 3

En février, mois froid et venteux, la situation reste identique. Malgré le réchauffement noté à la mi-mars, le réveil est lent; la faune hésite à s'exposer sur les arbustes, cependant que les Aranéides abandonnent progressivement la litière. Les Hyménoptères apparaissent. Homoptères, Blattoptéroïdes, Curculionides circulent dans la litière parmi les Aranéides, les Mollusques et les Myriapodes. Dans le sol, on rencontre surtout des formes jeunes de *Gloméris*, de *Schizophyllum* et de Mollusques. C'est en janvier et en février que l'on enregistre le maximum de population en Collemboles et en Acariens.

Au début d'avril, le peuplement prend un aspect printanier : arbustes et herbes commencent à être colonisés par de nombreuses Aranéides, des chenilles arpeuteuses de Géométrides, des Myrmécines et des Curculionides. La litière et le sol sont plus riches en individus mais plus pauvres en espèces. Diverses espèces de Diptères apparaissent, notamment *Lucilia caesar*, *Sarcophaga* sp., des Cecidomyiides. Des Lépidoptères, *Gonopteryx cleopatra*, *Anthocharis cardamines*, *Pieris manni*, *Callophryx rubi*, *Dasycera sulfurella*, volent; les Coléoptères, Staphylins et Apions, sont très actifs. La densité des populations s'élève peu à peu en mai. Les 4 niveaux sont alors colonisés par des Aranéides assez souvent adultes et par de nombreux Insectes (Coléoptères, Chenilles, Hétéroptères).

L'aspect du début de l'été s'installe en juin : les Coléoptères diminuent en espèces et en individus au profit des Diptères. *Sminthurus*, rare au printemps, disparaît complètement. Le développement des peuplements de Microhyménoptères est très caractéristique. Les aspects saisonniers du peuplement peuvent subir d'une année à l'autre des modifications de détail car les espèces qui les constituent n'apparaissent pas à date fixe. Le climat de l'année est le facteur de régulation des dates de sortie. Notre travail, basé sur une seule année d'observations, ne nous permet pas de traduire avec précision les variations de la dynamique des populations. Cependant, nous pouvons en donner un bref aperçu en comparant les captures de mars 1969 avec celles de mars 1970. Dans l'ensemble, il existe un retard général d'apparition des espèces en 1970, retard que l'on peut imputer à des températures encore faibles, de l'ordre de 8,4 °C au mois de mars. En 1969, 48 espèces sont récoltées en mars, la température moyenne du mois était de 15,5 °C. Par contre, en mars 1970, nous n'avons recensé que 40 espèces. *Polydrosus cervinus*, dont on ne récolte les imagos qu'au printemps, a fait son apparition en 1969 à la mi-avril, tandis qu'en 1970, ce Curculionide n'a été trouvé que fin avril.

Cet exemple, plus précis, qui n'est d'ailleurs pas isolé, semble

également témoigner en faveur d'une précocité des espèces plus grande en 1969 qu'en 1970, liée vraisemblablement à l'élévation plus rapide de la moyenne thermique en mars 1969 qu'en mars 1970.

2°) LES MIGRATIONS ET LA STABILITÉ DES ESPÈCES.

On peut schématiser l'évolution des peuplements à l'aide d'exemples que nous choisirons parmi les espèces fondamentales. Pour la clarté de l'exposé, nous adopterons la forme schématique dite de la courbe de type enveloppe, employée par BONESS (1953) et RICOU (1967).

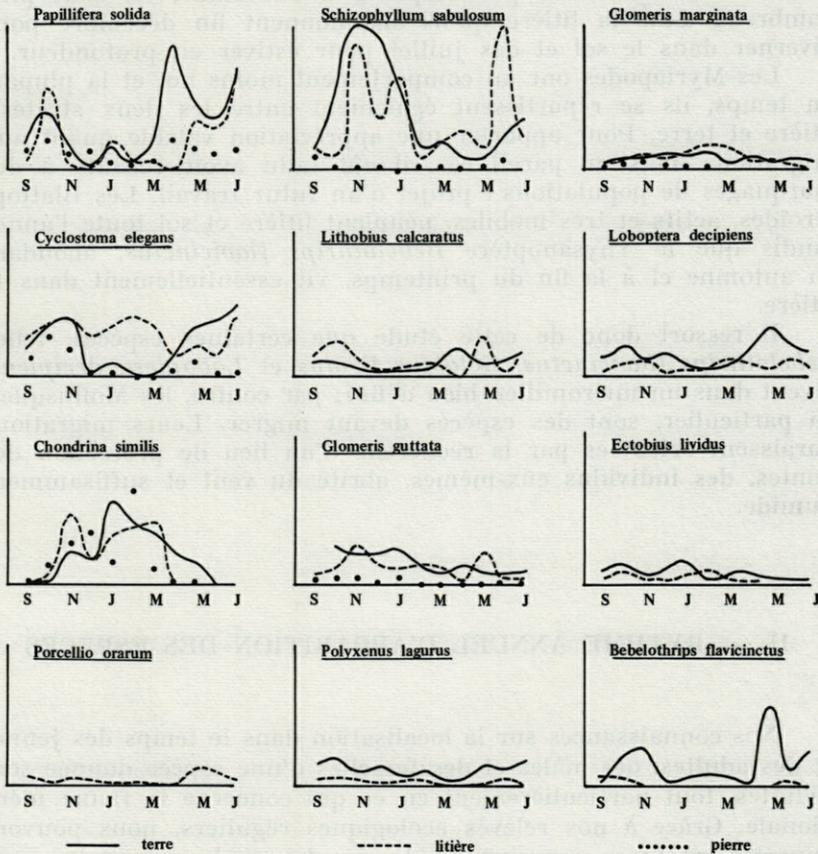


FIG. 5. — Dynamique saisonnière des espèces fondamentales de la garrigue.

On groupe sur chaque graphique de la figure 5 l'évolution quantitative d'une espèce fondamentale au niveau du sol et au niveau de la litière. Par une série de points, nous indiquerons également l'évolution quantitative au niveau des pierres.

En septembre, la litière est peuplée des espèces fondamentales qui paraissent, au cours des mois suivants, se déplacer vers la terre où elles hiverneront durant décembre, janvier et février. En mars, les premières pluies printanières, le réchauffement progressif de la température entraînent des migrations et la plupart des espèces fondamentales s'installent progressivement dans la litière.

Les migrations verticales de plus grande amplitude affectent les Mollusques qui se réfugient toujours dans la zone la plus humide du milieu. Au printemps et à l'automne, ils sont plus nombreux dans la litière qu'ils abandonnent fin décembre pour hiverner dans le sol et dès juillet pour estiver en profondeur.

Les Myriapodes ont un comportement moins net et la plupart du temps, ils se répartissent également entre les deux strates : litière et terre. Pour apporter une appréciation valable quant aux migrations dans un pareil cas, il eût fallu avoir recours à des marquages de populations : projet d'un futur travail. Les Blattoptéroïdes, actifs et très mobiles, peuplent litière et sol toute l'année tandis que le Thysanoptère *Bebelothrips flavicinctus*, abondant en automne et à la fin du printemps, vit essentiellement dans la litière.

Il ressort donc de cette étude que certaines espèces, telles *Bebelothrips flavicinctus*, *Ectobius lividus* et *Loboptera decipiens*, vivent dans un micromilieu bien défini; par contre, les Mollusques, en particulier, sont des espèces devant migrer. Leurs migrations paraissent orientées par la recherche d'un lieu de protection des pontes, des individus eux-mêmes, abrité du vent et suffisamment humide.

II. — RYTHME ANNUEL D'APPARITION DES ESPÈCES

Nos connaissances sur la localisation dans le temps des jeunes et des adultes, des mâles et des femelles d'une espèce donnée sont réduites, tout particulièrement en ce qui concerne la faune méridionale. Grâce à nos relevés écologiques réguliers, nous pouvons apporter quelques renseignements sur les espèces les plus couramment rencontrées.

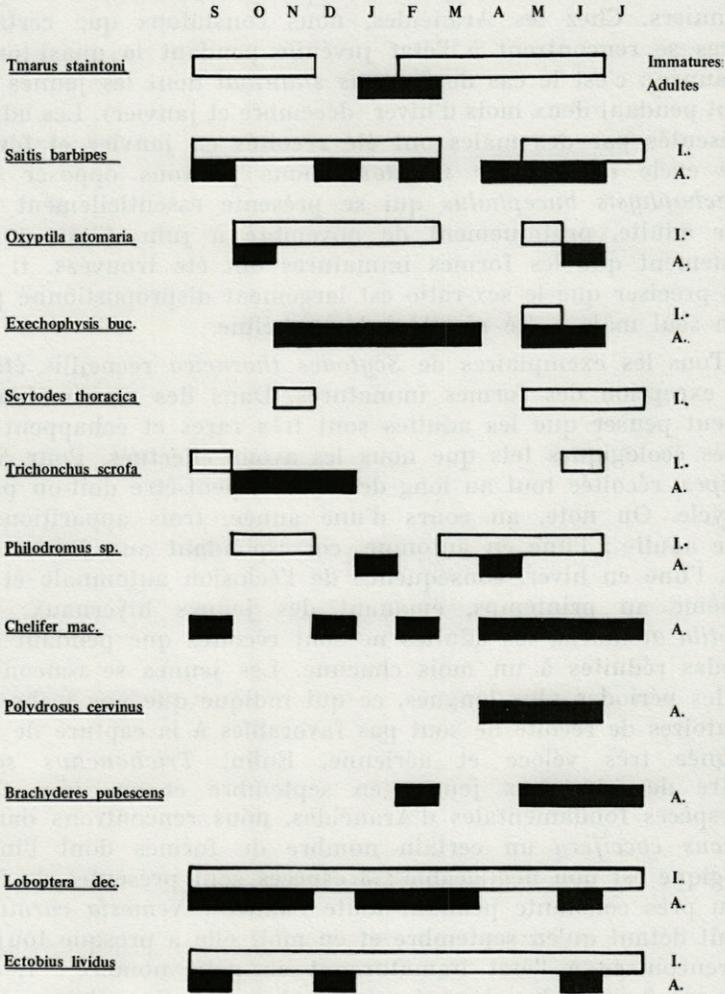


FIG. 6. — Rythme annuel d'apparition de quelques espèces d'Arachnides et d'Insectes.

Quelques rythmes d'apparition sont représentés sous forme de graphique dans les figures 6 et 7. Cependant, des observations complémentaires seraient nécessaires pour l'établissement de cycles saisonniers. Chez les Aranéides, nous constatons que certaines espèces se rencontrent à l'état juvénile pendant la quasi-totalité de l'année : c'est le cas de *Tmarus staintoni* dont les jeunes font défaut pendant deux mois d'hiver (décembre et janvier). Les adultes représentés par des mâles ont été récoltés en janvier et février. A ce cycle de *Tmarus staintoni*, nous pouvons opposer celui d'*Exechophysis bucephalus* qui se présente essentiellement sous forme adulte, pratiquement de novembre à juin. C'est en mai uniquement que les formes immatures ont été trouvées. Il faut aussi préciser que le sex-ratio est largement disproportionné puisqu'un seul mâle a été récolté à la Béthéline.

Tous les exemplaires de *Scytodes thoracica* recueillis étaient sans exception des formes immatures. Dans des cas semblables, on peut penser que les adultes sont très rares et échappent aux relevés écologiques tels que nous les avons effectués. Pour *Saitis barbipes*, récoltée tout au long de l'année, peut-être doit-on parler de cycle. On note, au cours d'une année, trois apparitions de forme adulte : l'une en automne, correspondant aux jeunes estivaux, l'une en hiver, conséquence de l'éclosion automnale et une troisième au printemps, émanant des jeunes hivernaux. Chez *Oxyptila atomaria*, les adultes ne sont récoltés que pendant deux périodes réduites à un mois chacune. Les jeunes se rencontrent sur des périodes plus longues, ce qui indique que nos techniques opératoires de récolte ne sont pas favorables à la capture de cette Araignée très véloce et aérienne. Enfin, *Trichonchus scrofa* montre de nombreux jeunes en septembre et en juin. Outre ces espèces fondamentales d'Aranéides, nous rencontrons dans le *Quercus coccifera* un certain nombre de formes dont l'intérêt biologique est non négligeable : 3 espèces sont présentes de façon à peu près constante pendant toute l'année : *Nemesia carminans* ne fait défaut qu'en septembre et en mai; elle a presque toujours été rencontrée à l'état immature et en petit nombre : 1, 2 et rarement 3 individus dans 4 relevés (1 mois). En octobre cependant, une nichée de 7 jeunes a été récoltée et ceci en deux fois. Un seul mâle a été récolté en avril. *Zoropsis media* est présente de septembre à juin sous forme immature; les adultes se rencontrent d'octobre à décembre; une femelle a été trouvée en juin. Les formes immatures d'*Amaurobius erberi* se rencontrent de septembre à juillet sans interruption alors que les adultes se manifestent de septembre à janvier et en avril. Quelques espèces

font une apparition de mai à septembre : *Dysdera erythrina* prospère de novembre à mai avec des adultes de novembre à mars et des jeunes de janvier à mai; *Dendryphantes nidicolens* se manifeste de septembre à novembre, en janvier et d'avril à juin; pendant cette période, les jeunes sont continuellement présents; 2 adultes ont été recensés en octobre et en janvier. *Crustulina scabripes* se trouve en novembre et en février à l'état juvénile et d'avril à juillet, tantôt sous forme juvénile (mai et juillet), tantôt sous forme adulte (mars, avril, mai). Plus réduit dans le temps, nous signalons le cycle de *Dictyna latens* qui apparaît en novembre (adultes femelles) et de février à mai (jeunes, avec des adultes mâles et femelles en mai). Le cycle de *Dysderina loricata* est réduit à 4 mois : septembre, mars, avril et mai.

Des deux espèces de Pseudoscorpions, une seule, *Chelifer tuberculatus*, est fondamentale. La difficulté d'identification des formes immatures d'une part, les conditions de récolte d'autre part, ne favorisent pas la mise en place d'un cycle pour cette espèce difficilement décelable de *Chelifer* : ainsi en témoigne la figure 6, concrétisation de nos résultats de récolte. *Chtonius ischnocheles* existe d'une manière constante de septembre à juin : le maximum d'importance serait en automne (22 échantillons dans 12 relevés). Il est à noter que le *Quercetum cocciferae* ne renferme qu'une seule espèce de *Chtonius*, *Chtonius ischnocheles* (45 exemplaires en 37 relevés effectués dans une station). Dans l'ensemble, les espèces d'Insectes sont peu constantes, à l'exception des deux espèces de Blattoptéroïdes. Des formes larvaires de Blattoptéroïdes se récoltent toute l'année alors que les adultes ne se capturent que de façon sporadique mais essentiellement à l'automne, au printemps, c'est-à-dire durant les saisons les plus humides. Deux espèces de Curculionides font des apparitions très localisées dans le temps : *Polydrosus cervinus* et *Brachyderes pubescens* se récoltent surtout au printemps. Notons cependant que *Brachyderes pubescens* a été récolté en 1970, au mois de février. *Bebelothrips flavicinctus* (Thysanoptères) est constant pendant toute l'année avec un maximum de population en octobre, novembre et mai.

Le Crustacé *Porcellio orarum* se trouve présent chaque mois dans nos relevés. *Armadillidium vulgare* apparaît de manière plus fragmentaire; nous le rencontrons en 3 périodes : de septembre à novembre, en janvier-février (maximum en février, 11 individus) et en mai-juin.

Les Myriapodes (fig. 7) présentent plusieurs espèces fondamentales dont la présence des adultes est constante tout au long de l'année, les périodes des immatures étant plus réduites : d'octobre à février pour *Glomeris marginata*, d'octobre à janvier pour *Litho-*

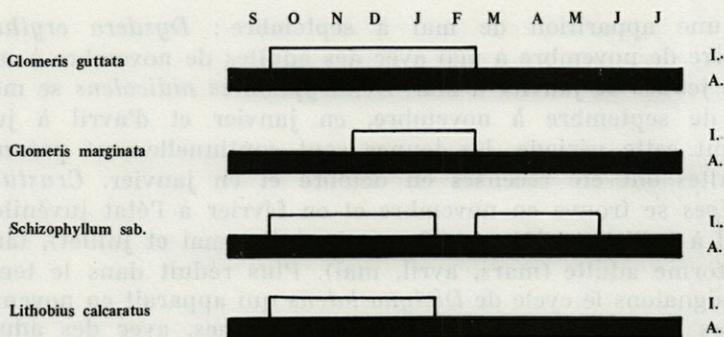


FIG. 7. — Rythme annuel d'apparition de quelques espèces de Myriapodes.

bius calcaratus, d'octobre à janvier et de mars à mai pour *Schizophyllum sabulosum*.

Les Mollusques dans l'ensemble constituent un matériel d'une remarquable stabilité et les 3 espèces fondamentales, *Papillifera solida*, *Cyclostoma elegans* et *Chondrina similis* étant, à l'état adulte, constamment présentes dans notre milieu. A l'état juvénile, elles sont également présentes toute l'année (cycle échelonné sur plus de 12 mois en milieu xérique en général) mais enfouies dans la terre pour l'hibernation et l'estivation d'où une récolte anormalement irrégulière.

III. — POSITION DE LA COMMUNAUTÉ ANIMALE DU QUERCETUM COCCIFERAE DE LA BÉTHÉLINE PARMI LES COMMUNAUTÉS ÉTUDIÉES APPARTENANT A DES HABITATS DE LA PROVENCE OCCIDENTALE

A la suite des résultats hebdomadaires obtenus durant une année entière, on ne peut pas prétendre à un inventaire parfaitement complet de la faune d'un habitat précis et bien défini; toutefois, on peut supposer avoir une bonne représentation du cortège faunistique. Lorsqu'une telle étude, établie à l'aide d'une même technique, intéresse plusieurs habitats, une comparaison entre les diverses biocénoses de ces habitats devient possible. Ainsi, nous donnons quelques éléments comparatifs montrant les variations de populations des Invertébrés dans quelques-uns des biotopes du domaine halophile et de la garrigue à *Quercetum cocciferae*.

1) COMPARAISON DES CORTÈGES FAUNISTIQUES.

Dans la partie basse de la « sansouire * » de la Camargue, l'*Arthrocnemum glauci* s'accommode de la salinité importante des sols (15 à 30 ‰) et se développe sous forme de touffes en mosaïque. Le nombre des espèces récoltées est de 146; la faune des Invertébrés recueillie dans le *Brachypodium phoenicoidis* de Camargue paraît plus pauvre en espèces ($n = 138$). Cependant, la différence n'est pas significative; la forte couverture végétale peut augmenter les causes d'erreur de par sa densité et de par les refuges qu'elle offre aux animaux nomades. Avec la pelouse à thérophytes, ou « sansouire haute », où règne une salinité de 3 ‰, la différence est bien plus frappante et ne peut que très difficilement être imputée à des causes d'erreurs : on relève ici 295 espèces d'Invertébrés. En conclusion, dans les habitats halophiles du delta, précédemment cités, suivant l'habitat, le nombre des espèces terrestres des Invertébrés oscille entre 140 et 300. Les variations sont dues essentiellement aux fluctuations du taux de salinité qui conditionne en premier lieu la végétation et directement ou indirectement, la faune (BIGOT, 1971). Nous avons des séries paraclimaciques.

Avec le *Quercetum cocciferae* de la Béthéline, nous abordons une série d'habitats xériques caractéristiques du paysage typique des régions Languedoc-Provence, nommé garrigue. La faune, ici, n'est pas tributaire d'un facteur édaphique; elle est de type climacique : les espèces répertoriées sont de 350 environ.

2) COMPARAISON DU NOMBRE MOYEN D'INDIVIDUS.

Nous avons comparé (Tableau 1) les pourcentages, en nombres d'individus, dans les quatre groupements précités pour cinq groupes zoologiques : les Mollusques, les Aranéides, les Myriapodes, les Coléoptères et les Hyménoptères. Nous devons préciser que les pourcentages obtenus pour les Hyménoptères sont des estimations qui concernent essentiellement l'ensemble des Fourmis, qu'il est parfois (découvertes de fourmilières populeuses) difficile de dénombrer avec une grande précision.

Le *Quercetum cocciferae* se distingue à première vue par sa population de Myriapodes grâce à l'abondance des *Schizophylum*, des *Glomeris* et des *Lithobius*. Quoique moins nette, la dominance des Mollusques, régulièrement trouvés durant toute l'année

* sansouire : étendue de terre salée à végétation d'halophytes.

TABLEAU I

Pourcentages moyens d'individus au m² dans 4 habitats de la Provence occidentale. AG : *Arthrocnemum glauci*; TB : pelouse du *Thero-Brachypodium*; BP : pelouse du *Brachypodium phoenicoidis* de Camargue; QC : *Quercetum cocciferae*.

	AG	TB	BP	QC
Mollusques	12,3	6,4	0,5	22,8
Araignées	27,8	11,7	3,9	9,6
Myriapodes	2,5	2,0	0,5	26,8
Coléoptères	26,5	6,3	13,1	2,7
Hyménoptères	12	33	46	23

et abondamment, est manifeste. Les Coléoptères par contre ont la valeur la plus basse. Les Araignées et les Fourmis sont des éléments faunistiques importants.

3) COMPARAISON DES ESPÈCES FONDAMENTALES.

Les espèces fondamentales établies d'après les données des coefficients écologiques (BIGOT et BODOT, 1972 b) sont au nombre de 28 dans le *Quercetum cocciferae* de la Béthéline; nous rappelons que les espèces fondamentales sont les espèces dont la fréquence est égale ou supérieure à 25, l'abondance égale ou supérieure à 2, la densité égale ou supérieure à 10 (BIGOT et BODOT, 1972 a). Selon une méthode utilisée dans l'établissement des espèces fondamentales dans les habitats camarguais (BIGOT, 1971), nous ajoutons aux espèces statistiquement définies quelques espèces dont la répartition relativement faible nous permet de les considérer comme caractéristiques d'un milieu : ce seront des caractéristiques exclusives ou préférentielles. Ces caractéristiques sont au nombre de six :

- *Uroctea durandi* (Aranéide);
- *Microlestes gallicus* (Coléoptère);
- *Ectopsocus meridionalis* (Psocoptère);
- *Pyronia bathseba* (Lépidoptère);
- *Pseudosmittia augustata* (Diptère);
- *Eremocoris erraticus* (Hémiptère).

Les fondamentales arrivent donc finalement à un total de 34 espèces. Nous rappelons que la liste complète doit être de 353 espèces.

Si on porte sur un graphique les nombres d'espèces fondamentales d'Invertébrés et le nombre global des espèces d'Invertébrés dans différents habitats des zones adlittorales, halophiles (BIGOT, 1971) et xériques du *Quercetum cocciferae*, on se rend compte que deux groupes sont bien individualisés. Le premier réunit des milieux adlittoraux sur sable et sur limon, le second des milieux qui semblent *a priori* bien différents les uns des autres, tels les groupements de la « sansouire » et le *Quercetum cocciferae*. Dans ce groupe, le nombre des espèces fondamentales croît plus lentement à cause de la plus grande diversification de la faune (fig. 8).

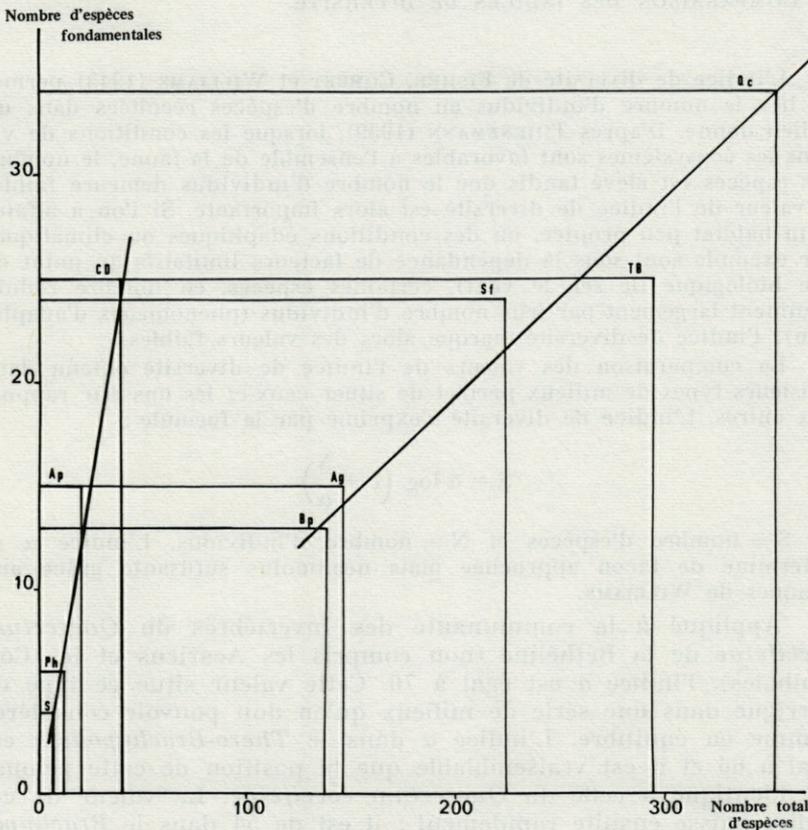


FIG. 8. — Rapport du nombre d'espèces fondamentales des Invertébrés au nombre d'espèces des Invertébrés de la macrofaune. S : souillière; Ag : *Arthrocnemum glauci*; Qc : *Quercetum cocciferae*; Ph : plage humide; Sf : *Salicornietum fruticosae*; Ap : arrière plage; Tb : *Thero-brachypodium*; Bp : *Brachypodium phoenicoidis* (de Camargue).

Contrairement à ce que l'on aurait pu supposer (*loc. cit.*), il ne semble pas que le *Quercetum cocciferae* (garrigue) et le *Brachypodietum phoenicoidis* se séparent des groupements halophiles camarguais. Le rapport du nombre des espèces fondamentales au nombre total des espèces est, pour le *Quercetum cocciferae*, égal à 0,09; il est identique à celui du *Brachypodietum phoenicoidis* (ceci en ce qui concerne les Invertébrés uniquement); dans le *Thero-Brachypodion*, il est égal à 0,08 (pour les milieux adlittoraux, les valeurs se fixent entre 0,5 et 0,75).

4) COMPARAISON DES INDICES DE DIVERSITÉ.

L'indice de diversité de FISHER, CORBET et WILLIAMS (1943) permet de lier le nombre d'individus au nombre d'espèces récoltées dans un milieu donné. D'après THIENEMANN (1939), lorsque les conditions de vie dans les écosystèmes sont favorables à l'ensemble de la faune, le nombre des espèces est élevé tandis que le nombre d'individus demeure faible; la valeur de l'indice de diversité est alors importante. Si l'on a affaire à un habitat peu propice, où des conditions édaphiques ou climatiques par exemple sont sous la dépendance de facteurs limitatifs du point de vue biologique (le sel, le vent), certaines espèces, en nombre réduit, dominant largement par leur nombre d'individus (phénomènes d'adaptation); l'indice de diversité marque alors des valeurs faibles.

La comparaison des valeurs de l'indice de diversité obtenu dans plusieurs types de milieux permet de situer ceux-ci les uns par rapport aux autres. L'indice de diversité s'exprime par la formule :

$$S = \alpha \log \left(1 + \frac{N}{\alpha} \right)$$

où S = nombre d'espèces et N = nombre d'individus. L'indice α se détermine de façon approchée mais néanmoins suffisante grâce aux abaques de WILLIAMS.

Appliqué à la communauté des Invertébrés du *Quercetum cocciferae* de la Béthéline (non compris les Acariens et les Collemboles), l'indice α est égal à 70. Cette valeur situe ce type de garrigue dans une série de milieux qu'on doit pouvoir considérer comme en équilibre. L'indice α dans le *Thero-Brachypodion* est égal à 66 et il est vraisemblable que la position de cette pelouse est identique à celle du *Quercetum cocciferae*. La valeur de cet indice baisse ensuite rapidement : il est de 54 dans le *Brachypodietum phoenicoidis* camarguais, de 45 dans l'*Arthrocnemetum glauci* et il tombe à 11 dans le cordon dunaire pour atteindre des chiffres encore inférieurs dans les milieux de plages et de souillère.

L'indice de diversité peut aussi s'appliquer à une fraction de la faune, par exemple aux Coléoptères. Pour cet ordre d'Insectes, l'indice de diversité est égal à 25. Dans les milieux halophiles et subhalophiles de la Camargue, cet indice est nettement supérieur puisqu'il arrive à des valeurs de 47 pour la pelouse du *Thero-Brachypodium* et de 50 pour la pelouse à *Brachypodium phoenicoides*. Dans les milieux dunaires, α est très faible (= 7) pour les Coléoptères.

Malgré la pauvreté relative de sa population coléoptérologique, le peuplement en Invertébrés de la garrigue à Chêne kermès, stade dégradé de la forêt climacique de Chêne vert, peut être considéré comme bien fourni, plus que ne saurait le montrer un examen superficiel de sa faune et la position de stade de dégradations.

CONCLUSION

La garrigue à *Quercus coccifera*, malgré des variations topographiques qui se répercutent essentiellement sur l'aspect floristique, abrite une faune homogène d'Invertébrés.

Stade de dégradation de la chênaie verte climacique, le *Quercetum cocciferae* est soumis à une influence xérique accusée; le cortège floristique est pauvre. Cette xéricité pourrait laisser supposer que la zoocoenose de cet habitat est réduite et soumise à un rythme annuel irrégulier. Au contraire, une analyse statique et une étude des fluctuations annuelles de cette zoocoenose d'Invertébrés montrent que ce biotope occupe une position assez élevée dans la hiérarchie des milieux terrestres xériques provençaux. L'analyse statique qui décrit une communauté à un moment donné de son évolution traduit la richesse d'une faune bien équilibrée. Les proportions respectives des Invertébrés classés en fonction de leur régime alimentaire montrent une large dominance du nombre des espèces phytophages (51 %) et un nombre réduit de saprophages (11 %). Les espèces carnivores sont mineures par rapport à l'ensemble des espèces saprophages et phytophages.

Les fluctuations annuelles, d'après nos observations, paraissent intimement liées au facteur température. Les rythmes saisonniers d'apparition du peuplement sont nets : ils sont essentiellement caractérisés d'une part, par l'apparition des Insectes (Coléoptères et Diptères) de la fin mars au début avril, d'autre part par la diversité des espèces en automne, période pendant laquelle l'éventail faunistique est le plus grand.

Cette étude de la biocoenose épigée et endogée des Invertébrés de la garrigue à *Quercus coccifera* a permis de réaliser un travail de synécologie qualitatif et quantitatif dans un milieu naturel. Ainsi débute un ensemble de recherches sur l'analyse des variations de la faune des Invertébrés en fonction des biotopes de dégradation de la chênaie verte.

RÉSUMÉ

L'étude dynamique de la communauté des Invertébrés de la garrigue à *Quercus coccifera* montre qu'elle présente deux types de fluctuations : les unes sont saisonnières et spécifiques, les autres intéressent l'ensemble des espèces et sont annuelles et régies par un facteur climatique essentiel : la température.

La comparaison du biotope envisagé avec certains biotopes halophiles montre que malgré son caractère xérique, la garrigue à *Quercus coccifera* est habitée par une faune assez riche.

SUMMARY

The dynamic study of the invertebrate fauna of the "garrigue" characterized by *Quercus coccifera* shows two kinds of fluctuations : seasonal and specific ones, on the one hand, those concerning all the species being annual and influenced chiefly by the temperature on the other hand.

The comparison of this biotope with halophil ones shows that this "garrigue" characterized by *Quercus coccifera* although it is xeric, nevertheless is inhabited by a rather rich fauna.

ZUSAMMENFASSUNG

Die dynamische Studie der Invertebratengemeinschaft der "garrigue" mit *Quercus coccifera* deckt zwei Fluktuationstypen auf : der eine ist saisonbedingt und spezifisch, der andere betrifft alle Arten, ist jährlich und temperaturabhängig.

Der Vergleich dieses Biotops mit gewissen halophilen Biotopen zeigt, dass die Garrigue mit *Quercus coccifera*, trotz ihres trockenen Charakters, von einer ziemlich reichhaltigen Fauna bewohnt ist.

BIBLIOGRAPHIE

- BIGOT, L., 1971. Ecologie des milieux terrestres salés. *Bull. Soc. Ecol.*, **11** (2-3) : 99-121.
- BIGOT, L. et P. BODOT, 1972a. Contribution à l'étude biocoenotique de la garrigue à *Quercus coccifera*. I. - Etude descriptive de l'habitat et de la faune des Invertébrés inventoriés. *Vie Milieu*, **23** (1C) : 15-43.
- BIGOT, L. et P. BODOT, 1972b. Contribution à l'étude biocoenotique de la garrigue à *Quercus coccifera*. II. - Composition biotique du peuplement des Invertébrés. *Vie Milieu*, **23** (2C) : 229-249.
- BONESS, M., 1953. Die Fauna der Wiesen unter besonderer Berücksichtigung der Mahd. *Z. Morphol. ökol. Tiere*, **42** : 225-277.
- CARPENTER, J.R., 1936. Quantitative community studies of land animals. *J. Anim. Ecol.*, **5** : 231-245.
- FISHER, R.A., S.A. CORBET, C.R. WILLIAMS, 1943. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *J. anim. Ecol.*, **12** : 42-58.
- RICOU, G., 1967. Etude biocoenotique d'un milieu « naturel », la prairie permanente pâturée. *Thèse Doc. Etat, Univ. Paris* : 154 p.
- THIENEMANN, A., 1939. Grundzüge einer allgemeinen Oekologie. *Arch. Hydrobiol.*, **35** : 267-285.

Reçu le 6 janvier 1972.

**LE PROBLÈME DES CHIRONOMIDES
(DIPTÈRES NÉMATOCÈRES)
DANS LE LANGUEDOC-ROUSSILLON**

(Note préliminaire)

par Pierre JOLIVET

Who-Jevru, CPO Box 540, Séoul, Korea

Depuis quelque temps, les habitants du Languedoc-Roussillon, débarrassés de leurs moustiques piqueurs, ont un autre souci : les vagues de Chironomides qui envahissent parfois le soir, en été, les lumières, les maisons, les restaurants, et font croire à certains, vu leurs vrombrissements caractéristiques, qu'il s'agit de vrais moustiques piqueurs. Heureusement, le phénomène, généralement passager, s'arrête dès les premiers froids de septembre, bien que quelques éclosions aient lieu encore jusqu'en octobre. Habitant Carnon, près Palavas, j'ai pu « vivre » les péripéties de ces invasions au jour le jour.

Le problème n'est pas, comme on le pense parfois, un phénomène uniquement psychique; il est possible que les Chironomes apportent quelques désagréments sérieux, mais leur présence, d'un autre côté, a son utilité. C'est la raison pour laquelle l'Entente Interdépartementale pour la Démoustication (EID) n'a jamais envisagé de lutte contre ces insectes, lutte qui pourrait d'ailleurs difficilement se faire à l'état larvaire, vu la superficie des étangs et certainement pas aisément à l'état adulte, comme on le verra plus loin.

1. — GÉNÉRALITÉS

Tout d'abord, que sont les Chironomes ? De quoi les accuse-t-on ?

La famille des Chironomides, divisée en sept sous-familles, est une famille très importante, voisine de Diptères piqueurs tels que les Simulies, les Cératopogonides, les Culicides, et n'est pas tellement éloignée des Psychodides, groupe auquel appartiennent les Phlébotomes (1). Il y a aussi des non piqueurs dans le groupe, tels que les Dixides et les Chaoborides, ces derniers relativement abondants dans le Languedoc. On estime les espèces de Chironomides décrites, à environ 5 000, mais ce chiffre est certainement très inférieur à la vérité, car les espèces sud-asiatiques sont pratiquement inconnues. Il y a 400 espèces de Chironomides en Angleterre et il semble que l'on peut estimer le nombre des espèces du littoral méditerranéen à plus de 100, sans trop exagérer. GOETGHEBUER en mentionne environ 900 dans sa faune de France, mais peut-être seulement 80 sont répandues dans le Languedoc. Peu constituent une nuisance (2 espèces seulement), mais leur existence même, de par leur biomasse, est à la base des écosystèmes aquatiques locaux. La faune européenne des Chironomides fait état de 1 600 espèces.

La trompe des Chironomes est courte et non adaptée pour percer; les palpes ont 3 ou 4 segments et les ailes sont nues ou poilues. Beaucoup de larves sont aquatiques et vivent dans de l'eau stagnante ou à courant lent, mais deux groupes se rencontrent dans les rivières à courant rapide. D'autres sont terrestres (*Smittia*) ou même marines (*Clunio*). En Erythrée, j'en ai même vu à Assab, dans les marais salants, dans des trous salés des îles de la mer Rouge, et une espèce de *Trichocladius* est communément trouvée dans des milieux semblables en Europe. Seules les larves des eaux stagnantes nous intéressent ici. Certaines rouges, contiennent de l'hémoglobine en solution, adaptation possible à la faible oxygénation, d'autres sont franchement vertes ou grises. Les adultes sont surtout actifs le soir, la nuit ou tôt le matin ou à midi, selon les régions ou les espèces. L'activité des essaims dépend de la température et de l'humidité. Il s'agit, la

(1) Selon une classification relativement récente, les Culiciformi Lameere comprennent les Culicoidea (Simuliidae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Chaoboridae, Culicidae, Dixidae) et les Psychodoidea (Tanyderidae, Psychodidae, etc...).

plupart du temps, d'essaims monospécifiques et la femelle qui y pénètre est aussitôt fécondée. Les antennes plumeuses des mâles sont caractéristiques et souvent aussi la rainure longitudinale du métanotum.

2. — ÉCOLOGIE - BIOLOGIE

Sur la biologie des Chironomides, on ne peut que résumer les cas connus les plus courants, car la femelle présente une incroyable variété d'adaptation à toutes les conditions et tous les climats. Le stade adulte est éphémère et les femelles ont seulement besoin d'un abri pour mûrir leurs œufs et pour pondre. Cependant, dans des conditions favorables de température et d'humidité, les adultes des deux sexes de certaines grosses espèces peuvent survivre 4 à 5 jours, au maximum 5 semaines. Le nombre des œufs varie selon les espèces, de 300 à 2 500. Ils éclosent souvent en 24 heures et la larve ne mesure que 3-4 mm et est incolore. La parthénogenèse et la pédogenèse sont connues. Toute l'énergie nécessaire au complément du cycle est acquise pendant la vie larvaire (autogénie), car les adultes ne se nourrissent pas. Seules exceptions connues actuellement : deux espèces de *Smittia* consomment le nectar des fleurs arctiques et une espèce australienne, grâce à ses pièces buccales développées, suce le sang (*).

De nombreux milieux ont été colonisés par les larves, depuis les lacs calmes, jusqu'aux torrents rapides, à la mer et à certains biotopes terrestres. La distribution des espèces s'étend de la plaine à la montagne, de l'arctique à l'antarctique. Il y a aussi des troglodytes dans les grottes du monde entier. Certaines larves supportent le gel, expérimentalement des températures de -270 à $+120$ °C, mais normalement des températures de -4 °C (Arctique) à $+40$ °C (Tropiques). Elles supportent aussi des concentrations élevées de ClNa et des variations importantes de salinité.

Certaines espèces subissent dans les rock pools le dessèchement complet pendant des mois, sans dommage. Les œufs sont déposés dans une matrice protectrice gélatineuse, qui se gonfle

(*) Chez les Diptères, les pièces buccales pleinement développées et adaptées à percer la peau et à sucer le sang se rencontrent principalement, sauf quelques exceptions, chez les Culicidés, les Simuliidés, les Cératopogonidés, les Psychodidés, les Blépharocéridés, les Tabanidés et les Rhagionidés. A cette liste on peut ajouter quelques exceptions notoires dont le Tanydérider australien *Radinodetus occidentalis* Alex. et un Chironomide australien qui possède des pièces buccales percées pleinement développées. La liste des exceptions n'est certainement pas close.

et s'étire fortement dans l'eau. On y trouve des amas linéaires ou compacts, selon les espèces. Le phénomène des pontes sociales ou groupées (nidamentum) qui existe aussi chez des Culicides piqueurs comme les *Mansonia*, expliquerait la présence d'une concentration parfois énorme de larves au même endroit et les éclosions subséquentes d'adultes. Quatre (rarement 5) stades larvaires sont présents. Les larves, sauf très rares exceptions métapneustiques, sont apneustiques. Elles sont microphages, carnivores, parasites, phytophages, mineuses, coprophiles, etc. Elles avalent aussi parfois la soie de leurs fourreaux ou des pièges. Quant aux adultes, ils s'éloignent en général fort peu des lieux d'éclosion.

Généralement, les larves pénètrent seulement quelques centimètres dans leur substrat, mais dans les habitats lotiques (rapides) et lenticques (stables) vaseux, 95 % des larves se trouvent dans les premiers 10 cm de vase mais peuvent, chez certaines espèces, surtout tubicoles, descendre si la concentration d'oxygène est forte, jusqu'à 50 cm. On trouve des larves à 150 m de profondeur dans certains lacs. Les étuis larvaires sont extrêmement variables, souvent munis de soie. Beaucoup de larves sont libres. Les Chironomides sont parfois utilisés comme indicateurs des différents types de vase. Il y a souvent des migrations nocturnes verticales ou horizontales des larves, peut-être pour favoriser les échanges respiratoires (hématose). Certaines larves vivent en anaérobiose totale. L'hémoglobine semble utile, mais des larves dépourvues d'hémoglobine vivent dans les mêmes conditions. Une quinzaine de facteurs physiques et chimiques ont été décelés comme responsables de la présence ou de l'absence des larves. Le pH semble important pour en régler l'abondance, mais aussi la température, la salinité et l'oxygène dissous. Les larves selon le climat, l'espèce, son uni, bi, ou multivoltines, mais parfois aussi bisannuelles.

Beaucoup d'espèces de Chironomes d'eau douce ont la particularité d'éclore simultanément et de former des vols immenses, parfois soumis aux conditions météorologiques ou à des cycles complexes (lunaires) encore peu connus. Il est certain que ces essaims de mâles qui volent de haut en bas et de bas en haut servent au rapprochement des sexes comme chez les vrais moustiques. La forme même des essaims est variable suivant les espèces, de même que le sens des vols qui, en général, simulent des trombes ou tourbillons. Il est évident aussi que seules les espèces aux ailes bien développées causent un problème et que les brachyptères et aptères marins sont totalement inoffensifs.

On distingue trois sortes de vols : *éclosion*, *essaimage*, *ponte de la femelle*. Des marqueurs sont à la base des essaims. Ces essaims ne sont pas toujours composés uniquement de mâles, mais parfois aussi de femelles. Il y a des variations dans le

pourcentage des femelles, suivant l'heure de capture. Les vibrations des ailes attirent les autres adultes et non pas seulement les femelles. L'oviposition est rapide et a lieu au coucher du soleil ou à l'aurore. Généralement, il n'y a qu'une seule ponte, exceptionnellement deux, et le début du développement ovarien d'une troisième qui avorte. La ponte est souvent très rapide, souvent dans l'heure qui suit l'éclosion, lorsque la fécondation a eu lieu. Cette éclosion correspond à des conditions de température, humidité, etc... variables et est souvent sous l'influence du rythme lunaire.

Les conditions de production massive de Chironomides sont réunies dans les lacs eutrophes et sénescents. C'est plus ou moins le cas des étangs littoraux dont le phénomène se complique par l'arrivée d'égouts qui doivent réduire la quantité d'oxygène par multiplication du zooplancton. Du moins il s'agit là d'une hypothèse plausible qui demande aussi une vérification. Ce phénomène n'est pas compensé par la production massive d'Algues vertes flottantes. Quant à l'effet de ce manque d'oxygène sur la remontée verticale de la larve et les éclosions massives, il n'est pas encore bien connu, mais la pollution des étangs a certainement un effet positif dans la multiplication des Chironomes. La nécessité d'études biologiques approfondies se fait fortement sentir pour les Chironomides, les espèces tropicales ne pouvant pas encore être élevées correctement au laboratoire et les espèces des pays froids assez difficilement. Les cycles d'estivation et d'hivernation sont mal connus, mais ils diffèrent selon les climats. Là aussi, pourrait résider quelque idée exploitable pour un contrôle chimique ou mécanique. De toute façon, la pose de pièges (système JONASSON-TOURENQ) est absolument nécessaire pour la détection des zones de production.

Dans le cas des rivières, les larves de Chironomides dérivent avec le courant, phénomène qui est commun à toutes les larves aquatiques et aux vers, mais cela est compensé par un vol en retour vers l'amont de la femelle gravide. Le problème est certes plus simple en étang.

3. — IMPORTANCE MÉDICALE - NUISANCE

Au sujet de l'importance médicale des Chironomides, ce que l'on peut dire, c'est qu'elle est quasiment nulle. Autant qu'on le sache (et il semble qu'il y ait peu d'exceptions exotiques), les

Chironomides ne peuvent piquer, ne se nourrissent pas, mais ils constituent cependant une nuisance de par leur nombre et leur encombrement. On a même prétendu que le bétail pouvait être dérangé. Quant aux humains, ils sont surtout agacés par leur pénétration dans le nez, la bouche, les oreilles, les yeux, et peut-être, dans ce dernier cas, sont-ils la cause de réactions allergiques. On a aussi cité des cas de conduites d'eau bouchées, de circulation perturbée, de pare-brises souillés, des radiateurs envahis, etc...

Il ne semble pas qu'il y ait transmission mécanique de pathogènes par les adultes, mais on a mentionné cette possibilité dans le cas de larves qui se sont développées dans des eaux contaminées par les égouts.

Le problème de nuisance est dans certains pays, comme la Californie, le même pour les Chaoboridae, moustiques non piqueurs, qui ont tendance, avec la construction de lacs artificiels, à s'étendre à l'heure actuelle. La construction des bassins de stabilisation a aussi créé de nouveaux ennuis qui, d'ailleurs, se résolvent d'eux-mêmes avec le temps et le vieillissement de l'écosystème. Les bassins de stabilisation (ou oxygénation) ne fonctionnent d'ailleurs que deux ans après leur construction et leur contrôle ne pose aucun problème de faune annexe lorsqu'on utilise les larvicides.

Concernant la *nuisance* des Chironomides proprement dits, j'ai pu assister en 1954-1955 à maintes reprises, sur les grands lacs de l'Afrique Centrale (Edouard, Victoria, Albert^(*)) à des éclosions quotidiennes de Chironomides, tôt le matin. Il s'agissait de véritables nuages noirs diurnes et les Chironomides n'étaient pas le seul Diptère en cause. Cependant, dans ce cas, les insectes étaient considérés par les indigènes comme une bénédiction, un indicateur biologique, et les barques se transportaient immédiatement sur le lieu de l'éclosion pour effectuer une pêche miraculeuse. Lorsque le nuage éclosait près de la rive habitée, les insectes se portaient dans les yeux, le nez, les oreilles, mais cela durait peu de temps et le nuage était déporté par le vent. Il s'agissait là d'éclosions localisées. Normalement, cependant, les Chironomes se dispersent juste avant le coucher du soleil et s'élèvent en colonnes qui sont ensuite attirées par la lumière.

Plus semblables au problème de l'E.I.D. sont les cas du Soudan et du Nicaragua, étudiés respectivement par WULKER en 1963 et

(*) Surtout importants sur le lac Edouard pollué par les déjections d'Hippopotames qui y pullulent. Les Chaoboridae sont aussi présents dans ces nuages avec divers autres Diptères Nématocères non piqueurs. Le lac Kivu, plus « propre », où les Hippopotames ont été massacrés jusqu'au dernier et qui ne recèle pas de Crocodile ne présente pas ce phénomène, au moins normalement.

BAY en 1964. Je me trouvais à Khartoum lorsque WULKER entreprit son étude. Là-bas, les populations de Chironomides atteignent leur maximum de novembre à mai. D'énormes masses d'insectes (appelés ici « nimitti ») rendent la vie misérable aux populations situées près du Nil, spécialement aux fonctionnaires des ministères et de graves réactions allergiques leur sont attribuées à tort ou à raison. Comme les moustiques pénètrent jusqu'à 300 m des rives du Nil, beaucoup de gens quittent leurs maisons, et il fallut même une fois évacuer l'hôpital. Toute une littérature, depuis 1956, traite de ce problème au Soudan. Le Nil joue le rôle d'un lac eutrophe à *Chironomus* et non celui d'un lac oligotrophe à *Tanytarsus*, tant par le phénomène de « barrage » provoqué par le confluent des deux Nil à Khartoum que par les nombreux réservoirs artificiels créés çà et là.

Au Nicaragua, en 1962, près d'un mètre d'adultes décomposés furent ramassés sur le sol, de plus modestes accumulations ont été citées en Californie et même à Carnon, près du super-marché (30 cm). Les Chironomes ont aussi le défaut d'encourager d'énormes populations d'Araignées qui, surtout aux Tropiques, mais aussi en Languedoc, envahissent les maisons en une seule nuit. Là où les espèces de moucheron sont très petits (1 mm), ceux-ci pénètrent plus facilement à l'intérieur des habitations et dans les yeux.

En résumé, pour autant que l'on sache, les Chironomides indigènes ne piquent pas et ne transportent pas de maladies. Encore que le problème de leur éclosion, à partir d'eau contaminée et de leur contact ultérieur avec les muqueuses, ont fait douter de leur qualité de vecteurs passifs. Ils constituent évidemment une nuisance pour l'homme.

D'immenses nuages d'adultes ont parfois obturé la circulation, rempli les lampes d'éclairage des rues, déclenché des sirènes d'alarme, souillé les peintures, les livres, etc. Quant aux larves, elles ont parfois bloqué les conduites d'eau. Surtout elles peuvent entrer dans le nez, les oreilles, la bouche et les yeux des humains et chez les sujets allergiques, les adultes ou leurs fragments pourraient, dit-on, produire de l'asthme, des symptômes apparentés au rhume des foins ou au coryza.

4. — LES PRINCIPALES NUISANCES CHIRONOMIDIENNES

Les espèces les plus fréquentes à Carnon, Palavas, et sans doute (mais je n'ai pas pu le vérifier cette année) à Frontignan,

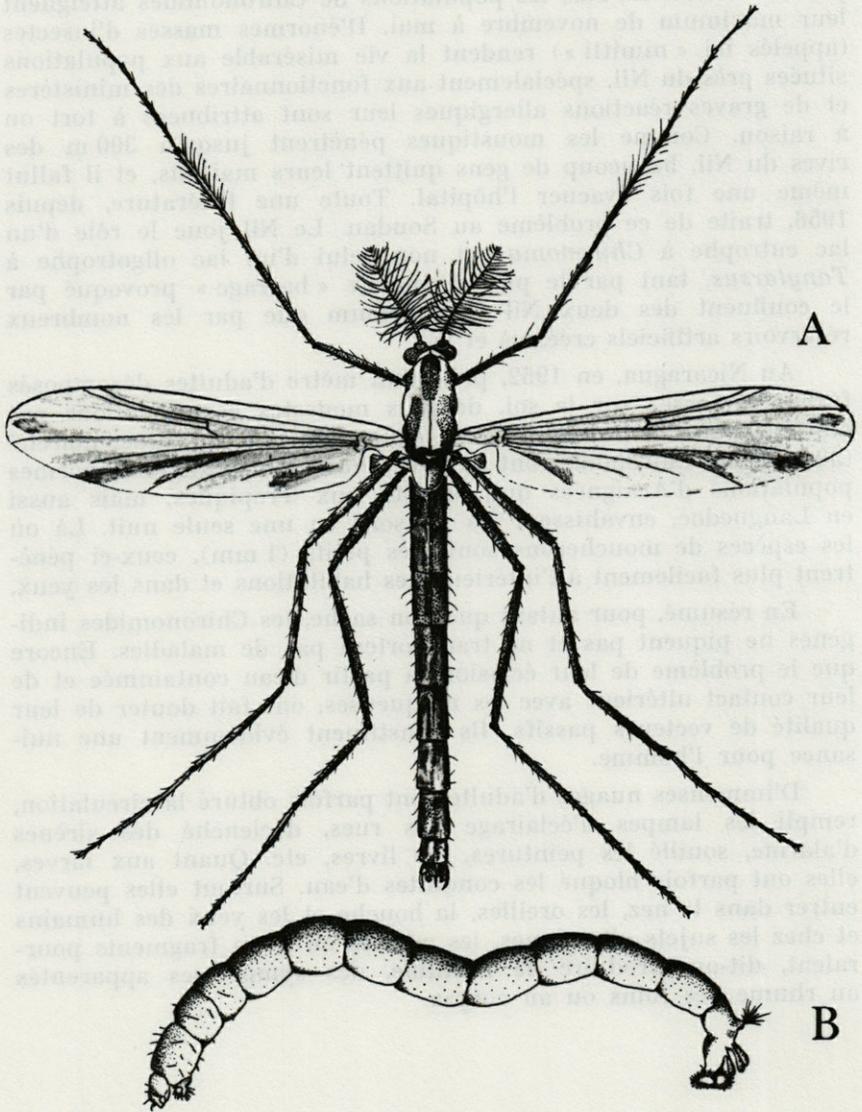


FIG. 1. — A. *Chironomus salinarius* Kieffer. Nuisance sur le littoral en septembre/octobre. Adulte ♂ (× 15); B. Larve au 4^e stade (× 12).

l'été 1971, semblent avoir été les suivantes :

— 15 juillet - 30 août 1971

- *Cricotopus vitripennis halophilus* Kieffer : espèce petite (3,3 à 4,5 mm), jaunâtre, fortement dominante. C'est une espèce marine ou de milieux sursalés (bassins de concentration).
- *Chironomus halophilus* Kieffer : grande espèce (7,5 à 8,5 mm), très rare. Dans les salines à l'état larvaire.
- *Chironomus salinarius* Kieffer : grande espèce d'aspect général noirâtre (7 à 8 mm), commune à la fin août seulement.

— 1^{er} - 15 septembre 1971

- *Chironomus salinarius* Kieffer : pratiquement la seule espèce en septembre/octobre dans les maisons. Après le 15 septembre, la nuisance disparaît et les essaïms sont rares. ♀ plus communes que ♂♂ à l'intérieur.

Les larves de *Chironomus salinarius* Kieffer sont assez grandes, rouge sombre et vivent dans les milieux lagunaires naturels, à une certaine profondeur et souvent en milieu salé. D'après TOURENQ (1966), ces larves sont toujours associées à celles de *Cricotopus fucicola* Edwards, et *C. vitripennis* Meigen.

Les larves de *Cricotopus vitripennis halophilus* Kieffer sont plus petites, vertes, vivent en milieu peu profond, souvent hypersalin et se rencontrent fréquemment parmi les *Enteromorpha* ou les *Ulva*. Il n'y aurait donc en gros que deux nuisances qui se succèdent au cours de l'été, mais ces données très fragmentaires demandent une étude approfondie l'an prochain pour une confirmation éventuelle. Le « remblai contrôlé » de l'étang de l'Or, aux « Cabanes de Pérols », a une salinité de 26,2 g de NaCl par litre en novembre et pourrait bien être un lieu d'élection pour *Chironomus salinarius*. Les étangs de Pérols et de l'Or ont en novembre une salinité respective de 24,3 g et de 22 g de sel, ce qui est parfaitement compatible avec le développement du Chironome.

Notons que jusque vers la fin octobre 1971, le *C. salinarius* a continué d'éclore journalièrement avec formation d'essaïms en bordure de l'étang de l'Or les 18 et 25 octobre. Cet essaïmage a concordé avec un très net réchauffement notable de la température de l'air et de l'eau.

Les Chironomes étudiés ici ont été déterminés par M. J.N. TOURENQ, du Centre d'Ecologie de Camargue à la Tour du Valat

(Le Sambuc). Il ne s'agit que d'espèces dominantes et nous pensons effectuer un recensement précis des adultes l'an prochain, dans l'espace et dans le temps. Il serait aussi nécessaire d'utiliser des pièges de type Jonasson-Tourenq, pour localiser les éclosions et effectuer les sondages nécessaires à la détection des larves, malheureusement difficilement déterminables et extrêmement variables en fonction de la salinité. Les élevages sont peu rentables. Comme d'autre part les Chironomes sont très fragiles et rapidement, dans le type de piège utilisé, envahis par les saprophytes, il est absolument nécessaire dans le cas d'une étude écologique approfondie, de relever les pièges *tous les jours* et non une fois par semaine. Ceci peut représenter un travail considérable dans le cas d'une étude en coupe transversale d'un étang ou d'une rivière.

Les éclosions de Chironomes ont lieu toute l'année, mais les périodes dominantes sont en mars-avril et de la mi-juillet à la mi-septembre, ces derniers mois seuls produisant la nuisance. Certaines espèces dépendent entièrement de la température de l'eau pour parvenir à maturité. La plus grande diversité spécifique se rencontre en mai.

Il y a, d'après J.N. TOURENQ, à peu près 80 espèces identifiées en Camargue et il peut y en avoir beaucoup plus. Certaines espèces se développent dans des milieux hypersalés, alors que la salinité de l'eau de mer est de 28,7 g de NaCl par litre. Les principales espèces des salines sont les suivantes :

— ORTHOCLADIINAE

- Cricotopus fucicola* Edwards,
Cricotopus vitripennis Meigen,
Cricotopus vitripennis var. *halophilus* Kieffer.

Ces espèces supportent une salinité voisine de la saturation, soit 115,50 g de NaCl par litre. Elles sont communes dans les salins du Midi. Beaucoup de larves s'adaptent à des énormes variations de salinité.

— CHIRONOMINAE.

- Chironomus salinarius* Kieffer - Supporte 49,65 g de NaCl par litre,
Chironomus halophilus Kieffer - Supporte 16,50 g de Na Cl par litre.

Dans les milieux pollués, d'après TOURENQ, les espèces suivantes sont les plus communes :

- Chironomus riparius* Meigen,
Chironomus thummi Meigen,

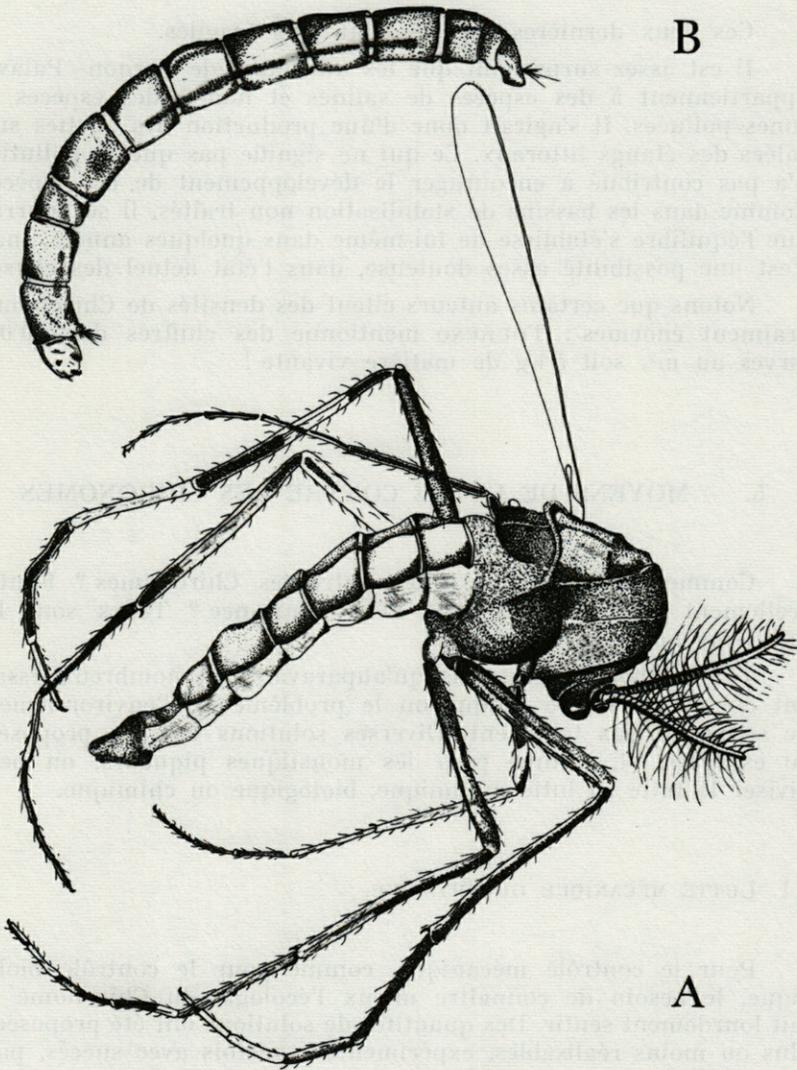


FIG. 2. — A. *Cricotopus vitripennis halophilus* Kieffer. Nuisance sur le littoral en juillet/aout. Adulte ♂ ($\times 35$); B. Larve au 4^e stade ($\times 19$).

Chironomus plumosus Linné,
Psectrotanypus varius Fabricius.

Ces deux dernières espèces sont plus fragiles.

Il est assez surprenant que les nuisances de Carnon - Palavas appartiennent à des espèces de salines et non à des espèces de zones polluées. Il s'agirait donc d'une production des parties sur-salées des étangs littoraux. Ce qui ne signifie pas que la pollution n'a pas contribué à encourager le développement de ces espèces. Comme dans les bassins de stabilisation non traités, il se pourrait que l'équilibre s'établisse de lui-même dans quelques années, mais c'est une possibilité assez douteuse, dans l'état actuel des choses.

Notons que certains auteurs citent des densités de Chironomes vraiment énormes : TOURENQ mentionne des chiffres de 200 000 larves au m², soit 5 kg de matière vivante !

5. — MOYENS DE LUTTE CONTRE LES CHIRONOMES

Comment effectuer la lutte contre les Chironomes ? Faut-il réellement lutter contre cette faible nuisance ? Telles sont les questions qu'on peut se poser.

Tout d'abord, soulignons qu'auparavant, de nombreux essais ont été tentés à une époque où le problème de l'environnement ne se posait pas tellement. Diverses solutions ont été proposées ou essayées, et, comme pour les moustiques piqueurs, on peut diviser la lutte en lutte mécanique, biologique ou chimique.

5.1. LUTTE MÉCANIQUE OU PHYSIQUE.

Pour le contrôle mécanique, comme pour le contrôle biologique, le besoin de connaître mieux l'écologie du Chironome se fait lourdement sentir. Des quantités de solutions ont été proposées, plus ou moins réalisables, expérimentées parfois avec succès, parfois se soldant par un échec. Citons, par exemple, la modification du régime des rivières, l'emploi de lampes jaunes dans les magasins et de lampadaires blancs puissants pour attirer ailleurs les insectes, destruction de la végétation ou, au contraire, un barrage végétal, l'utilisation de ventilateurs près des fenêtres, la modification de l'arrivée d'eau de mer dans les étangs littoraux, ce

qui a été utilisé avec succès contre les Cératopogonides, aux U.S.A. et contre les Chironomes en Afrique du Sud, l'utilisation de grillages métalliques, la mise à sec temporaire des étangs (5 à 10 jours), leur remblaiement quand cela est possible, etc.

5.2. LUTTE BIOLOGIQUE.

Le contrôle biologique par des endoparasites ou pathogènes a été envisagé en détail par WULKER. Comme chez les moustiques vrais, on ne leur connaît pas de parasitoïdes. Cependant, actuellement, les organismes les plus prometteurs (Mermithides) ne sont pas assez connus, quant à leur spécificité, pour un essai dans la nature. La systématique des larves elles-mêmes est trop peu sûre. Parmi les très nombreux pathogènes, citons les Microsporidies qui ont fait l'objet d'études récentes, mais dont la transmission expérimentale reste encore à trouver, car la culture des tissus n'est pas simple. Les Carpes semblent des ennemis naturels efficaces, mais dans les petites collections d'eau.

Résumons à présent rapidement ce que nous savons sur les ennemis de ces insectes : les parasites des Chironomides sont très nombreux et très variés, et tous les degrés se rencontrent depuis les simples ectocommensaux, endocommensaux, les parasites vrais et les pathogènes; le récent travail de Mme COSTE-MATHIEZ (1970) fait le point des Trichomycètes (10 espèces) simples Champignons commensaux; des Microsporidies (19 espèces) et des Champignons *Coelomomyces* (2 espèces). Cet auteur souligne que les Trichomycètes, rejetés à chaque mue, ne nuisent en rien au développement de leur hôte, tandis que les *Coelomomyces* et les Microsporidies entraînent la destruction du corps adipeux et la mort de la larve à plus ou moins longue échéance.

Une infection à virus de *Camptochironomus tentans* Fabricius est soupçonnée (VAGO, 1964). Deux Sporozoaires Grégarines peuvent se trouver dans le tube digestif, des Ciliés (*Tetrahymena*) parasitent l'hémocoèle et de nombreux Nématodes, surtout Mermithides, des Nématomorphes, infestent les larves et les nymphes. Les Mermithides entraînent la mort, la stérilité ou l'intersexualité de l'hôte et l'infection peut parfois approcher 100 % ! Citons aussi des larves de Trematodes endoparasites, des Hydracariens ectoparasites, assez pernicious, ou simples phorétiques, etc.

Très nombreux sont les prédateurs des Chironomides à l'état larvaire, nymphal et adulte : citons les plantes carnivores, les Sangsues, les Crustacés, les Insectes carnassiers (dont certaines larves de Chironomides elles-mêmes), les Araignées, les Poissons, les

Batraciens, les Chauve-Souris et les Oiseaux, etc. Parmi les insectes prédateurs les plus actifs, sur la côte, il faut mentionner le Dermaptère, *Labidura riparia* Pallas et, parmi les Araignées (R. LEGENDRE det.), l'*Araneus cucurbitinus* Clerk, commune sur les arbustes, mais qui envahit les maisons et de nombreuses autres espèces prédatrices au niveau du sol. Lors de la formation des essaims, les arbustes voisins sont d'ailleurs remplis d'Arachnides prédateurs à l'affût.

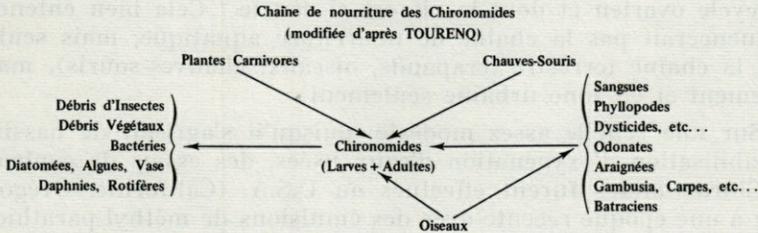
Concernant la lutte biologique, il faut mentionner aussi le succès mitigé remporté en 1968 en Californie, lors des essais effectués *in vitro* pour détruire les larves de *Chaoborus*, Chaoboridae avec des suspensions de *Bacillus sphaericus*. L'auteur aboutit à la conclusion suivante : la bactérie tue la larve, mais la dose nécessaire est trop forte pour être rentable. De tels essais pourraient être tentés avec les Chironomes, mais les espèces de la vase pourraient être plus difficilement accessibles que les espèces libres.

Du fait de l'eurygamie partielle de certains Chironomes macroptères, il est difficile de tenter, comme on l'a parfois proposé, une expérience de lutte génétique contre certaines nuisances chironomidiennes. Le problème de l'élevage, s'il a été résolu totalement en cage pour beaucoup d'espèces, reste encore un problème pour la majorité des espèces tropicales.

Des recherches ont été faites sur l'incompatibilité cytoplasmique des *Clunio*, espèces à ailes réduites ou absentes et donc sténogames. Récemment, un auteur américain (BIEVER, 1965, 1971) a mis au point une technique d'élevage des Chironomes en récipients en plastique d'environ 500 ml permettant d'élever à la fois 50 ou 100 larves avec succès. Dans la nature, les Chironomes se nourrissent de Daphnies, Rotifères, Diatomées, Desmidiées, Algues vertes et bleues, de vase et de détrit. En élevage artificiel, des formules satisfaisantes de nourriture synthétique ont été mises au point. Cependant, la production massive de Chironomides n'est possible qu'en connaissant la densité optimum des larves et la quantité optimum de la nourriture nécessaire. Le facteur clé limitant est l'espace disponible dans les récipients pour éviter le cannibalisme qui est quand même limité à certains groupes et moins fort qu'on ne le croyait. Dans certains cas, le problème de l'accouplement *in vitro* reste non résolu. Il est difficile de faire de l'élevage de masse et donc de la lutte génétique avec la technique de l'accouplement artificiel, mais beaucoup d'espèces se sont révélées être sténogames.

D'après certains auteurs, les Chironomides sont attirés par certains sons, les vibrations de la voix humaine par exemple. La luminosité, la chaleur jouent un rôle et peut-être (mais cela

mériterait des recherches) le CO_2 . De là à développer des attractifs physiques ou chimiques, mais il y a encore loin du rêve à la réalité !



Les adultes de Chironomes ne se nourrissent pas. On voit qu'en détruisant ces insectes, on perturbe gravement l'équilibre biologique et on menace les oiseaux.

5.3. CONTRÔLE CHIMIQUE.

Le contrôle chimique a, heureusement, fait les énormes progrès que l'on sait depuis les essais de LEWIS et de A.W.A. BROWN qui remontent respectivement à 1956 et 1961. A cette époque, le D.D.T., D.D.D. et H.C.H. furent appliqués en solution huileuse ou poudre mouillable, ou bien le pétrole, avec les résultats que l'on devine pour la faune aquatique. Des essais furent aussi faits avec des granulés, en pulvérisation aérienne, etc... avec des résultats discutables. D'autres essais ont été faits avec la Dieldrine, le T.D.E. et, plus tard, le Malathion en aérosol ou en U.L.V. contre les adultes.

Tous les essais antilarvaires ont été basés sur la présomption erronée que les larves se rencontrent partout dans la vase. Tout au contraire, les recherches de WULKER ont montré que la faune larvaire chironomienne varie énormément suivant la texture et la nature de la vase ou du sable, dans le même étang ou la même rivière. Tout traitement chimique serait donc voué à l'échec sans une connaissance minutieuse préalable de la répartition larvaire. Dans une rivière, une coupe transversale de la vase révèle des surprises quant à la répartition des espèces et des genres. Egalement, la plupart des femelles attirées par la lumière ont déjà pondu et il est important de savoir quand les traiter. Les pulvérisations anti-adultes au Malathion sont surtout efficaces pour détruire les Chironomes au repos, doivent être répétées quotidiennement, mais semblent peu efficaces sur les essaims crépusculaires. Cet insecticide (le Malathion) pénétrant bien en U.L.V. à l'intérieur des maisons, pourrait être la solution, mais son odeur désagréable, malgré son innocuité pour l'espèce humaine, pourrait aussi à la longue provo-

quer des plaintes parmi la population. On a songé également à remplacer le Malathion par le Naled, déjà utilisé à l'E.I.D. Cependant, est-il logique de traiter des adultes dont les femelles ont accompli leur cycle ovarien et dont la vie est si courte ? Cela bien entendu n'influencerait pas la chaîne de nourriture aquatique, mais seulement la chaîne terrestre (crapauds, oiseaux, chauves-souris), mais faiblement et en zone urbaine seulement.

Sur une échelle assez modeste, puisqu'il s'agissait de bassins de stabilisation d'oxygénation d'eaux usées, des essais de contrôle des Chironomides furent effectués au U.S.A. (Californie, Orégon, etc...) à une époque récente avec des émulsions de méthyl-parathion et de fenthion. Le fenthion et le parathion à 1 p.p.m. donnèrent respectivement 98 et 76 % de mortalité en 24 h à titre expérimental. Comme il n'y avait pas de problème de faune annexe, le traitement (*in vivo*) fut très efficace pour une durée de 3 à 4 semaines. Dans des lacs artificiels américains, où il y avait une faune ichtyologique, des émulsions ou des granulés d'abate, de dursban, de fenthion de carbaryl, ont été essayés à diverses doses avec des résultats variables, le dursban étant le plus efficace (5 mois de contrôle) sous forme de granulés. Les granulés de dursban n'ont causé aucune mortalité de poisson, contrairement aux pulvérisations, mais le danger pour la faune annexe reste réel. Tout traitement larvicide des étangs semble donc devoir être formellement rejeté !...

5.4. LUTTE INTÉGRÉE.

Lors des essais chimiques de l'O.M.S. avec des insecticides chlorés en 1963 le long du Nil, l'expérience se solda par un succès très médiocre et une mortalité des poissons non négligeable; ce qui produisit de nombreuses plaintes. La lutte intégrée fut proposée, car il en était déjà question à cette date, mais une fois la liste des prédateurs, parasites et pathogènes dressée, la conclusion des experts fut que si le contrôle biologique méritait en l'occurrence quelque considération, la nécessité la plus urgente était d'effectuer des recherches écologiques fondamentales, afin d'établir une tactique de lutte intégrée. Les nuages de nuisance se révélèrent composés d'espèces sympatriques de Chironomes, pas toutes identifiées (au moins 26) et d'autres Diptères, dont des Simulies non piqueuses, etc... D'autre part, aucune méthode d'élevage n'étant au point, il était alors impossible d'effectuer les tests larvaires pour les insecticides.

Notons que le comblement de marais inutiles ou « pourris » constitue une excellente solution, mais évidemment très partielle à

notre problème. Quant à la lutte génétique, elle n'est guère envisageable, vu les difficultés d'élevage des Chironomes décrites précédemment.

Un bel exemple de lutte intégrée réussie contre les Chironomes et un rétablissement de l'équilibre d'un écosystème a été signalé par BRUGGERMANN (1966) dans un lac saumâtre (1/3 de la salinité de l'eau de mer) à Port Elisabeth, Afrique du Sud. Ce lac, de 35 hectares et profond d'environ 2,10 m, pollué comme le sont les étangs littoraux du Languedoc par les sorties des collecteurs domestiques et industriels, voyait se multiplier en été des Algues vertes (*Cladophora* sp.), les Chironomes, les Hirondelles qui s'en nourrissaient, et augmenter la production d' H_2S . A cette époque, la mortalité des poissons était élevée. Les moyens de lutte employés furent énergiques : les Algues vertes furent enlevées à la main et non chimiquement pour de nombreuses raisons, puis on appliqua du Malathion deux fois par semaine (moins de 0,5 ppm). On lutta ensuite contre la pollution et six mois après, on introduisit une espèce locale de *Tilapia* (Cichlidae) pour dévorer les Algues et les Chironomes. L'année suivante, les Algues avaient regressé et quatre ans plus tard, les Chironomides n'étaient plus une nuisance, tandis que les oiseaux aquatiques habituels étaient revenus et les hirondelles avaient disparu.

Le contrôle de la pollution organique semble donc efficace quand il est possible. Vu la relative euryhalinité des Carpes, leur introduction semblerait donc désirable, là où elles manquent encore au Languedoc, mais si elles prospèrent en Camargue du fait de la désalinisation dans les étangs (elles y ont été introduites il y a 150 ans), elles restent, semble-t-il, confinées au Nord de l'étang de l'Or, dans les zones pas trop salées. Ce poisson s'habitue bien à des conditions très défavorables et est, malgré certains tabous, très consommable. Soulignons aussi que le succès sud-africain concerne un petit lac de capacité faible, et qu'une telle expérience semble difficilement réalisable à l'échelon de nos étangs littoraux du Languedoc. L'introduction du *Tilapia* d'eau saumâtre ne semble pas souhaitable à moins d'études écologiques précises à ce sujet.

Dans le lac sud-africain, les conditions variaient de la quasi anaérobiose à la quasi saturation en oxygène, et ce en une semaine. Ces variations, dues à la pollution, aux Algues vertes et au zooplancton, ne sont pas sans rappeler ce qui se passe dans les étangs du Languedoc où mortalité de poissons et apparition de Chironomes suivent un cycle probablement analogue. La variation de l' O_2 y suit aussi un cycle nycthéral et la teneur en O_2 peut approcher parfois la sursaturation. Les Algues vertes représentées en milieu saumâtre, différentes de celles du milieu salé portuaire, y sont les suivantes : *Enteromorpha*, *Ulva*, *Monostroma* (Ulvacées) et *Clado-*

phora (Cladophoracées). Leur multiplication semble souvent en rapport avec la pollution et certaines d'entre elles (*Ulva*) constituent un élément favorable à certains Chironomes.

Il est évident qu'un programme de contrôle entomologique balancé a comme objectif primordial l'établissement d'un équilibre hôte-parasite dans un environnement donné. De tels équilibres sont difficilement réalisables dans nos étangs littoraux et en tout cas l'introduction d'un nouveau Poisson doit être soigneusement pesée, car une altération de la biomasse est toujours à craindre. C'est pourquoi il a été proposé pendant l'été, comme palliatif, la pulvérisation urbaine de Malathion en ULV, en attendant mieux...

6. — CONCLUSION

La conclusion de BAY est peu encourageante : « No solution for controlling », mais elle est un peu pessimiste, ce qui était excusable en 1964. Disons qu'à présent les armes chimiques existent, bien qu'assez coûteuses si elles s'adressent aux larves de la vase, moins chères si elles concernent les adultes, mais dans ce dernier cas totalement inefficaces, sauf en ULV (Système Leco) en répétition quotidienne dans les rues des agglomérations.

Cependant, quand on met en balance les inconvénients mineurs causés par les Chironomes (agacement, petits désagréments ménagers), et l'immense avantage de leur présence comme chaîne de nourriture pour la faune aquatique (Poissons, etc...), semi-aquatique (Oiseaux) et terrestre (Batraciens, Reptiles, Oiseaux, Chauves-souris, Insectes), le bon sens nous interdit de traiter en anti-larvaire. Ou alors nos étangs littoraux, déjà menacés par les détergents et les égouts, deviendront des eaux mortes où ne survivraient que quelques Algues bleues. Est-ce vraiment cela que nous voulons ? Répétons-le, le phénomène est plus psychologique que réel et une éducation des estivants serait nécessaire pour les mettre en garde contre tout affolement à l'encontre de ces « moustiques » encombrants et bruyants, mais totalement inoffensifs. Attention, le remède insecticide est sans doute pire que le mal et la prescription d'un tranquillisant serait peut-être la solution la meilleure pour de trop nerveux touristes...

Peut-être ne serait-il pas mauvais non plus de souligner que le traitement des eaux usées est certes la première chose à tenter afin d'éviter que le nouvel urbanisme littoral ne transforme en égout à ciel ouvert des étangs encore relativement poissonneux.

Les pêcheurs et les chasseurs sont les premiers à toucher dans cette éducation du public, car ils seraient les premières victimes d'une rupture artificielle de la chaîne de nourriture où les Chironomes, biologiquement et naturellement contrôlés, comme ils le sont en Camargue, ne constituent pas une nuisance mais un facteur normal d'équilibre.

REMERCIEMENTS

Je suis profondément reconnaissant à M. J.N. TOURENQ du Centre d'Ecologie du C.N.R.S. en Camargue qui a déterminé les espèces du littoral et m'a apporté une aide précieuse en complétant très utilement ma documentation et en critiquant mon manuscrit.

RÉSUMÉ

Ce sont surtout deux espèces de Chironomides Midge (*Cricotopus vitripennis halophilus* Kieffer en juillet-août et *Chironomus salinarius* Kieffer en septembre) qui ont été une nuisance le long du littoral du Languedoc, principalement dans les villes de Carnon, Palavas et Frontignan au cours de l'été 1971. Les estivants des stations balnéaires ci-dessus se sont amèrement plaints de cette nouvelle nuisance qui a remplacé les Moustiques disparus.

L'écologie, la biologie, la nuisance et le contrôle possible de ces Midge sont discutés.

SUMMARY

Chiefly two species of Chironomid Midges (*Cricotopus vitripennis halophilus* Kieffer in July-August and *Chironomus salinarius* Kieffer in September) have been a nuisance along the sea shore of

the Languedoc, mainly in the towns of Carnon, Palavas and Frontignan during the summer 1971. Summer visitors of the above holiday resorts have strongly complained about the new nuisance which has replaced the vanished biting mosquitos.

Ecology, biology, nuisance, and possible control of the midges have been discussed.

ZUSAMMENFASSUNG

Zwei Arten von Chironomiden Midges (*Cricotopus vitripennis halophilus* Kieffer im Juli-August und *Chironomus salinarius* Kieffer im September) wurden im Sommer 1971 als Schädlinge längs der Küste des Languedoc, vornehmlich in den Städten Carnon, Palavas und Frontignan, bezeichnet. Touristen in den oben genannten Badeorten haben sich über diese neue Plage beklagt, die anstelle der verschwundenen Mücken auftauchte.

Oekologie, Biologie, Schaden und mögliche Kontrolle über diese Insekten werden diskutiert.

BIBLIOGRAPHIE

Il est impossible de citer toute l'immense bibliographie qui traite des Chironomes. Non seulement les travaux en rapport avec la biomasse, les chromosomes, les parasites ont été écartés, mais une énorme quantité de citations contenues dans les anciens travaux allemands (THIENEMANN, 1954) a été délibérément laissée de côté. On consultera aussi avec profit : E. SÉGUY (1950-1951), H. BERTRAND (1954), WESENBERG-LUND (1943), FITTKAU (1962), D.R. OLIVER (1971), etc... pour la systématique, l'écologie, la biologie et le travail de M^{me} COSTE (1970) pour les pathogènes.

- BAY, E.C., 1964. An analysis of the « sayule » (Diptera Chironomidae) nuisance at San Carlos, Nicaragua, and recommendations for its alleviation. *Bull. Wld Hlth Org.*, Ser. EBL., 20 : 14.
- BAY, E.C. & L.D. ANDERSON, 1965. Chironomid control by carp and goldfish. *Mosquito News*, 25 (3) : 310-316.
- BAY, E.C., A.A. INGRAM & L.K. ANDERSON, 1966. Physical factors influencing chironomid infestation of water-spreading basins. *Ann. ent. Soc. Am.*, 59 : 714-717.

- BAY, E.C., E. DOMINGUEZ & N. ESCOBAR, 1966. A second survey of the Chironomid Midge Problem at San Carlos, Nicaragua. *Bull. Wld Hlth Org.*, Ser. EBL., 66-77 : 1-9.
- BIEVER, K.D., 1965. A rearing technique for the colonization of chironomid midges. *Ann. ent. Soc. Am.*, 58 : 135-136.
- BIEVER, K.D., 1971. Effect of diet and competition in laboratory rearing of Chironomid midges. *Ann. ent. Soc. Am.*, 64 (5) : 1116-1169.
- BERTRAND, H., 1954. Les Insectes aquatiques d'Europe. *Encycl. ent.*, Ser. A., 31 (2) : 547 p.
- BRUGGEMANN, H.B., 1966. Control of Nuisances resulting from pollution in a brackish lake, with special reference to Chironomidae. *Bull. Wld Hlth Org.*, Ser. EBL., 66-78 : 1-13.
- BRUMBAUGH, L.R., J.L. MALLARS & A.V. VIEIRA, 1969. Chironomid midge control with quick breaking emulsions in waste-chamber stabilization lagoons at Stockton, California. *Calif. Vector Views*, 16 (1) : 1-9.
- CHIPPAUX, A., J. RAGEAU & J. MOUCHET, 1970. Hibernation de l'arbovirus *Tahyna* chez *Culex modestus* en France. *C. r. hebd. séanc. Acad. Sci., Paris*, 270 : 1648-1650.
- COE, R.L., P. FREEMAN & P.F. MATTINGLY, 1950. Chironomidae Diptera. 2. Nematocera : families Tipulidae to Chironomidae. London Royal Entomological Society. *Handk Ident. Br. Insects*, 9 (2) : 121-216.
- COSTE-MATHIEZ, F., 1970. Parasites de larves de Chironomides (Diptères Nématocères) des environs de Montpellier. *Thèse 3^e cycle Fac. Sci. Montpellier*, 84 p.
- DARBY, R.E., 1962. Midges associated with California rice fields, with special reference to their ecology. *Hilgardia*, 32 : 1-206.
- DEJOUX, C., 1968. A description of a method of rearing chironomids which is adapted for use in tropical countries. *Hydrobiologia*, 31 (3-4) : 435-441.
- DE MEILLON, B. & F.C. GRAY, 1935. The control of a species of *Chironomus* Meigen (Dipt. Chironomidae) in an artificial lake by increasing the salinity. *Rep. med. Off. Hlth, Port Elizabeth*.
- EDWARDS, F.W., 1929. British non biting midges (Dipt. Chiron.). *Trans. R. ent. Soc. Lond.*, 77 (2) : 279-430.
- EUZEBY, J., 1971. La lutte biologique contre les Insectes et Acariens d'importance médicale. *Rev. Méd. vét.*, 122 (5) : 547-565.
- FITKAU, E.J., 1962. Die Tanypodinae (Dipt. Chir.). *Akademie Verlag, Berlin* : 455 p.
- FREEMAN, P., 1955. A study of African Chironomidae. Part I. *Bull. Br. Mus. nat. Hist.*, Ser. B, 4 (1) : 1-363.
- GOETGHEBUER, M., 1927, 1928, 1932. Diptères Chironomides, IV. *Fau. Fr.*, 15 : 1-84; 18 : 1-174; 23 : 1-204.
- JONASSON, P.M., 1954. An improved funnel trap for capturing emerging aquatic insects with some preliminary results. *Oikos*, 5 (2) : 179-188.
- KOSKINEN, R., 1969. Observations on the swarming of *Chironomus salinarius* (Diptera, Chironomidae). *Ann. Zool. Fenn.*, 6 (2) : 145 p.

- LAIRD, M., 1971. Microbial control of Arthropods of Medical Importance. In : Burgess & Hussey, Microbial control of Insects and Mites. Academic Press : 387-406.
- LAVILLE, H. & J.N. TOURENQ, 1968. Contribution à la connaissance de trois Chironomides de Camargue et des Marismas du Guadalquivir. *Ann. Limnol.*, 3 (1) : 185-204.
- LAVILLE, H. & J.N. TOURENQ, 1968. Nouvelles récoltes de Chironomides en Camargue et dans les Marismas du Guadalquivir. *Ann. Limnol.*, 4 (1) : 73-80.
- MULLA, M.S., R.L. NORLAND, D.M. FANARA, H.A. DARWAZEH & D.W. MCKEAN, 1971. Control of Chironomid midges in recreational lakes. *J. econ. Ent.*, 64 (1) : 300-307.
- OLIVER, D.R., 1968. Adaptations of Arctic Chironomidae. *Ann. Zool. Fenn.*, 5 : 111-118.
- OLIVER, D.R., 1971. Life history of the Chironomidae. *A. Rev. Ent.*, 16 : 211-230.
- POINAR, G.O., 1971. Use of Nematodes for Microbial control of insects, in : Burgess & Hussey, Microbial control of Insects and Mites. Academic Press, 181-201.
- SÉGUY, E., 1950. La Biologie des Diptères. *Encycl. ent.*, 26 : 1-609.
- SÉGUY, E., 1951. Ordre des Diptères. In : Traité de Zoologie, P.-P. Grassé, Masson Edit., 10 (1) : 449-744.
- THIENEMANN, A., 1954. *Chironomus*. Leben, Verbreitung und wirtschaftliche Bedeutung der Chironomiden. *Binnengewässer*, 20 : 1-834.
- TOURENQ, J.N., 1966. Introduction à l'étude écologique des Chironomides de Camargue. *Thèse Fac. Sci., Toulouse*, 73 p.
- TOURENQ, J.N., 1966. Introduction à l'étude écologique des Chironomides des eaux douces et saumâtres de Camargue (Dipt.). *Ann. Limnol.*, 2 (2) : 459-465.
- TOURENQ, J.N., 1970. Complément à l'inventaire des Chironomides de Camargue (Dipt.). *Ann. Limnol.*, 6 : 363-370.
- WESENBERG-LUND, C., 1943. Biologie der Süßwasserinsekten. Verlag G. Springer, 682 p.
- WILDE, J. de, 1971. The present status of Hormonal Insect control.
- WULKER, W., 1963. Prospects for biological control of pest Chironomidae in the Sudan. *Bull. Wld Hlth Org.*, Ser. ELB, 11 : 23 p.

Reçu le 17 novembre 1971.

MORPHOLOGIE CRANIENNE DE *BUFO MAURITANICUS* SCHLEGEL 1841

par Robert SIBOULET

Laboratoire d'Ecologie animale et de Biologie marine,
38, boulevard Michelet, 44000 Nantes

Laboratoire de Biologie générale, Faculté des Sciences,
Université d'Alger, Rép. Algérienne

SOMMAIRE

Le but de cette étude est la recherche, à partir d'un critère anatomique, des relations phylogénétiques de *Bufo mauritanicus* avec les autres espèces du genre. L'essentiel des observations est réalisé sur des coupes sériées de têtes. La comparaison avec les travaux analogues réalisés avec d'autres Crapauds fait apparaître des analogies assez nettes avec *Bufo regularis* : septomaxillaire présentant un processus antéro-dorsal, absence de soudure entre fronto-pariétaux et prootiques, présence d'une *taenia tecti transversalis*.

La morphologie crânienne des Bufonidés est susceptible d'apporter des documents intéressants pour l'établissement de la phylogénie de cette famille. BALDAUF (1959) a effectué, chez plusieurs espèces américaines, une importante étude qui lui a permis de distinguer deux groupes d'espèces dont les relations phylogénétiques sont esquissées. Selon PASTEUR et BONS (1959), *Bufo mauritanicus* appartiendrait à la faune paléarctique; l'espèce est propre à la Berbérie mais vers le sud elle atteint le Niger et le Tchad. Afin de préciser ses affinités, nous avons essayé de dégager les aspects les plus importants de sa morphologie crânienne.

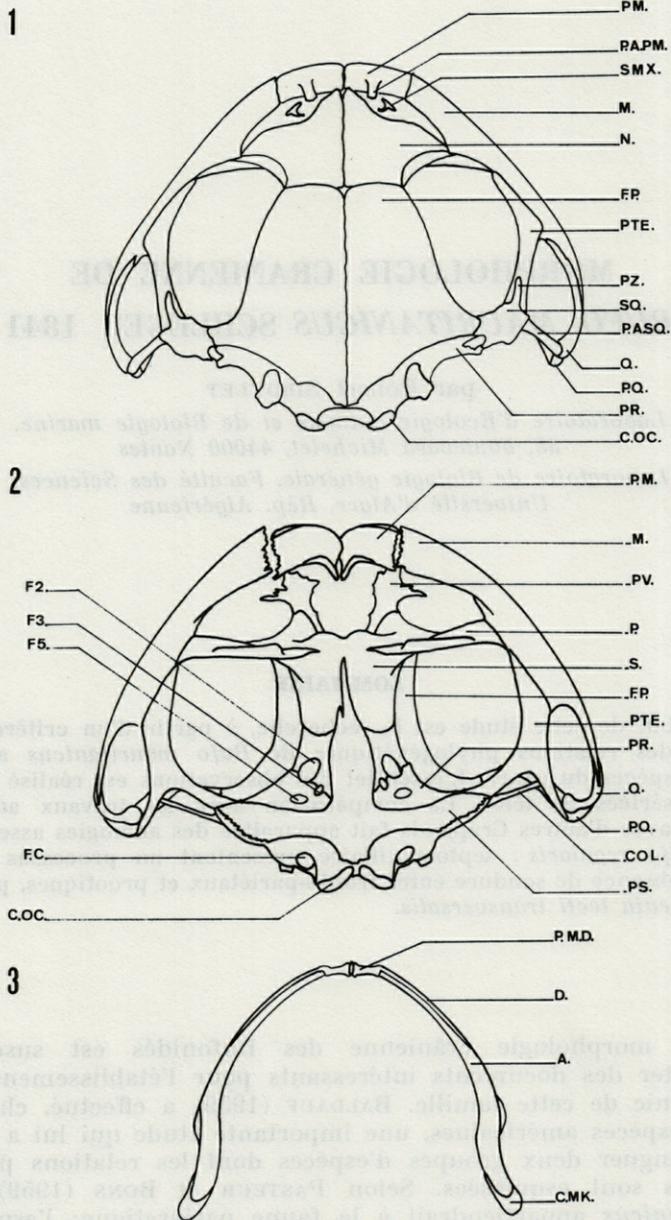


FIG. 1. — Face dorsale du crâne.

FIG. 2. — Face ventrale du crâne.

FIG. 3. — Face externe de la mâchoire inférieure.

(Liste des abréviations en annexe).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

La morphologie crânienne est étudiée à partir de coupes sériees réalisées dans la tête de quatre Crapauds provenant de la région d'Alger : 2 mâles et 2 femelles mesurant entre 5 et 9 cm. Fixées par le Bouin acétique, les têtes sont ensuite décalcifiées par un séjour dans l'alcool éthylique à 75° additionné d'acide nitrique (5 %). On réalise une inclusion mixte celloïdine-paraffine; les coupes sériees ont une épaisseur de 14 microns. Cette étude est complétée par l'examen du squelette préparé selon la technique décrite par SANDERS (1953) ou après coloration par le bleu de toluidine et l'alizarine suivant le procédé de BURDI (1965).

OBSERVATIONS

RÉGION OLFACTIVE.

Capsules olfactives. — Les cavités olfactives sont séparées par une importante cloison : le septum nasal. Entièrement cartilagineux dans sa partie antérieure, il se prolonge dorsalement par le toit nasal et latéralement par les cartilages alaires qui supportent le bord externe des narines. Postérieurement, il subit une ossification périchondrale puis enchondrale pour passer insensiblement à l'os sphénoethmoïde. Le plancher nasal forme la base des capsules olfactives; de part et d'autre du septum nasal, le rameau médian de la narine et une ramification de l'artère orbitonasale pénètrent dans une capsule par les fenêtres nasobasales. Les sections les plus antérieures font apparaître 2 paires de cartilages prénasaux : les cartilages prénasaux inférieurs et les cartilages prénasaux supérieurs; les premiers sont des processus du plancher nasal, les seconds fusionnent avec les cartilages alaires et constituent alors les crêtes subnasales; postérieurement ils forment le support cartilagineux des éminences olfactives.

Planum terminale, pars plana nasi, planum antorbitale, constituent l'essentiel de la paroi latérale cartilagineuse; les cartilages obliques établissent une continuité entre le toit nasal et le *planum terminale*. Les *processus lingularis* relie le *planum terminale* à

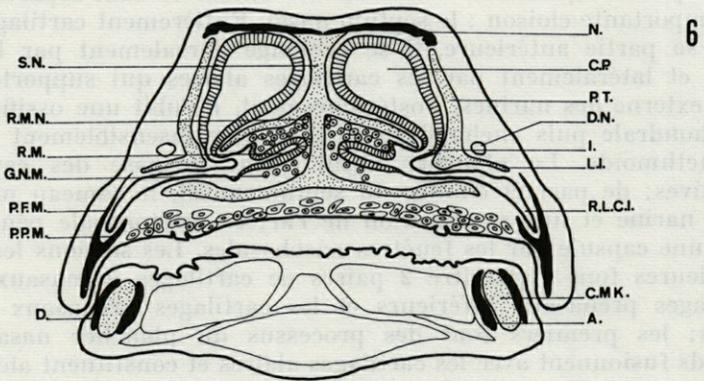
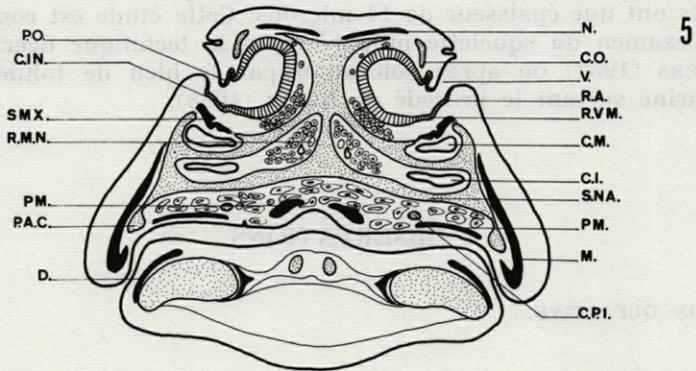
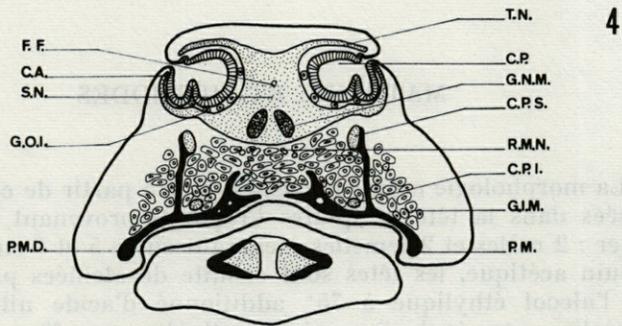


FIG. 4. — Section transversale de la capsule olfactive au niveau antérieur de la cavité principale.

FIG. 5. — Section transversale de la capsule olfactive au niveau antérieur des crêtes intermédiaires.

FIG. 6. — Section transversale de la capsule olfactive au niveau de l'infundibulum.

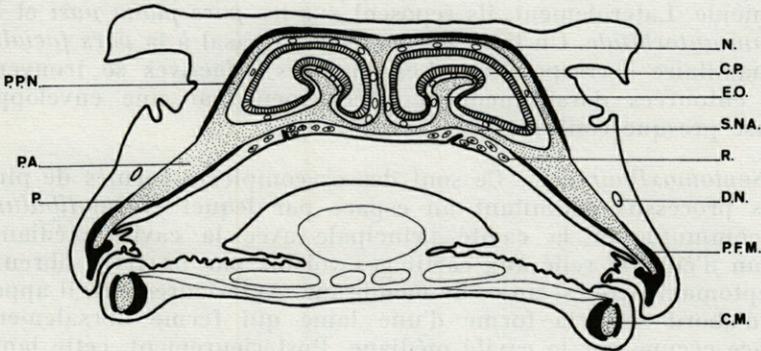
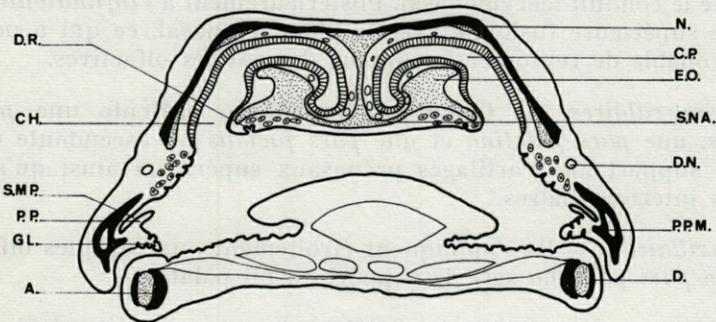
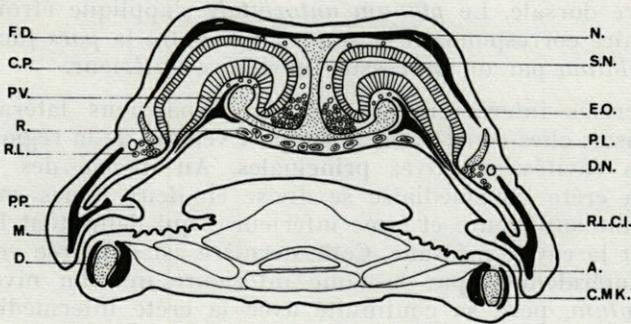


FIG. 7. — Section transversale de la capsule olfactive au niveau des prévomers.

FIG. 8. — Section transversale de la capsule olfactive au niveau des choanes.

FIG. 9. — Section transversale au niveau des palatina.

la *pars plana nasi* limitant ainsi de part et d'autre du toit nasal une fenêtre dorsale. Le *planum antorbitale* s'applique étroitement au maxillaire correspondant et se prolonge entre la *pars facialis* et la *pars palatina* par un processus maxillaire antérieur.

Les crêtes intermédiaires sont des expansions latérales du *septum* nasal; elles constituent le support ventral de la région antérieure des cavités olfactives principales. Au niveau des orifices nasaux, la crête intermédiaire se divise en deux lames cartilagineuses (lame supérieure et lame inférieure) qui délimitent l'espace occupé par la cavité médiane. Cette dernière est entourée ventralement et latéralement par la lame inférieure qui, au niveau de l'*infundibulum*, perd sa continuité avec la crête intermédiaire et fusionne avec le *planum terminale*, isolant ainsi de la cavité médiane le conduit lacrymonasal. Postérieurement à l'*infundibulum*, la lame supérieure fusionne avec le plancher nasal, ce qui a pour effet probable de renforcer le support des cavités olfactives.

Prémaxillaires. — Chaque prémaxillaire présente une *pars dentalis*, une *pars palatina* et une *pars facialis* ou ascendante qui sert de support aux cartilages prénasaux supérieurs ainsi qu'aux glandes intermaxillaires.

Maxillaires. — Ils s'appliquent étroitement aux capsules olfactives; la *pars palatina* sert de support au pli palatin.

Nasaux. — Recouvrant les fenêtres dorsales, ils s'étendent des orifices nasaux jusqu'à un niveau légèrement antérieur au sphénoethmoïde. Latéralement, ils reposent sur les *pars plana nasi* et le *planum antorbitale*. Un tissu fibreux relie le nasal à la *pars facialis* du maxillaire correspondant. Les capsules olfactives se trouvent ainsi entourées dorsalement et latéralement par une enveloppe osseuse presque continue à ce niveau.

Septomaxillaires. — Ce sont des os complexes formés de plusieurs processus délimitant un espace par lequel l'*infundibulum* fait communiquer la cavité principale avec la cavité médiane. Chacun d'eux est relié aux cartilages voisins par un tissu fibreux. Le septomaxillaire est un os de membrane. Antérieurement, il apparaît d'abord sous la forme d'une lame qui ferme dorsalement l'espace occupé par la cavité médiane. Postérieurement, cette lame se divise en deux parties : un processus médian qui recouvre le bord externe de la lame supérieure et une partie latérale qui isole la glande nasale latérale de la cavité principale. Elle se prolonge par un processus antérodorsal bien visible dans la *plica obliqua*; sa partie basale est étroitement liée au bord ventral du *planum terminale*.

Prémovers. — Insérés dans la région choanale, latéralement au plancher nasal, ils assurent un soutien supplémentaire à l'éminence olfactive et aux cavités nasales. Il s'agit d'os fins dont la partie médiane s'appuie contre le support cartilagineux de l'éminence olfactive, tandis que le processus latéral se prolonge jusqu'au voisinage de la *pars palatina* du maxillaire correspondant, auquel ils sont reliés par un tissu de connexion.

Cavités nasales. — Les organes olfactifs comprennent 3 paires de cavités : les cavités principales, médianes et inférieures. La cavité principale se termine en cul-de-sac dans le sphénoethmoïde; elle communique avec l'extérieur par le vestibule. A ce niveau, deux récessus apparaissent : le récessus ventromédian et le récessus alaire. L'épithélium présente de nombreuses glandes de Bowman. La cavité principale communique avec la cavité médiane par l'*infundibulum* mais, à ce niveau, cette dernière se trouve scindée en deux parties par la fusion de la lame inférieure et du *planum terminale*. La partie latérale constitue le conduit lacrymonasal qui se divise en deux branches avant d'atteindre la paupière inférieure. La partie médiane fait communiquer la cavité principale avec les deux récessus de la cavité inférieure : le récessus latéral se prolonge entre les *pars facialis* et *palatina* du maxillaire correspondant; le récessus médian (organe de Jacobson de GAUPP) dont la paroi formée de hautes cellules cylindriques ne laisse subsister qu'une lumière étroite.

Glandes nasales. — Elles comprennent les glandes intermaxillaires, les glandes nasales médianes, les glandes orales internes, les glandes nasales latérales, les glandes palatines ou « Rachen-drüsen ».

Glandes intermaxillaires. — Entièrement situées en dehors des capsules olfactives, elles occupent l'espace compris entre le plancher nasal et le plafond buccal; elles s'étendent latéralement au contact des récessus latéraux des cavités inférieures. Dans la région choanale, la glande n'est plus représentée que par des canaux collecteurs qui aboutissent à une paire d'orifices situés sous les éminences olfactives.

Glandes nasales médianes. — Entièrement intracapsulaires, elles emplissent complètement les espaces compris entre le plancher nasal, le septum nasal, la crête intermédiaire et le récessus médian de la cavité inférieure. Antérieurement, elles apparaissent sensiblement au même niveau que les cavités principales et vers l'arrière elles atteignent la région des choanes où leurs éléments se situent sous l'épithélium des cavités principales, de part et d'autre du

septum nasal. Chaque glande présente un seul conduit qui s'ouvre au niveau de l'organe de Jacobson.

Glandes orales internes. — Il s'agit également de glandes intracapsulaires; leurs éléments se situent sous l'épithélium de la cavité principale de part et d'autre du septum nasal. Antérieurement, elles apparaissent au niveau des orifices nasaux et, postérieurement, elles disparaissent quand les crêtes intermédiaires fusionnent avec le plancher nasal. Elles débouchent dans les cavités principales au niveau du récessus ventromédian.

Glandes nasales latérales. — Chacune de ces glandes apparaît en arrière de l'orifice nasal; elles sont situées du côté externe du *planum terminale*. Postérieurement, elles ne dépassent pas le niveau où la crête intermédiaire fusionne avec le plancher nasal. Antérieurement, chaque glande se sépare en deux parties : l'une s'applique contre le septomaxillaire tandis que l'autre se prolonge vers l'avant sous le cartilage oblique. L'orifice glandulaire se situe du côté interne de la *plica obliqua*.

Glandes palatines ou « Rachendrüsen ». — Dans sa région postérieure, la glande palatine se situe au-dessus de l'épithélium du plafond buccal et elle est limitée dorsalement par le plancher nasal ou le sphénethmoïde; de nombreux orifices font communiquer la glande avec la cavité buccale. Au niveau des choanes, la glande se sépare en parties médianes et latérales. Les premières localisées sous les éminences olfactives ne comprennent plus que quelques éléments qui, antérieurement, ne dépassent pas les orifices des glandes intermaxillaires; situées à l'extérieur des récessus latéraux, des cavités inférieures s'ouvrent par plusieurs orifices dans la cavité buccale.

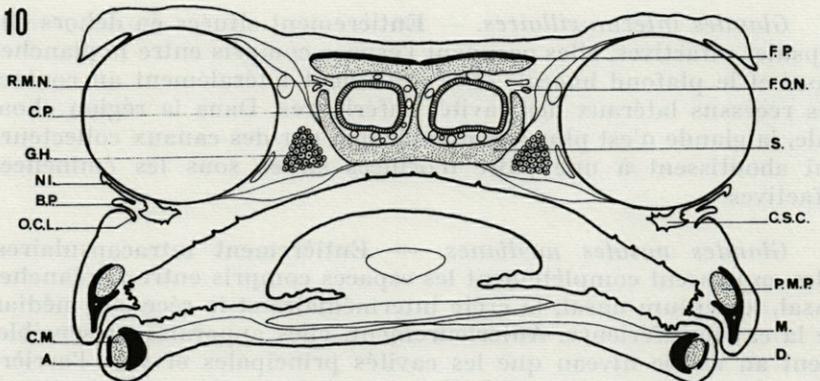


FIG. 10. — Section transversale au niveau du foramen orbitonasal.

RÉGION DU SPHÉNETHMOÏDE.

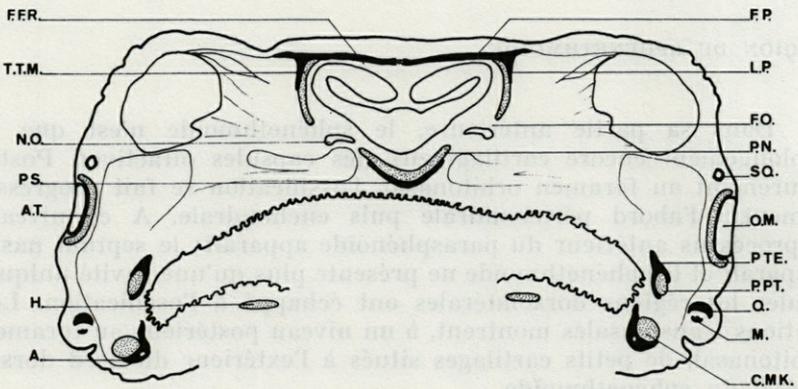
Dans sa partie antérieure, le sphénethmoïde n'est que le prolongement encore cartilagineux des capsules olfactives. Postérieurement au foramen orbitonasal, l'ossification se fait progressivement : d'abord périchondrale puis enchondrale. A ce niveau, le processus antérieur du parasphénoïde apparaît; le septum nasal disparaît et le sphénethmoïde ne présente plus qu'une cavité unique. Seules les régions dorsolatérales ont échappé à l'ossification. Les sections transversales montrent, à un niveau postérieur au foramen orbitonasal, de petits cartilages situés à l'extérieur du bord dorsolatéral du sphénethmoïde.

RÉGIONS ORBITALE, OTIQUE ET OCCIPITALE.

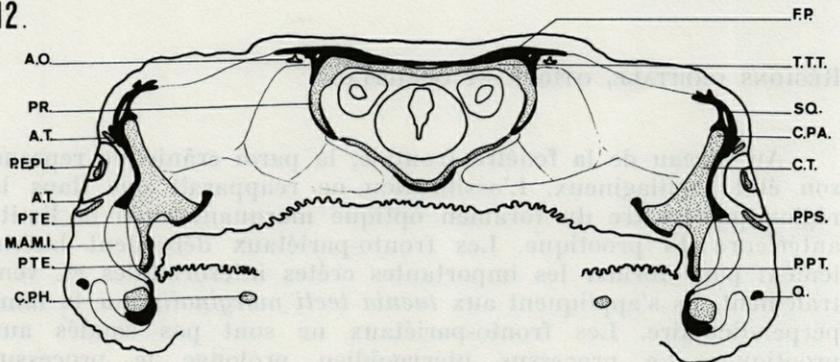
Au niveau de la fenêtre frontale, la paroi crânienne reprend son état cartilagineux. L'ossification ne réapparaît que dans la région postérieure du foramen optique marquant ainsi la limite antérieure du prootique. Les fronto-pariétaux débordent latéralement pour former les importantes crêtes interorbitales et, ventralement, ils s'appliquent aux *taenia tecti marginalis* par la lame perpendiculaire. Les fronto-pariétaux ne sont pas soudés aux prootiques. Le processus ptérygoïdien prolonge le processus maxillaire postérieur puis vient s'unir à un ensemble cartilagineux où on distingue : *crista parotica*, *processus oticus* et *processus pseudobasalis*. Dans ces mêmes sections, la *taenia tecti transversalis* limite postérieurement la fenêtre frontale.

L'artère carotide cérébrale pénètre dans la boîte crânienne par le foramen oculomoteur. A ce niveau, la *taenia tecti medialis* forme un plafond cartilagineux incomplet; sur ces mêmes sections on peut observer la structure de l'oreille moyenne. La *pars externa plectri*, solidaire de la membrane tympanique, est reliée à la *crista parotica* par la *pars ascendens plectri*. A un niveau légèrement postérieur, la *pars media plectri* s'élève, puis s'ossifie, et enfin fusionne avec le bord ventro-latéral de la capsule otique (*pars interna plectri*). Ventralement, par rapport à la trompe d'Eustache, le *processus quadratus* est intimement entouré de tissu osseux : côté externe par le stylet ventral du squamosal et côté interne par le ptérygoïde. Le ganglion prootique commun obture presque complètement le foramen correspondant; formé de la fusion du ganglion géniculé et

11



12.



13

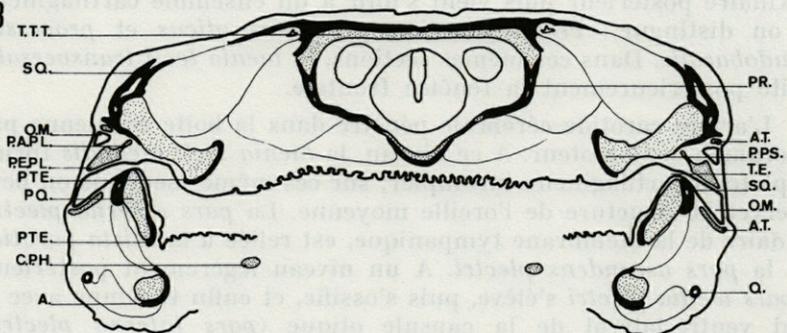
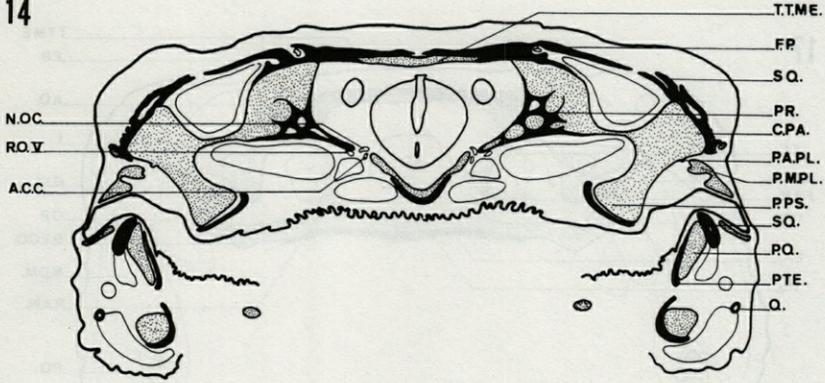


FIG. 11. — Section transversale au niveau du nerf optique.

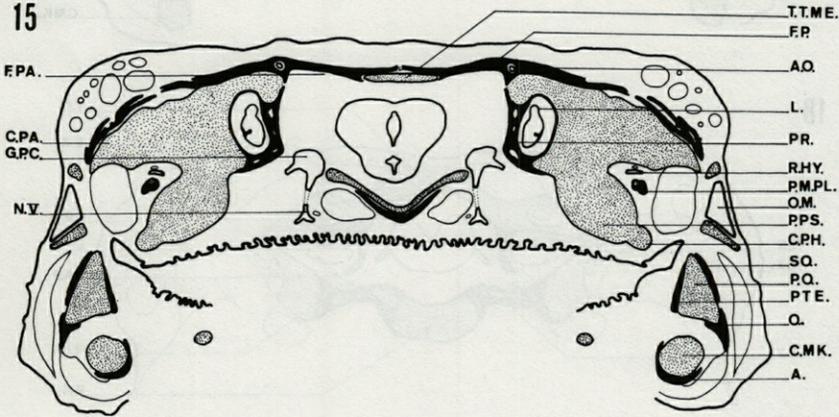
FIG. 12. — Section transversale dans la région postérieure du foramen optique.

FIG. 13. — Section transversale au niveau de la trompe d'Eustache.

14



15



16

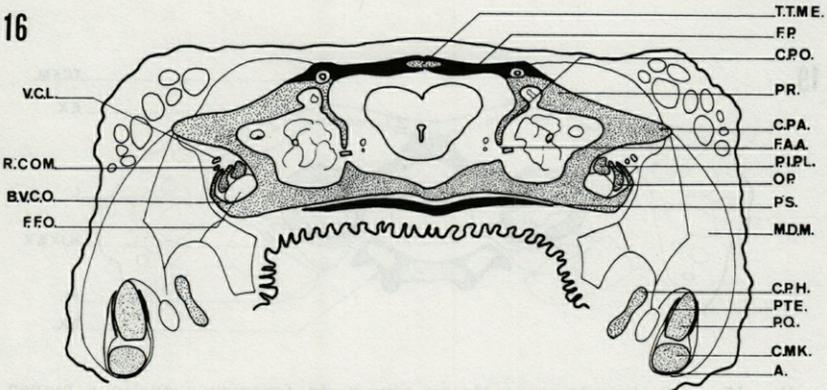
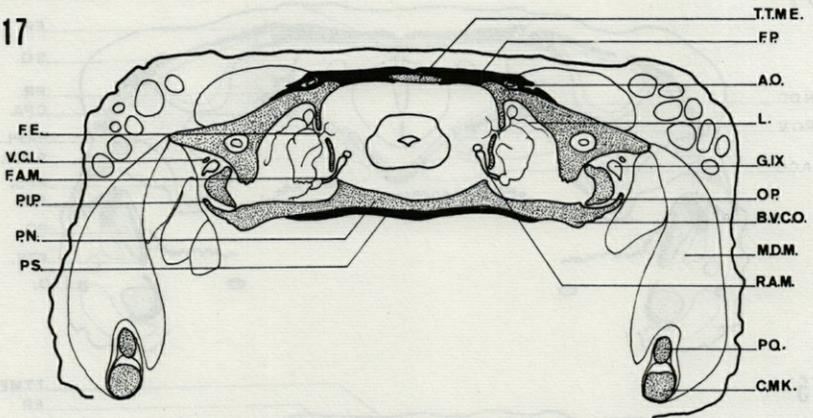


FIG. 14. — Section transversale au niveau du foramen oculomoteur.

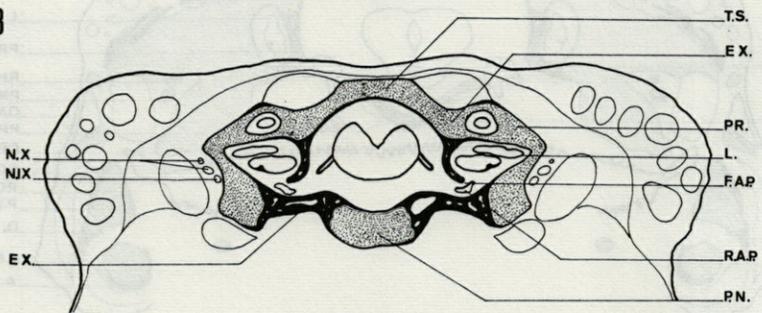
FIG. 15. — Section transversale au niveau du ganglion prootique commun.

FIG. 16. — Section transversale au niveau du foramen acoustique antérieur.

17



18



19

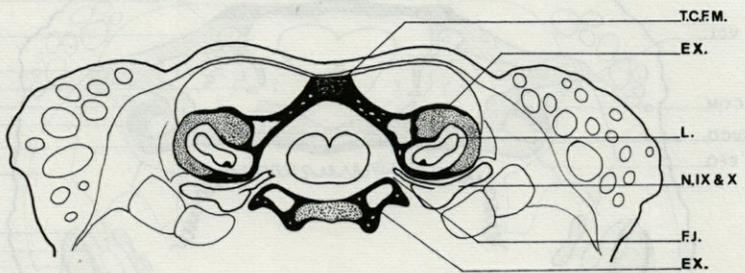


FIG. 17. — Section transversale au niveau du foramen acoustique moyen.

FIG. 18. — Section transversale au niveau du foramen acoustique postérieur.

FIG. 19. — Section transversale au niveau du foramen jugulare.

du ganglion de Gasser, il est à l'origine des nerfs trijumeau et facial. A ce niveau, le labyrinthe de l'oreille interne est déjà visible; le prootique est largement uni au processus pseudobasal et à la *crista parotica*. Le muscle dépresseur mandibulaire se fixe en partie sur le squamosal et en partie sur ce cartilage qui n'est d'ailleurs que très légèrement modifié par cette insertion.

A un niveau légèrement postérieur, on peut suivre le rameau hyomandibulaire du facial qui, longeant la veine *capitis lateralis*, rejoint le rameau communiquant du glossopharyngien. Il sépare sur son trajet la capsule otique du processus pseudobasal; ce dernier fusionne dans cette région avec la corne principale de l'hyoïde.

On peut distinguer trois paires de foramens acoustiques. Au niveau du foramen acoustique antérieur, le plafond cartilagineux crânien n'est encore représenté que par la *taenia tecti medialis*; ventralement, sous le plancher du neurocrâne, le parasphénoïde apparaît dans toute sa largeur. La *fossa fenestrae ovalis* est individualisée, l'opercule sépare la *pars interna plectri* en deux parties. Le foramen endolymphatique apparaît au même niveau que le foramen acoustique moyen. L'opercule fusionne avec la paroi cartilagineuse de la capsule otique; il est surmonté par un énorme ganglion (ganglion « x » de Baldauf situé sur le trajet du nerf glossopharyngien) d'où se détache vers l'avant le rameau communicant. Sous les fronto-pariétaux le neurocrâne est représenté par le *tectum synoticum*: la *taenia tecti medialis* observée dans les sections antérieures constitue son prolongement antérieur. Le foramen acoustique postérieur est surmonté dorsalement par le cartilage prootico-occipital qui marque la limite entre les os prootique et exoccipital. A ce niveau, le parasphénoïde a disparu des sections. Latéralement à la capsule otique, on note la présence des nerfs vague et glossopharyngien.

Quand les sections atteignent le *foramen jugulare*, un tissu fibreux relie dorsalement les exoccipitaux. Le vague et le glossopharyngien se détachent ensemble de leurs ganglions fusionnés. Près du bord interne des éminences épitiques, les artères occipitales apparaissent; nous avons pu suivre leur trajet dans le sillon latéral des fronto-pariétaux.

SUSPENSION DE LA MÂCHOIRE SUPÉRIEURE.

Le carré, ou *processus quadratus*, prolonge sous la trompe d'Eustache l'ensemble des processus otique, ptérygoïdien et pseudobasalis; étroitement maintenu par le squamosal et le ptérygoïde,

il s'infléchit postérieurement et, parvenu près du cartilage de Meckel, il se trouve presque entièrement entouré par le squamosal, le ptérygoïde et le quadratojugal. Il subit une légère ossification enchondrale au contact du quadratojugal mais garde dans sa plus grande partie son état cartilagineux.

MÂCHOIRE INFÉRIEURE.

Les *pars mentalis* des dentaires sont reliées en avant par un tissu qui se calcifie et assure ainsi une soudure solide. Les dentaires deviennent de plus en plus fins vers l'arrière et n'atteignent pas la région articulaire. Les angulaires entourent ventralement les cartilages de Meckel. Ces derniers dépassent légèrement l'extrémité postérieure du *processus quadratus*.

DISCUSSION

Nous examinons ici les différents caractères susceptibles de présenter un intérêt phylogénétique. L'appartenance de *Bufo mauritanicus* à l'un des groupes distingués par BALDAUF (1959) est discutée ainsi qu'une parenté possible entre cette espèce et *Bufo regularis*, dont la région olfactive a été décrite par MICHAEL (1961), tandis que sa morphologie a fait l'objet d'une étude très complète par THIREAU et MAROLLE (1968).

RÉGION OLFACTIVE.

1) Le rebord postérieur de la crête intermédiaire fusionne directement avec le plancher nasal : la continuité entre ces deux cartilages n'apparaît que dans quelques sections. Il n'est pas certain que ce caractère présente une signification phylogénétique; signalons cependant qu'il est commun aux espèces du groupe I de BALDAUF ainsi qu'à *Bufo regularis*.

2) La *pars plana nasi* et le *planum terminale* sont reliés au *processus lingularis* qui établit une parfaite continuité entre ces deux cartilages. Cette disposition, considérée comme primitive par SLABBERT et MAREE (1945) se retrouve chez *Bufo w. woodhousei*.

3) Le septomaxillaire présente un processus antéro-dorsal qui se prolonge dans la *plica obliqua* ventralement par rapport au cartilage oblique. Ce caractère est signalé par MICHAEL (1961) chez *Bufo regularis* et par BALDAUF (1955) chez *Bufo w. woodhousei*.

4) Chez les Bufonidés, BALDAUF (1959) considère que les espèces présentant des sacs préchoanaux sont plus primitives que celles qui en sont dépourvues. Ils n'apparaissent ici que sur quelques sections dans la suite des coupes sériées.

5) Chez *Bufo regularis*, MICHAEL (1961) signale, au niveau des choanes, un cul de sac limité par l'épithélium de la cavité principale et situé à l'intérieur du support cartilagineux de l'éminence : nous n'avons pas observé cette disposition chez *Bufo mauritanicus*.

6) Les conduits déférents des glandes intermaxillaires s'ouvrent directement dans la cavité buccale, au niveau du bord antérieur des choanes, présentant une disposition analogue à celle qui a été décrite chez *Bufo regularis*, mais aussi chez les espèces appartenant au groupe II de BALDAUF (1959). Ce dernier considère que l'ouverture de ces conduits dans les sacs préchoanaux, telle qu'on l'observe chez *Ascaphus truei*, caractérise les espèces primitives.

RÉGIONS SPHÉNETHMOÏDALES, ORBITALES, OTIQUES ET OCCIPITALES.

1) TIHEN (1960) répartit les Bufonidés africains en deux ensembles : le « complexe *angusticeps* » où la fusion fronto-pariétaux et prootiques est la règle; le « complexe *regularis* » où ces mêmes os gardent leur individualité. Chez *Bufo mauritanicus* on n'observe pas cette soudure.

2) La fusion du processus pseudobasal avec la capsule otique caractérise les Bufonidés parmi les autres Anoures. BALDAUF (1959) insiste sur cette particularité; nous avons pu la vérifier chez *Bufo mauritanicus* : elle confère à la mâchoire supérieure des Bufonidés une suspension parfaitement autostylique.

3) La *pars ascendans plectri* fusionne avec la *crista parotica*, l'angle formé par les deux cartilages est voisin de 90°. Le muscle dépresseur mandibulaire s'insère à la fois sur le squamosal et sur la *crista parotica*; la zone d'insertion sur le cartilage est à peine marquée par une légère concavité. SEDRA (1949) signale une insertion analogue de ce même muscle chez *Bufo regularis*.

4) La *taenia tecti transversalis* sépare les fenêtres frontale et pariétale; antérieurement, elle se prolonge par un court cartilage

qui atteint presque le niveau du foramen optique. La *taenia tecti medialis* constitue le prolongement antérieur du *tectum synoticum* qui limite postérieurement la fenêtre pariétale. La présence d'une *taenia tecti transversalis* est assez générale chez les Bufonidés : SEDRA la note chez *Bufo regularis*. BALDAUF estime que ces cartilages peuvent, chez certaines espèces, subir une ossification complète. Ici l'état cartilagineux persiste même chez les plus grands exemplaires examinés.

RÉSUMÉ

La morphologie crânienne de *Bufo mauritanicus* est étudiée par l'observation de coupes sériées de têtes et par l'examen de préparations du squelette.

Cette étude fait apparaître entre *Bufo mauritanicus* et *Bufo regularis* une similitude assez nette dans les caractères habituellement retenus pour leur intérêt phylogénétique. L'étude de la morphologie crânienne d'autres Bufonidés permettra de mieux apprécier la valeur de ces ressemblances.

SUMMARY

The cranial morphology of *Bufo mauritanicus* is studied by means of serial sections of heads and examination of skeleton preparations.

This study shows a clear similarity between *Bufo mauritanicus* and *Bufo regularis* in the characters usually considered for their phylogenetic interest.

The survey of cranial morphology of other Bufonidae will allow to better appreciate the value of these similarities.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Schädelmorphologie von *Bufo mauritanicus* wurde anhand von Schnittserien und Skelettpräparationen untersucht.

Die Studie zeigt eine deutliche Ähnlichkeit auf zwischen *B. mauritanicus* und *B. regularis* hinsichtlich phylogenetisch bedeutsamer Merkmale. Die Untersuchung der Schädelmorphologie anderer Bufoniden wird eine bessere Beurteilung dieser Ähnlichkeiten ermöglichen.

BIBLIOGRAPHIE

- BALDAUF, R.J., 1955. Contribution to the cranial morphology of *Bufo w. woodhousei* Girard. *Tex. J. Sci.*, 7 : 275-311.
- BALDAUF, R.J., 1959. Morphological criteria and their use in showing Bufonid phylogeny. *J. Morph.*, 104 : 527-560.
- BURDI, A.R., 1895. Toluidine blue - alizarin red S staining of cartilage and bone in whole-mount skeletons in vitro. *Stain Technol.*, 40 : 45-48.
- MICHAEL, M.I., 1961. The adult morphology of the olfactory organs of the Egyptian Toad, *Bufo regularis* Reuss. *J. Morph.*, 109 : 1-17.
- PASTEUR, G. & J. BONS, 1959. Les Batraciens du Maroc. *Trav. Inst. scient. Chérif.*, sér. Zool., 17 : 1-237.
- SANDERS, O., 1953. A rapid method for preparing skeletons from preserved Salientia. *Herpetologica*, 9 : 48.
- SEDRA, S.N., 1949. On the homology of certain elements in the skull of *Bufo regularis* Reuss (Salentia). *Proc. zool. Soc. Lond.*, 119 : 633-641.
- SLABBERT, G.K. & W.A. MAREE, 1945. The cranial morphology of the Discoglossidae and its bearing upon the phylogeny of the primitive Anura. *Annale Univ. Stellenbosch*, 23 (A) : 1-91.
- THIREAU, M. & E. MAROLLE, 1968. Morphologie externe et interne du Crapaud africain *Bufo regularis* Reuss 1834. *Publs Univ. Abidjan*, 1 : 1-75.
- TIHEN, J.A., 1960. Two new genera of african Bufonids with remarks on the phylogeny of related genera. *Copeia*, 225-233.

Reçu le 3 novembre 1972.

ABBREVIATIONS

A.	Angulaire	N.	Nasal
A.C.C.	Artère carotide cérébrale	NI.	Nictitante
A.O.	Artère occipitale	N. O.	Nerf optique
A.T.	Anneau tympanique	N. O. C.	Nerf oculomoteur commun
B.P.	Bourrelet palpébral	O. C. L.	Orifice du canal lacrymal
B.V.C.O.	Bord ventral de la capsule optique	OM.	Oreille moyenne
C.A.	<i>Cartilago alaris</i>	OP.	Opercule
CH.	Choane	P.	Palatin
C.I.	Cavité inférieure	P. A.	Planum antorbital
C.IN.	Crête intermédiaire	P. A. C.	Processus antérieur de la crête subnasale
C.M.	Cavité médiane	P. A. PL.	<i>Pars ascendens plectri</i>
C.MK.	Cartilage de Meckel	P. A. PM.	<i>Pars ascendens</i> du prémaxillaire
C.O.	Cartilage oblique	P. A. SQ.	<i>Pars ascendens</i> du squamosal
C.O.C.	Condyle occipital	P. E. PL.	<i>Pars externa plectri</i>
COL.	Columelle	P. F. M.	<i>Pars facialis</i> du maxillaire
C.P.	Cavité principale	P. I. PL.	<i>Pars interna plectri</i>
C.PA.	<i>Crista parotica</i>	P. L.	<i>Processus lingularis</i>
C.P.H.	Corne principale de l'Hyoïde	P. M.	Prémaxillaire
C.P.I.	Cartilage prénasal inférieur	P. M. D.	<i>Pars mentalis</i> du dentaire
C.P.O.	Cartilage prootico-occipitalis	P. M. P.	Processus mandibulaire postérieur
C.P.S.	Cartilage prénasal supérieur	P. M. PL.	<i>Pars media plectri</i>
C.S.C.	Cul de sac conjonctival	P. N.	Plancher neural
C.T.	Cartilage de transition	P. O.	<i>Plica obliqua</i>
D.	Dentaire	P. P.	<i>Plica palatinus</i>
D.N.	<i>Ductus nasolacrimalis</i>	P. P. M.	Processus palatin du maxillaire
D.R.	<i>Ductus «Rachendrüse»</i>	P. P. N.	<i>Pars plana nasi</i>
E.O.	Eminence olfactive	P. PS.	Processus pseudobasal
EX.	Exoccipital	P. PT.	Processus ptérygoïde
F ₂	Foramen du nerf II	PR.	Prootique
F ₃	Foramen du nerf III	PS.	Parasphénoïde
F ₅	Foramen des nerfs V, VI, VII	P. T.	<i>Planum terminale</i>
F.A.A.	Foramen acoustique antérieur	PTE.	Ptérygoïde
F.A.M.	Foramen acoustique moyen	PV.	Prévomer
F.A.P.	Foramen acoustique postérieur	PZ.	Processus zygomatique
F.C.	<i>Fossa condyloïdea</i>	Q.	Quadratojugal
F.D.	Fenêtre dorsale	R.	«Rachendrüse»
F.E.	Foramen endolymphatique	R. A.	<i>Recessus alaris</i>
F.F.	Foramen frontal	R. A. M.	Rameau acoustique médian
F.F.O.	<i>Fossa fenestrae ovalis</i>	R. A. P.	Rameau acoustique postérieur
F.F.R.	Fenêtre frontale	R. COM.	Rameau communicant
F. J.	<i>Foramen jugulare</i>	R. HY.	Rameau hyomandibulaire du nerf VII
F.O.	Foramen optique	R. L.	Récessus latéral
F.O.N.	Foramen orbito-nasal	R.L.C.I.	Récessus latéral de la cavité inférieure
F.PA.	Fenêtre pariétale	R. M.	Récessus médian (organe de Jacobson)
G. IX	Ganglion sur nerf IX	R. M. N.	<i>Ramus medialis narium</i>
G. H.	<i>Glandula harderi</i>	R. O. V.	Rameau ophtalmique du nerf V
G. IM.	Glande intermaxillaire	R. V. M.	Récessus ventro-médian
GL.	«Gaumenleisten»	S.	Sphénothmoïde
G. N. M.	Glande nasale médiane	S. M. P.	<i>Sulcus maxillo-palatinus</i>
G. O. I.	Glande orale interne	SMX.	Septomaxillaire
G. P. C.	Ganglion prootique commun	S. N.	Septum nasal
I.	<i>Infundibulum</i>	S. NA.	<i>Solum nasi</i>
L.	Labyrinthe de l'oreille interne	SQ.	Squamosal
L. I.	Lame inférieure	T. E.	Trompe d'Eustache
L. P.	Lame perpendiculaire	T. C. F. M.	Tissu de connexion du <i>foramen magnum</i>
L. S.	Lame supérieure	T. S.	<i>Tectum synoticum</i>
M.	Maxillaire	T. T. M.	<i>Taenia tecti marginalis</i>
M.A.M.I.	Muscle adducteur mandibulaire interne	T. T. ME.	<i>Taenia tecti medialis</i>
M. D. M.	Muscle déprimeur mandibulaire	T. N.	<i>Tectum nasi</i>
N. IX	Nerf glossopharyngien	V.	<i>Vestibulum</i>
		V. C. L.	<i>Veina capitis lateralis</i>

LE CYCLE SEXUEL DE *VIPERA ASPIS* (L.) EN MONTAGNE

par Hubert SAINT GIRONS

Laboratoire d'Evolution des Etres organisés,
Université de Paris VI

SOMMAIRE

L'étude de *Vipera aspis* en montagne montre que le raccourcissement de la période de vie active modifie nettement le cycle sexuel des femelles, alors que celui des mâles reste du même type qu'en plaine.

Le cycle sexuel des Serpents a été étudié chez un certain nombre d'espèces (voir SAINT GIRONS, 1966, pour la bibliographie), mais son déterminisme reste mal connu. En raison des difficultés d'élevage, les recherches expérimentales sont très rares et d'interprétation difficile, si bien que l'essentiel des données résulte d'études statiques faites dans la nature. Toutefois, la comparaison des résultats obtenus, pour une même espèce, dans des régions soumises à des climats différents, peut fournir quelques indications sur l'influence des facteurs physiques sur la reproduction. C'est ainsi que chez *Vipera berus* les femelles se reproduisent tous les ans au Danemark (VOLSOE, 1944) et sans doute dans la plus grande partie de l'Europe moyenne, mais présentent un cycle biennal en Finlande (VAINIO, 1931; VIITANEN, 1967), en Suède (BERNSTROM, 1942) et dans les Alpes (SAINT GIRONS et KRAMER, 1963). Le cycle spermatogénétique des mâles, au contraire, reste annuel et très comparable d'une région à l'autre.

Des constatations du même ordre ont été faites chez *Vipera aspis* dans le Centre (ROLLINAT, 1934) et l'Ouest de la France

(SAINT GIRONS, 1952, 1957; DUGUY, 1963). Toutefois, les régions étudiées se trouvaient toutes en plaine, plus ou moins près de la limite septentrionale de l'aire de répartition de l'espèce et il nous a semblé intéressant, à l'occasion d'autres recherches, d'étudier le cycle sexuel de ce Serpent dans les Pyrénées, entre 1 400 et 2 400 m d'altitude.

MATÉRIEL ET TECHNIQUE

La plupart des spécimens autopsiés proviennent des Pyrénées centrales, soit de la région du lac d'Orédon (Massif de Néouvielle, Hautes-Pyrénées), entre 1 300 et 2 400 m d'altitude, soit des environs de Bagnères-de-Luchon (Haute-Garonne), entre 1 400 et 1 600 m. Trois animaux, cependant, sont originaires du Massif du Carlitte (Pyrénées-Orientales), vers 1 800 m.

49 individus ont été capturés au cours de l'étude écologique poursuivie de 1963 à 1970 (voir DUGUY, 1972), mais, pour ne pas altérer des populations peu nombreuses et manifestement fragiles, les autopsies ont été réduites au strict minimum, c'est-à-dire à 14 mâles et 15 femelles répartis aussi également que possible au cours de la période active (fig. 1 et 2).

Les pièces prélevées — en ce qui concerne ce travail, un testicule et un rein pour les mâles, un oviducte et les deux ovaires pour les femelles — ont été fixées au liquide de Bouin, puis débitées en coupes de 5μ après inclusion à la paraffine. Pour chaque pièce, des lames ont été colorées par l'acide périodique-Schiff-hématoxyline de Groat-picro-indigo carmin, l'hémalun-éosine, le trichrome en un temps et l'érythrosine-bleu d'aniline-orange G.

Le diamètre des tubes séminifères et du segment sexuel du rein a été calculé en mesurant 20 tubes coupés transversalement par animal. La dispersion, importante dans le cas des tubes séminifères, est très faible pour le segment sexuel lorsqu'on ne tient compte, comme nous l'avons fait, que de sa partie moyenne. Les follicules ovariens ont été mesurés après fixation.

RÉSULTATS

Les données d'ordre écologique sont rapportées en détail dans un autre travail (DUGUY, 1972). Les régions étudiées se situent dans l'étage subalpin ou à la limite supérieure de l'étage montagnard sylvaïque. Le climat est caractérisé par une forte insolation (jusqu'à $2,25 \text{ c/cm}^2/\text{m}$) dont la durée quotidienne varie évidemment selon la saison et l'emplacement. La température de l'air ne dépasse guère 25°C en été, mais la température du substratum au soleil atteint couramment 35° , si bien que durant la belle saison les Vipères peuvent sans difficulté obtenir, dans les biotopes bien exposés où elles sont d'ailleurs localisées, une température centrale proche de l'optimum (soit 28 à 29°) pendant plusieurs heures par jour. La température des abris, à 40 cm de profondeur, varie de 10 à 14° en été et est de l'ordre de 7° en hiver.

Les premières sorties des mâles ont lieu vers la mi-mars, dans des zones rocheuses encore entourées d'une épaisse couche de neige, mais les femelles n'apparaissent qu'à la fin d'avril ou au début de mai; l'hivernage commence au début d'octobre, un peu plus tôt chez les mâles que chez les femelles. La durée de la vie active est donc au maximum de 5 mois $1/2$ pour les femelles, 6 mois $1/2$ pour les mâles, mais la période d'alimentation se réduit à 4 mois environ pour les deux sexes.

CYCLE SEXUEL DES MÂLES.

Evolution de la lignée séminale.

Le mâle n° 10, autopsié le 11 mars, a certainement été capturé lors des toutes premières sorties. L'épithélium des tubes séminifères, dont l'aspect varie beaucoup d'un emplacement à l'autre (pl. I, A), est composé en majeure partie par des spermatoocytes et des spermatoïdes, à des stades variés et répartis de façon irrégulière; les mitoses spermatogoniales ne sont pas exceptionnelles. On rencontre souvent des spermatoïdes groupés en cellules géantes polynucléées, aspect classique de la spermatogenèse ralentie et partiellement abortive des Reptiles en hivernage. Ces éléments se retrouvent, en petit nombre, dans la lumière, avec quelques spermatoïdes apparemment normaux. Il n'existe aucun spermatozoïde dans le testi-

cule, ni dans les *tubuli epididymis*, mais ils remplissent en masse compacte la partie postérieure du *ductus epididymis* et le canal déférent.

Mises à part l'abondance relative des mitoses spermatogoniales et la raréfaction des cellules géantes polynucléées, les tubes séminifères des trois individus capturés entre le 25 et le 28 avril, au moment des sorties massives des mâles, ont un aspect assez hétérogène. Dans l'épithélium du mâle 1 (pl. I, B), où dominent les spermatocytes de stades divers et les spermatides en général peu avancés, les différents éléments sont répartis de façon extrêmement irrégulière; en outre, la lumière des tubes est encombrée de cellules parmi lesquelles on trouve une majorité de spermatides, mais également quelques spermatocytes de premier ordre et même des spermatogonies. L'épithélium séminifère des mâles 2 et 3 est mieux organisé, les spermatides des derniers stades y apparaissent et la lumière est généralement libre. L'ensemble donne l'impression qu'après une période de réorganisation et d'élimination des éléments abortifs d'hiver (stade du mâle 1), une spermatogenèse presque normale et assez active s'instaure, l'apparition des spermatozoïdes étant proche. Ces derniers sont toujours très abondants dans le canal déférent.

L'aspect des tubes séminifères du mâle 7, du 12 mai, confirme dans l'ensemble cette impression d'une évolution normale. Les mitoses spermatogoniales sont devenues rares, les spermatides dominent, beaucoup étant à des stades avancés et il existe des spermatozoïdes dans la lumière. Ces derniers sont nettement plus nombreux chez le mâle 27, du 28 mai. L'épithélium séminifère du mâle 15, du 21 juin, évoque une spermatogenèse proche de sa fin, non par arrêt des divisions cellulaires, comme c'est le cas habituel, mais parce qu'elle devient au moins partiellement abortive. Les tubes sont presque entièrement remplis par une masse de cellules peu organisées où, sauf à la périphérie, des spermatozoïdes voisinent avec des spermatocytes 1 et des spermatides apparemment normaux, ainsi qu'avec des éléments atypiques. Il existe encore quelques mitoses spermatogoniales. Les spermatozoïdes sont beaucoup moins abondants dans le canal déférent rétréci.

Chez le mâle 16, du 22 juin (pl. I, C) et de façon plus nette chez les n^{os} 21 et 22, des 10 et 11 juillet (pl. I, D), on assiste appa-

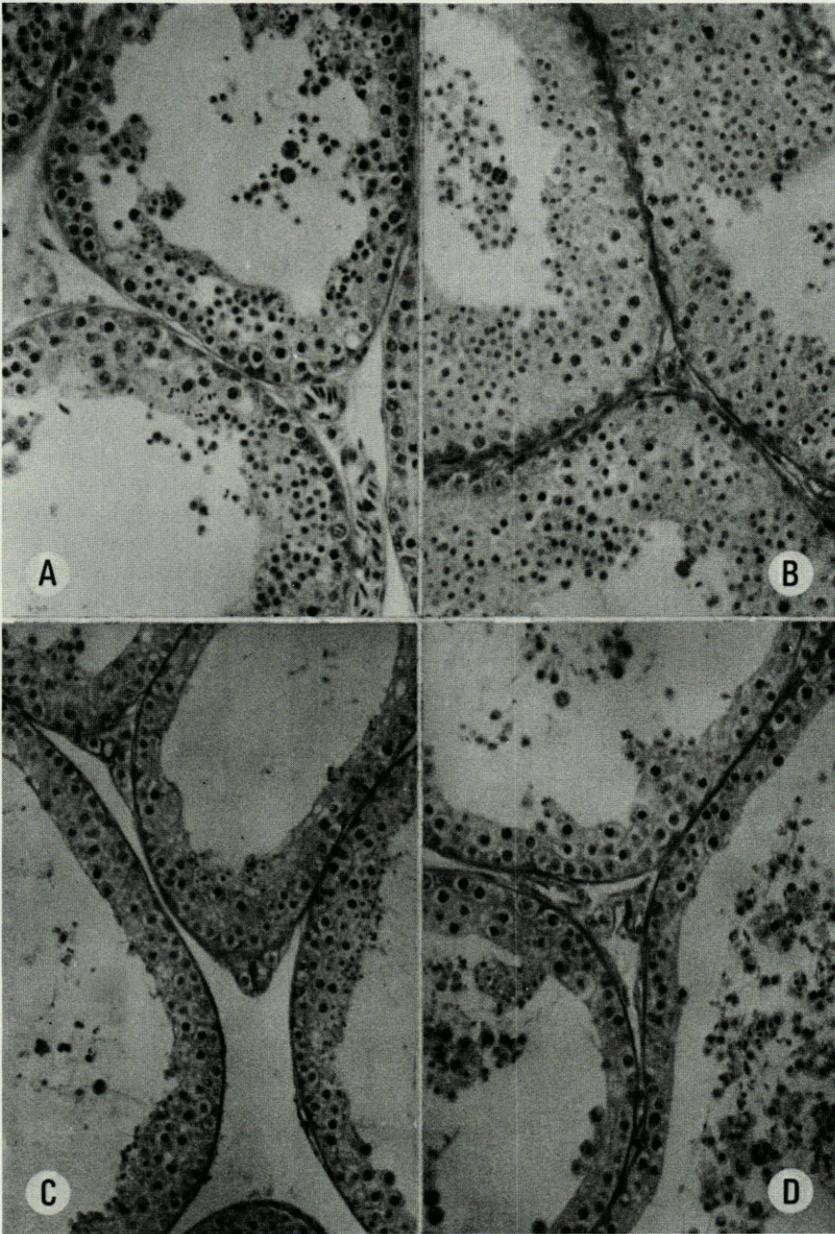
PLANCHE I. — Evolution de la lignée séminale. Grossissement 250 diamètres, filtre vert.

A — 11 mars (mâle 10). Hémalun-éosine.

B — 25 avril (mâle 1). Erythrosine-bleu d'aniline-orange G.

C — 22 juin (mâle 16). APS-hématoxyline-picro-indigo carmin.

D — 11 juillet (mâle 22). Erythrosine-bleu d'aniline-orange G.



remment à la reprise d'une spermatogenèse normale, bien qu'à un stade atypique. En effet, le début de la spermatocytogenèse d'une part, la fin de la spermiogenèse d'autre part, semblent coexister. L'épithélium séminifère, assez étroit, est principalement constitué par des spermatogonies, des spermatocytes de premier ordre et, localement, par des spermatides des tout derniers stades. La lumière, large, à peu près vide chez le mâle 16, est parsemée chez les deux autres spécimens de spermatozoïdes, de spermatides à des stades variés et de quelques spermatocytes. Les mitoses spermatogoniales sont nettement moins rares qu'en mai. Il existe d'assez nombreux spermatozoïdes et spermatides dans les *tubuli epididymis*, mais les spermatozoïdes sont encore relativement peu abondants dans le canal déférent.

Dès le 30 juillet (pl. II, A) les tubes séminifères présentent, pour la première fois, l'aspect d'une spermatogenèse active de type classique. Tous les éléments de la lignée séminale sont représentés et les spermatides dessinent, dans la lumière où on ne voit que de rares spermatozoïdes, des chandeliers réguliers. Les mitoses spermatogoniales semblent devenues rares, il existe de nombreux spermatozoïdes dans les *tubuli epididymis* et le canal déférent, dilaté, en est de nouveau bourré. Le 9 septembre, la hauteur de l'épithélium séminifère du mâle 20 (pl. II, B) s'est encore accrue, mais les images de mitose spermatogonale sont très rares, les spermatides dominent plus nettement et, surtout, on rencontre de nouveau dans la lumière des éléments variés, depuis les spermatozoïdes jusqu'aux spermatocytes de premier ordre, pour la plupart d'apparence normale.

La spermatogenèse du mâle 11, autopsié le 9 octobre, s'est manifestement très ralentie. Si tous les éléments de la lignée séminale coexistent dans l'épithélium séminifère, celui-ci est peu élevé et, dans la lumière large, on ne trouve que quelques spermatozoïdes et des spermatides à des stades variés. Il n'y a pratiquement plus d'image de mitose spermatogonale.

PLANCHE II.

A et B : Evolution de la lignée séminale. Grossissement 250 diamètres, filtre vert.

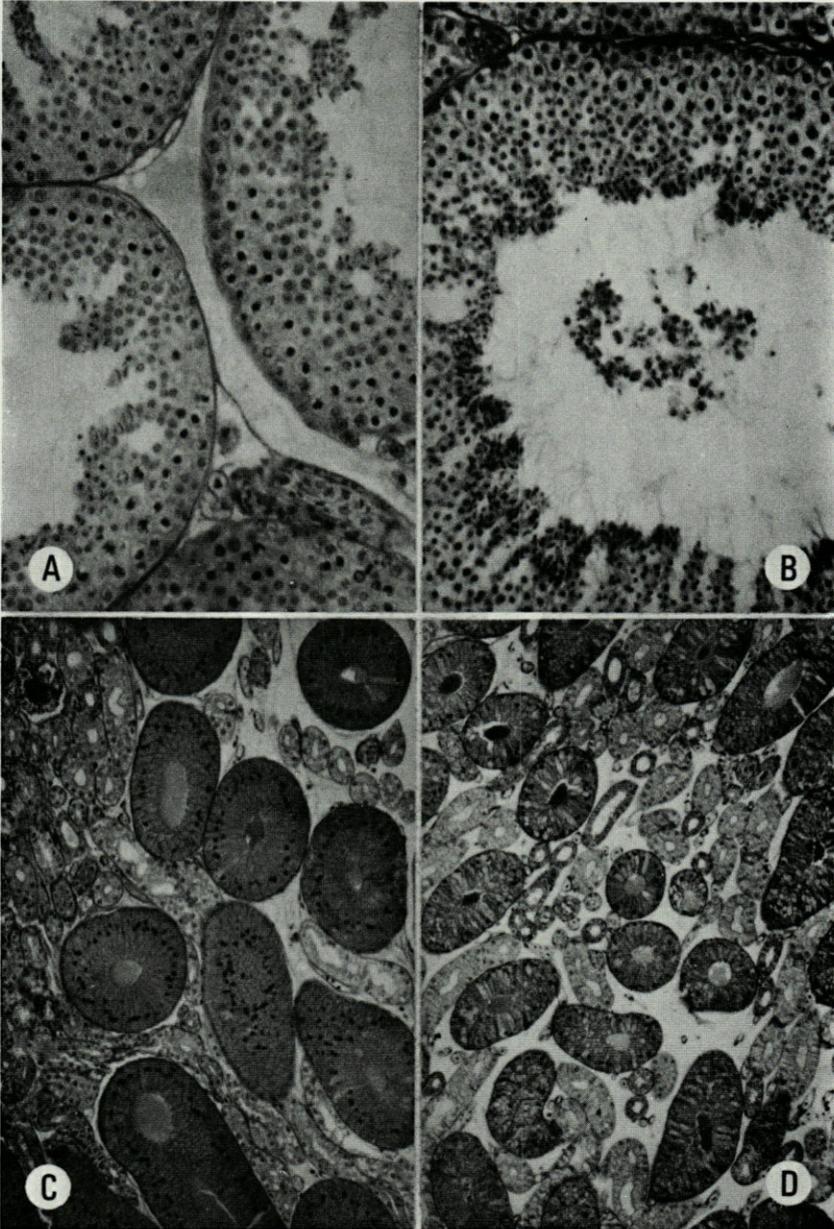
A — 30 juillet (mâle 40). Hématoxyline-picro-indigo carmin.

B — 9 septembre (mâle 20). APS-hématoxyline-picro-indigo carmin.

C et D : Evolution du segment sexuel du rein. Grossissement 100 diamètres, filtre vert, APS-hématoxyline-picro-indigo carmin.

C — 30 juillet (mâle 40). Segment sexuel du rein déjà hypertrophié.

D — 22 juin (mâle 16). Segment sexuel du rein au cours de la brève période d'involution relative.



La figure 1 illustre les variations saisonnières du diamètre des tubes séminifères correspondant à l'évolution de la lignée séminale qui vient d'être décrite. Celle-ci est donc caractérisée, chez *Vipera aspis* en montagne, par une activité spermatogénétique intense de juillet à septembre, une faible reprise en avril et au début de mai, suivie par une spermiogénèse plus ou moins abortive. Toutefois, durant la vie active à l'exception d'une courte période suivant la fin de l'hivernage, on peut toujours trouver

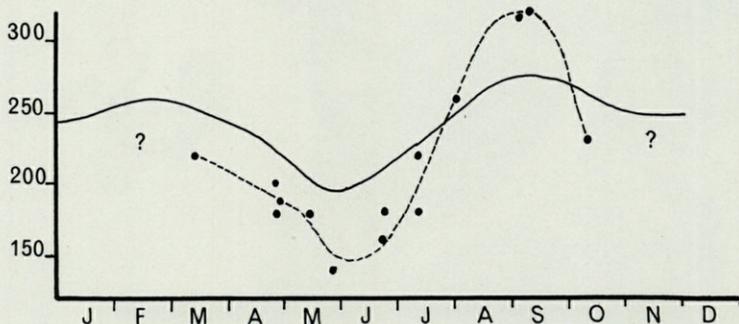


FIG. 1. — Variations saisonnières du diamètre des tubes séminifères de *Vipera aspis* en plaine et en montagne.

En abscisses : temps en mois.

En ordonnées : diamètre des tubes séminifères, en μ .

— Vipères de plaine, dans l'Ouest de la France.

---- Vipères des Pyrénées. Les points correspondent aux mesures individuelles.

quelques spermatozoïdes dans les tubes séminifères et si le nombre des mitoses spermatogoniales varie beaucoup selon les saisons, elles ne sont jamais complètement absentes. Il existe des spermatozoïdes dans le canal déférent durant toute l'année; néanmoins, à la fin de juin et au début de juillet, ils sont beaucoup moins nombreux. Cette raréfaction, qui va de pair avec une nette diminution du diamètre du canal déférent, a lieu alors que la spermiogénèse n'est pas complètement arrêtée et malgré l'absence d'accouplement depuis au moins un mois. Il y a donc un phénomène d'élimination dont l'examen de nos préparations ne permet pas d'élucider le mécanisme.

Segment sexuel du rein.

Le segment sexuel du rein, seul caractère sexuel secondaire facile à mesurer, subit d'importantes variations saisonnières, puisque son diamètre moyen passe de 80-90 μ à la fin de juin à

155 μ au début de septembre. L'accroissement semble très rapide en juillet et il existe apparemment une très légère régression au début de l'automne, après le maximum de la fin de l'été. Nous ignorons l'évolution du segment sexuel du rein pendant l'hivernage, mais il n'y a probablement pas de grands changements, puisque son diamètre moyen, de 135 μ le 9 octobre, reste compris entre 125 et 140 μ en mars et avril. L'involution, assez progressive, commence semble-t-il aussitôt après les premiers accouplements et le diamètre minimal est atteint à la fin de juin (figure 2).

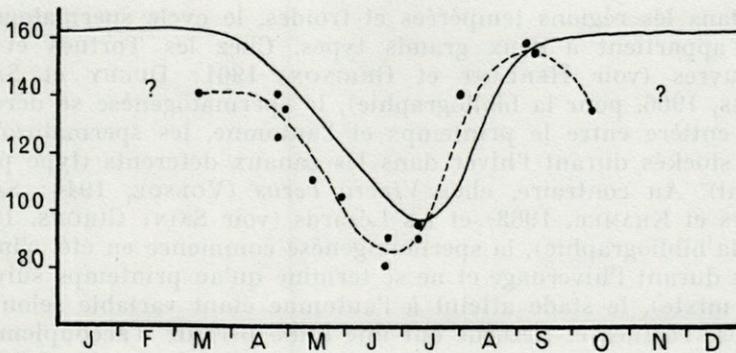


FIG. 2. — Variations saisonnières du diamètre du segment sexuel du rein de *Vipera aspis* en plaine et en montagne.

En abscisses : temps en mois.

En ordonnées : diamètre du segment sexuel, en μ .

— Vipères de plaine, dans l'Ouest de la France.

----- Vipères des Pyrénées. Les points correspondent aux mesures individuelles.

En dépit de ces variations du diamètre du segment sexuel et de la hauteur de son épithélium, l'aspect des cellules change très peu au cours de l'année. Le produit de sécrétion se présente sous la forme de grosses granulations sphériques, érythrophiles, ne contenant pas de mucines acides histochimiquement décelables, mais donnant fortement les réactions des protides. Une légère réactivité à l'APS traduit apparemment la présence d'une faible composante glyco-protidique. Rappelons que chez les femelles et les immatures, la portion des tubes urinifères correspondant au segment sexuel des mâles adultes ne dépasse pas 50 μ de diamètre et est exclusivement composée de cellules muqueuses.

Discussion.

Dans les régions subtropicales et intertropicales (voir WILHOFT, 1963 et MAYHEW et WRIGHT, 1970, pour la bibliographie des Lézards,

SAINT GIRONS et PFEFFER, 1971, pour celle des Serpents), certains Reptiles mâles ont une activité sexuelle continue, mais de nombreuses espèces gardent une reproduction saisonnière. Dans ce dernier cas, la spermatogenèse est toujours pré-nuptiale, c'est-à-dire se déroule pendant les mois qui précèdent immédiatement la période d'accouplement, bien que la date de cette dernière varie beaucoup selon les espèces et les régions. Le segment sexuel du rein, c'est-à-dire le seul caractère sexuel secondaire présent chez tous les Squamates, est généralement indifférencié et muqueux pendant toute la période de repos sexuel.

Dans les régions tempérées et froides, le cycle spermatogénétique appartient à deux grands types. Chez les Tortues et les Couleuvres (voir HERLANT et GRIGNON, 1961; DUGUY et SAINT GIRONS, 1966, pour la bibliographie), la spermatogenèse se déroule toute entière entre le printemps et l'automne, les spermatozoïdes étant stockés durant l'hiver dans les canaux déférents (type post-nuptial). Au contraire, chez *Vipera berus* (VOLSOE, 1944; SAINT GIRONS et KRAMER, 1963) et les Lézards (voir SAINT GIRONS, 1963, pour la bibliographie), la spermatogenèse commence en été, s'interrompt durant l'hivernage et ne se termine qu'au printemps suivant (type mixte), le stade atteint à l'automne étant variable selon les espèces. Tortues et Lézards ont une seule période d'accouplement, à la fin du printemps, et le segment sexuel du rein des Lézards est complètement involué pendant la majeure partie de l'année. Outre une période d'accouplement vernale précoce, beaucoup de Serpents présentent une brève activité sexuelle automnale et le segment sexuel du rein, toujours différencié, ne régresse guère qu'en juin-juillet. Les zones de type méditerranéen plus ou moins aride, à été chaud mais hiver frais, représentent une région de transition où cohabitent des espèces ayant des types de cycles sexuels différents et parfois quelque peu intermédiaires.

En ce qui concerne l'évolution de la lignée séminale, *Vipera aspis* représente un cas un peu particulier. En effet, au moins dans l'Ouest de la France (SAINT GIRONS, 1957; DUGUY, 1963), si la multiplication des spermatogonies reprend au début de l'été, comme dans le type mixte, de très nombreux spermatozoïdes sont déjà formés à l'automne et la spermiogenèse vernale, au lieu d'être rapide et régulière, ainsi que cela se passe chez *Vipera berus* et les Lézards, présente un caractère atypique et se prolonge bien après la période d'accouplement. En fait, la spermatogenèse tend à être plus ou moins continue chez cette espèce, bien que l'aspect des tubes séminifères varie de façon significative selon les saisons.

La figure 1, représentant les variations saisonnières du diamètre des tubes séminifères, illustre clairement les différences du

cycle spermatogénétique de *Vipera aspis* en plaine et en montagne. Dans les Pyrénées, l'activité vernale est plus faible, tandis qu'au contraire la spermatogénèse estivale est à la fois plus brève et plus intense. L'étude de l'épithélium séminifère confirme pleinement cette impression. En effet, le stade de spermatogénèse vernale est plus bref en montagne et la spermiogénèse devient vite abortive. Manifestement, l'immense majorité des spermatozoïdes utilisables pour la fécondation des femelles est formée durant l'été, entre la mi-juillet et la fin de septembre. Si l'on en juge par l'aspect des tubes séminifères lors des premières sorties, l'hivernage correspond à une spermatogénèse peut-être encore plus ralentie qu'en plaine, mais non fondamentalement différente.

Ces adaptations à des conditions de vie particulières ne rapprochent pourtant pas le cycle spermatogénétique de *Vipera aspis* dans les Pyrénées de celui que présente *Vipera berus* dans les Alpes. Chez cette dernière espèce, la spermatogénèse est nettement divisée en deux périodes, spermatocytogénèse en été, spermiogénèse au printemps. Avec une saison de vie active également brève, *Vipera aspis* en montagne accélère au contraire la spermatogénèse estivale, tandis que l'activité vernale diminue. Par certains côtés, ce cycle se rapproche de la spermatogénèse post-nuptiale et estivale des Couleuvres holarctiques. Toutefois, la période d'involution relative des tubes séminifères, en juin, reste très caractéristique du cycle de type mixte, celui de *Vipera berus* et des Lézards. La comparaison de l'évolution de la lignée séminale de *Lacerta muralis* dans les Pyrénées et en plaine (SAINT GIRONS et DUGUY, 1970), montre également une plus grande activité spermatogénétique estivale en montagne; mais, dans ce cas, la période de repos est un peu plus précoce (juin, au lieu de juillet en plaine) et la spermiogénèse vernale tout aussi intense. La présence constante de spermatozoïdes dans le canal déférent est un phénomène commun aux Vipères aspics de plaine et de montagne, que l'on ne retrouve ni chez *Vipera berus*, ni chez les Couleuvres ou les Lézards, mais qui a été signalé chez *Agkistrodon contortrix* (FITCH, 1960). Cependant, en plaine, la période de raréfaction des spermatozoïdes est un peu plus tardive qu'en montagne (juillet, au lieu de fin-juin et début-juillet).

En raison du petit nombre de spécimens autopsiés, les légères différences que l'on constate dans l'évolution du segment sexuel du rein chez les Vipères de plaine et de montagne (figure 2), ne sont peut-être pas très significatives. Le maximum du début de septembre démontre clairement que l'absence d'accouplement d'automne dans les Pyrénées dépend des conditions écologiques et non de l'état physiologique des mâles. Effectivement, des Vipères des Pyrénées maintenues en captivité dans l'Ouest de la France,

ont fait montre d'une vive motivation sexuelle à la fin du mois d'octobre. La légère régression automnale, constatée chez un seul spécimen, demanderait à être confirmée, car en règle générale l'hivernage n'exerce guère d'influence sur la taille du segment sexuel du rein. Le fait qu'une légère involution se manifeste dès les premiers accouplements de printemps correspond à ce que nous avons constaté en plaine, bien que le phénomène paraisse un peu plus rapide en montagne. Enfin, il semble également que le stade d'involution maximale soit un peu plus précoce dans les Pyrénées que dans l'Ouest de la France, tout comme la reprise ultérieure du développement. Toutefois, même si elles sont bien réelles, ces différences demeurent minimes.

Par ce caractère également, *Vipera aspis* de montagne se rapproche beaucoup plus des formes de plaine que de *Vipera berus* dans les Alpes. Chez cette dernière espèce l'absence d'accouplement automnal — caractère apparemment spécifique — se traduit par un bien moindre développement du segment sexuel du rein à cette époque, le stade de véritable hypertrophie n'étant atteint qu'au début du printemps.

L'évolution du segment sexuel du rein des Lézards est d'un tout autre type, puisque la période d'hypertrophie est limitée au printemps, l'organe revenant à un stade indifférencié et muqueux le reste du temps. Toutefois, en comparant le cycle de *Lacerta muralis* en plaine et en montagne, nous avons également constaté une involution un peu plus précoce du segment sexuel dans les Pyrénées et ceci malgré un début plus tardif de la période d'activité sexuelle vernale.

CYCLE SEXUEL DES FEMELLES.

Sur les 15 femelles qui ont été autopsiées, 6 se trouvaient à divers stades de la reproduction et 9 au repos sexuel. Toutefois, parmi ces dernières, 3 n'avaient peut-être pas tout à fait atteint la maturité sexuelle, souvent très tardive chez *Vipera aspis*. Aussi admettrons-nous que dans la région étudiée les femelles ont en moyenne un cycle sexuel biennal et c'est à partir de cette notion que nous décrirons l'état du tractus génital des animaux autopsiés.

La première femelle capturée, le 12 mai, présente déjà des spermatozoïdes dans la partie inférieure de l'oviducte (tube vaginal); leur abondance et le fait qu'ils soient encore groupés en une masse compacte indique un accouplement récent, datant probablement de moins d'une semaine. Le plus grand follicule

ovarien mesure 15 mm de long et le diamètre moyen des glandes utérines est de 35 μ .

Deux femelles autopsiées les 20 et 22 mai sont à un stade un peu plus avancé. Les spermatozoïdes ont gagné les fausses glandes tubulaires de la trompe, la longueur des plus grands follicules ovariens est comprise entre 28 et 30 mm et le diamètre des glandes utérines atteint respectivement 42 et 45 μ . L'ovulation est certainement assez proche.

La première femelle gestante date du 22 juin et, compte tenu du développement des embryons, on peut admettre que la ponte ovulaire a eu lieu une quinzaine de jours auparavant. Tous les follicules ovariens de plus de 5 mm sont en cours d'atresie et, aux endroits où elles ne sont pas comprimées par les œufs, on peut voir les glandes utérines en cours de régression. Une femelle à un stade plus avancé de la gestation a été capturée le 30 juillet et une troisième le 3 septembre. Les embryons de cette dernière semblaient assez proches du terme et la date de la parturition peut être approximativement fixée entre le 15 et le 25 septembre.

Le 16 mai nous avons capturé une femelle au repos sexuel. C'était un animal maigre dont le plus grand follicule ovarien mesurait 5 mm et le diamètre des glandes utérines 12 μ seulement. 4 femelles autopsiées entre le 14 et le 30 juillet présentent un aspect assez homogène. Les plus grands follicules ovariens mesurent entre 7 et 9 mm et le diamètre des glandes utérines varie de 13 à 22 μ . Enfin, chez un animal du 5 septembre, si le plus grand follicule ovarien ne dépasse pas 8 mm, l'accroissement des glandes utérines dont le diamètre atteint 28 μ indique une stimulation notable, comparable en fait à celle que l'on connaît chez les Vipères de plaine en oestrus d'automne. Toutefois, il n'y a pas de spermatozoïdes dans le tractus génital.

Les caractères cytologiques de l'ovaire, des glandes utérines et de l'épithélium de revêtement de l'oviducte, aux différents stades du cycle reproductif, ont été longuement décrits chez *Vipera aspis* dans des articles antérieurs (SAINT GIRONS, 1957, 1959). Comme les animaux de montagne ne présentent, de ce point de vue, aucune particularité notable, il nous semble inutile de répéter ces descriptions.

La figure 3 résume les données exposées ci-dessus et les conclusions que nous en tirons en ce qui concerne le cycle sexuel, biennal, des Vipères dans les Pyrénées. Deux remarques s'imposent toutefois au sujet de la vitellogenèse. En premier lieu on doit tenir compte du fait que la mesure de la longueur du plus grand follicule ovarien, choisie pour des raisons pratiques, ne donne pas une idée exacte de l'intensité de la vitellogenèse. Ainsi,

un follicule de 15 mm de long ne pèse guère que 20 cg, alors que les follicules de 30 mm dépassent 200 cg. En second lieu, la présence de follicules de 9 mm de long en juillet suggère que l'année où les Vipères ne se reproduisent pas, la vitellogenèse estivale est un peu moins faible qu'on ne pourrait le croire d'après l'unique spécimen de septembre.

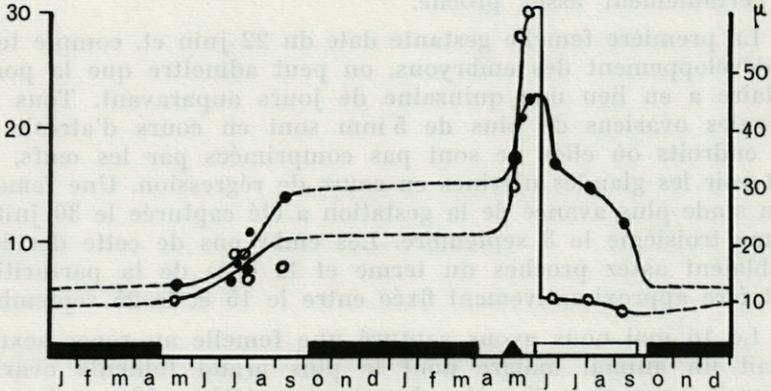


FIG. 3. — Variations saisonnières de la longueur du plus gros follicule ovarien et du diamètre des glandes utérines de *Vipera aspis* dans les Pyrénées, au cours du cycle sexuel biennal.

En abscisses : temps en mois.

En ordonnées : longueur du plus gros follicule ovarien, en mm (à gauche) et diamètre des glandes utérines, en μ (à droite).

● Mesure individuelle des glandes utérines.

○ Mesure individuelle du plus gros follicule ovarien.

▲ Période d'accouplement.

□ Durée de la gestation.

■ Durée de l'hivernage.

Parmi les Vipères en cours de reproduction, le nombre des grands follicules ovariens est, respectivement, de 1-9 et 8, celui des embryons de 5-7 et 4, ce qui correspond à une moyenne de 5,7. La présence d'un unique grand follicule ovarien est un phénomène assez exceptionnel, d'autant qu'il s'agissait d'une Vipère de forte taille. Compte tenu de ce fait, nous serions tenté d'admettre que le nombre moyen de jeunes par portée se situe probablement entre 6 et 7.

Discussion.

Parmi les Serpents ovovivipares de la région holarctique, on connaît de nombreux exemples de populations où les femelles ne

se reproduisent que tous les deux ans (voir VIITANEN, 1967, pour la bibliographie). Dans la plupart des cas, ce phénomène ne se présente qu'à la limite septentrionale de l'aire de répartition de l'espèce, ou en altitude, mais il n'est nullement exclu qu'un cycle biennal ne soit la règle chez certains Serpents. Si l'on compare les cycles biennaux aux cycles annuels des espèces correspondantes, on constate que les premiers sont caractérisés par un accouplement vernal plus tardif, en raison de la prolongation de l'hivernage, et par des naissances également plus tardives, du fait sans doute de la température estivale moins élevée; au contraire, la date de l'ovulation reste à peu près constante. Dans la plupart des cas, l'essentiel de la vitellogenèse se produit au printemps, durant les mois qui précèdent immédiatement l'ovulation, les femelles se contentant de reconstituer leurs réserves de corps gras l'année où elle ne se reproduisent pas. Toutefois, chez *Crotalus viridis* (RAHN, 1942; GLISSMEYER, 1951) et *Crotalus atrox* (TINKLE, 1962), la croissance des follicules ovariens a lieu durant l'été et l'automne de cette année de repos sexuel.

Les variations régionales du cycle reproductif des femelles sont particulièrement bien connues chez *Vipera berus*. Un cycle annuel a été décrit au Danemark (VOLSOE, 1944), un cycle biennal en Finlande (VAINIO, 1931; VIITANEN, 1967) et dans les Alpes suisses (SAINT GIRONS et KRAMER, 1963). En ce qui concerne *Vipera aspis*, le cycle annuel semble fréquent dans une grande partie de la France (ROLLINAT, 1934), mais les femelles ne se reproduisent plus que tous les 2 ans en moyenne dans le Sud de la Loire-Atlantique (SAINT GIRONS, 1957; DUGUY, 1963) et seulement tous les 3 ou 4 ans dans le centre de ce département, à l'extrême limite Nord-Ouest de l'aire de répartition de l'espèce (SAINT GIRONS, 1952, 1957).

Le cycle biennal que nous avons constaté chez *Vipera aspis* dans les Pyrénées se rapproche beaucoup de celui qui a été décrit chez *Vipera berus* dans les Alpes. Dans les deux cas, l'hivernage des femelles dure du début d'octobre à la fin d'avril ou au début de mai, la période d'accouplement vernal est courte, l'ovulation a lieu au début de juin et la parturition au cours de la deuxième quinzaine de septembre, très peu de temps avant la fin de la vie active; en outre, l'année où les femelles ne se reproduisent pas, l'augmentation à la fin de l'été du diamètre des glandes utérines et de la hauteur de l'épithélium de revêtement de l'oviducte est le signe d'une certaine reprise de l'activité sexuelle. Toutefois, il n'y a pas d'accouplement automnal chez *Vipera berus* et, avec moins de certitude, il semble en être de même chez *Vipera aspis* en montagne.

Au contraire, le cycle sexuel des Vipères des Pyrénées ne ressemble guère à celui de leurs congénères de plaine, même si la comparaison ne porte que sur des populations qui se reproduisent également tous les 2 ans. Dans le Sud de la Loire-Atlantique, par exemple, l'accouplement vernal a lieu 6 semaines plus tôt qu'en montagne et il existe une deuxième période d'accouplement, au début d'octobre; seules les dates de l'ovulation et de la parturition sont assez analogues. A la limite Nord-Ouest de l'aire de répartition de l'espèce, *Vipera aspis* ne se reproduit plus que tous les 3 ou 4 ans. Pourtant, la période de vie active des femelles est plus longue que dans les Pyrénées : l'accouplement vernal a lieu un mois plus tôt, l'ovulation à la même date et la parturition souvent un peu plus tard. L'accouplement automnal est irrégulier et peut manquer certaines années. Manifestement, en montagne, le déficit thermique est dû à la brièveté de la vie active, alors que dans l'Ouest de la France c'est la faible insolation estivale qui en est la cause. Notons en passant que si le rythme de reproduction des femelles, donc le coefficient de natalité annuel de la population, varie en fonction des conditions écologiques, le nombre des jeunes par portée reste relativement constant. La moyenne obtenue pour des populations à cycle annuel, à cycle biennal et à cycle triennal est, respectivement, de 6,69 - 6,22 et 6,72. Les chiffres obtenus dans les Pyrénées (5,7 ou 6,8, selon que l'on tient compte, ou non, de l'animal pourvu d'un seul grand follicule ovarien) sont du même ordre de grandeur; le petit nombre des données sur lesquelles ils reposent ne permet cependant pas de leur attribuer une valeur autre qu'indicative.

De toute évidence, dans les régions tempérées et froides, le cycle sexuel des Reptiles femelles dépend étroitement des conditions écologiques et plus particulièrement de la température, par le biais de l'insolation, au point que les différences de milieu jouent un rôle plus important sur la reproduction que les différences spécifiques, ce qui n'est pas le cas chez les mâles. L'étude faite sur *Lacerta muralis* dans différents biotopes (SAINT GIRONS et DUGUY, 1970) confirme ce point de vue. En plaine, dans la région de La Rochelle, les femelles ont 3 pontes annuelles successives, chiffre qui tombe à 2 au Nord de la Loire (loin, pourtant, de la limite septentrionale de l'espèce) et à 1 dans les Pyrénées vers 1 800 m d'altitude (Orédon).

CONCLUSIONS

Manifestement, dans les limites de l'aire de répartition de *Vipera aspis*, les variations climatiques n'exercent qu'une influence assez faible sur le cycle annuel des mâles. En montagne, malgré la brièveté de la période de vie active, un accouplement vernal beaucoup plus tardif et la suppression de l'accouplement automnal, l'évolution de la lignée séminale et celle des caractères sexuels secondaires ne diffèrent que peu de ce qui a été constaté en plaine. Tout au plus peut-on noter une intensité accrue de la spermatogénèse estivale et une involution un peu plus précoce du segment sexuel du rein à la fin du printemps.

Au contraire, les cycles reproductifs des femelles dépendent assez étroitement des facteurs externes, notamment de la température; seule la date de l'ovulation reste assez constante. L'étude des animaux de montagne ne fait que confirmer ces données déjà bien établies, mais il est intéressant de constater que dans les Pyrénées, jusqu'à plus de 2 000 m d'altitude, les femelles sont encore capables de se reproduire tous les deux ans, alors qu'elles ne le font que tous les trois ans en moyenne en plaine, à la limite Nord-Ouest de leur aire de répartition. La période de vie active est pourtant beaucoup plus brève en montagne, mais il semble que l'intensité de l'insolation dans la zone subalpine compense la durée de l'enneigement.

RÉSUMÉ

L'auteur a étudié le cycle annuel de *Vipera aspis* dans les Pyrénées centrales. Entre 1 500 et 1 900 m d'altitude, la durée de la vie active des mâles est de 6 mois 1/2 (mi-mars au début d'octobre), celles des femelles de 5 mois 1/2 (fin avril au début d'octobre), mais la période d'alimentation dure seulement 4 mois environ dans les deux sexes. L'accouplement a lieu au début de mai, l'ovulation au début de juin et la parturition fin septembre. Dans ces conditions, les femelles ne peuvent se reproduire que tous les deux ans et leur cycle sexuel se rapproche de celui de *Vipera berus* dans les Alpes. Au contraire, le cycle sexuel des mâles reste du même type que celui de *Vipera aspis* en plaine.

SUMMARY

The author studies annual cycle of *Vipera aspis* in Central Pyrénées. Between 1500 and 1900 m in height, the duration of active life in males is 6 1/2 months (from the middle of march to the beginning of october), in females 5 1/2 months (from the end of april to the beginning of october). The both sexes feed during only about 4 months. Mating takes place at the beginning of May, ovulation at the beginning of June and hatching at the end of September. The females may reproduce only every two years and sexual cycle is quite near the cycle of *Vipera berus* in the Alpes. On the contrary, the male sexual cycle is nearly the same as the cycle of *Vipera aspis* in plain.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Autor hat den Jahreszyklus von *Vipera aspis* in den zentralen Pyrenäen studiert. Zwischen 1500 und 1900 m Höhe dauert das aktive Leben bei Männchen 6 1/2 Monate (Mitte März bis Anfang Oktober), das der Weibchen 5 1/2 Monate (Ende April bis Anfang Oktober), aber die Ernährungsperiode beträgt bei beiden Geschlechtern nur etwa 4 Monate. Die Begattung findet im Mai statt, Ovulation Anfang Juni und Geburt Ende September. Unter diesen Bedingungen können sich die Weibchen nur alle 2 Jahre fortpflanzen und ihr Geschlechtszyklus ist ähnlich jenem von *Vipera berus* in den Alpen. Dagegen bleibt der Geschlechtszyklus der Männchen der gleiche wie bei *Vipera aspis* in der Ebene.

BIBLIOGRAPHIE

- BERNSTROM, J., 1943. Till kändedom om huggormen *Vipera berus berus* (Linné). *Medd. Göteb. Mus. Zool. Avd.*, 103 : 1-34.
- DUGUY, R., 1963. Biologie de la latence hivernale chez *Vipera aspis*. *Vie Milieu*, 14 : 311-443.

- DUGUY, R., 1972. Notes sur la biologie de *Vipera aspis* dans les Pyrénées. *Terre Vie*, 26 : 98-117.
- DUGUY, R. et H. SAINT-GIRONS, 1966. Cycle annuel d'activité et reproduction de la Couleuvre vipérine, *Natrix maura* (L.). *Terre vie*, (4) : 423-457.
- FITCH, H.S., 1960. Autecology of the copperhead. *Univ. Kans. Publs Mus. nat. Hist.*, 13 : 85-288.
- GLISSMEYER, R.H., 1951. Egg production of the great basin rattlesnake. *Herpetologica*, 7 : 24-27.
- HERLANT, M. et G. GRIGNON, 1961. Le lobe glandulaire de l'hypophyse chez la Tortue terrestre (*Testudo mauritanica* Dumér.). *Archs Biol. Liège*, 72 : 97-151.
- MAYHEW, W.W. et S.J. WRIGHT, 1970. Seasonal changes in testicular histology of three species of the Lizard genus *Uma*. *J. Morph.*, 130 : 163-186.
- RAHN, H., 1942. The reproductive cycle of the prairie rattler, *Crotalus viridis*. *Copeia*, (4) : 233-240.
- ROLLINAT, R., 1934. La Vie des Reptiles de la France centrale. Delagrave édit., Paris, 340 p.
- SAINT GIRONS, H., 1952. Ecologie et éthologie des Vipères de France. *Annls Sci. nat., Zool.* (11° ser.), 14 : 263-343.
- SAINT GIRONS, H., 1957. Le cycle sexuel chez *Vipera aspis* (L.) dans l'Ouest de la France. *Bull. Biol. Fr. Belg.*, 91 : 284-350.
- SAINT GIRONS, H., 1959. Données histochimiques sur les glucides de l'appareil génital chez les Vipères, au cours du cycle reproducteur. *Annls Histochem.*, 4 : 235-243.
- SAINT GIRONS, H., 1963. Spermatogenèse et évolution cyclique des caractères sexuels secondaires chez les Squamata. *Annls Sci. nat., Zool.* (12° ser.), 5 : 461-476.
- SAINT GIRONS, H., 1966. Le cycle sexuel des Serpents venimeux. *Mem. Inst. Butantan*, 33 : 105-114.
- SAINT GIRONS, H. et R. DUGUY, 1970. Le cycle sexuel de *Lacerta muralis* L. en plaine et en montagne. *Bull. Mus. natn Hist. nat., Paris*, (2° ser.), 42 : 609-625.
- SAINT GIRONS, H. et E. KRAMER, 1963. Le cycle sexuel chez *Vipera berus* (L.) en montagne. *Revue suisse Zool.*, 70 : 191-221.
- SAINT GIRONS, H. et P. PFEFFER, 1971. Le cycle sexuel des Serpents du Cambodge. *Annls Sci. nat., Zool.*, (13° sér.), 4 : 543-572.
- TINKLE, D.W., 1962. Reproductive potential and cycles in female *Crotalus atrox* from northwestern Texas. *Copeia*, (2) : 306-313.
- VAINIO, I., 1931. Zur Verbreitung und Biologie der Kreuzotter, *Vipera berus* (L.), in Finnland. *Ann. Zool. Soc. Vanamo*, 12 : 1-19.
- VIITANEN, P., 1967. Hibernation and seasonal movements of the viper, *Vipera berus berus* (L.), in southern Finland. *Ann. Zool. Fenn.*, 4 : 472-546.

- VOLSOE, H., 1944. Structure and seasonal variation of the male reproductive organs of *Vipera berus* (L.). *Spolia zool. Mus. haun.* 5: 1-157.
- WILHOFT, D.C., 1963. Gonadal histology and seasonal changes in the tropical Australian Lizard, *Leiopisma rhomboidalis*. *J. Morph.*, 113: 185-194.

Reçu le 3 mars 1972.

**HELMINTHES PARASITES
DE *RANA RIDIBUNDA RIDIBUNDA* PALLAS 1771
SUR LES RIVES IRANIENNES
DE LA MER CASPIENNE**

par Claude COMBES et Louis-Philippe KNOEPFFLER
Département de biologie animale, Centre Universitaire,
66000 Perpignan
Laboratoire Arago, 66650 Banyuls-sur-Mer

SOMMAIRE

Rana ridibunda ridibunda Pallas, 1771 de la plaine du Guilan (Iran, mer Caspienne) contient 13 espèces de parasites dont cinq Trématodes et un Acanthocéphale étudiés ici.

L'étude, par l'un de nous (L.-Ph. K., juin 1970), des Grenouilles vertes (*Rana ridibunda ridibunda* Pallas, 1771) de la plaine du Guilan, riveraine de la mer Caspienne en Iran, pour la commercialisation éventuelle de ces Amphibiens, dans le cadre du développement agricole, nous a conduit à examiner l'état sanitaire de cette population d'Amphibiens (1).

Nous avons pu constater que ces Grenouilles, bien moins abondantes d'ailleurs qu'on ne l'avait cru et qui, de ce fait, ne sont pas exploitables sans destruction des populations, étaient extrêmement parasitées.

250 Grenouilles de toutes dimensions ont été disséquées. Elles contenaient 13 espèces de parasites : 5 Trématodes digènes, 1 Acanthocéphale, 4 Nématodes, 1 Nyctothère et 2 Opalines. Elles abritaient presque toutes la totalité de ces hôtes indésirables. Le taux d'infes-

(1) Louis-Philippe KNOEPFFLER. Les Grenouilles de la plaine du Guilan (Iran). *Vie Milieu*, à paraître.

tation pour chacune d'elles dépasse 80 %, à l'exception de *Prosoctocus fuelleborni*.

Nous signalons aujourd'hui les Trématodes digènes et les Acanthocéphales.

TRÉMATODES

HAEMATOLOECHIDAE Odening, 1964.

Haematoloechus similis Looss, 1899.

Habitat.

Poumons.

Caractéristiques.

Les exemplaires récoltés sont de dimensions moyennes : 5,0 à 6,7 sur 1,9 à 2,4 mm. Le rapport VO/VV/Ph vaut 12/8/5 (soit à peu près 3/2/1). La cuticule est spinulée. L'ovaire est subsphérique, les testicules assez régulièrement ovales, le réceptacle séminal de très grande taille (presque toujours supérieure à celle de l'ovaire). Les glandes vitellogènes ne dépassent pas vers l'arrière le niveau du milieu du testicule postérieur. Les boucles utérines postéro-latérales s'étendent jusqu'à un niveau compris entre le niveau du milieu du testicule postérieur et celui du milieu du testicule antérieur. Les œufs, de couleur brun sombre à maturité, mesurent de 25 à 29 sur 14 à 17 μ .

Epidémiologie et effets pathogènes.

La densité par poumon n'est pas très élevée, mais l'aspect de l'organe est modifié par la présence des parasites. Ceux-ci sont hématophages (les caecums digestifs sont bourrés de globules sanguins, en cours de digestion, de l'hôte). Il est donc certain que leur présence doit entraîner une gêne respiratoire et un retard de croissance des Amphibiens.

Haematoloechus variegatus Rudolphi, 1819.

Habitat.

Poumons.

Caractéristiques.

Les exemplaires sont de grande taille : 8,0 à 11,2 sur 1,3 à 1,9 mm. Le rapport VO/VV/Ph est égal en moyenne à 15/10/6

(soit à peu près 3/2/1). La cuticule est glabre. L'ovaire est arrondi, les testicules allongés mais non lobés, le réceptacle séminal important mais plus petit que l'ovaire. Les glandes vitellogènes pénètrent d'un côté du corps dans l'espace post-testiculaire. Les boucles utérines remontent jusqu'au niveau du milieu ou du bord supérieur du testicule antérieur. Les œufs, de couleur brun très sombre à maturité, mesurent de 27 à 29 sur 13 à 15 μ .

Epidémiologie et effets pathogènes.

La densité par poumon peut être élevée (jusqu'à 15 Helminthes). Dans ce cas, la paroi de l'organe présente un syndrome d'irritation extrêmement net. La gêne respiratoire doit être importante et, comme dans le cas précédent, la présence de ces parasites hématophages doit empêcher une croissance normale de l'hôte.

PLAGIORCHIIDAE Ward, 1917.

Opisthioglyphe ranae Fröhlich, 1791.

Habitat.

Duodénum.

Caractéristiques.

Nos exemplaires présentent toutes les caractéristiques de l'espèce, notamment les testicules allongés transversalement. Nous avons noté la présence d'un prépharynx bien visible, l'extension des glandes vitellogènes dans le champ inter-cæcal post-testiculaire et la taille relativement importante de la poche du cirre dont la base se situe au niveau du milieu de l'acétabulum.

Epidémiologie et effets pathogènes.

Les parasites n'atteignent pas une densité élevée, mais la plupart d'entre eux sont immatures; on peut en déduire que le mois de récolte (juin) coïncide avec la période annuelle d'infestation.

Aucun effet sur l'hôte n'a été noté.

LECITHODENDRIIDAE Odhner, 1910.

Prosotocus fuelleborni Travassos, 1930.

Habitat.

Duodénum.

Caractéristiques.

L'exemplaire que nous possédons, par son cæcum ne croisant pas la poche du cirre, correspond à la diagnose de cette espèce, mais nous rappelons les réserves faites par TSCHERNER (1966) sur la validité de l'espèce, et la discussion de COMBES et GERBEAUX (1970) à ce propos.

Epidémiologie et effets pathogènes.

Un seul exemplaire ayant été découvert, il est vraisemblable que l'espèce ne joue pas de rôle important chez les Grenouilles d'Iran. On doit envisager toutefois la possibilité de fluctuations importantes d'une année à l'autre.

GORGODERIDAE Looss, 1901.

Gorgodera microovata Fuhrmann, 1924.

Habitat.

Vessie urinaire.

Caractéristiques.

Les espèces du genre *Gorgodera* paraissent, dans l'état actuel des connaissances, mal connues et mal séparées les unes des autres. Nos exemplaires se rapprochent de *Gorgodera microovata* par l'habitus et les dimensions générales, la forme de l'ovaire et des glandes vitellogènes. Par contre, les testicules sont alignés en deux champs (droit et gauche) comme chez *Gorgodera euzeti* Lees et Combes, 1968. Les œufs, de taille très variable, peuvent atteindre des dimensions assez importantes (jusqu'à 27 sur 16 μ).

Epidémiologie et effets pathogènes.

Ce parasite est remarquablement abondant, mais, n'étant pas hématophage, il ne provoque vraisemblablement qu'une gêne limitée.

ACANTHOCÉPHALES

ECHINORHYNCHIDAE Cobbold, 1876.

Acanthocephalus ranae Schrank, 1788.

Habitat.

Duodénum.

Caractéristiques.

Les exemplaires récoltés paraissent répondre à la description de l'espèce, telle que l'a précisée GRABDA-KAZUBSKA (1962) dans une comparaison avec *Acanthocephalus falcatus* (Fröhlich, 1789). Toutefois, quelques particularités nécessiteraient un complément d'étude sur du nouveau matériel. La longueur atteint 11,0 mm pour les mâles et 34,0 mm pour les femelles.

Epidémiologie et effets pathogènes.

Ce parasite est d'une fréquence et d'une densité tout à fait inhabituelles. Son abondance permet de penser qu'il doit exister un effet pathogène qu'il serait intéressant d'étudier (on sait notamment que certains Acanthocéphales sont capables de perforer la paroi intestinale de leur hôte).

RÉSUMÉ

Les *Rana ridibunda ridibunda* de la lagune Pahlavi, dans la province du Guilan, riveraine de la mer Caspienne en Iran contiennent de nombreux parasites. Les Helminthes trouvés au cours de récoltes faites en juin 1970 sont signalés dans cette note.

SUMMARY

The *Rana ridibunda ridibunda* from the lagunae of Pahlavi in the province of Guilan, on the Caspian sea in Iran contain parasites in great number. The Helminths found in June 1970 are recorded in this note.

ZUSAMMENFASSUNG

Die *Rana ridibunda ridibunda* aus dem Pahlavi-See (Nord-Iran) werden arg von Helminthen geplagt. Die bei einer im Juni 1970 vorgenommenen Untersuchung der Population gesammelten Arten werden in dieser Arbeit gemeldet.

BIBLIOGRAPHIE

- COMBES, C. & M.-Th. GERBEAUX, 1970. Recherches éco-parasitologiques sur l'helminthofaune de *Rana ridibunda perezii* (Amphibien anoure) dans l'est des Pyrénées. *Vie Milieu*, 21 (1C) : 121-158.
- GRABBA-KAZUBSKA, B., 1962. On the validity of the species *Acanthocephalus falcatus* (Fröhlich, 1789). *Acta parasit. pol.*, 10 (24) : 377-394.
- TSCHERNER, W., 1966. Helminthofaunistische Untersuchungen an *Rana esculenta* L. und *Rana ridibunda* Pall., mit besonderer Berücksichtigung der europäischen *Prostocotus*-Arten (Trematoda Lecithodendriidae). *Mitt. zool. Mus. Berl.*, 42 (2) : 259-279.

Reçu le 20 novembre 1972.

TERRAIN PULMONAIRE, SURVIE OU PARASITISME FONGIQUE : RÉSULTATS DE L'EXAMEN DE 134 PRIMATES

par Henri SAEZ

*Laboratoire d'Ethologie du Muséum, Parc Zoologique de Paris
53, avenue de Saint-Maurice, 75012 Paris*

SOMMAIRE

Chez 134 Primates morts en captivité se répartissant en 16 espèces animales, des champignons ont été isolés du poumon : de 85,07 % des sujets à l'état non parasitaire et de 2,4 % à l'état parasitaire. Les champignons filamenteux prédominent (202 souches), les levures (12) et les *Geotrichum* (3) sont moins communs, à l'état non parasitaire. C'est en terrain tuberculeux que les isolements sont les moins nombreux. Aucune candidose buccale n'a été enregistrée chez les animaux à poumon sain.

La contamination de l'appareil respiratoire par des champignons se fait par le naso-pharynx, exceptionnellement par une autre voie. L'élément contaminateur est la « spore » (conidie, blastospore, arthrospore, organe de reproduction, de résistance ou de dissémination de l'espèce fongique), plus rarement un fragment de thalle. La pénétration a lieu surtout durant l'inhalation, accessoirement au cours de fausses déglutitions par exemple.

La pathologie relative à l'intrusion de ces microorganismes, les réactions allergiques, toxiques, tissulaires, consécutives à leur destruction *in situ*, ou au contraire à un développement avorté, restreint ou dévastateur, sont en relation avec de multiples facteurs, parmi lesquels : l'espèce fongique, le nombre d'éléments contami-

nateurs, leur point d'impact chez l'hôte, l'état général du sujet et celui du terrain local.

Dans la contamination d'origine respiratoire, la plus habituelle, la quantité de spores introduites est fonction de la pollution de l'air, elle-même soumise à des influences saisonnières, géographiques, urbaines, rurales et particulières, ainsi qu'au mode de vie du sujet. C'est ainsi que CARMICHAEL a isolé du poumon de rongeurs de l'Alberta (Canada) nombre de *Penicillium*, *Cladosporium* et surtout de *Beauveria bassiana* : ces animaux vivent, en effet, en contact avec le sol et des débris végétaux et surtout se nourrissent d'insectes.

Le chemin parcouru par les éléments contamineurs depuis la porte d'entrée jusqu'au point d'impact dans l'organisme est plus précisément conditionné par la vitesse de l'air inhalé, la taille, la densité et les ornementsations sporales, ainsi que les barrières échelonnées chez l'hôte, soit naturelles (poils des narines, mucosités des parois, diamètres des bronchioles et des canaux alvéolaires), soit pathologiques (obstruction due à des phénomènes congestifs, infectieux ou tumoraux). Une partie des spores est rejetée à l'expiration. Celles qui demeurent sur place sont en majorité détruites après un temps plus ou moins long. Etudiant les mécanismes de la macrophagie pulmonaire chez le cobaye, VOISIN et coll. ne retrouvent plus que 200 blastospores de *Candida albicans* dans le poumon 48 heures après une injection intra-trachéale de 10 000 000 de levures; pour *Aspergillus fumigatus* la disparition des conidies inhalées est un peu plus lente. Il résulte de ce qui précède, quant à l'investigation fongique, que les résultats varient parfois sensiblement selon le niveau choisi pour les prélèvements. Et, corrélativement, la flore pulmonaire n'est qu'un reflet de la flore ambiante mais elle ne se calque, ni quantitativement ni spécifiquement, exactement sur elle. Beaucoup de spores, du fait de leur grosse taille, de leurs ornementsations (petites épines), des mucosités des voies respiratoires supérieures, ne s'enfoncent guère dans l'arbre bronchique. Ici, on peut noter l'importance des rhinites dans les allergies respiratoires.

Pour les éléments parvenus au parenchyme pulmonaire, la durée de survie ou le développement parasitaire dépendent des propriétés physiologiques et pathologiques des souches, de la résistance générale du sujet, de l'état du terrain au point d'impact et des moyens de défense locaux. Nous analysons précisément, ici, l'incidence sur les isollements fongiques de l'état du parenchyme pulmonaire : parenchyme sain ou atteint d'une affection quelconque, d'une tuberculose en particulier. Les recherches ont été menées sur 134 Primates nés en captivité au Parc zoologique de Paris, ou importés; le matériel pour cultures a été prélevé au cours de l'examen nécropsique. Pour ce groupe de Mammifères, et au point

d'impact que constitue la région choisie pour les prélèvements, nous évaluons l'aspect quantitatif des champignons isolés et précisons, pour la plupart des espèces identifiées, la température maximale de développement *in vitro*. Les chiffres indiqués pour la température maximale concernent l'ensemble des souches d'une même espèce que nous avons testées à ce jour, et non pas les seuls exemplaires identifiés chez les Primates.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les 134 Primates comprennent :

- 3 Sajous bruns — *Cebus apella*
- 1 Lagotriche — *Lagothrix lagotricha*
- 1 Atèle coaïta — *Ateles paniscus*
- 7 Atèles hybridus — *Ateles hybridus*
- 4 Atèles noirs — *Ateles ater*
- 1 Atèle de Geoffroy — *Ateles geoffroyi*
- 4 Magots — *Macaca sylvana*
- 3 Macaques rhésus — *Macaca mulatta*
- 9 Macaques à face rouge — *Macaca speciosa*
- 2 Macaques de Buffon — *Macaca irus*
- 1 Macaque des Iles Andaman — *Macaca andamanensis*
- 69 Babouins — *Papio papio*
- 7 Gibbons à favoris blancs — *Hylobates concolor leucogenys*
- 4 Gibbons à mains blanches — *Hylobates lar pileatus*
- 16 Chimpanzés — *Pan troglodytes*
- 2 Gorilles — *Gorilla gorilla*.

Le matériel est prélevé dans les deux poumons : à la périphérie de l'organe et près du hile. Les fragments sont déposés dans deux boîtes de Petri, contenant du Sabouraud glucosé à 2 % : l'une d'elles est laissée à la température du laboratoire et l'autre portée en étuve à 37°.

La température maximale de développement est étudiée en tubes contenant également du milieu de Sabouraud glucosé à 2 %. Deux tubes par souche sontensemencés à partir d'une jeune culture obtenue à la température du laboratoire. Le résultat est considéré comme négatif quand aucune croissance n'est décelée dans les deux tubes après au moins 15 jours d'exposition à un niveau thermique donné.

En fonction de l'état du parenchyme pulmonaire nous distinguons plusieurs groupes, selon des critères adoptés lors d'une précédente analyse sur un travail analogue (levures du poumon des Mammifères examinés de 1959 à 1963 (10)). Dans cet esprit les sujets se répartissent en : « poumon sain » et « poumon pathologique »; cette dernière catégorie se subdivise en : « congestion pulmonaire » (parce que communément rencontrée à l'autopsie); « parasitoses » (à *Pneumonyssus oudemansi* et à Strongylidés) et « noyades » (à cause de leur incidence sur la contamination de l'arbre bronchique); « tuberculose »; « affections diverses ». Les 134 Primates se distribuent ainsi :

— Poumon sain :		46 sujets
— Poumon pathologique :		85 »
dont : — Tuberculose :	29 sujets	
— Congestion :	25 »	
— Affections diverses :	21 »	
— Parasitoses :	6 »	
— Noyades :	4 »	
— Total :		131 »
Auxquels s'ajoutent :		
— Mycoses :		3 »

Dans la discussion nous commentons séparément les résultats des champignons filamenteux, d'une part, des *Geotrichum* et des levures, d'autre part. Parmi les premiers nous avons fait figurer non seulement les *Mucor* et divers genres de *Fungi imperfecti*, mais aussi les *Streptomyces* qui se rangent dans les Actinomycétales. La distinction entre les deux catégories de champignons est d'avantage basée sur des considérations écologiques et biologiques que mycologiques. Ainsi la contamination pulmonaire a une origine avant tout respiratoire pour les champignons filamenteux et bucco-pharyngée, pour les autres. De plus nous identifions les *Geotrichum* avec les mêmes techniques enzymologiques et auxanographiques que nous employons pour différencier les levures.

Tous les champignons répertoriés dans le poumon des 134 Primates ont été isolés chez des sujets nés vivants et ayant vécu au moins quelques heures.

RÉSULTATS

1 — RÉSULTATS GÉNÉRAUX.

TABLEAU I
Résultats généraux.

	Nombre	Taux
Sujets examinés :		
– Sujets sans champignons dans le poumon	17	12,69 %
– Sujets avec champignons dans le poumon mais indemnes de mycoses	114	85,07 %
– Sujets avec mycoses pulmonaires	3	2,24 %
– Ensemble des sujets examinés	134	100,00 %
Sujets avec champignons dans le poumon mais indemnes de mycoses :		
– Porteurs uniquement de champignons filamenteux	102	76,12 %
– Porteurs uniquement de <i>Geotrichum</i> et (ou) de levures	5	3,73 %
– Porteurs de champignons filamenteux, de <i>Geotrichum</i> et (ou) de levures	7	5,22 %
Total	114	85,07 %

2 — CHAMPIGNONS FILAMENTEUX.

Sur les 134 Primates examinés, il y a, au total, 109 sujets (ou 81,34 %) indemnes de mycoses pulmonaires, qui hébergent des micromycètes de cette catégorie dans le poumon, à savoir : 102 sujets (ou 76,12 %) porteurs uniquement de champignons filamenteux et 7 sujets (ou 5,22 %) porteurs de champignons filamenteux ainsi que des *Geotrichum* et (ou) des levures. Pour ces 109 sujets, les 202 souches différenciées se rangent dans l'ordre décroissant du

nombre des isolements par genre, de la façon suivante :

— <i>Penicillium</i> :		80 souches
— <i>Aspergillus</i> :		57 »
dont :	— <i>A. fumigatus</i> :	30 souches
	— <i>A. nidulans</i> :	8 »
	— <i>A. niger</i> :	7 »
	— <i>A. flavus</i> :	5 »
	— <i>A. candidus</i> :	2 »
	— <i>A. ochraceus</i> :	2 »
	— <i>A. clavatus</i> :	1 »
	— <i>A. terreus</i> :	1 »
	— <i>A. versicolor</i> :	1 »

— <i>Mucor</i> :		34 »
— <i>Streptomyces</i> :		9 »
— <i>Scopulariopsis</i> :		4 »
dont :	— <i>S. brevicaulis</i> :	4 souches
— <i>Cladosporium</i> :		4 »
— <i>Trichothecium</i> :		3 »
dont :	— <i>T. roseum</i> :	3 souches
— <i>Trichoderma</i> :		
dont :	— <i>T. viride</i> :	3 souches
— <i>Chaetomium</i> :		3 »
— <i>Fusarium</i> :		2 »
— <i>Paecilomyces</i> :		2 »
— <i>Alternaria</i> :		1 »

La température maximale de onze des espèces hébergées par les Primates, d'après les résultats de toutes les souches testées par nous jusqu'ici, souches d'origine humaine ou animale, décroît ainsi :

— <i>A. fumigatus</i> :	53°-55° ;	26 souches testées
— <i>A. nidulans</i> :	49°-51° ;	23 » »
— <i>A. terreus</i> :	45°-46° ;	5 » »
— <i>A. flavus</i> :	43°-46° ;	21 » »
— <i>A. candidus</i> :	35°-42° ;	21 » »
— <i>S. brevicaulis</i> :	38°-41° ;	9 » »
— <i>A. clavatus</i> :	37°-41° ;	2 » »
— <i>A. ochraceus</i> :	37°-38° ;	7 » »
— <i>A. versicolor</i> :	32°-37° ;	13 » »
— <i>T. roseum</i> :	35°-36° ;	6 » »
— <i>T. viride</i> :	34° ;	1 » »

En fonction de l'état du poumon, la fréquence des champignons filamenteux chez les sujets indemnes de mycose s'élève à :

— Poumon sain :	89,13 %, soit 41 porteurs sur 46
-----------------	----------------------------------

— Poumon pathologique :	80,00 %	» 68	»	» 85
dont : — Noyade :	100,00 %	» 4	»	» 4
— Congestion :	88,00 %	» 22	»	» 25
— Affections				
diverses :	85,71 %	» 18	»	» 21
— Tuberculose :	68,93 %	» 20	»	» 29
— Parasitoses :	66,66 %	» 4	»	» 6

L'incidence du rythme saisonnier, du sexe et de l'âge sur les isolements de champignons filamenteux, à l'état non parasitaire, chez l'ensemble des Primates examinés, peut s'apprécier d'après les taux ci-dessous :

— Incidence saisonnière :

— Automne :	88,88 %	soit 8 porteurs sur 9 sujets
— Hiver :	86,84 %	» 33 » » 38 »
— Printemps :	81,48 %	» 44 » » 54 »
— Eté :	72,72 %	» 24 » » 33 »

— Incidence du sexe :

— Chez les mâles :	81,48 %	soit 44 porteurs sur 54 sujets
— Chez les femelles :	81,25 %	» 65 » » 80 »

— Incidence de l'âge :

Deux groupes distingués : les sujets nés en captivité et âgés au plus de dix jours et les sujets âgés de plus de dix jours (comprenant tous les animaux importés) :

— Sujets âgés de ≤ 10 j :	50,00 %	soit 6 porteurs sur 12 sujets
— Sujets âgés de > 10 j :	84,42 %	soit 103 porteurs sur 122 sujets

3 — *Geotrichum* ET LEVURES.

Chez les animaux indemnes de mycoses nous avons isolé les *Geotrichum* et levures ci-après :

— <i>Geotrichum</i> :		3 souches
dont : — <i>G. candidum</i> :	2 souches	
— <i>G. pseudocandidum</i> :	1 »	
— <i>Candida</i> :		12 »
dont : — <i>C. albicans</i> :	5 souches	
— <i>C. krusei</i> :	4 »	
— <i>C. tropicalis</i> :	2 »	
— <i>C. pelliculosa</i> :	1 »	

Candida pelliculosa est à présent considéré par WICKERHAM comme une forme haploïde de *Hansenula anomala*. La température maximale n'a pas été recherchée sur l'unique isolement de *C. pelliculosa* enregistré chez l'animal. Les autres espèces fongiques, compte tenu des souches de diverses origines testées à ce jour, se développent, *in vitro*, jusqu'à :

— <i>G. candidum</i> :	34°-39°;	46 souches testées
— <i>G. pseudocandidum</i> :	33°-34°;	7 » »
— <i>C. albicans</i> :	42°-47°;	48 » »
— <i>C. krusei</i> :	44°-46°;	10 » »
— <i>C. tropicalis</i> :	42°-46°;	14 » »

En ce qui concerne seulement les levures, nous avons décelé 11 sujets porteurs de 12 souches à l'état non parasitaire. En fonction de l'état pulmonaire, les taux s'élèvent à :

— Poumon sain :	6,52 % ;	ou 3 porteurs sur 46 sujets
— Poumon pathologique :	9,41 % ;	8 » 85 »
dont : — Parasitoses (1) :	50,00 % ;	3 » 6 »
— Noyades :	50,00 % ;	2 » 4 »
— Affections diverses :	9,52 % ;	2 » 21 »
— Tuberculose :	3,45 % ;	1 » 29 »
— Congestion :	0,00 % ;	0 » 25 »

Dans le groupe des « Affections diverses », 8 des 21 Primates présentaient de l'œdème ou de l'emphysème pulmonaire; 2 de ces 8 sujets (ou 25 % des cas) hébergeaient des levures.

On peut estimer l'influence éventuelle du sexe, de l'âge et du régime alimentaire, sur les isollements de levures, à l'état non parasitaire, chez l'ensemble des Primates examinés à l'aide des fréquences ci-dessous :

a) Incidence du sexe :

— chez les mâles :	11,11 % ;	ou 6 porteurs sur 54 sujets
— chez les femelles :	6,27 % ;	5 » 80 »

b) Incidence de l'âge :

— sujets âgés de ≤ 10 j :	0,00 % ;	ou 0 porteur sur 12 sujets
— sujets âgés de > 10 j :	9,01 % ;	11 » 122 »

c) Incidence du régime alimentaire :

Les Primates appartiennent à deux types alimentaires : le type Babouin (comprenant, outre les Babouins, les Magots, les

(1) comme à propos des champignons filamenteux, il s'agit de parasitoses à *Pneumonyssus oudemansi* et à Strongylidés.

Macaques et les Gibbons) et le type Chimpanzé, à ration plus riche, plus vitaminée, plus diversifiée (comprenant, outre les Chimpanzés, les Gorilles, les Sajous, les Lagotriches et les Atèles). Pour analyser l'influence de l'alimentation, nous n'avons retenu que les animaux ayant abandonné le régime lacté : 70 de nos Primates sont dans ce cas; chez eux les taux de positivité atteignent :

- 6,38 % pour le type Babouin; 3 porteurs sur 47 sujets
- 13,04 % pour le type Chimpanzé; 3 » 23 »

Enfin, nous avons examiné les rapports existant entre la présence de levures : dans la cavité buccale, d'une part, et dans le poumon d'autre part. L'analyse est basée sur les seuls animaux exempts de candidose pulmonaire, chez lesquels un prélèvement pharyngé a révélé la présence d'au moins l'un des trois constituants les plus fréquents de la flore fongique des Primates, à savoir : *C. albicans*, *C. krusei* et *C. tropicalis*.

TABLEAU II

*Rapports entre la présence de levures
dans la cavité buccale et dans le poumon.
Taux de Primates hébergeant des levures dans le poumon.*

CAVITÉ BUCCALE POUMONS	A l'état saprophyte et (ou) parasitaire		A l'état parasitaire
	<i>C. albicans</i> <i>C. krusei</i> <i>C. tropicalis</i> isolés ou associés	<i>C. albicans</i>	<i>C. albicans</i>
Poumon sain	11,11 %	8,33 %	0,00 %
Poumon pathologique	18,18 %	9,67 %	20,00 %
— Œdème, emphysème	33,33 %	33,33 %	100,00 %
— Affections diverses	18,18 %	11,11 %	25,00 %
— Tuberculose	9,09 %	9,09 %	20,00 %
— Congestion	0,00 %	0,00 %	0,00 %

Le tableau II illustre les résultats de cette analyse. Les pourcentages de sujets hébergeant des levures dans le poumon sont calculés dans les trois cas suivants : 1) Présence dans la cavité buccale, à l'état saprophyte ou parasitaire, de *C. albicans*, *C. krusei* et *C. tropicalis*, seuls ou associés; 2) Présence dans la cavité buccale de *C. albicans* seulement, à l'état saprophyte ou parasitaire; 3) Présence dans la cavité buccale de *C. albicans* seulement, à l'état uniquement parasitaire.

4 — MYCOSES PULMONAIRES.

Trois mycoses pulmonaires ont été observées chez les Primates : la première est attribuée à un germe appartenant au groupe des champignons filamenteux, les deux autres sont des candidoses.

1) Au cours de l'autopsie d'un Atèle — *Ateles hybridus* Geoffroy — de sexe femelle, vivant en captivité depuis 6 ans et 5 mois, notre attention a été attirée par de petites granulations noires, de 1 mm de diamètre environ, clairsemées sur la surface des deux poumons et retrouvées, à la coupe, dans la masse parenchymateuse. On peut les prendre pour des dépôts d'antracose, dans un organe par ailleurs sain; elles ne sont entourées d'aucune zone congestive, réactionnelle. En revanche leur délimitation est franche, sans arborisations fuligineuses s'infiltrant dans les tissus alentours.

A l'examen microscopique direct d'une granulation écrasée entre lame et lamelle, dans une goutte d'eau physiologique, on n'observe qu'une masse fongique amycélienne constituée d'éléments levuriformes. En dissociant la préparation on surprend les différences cellulaires en fonction de l'âge : les jeunes cellules, ovales, bourgeonnent activement à l'un des pôles; en vieillissant elles perdent le bourgeonnement unipolaire et se chargent de pigment brun puis noir; les éléments les plus âgés, à paroi épaissie, très pigmentés, prennent une forme polyédrique par pression réciproque (Figures 1 à 3).

Le germe responsable n'a pu être obtenu en culture, sa croissance a dû être masquée ou inhibée par celle de nombreux saprophytes à température maximale de développement très basse, provenant de spores demeurées en survie dans le petit fragment de parenchyme pulmonaire entourant une granulation, et mis en culture en même temps qu'elle.

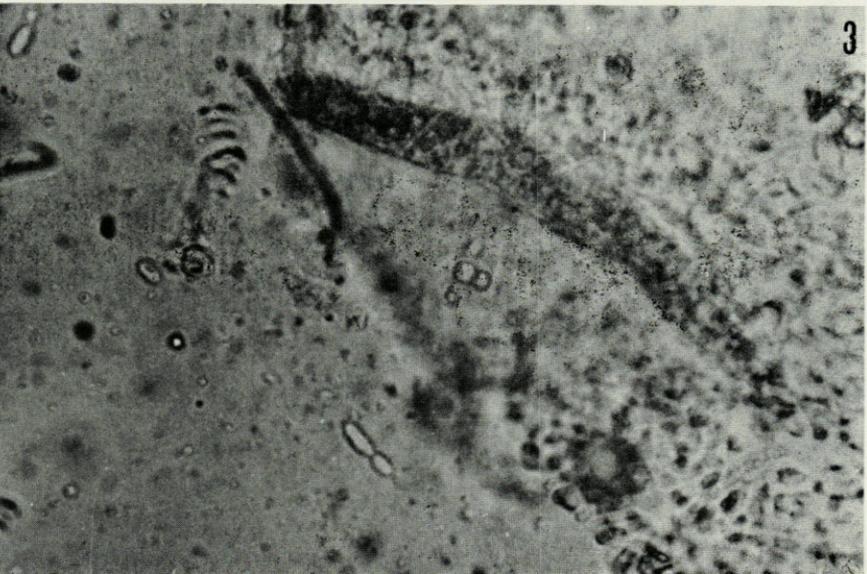
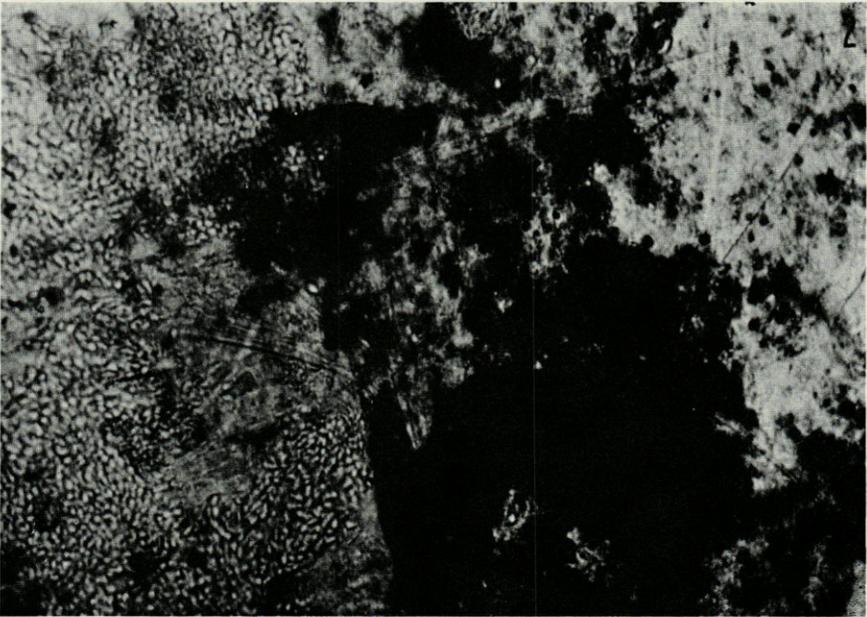
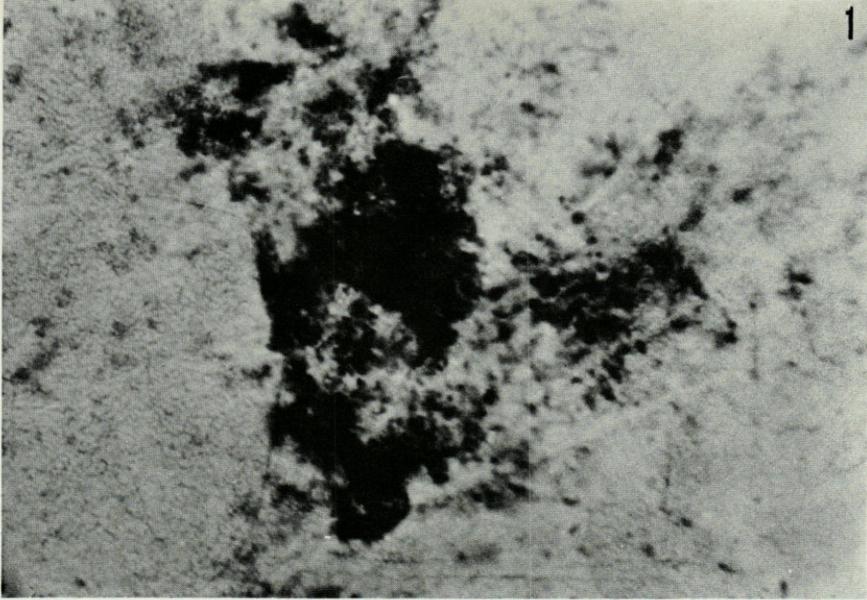
Il n'existe pas de vraies levures franchement noires. Pour *Cryptococcus nigricans* Riche et Stern, mis d'ailleurs en syno-

Implantation fongique dans le poumon d'un Atèle : *Ateles hybridus* Geoffroy.
Examen microscopique direct.

FIG. 1. — Aspect d'antracose au faible grossissement ($\times 100$).

FIG. 2. — Masse fongique amycélienne ($\times 200$).

FIG. 3. — Cellules à bourgeonnement unipolaire isolées de la masse fongique ($\times 400$).



nymie avec *Aureobasidium pullulans*, nous avons trouvé une limite supérieure de développement de 31°. Il existe par contre des formes levures noires de champignons filamenteux qui apparaissent, soit en vie parasitaire, soit en culture, dans certaines conditions de milieu et de température.

Pour l'Atèle en question, il s'agit, à notre avis, d'une implantation fongique, sous la forme levure, d'un champignon filamenteux de la lignée dématiée. Etant donné le nombre et la taille des granulations, toutes au même stade semble-t-il, on est conduit à penser que le germe pathogène a une évolution lente ou bien que la mycose a été surprise au début de son installation. Il se pourrait également qu'un champignon peu ou pas pathogène ordinairement pour l'hôte, ait profité d'une baisse de sa résistance pour tenter de se développer.

2) Les deux candidoses sont dues à *C. albicans*.

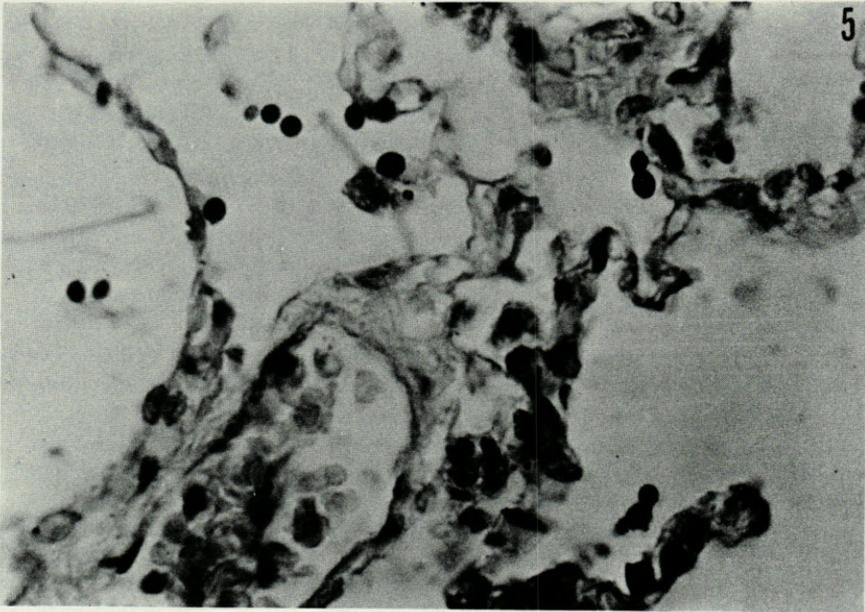
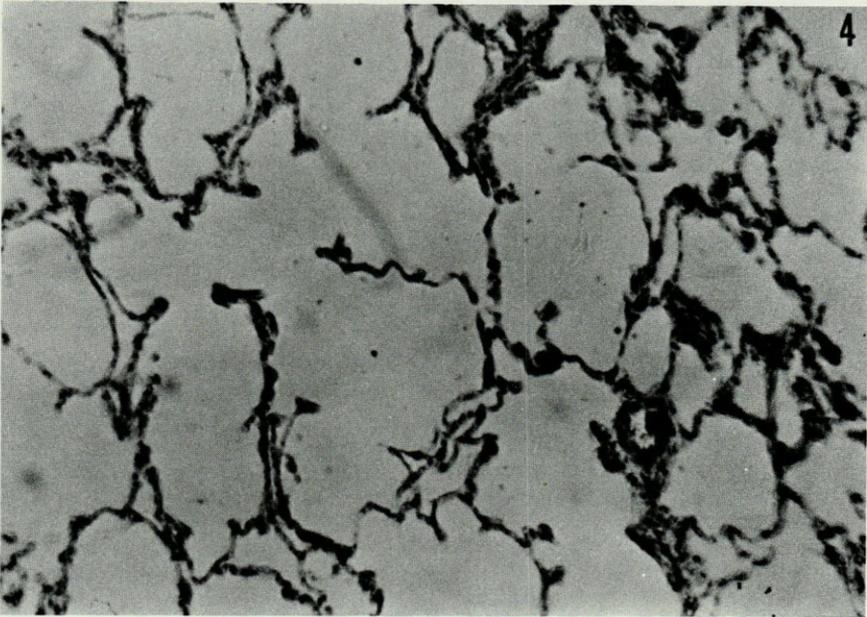
L'une a atteint un Magot (*Macaca sylvana* (L.)) de sexe mâle, mort après 6 mois de captivité. Il s'agit d'une forme broncho-pulmonaire, avec épaissements péri-bronchiques et légère congestion focalisée autour des îlots mycosiques.

L'autre a sévi chez un Macaque à face rouge (*Macaca speciosa* F. Cuvier) de sexe femelle, mort après 3 ans et 6 mois de captivité. A l'autopsie de cet animal nous constatons un muguet buccal et, dans le poumon, une candidose associée à un œdème aigu. La stomatite mycosique intéresse même les abajoues. A l'intérieur de ces abajoues nous avons vu, en particulier, des cellules de grande taille, polyédriques, d'origine végétale (de banane probablement), bourrées de blastospores identifiées, en culture, à *C. albicans*. A l'ouverture du thorax, le poumon jaillit aussitôt à travers la boutonnière pratiquée. Il est rose saumon, turgescant, et laisse sourdre, à la coupe, une abondante sérosité spumeuse. Dans cet organe œdématié il y a d'innombrables cellules-levures en bourgeonnement très actif (II). La contamination fongique du poumon, à partir de la cavité buccale est confirmée par la découverte, à l'examen microscopique direct de quelques fragments de parenchyme pulmonaire, de grandes cellules végétales pleines de blastospores, semblables à celles observées dans les abajoues (Figures 4 et 5).

Candidose et œdème aigu du poumon chez un Macaque à face rouge : *Macaca speciosa* F. Cuvier. Coupes histologiques pulmonaires colorées par la méthode de Hotchkiss-Mac Manus.

FIG. 4. — Parenchyme à alvéoles dilatés (× 50).

FIG. 5. — Blastophores de *Candida albicans* souvent vues en bourgeonnement dans le poumon (× 400).



3) Dans notre population de Primates, vivant en captivité, la fréquence des mycoses pulmonaires est de :

— 2,24 %, soit 3 cas sur 134 sujets.

L'incidence du sexe et de l'âge, sur l'ensemble des mycoses et du régime alimentaire, sur les candidoses se traduit comme suit :

— Incidence du sexe :

— chez les mâles : 1,85 % ; soit 1 cas sur 54 sujets
 — chez les femelles : 2,50 % ; » 2 » 80 »

— Incidence de l'âge :

— sujets âgés de ≤ 10 j : 0,00 % ; soit 0 cas sur 12 sujets
 — sujets âgés de > 10 j : 2,46 % ; » 3 » 122 »

— Incidence du régime alimentaire sur les candidoses :

— sujets type Babouin : 4,25 % ; soit 2 cas sur 47 sujets
 — sujets type Chimpanzé : 0,00 % ; » 0 » 23 »

DISCUSSION

1) Les champignons filamenteux sont les micromycètes les plus communs du poumon des Primates. Trois genres prédominent : *Penicillium*, *Aspergillus* et *Mucor*. La fréquence d'*Aspergillus fumigatus*, à l'état non parasitaire (30 souches), mérite d'être signalée.

La flore pulmonaire (flore *largo sensu* = répertoire des espèces fongiques) n'est qu'un reflet de la flore ambiante. Ne serait-ce que par le biais de la taille des spores et de la durée de survie, *in situ*, il s'opère déjà une double sélection des éléments contaminateurs inhalés, aux différents étages de l'appareil respiratoire.

En ce qui concerne la taille des spores, et eu égard aux endroits choisis pour nos prélèvements, le premier type de sélection paraît assez bien confirmé par les résultats obtenus : c'est en majorité des champignons à petites spores que nous avons cultivés à partir des fragments de parenchyme pulmonaire. Les 9 espèces d'*Aspergillus* différenciées ont des conidies rondes ou ovales dont le diamètre ou le grand axe mesurent de 2 à 6 μ . Les grandes spores multiseptées d'*Alternaria* ne peuvent pas atteindre les dernières ramifications de l'arbre bronchique. Aussi avons-nous trouvé davantage d'*Aspergillus* (25,6 % du nombre total des isoléments) que d'*Alternaria* (0,5 %), alors que l'air, surtout à certaines épo-

ques de l'année, est parfois plus riche en spores de ce dernier. Dans les recensements de spores atmosphériques effectués en France, CHARPIN et coll. indiquent, pour Paris, 2,38 % d'*Alternaria* et 1,80 % de *Penicillium-Aspergillus*, et FONTANGES et coll., pour la région lyonnaise, 13 % d'*Aspergillus* et 7,6 % d'*Alternaria*.

Il est d'autres champignons à spores de petite taille, présents dans l'environnement de notre population animale, qui ont été rarement ou jamais isolés du poumon. Pour expliquer les failles de la sélection basée sur la taille on peut encore avancer la survie, parfois fort brève, des spores *in situ*. Outre les mécanismes de défense de l'hôte, tel, par exemple, le phénomène de macrophagie étudié par VOISIN et coll., les micromycètes arrivés dans le poumon doivent faire face aux conditions physico-chimiques du nouvel habitat, et, en particulier, à la température interne du sujet.

Dans nos investigations *in vitro* nous avons rencontré des *Aspergillus repens* qui ne tolèrent pas une exposition de 9 jours à 35° ou de 7 jours à 36° et des *Aspergillus versicolor* qui meurent après 9 jours à 37° ou 7 jours à 38°. A ces niveaux thermiques l'exposition exerce une action létale d'autant plus rapide que la souche a une température maximale plus basse. Le facteur « température » suffit donc à empêcher la croissance et la multiplication, voire à raccourcir la survie de bien des spores qui se sont introduites dans les voies respiratoires.

Sachant que les variations de la température interne des Primates sont de l'ordre de 36° à 38°, il est intéressant d'opposer à ces chiffres ceux de la limite supérieure de développement des champignons hébergés. Plus haut nous avons donné le classement de onze espèces étudiées dans l'ordre décroissant de la température maximale. On remarque que les deux espèces les plus communément identifiées (*A. fumigatus* : 30 isollements, et *A. nidulans* : 8) sont les plus thermotolérantes. Les six premières espèces de cette liste totalisent 50 isollements contre 10 seulement pour les cinq dernières.

Les champignons ayant réussi à pénétrer dans les bronchioles et les alvéoles se trouvent confrontés avec d'autres écueils. Il en résultera, soit une adaptation, et par suite un développement *in vivo*, soit une simple survie. La fréquence de sujets porteurs de champignons filamenteux, indemnes de mycoses, en fonction de l'état pulmonaire, permet d'aborder l'incidence du terrain au point d'impact.

Les porteurs de champignons filamenteux sont plus fréquents chez les sujets à « poumon sain » (89,13 %), que chez les sujets à « poumon pathologique » (80 %). La survie des spores fongiques

est donc plus longue dans un parenchyme sain, probablement parce que, dans un poumon atteint d'une affection quelconque, les réactions de défense sont déjà alertées.

Des cinq groupes distingués parmi les sujets à « poumon pathologique », c'est dans celui de « noyades » que le pourcentage de porteurs atteint son maximum (100 %). Cette valeur élevée, dans les cas de mort par immersion (le plus souvent accidentelle : chute dans une citerne par exemple), est compréhensible à cause de la conjugaison :

— d'une surcontamination : aux spores inhalées avant la noyade venant s'ajouter les germes polluant l'eau;

— d'une survie meilleure, voire d'un développement fongique post-mortem, dans un liquide jouant le rôle de milieu de conservation ou de culture; d'une survie prolongée pour les espèces à basse température maximale, du fait de la chute de température de l'organisme animal.

La fréquence des porteurs, dans le groupe « tuberculose », est l'une des plus faibles (68,93 %); par ailleurs, aucune des trois mycoses enregistrées chez les Primates n'est associée à une bacillose ancienne ou en évolution. En médecine humaine, nombre de mycoses pulmonaires sont décrites chez des tuberculeux guéris ou en cours de traitement; le plus souvent il s'agit d'une implantation aspergillaire dans une caverne détergée. Quoi qu'il en soit, dans la majorité des cas, les lésions tuberculeuses de l'homme observées aujourd'hui ne sont pas comparables à celles de la plupart des sujets que nous avons examinés. Ceux-ci font une forme fortement caséuse; les poumons sont infarcis d'innombrables tubercules de toutes tailles; d'énormes cavernes occupent parfois tout un lobe. C'est dans ce terrain très particulier que le nombre de porteurs de champignons filamenteux est l'un des plus faibles. Il est possible que le caséum, en quantité dans les masses pulmonaires, ait un rôle néfaste sur la survie des spores. Selon cette hypothèse, l'*Aspergillus fumigatus* serait une des espèces les plus résistantes au caséum, car c'est, chez les tuberculeux, que nous avons isolé, proportionnellement, le plus de souches de cet *Aspergillus*. La fréquence de l'aspergillome à *A. fumigatus*, chez l'homme tuberculeux, pourrait, en partie, s'expliquer par la résistance ou l'adaptation de ce champignon à ce type de terrain.

La fréquence maximale des isollements de champignons filamenteux, se situe en automne (88,88 %); les taux diminuent progressivement en hiver et au printemps; le minimum est atteint en été (72,72 %). Le sexe n'exerce aucune influence sur ces isollements. L'âge, en revanche, aurait une incidence notable si l'on se réfère aux résultats : 50 % de porteurs, chez les nouveau-nés; 84,42 %, chez les autres sujets.

2) Les Primates indemnes de mycoses et porteurs de *Geotrichum* et (ou) de levures, sont bien moins nombreux que les porteurs de champignons filamenteux : 8,95 %, dont 8,21 % pour les porteurs de levures uniquement. L'hypothèse du passage des levures dans le poumon, au stade agonique, ne jouerait finalement qu'un rôle modeste.

Les *Geotrichum* sont rares. Une minorité de souches de *G. candidum* est seulement capable de se développer péniblement *in vitro* entre 38° et 39°. Ces champignons arthrosporés, véhiculés avec les produits alimentaires et l'eau de boisson, passés accidentellement dans la trachée, doivent avoir une survie assez brève dans le poumon.

S'agissant des levures, le pourcentage de porteurs est plus élevé chez les sujets à « poumon pathologique » (9,41 %) que chez ceux à « poumon sain » (6,52 %). Avec les champignons filamenteux nous avons constaté l'inverse. Avant de tenter une explication, poursuivons l'analyse, en fonction de l'état du parenchyme :

— Le taux de porteurs le plus fort correspond aux catégories « noyades » et « parasitoses » (à *Pneumonyssus oudemansi*, chez un Chimpanzé adulte, et à Strongylidés, chez divers sujets). Exception faite de la catégorie « congestion », où aucun porteur n'a été enregistré, le taux le plus faible (3,45 %) est celui de la catégorie « tuberculose » : ce terrain, si particulier chez les Primates, n'est pas plus favorable à la survie des levures qu'à celle des champignons tuberculeux.

— Un groupe intéressant est celui des « affections diverses » : 9,52 % de porteurs de levures, soit davantage que pour l'ensemble des sujets à « poumon pathologique ». Dans ce groupe « affections diverses » le pourcentage de porteurs atteint 25 % chez les sujets montrant des signes d'œdème ou d'emphysème. Bien qu'à l'examen microscopique direct nous n'ayons observé aucun bourgeonnement actif qui témoignerait d'une flore localisée, c'est, néanmoins, chez ces derniers sujets que le nombre de colonies isolées en primo-culture a été le plus grand.

Le fait que, contrairement aux champignons filamenteux, la plus grande fréquence de porteurs s'observe, pour les levures, dans le cas des sujets à « poumon pathologique », pourrait s'expliquer, précisément, par un certain degré d'adaptation saprophyte à un tel terrain pulmonaire. D'autant que les levures isolées du poumon sont dans la plupart des cas (3 des 4 espèces identifiées, et 11 des 12 isollements obtenus) des constituants de la flore digestive fongique des Primates. On peut concevoir que, dans un parenchyme lésé, des cellules nécrosées, des mucosités réactionnelles, du sang

extravasé, apportent les éléments nutritifs nécessaires à l'amorce d'un développement dans un habitat inhabituel. Pour les champignons filamenteux, l'état saprophyte n'existe pratiquement pas et le passage au parasitisme est le cas de beaucoup le plus rare.

L'incidence saisonnière n'a pas été analysée, car les levures du poumon sont principalement des représentants de la flore du tractus digestif. Dans notre échantillon, les sujets mâles (11,11 %) ont été plus souvent porteurs que les femelles (6,27 %) et les levures n'ont été rencontrées que chez les sujets âgés de plus de dix jours (9,01 %). En fonction du régime alimentaire, ainsi que nous l'avions constaté à propos des levures du tube digestif (12), les isolements du poumon sont plus communs chez les animaux de type alimentaire Chimpanzé (13,04 %), que chez ceux de type alimentaire Babouin (6,38 %).

Enfin, parmi les 131 Primates exempts de mycose pulmonaire nous avons retenu ceux où le prélèvement pharyngé a révélé la présence de *C. albicans*, *C. krusei*, *C. tropicalis*, seuls ou associés, à l'état saprophyte ou parasitaire. Dans ce groupe plus restreint, nous avons calculé les pourcentages de porteurs de levures dans le poumon, en fonction de l'état du terrain local, dans trois cas (cf. tableau II). Nous constatons :

a) Dans le cas où *C. albicans*, *C. krusei*, *C. tropicalis*, seuls ou associés, à l'état saprophyte ou parasitaire, sont présents dans la cavité buccale, on trouve davantage de porteurs dans le groupe restreint que dans l'ensemble des Primates, à savoir 11,11 % contre 6,52 %, chez les sujets à « poumon sain » et 18,18 % contre 9,41 %, chez les sujets à « poumon pathologique ».

b) Quand *C. albicans* est seul présent, mais à l'état saprophyte ou parasitaire, les pourcentages baissent quelque peu, tout en demeurant supérieurs à ceux relatifs à l'ensemble des Primates : 8,33 %, chez les sujets à « poumon sain », et 9,67 %, chez les sujets à « poumon pathologique ».

— Autrement dit, pour la population animale, le risque de contamination pulmonaire par les levures est plus grand chez les animaux possédant une flore levuriforme buccale.

c) Dans le cas, enfin, où *C. albicans* est présent uniquement à l'état parasitaire, le pourcentage de porteur est nul chez les sujets à « poumon sain » et atteint 20 % chez les sujets à « poumon pathologique », ce qui permet deux déductions :

— chez un Primate souffrant d'un muguet buccal, il y a lieu de suspecter une affection pulmonaire;

— chez les animaux ayant un muguet buccal, le risque de contamination pulmonaire est plus grand. Et c'est en terrain

œdémateux, emphysemateux que le pourcentage de porteurs est le plus élevé (100 %).

3) Trois mycoses pulmonaires ont été décelées chez les Primates, soit 2,24 % des 134 sujets examinés.

Dans un cas, le germe pathogène n'a pu être isolé en culture. Le contexte nous a conduit à le ranger parmi les champignons filamenteux, de la lignée dématiée, à forme parasitaire levuriforme.

C. albicans est responsable des lésions mycosiques des deux autres cas. L'une des candidoses est associée à un œdème du poumon. Au cours de l'analyse, ce type de terrain est apparu comme l'un des plus favorables à la survie des levures, voire à l'adaptation saprophyte, suspectée au vu des nombreuses colonies obtenues en primo-culture, mais non encore confirmée par l'examen microscopique.

Les mycoses ont été enregistrées chez deux femelles et un mâle, tous trois sujets adultes. Enfin, les candidoses ne sont survenues que chez des animaux de type alimentaire Babouin.

RÉSUMÉ

L'isolement en culture, de champignons du poumon, est banal chez les Primates. Sur un échantillon de 134 sujets captifs, nés vivants, appartenant à 16 espèces animales, 85,07 % de cette population animale hébergent des micromycètes à l'état non parasitaire et 2,24 % sont atteints de lésions mycosiques.

À l'état non parasitaire, les champignons filamenteux (202 souches) sont bien plus nombreux que les *Geotrichum* (3) et les levures (12).

Les champignons filamenteux en survie dans le poumon comprennent essentiellement des *Penicillium* (80 isollements) et des *Aspergillus* (57, dont 30 d'*A. fumigatus*). On les rencontre plus communément chez les sujets à « poumon sain » qu'à « poumon pathologique ». L'automne est la saison la plus propice aux isollements. Les porteurs sont plus nombreux chez les sujets âgés que chez les nouveau-nés.

Onze des douze levures isolées du poumon, à l'état non parasitaire, appartiennent à trois espèces de *Candida* (*C. albicans*, *C. krusei* et *C. tropicalis*) qui constituent fréquemment la flore fongique buccale et celle du tube digestif abdominal. Contrairement aux champignons filamenteux, les levures en survie se rencontrent

plus généralement chez les sujets à « poumon pathologique ». Le pourcentage de porteurs est particulièrement élevé chez les animaux présentant des signes d'œdème ou d'emphysème où une adaptation saprophyte locale et momentanée pourrait se concevoir.

C'est en terrain tuberculeux, terrain très particulier dans la population examinée, avec lésions importantes et fortement caséuses, que les isolements de champignons, quels qu'ils soient, sont les moins nombreux. Aucune candidose buccale n'a été enregistrée parmi les sujets à « poumon sain » : il y a lieu de suspecter une affection pulmonaire chez un Primate présentant un muguet.

Des trois mycoses pulmonaires enregistrées, l'une a été attribuée à un champignon de la lignée dématinée, à forme parasitaire levuriforme; les deux autres sont dues à *C. albicans*. Une des candidoses coïncidait avec un œdème du poumon.

SUMMARY

Isolation in culture of lung fungi is common for Primates. In a sample of 134 captive animals, born alive, belonging to 16 species, 85.07 % of this population have micromycetes in a non parasitic state and 2.24 % show mycosic lesions.

In a non-parasitic state, the filamentous fungi (202 strains) are much more numerous than the *Geotrichum* (3) and the yeasts (12).

The filamentous fungi surviving in the lung are essentially *Penicillium* (80 isolations) and *Aspergillus* (57 with 30 of *A. fumigatus*). They are generally found in animals with a "healthy lung" rather than with a "pathologic lung". Autumn is the most favourable season for isolations. The hosts are more numerous in old animals than in new-borns.

Of the twelve yeasts isolated from the lung, in a non parasitic state, eleven belong to three species of *Candida* (*C. albicans*, *C. krusei* and *C. tropicalis*) which often form the fungic flora of the mouth and the abdominal alimentary canal. In contrast to filamentous fungi, the yeasts are more often found in the animals with a "pathologic lung". The percentage of hosts is particularly high in the animals showing signs of oedema or emphysema where a local and temporary saprophytic adaptation is conceivable.

In tuberculous lungs, with important and strongly caseous lesions, fungi are the least numerous. No buccal candidose has

been recorded among the animals with a "healthy lung" : a pulmonary disease must be suspected in a Primate showing a thrush.

Among the three pulmonary mycosis recorded, one has been imputed to a dematiaceous fungus; the two other ones are due to *C. albicans*. One of the candidoses coincided with an oedema of the lung.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Isolierung von Lungenpilzen und ihre Kultur ist leicht bei Primaten durchzuführen. Von 134 in Gefangenschaft geborenen Individuen, die 16 Arten angehörten, zeigten 85,07 % Befall durch nichtparasitische Micromyceten, 2,24 % zeigten Pilzschäden.

Im nichtparasitischen Zustand sind Fadenpilze (202 Ansätze) sehr viel zahlreicher als *Geotrichum* (3) und Hefen (12).

Die Fadenpilze, die in der Lunge überleben, sind vor allem *Penicillium* (80 Proben) und *Aspergillus* (57, wovon 30 *A. fumigatus*). Sie sind häufiger bei Individuen mit « gesunder Lunge » als bei solchen mit « kranker Lunge » zu finden. Die günstigste Zeit für ihre Isolierung ist der Herbst. Die Träger sind unter den älteren Tieren häufiger als unter neugeborenen.

Elf der 12 aus der Lunge isolierten, im nichtparasitischen Zustand befindlichen Hefen gehören drei *Candida*-Arten an (*C. albicans*, *C. krusei*, *C. tropicalis*), die oft die Pilzflora von Mund und abdominalem Verdauungstrakt bilden. Im Gegensatz zu den Fadenpilzen finden sich die Hefen häufiger bei Individuen mit « kranker Lunge ». Der Prozentsatz von Trägern ist besonders hoch bei Tieren, die Anzeichen von Oedemen und Emphysemen aufweisen, wo eine lokale, vorübergehende saprophytische Adaptation denkbar wäre.

Am wenigsten zahlreich treten Pilze in tuberkulösen Lungen mit stark käsigen Läsionen auf. Bei Individuen mit « gesunder Lunge » wurde nie Mund-Candidose festgestellt : es darf vermutet werden, dass bei einem Primaten mit Mundpilz eine Lungenkrankheit vorliegt.

Von den drei beobachteten Lungenmykosen war eine auf eine parasitische hefeartige Form zurückzuführen, die beiden andern auf *C. albicans*. Eine der Candidosen trat zusammen mit einem Lungenödem auf.

BIBLIOGRAPHIE

- CARMICHAEL, J.W., 1961. Fungi from Alberta Rodents. *Mycopath. Mycol. appl.*, 14 (2) : 129-135.
- CHARPIN, J., J. AUBERT, H. CHARPIN, C. BOUTIN et M. MALEA-LAURIOL, 1968. Intérêt du recensement des spores fungiques atmosphériques dans l'allergie respiratoire. *Biologie méd.*, 57 (3) : 201-246.
- CHARPIN, J., P. OHRESSER, C. BOUTIN, P. GRANGAUD, H. CHARPIN et M. RENARD, 1964. Etude, lors d'une série de bronchoscopies, de la flore fungique des bronches. *Revue Tuberc. Pneumol.*, 28 (4) : 433-438.
- FAZIO, M., E. MINETTO et I. ODDONE, 1954. La bronchomoniliase existe-t-elle ? *Annls Oto-lar.*, 71 (8-9) : 666-676.
- FONTANGES, R., P. ISOARD et G. CHATOT, 1970. Etude des microconstituants atmosphériques et de leurs effets biologiques. *Poumon Cœur*, 26 (6) : 659-687.
- GERNEZ-RIEUX, Ch., C. VOISIN, C. AERTS, F. WATTEL et B. GOSSELIN, 1967. Aspergillose expérimentale du cobaye. Etude dynamique du rôle des macrophages alvéolaires dans la défense des voies respiratoires, après inhalation massive de spores d'*Aspergillus fumigatus*. *Revue Tuberc. Pneumol.*, 31 (6) : 705-725.
- GRASSET, E. et C. FLEURY, 1953. Conceptions actuelles sur l'épidémiologie des mycoses et leur rôle en pathologie pulmonaire. *Praxis*, 42 (15) : 285-292.
- PENAS, Carlos E. et H. SALAZAR, 1968. Aspergillosis en Colombia. Estudio clinico-patologico de 15 casos. *Mycopath. Mycol. appl.*, 34 (1) : 66-80.
- RIOUX, J.-A., P. VERDIER et J. PLANE, 1954. Sur la fréquence des infestations saprophytiques à *Candida* chez les tuberculeux pulmonaires. *Poumon Cœur*, 2 : 101-106.
- SAËZ, H., 1968. Considérations sur les levures isolées du poumon des Mammifères. *Recl Méd. vét., Ec. Alfort*, 144 (4) : 357-373.
- SAËZ, H. et J. RINJARD, 1970. Candidose et œdème aigu du poumon chez un primate. *Poumon Cœur*, 26 (6) : 701-709.
- SAËZ, H. et J. RINJARD, 1970. Levures isolées du tube digestif de Mammifères adultes. Résultats en fonction du régime alimentaire. *Cah. Méd. vét.*, 43, 39, 6, 290-304.
- SMITH, John M.B., 1968. Experimental mycotic ulceration. *Mycopath. Mycol. appl.*, 34 (3-4) : 353-358.
- VOISIN, C., C. AERTS, F. WATTEL et B. GOSSELIN, 1968. Faits expérimentaux sur la réponse pulmonaire à l'inhalation de moisissures. *Rev. Path. Comp. Méd. Expérim.*, 68, T. 5-3-796, 175-178.
- WICKERHAM, L.J., 1971. In *The Yeasts, a taxonomic study*. Lodder Editor. 1 Vol. North-Holland Publish. Cy., Amsterdam-London.

Reçu le 4 octobre 1972.

QUELQUES RÉFLEXIONS SUR LES PERSPECTIVES ACTUELLES DE LA LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES MOUSTIQUES

(Diptera Culicidae)

par Pierre JOLIVET

Who-Jevru, CPO Box 540, Séoul, Korea

Il est assez difficile de parler « lutte biologique » contre les Moustiques piqueurs, vu les multiples travaux qui leur ont été consacrés en France et à l'étranger. Récemment encore, M. le Professeur VAGO a fait de remarquables exposés sur la philosophie de cette lutte, ses perspectives, ses tendances (VAGO, 1964, 1968, 1971). LAIRD a aussi publié de nombreuses notes qui ont également fait le point de la question (1956, 1960, 1963, 1966, 1967, 1968, 1969, 1970, 1971). Malgré tout, j'ai cependant voulu exprimer mon point de vue, au risque de glisser des redites dans mon exposé et même d'enfoncer à l'occasion des portes ouvertes. Le sujet est vaste, très discuté et encore très discutable quant aux perspectives pratiques immédiates.

Lorsqu'on découvrit autrefois qu'il n'y avait pas que les insectes utiles à souffrir de maladies, on réalisa qu'il y avait là un nouveau moyen de contrôler les insectes nuisibles. La lutte biologique a souvent été utilisée avec succès en agriculture et en sylviculture, mais elle n'en est malheureusement qu'à ses débuts en Entomologie Médicale, et surtout en Culicidologie où les parasitoïdes (c'est-à-dire les entomophages) sont (sauf une exception très douteuse) absents, les pathogènes (Virus, Rickettsies, Bactéries, Champignons, Microsporidies) et les parasites (Sporozoaires) encore fort mal domestiqués et difficilement utilisables. D'ailleurs, le succès des entomo-

logistes agricoles fut, dans le passé, dû, la plupart du temps, à l'utilisation des prédateurs (Coccinelles, etc., etc...) et des parasitoïdes (Hyménoptères et Diptères entomophages), ce qu'on a appelé le contrôle *macrobien*, méthodes auxquelles sont venus s'adjoindre tout un arsenal faisant appel aux Bactéries, aux Virus, aux Nématodes, etc..., c'est-à-dire le contrôle *microbien*. Déjà, en agriculture, on parle de « résistance » aux toxines bactériennes et la résistance de la mouche domestique à *B. thuringensis* est aussi connue.

Reste, pour les Moustiques, les prédateurs, mais nous n'y reviendrons pas ici, malgré les ressources possibles d'utilisation des Poissons annuels Cyprinodontes (*Cynolebias*, *Nothobranchius*), de Moustiques prédateurs et non piqueurs (*Toxorhynchites*, *Megarhinus*, etc...). Il y a tout un screening à effectuer avant d'introduire un élément susceptible de rompre l'équilibre biologique précaire existant : un Poisson peut être un prédateur dangereux, un Moustique nectariphage peut devenir une nuisance (rappelons les plaintes actuelles contre les innocents Chironomides qui ne se nourrissent même pas) et il ne faut pas attendre de miracle, là non plus.

Est-il d'ailleurs réellement désirable d'introduire des espèces exotiques compétitives, même dotées de toutes les qualités prédatrices ? Les introductions ne sont pas toujours suivies d'acclimations et les résultats jusqu'ici n'ont pas été beaucoup meilleurs que ceux de notre *Gambusia*.

Donc, la lutte biologique est encore dans l'enfance en ce qui concerne les Moustiques, alors que chez les Insectes d'importance agricole, des produits d'origine virale ou bactérienne sont depuis longtemps commercialisés (pesticides microbiens). Cela tient surtout aux difficultés de la mise en culture des pathogènes de Culi-cides, à, comme je le rappelais plus haut, l'absence de parasitoïdes (qui existent chez les Tiques, les Mouches, les Blattes, les Araignées, etc...) et à l'insuffisance des recherches dans ce domaine qui, pourtant, sont poussées au maximum aux U.S.A., en France et ailleurs.

Comme je le soulignais précédemment, dans un récent Conseil Scientifique de l'E.I.D., le Professeur VAGO a fait avec brio le point de la lutte biologique en 1968. Les organismes les plus prometteurs restent encore les Microsporidies, quelques autres Protozoaires, les Bactéries, les Virus, les Champignons, les Mermithides, etc... Ce que je désire ici, c'est de traiter très rapidement de quelques développements récents dans ce domaine et de laisser de côté les Virus MIV à l'étude à St-Christol, les Champignons dont un bon nombre sont des commensaux ou phorétiques inoffensifs (Tricho-

mycètes, etc...), mais dont certains autres constituent des cas classiques de lutte (*Coelomomyces*, *Metarrhizium*) étudiés notamment par LAIRD dans le Pacifique, pour ne parler que des derniers « espoirs », s'il y en a vraiment et des tendances actuelles.

A Montpellier aussi, de nombreux laboratoires se sont penchés sur cette question, ceux du Professeur RIOUX, du Professeur TUZET, réunissant de nombreux spécialistes et c'est aussi à Montpellier qu'un symposium de la « Society of Invertebrate Pathology » s'est tenu en juin 1971 sur les pathogènes d'Insectes présidé par le Professeur VAGO. Les études sur les pathogènes de Moustiques sont évidemment orientées sur le stade larvaire, le plus utile à combattre et le seul accessible, dans le cas des Virus et de la plupart des pathogènes.

Concernant les organismes responsables de maladies chez les moustiques, on en est encore aux études expérimentales dans de nombreux laboratoires américains et le grand problème de la « manipulation de la pathogénicité », c'est-à-dire de la transmission expérimentale, du stockage, de la multiplication, de l'introduction *in vivo* des pathogènes est loin d'être résolu. Ceci surtout pour des organismes comme les Microsporidies pour lesquels la difficile culture des tissus d'Insectes semble constituer une solution pour l'avenir. On ne sait pratiquement pas, en effet, infecter expérimentalement un Insecte avec une Microsporidie, bien qu'une quarantaine soient connues chez les Moustiques, alors que la chose est aisée avec les Champignons par exemple. RIOUX récemment, doutait des possibilités d'utilisation des Microsporidies en lutte biologique. Les Russes ont récemment prétendu avoir obtenu de bons résultats avec les Mermithides chez les Simulies, et on effectue actuellement quelques essais avec des Nématodes (*Neoaplectana* et autres) contre les larves des *Aedes* en France et à l'étranger. Sur les 300 mentions de Mermithides chez les Culicides, Simulides et Chironomes, certaines espèces jouent un rôle naturel très important dans la limitation des populations ou même parfois leur suppression. La culture des vers a été réussie dès 1964 par Muspratt. Quant aux virus MIV, on a même affirmé avoir obtenu des réductions de populations de moustiques *in vivo*, grâce à eux, mais il est je crois un peu prématuré de tirer des conclusions. Par contre, et j'en parlerai plus loin, on a obtenu récemment un certain succès en utilisant les spores de *Bacillus sphaericus* contre les *Chaoborus* en Californie, mais *in vitro* (1).

Donc le problème pour les Microsporidies et les Virus est encore, fondamentalement, la multiplication du pathogène et,

(1) Ce système n'est pas rentable actuellement vu les quantités nécessaires (8 à 85 millions de spores par ml) pour être efficace. Cependant, la bactérie est aisément cultivable.

comme alternative à la culture de tissus, on a proposé de trouver des hôtes-réservoir alternants (ou de remplacement) plus gros que les moustiques. L'idée n'en est encore qu'à l'état de vœu pieux et, semble-t-il, actuellement difficilement réalisable.

L'Organisation Mondiale de la Santé, depuis 1962, a agi surtout comme catalyseur de ce genre de recherches en créant une section de Biologie de l'Environnement et de Contrôle des Vecteurs. Cette création a été essentielle, tant pour aider à la taxinomie des parasites et prédateurs, que pour favoriser leur étude en laboratoire, leur recherche *in vivo* avec la fameuse trousse pour la collecte des Insectes atteints de maladies et les essais sur le terrain (2 projets pilotes dans le Pacifique). Depuis 10 ans, les recherches se sont orientées progressivement de la pure taxinomie, des catalogues, à l'essai de la transmission. Où en est-on à présent dans ce domaine ?

Disons que la monographie de LAIRD (1971) fait le tour absolument complet du problème de la lutte contre les Arthropodes d'importance médicale, dont évidemment les Moustiques et les nuisances tels que les Chironomes. Je ne reviendrai donc pas sur la question et cela nous entraînerait trop loin. Le travail à lui seul cite près de 3 500 références !

Notons qu'un parasite non cité par LAIRD et VAGO, la Néogregarine *Ascocystis culicis* que les Américains persistent à nommer à tort *Lankesteria*, a fait l'objet de nombreuses études (une quinzaine au moins) et de quatre articles dans un des derniers *Mosquito News*. Les Américains ne voulant rien négliger, ont consacré de nombreux travaux à ce protozoaire parasite de l'épithélium intestinal et des tubes de Malpighi des *Aedes*, sur la systématique du complexe d'espèces affines, leur spécificité, leur cycle, leur ultrastructure et l'infestation expérimentale. Au point de vue pratique, qui nous intéresse ici, disons que les avis diffèrent quant à l'efficacité, mais certains auteurs (BARRETT) insistent sur la pathogénicité du parasite et d'autres ont réussi l'infestation expérimentale et le maintien de la souche, ce qui est un beau progrès. BARRETT m'écrivait récemment qu'il estimait encore insuffisantes les recherches entreprises, à ce jour, sur ce sujet très prometteur. Citons d'autres travaux sur les Grégarines qui concluent à l'effet des parasites sporozoaires sur les chromosomes (discutable) mais aussi sur la castration parasitaire de l'hôte et la mortalité due à l'inanition. Ces travaux concernent des Diptères et des Orthoptères. La pathogénicité de ce groupe de Protozoaires, actuellement plus maniable que les Microsporidies, semble donc réelle sous certaines conditions et avec un certain degré d'infestation.

Le contrôle biologique n'est finalement que l'utilisation des parasites, prédateurs et pathogènes pour maintenir une population

d'un autre organisme à une densité moyenne plus basse que celle qui existerait sans leur présence. Elle peut « marcher » seule ou faire partie d'un système intégré, ce qui semble le plus efficace dans le cas des nuisances et des vecteurs au moins dans l'état actuel de nos connaissances. Cependant, nous manquons encore en 1971 d'un produit commercial standard, inoffensif, pour l'homme et virulent à un taux connu contre les Moustiques, ou les Insectes d'importance médicale.

Les qualités d'un tel produit seraient aussi la production facile, l'application et le stockage aisé, un coût compétitif, un contrôle durable, une aptitude à se répandre et à persister chez les Moustiques. On voit qu'on est encore loin de cet idéal... Notons aussi, ce qui est dans une certaine mesure réconfortant, que si les agents macrobiens (prédateurs et parasitoïdes) sont détruits par les insecticides, les agents microbiens eux ne le sont pas.

En conclusion, le but essentiel en pathologie entomologique, reste donc de développer des techniques pratiques, basées sur les pathogènes, pour leur utilisation dans des méthodologies de lutte (ou de contrôle) intégrées, en respectant au maximum l'intégrité de l'environnement. C'est facile en théorie, mais bien difficile actuellement avec les moyens que la nature a mis à notre disposition envers les Moustiques et l'état actuel de nos connaissances. Il ne faudrait pas se décourager cependant, et continuer une recherche, dite pure, qui pourra subitement déboucher vers une utilisation pratique. C'est dans ce but, et pour tâcher d'égaliser leurs collègues entomologistes agricoles (dans un contexte d'ailleurs infiniment plus complexe), que les laboratoires mondiaux dépensent actuellement de très fortes sommes dans l'étude d'organismes qui peuvent paraître actuellement aussi inutiles que certaines Microsporidies, quelques Grégarines, des Champignons ou des Mermithides. Pour donner une idée de l'importance de la pathologie de l'Insecte aux U.S.A., soulignons qu'elle est enseignée dans 20 Universités et fait l'objet de recherches partout. Des licences et doctorats de cette spécialité y sont décernés.

Les spécialistes se préoccupent d'ailleurs déjà des dangers pour la santé humaine et animale des préparations microbiologiques utilisées pour la lutte contre les Insectes. Ces dangers me semblent fort problématiques, mais, malgré quelques alertes sérieuses (1)

(1) Des « Microsporidies » ont été signalées dans le cerveau de victimes de Sclérose en plaques, maladie liée sans doute à un « slow virus ». De là à dire qu'elles proviennent d'Insectes, c'est discutable. Les Microsporidies sont déjà connues de Rongeurs cancéreux. Quant aux phycomycoses à *Entomophthora coronata* des Mouches ou Moustiques, elles constituent une possibilité, faible il est vrai, d'infection pour les Vertébrés supérieurs, dont l'homme. D'autres cas sont connus (*Aspergillus*).

à certains, ils semblent si réels qu'après la réunion préalable tenue à Montpellier en juin, sous l'égide de M. LAIRD, un symposium du « Working Group on the Safety of Microbial Control Agents » est prévu à l'Université de Michigan durant l'été 1972.

D'un autre côté, une trop forte et claironnante propagande en faveur de la panacée universelle que représenterait pour certains le contrôle biologique, surtout chez les Vecteurs, ne peut que nuire aux réalisations pratiques car elle pourrait faire perdre toute confiance envers un résultat probant, si modeste soit-il, au début. Théoriquement, le contrôle biologique (pathogènes et prédateurs) doit être intégré dans un complexe où trouveront leur compte le contrôle ou lutte *autocide* (stérilité induite par chémo- ou radio-stérilisation, incompatibilité cytoplasmique ou chromosomique, semi-stérilité, dérive génétique, gènes léthaux, etc...); *physique* ou *mécanique* (génie sanitaire); *biotechnique* (hormones juvéniles, ecdysones, phéromones, substances répulsives ou attractives physiques et chimiques); *écologique* (modification de la végétation, variation expérimentale de la pollution, etc...) et évidemment l'indispensable contrôle *chimique* par les pesticides. Disons honnêtement que peu des nouvelles méthodes de pointe sont au point et beaucoup de celles citées ou passées sous silence sont encore au stade de laboratoire.

Donc, finalement, les perspectives de contrôle biologique sont assez bonnes, mais encore, dans ce domaine, une recherche expérimentale très poussée semble nécessaire dans les pays développés. Fondamentalement, la philosophie est la même qu'en agriculture (introduction d'ennemis prédateurs étrangers au pays, après tests de garantie, ou multiplication d'ennemis microbiens connus efficaces), mais pratiquement on se heurte à d'énormes difficultés pratiques dues aux particularités écologiques des larves, aux lacunes parasitaires des moustiques et à la difficulté de domestiquer, conserver et multiplier la majorité des entomopathogènes actuellement connus.

RÉSUMÉ

Les lacunes parasitaires des Moustiques sont importantes (pas de parasitoïdes) et l'utilisation ou la manipulation de la pathogénicité à leur égard est actuellement difficile avec les connaissances actuelles. La lutte biologique concerne les larves. Des recherches supplémentaires sont nécessaires bien que l'inventaire des parasites,

pathogènes et prédateurs soit assez complet. La perspective d'une lutte intégrée, où l'utilisation de la lutte chimique et physique domine, semble encore une nécessité.

SUMMARY

Mosquitoes are not known to harbour any parasitoid (endoparasite) and for them, manipulation of the pathogenicity is rather difficult with the existing pathogens. Biological control is normally directed towards the larval stage. Additional research is needed, despite the fact that inventory of parasites, pathogens and predators is rather complete. Prospects of integrated control of Mosquitos seem good but use of chemical and physical control seems to be needed unfortunately for long before commercial exploitation of microbial pesticides becomes a reality.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Parasitär-Lücken bei Mücken sind bedeutend (keine Parasitoiden) und Anwendung oder Handhabung der Pathogenität ihrerseits sind mit den aktuellen Erkenntnissen schwierig. Der biologische Kampf betrifft die Larven. Weitere Forschung ist notwendig, obwohl das Parasiteninventar (pathogene und Beutefänger) ziemlich komplett ist. Eine kombinierte Bekämpfung mit vorwiegendem Gebrauch chemischer und physikalischer Mittel erscheint noch notwendig.

BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME, 1965. La lutte biologique. D.G.R.S.T., Paris. *Rapp. Commn Etudes* : 1-119.
- ANONYME, 1967. Observations on Mosquito Control Activities and related Research in the United States of America. *Bull. Wld Hlth Org.*, Ser. VBC, 67 (10a) : 16-196.

- ANONYME, 1970. Lutte biologique. Le Progrès Scientifique, Paris, 9 : 1-66.
- BARRET, W., 1968. Damage caused by *Lankesteria culicis* (Ross) to *Aedes aegypti* (L.). *Mosquito News*, 28 (3) : 441-444.
- BARRET, W.L., F.M. MILLER & J.W. DLIEWER, 1971. Distribution in Texas of *Lankesteria culicis* (Ross), a parasite of *Aedes aegypti* (L.). *Mosquito News*, 41 (1) : 23-27.
- BRIGGS, J.D., 1964. The role of Pathogens in balanced or integrated insect control programs. *Proc. XIIth Int. Congr. Entom., London* : 601-603.
- BRITO DA CUNHA, A., J.S. MORGANTE, C. PAVAN & M.C. GARRIDO, 1968. Studies on cytology and differentiation in Sciaridae. I. Chromosome changes induced by a Gregarine in *Trichosia* sp. (Dipt. Sciaridae). *Caryologia*, 21 (3) : 271-282.
- BURGES, H.D., 1968. Insect Control by micro-organisms. *Atti Accad. naz. Lincei*, 128 : 189-202.
- CANTWELL, G.E. & M. LAIRD, 1966. The WHO kit for the collection and shipment of pathogens and parasites of diseased vectors. *Jnl Invertebr. Path.*, 8 (4) : 442-451.
- CHAPMAN, H.C., T.B. CLARK, J.J. PETERSEN & D.B. WOODARD, 1968. Louisiana Lab takes intensive look at parasites for Mosquito control. *Pest Control, Harvest Pubs* : 1-6.
- CHAPMAN, H.C., T.B. CLARK & J.J. PETERSEN, 1970. Protozoans, Nematodes and viruses of Anophelines. *Misc. Pubs.*, 7 (1) : 134-139.
- CHRISTOPHERS, S.R., 1952. The recorded parasites of Mosquitoes. *Riv. Parasit.*, 13 (1) : 21-28.
- GANPATI, P.N. & P. TATE, 1949. On the Gregarine *Lankesteria culicis* (Ross) 1898 from the mosquito *Aedes* (Finlaya) *geniculatus* (Olivier). *Parasitology*, 39 : 291-294.
- GENTILE, A.G., R.W. FAY & E.M. McGRAY, 1971. The distribution, ethology and control potential of the *Lankesteria culicis* (Ross)-*Aedes aegypti* (L.) complex in Southern United States. *Mosquito News*, 31 (1) : 12-17.
- GERBERICH, J.B., & M. LAIRD, 1966. An annotated bibliography of papers relating to the control of Mosquitoes by the use of Fish. *Bull. Wld Hlth Org.*, Ser. EBL : 66 (71) : 1-107.
- GERBERICH, J.B. & M. LAIRD, 1968. Bibliography of papers relating to the control of Mosquitoes by the use of Fish. *FAO Fish. Biol. tech. pap.*, 75 : 1-70.
- HAMON, J., 1970. Ecological factors important in Insecticidal and alternative means of Mosquito control. *Bull. Wld Hlth Org.*, Ser. VBC. 70 (205) : 1-23.
- HARRY, O.G., 1970. Gregarines : their effect on the growth of the desert Locust (*Schistocerca gregaria*). *Nature*, 225 (5236 : 964-966).
- HASAN, S., G. CROIZIER, C. VAGO & J.L. DUTHOIT, 1970. Infection à virus irisant dans une population naturelle d'*Aedes detritus* Haliday en France. *Ann. Zool., Ecol. anim.*, 2 (2) : 295-299.

- HAYES, G.R. & L.E. HAVERFIELD, 1971. Distribution and density of *Aedes aegypti* (L.) and *Lankesteria culicis* (Ross) in Louisiana and adjoining areas. *Mosquito News*, 31 (1) : 28-32.
- JENKINS, D.W., 1964. Pathogens, parasites and predators of medically important Arthropods. *Bull. Wld Hlth Org.*, Suppl. 30 : 1-150.
- KURSTAK, E., 1971. Répercussions éventuelles de la lutte microbiologique sur les Vertébrés. Cas des insecticides biologiques à base de virus. *Annls. Parasit. hum. comp.*, 46 (3bis) : 277-288.
- LAIRD, M., 1956. A place for Parasites and Invertebrate predators in Mosquito control. Expert Committee on Insecticides, Geneva, 2 : 11 p.
- LAIRD, M., 1960. Microbiology and mosquito control. *Mosquito News*, 20 (2) : 127-133.
- LAIRD, M., 1963. Vector ecology and integrated control procedures. *Bull. Wld Hlth Org.*, Suppl. 29 : 146-151.
- LAIRD, M., 1967. Biotic factors in the control of *Aedes aegypti*. *Bull. Wld Hlth Org.*, 36 : 625-627.
- LAIRD, M., 1969. Recent advances of biological control in medical entomology. *Atti Accad. naz. Lincei*, 128 : 155-164.
- LAIRD, M., 1970. Integrated control of Mosquitoes. *Amer. Zool.*, 10 (4) : 573-578.
- LAIRD, M., 1971. The biological control of vectors. *Science*, 171 : 590-592.
- LAIRD, M., 1971. A bibliography on diseases and enemies of medically important Arthropods 1963-67 with some earlier titles omitted from Jenkins' 1964 list. In Burges microbial control of insects and mites. Academic Press : 751-790.
- LAIRD, M. & J.W. WRIGHT, 1966. Integrated control and public health entomology. Proc. FAO Symp. integr. Pest. control, 3 : 77-79.
- LOWE, R.E., R.G. RUMBAUGH & R.S. PATTERSON, 1968. *Entomophthora coronata* as a pathogen of Mosquitoes. *Jnl Invertebr. Path.*, 11 (3) : 507.
- MCGRAY, E.M., R.W. FAY & H.F. SCHOOF, 1970. The bionomics of *Lankesteria culicis* and *Aedes aegypti*. *Jnl Invertebr. Path.*, 16 : 42-53.
- ORMIÈRES, R., 1964. Recherches sur les Sporozoaires parasites des Tuniciers. *Vie Milieu*, 15 (4) : 834-835.
- ROTHMAN, H. et M. WOODHEAD, 1968. Publication trends in biological control. *Nature*, 220 : 1053-1054.
- SHEFFIELD, H.G., P.C.C. GARNHAM & T. SHIROISHI, 1971. The fine structure of the Sporozoite of *Lankesteria culicis*. *J. Protozool.*, 18 (1) : 98-105.
- STAPP, R.R. & J. CASTEN, 1971. Field studies on *Lankesteria culicis* and *Aedes aegypti* in Florida. *Mosquito News*, 31 (1) : 18-22.
- TOUR, S., J.A. RIOUX & H. CROSET, 1970. Systématique et écologie des Microsporidies (Microsporidia-Nosematidae) parasites de larves de Culicides (Diptera-Culicidae). Enquête sur les espèces du Midi

- méditerranéen *Stempellia tuzetae* n. sp. *Annls Parasit. hum. comp.*, 46 (3) : 205-223.
- TUZET, O., J.A. RIOUX & J.F. MANIER, 1964. Le parasitisme fongique chez quelques Nématocères vulnérants. *Bull. Wld Hlth Org.*, Sér. EBL, 25 : 1-6.
- TUZET, O. & J.A. RIOUX, 1960. Les Grégarines des Culicidae, Ceratopogonidae, Simuliidae et Psychodidae. *Bull. Wld Hlth Org.*, Sér. EBL, 66 (50) : 1-18.
- VAGO, C., 1964. Sur la potentialité des germes entomopathogènes en lutte microbiologique. *Revue Path. vég. Ent. agr. Fr.*, 43 (2) : 101-111.
- VAGO, C., 1964. Emploi des virus contre les Insectes nuisibles et possibilités d'adaptation de cette méthode à la lutte contre les vecteurs de maladies. *Bull. Wld Hlth Org.*, 31 : 513-517.
- VAGO, C., 1968. La lutte biologique et ses perspectives contre les Moustiques. Mission interministérielle pour l'aménagement du littoral Languedoc-Roussillon. Conseil scientifique et technique pour la démoustication, Montpellier : 36-44.
- VAGO, C., 1971. Problèmes d'actualité concernant les relations entre germes pathogènes et vecteurs. *Annls Parasit. hum. comp.*, 46 (3bis) : 169-172.
- VAVRA, J., 1969. *Lankesteria barretti* n. sp. (Eugregarinida, Diplocystidae); a parasite of the Mosquito *Aedes triseriatus* (Say) and a review of the genus *Lankesteria* Mingazzini. *J. Protozool.*, 16 (3) : 546-570.
- WALSH, R.D., & C.S. CALLAWAY, 1969. The fine structure of the Gregarine *Lankesteria culicis* Parasitic in the Yellow Fever Mosquito *Aedes aegypti*. *J. Protozool.*, 16 (3) : 536-545.
- WEISER, J., 1968. Guide to field determination of Major Groups of Pathogens and parasites affecting Arthropods of Public Health importance. *Bull. Wld Hlth Org.*, Ser. VBC/68, 59 : 1-11.
- WOODARD, D.B. & H.C. CHAPMAN, 1968. Laboratory studies with the Mosquito Iridescent virus (MIV). *Jnl Invertebr. Path.*, 11 : 296-301.

Reçu le 13 décembre 1971.

ANALYSES D'OUVRAGES

BLONDEL (J.). — *Synécologie des Passereaux résidents et migrants dans le Midi méditerranéen français*. Centre régional de documentation pédagogique, Marseille, 1969. Un volume, 239 p., 32 fig., nombreuses planches incomplètement répertoriées.

C'est ainsi que s'intitule l'excellente thèse de J. BLONDEL. Excellente certes, et séduisante, dès l'abord, par sa présentation et son illustration. Il eut été surprenant que le plan et l'exposé général n'en soient pas à l'avenant.

Le sujet n'est pas simple et il a été bien fouillé par l'auteur. Un compte rendu de ce travail par analyse occuperait plusieurs pages, ce qui, pour plusieurs raisons ne m'est pas possible, mais, il faut l'avouer, ce qui eût été sans doute plus facile.

Il faut indiquer essentiellement les trois grandes divisions de l'ouvrage : I. Description des migrations d'oiseaux dans le bassin méditerranéen. II - Structure qualitative et quantitative des avifaunes nicheuse, migratrice et hivernale sur le cycle annuel. III - Synécologie des avifaunes nicheuse et migratrice dans la région méditerranéenne.

Ainsi le problème est posé dans toute son ampleur et on présuppose toutes les considérations qui découlent des grandes lignes ainsi tracées. Mais cela apparaît dans le résumé très détaillé (p. 198-207) qui est la confluence des idées progressivement formulées dans ce travail.

Nous retiendrons ici les données suivantes : selon qu'elles iront hiverner sous les tropiques ou dans les régions méditerranéennes, « les espèces nicheuses de l'avifaune paléarctique sont en hiver soit strictement insectivores, soit polyphages. La survie hivernale des premières est impossible dans la région paléarctique, même méditerranéenne » (risques de disette). La survie des secondes est possible en raison des conditions bioclimatiques favorables de l'hiver méditerranéen.

« Le Midi méditerranéen joue un rôle de relai pour les migrants au long cours » ; il offre, en automne, la dernière région hospitalière avant de se lancer dans la traversée de la mer, puis celle du Sahara. Au printemps, ils y retrouveront l'énergie nécessaire pour leur permettre le voyage de retour dans leur patrie.

Les régions méditerranéennes jouent donc pour l'avifaune paléarctique un rôle différent, mais comparable à celui de l'Afrique tropicale. Voilà deux régions réceptrices qui exercent un rôle considérable sur cette avifaune, sa richesse et ses caractéristiques.

Ainsi, à plusieurs reprises, J. BLONDEL met l'accent sur le facteur alimentaire, principal responsable de l'existence des migrations d'oiseaux. Je suis un profane, mais j'ai l'audace d'écrire que j'ai des doutes sur la prépondérance de ce facteur et même s'il existe, il ne faut pas le considérer comme un bloc, mais avec toutes ses variations et ses subtilités. Ce facteur apparaît comme un écran qui masque l'immense complexité du reste. J. BLONDEL le sait bien et il l'indique dans ses conclusions. L'influx migratoire est un phénomène qui est d'une immense importance, mais qui apparaît peut-être, cependant, comme le cliché relicté d'une évolution très longue, heurtée et bien souvent mise en péril.

Je ne retrouve pas le passage de sa thèse, où J. BLONDEL exprime son émotion en voyant arriver un matin, à la pointe de Beauduc cette avifaune, atterrissant après avoir franchi la Méditerranée. Comme je le comprends ! Quel immense passé et quelles luttes actuelles résident dans ces corps fragiles !

Belle thèse que celle de J. BLONDEL, étonnamment riche en observations, en méthodes, en réflexions, en illustrations soignées — et dont les lignes ci-dessus ne donnent qu'un aspect léger et insuffisant.

G. PETIT.

M.B. BOUCHÉ. — *Lombriciens de France. Ecologie et Systématique*. Institut National de la Recherche agronomique. Annales de Zoologie-Ecologie animale. Numéro hors-série. 1972.

Ce très bel ouvrage vient combler d'importantes lacunes dans un groupe zoologique dont le rôle en biologie du sol et en agronomie est particulièrement important. Il est divisé en 11 chapitres d'importance égale.

Les techniques d'étude et la morphologie font l'objet de chapitres clairs et précis. La morphologie a été volontairement limitée aux éléments qui sont nécessaires à la compréhension de l'ouvrage et à la détermination des espèces. Pour plus de détail il existe déjà le travail de synthèse d'AVEL dans le traité de zoologie (1959).

La partie systématique est abordée dans un chapitre où est présenté un système de classification légèrement modifié par rapport aux monographies précédentes. Puis les différentes espèces françaises sont étudiées dans un chapitre très important de « taxologie ». L'apport personnel de l'auteur dans la connaissance de la faune française des Lombriciens est considérable. Il suffit de préciser pour en démontrer l'importance que la faune de France se trouve enrichie de 42 espèces dont 35 nouvelles pour la science et de 41 sous-espèces dont 36 sont originales. Ce travail met donc en évidence la nécessité de poursuivre et d'approfondir les recherches faunistiques. C'est une conclusion à laquelle aboutissent tous les morphologistes qui travaillent sérieusement sur les Invertébrés du sol. Chaque espèce est décrite soigneusement, les figures sont grandes et claires, les récoltes bien précisées.

Les chapitres suivants traitent de la description de la recherche des causes de la distribution spatiale de vers de terre (chorologie), de la position et de la fonction des Lombriciens dans le cadre général des écosystèmes (biogéocénotique).

L'ouvrage se termine par des annexes comprenant en particulier la liste des localités et les caractéristiques des 1 526 prélèvements qui ont fourni les espèces de Lombriciens étudiées. Cette longue liste, résultat d'un quadrillage complet de la France, démontre tout le sérieux du travail.

D'une présentation irréprochable, cet ouvrage se présente donc comme la base indispensable de toute recherche ou étude concernant la systématique, l'écologie ou la biologie des Lombriciens, non seulement de France, mais de toute l'Europe.

J. TRAVÉ.

TABLE DES MATIÈRES

TOME XXIII — SÉRIE C

L. BIGOT & P. BODOT. Contribution à l'étude biocoenotique de la garrigue à <i>Quercus coccifera</i> . I. Etude descriptive de l'habitat et de la faune des Invertébrés inventoriés .	15
L. BIGOT & P. BODOT. Contribution à l'étude biocoenotique de la garrigue à <i>Quercus coccifera</i> . II. Composition biotique du peuplement des Invertébrés	229
L. BIGOT & P. BODOT. Contribution à l'étude biocoenotique de la garrigue à <i>Quercus coccifera</i> . III. Dynamique de la zoocoenose d'Invertébrés	251
P. BODOT, cf. L. BIGOT	15
P. BODOT, cf. L. BIGOT	229
P. BODOT, cf. L. BIGOT	251
M.-L. de CASABIANCA. Influence des apports d'eau douce sur la dynamique des populations de Crustacés constructeurs de l'étang de Biguglia, Corse (<i>Corophium insidiosum</i> C., <i>Tanais cavolini</i> M.E., <i>Erichthonius brasiliensis</i> D.)	45
M.-L. de CASABIANCA, A. KIENER & H. HUVE. Biotopes et biocénoses des étangs saumâtres corses : Biguglia, Diana, Urbino, Palo	187
Claude COMBES & Louis-Philippe KNOEPFFLER. Helminthes parasites de <i>Rana ridibunda</i> Pallas sur les rives iraniennes de la mer Caspienne	329
Paul & Arlette DISPONS. Contribution à l'étude de la faune du Roussillon. <i>Holotrichus luctuosus</i> (Mulsant et Mayet) et <i>Reduvius personatus</i> (Linné)	177
L. GÉRY. Notes sur quelques Anostomidae (Pisces, Characoidei) du bassin amazonien	143
H. HUVE, cf. M.-L. de CASABIANCA, A. KIENER	187
Pierre JOLIVET. Le problème des Chironomides (Diptères Nématocères) dans le Languedoc-Roussillon	269

Pierre JOLIVET. Quelques réflexions sur les perspectives actuelles de la lutte biologique contre les Moustiques (Diptera Culicidae)	357
A. KIENER, cf. M.-L. de CASABIANCA & H. HUVE	187
Louis-Philippe KNOEPFFLER, cf. Claude COMBES	329
Jean LESCURE. Contribution à l'étude des Amphibiens de Guyane française. I. Notes sur <i>Atelopus flavescens</i> Duméril et Bibron et description d'une nouvelle espèce ..	125
Jean-Pierre LUMARET. Biologie et écologie d'un Coléoptère carabique <i>Aptinus displosor</i> L. Dufour (famille des Brachinidae)	95
Michel MEAD & Françoise MEAD. Etude de l'orientation chez l'Isopode terrestre <i>Tylos latreillei</i> ssp. Sardous	81
R. MIZOULE, cf. G. PETIT	181
G. PETIT & R. MIZOULE. En douze ans le « Crabe chinois » n'a pu réussir son implantation dans les lagunes du Languedoc	181
Henri SAEZ. Terrain pulmonaire, survie ou parasitisme fongique : résultats de l'examen de 134 Primates	335
Hubert SAINT GIRONS. Le cycle sexuel de <i>Vipera aspis</i> (L.) en montagne	309
Robert SIBOULET. Morphologie crânienne de <i>Bufo mauritanicus</i> Schlegel 1841	291
Bernard THIÉBAUT. De la répartition du Hêtre et du Chêne sessile dans le massif de l'Agoût	1
Michel VINCENT. Preferendum ionique des Amphipodes épigés du Centre-ouest	65

RECOMMANDATIONS AUX AUTEURS

Les auteurs sont priés de se conformer aux indications suivantes :

1) TEXTE.

Les manuscrits, dactylographiés en double interligne sur le recto seulement des feuilles numérotées ne doivent pas excéder 20 pages, et seront présentés, en double exemplaire, sous leur forme définitive. Les noms propres doivent être en capitales ou soulignés d'un double trait, les noms scientifiques (genres, espèces ou sous-espèces) d'un seul trait.

Le titre du manuscrit doit être suivi du prénom usuel et du nom du ou de chacun des auteurs, ainsi que de l'adresse (ou des adresses) du laboratoire dans lequel a été effectué le travail. Un sommaire en anglais doit figurer en début du texte, et deux résumés, l'un en français, l'autre en allemand à la fin du texte. Dans le cas d'un article en langue étrangère, un résumé sera dans la langue de l'article, l'autre en français. Ils seront conformes au Code du bon usage en matière de publications scientifiques (UNESCO/NS/177). Un titre courant (45 signes et espaces), pour haut de page doit être fourni.

Les références bibliographiques seront groupées à la fin du texte dans l'ordre alphabétique des noms d'auteurs; elles doivent être conformes au modèle suivant :

FOREST, J. & L.-B. HOLTHUIS, 1960. The occurrence of *Scyllarus pygmaeus* (Bate) in the mediterranean. *Crustaceana*, 1 (2) : 156-163.

PRUVOT, G., 1895a. Coup d'œil sur la distribution générale des Invertébrés dans la région de Banyuls (golfe du Lion). *Archs Zool. exp. gén.*, 3 (3) : 629-658.

Le titre des périodiques doit être abrégé d'après les règles internationales.

2) ILLUSTRATIONS.

Les dessins devront être exécutés à l'encre de Chine sur papier calque assez fort, bristol, carte à gratter, papier millimétré bleu. Lettres et chiffres seront soigneusement écrits, et suffisamment grands pour qu'ils demeurent lisibles après la réduction. Les clichés photographiques seront en principe reproduits sans réduction, soit au format de 105 x 160 mm environ.

Le nombre des Tableaux et Figures doit être réduit au maximum.

Le numéro d'ordre des figures sera indiqué au crayon bleu sur les originaux ou au dos des clichés photographiques. Le texte des légendes sera placé à la fin du manuscrit sur feuilles séparées, et non sur les figures.

3) EPREUVES ET TIRÉS A PART.

Un jeu d'épreuves accompagné du manuscrit est envoyé aux auteurs qui doivent retourner l'ensemble après correction et indication de la place des illustrations dans le texte, dans un délai maximum de 15 jours.

Cinquante tirés à part sont offerts aux auteurs. Les exemplaires supplémentaires, facturés directement par l'imprimeur, doivent être commandés dès réception de l'imprimé spécial joint aux épreuves.

VIE ET MILIEU

BULLETIN DU LABORATOIRE ARAGO

SÉRIE C : BIOLOGIE TERRESTRE

VOLUME XXIII

YEAR 1972-73

PART 2 - C

CONTENTS

M.-L. de CASABIANCA, A. KIENER & H. HUVE. Biotops and biocenoses of the brackish lagoons of Corsica : Biguglia, Diana, Urbino, Palo	187
L. BIGOT & P. BODOT. A contribution to the biocenotic study of the garrigue characterized by <i>Quercus coccifera</i> . II. Biotic composition of the populations of Invertebrates	229
L. BIGOT & P. BODOT. A contribution to the biocenotic study of the garrigue characterized by <i>Quercus coccifera</i> . III. Dynamics of the zoocenose of Invertebrates	251
Pierre JOLIVET. The problem of the Chironomids (Diptera Nematocera) in the Languedoc-Roussillon	269
Robert SIBOULET. Cranial morphology of <i>Bufo mauritanicus</i> Schlegel 1841 .	291
Hubert SAINT GIRONS. The sexual cycle of <i>Vipera aspis</i> in the mountains .	309
Claude COMBES & Louis-Philippe KNOEPFFLER. Parasitical Helminths of <i>Rana ridibunda</i> Pallas on the shores of the Caspian sea	329
Henri SAEZ. Pulmonary medium, survival or fungous parasitism : results of the examination of 134 Primates	335
Pierre JOLIVET. Considerations about the biological fight against the Mosquitoes (Diptera Culicidae)	357
<i>Book reviews</i>	367

MASSON & Co

120, Bd St-Germain, 75230 PARIS CEDEX 06

Published Bi-monthly