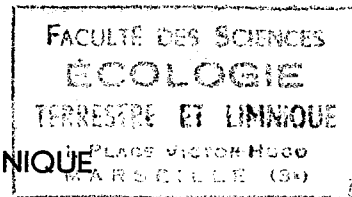


DONATION **D. SCHACHTER**  
FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE  
LABORATOIRE D'ÉCOLOGIE TERRESTRE ET LIMNIQUE



**Etude écologique et biologique de l'Isopode  
SPHAEROMA HOOKERI LEACH  
dans les eaux de la DURANÇOLE (Bouches-du-Rhône)**

THÈSE DE TROISIÈME CYCLE D'ÉCOLOGIE

*Présentée par*

**MADAME J. TALIN**

FÉVRIER 1968

**JURY**

Président : MM. le Professeur ABELOOS  
Examineurs :                   »   MOLINIER  
                                      »   TIMON-DAVID  
Madame                        »   SCHACHTER

no 342  
St. Jérôme

Au seuil de cette thèse, je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à ceux qui m'ont aidée et conseillée dans ce travail.

Monsieur le Professeur ABELOOS a bien voulu m'accueillir dans son laboratoire, et par son enseignement et ses directives, m'a permis d'entreprendre mes recherches. Qu'il veuille trouver ici l'expression de mes remerciements les plus respectueux et les plus sincères.

Je dois une grande reconnaissance à Madame SCHACHTER qui dès le début, s'est intéressée à mon travail, et m'a si souvent aidée en de nombreuses occasions.

Je tiens aussi à remercier Monsieur le Professeur MOLINIER et Monsieur le Professeur TIMON-DAVID d'avoir bien voulu faire partie de ce jury de thèse.

Enfin, je remercie Mademoiselle ILLY, qui m'a apportée son aide dans de nombreux domaines, ainsi que tous les membres du laboratoire d'Ecologie, auprès desquels j'ai toujours trouvé compréhension et sympathie.

ETUDE ECOLOGIQUE ET BIOLOGIQUE DE L'ISOPODE SPHAEROMA HOOKERI  
LEACH DANS LES EAUX DE LA DURANÇOLE (BOUCHES-DU RHONE)

---

INTRODUCTION.

- I. DONNEES HISTORIQUES.
- II. LA DURANÇOLE : DESCRIPTION DU MILIEU.

- A - Topographie.
- B - Origine des eaux.
- C - Facteurs physico-chimiques.
  - 1°/ Caractères physiques :
    - a) Température.
    - b) Transparence de l'eau.
  - 2°/ Facteurs chimiques.

Conclusion.

CHAPITRE I - MORPHOLOGIE ET DEVELOPPEMENT.

- I. CARACTERES MORPHOLOGIQUES DES SPHAEROMA HOOKERI LEACH.

Introduction.

- 1°/ Morphologie comparée des stades adultes de diverses origines.
- 2°/ Morphologie des stades juvéniles de la Durançole. Description des stades.

- II. RYTHME DES MUES AU COURS DU DEVELOPPEMENT POST-EMBRYONNAIRE.

- 1°/ Elevages de Sphéromes de la Durançole.
- 2°/ Elevages de Sphéromes du Vaccarès.
- 3°/ Résumé et discussion.

- III. ETUDE BIOMETRIQUE DE LA CROISSANCE.

- 1°/ Etude de la croissance des Sphéromes de la Durançole.

A - Accroissement relatif.

B - Etude du telson :

- a) Croissance relative de LT en fonction de LT.
- b) Croissance relative de U en fonction de LT.

C - Croissance relative des antennes et antennules A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub> en fonction de Ey.

- 2°/ Comparaison biométrique des stades juvéniles des populations de la Durançole et du Vaccarès :

- a) Croissance relative de LT et U en fonction de LT.
- b) Croissance relative de A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub> en fonction de Ey.

- IV. RESUME ET CONCLUSION DU CHAPITRE I.

## CHAPITRE II - STRUCTURES DEMOGRAPHIQUES ET CYCLE BIOLOGIQUE.

### I. CYCLE BIOLOGIQUE DES SPHEROMES DE LA DURANÇOLE.

- 1°/ Méthode.
- 2°/ Résultats.
- 3°/ Fréquence des tailles. Cas des femelles gestantes.
- 4°/ Cycle évolutif. Longévité.

### II. ETUDE COMPARATIVE DU CYCLE BIOLOGIQUE DES SPHEROMES DANS LA DURANÇOLE, EN CAMARGUE ET DANS LA BALTIQUE.

- 1°/ Fréquence des tailles :  
Comparaison des populations de la Durançole et du Vaccarès.
- 2°/ Période de reproduction.
- 3°/ Nombre de pontes.
- 4°/ Nombre de jeunes par portée.
- 5°/ Sex-ratio.

### III. RESUME ET CONCLUSION DU CHAPITRE II.

## CHAPITRE III - RECHERCHES EXPERIMENTALES SUR L'ACTION DES FACTEURS DU MILIEU SALIN.

Technique d'élevage.

### I. INFLUENCE DE L'ACTION DU CHLORE SUR LES SPHAEROMA HOOKERI LEACH DE LA DURANÇOLE.

A - Dilutions d'eau de mer.

Résultats obtenus. 1ère série d'expériences,  
2ème série d'expériences.

B - Concentration en Cl à partir de l'eau de la Durançole.

### II. ETUDE COMPARATIVE DE L'INFLUENCE DU CHLORE SUR TROIS POPULATIONS DE SPHEROMES (DURANÇOLE, LAVALDUC et VACCARES).

Résultats obtenus.

### III. INTERVERSION DES MILIEUX.

1°/ Méthode.

2°/ Résultats obtenus.

### IV. INFLUENCE DES IONS $Ca^{++}$ SUR LES SPHEROMES DE LA DURANÇOLE.

1°/ Action des ions  $Ca^{++}$  dans les dilutions d'eau de mer.

a) Sphéromes de la Durançole.

b) Etude comparative (Durançole, Lavalduc, Vaccarès).

2°/ Action des ions  $Ca^{++}$  dans l'eau de la Durançole.

### V. RESUME ET CONCLUSION DU CHAPITRE III.

RESUME ET CONCLUSION GENERALE.

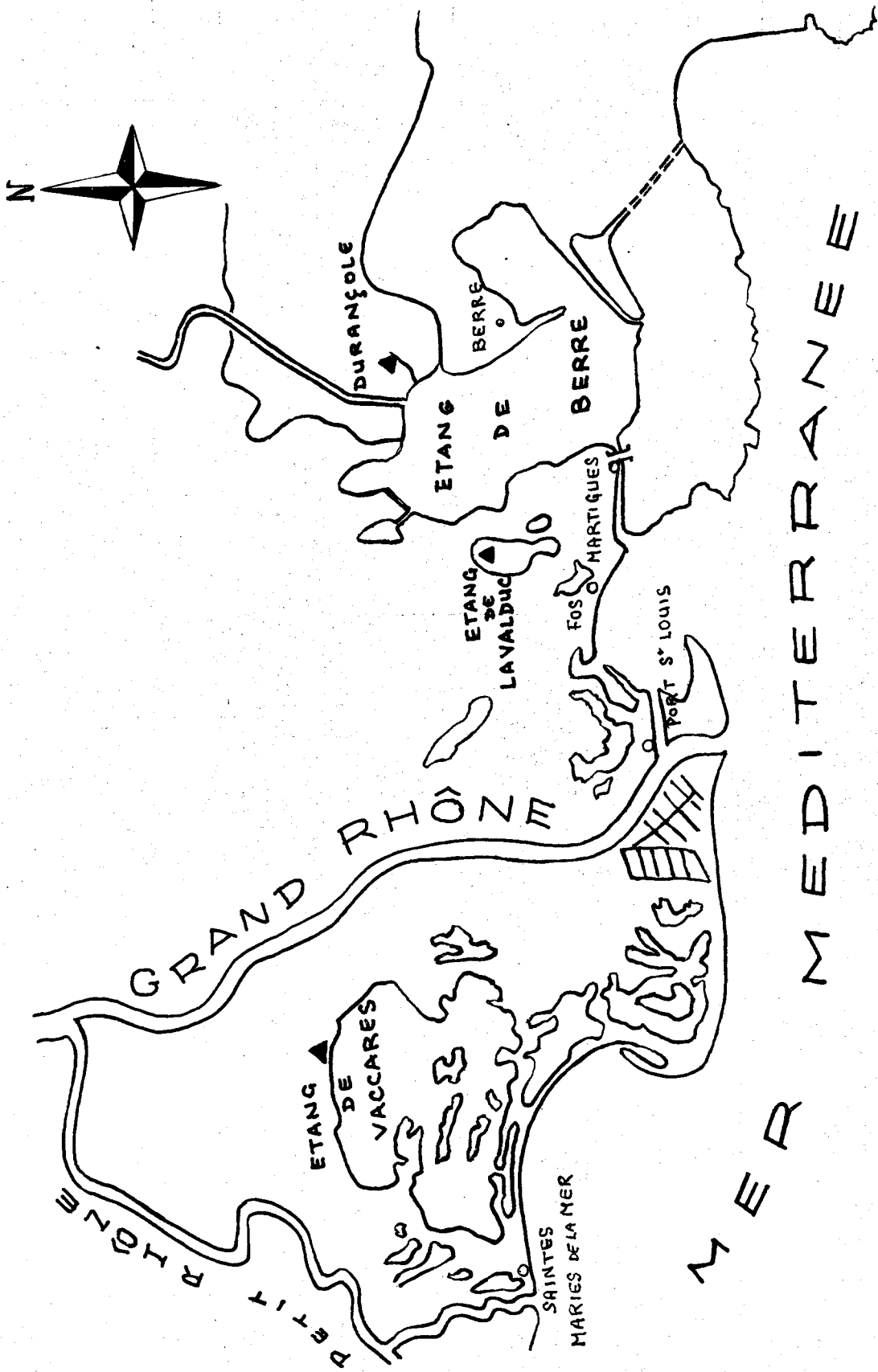
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.

## I N T R O D U C T I O N

Sphaeroma hookeri Leach, espèce commune dans les eaux oligo et mésohalines, forme des populations abondantes dans les étangs littoraux méditerranéens. La biologie de cette espèce commence à être mieux connue car elle a fait l'objet de plusieurs travaux. Ainsi A. GIRAUD (1961), en reprenant les travaux de KINNE (1954) a étudié l'écologie et le cycle biologique des Sphéromes du delta du Rhône.

En 1963, RAZAKANDISA, prospecte la source thermale de la Durançole, petit cours d'eau légèrement salé du bassin de l'Etang de Berre et mentionne la présence d'une population de Sphaeroma hookeri Leach. Dans une publication ultérieure, SCHACHTER, RAZAKANDISA et KERAMBRUN (1964) en reprennent la description et notent quelques différences morphologiques, biologiques et physiologiques entre cette population isolée et celles du delta du Rhône.

Il nous a semblé intéressant de reprendre et d'approfondir l'étude écologique et biologique de cette population vivant dans un milieu original de température constante (18°) très légèrement salé (0,5 g/l) dont le rapport Ca/Cl est très élevé (15 à 25).



I - DONNEES HISTORIQUES SUR L'ESPECE SPHAEROMA HOOKERI LEACH.

Souvent confondue avec une espèce très voisine, Sphaeroma rugicauda Leach, l'espèce Sphaeroma hookeri Leach a un passé taxinomique assez confus. C'est en 1814 que LEACH décrit pour la première fois cette espèce, d'après des exemplaires recueillis à SUFFOLK.

Depuis, de nombreux auteurs l'ont décrite, parfois sous des noms différents comme Sphaeroma fossarum (Von MARTENS), ou Sphaeroma bolivari (BUEN, 1887).

L'espèce Sphaeroma hookeri Leach est successivement signalée dans de nombreuses régions et son aire géographique de répartition s'avère assez large : mer du Nord, Irlande, Baltique, Littoral Atlantique, Golfe de Gascogne et tout le pourtour méditerranéen : Maroc, Algérie, Tunisie, Italie, Espagne, Corse France. Les Sphéromes peuplent les lagunes littorales et les estuaires.

MONOD, en 1931, publie une monographie sur les espèces méditerranéennes de la famille des Sphéromides.

Il donne les caractères séparant Sphaeroma rugicauda Leach de Sphaeroma hookeri Leach : présence de carènes ou de tubercules sur le pléotelson, etc... S'attachant à la morphologie de Sphéromes de provenances diverses, il note par rapport à l'espèce-type, des variations, des modifications de détails des divers appendices, pléopodes, uropodes, maxillipèdes, etc...

En 1954, KINNE sort du cadre de la systématique et publie un travail sur la biologie et l'écologie des Sphaeroma hookeri Leach du port de KIEL.

A l'aide de prélèvements mensuels, il précise le cycle biologique de cette population et il constate un repos sexuel prolongé, d'Octobre à Avril, puis deux périodes de ponte, en

Juin et en Août auxquelles correspondent de nombreuses larves. Pendant tout l'hiver, la population est réduite, la reproduction et la croissance sont interrompues et ne reprennent qu'au printemps.

Peu après (1956), JENSEN publie des observations sur les Sphaeroma hookeri Leach du port sud de COPENHAGUE.

En comparant avec ceux de KIEL, il relève dans le milieu étudié un certain décalage du cycle biologique, des différences de taille et de fécondité. La température, plus élevée à KIEL qu'à COPENHAGUE semble jouer un rôle actif dans la reproduction et la croissance, ce qui explique les différences constatées par JENSEN.

Les populations du littoral méditerranéen français ont été étudiées depuis quelques années. En 1961, A.GIRAUD-LAPLANE a effectué un intéressant travail sur l'écologie des Sphéromes du delta du Rhône.

Cet auteur essaie de dégager les caractéristiques de ces populations méridionales en comparant leur cycle biologique à celui des populations de KIEL et de COPENHAGUE. En effet, les hivers moins rigoureux de nos régions permettent une période de reproduction plus longue. Ainsi GIRAUD-LAPLANE a mis en évidence qu'en Camargue, le repos sexuel durait, au plus, cinq mois, et qu'il y avait deux périodes de ponte, en Mars d'abord, ensuite pendant les mois d'été.

De plus, après une étude morphologique assez complète, reprenant les descriptions faites par MONOD, elle a abordé des recherches expérimentales sur l'action des facteurs du milieu. Elle a étudié l'action de la salinité et de la température sur les adultes et sur les larves afin d'analyser le déterminisme de la répartition de cette espèce par rapport à l'espèce marine Sphaeroma serratum Fabr.

En 1963, N. RAZAKANDISA, effectue un travail sur le

cours d'eau de la Durançole, situé près de l'Etang de Berre. L'analyse physicochimique de ces eaux révèle un milieu particulier, pauvre en Cl (0,5 g/l Cl) riche en Ca<sup>++</sup> (100 mg/l) et une température constante (18°).

Cependant, en établissant la liste faunistique complète elle note la présence d'espèces qui vivent habituellement dans des eaux saumâtres, dont Sphaeroma hookeri Leach. Une étude plus approfondie a mis en évidence des particularités morphologiques propres à cette population de Sphéromes, en comparaison avec les formes de l'Etang du Vaccarès, décrites par GIRAUD-LAPLANE.

Déjà, en 1962, après avoir examiné des Sphaeroma hookeri Leach en provenance de l'Etang du Canet (Roussillon), LEJUEZ propose de reconnaître au sein de cette espèce considérée jusqu'alors comme monotypique deux formes géographiques distinctes ; il décrit alors une sous-espèce "mediterranéa" devant rassembler par ses caractéristiques morphologiques toutes les populations du littoral méditerranéen en opposition avec une sous-espèce "hookeri" correspondant aux formes des côtes atlantiques et d'Europe Occidentale.

LEJUEZ a aussi effectué de nombreux travaux sur les Sphéromes de la région de ROSCOFF, études morphologiques et génétiques, basées sur le polychromatisme de ces espèces. Ayant approfondi la description de trois types colorés signalés par KINNE, il a obtenu en laboratoire des croisements entre Sphaeroma hookeri Leach, Sphaeroma monodi Bocquet, Hoestlandt Levi et Sphaeroma rugicauda Leach et montré avec ces hybrides, les principaux phénotypes et les phénotypes mixtes.

En 1964, KERAMBRUN s'est attaché à l'étude du polychromatisme des populations des Sphéromes recueillis dans plusieurs étangs méditerranéens (Vaccarès, Biguglia, Lavalduc) et de la Durançole. Il met en évidence onze phénotypes dans l'Etang de Biguglia, neuf phénotypes en Camargue et quatre seulement

dans la Durançole. Cette population présente deux phénotypes principaux : "INVERSUM" et "DISCRETUM" et deux mutants triflavolineatum et bilineatum témoignant ainsi d'une pauvreté génotypique caractéristique.

Ces critères morphologiques et biologiques ont été complétés par une étude physiologique portant sur le métabolisme respiratoire (D. SCHACHTER, DE CASABIANCA, TALIN, 1965). Des mesures de consommation d' $O_2$  ont été effectuées sur des Sphaeroma hookeri Leach recueillis dans divers milieux lagunaires (Etangs de Vaccarès, Lavalduc et Biguglia (Corse) et dans les sources thermales de la Durançole et de Font Estramer (Roussillon).

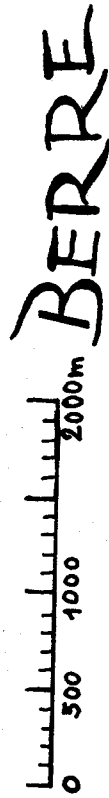
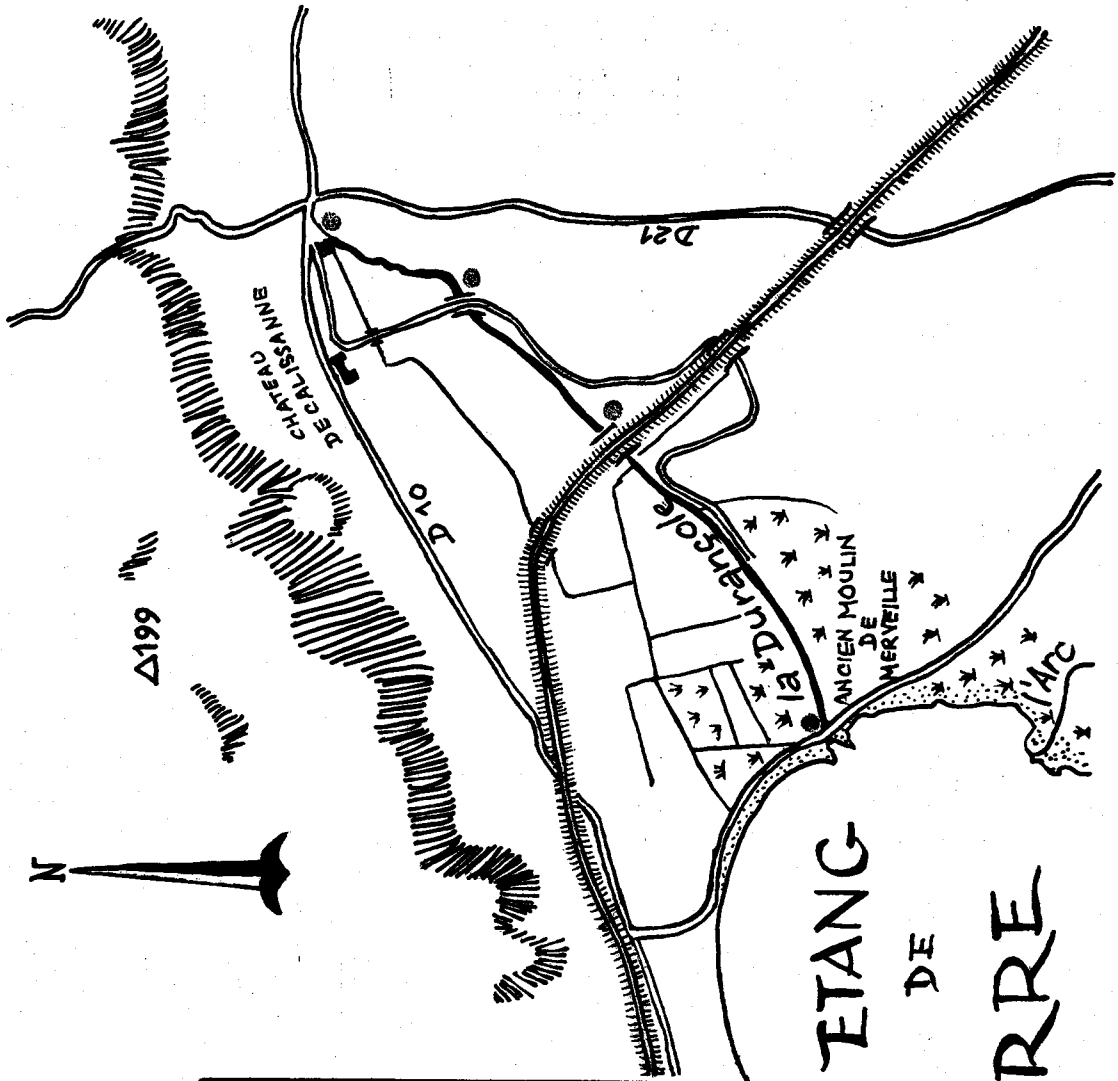
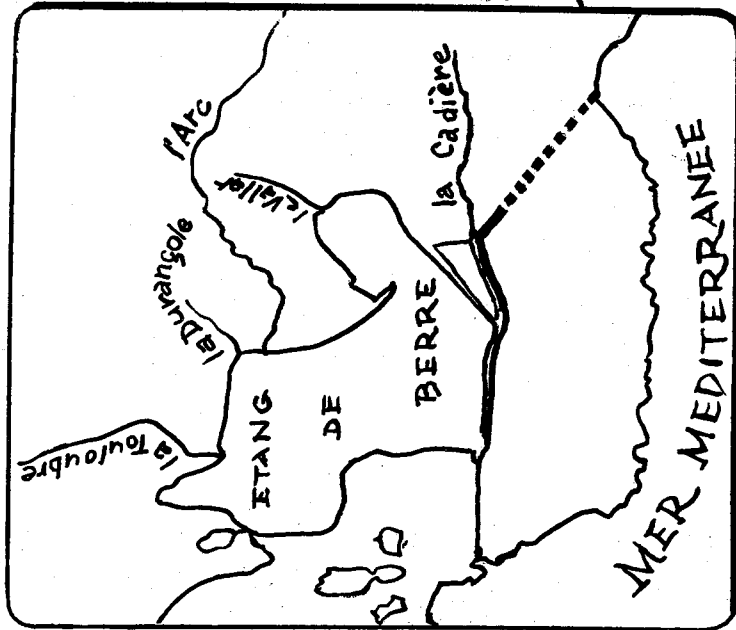
Alors que dans leurs milieux d'origine les mesures obtenues avec des Sphéromes de même poids montrent des valeurs similaires, les consommations d' $O_2$  sont modifiées par l'intervention de ces milieux. L'analyse de ces résultats met en évidence que l'intensité respiratoire est exaltée ou réduite, d'une population à l'autre selon les milieux étudiés.

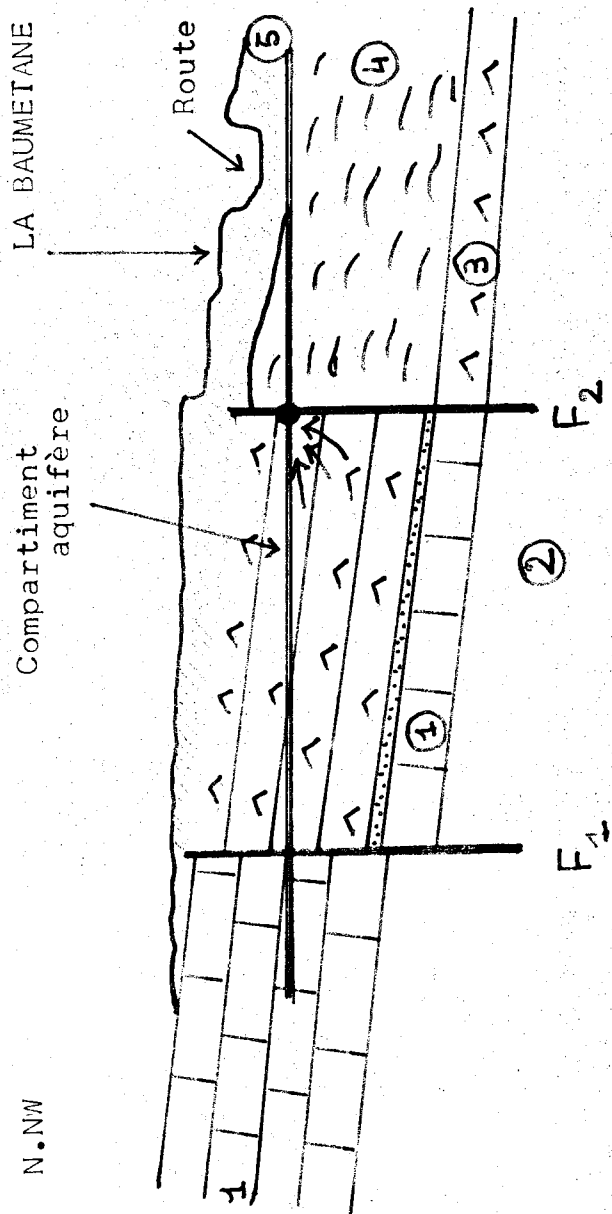
Dans d'autres dilutions d'eau de mer, ainsi que sous l'influence de températures variées, les consommations de  $O_2$  des formes des eaux thermales sont nettement différentes de celles des individus des eaux méso et oligohalines des étangs.

Ces expériences mettent en évidence un comportement distinct des formes étudiées en présence de conditions de milieu semblables. Les Sphéromes, séparés en populations distinctes, ont suivi une course divergente sous l'influence de milieux particuliers; l'isolement physiologique s'est ajouté à l'isolement géographique.

Enfin, en 1964, D. SCHACHTER, RAZAKANDISA, KERAMBRUN publient une première étude biologique et écologique de la population de Sphéromes de la Durançole, qui, bien que sommaire, se révèle intéressante en ouvrant la voie à une recherche biologique plus approfondie.

# la Durangole





- 1 - Urganien
- 2 - Sables et Grès Turoniens
- 3 - Sénonien à Hippurites
- 4 - Valdo-fuvelien imperméable
- 5 - Formations récentes des pentes
- Coupe schématique du versant méridional du chaînon de La FARE ( d'après C.GOUVERNET).

## II - LA DURANÇOLE : DESCRIPTION DU MILIEU

### A - TOPOGRAPHIE.

La Durançole est une petite rivière sans affluent, de 4 kilomètres de long, qui fait partie du bassin de l'Etang de BERRE. Elle est située dans le domaine de CALISSANE, entre la R.D. 7 et l'Etang de BERRE où elle se jette.

Orientée Nord-Est, Sud-Ouest, parallèlement aux collines de Ste Colombe, la Durançole est endiguée dans son cours inférieur et elle traverse une zone marécageuse avant de se jeter dans l'étang. Elle est alimentée par une source thermique (18° en moyenne) et son débit varie peu au cours de l'année (1 m<sup>3</sup>/s en moyenne). Son lit a une largeur de 3 mètres environ et sa pente totale est de 20 mètres. Les berges sont bordées de cannes de provence (Arundo donax) et sont assez abruptes, le courant est rapide et le fond souvent vaseux, ou sableux.

Ce cours d'eau sert à l'irrigation du domaine.

### B - ORIGINE DES EAUX.

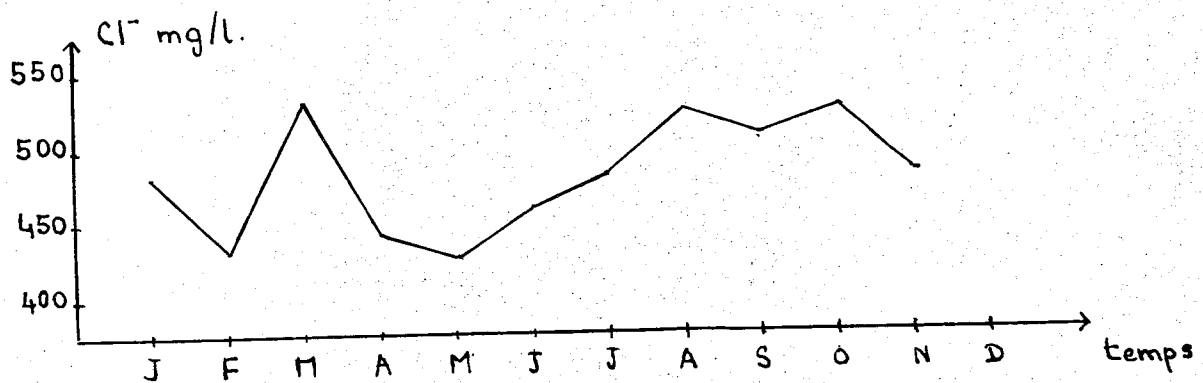
En 1959, une étude effectuée par M. GOUVERNET sur la basse vallée de l'Arc a montré que l'alimentation de la nappe alluviale était principalement assurée par un déversement des eaux du gîte crétacé de la FARE-COUDOUX. Le principal exutoire de ces eaux souterraines est la source de CALISSANE. La présence d'un certain taux de chlorures (0,48 g/l) laisse supposer une origine assez profonde d'une partie des eaux provenant d'un horizon triasique.

# DURANÇOLE

## Facteurs Physico-Chimiques

	t°	Cl <sup>-</sup> mg/l.	Ca <sup>++</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l
Jan	16°5	448	118	32,8
Fév	16°8	437	87,7	15,5
Mars	17°4	527	95,7	24
Avr	18°	447	64,6	30,4
Mai	18°2	426	68	32,7
Juin	18°5	460	89,5	25,2
Juil	19°3	476	105,2	41
Aôut	19°	520	109,5	39,5
Sept	19°5	510	107,5	33,5
Oct	18°6	525	83,3	18,4
Nov	17°2	480	111,2	28,8
Déc	16°9	479	92	31

Variations annuelles de la Teneur en Cl<sup>-</sup>



C - FACTEURS PHYSICO-CHIMIQUES.

1°/ Caractères physiques.

a - La température.

Elle est à peu près constante pendant toute l'année. Elle oscille autour de 18°C, et les températures extrêmes relevées sont 16°,5 et 19°,5, soit une amplitude de 3° seulement.

De plus, la température de l'eau ne varie pas beaucoup de la source à l'embouchure (1° en moyenne) ceci est probablement dû à des résurgences situées sur le trajet de cette rivière.

Cette constance de la température, qui fait l'originalité de ce cours d'eau jouera certainement un rôle important.

L'étude comparative des températures des étangs de Vaccarès, de Lavalduc et de la Durançole montre bien la différence notable de régime de la Durançole qui est une source thermique, et des étangs qui sont soumis aux variations de la température extérieure, en fonction des saisons.

(Tableau Pl. I et Courbe Pl. II)

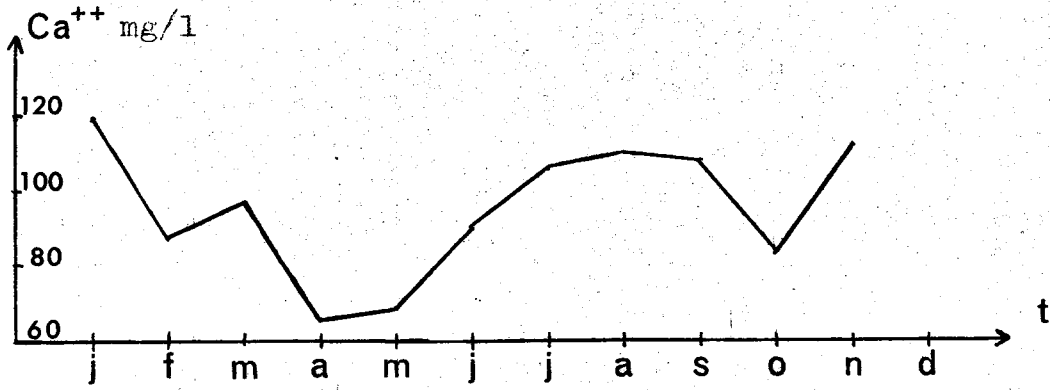
b - Transparence de l'eau.

L'eau est claire en toute saison, ce qui est favorable à la végétation. Seulement, le courant, qui est assez violent, limite l'expansion des plantes aquatiques sur les berges (0,66 m/s en moyenne).

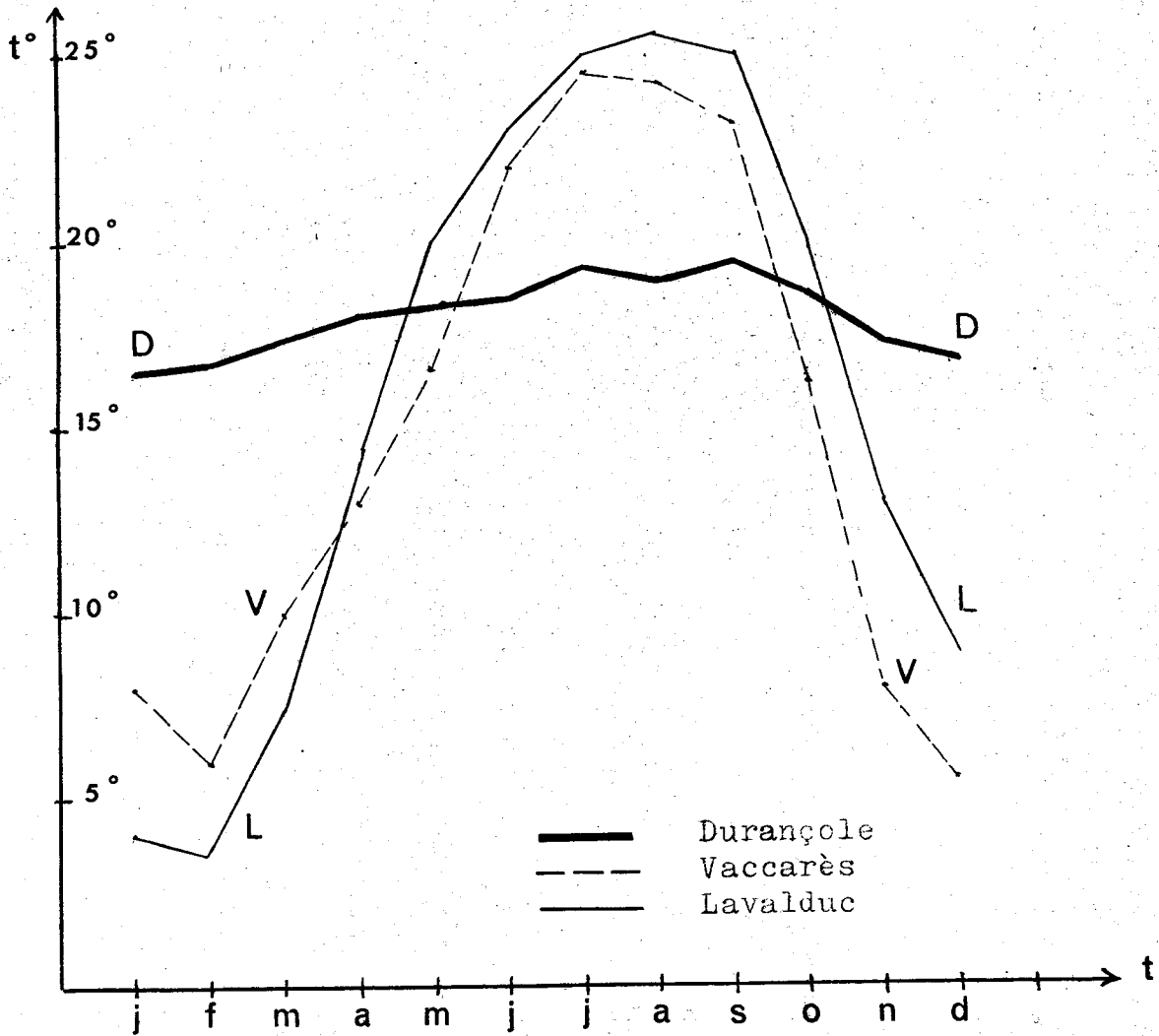
Les Sphéromes, très peu nombreux et disséminés tout le long du cours d'eau cherchent les zones les plus calmes et les plus protégées. Ils se réfugient sous les pierres, entre les rhizomes des cannes et les plantes aquatiques.

Teneur en Ca<sup>++</sup> (1965/66)

II



Régime des Températures



2°/ Facteurs chimiques.

Lors de chaque relevé mensuel de la population de Sphéromes des échantillons d'eau ont été prélevés et analysés : les teneurs en Cl, Ca<sup>++</sup> et Mg<sup>++</sup> ont été notées tous les mois et quelques analyses complètes ont été effectuées.

Les résultats obtenus sont conformes à ceux de N. RAZAKANDISA qui a fait une étude chimique du milieu très complète.

Les dosages de Cl, Ca<sup>++</sup> et Mg<sup>++</sup> montrent que ces facteurs varient peu au cours de l'année : le taux de Cl varie entre 0,426 et 0,527 g/l (courbe Pl.I), le taux de Ca<sup>++</sup> de 64,6 à 118 mg/l (courbe Pl. II).

Si on compare les teneurs en Ca<sup>++</sup> et en Cl<sup>-</sup>, on note que le rapport  $\frac{Ca^{++}}{Cl} \times 100$  est nettement plus élevé dans la Durançole que dans les collections d'eaux saumâtres du littoral méditerranéen, tels que les Etangs du Vaccarès, de Lavalduc, de l'Olivier, etc...

En effet, dans la Durançole, ce rapport  $\frac{Ca^{++}}{Cl} \times 100$  varie entre 15 et 26, alors que dans le Vaccarès il est de 4,40 environ, de 7,6 pour Lavalduc et de 2,17 pour l'eau de mer.

CONCLUSION.

De par sa très faible salinité (0,48 g/l, Cl) son taux élevé de Ca<sup>++</sup> (64 à 120 mg/l) et son rapport  $\frac{Ca}{Cl} \times 100$ , ce cours d'eau représente un milieu totalement différent de tous les autres milieux saumâtres ou dulcaquatiques et la constance de la température (18°) ajoute un caractère particulier et original.

C H A P I T R E I

MORPHOLOGIE ET DÉVELOPPEMENT

I - CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DES SPHAEROMA HOOKERI LEACH.

1°/ Morphologie comparée des stades adultes.

C'est en comparant la morphologie des Sphéromes provenant de diverses populations du pourtour méditerranéen que MONOD en 1931, puis GIRAUD-LAPLANE, LEJUEZ (1962) SCHACHTER, RAZAKANDISA, KERAMBRUN (1964), SCHACHTER, DE CASABIANCA, KERAMBRUN (1965) ont mis en évidence de nombreuses variations morphologiques au sein de l'espèce Sphaeroma hookeri Leach.

Les caractères distinctifs de ces populations se rapportent à divers appendices : péréiopodes, pléopodes, uropodes, pièces buccales, forme du telson, sétosité, etc...

GIRAUD-LAPLANE dans son travail, compare les Sphéromes de Camargue aux types décrits par MONOD : "Les Sphaeroma hookeri Leach des étangs du littoral méditerranéen français peuvent être considérés comme constituant un type particulier. On peut noter que ce type se rapproche le plus des Sphéromes des Etangs de PAESTUM et de PATRIA (Italie)". Les Sphéromes de l'Etang du CANET (Roussillon), décrits en 1962 par LEJUEZ ont permis, à celui-ci, de définir une sous-espèce "méditerranéa".

En 1965, SCHACHTER, DE CASABIANCA et KERAMBRUN signalent les caractères différentiels qui suffisent à séparer les formes de l'Etang de Biguglia, en Corse, de celles du littoral provençal, par exemple : la présence d'une épine sur l'appendix masculina (pléopode II). La description des Sphéromes de la

Durançole, commencée en 1963 par RAZAKANDISA, puis terminée en 1964 par SCHACHTER, RAZAKANDISA, KERAMBRUN met aussi en évidence des variations morphologiques particulières à cette population.

Ces descriptions permettent d'établir un tableau général regroupant tous ces caractères distinctifs, qui montre ainsi d'une façon claire l'éventail morphologique présenté par l'espèce Sphaeroma hookeri Leach dans plusieurs populations du littoral méditerranéen français (Camargue, Corse, Durançole, Languedoc). (p. 11 à p. 14).

Tableau comparatif - Morphologie des adultes.

Toutes les études citées ont été faites d'après des Sphéromes adultes (mâles de 7 mm environ), qui possèdent leurs caractères, leur pigmentation et leur sétosité définitifs. Par contre, la morphologie des stades juvéniles a été moins étudiée, aussi nous nous proposons d'effectuer une description détaillée de ces stades.

2°/ Etude morphologique des stades juvéniles de la Durançole.

Rappelons brièvement qu'il existe quatre stades embryonnaires (déjà étudiés en 1954 par KINNE) pendant lesquels l'embryon se développe dans les poches incubatrices de la femelle (stades 1 et 2), puis dans le marsupium, formé par l'entrecroisement des oostégites. Une mue inaugure ce quatrième stade embryonnaire ; les jeunes Sphéromes ont déjà la conformation générale de l'adulte mais ils ne possèdent que six paires de périopodes. Les larves quittent alors le marsupium maternel et commencent leur vie libre.

DURANÇOLE *	VACCARES *
<u>Pléotelson.</u>	<u>Pléotelson.</u>
: Forme convexe dans la partie : : proximale s'aplatissant brus- : : quement à la partie distale. : : Ornementation tergale : : tubercules fusionnés deux à : : deux formant un début de : : carènes-granulations éparses. :	: Surface tergale légèrement : : convexe. La partie postérieure : : est concave et s'effile. : : Deux rangées parallèles de 4 : : à 5 tubercules. Jamais de : : carènes. : : granulations assez denses. :
<u>Maxillipède.</u>	<u>Maxillipède.</u>
: Endite très large, avec plus : : d'épines plumeuses. : : Les 4 articles du palpe sont : : à lobes saillants, assez gros. :	: Endite étroit, rectangulaire : : peu de soies et d'épines. : : Les 4 articles du palpe sont : : plus détachés, plus saillants. :
<u>Péréiopode I.</u>	<u>Péréiopode I.</u>
: Assez grêle. : : Basipodite sans soies. :	: Robuste, plus trapu. : : Basipodite sans soies, ou très : : rarement. :
: Sur le bord externe : : Ischiopodite 8 à 14 soies. : : Méropodite 4 à 8 soies. : : Carpopodite 4 soies : : Sur le bord interne : : soies très courtes, peu nom- : : breuses. :	: Sur le bord externe : : Ischiopodite 3 à 5 soies. : : Méropodite 4 à 8 soies. : : Carpopodite 2 soies. : : Sur le bord interne : : soies courtes, en franges : : épaisses. :

\* N. RAZAKANDISA, 1963.

\* GIRAUD-LAPLANE, 1962.

BIGUGLIA *	LE CANET *
<u>Pléotelson.</u>	<u>Pléotelson.</u>
Forme convexe dans la partie proximale, ayant une petite concavité sub-distale et s'effilant dans la partie terminale.	Le pléotelson, convexe dans la partie proximale s'estompe brusquement dans la partie moyenne et léger retroussement distal.
Tubercules en deux rangées parallèles: un gros tubercule postérieur précédé de 3 à 4 tubercules dont deux sont fusionnés.	Tubercules alignés en deux rangées assez nettes surtout dans la partie antérieure du pléon.
Très peu de granulations.	
<u>Maxillipède.</u>	<u>Maxillipède.</u>
Endite étroit et effilé portant de nombreuses soies touffues, courtes et plumeuses.	Lobes du palpe saillants. Soies assez courtes. Endite assez étroit.
<u>Péréiopode I.</u>	<u>Péréiopode I.</u>
Assez grêle dans la partie distale.	Assez trapu,
Basipodite pourvu d'une large couronne de soies fines dans sa partie proximale.	Basipodite : soies fines, peu nombreuses, en touffe.
Ischiopodite : 3 à 7 soies.	Ischiopodite : 5 à 8 soies.
Méropodite : 2 soies.	Méropodite : 8 à 10 soies.
Carpopodite : 2 soies.	Carpopodite : 2 soies développées dans la partie distale plus 2 réduites.
Sur le bord interne : soies courtes et peu nombreuses.	Sur le bord interne : soies assez courtes, peu nombreuses.

\* D. SCHACHTER, M. L. DE CASABIANCA, KERAMBRUN, 1965.

\* R. LEJUEZ, 1962-1966.

DURANÇOLE	VACCARES
<u>Pléopode II.</u>	<u>Pléopode II.</u>
L'endopodite du mâle porte un appendix masculina en forme de spatule plus long que l'endopodite. Soies plumeuses un peu plus courtes.	L'endopodite porte un appendix masculina long et renflé à sa base. Les soies plumeuses sont longues, dépassant la spatule de l'appendix.
<u>Pléopode III.</u>	<u>Pléopode III.</u>
Exopodite pourvu d'un rudiment d'articulation sur $\frac{1}{4}$ de l'appendice.	Articulation sur $\frac{1}{5}$ de l'appendice.
<u>Pléopode IV.</u>	<u>Pléopode IV.</u>
L'endopodite est terminé par un lobe apical incurvé vers l'intérieur ne dépassant pas la largeur de l'appendice.	Le lobe apical est incurvé et dépasse la largeur de l'appendice.
<u>Uropode.</u>	<u>Uropode.</u>
L'exopodite a une base étroite, des crénulations très peu marquées sur le bord externe, sur les bords interne et externe, soies courtes et peu nombreuses. Pas de soies plumeuses.	L'exopodite a une base large. Le bord externe présente des crénulations bien marquées et des petites soies plumeuses dans sa partie proximale. Les soies insérées sur les bords internes et externes de l'exopodite sont plus ou moins longues et très abondantes.

BIGUGLIA	LE CANET
<p><u>Pléopode II.</u></p> <p>L'endopodite est plus développé et l'insertion des soies plus marquées.</p> <p>L'appendix masculina, peu spatulé, porte sur le <math>\frac{1}{3}</math> distal une épine plus ou moins recourbée.</p>	<p><u>Pléopode II.</u></p> <p>L'appendix masculina dépasse l'extrémité apicale de l'endopodite du <math>\frac{1}{3}</math> de sa longueur.</p>
<p><u>Pléopode III.</u></p> <p>Rudiment d'articulation sur <math>\frac{1}{4}</math> de la largeur de l'exopodite.</p>	<p><u>Pléopode III.</u></p> <p>Rudiment d'articulation sur <math>\frac{1}{3}</math> de sa largeur.</p>
<p><u>Pléopode IV.</u></p> <p>Endopodite ovalaire, ayant une échancrure assez large peu profonde et un lobe apical recourbé.</p>	<p><u>Pléopode IV.</u></p> <p>Le lobe apical de l'endopodite est triangulaire, l'échancrure nettement prononcée.</p>
<p><u>Uropode</u></p> <p>L'exopodite a une base large, des crénelations s'atténuant sur la partie distale avec une ciliature abondante sur le bord externe et sur le bord interne, longues et de densité faible.</p>	<p><u>Uropode</u></p>

Le développement post-embryonnaire, de l'éclosion à l'apparition des caractères sexuels, compte, chez les Sphaeroma hookeri Leach, cinq stades successifs, séparés par des mues. Pendant ces stades, on note l'accroissement général de la taille (1,25 mm à 3 mm), l'augmentation du nombre des articles des antennes et des antennules, du nombre des soies et des épines, l'affirmation de la coloration et surtout, au troisième stade, l'apparition de la septième paire de péréiopodes.

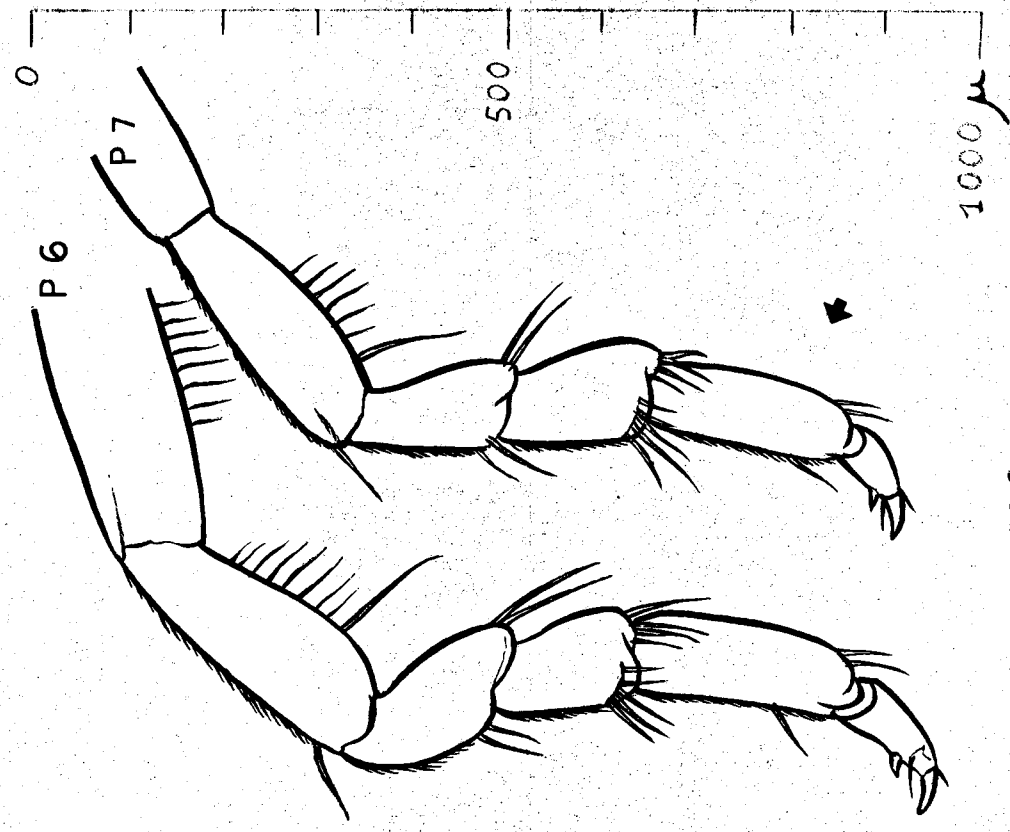
#### Description des stades juvéniles.

STADE I - Les jeunes Sphéromes qui commencent leur vie libre ont une morphologie générale peu différente de celle des adultes. Le premier stade larvaire est caractérisé par la présence de 6 ou 7 articles pour l'antennule et 11 ou 12 pour l'antenne. Le septième péréionite est encore peu développé et ne porte aucune trace de péréiopodes. Les uropodes ont le bord externe de l'exopodite à peine crénelé et bordé de soies analogues à celles de l'adulte.

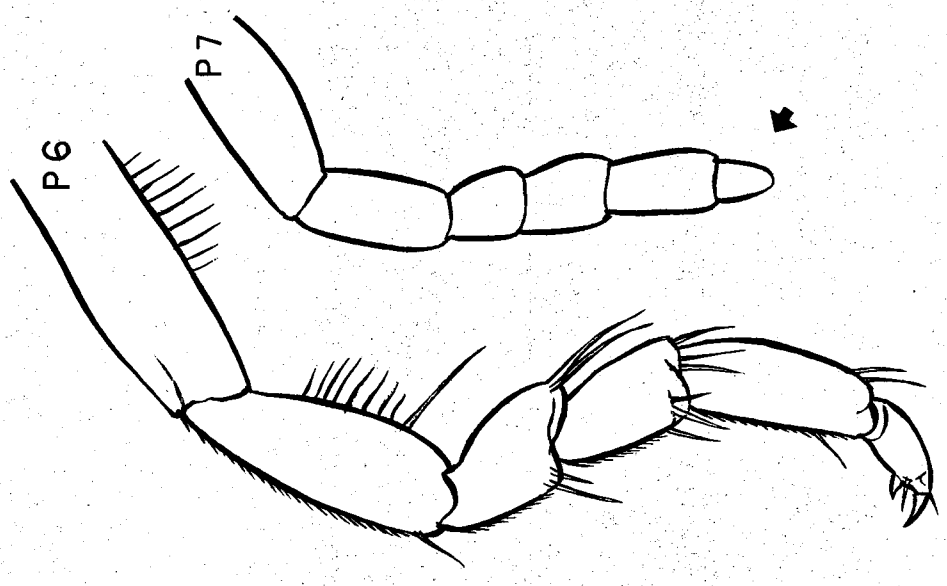
A ce stade, l'articulation rudimentaire du pléopode III est très rarement visible et l'endopodite du pléopode IV présente un lobe apical encore court et étroit en pointe non recourbée délimitant une large échancrure (155° environ), pl. IV.

Enfin, le péréiopode I ne possède qu'une soie sur l'ischiopodite et deux sur le méropodite.

STADE II - Il est très peu différent du stade précédent et on retrouve les mêmes caractères. Cependant les antennes et les antennules acquièrent un article supplémentaire.



stage IV



stage III

STADE III - Cet âge est rigoureusement défini par l'apparition de la 7ème paire de péréiopodes. Ebauche sans soies ni épines, le péréiopode 7, replié contre le sternite ventral, est composé de cinq articles semblables (fig. Pl. III). Il est encore court et arrondi à son extrémité. Les antennes se sont développées : 8 articles pour l'antennule et 12 pour l'antenne.

Les pléopodes III ont sur l'exopodite une articulation plus marquée. Quant au pléopode IV, l'échancre est toujours large. Toutefois, le lobe apical commence à se recourber ( $105^{\circ}$ ).

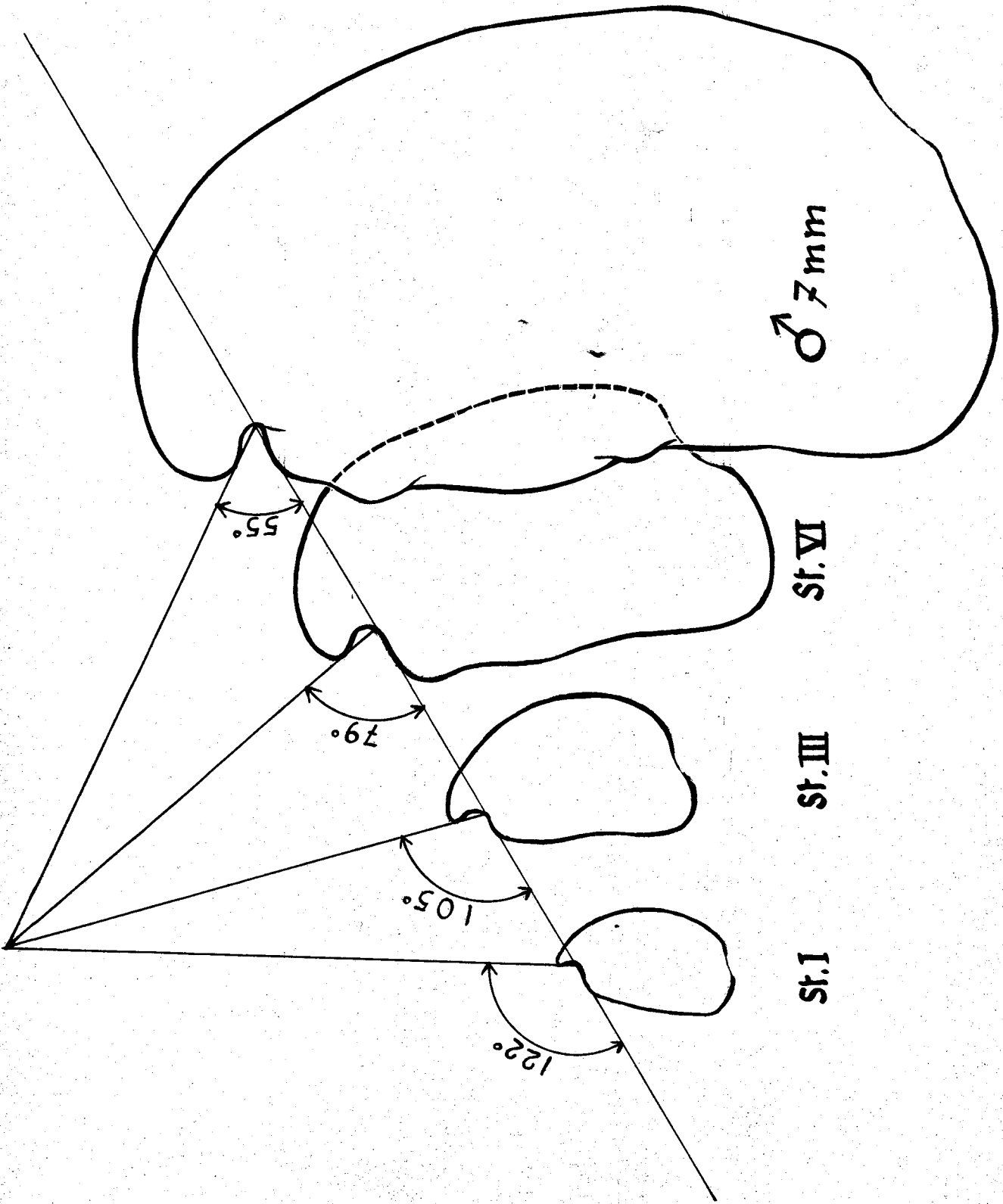
A ce stade, la coloration s'affirme et on peut discerner les phénotypes polychromatiques. Le telson, qui jusqu'alors ne présentait, pour ornementation, que des granulations éparses et des tubercules séparés les uns des autres montre un début de carène.

Les péréiopodes I ont toujours très peu de soies 1 à 2 sur l'ischiopodite et 2, rarement 3, sur le méropodite.

Stade IV - Le septième péréiopode est complètement différencié, il possède des phanères et les articles ont acquis leur forme définitive. Il est fonctionnel, mais en général plus grêle et un peu plus court que le sixième. Le fouet de l'antenne et l'antennule ont 9 articles.

Stade V - Ce stade uniquement décelable par le nombre des exuvies ne présente pas de caractères particuliers et aucun critère morphologique ne permet encore de distinguer les sexes. BOCQUET, dans son étude sur Jaera marina parle d'une étape de prépuberté, qui semble correspondre à ce stade chez les Sphéromes.

IV



La sétosité s'affirme sur tous les appendices, ainsi que l'ornementation du pléotelson.

Le septième péréiopode dépasse légèrement le sixième.

Stade VI -Après la cinquième mue, ou mue de puberté, les Sphéromes sont sexuellement différenciés.

On note chez les mâles l'apparition de deux pénis, encore très réduits sur le septième segment thoracique de part et d'autre de la ligne médio-ventrale. Le pléopode II ne présente encore aucun prémice de l'appendix masculina. Ceux-ci ne peuvent donc pas encore s'accoupler. Le lobe apical du pléopode IV continue à se recourber progressivement.

Quant aux femelles, elles portent contre les bases des péréiopodes 2, 3 et 4, de très petites lamelles en forme d'éperon, qui sont les oostégites réduits. Antennes et antennules ont respectivement des fouets de 11-12 articles et 8-9 articles.

## II - RYTHME DES MUES AU COURS DU DEVELOPPEMENT POST-EMBRYONNAIRE.

Nous savons que le développement post-embryonnaire jusqu'à la différenciation sexuelle des Sphaeroma hnokei Leach comprend cinq stades larvaires séparés par des mues. Ces mues se font en deux temps, la partie postérieure se sépare d'abord, par rupture de la chitine entre le troisième et le quatrième segment thoracique, ensuite, la partie antérieure se détache quelques heures après.

Afin d'étudier la fréquence de ces mues, j'ai élevé en laboratoire des jeunes larves isolées dès l'éclosion. Malgré une forte mortalité, on peut suivre ainsi le développement total

mue par mue jusqu'à la différenciation sexuelle, qui correspond à l'apparition des pénis chez les mâles, et des oostégites réduits chez les femelles.

1°/ Elevages de Sphéromes de la Durançole.

Des élevages ont été réalisés avec de jeunes Sphéromes de la Durançole, à différentes périodes de l'année : Mai, Juillet, Octobre, Décembre, Janvier. Les larves étaient élevées dans leur eau d'origine à la température du laboratoire (20° en moyenne) c'est-à-dire à une température légèrement supérieure à celle du milieu d'origine (18°).

Tout d'abord, les intervalles de temps entre deux mues consécutives sont relativement réguliers ; la première intermue est la plus courte : 6 à 10 jours, les autres se succèdent plus lentement : 9 à 15 jours.

De plus, la fréquence des mues reste régulière au cours de l'année et on ne trouve aucune différence notable de rythme en été ou en hiver. Dans le tableau Pl. V, les durées d'intermues relevées pour les Sphéromes de la Durançole sont celles des élevages de Décembre. La durée moyenne a cependant été établie à partir de tous les élevages (été et hiver) qui ont donné des résultats analogues.

2°/ Elevages de Sphéromes du Vaccarès.

Pendant le mois de Décembre, de jeunes Sphéromes du Vaccarès ont été élevés dans leur eau d'origine, exactement dans les mêmes conditions de température (20°) que ceux de la Durançole. Les deux élevages, menés en même temps ont donné des résultats différents. Les intermues se sont révélées beaucoup plus longues pour les Sphéromes du Vaccarès, ce qui rejoint ainsi les résultats trouvés par GIRAUD (Pl. V).

En effet, A. GIRAUD, qui a élevé des Sphéromes de l'Etang du Vaccarès en Juin et en Décembre, a remarqué une nette

V

Rythme des Mues

DURANÇOLE		durée intermue	VACCARES	
6 → 10 j	8 j	St. I → II nb. jours	17 j	16 → 19 j
11 → 15	12	St. II → III	20	19 → 21
9 → 12	10	St. III → IV	18	15 → 20
8 → 11	9	St. IV → V	17	13 → 21
9 → 13	11	St. V → VI	16	14 → 19

39 j

V été

48 → 60 j

D

90 → 120 j

hiver

V

Durée du développement post-embryonnaire

D: Durançole

V: Vaccarès

variation saisonnière du rythme des mues.

"La durée moyenne qui sépare les deux premières mues était de 15 jours pour l'élevage du mois de Décembre, de 7 à 8 jours pour celui du mois de Juin".

Les autres mues se suivaient à intervalles réguliers 20, 25 jours pour l'élevage en hiver, 8 jours pour celui de Juin jusqu'au sixième stade.

Elle ajoute que le développement des Sphéromes mis en élevage en Décembre a duré quatre mois, tandis qu'en été, les mues étant plus rapprochées, la croissance des larves n'a duré que cinq semaines. Les élevages ayant été faits en laboratoire à une température de 21° - 22°, elle note que :

"Les différences observées entre ces deux expériences ne peuvent être attribuées à la température. Il existe donc, indépendamment de l'influence de la température, une influence de la saison sur le rythme des mues".

Dans la Durançole, le développement post-embryonnaire de Sphaeroma hookeri demande 7 à 8 semaines (48 à 60 jours). Il ne subit ni accélération en période d'été, ni ralentissement en hiver et paraît ainsi échapper au cycle des saisons.

### 3°/ Résumé.

Le schéma ci-joint résume les résultats de nos expériences : la durée du développement post-embryonnaire est représentée par des bandes d'inégales longueurs correspondant aux deux populations et aux saisons. Cette durée, de l'éclosion à la première différenciation sexuelle dans des élevages à la température constante de 20°, est pour les Sphéromes de la Durançole élevés dans leur eau d'origine, de 7 à 8 semaines et indépendante de la saison. Pour les Sphéromes du Vaccarès élevés également dans leur eau d'origine, elle varie selon la saison de naissance de 40 jours pour les jeunes nés en été (Mai à Juillet)

à 95-120 jours pour les jeunes nés en hiver (Novembre-Décembre).

4°/ Discussion.

Il est vraisemblable que la régularité du rythme des mues, chez les Sphéromes de la Durançole, est liée de façon étroite à la constance de la température des eaux de cette rivière. Isolés depuis très longtemps dans ce milieu, ils se sont dégagés du rythme saisonnier puisqu'aucune variation importante de la température ne vient perturber leur croissance.

La population de la Durançole semble homogène génotypiquement, ce qu'indique déjà sa faible variabilité polychromatique par rapport aux autres populations. La température de 18° serait favorable à la reproduction et tous les individus auraient une même vitesse de développement.

Dans la population du Vaccarès, les variations saisonnières du développement post-embryonnaire peuvent avoir une double origine. Si elles sont phénotypiques, on peut les attribuer soit à l'action d'un facteur externe différent de la température (GIRAUD-LAPLANE), soit à l'influence du climat sur des femelles nées à des périodes différentes de l'année qui produiraient des jeunes ayant des vitesses de développement différentes. Si elles sont génotypiques, la population du Vaccarès peut être composée d'un mélange de génotypes différents : les génotypes capables de se reproduire à la température de Décembre auraient également un développement lent.

Le choix entre ces deux interprétations serait possible à condition d'obtenir en élevage à température constante au moins deux générations successives.

Si une lignée manifestait une vitesse de développement constante à température constante il faudrait adopter l'hétérogénéité génotypique de la population du Vaccarès. Si les variations saisonnières persistaient dans la lignée isolée, il faudrait

les attribuer à un facteur externe distinct de la température modifiant le phénotype en agissant sur un génotype homogène.

### III - ETUDE BIOMETRIQUE DE LA CROISSANCE.

#### INTRODUCTION.

Lors de la mue, on remarque que la partie postérieure du corps, fraîchement libérée de son exuvie est nettement plus large que la partie antérieure, encore insérée dans la carapace durcie. Les mues, qui séparent deux stades de développement permettent aux Sphéromes de s'accroître en taille et en volume tant que la chitine de leurs téguments reste souple. C'est à ce moment là que s'effectue la croissance.

Avec ce mode de développement discontinu, chaque stade larvaire devrait donc avoir une taille déterminée, et connaissant la taille d'un jeune Sphérome, on devrait pouvoir sans erreur fixer son stade.

Mais les individus de même taille ne sont pas forcément au même stade, et dès l'éclosion, les tailles des larves d'une même portée ne sont pas identiques ; elles fluctuent entre 1,20 et 1,65 mm, dimensions limites pour le stade I. De plus, l'accroissement au moment des mues dépend essentiellement des facteurs nutritifs, et dans une population plus ou moins bien nourrie, toutes les tailles comprises entre les deux limites peuvent être représentées pour chaque stade, il y a un certain chevauchement des tailles entre deux stades successifs. Un Sphérome mesurant 1,9 mm peut appartenir au stade II, ou au stade III, caractérisé par l'apparition du 7ème périopode. On constate cependant, lorsqu'on mesure la longueur totale et divers appendices, que les valeurs trouvées se regroupent autour d'une valeur moyenne propre à chaque stade larvaire.

Après la différenciation sexuelle, les mues des adultes ont un système irrégulier et les mesures ne peuvent plus être regroupées selon des stades de développement.

1°/ Etude de la croissance des Sphaeroma hookeri Leach de la Durançole.

Les échantillons de la population de Sphéromes de la Durançole recueillis mensuellement ainsi que les élevages de larves ont procuré des individus de toutes tailles et permis un assez grand nombre de mesures, pouvant servir de base à une étude biométrique sommaire.

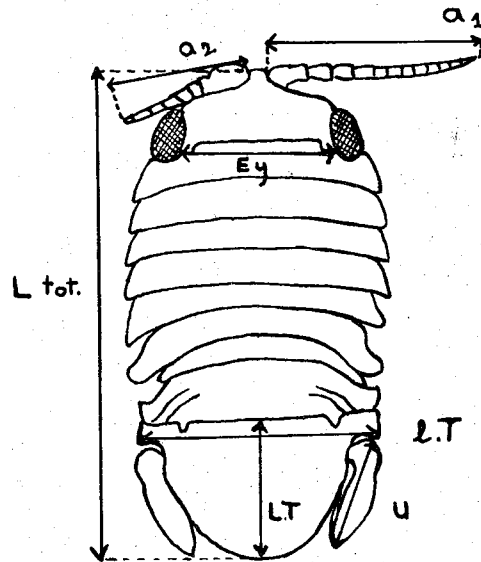
Les mesures ont été effectuées sur des Sphéromes vivants et des exuvies. La longueur totale des individus étudiés est impossible à utiliser dans le cas des exuvies, toujours en deux parties, et difficile chez les animaux vivants ou fixés en raison de la contraction ou du relâchement des segments thoraciques et du pléotelson. Ces difficultés ont conduit à mesurer des pièces calcifiées assez rigides, telles que le telson ou les uropodes. La croissance des antennes et des antennules en fonction de l'écartement des yeux, longueur de référence, ayant été étudiée sur Sphaeroma serratum (1955, P. CHASPOUL) et sur Sphaeroma hookeri Leach du Vaccarès (1961, GIRAUD-LAPLANE), ce même type de mesure a été repris pour la population de la Durançole.

Dimensions mesurées.

Ont été mesurées, selon le schéma, les parties suivantes du corps des Sphéromes (Pl. VI) :

Ey : écartement des yeux.

A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub> : longueurs des antennules (A<sub>1</sub>) et des antennes (A<sub>2</sub>) enlevées et montées sous lames.



## Mesures

- L Tot = longueur totale  
 Ey = écart yeux  
 A<sub>1</sub> = antennule  
 A<sub>2</sub> = antenne  
 L T = longueur Telson  
 l T = largeur Telson  
 U = longueur uropode

Stade	I	II	III	IV	V
L tot mm.	1,40	1,75	2,20	2,70	3
	I →	1,28 →	1,57 →	1,92 →	2,14
Ey um.	20	25	30	35	41
	I →	1,25 →	1,50 →	1,80 →	2,05
A <sub>1</sub>	23	25	31	36	40
	I →	1,04 →	1,34 →	1,56 →	1,74
A <sub>2</sub>	30	34	40	46	31
	I →	1,13 →	1,33 →	1,53 →	1,70
LT	23	28	32	39	16
	I →	1,21 →	1,39 →	1,69 →	2
l.T	34	43	51	60	70
	I →	1,26 →	1,40 →	1,70 →	2,06
U	15	19	25	29	34
	I →	1,26 →	1,66 →	1,90 →	2,26

Accroissement relatif

LT : longueur du telson, mesurée entre le bord proximal du telson et son extrémité distale.

lT : largeur du telson, évaluée au-dessus de l'articulation des uropodes.

U : longueur totale de l'uropode, de l'articulation comprise à l'extrémité distale de l'endopodite.

L tot : longueur totale du corps, définie par le bord proximal du pléotelson et par l'apophyse de la tête insérée entre les antennules.

Par commodité, les grandeurs mesurées et leurs mesures seront désignées par leur symbole : LT correspondra à la longueur du telson et à sa mesure.

Toutes les mesures ont été effectuées avec un microscope oculaire et chiffrés en unités de travail :

1 u : 0,02 mm.

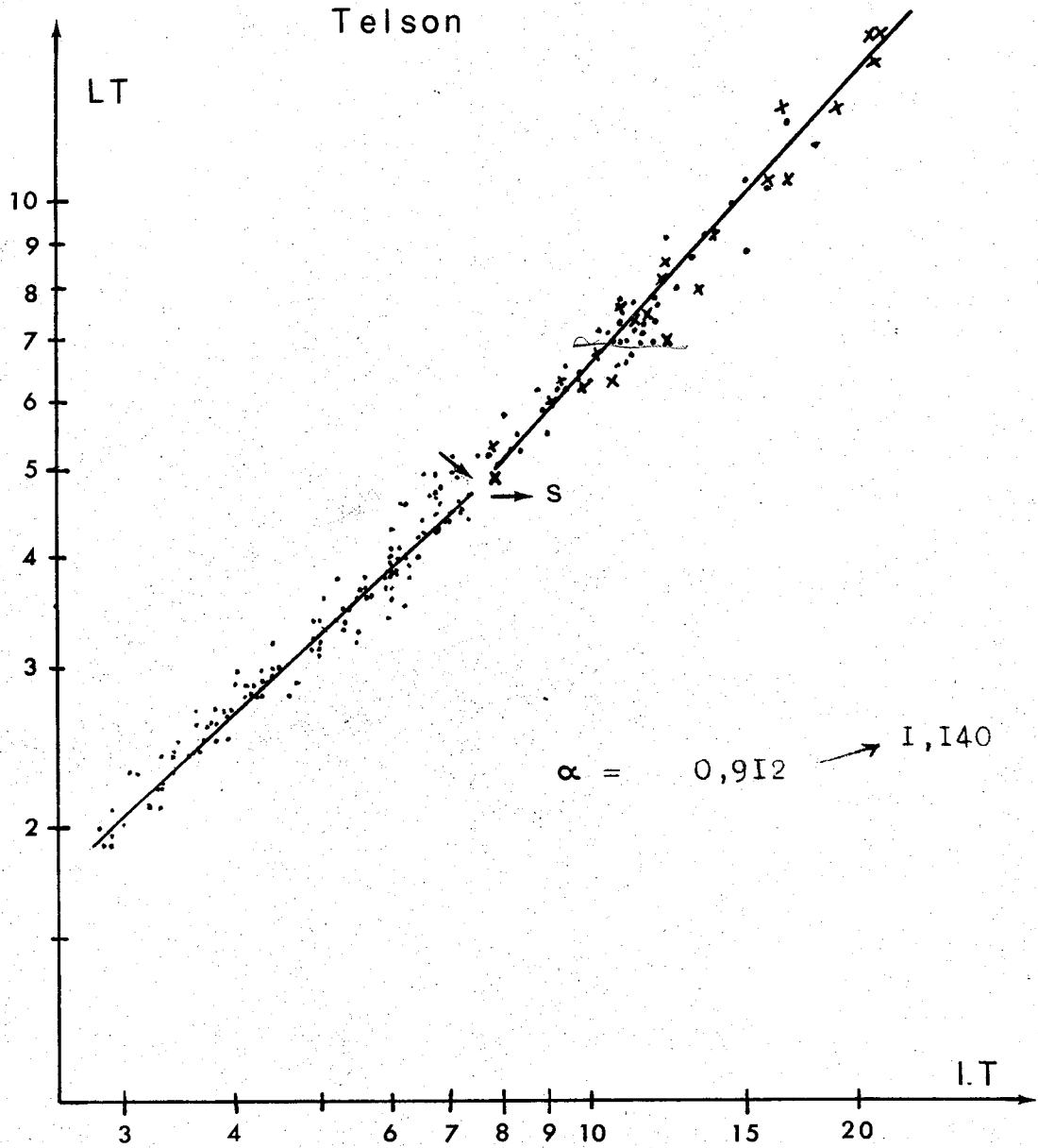
Les valeurs trouvées ont été portées directement sur des coordonnées logarithmiques, permettant de vérifier la loi d'allométrie simple énoncée en 1936 par HUXLEY et TEISSIER :  $y = bx^\alpha$ , soit :  $\log y = \alpha \log x + \log b$ . Cette loi, trop connue pour qu'il soit nécessaire de la rappeler en détail, caractérise, par sa pente  $\alpha$ , le mode de croissance de deux appendices l'un par rapport à l'autre.

#### A - ACCROISSEMENT RELATIF.

En utilisant, pour chaque stade larvaire, les valeurs moyennes des mesures effectuées, il est facile de calculer l'accroissement de tel organe, ou de l'animal entier, en prenant comme unité les valeurs du stade I, qui sont les plus petites. Cet accroissement ne peut plus être suivi après la différenciation sexuelle en raison de l'irrégularité des mues.

La croissance relative des différentes parties du corps est figurée dans le tableau (Pl. VI), où l'on peut suivre

DURANÇOLE



Croissance relative.

Longueur du Telson en fonction de la largeur du Telson.

de stade en stade, les mesures moyennes (en unité de travail) et l'accroissement qui leur correspond.

En se référant à la longueur totale du corps, qui double de l'éclosion à la différenciation (1,4 à 3 mm) on voit que l'écartement des yeux : Ey et les uropodes U croissent selon le même système. La longueur et la largeur du telson LT et lT, qui ont, entre elles, une croissance harmonique, montrent, au niveau du stade III un accroissement inférieur à celui du corps (L. tot.).

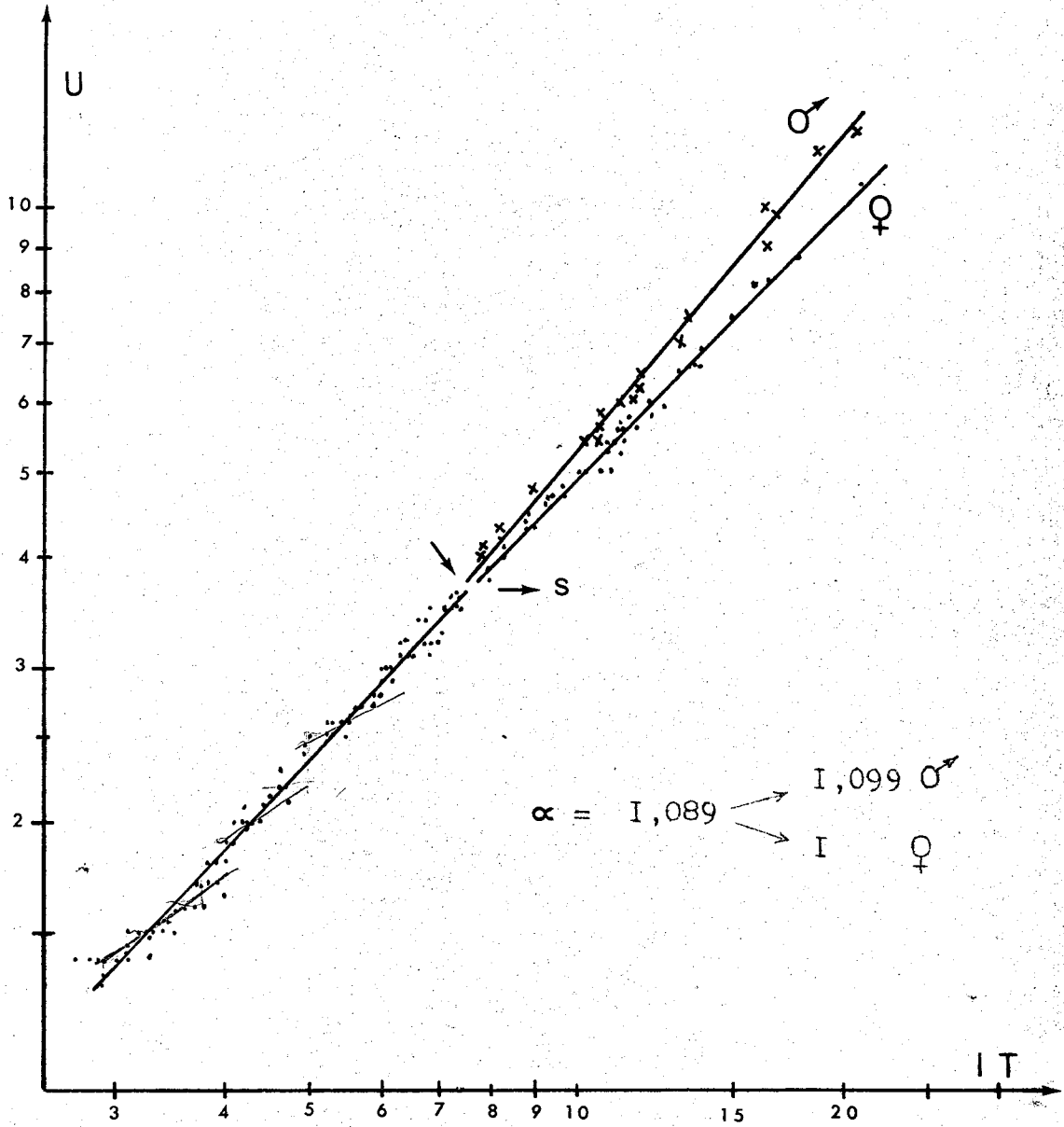
Les antennes et surtout les antennules, ont une vitesse de croissance faible pendant les deux premiers stades larvaires, puis suivent le même rythme jusqu'au stade V. Cependant, leur croissance est beaucoup moins rapide que l'écart des yeux Ey et la longueur totale du corps (L. tot.).

Afin de pouvoir inclure dans cette étude la croissance des stades adultes, on a repris toutes les mesures effectuées et établi à l'aide de coordonnées logarithmiques la représentation graphique de la croissance relative de diverses parties du corps.

## B - ETUDE DU TELSON.

### a - Croissance relative de LT en f. lT.

La droite obtenue en portant les valeurs de LT en ordonnée et de lT en abscisse, montre à un certain niveau, un changement de pente signalé par une flèche sur la droite. Ce point anguleux correspond en fait à la différenciation sexuelle. Le premier segment, qui représente les stades juvéniles, à une allométrie négative car  $\alpha$ , coefficient angulaire, ou constante actuelle d'équilibre, égale 0,912. Le deuxième segment représente les stades adultes : le passage à l'état sexué se traduit par une allométrie positive  $\alpha = 1,140$ . Le taux de croissance reste le même dans les deux sexes, on ne peut discerner une séparation nette entre les points représentatifs des mâles (x)



Croissance relative

Longueur de l'Uropode en fonction de la largeur  
du Telson

et des femelles (.) (Pl. VII).

b - Croissance relative de U en f.lT.

Comme dans le cas précédent, la différenciation sexuelle se traduit, dans la courbe, par une variation de la constante d'équilibre  $\alpha$ . Cependant, dans ce cas, l'allométrie reste toujours positive, et on note un taux de croissance différent chez les mâles et les femelles (Pl. VIII).

Pour les stades larvaires :  $\alpha = 1,089$ .

Pour les mâles ..... :  $\alpha = 1,099$ .

Pour les femelles ..... :  $\alpha = 1$  donc U

croît isométriquement par rapport à lT.

C - CROISSANCE RELATIVE DE A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub> enf. EY.

Les courbes représentant la longueur totale des antennes A<sub>1</sub> et des antennes A<sub>2</sub> en fonction de l'écartement des yeux : Ey, ont été portées sur un même graphique (Pl. IX).

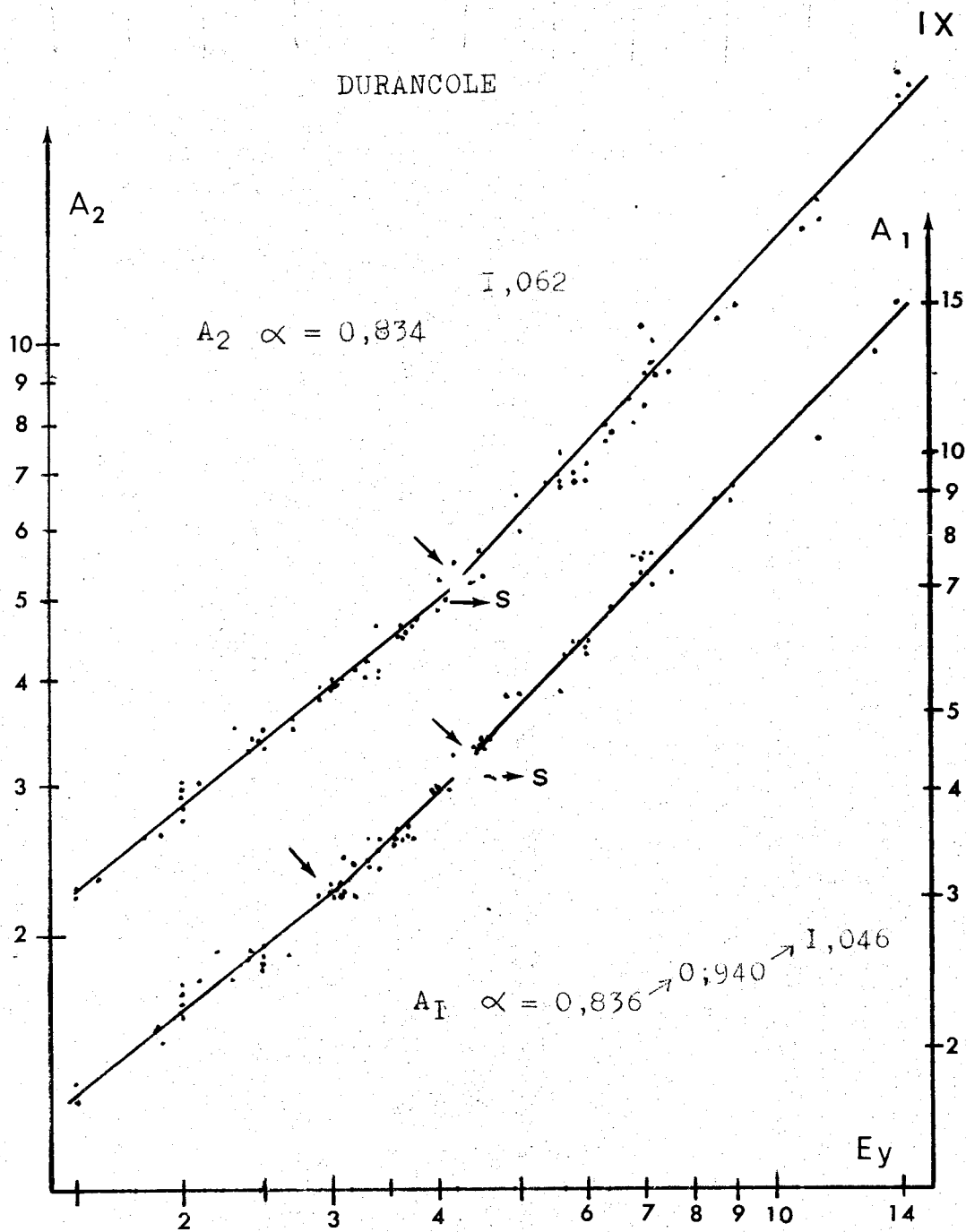
Comme pour la croissance relative du telson et des uropodes, on retrouve un changement de pente lors de la différenciation sexuelle. La courbe de la croissance des antennes A<sub>2</sub> présente deux valeurs différentes de la constante actuelle d'équilibre  $\alpha$ .

$\alpha = 0,834$  pour les stades larvaires,

$\alpha = 1,062$  pour les stades sexués,

ceci veut dire que l'accroissement de A<sub>2</sub>, faible pendant les stades juvéniles, devient beaucoup plus rapide après la maturation sexuelle, que celui de Ey.

Les mesures n'ayant pas été faites article par article mais globalement, les points représentatifs des mâles et des femelles sont mélangés et on ne peut discerner deux courbes indépendantes.



Croissance relative  
 Longueur A<sub>1</sub> en fonction de l'écartement des yeux  
 A<sub>2</sub>

Pour les antennules,  $A_1$ , on avait remarqué dans le tableau Pl. VI, un accroissement très faible entre les 1° et 2° stade. Ceci est vérifié graphiquement par la présence d'un point d'inflexion au niveau du 3° stade.

$\alpha = 0,836$  du 1° au 3° stade,

$\alpha = 0,940$  du 3° au 5° stade.

Après la cinquième mue, "mue de puberté", le mode de croissance des antennules varie encore : la constante  $\alpha$  passe de 0,940 à 1,043 indiquant une allométrie positive. Les stades adultes ont, pour  $A_1$  comme pour  $A_2$  des profils de croissance homologues.

$\alpha = 1,062$  ( $A_2$ )  $\alpha = 1,043$  ( $A_1$ ).

Les données biométriques de GIRAUD (1961) sur les Sphaeroma hookeri Leach du Vaccarès ont mis en évidence, pour les individus sexués, un phénomène de discontinuité dans la croissance de ces appendices. Les courbes représentatives des mâles et des femelles sont nettement séparées de hauteurs et de pentes différentes, marquant ainsi une modalité de croissance propre à chaque sexe.

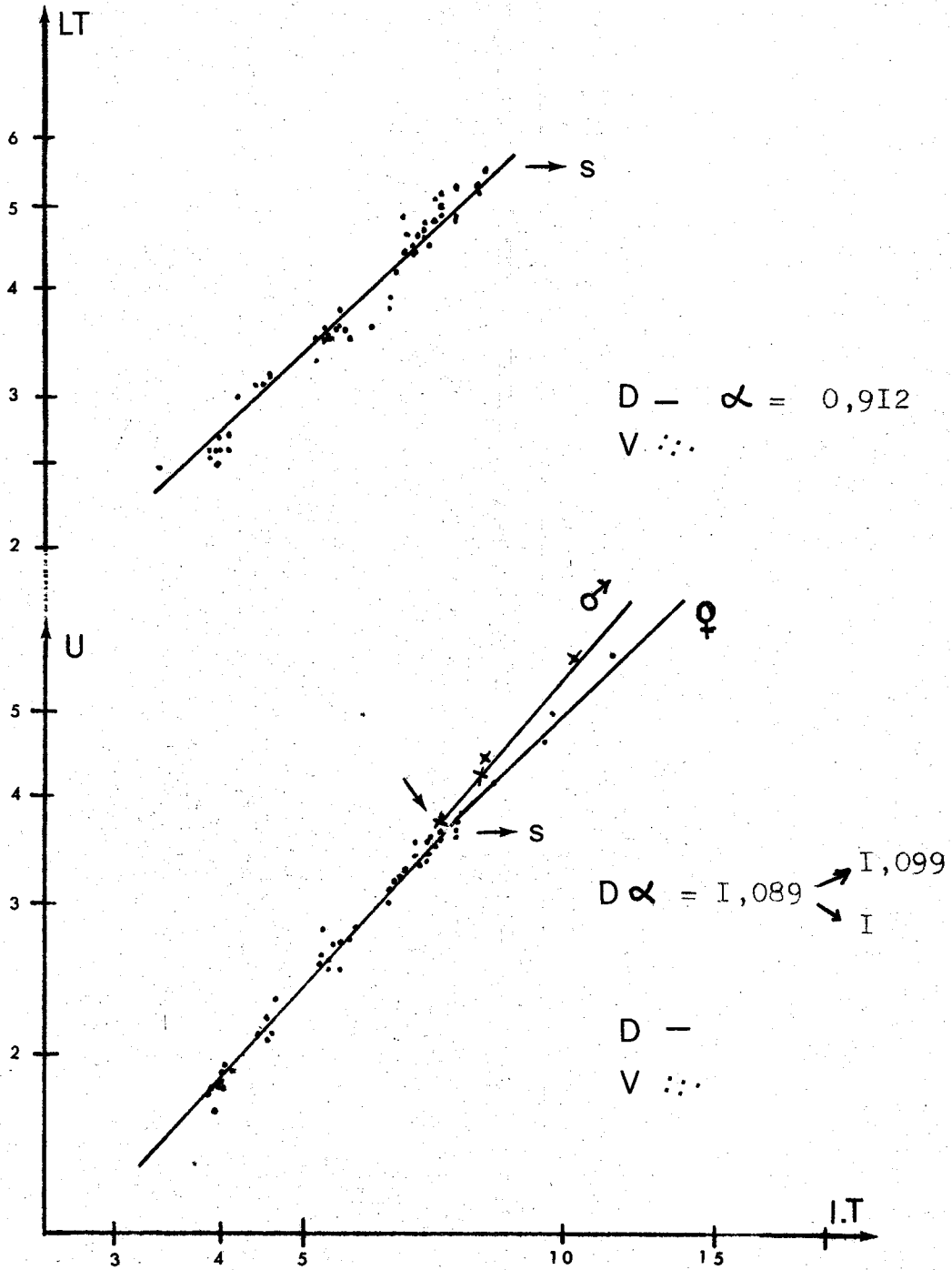
## 2° / Comparaison biométrique des stades juvéniles des populations de la Durançole et du Vaccarès.

Des jeunes Sphéromes du Vaccarès avaient été élevés afin de déterminer la fréquence de leurs mues avant l'apparition des caractères sexuels. Ces élevages ont fourni un certain nombre d'individus, de l'éclosion à la puberté, permettant d'effectuer une étude biométrique. Méthodes de mesures et appendices mesurés sont identiques à ceux du paragraphe précédent, afin de pouvoir utiliser les résultats déjà établis et comparer les deux populations Durançole et Vaccarès. Trop peu d'adultes de Vaccarès ont été mesurés pour pouvoir en tenir compte et

STADES JUVENILES

X

Longueur du Telson en fonction de la largeur du Telson  
Uropode



Croissance relative

seuls les stades juvéniles feront l'objet de cette étude comparative.

Tous les graphiques ont été tracés de la même manière, avec des coordonnées logarithmiques. Les points représentent les mesures effectuées sur les Sphéromes du Vaccarès, et les droites correspondent aux profils de croissance des Sphéromes de la Durançole déjà établis ci-dessus (Pl. X et XI).

a - Croissance relative de LT en f. LT,  
U en f. LT.

Dans les deux cas, les points représentatifs des Sphéromes du Vaccarès chevauchent les droites qui symbolisent les profils de croissance des larves de la Durançole (Pl. X) ; le mode de croissance est analogue pour les deux populations. Tout au plus, on peut noter, pour les Sphéromes du Vaccarès, une tendance à l'isométrie dans la croissance du telson (LT en f. LT). Pour U en fonction de LT, les quelques points fournis par les stades adultes semblent suivre les mêmes modalités que ceux de la Durançole avec une croissance relative différente pour les mâles (x) et les femelles (.).

b - Croissance relative en  $A_1$  et  $A_2$  en f. de  $E_y$ .

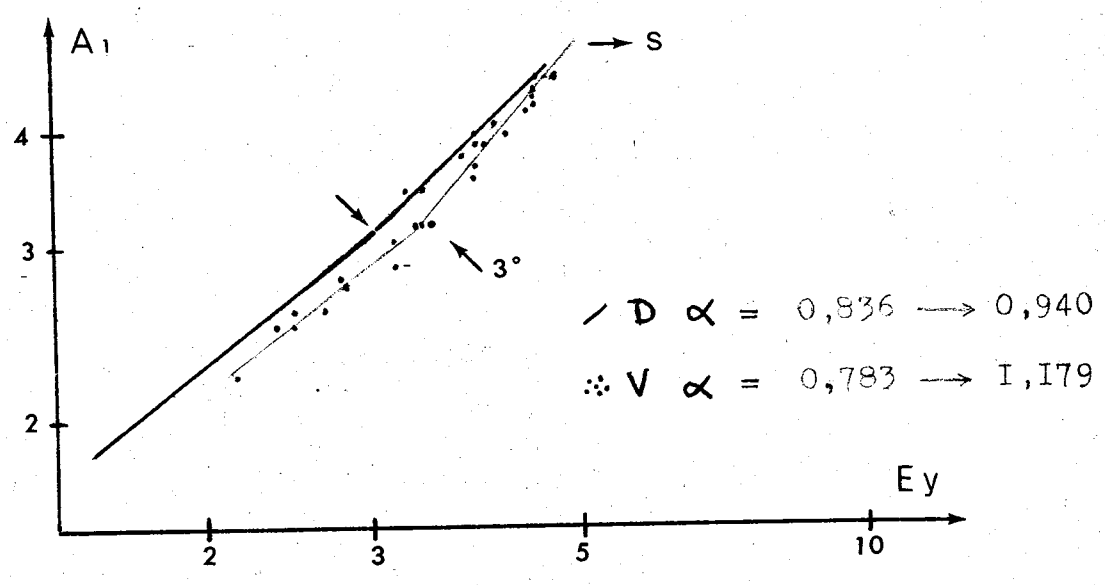
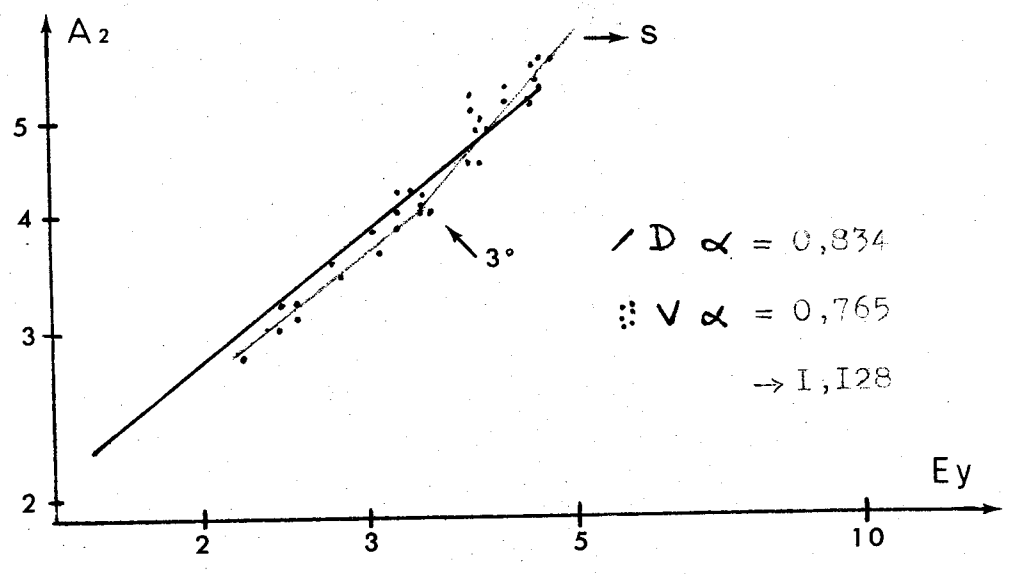
Dans les deux cas, on voit que les points représentatifs des larves du Vaccarès ne sont pas placés sur le trajet de la droite qui schématise les Sphéromes de la Durançole. Le point d'inflexion qui marque la courbe d'accroissement des antennules  $A_1$  est beaucoup plus net, indiquant ainsi une modalité de croissance différente dans les deux populations. On peut comparer les constantes actuelles d'équilibre  $\alpha$  qui reflètent cette différence (Pl. XI).

- Durançole :  $\alpha = 0,836 \longrightarrow 0,940$ .

- Vaccarès :  $\alpha = 0,783 \longrightarrow 1,179$ .

L'accroissement est plus faible pendant les deux

STADES JUVENILES



Croissance relative

Longueur  $A_I$  en fonction de l'écartement des yeux

$A_2$

premiers stades chez les Sphéromes du Vaccarès, puis beaucoup plus rapide de la troisième à la cinquième mue (allométrie positive).

La courbe qui correspond aux antennes  $A_2$  ne présente pas de changement de pente chez les larves de la Durançole. Par contre, on retrouve, comme pour  $A_1$ , un point anguleux au niveau du troisième stade dans les mesures du Vaccarès.

$$\begin{array}{l} \text{Durançole} : \alpha = 0,834 \\ \text{Vaccarès} : \alpha = 0,765 \longrightarrow 1,128 \end{array}$$

Cette étude comparative met en évidence un mode de croissance analogue pour les stades juvéniles de ces deux populations. Les profils de croissance du telson et des uropodes suivent exactement les mêmes modalités et présentent des constantes actuelles d'équilibre  $\alpha$  égales.

Seule la croissance des antennes et des antennules est légèrement différente. La présence d'un point anguleux au niveau du troisième stade se retrouve dans les deux populations, sauf pour les antennes des larves de la Durançole qui ont un profil de croissance régulier.

#### IV - RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS DU CHAPITRE I.

##### RESUME.

Par un rappel de la morphologie des adultes dans une étude comparative de quelques populations méditerranéennes de Sphaeroma hookeri Leach, nous avons mis en relief la présence de caractères morphologiques propres à chacune d'elles. Ces caractères, bien que de faible amplitude, n'en sont pas moins distinctifs et portent sur de nombreux points : sétosité, ornementation tergale du pléotelson, pléopodes, etc... Chaque population semble avoir acquis une certaine autonomie morphologique.

L'étude des stades juvéniles des Sphéromes de la Durançole, de l'éclosion à l'apparition des caractères sexuels secondaires montre une évolution graduelle de stade en stade des caractères morphologiques. On note ainsi l'augmentation du nombre des articles des antennes et des antennules, du nombre des soies et des épines des différents appendices. Mais l'évolution des caractères morphologiques distinctifs est difficilement perceptible si on ne considère que les cinq premiers stades larvaires. En effet, la description des individus de chaque population a été effectuée sur des mâles de grande taille (7 mm) et porte sur des caractères de faible amplitude. Une étude biométrique minutieuse établie avec chaque classe de taille de l'éclosion à 7 mm, pourra seule nous indiquer comment apparaissent peu à peu les caractères différentiels propres à cette population. J'ai cependant pu suivre la formation progressive de l'échancrure du pléopode IV (endopodite).

Les cinq stades du développement post-embryonnaire sont séparés par des mues qui se succèdent régulièrement. En élevage (20°) les jeunes Sphéromes de la Durançole arrivent à la différenciation sexuelle en 7 à 8 semaines, et ceci à n'importe quelle époque de l'année : la fréquence des mues reste régulière. Par contre, les jeunes individus du Vaccarès, en élevage à température constante, ont une durée de développement qui varie : rapide en été 39 jours, ralentie en hiver, 95 à 120 jours.

L'étude biométrique de la croissance des Sphéromes de la Durançole a été effectuée dès l'éclosion. L'accroissement relatif de diverses parties du corps a été suivi du stade I au stade V : on a pu mettre en évidence en se référant à la longueur totale du corps, les vitesses de croissance des antennes, des antennules, du telson, des uropodes, etc... Ainsi, la longueur totale, l'écartement des yeux et les uropodes croissent selon les mêmes paramètres d'allométrie, tandis que les

antennes et les antennules ont un accroissement plus faible, surtout pendant les deux premiers stades larvaires. La croissance relative de ces diverses parties du corps (longueur du telson, longueur des antennes et des antennules en fonction de l'écartement des yeux) montre, dans tous les cas étudiés, un changement de modalité au moment de la différenciation sexuelle: on note, dans la courbe, la présence d'un point anguleux, qui correspond à une variation de la constante actuelle d'équilibre  $\alpha$ .

La comparaison des stades juvéniles des Sphéromes de la Durançole et du Vaccarès met en évidence un mode de croissance analogue dans ces deux populations. Seule, la croissance relative des antennes et des antennules en fonction de l'écartement des yeux varie : on remarque la présence d'un point anguleux au niveau du stade III pour ces deux appendices chez les exemplaires du Vaccarès, et pour les antennules seulement chez ceux de la Durançole. De plus, les valeurs de  $\alpha$  diffèrent pour chaque population.

#### CONCLUSION DU CHAPITRE I.

Depuis les travaux de MONOD, en 1931, sur les Sphaeromatidés, les descriptions de Sphaeroma hookeri Leach provenant de diverses populations ont mis en valeur de nombreuses variations morphologiques, au sein de l'espèce selon le milieu d'origine. LEJUEZ qui a effectué depuis 1962 un travail considérable sur la morphologie du genre Sphaeroma après l'obtention de nombreux croisements et l'étude des hybrides, arrive à la conclusion que l'espèce Sphaeroma hookeri Leach est polytypique. Il sépare deux sous-espèces : "hookeri" et "mediterranea" en opposant les formes recueillies dans l'Atlantique et la Baltique, et celles de l'Etang du Canet (Roussillon).

Les populations méditerranéennes que nous avons rassemblées dans le tableau comparatif, tout en restant

différentes les unes des autres entrent dans le cadre de la sous-espèce "mediterranea" (type le Canet). Chacune d'elle possède ses caractères distinctifs, qui sont devenus stables et se retrouvent à chaque génération. L'étude morphologique des stades juvéniles (limitée au stade V) ne permet pas de discerner nettement l'apparition des caractères propres à la population de la Durançole. Ceux-ci se forment graduellement et s'accroissent à chaque mue. Cette évolution graduelle semble confirmée par les modalités de croissance analogues des stades juvéniles de la Durançole et du Vaccarès.

Il semble donc y avoir autant de caractères distinctifs que de populations de Sphéromes. Ceci est lié à la sédentarité de ces Isopodes, qui même en l'absence de barrière écologique insurmontable se reproduisent sur place sans se mélanger aux autres populations. En Camargue et dans la Durançole, les Sphéromes vivent confinés dans des milieux séparés géographiquement et écologiquement. Leur évolution se poursuit indépendamment avec un pool génétique réduit aux formes capables de supporter le milieu où elles sont isolées.

Cette réduction du pool génétique au niveau des populations semble aussi confirmée par la durée du développement post-embryonnaire. En effet, le développement régulier au cours de l'année constaté dans la Durançole peut être dû à une homogénéité génotypique, résultat de l'influence de la température constante de ce milieu. Les individus du Vaccarès, qui ont, même dans un élevage à température constante, un temps de développement variable selon la saison, peuvent, soit former une population hétérogène génotypiquement, soit posséder un génotype homogène, modifié phénotypiquement par un facteur externe autre que la température.

C H A P I T R E    I I

STRUCTURES DEMOGRAPHIQUES ET CYCLE BIOLOGIQUE

I - CYCLE BIOLOGIQUE DES SPHEROMES DE LA DURANÇOLE.

1°/ Méthodes.

Des prélèvements mensuels ont été effectués au cours des années 1965-1966, dans plusieurs stations de la Durançole. La pauvreté de cette population ne nous a pas permis de réunir plus de 100 à 200 individus par relevé (Pl. XII).

L'étude de chaque prélèvement a été faite en suivant la méthode utilisée par KINNE, c'est-à-dire en séparant sur des graphiques les différentes classes de taille (en ordonnée) et les sexes : mâles (trait continu), femelles (tirets) et indifférenciés (pointillés). En abscisse sont portés les pourcentages de chaque catégorie de Sphérome. De plus, le nombre des femelles ovigères, le sex-ratio et les proportions relatives des groupes d'individus ont été calculés pour tous les échantillons (Pl. XIII, XIV, XV).

2°/ Résultats.

En examinant les graphiques, on voit que la taille des Sphéromes adultes varie de 3 à 8,5 mm. La différenciation sexuelle se fait à 3 mm. Les mâles, pour la plupart mesurent 5 à 7 mm. Les femelles sont toujours plus petites et leur taille varie entre 3 et 6 mm. Les grandes femelles (6 mm) sont rares et semblent avoir terminé leur activité reproductrice

Janvier				Février			
♂	♀	0	Sex-Ratio	♂	♀	0	Sex-Ratio
17	37	14	$\frac{1}{2,5}$	73	171	223	$\frac{1}{2,4}$
25 %	54,4%	20,6%		15,3%	36 %	48,7%	
Mars				Avril			
13	24	13	$\frac{1}{1,85}$	33	77	59	$\frac{1}{2,3}$
26 %	48 %	26 %		19,5%	45,5%	34,9%	
Mai				Juin			
76	106	35	$\frac{1}{1,4}$	22	57	190	$\frac{1}{2,6}$
35 %	48,9%	16,1%		8,2%	21,2%	70,6%	
Juillet				Août			
72	103	68	$\frac{1}{1,35}$	37	123	229	$\frac{1}{3,3}$
29,2%	42,8%	28 %		9,5%	31,6%	58,8%	
Septembre				Octobre			
20	56	18	$\frac{1}{2,8}$	44	131	49	$\frac{1}{2,9}$
21,3%	59,6%	19,1%		19,6%	58,5%	21,9%	
Novembre				Décembre			
18	50	58	$\frac{1}{2,9}$	40	53	102	$\frac{1}{1,35}$
14,3%	39,7%	46 %		19,5%	27,1%	53 %	

Relevés mensuels d'échantillons de la population

car elles ont généralement des oostégites réduits. La majorité des femelles se classe entre 3,5 et 4,5 mm. Enfin, elles sont toujours plus nombreuses que les mâles et le sex-ratio est inférieur à 1 pendant toute l'année.

Fait remarquable, la proportion de jeunes Sphéromes est toujours importante (20 % minimum). En effet, presque tous les relevés mettent en évidence la présence de larves du stade I (1,25 mm) qui viennent d'éclore.

Il apparaît donc que la reproduction est continue, qu'il n'y a pas de repos sexuel pendant les mois d'hiver. Deux autres faits le confirment : le sex-ratio qui varie peu et la présence de femelles gestantes toute l'année.

Cependant, c'est en Juin qu'il y a le plus grand pourcentage de larves, montrant qu'un certain rythme saisonnier semble persister.

Le premier prélèvement date de Février 1965. Près de la moitié des individus n'est pas encore sexuée (48 %) et on note un grand nombre de larves du stade I. Il y a deux fois plus de femelles que de mâles (36 % et 16 %).

On trouve, pendant les mois d'hiver, des mâles de grande taille (7 à 8 mm) qui disparaissent en partie en Mars et surtout en Juin. En effet, le relevé de Juin a fourni très peu de mâles : après avoir fécondé au printemps les femelles qui viennent de pondre, ils meurent en grand nombre.

Pendant cette période, la quantité des femelles varie assez peu : 35 à 45 % environ. En Avril et Mai, les plus grosses d'entre elles disparaissent, et ce sont les femelles de 4 à 4,5 mm qui sont les plus nombreuses, gestantes pour la plupart.

Après une période de ponte en Janvier et Février, caractérisée par un pourcentage élevé de larves (Stades I en

Janvier, Stades III et IV en Février) il y a un ralentissement en Mars, puis une recrudescence très poussée de la reproduction au début du mois de Juin, on a en effet 70 % de petits Sphéromes non sexués, avec un maximum de larves mesurant de 1,5 à 2 mm, c'est-à-dire nées depuis quinze à vingt jours.

On note ensuite, après la période fertile des mois d'été (58 % de jeunes en Août) une baisse de la proportion des larves 19 % en Septembre. Dans ce relevé, on ne trouve aucun Sphérome mâle de grande taille, comme en Juillet et Août : la taille maximum est de 6 mm pour les mâles et 5 mm pour les femelles. Par contre, il y a un très grand nombre de jeunes Sphéromes qui sont arrivés à maturité sexuelle (3 et 4 mm) avec cependant une forte majorité de femelles (59 %).

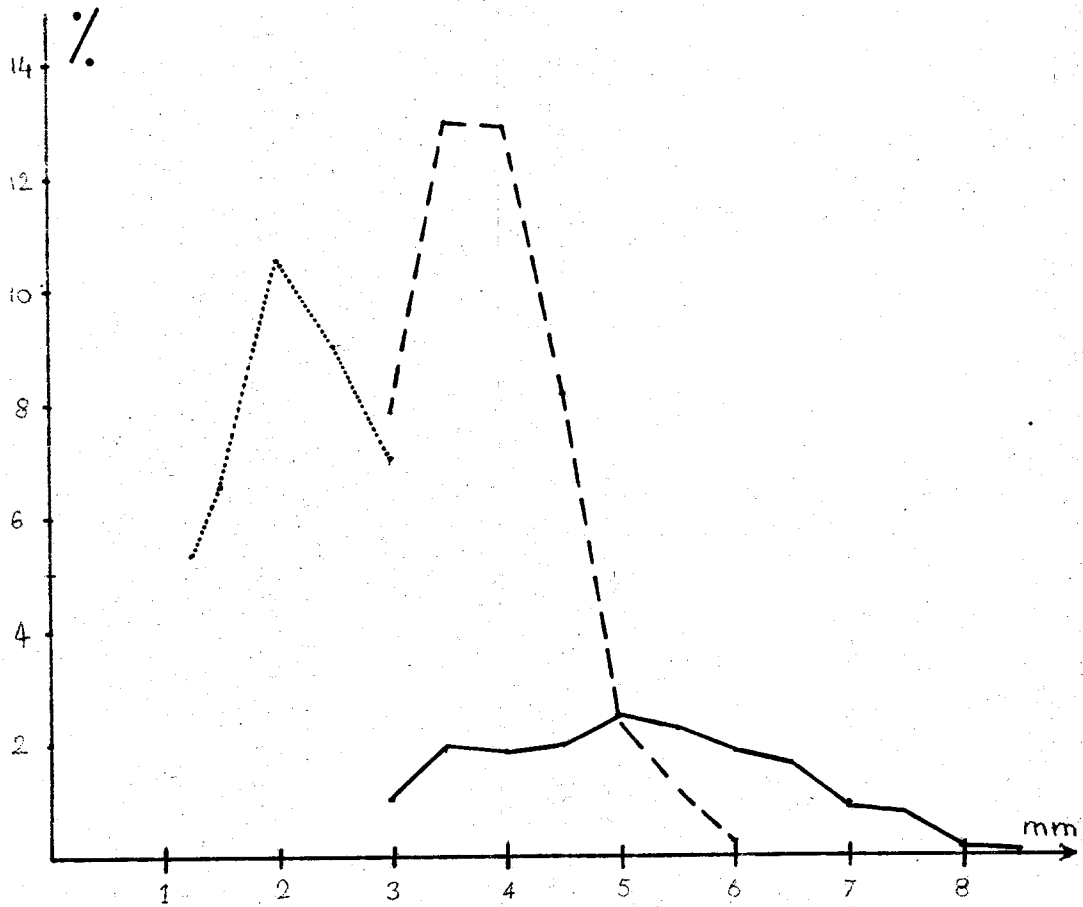
Pendant les mois de Septembre et d'Octobre, cette nouvelle génération d'adultes s'accouplera engendrant ainsi une autre période de ponte en Novembre (46 % de larves) et en Décembre (53 %).

### 3°/ Fréquence des tailles.

D'après les graphiques établis mensuellement selon la méthode employée par KINNE, on peut dégager l'allure générale de la population des Sphaeroma hookeri Leach de la Durançole en examinant la fréquence de chaque classe de taille pour les trois catégories d'individus récoltés. Ces fréquences ont été établies en effectuant la moyenne des fréquences mensuelles des différentes classes de taille (Pl. XVI).

Il est évident que ceci donnera une représentation schématique de la population laquelle, jusqu'alors, avait été étudiée en détail à l'aide des relevés mensuels. Cependant en utilisant la moyenne des douze relevés, on diminue les erreurs liées à l'échantillonnage, et l'étude globale de la population permet de dégager certaines caractéristiques.

## FREQUENCE DES TAILLES



Distribution en fonction de la taille

Sphéromes de la Durançole

Le nombre total de Sphéromes récoltés en 1965-1966 est de 2 231 individus. On note tout de suite la proportion élevée des femelles, surtout par rapport aux mâles.

- 1 016 femelles ont été dénombrées, soit 45,7 %,
- 361 mâles, soit 15,6 % seulement, et
- 864 jeunes Sphéromes indifférenciés : 38,7 %.

L'échelle des tailles va de 1,25 mm à la sortie du marsupium maternel à 8,5 mm taille maximum observée chez les mâles. Les femelles, plus petites, ne dépassent pas 6 mm. Le passage de l'état larvaire à l'état sexué s'effectue entre 3 et 3,5 mm et se traduit dans le graphique par la séparation en deux parties distinctes de la courbe. A partir de 3,5 mm, on ne trouve plus de Sphéromes encore indifférenciés.

La première partie de la courbe représente donc les fréquences des tailles des stades larvaires, c'est-à-dire près de 40 % de la population. Elle est caractérisée par un pourcentage élevé de stades I : 7 % et un maximum situé à 2 mm : 10,4%. Il ne faut pas oublier que la reproduction est continue dans les eaux de la Durançole, ce qui peut expliquer ces fréquences élevées des stades juvéniles.

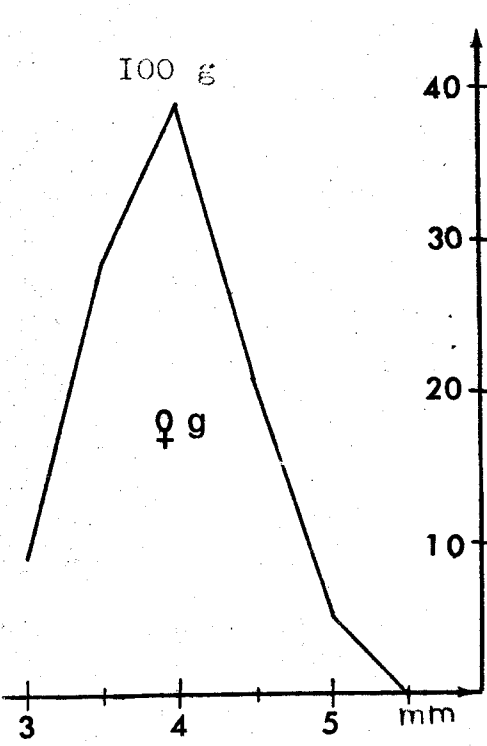
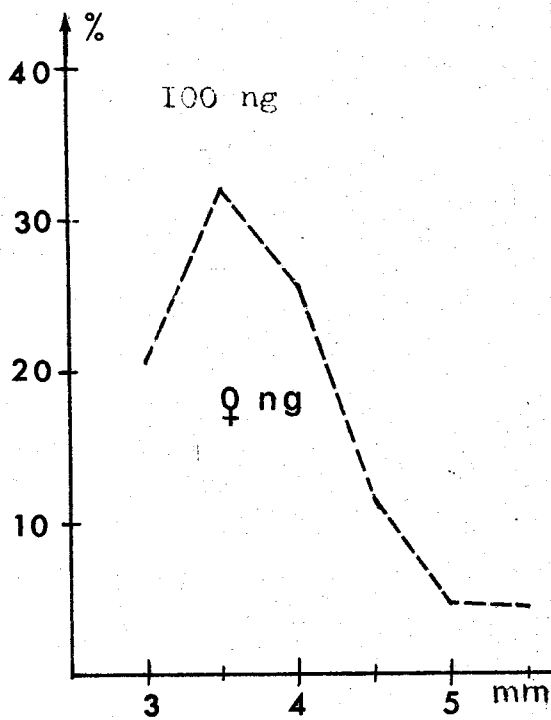
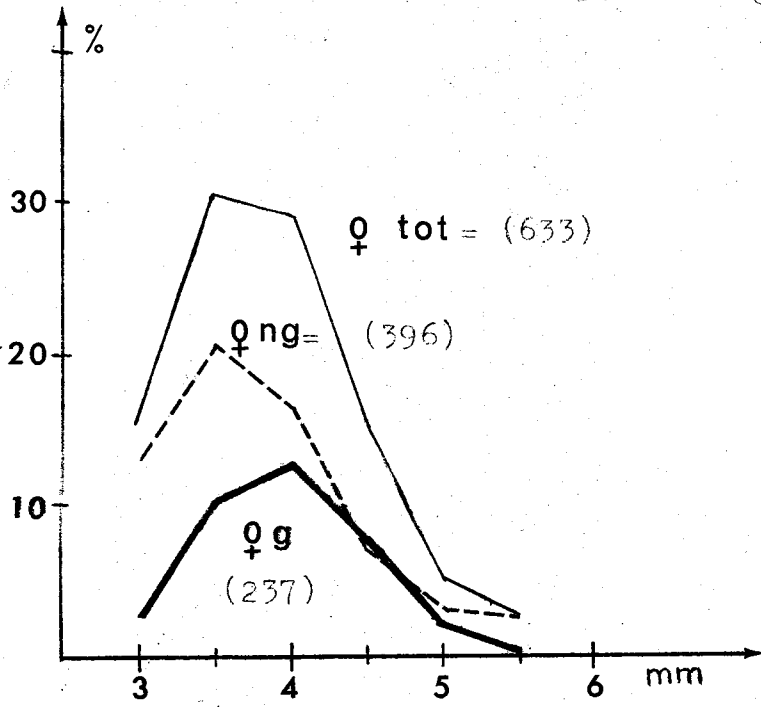
A 3 mm, on remarque, à côté de 5,3 % de larves, la présence des formes sexuées : 7,9 % de femelles et 0,9 % de mâles seulement. L'apparition de la puberté met en évidence un grand décalage qui se crée entre le nombre des mâles et le nombre des femelles. On peut se demander si la cause de cet écart est due à une faible masculinisation ou à une mortalité supérieure des futurs mâles au cours des stades larvaires.

Le polygone de fréquence des mâles reste toujours en dessous de 3 %. On observe deux pics à 3,5 mm et 5 mm ; puis la courbe descend : les grandes tailles sont représentées par très peu d'individus.

A côté de ces faibles fréquences, la courbe en

- Fréquences des Tailles

Femelles gestantes -



pointillé qui symbolise les femelles atteint 13 % pour 3,5 et 4 mm. Les fréquences diminuent vite avec la taille. Les femelles de 5,5 mm ne représentent plus que 1 % de la population.

#### Femelles gestantes.

Parmi les nombreuses femelles récoltées, certaines sont gestantes ou portent des oostégites développés. Le mode de reproduction continu permet difficilement d'évaluer à quelles tailles et combien de fois durant leur vie les femelles pondent. L'examen de la fréquence des tailles des femelles ovigères peut aider à la détermination de ces périodes de ponte (Pl. XVII).

Le calcul de ces fréquences a eu pour base 633 femelles, soit 237 gestantes et 396 non gestantes, ce qui correspond à 37,3 % et 62,7 %.

Le polygone (A) montre que la plupart des femelles gestantes mesurent 3,5 et 4 mm : 10,7 % et 12,9 %, il n'y a plus que 0,3 % de femelles de 5,5 mm qui sont encore ovigères. Les femelles de grandes tailles (5 à 6 mm) ont presque toutes des oostégites réduits.

Comme chaque ponte est suivie d'une mue qui la fait passer dans la classe de taille supérieure, une femelle qui est gestante dès 3 mm peut, en théorie, faire partie de chaque autre classe et pondre encore à 3,5, 4, 4,5 mm. Mais vraisemblablement le nombre des pontes est beaucoup plus réduit : si on ne considère que les femelles gestantes en fonction de leur classe de taille (polygone B) on remarque que sur 100 ovigères, 28 mesurent 3,5 mm, 39 font 4 mm et 21, 4,5 mm. Les grandes tailles ne sont représentées que par quelques individus seulement. La plus grande partie de l'activité reproductrice se place donc chez les jeunes femelles, de taille moyenne (3,5 à 4,5 mm). Si on compare avec les dimensions des femelles non gestantes (polygone A), on voit que le pic (39 %) à 4 mm est décalé d'une classe chez celles-ci, 32 % à 3,5 mm, ceci pourrait correspondre,

chez les jeunes femelles, au temps de latence entre l'apparition des caractères sexuels secondaires et la fécondation. Les femelles de 5,5 mm ont presque toutes des oostégites réduits (4 %) et ne sont pas ovigères.

#### 4°/ Cycle évolutif - Longévité.

Les Sphéromes de la Durançole ayant une reproduction continue, sans arrêt sexuel, ni période de ponte marquée, ont un cycle évolutif difficile à établir. En effet, on ne possède pas de bases fixes pour étudier le déroulement de ce cycle, pour déterminer la durée de vie des mâles et des femelles, le nombre de pontes effectuées par une même femelle.

Les seuls éléments de durée sont donnés par le rythme des mues au cours du développement post-embryonnaire et le temps nécessaire à la gestation. Dès la maturité sexuelle, les mues des adultes deviennent espacées et irrégulières et chez les femelles, la croissance est bloquée pendant la gestation.

Le développement post-embryonnaire demande 48 à 60 jours ; les jeunes Sphéromes, après la cinquième mue, atteignent 3 mm et sont différenciés sexuellement. Les jeunes femelles, qui mesurent 3 à 3,5 mm, sont donc capables de donner des portées.

La durée de la gestation peut être évaluée à un mois. Quinze jours environ après l'éclosion des larves hors du marsupium maternel, la mère mue et elle est de nouveau prête pour effectuer une nouvelle ponte. Il faut donc trois à trois mois et demi pour qu'une femelle puisse mener à terme sa première portée.

La taille maximum observée chez les femelles est de 6 mm, mais en fait, très peu d'entre elles atteignent une telle dimension. D'après le graphique représentant les fréquences des

tailles (Pl. XVI), il n'y a déjà plus que 2 % de femelles qui ont 5 mm de long. Elles mesurent, pour la plupart, 3,5 à 4 mm (13 % et 12 %).

A partir de 4,5 mm, la diminution rapide du nombre des femelles (7,5 % à 2 %) est probablement en relation directe avec une mortalité croissante et indiquerait bien la disparition d'une partie d'entre elles après la première ponte.

En effet, le nombre de celles qui peuvent donner une deuxième portée est plus faible (7,5 % pour 4,5 mm - 2 % pour 5 mm).

D'après ces observations, on peut déduire que les femelles ont une longévité plutôt faible, de quatre mois minimum à 8 mois pour celles qui survivent à la première portée et atteignent la taille maximum.

Les mâles, s'accroissent plus ou moins régulièrement après les deux mois nécessaires au développement prépubertaire. Pour atteindre 8,5 mm de taille maximum, il leur faudra 6 à 8 mois ; leur longévité est semblable à celle des femelles.

## II - ETUDE COMPARATIVE DU CYCLE BIOLOGIQUE DES SPHEROMES DANS LA DURANÇOLE, EN CAMARGUE ET DANS LA BALTIQUE.

Dans le paragraphe précédent, nous avons étudié le cycle biologique des Sphéromes de la Durançole, isolés dans une source thermale ayant des composants physicochimiques particuliers. Il nous a semblé intéressant de comparer cette population à d'autres populations, voisines, comme celle du Vaccarès, ou provenant de territoires géographiques lointains, comme KIEL et COPENHAGUE.

1°/ Fréquence des tailles : Comparaison des populations de la Durançole et du Vaccarès.

Il a été possible, en reprenant les données fournies par GIRAUD-LAPLANE (1961), d'étudier les fréquences des tailles de la population du Vaccarès. On a utilisé, pour calculer ces fréquences les graphiques qu'elle avait établis selon la méthode de KINNE (Pl. XVIII).

Cette étude comparative révèle plusieurs faits. On note tout d'abord que les deux populations diffèrent par leurs tailles et par les proportions relatives de chaque catégorie d'individus.

La population du Vaccarès, examinée globalement, comprend autant de femelles que de mâles (27 %) et un grand nombre de jeunes : 45 %. Dans la Durançole, il y a, en gros, trois fois plus de femelles que de mâles et, malgré une reproduction continue, un taux inférieur de larves (38 %).

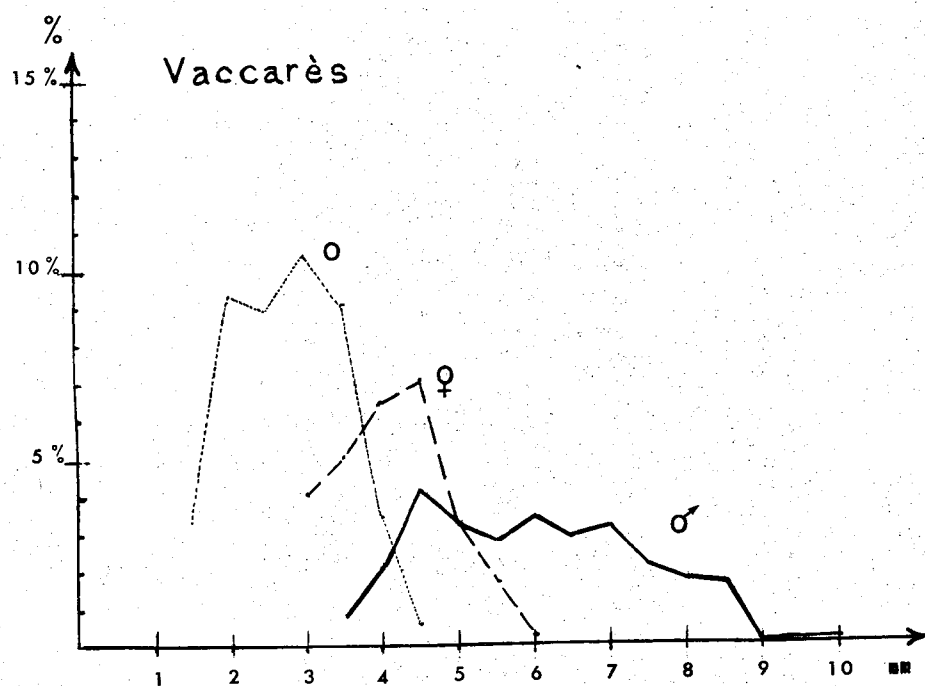
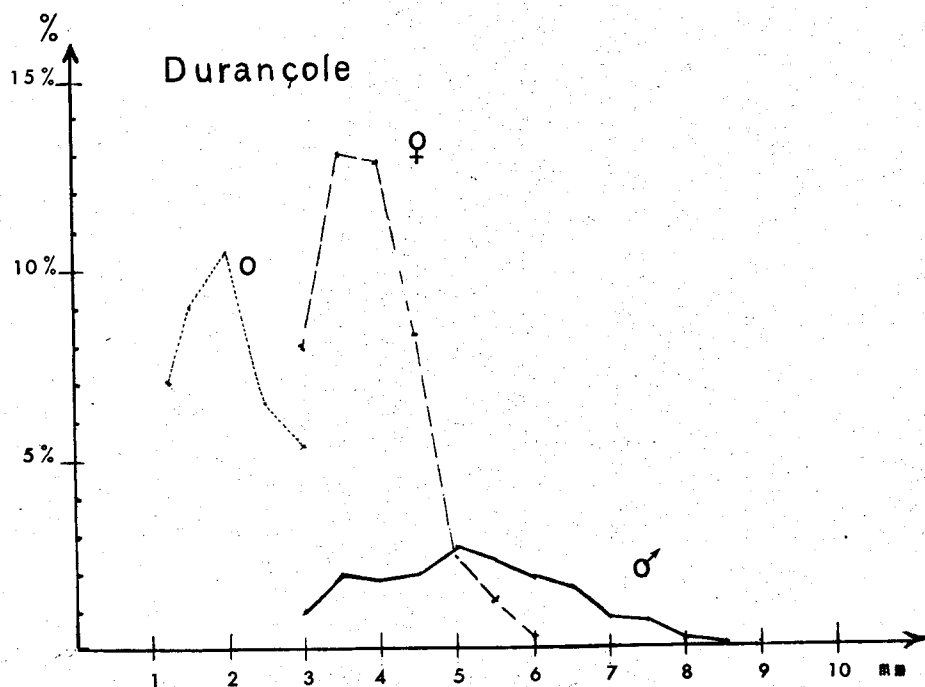
	♀	♂	
Durançole ...	38,7 %	45,7 %	15,6 %
Vaccarès ....	45 %	27,7 %	27,3 %

Les Sphéromes du Vaccarès ont, dès la naissance une taille légèrement supérieure : 1,5 mm. Le passage à l'état adulte qui s'effectue entre 3 et 3,5 mm chez les Sphéromes de la Durançole, recouvre ici plusieurs classes de taille :

à 3 mm, il y a 4 % de femelles différenciées, à 3,5 mm, les premiers mâles apparaissent, à 4 mm il reste encore 3 % de larves, et selon les saisons, on trouve des Sphéromes de 4,5 encore immatures.

En comparant les graphiques, à part la fréquence

FREQUENCES des TAILLES



des stades I moins élevée dans la Vaccarès (3%) on retrouve dans les deux populations le même pic à 2 mm (9 % V. et 10 % D.) qui semble indiquer une croissance analogue. De même le nombre global des individus de 3 mm est égal dans les deux cas : 14,5 % environ. Un décalage se crée au moment de la puberté : les femelles du Vaccarès se différencient avant les mâles, contrairement à ce qui est observé dans la Durançole.

Les portions de courbe qui représentent les femelles, bien que portant sur les mêmes classes de taille, sont différentes dans les deux populations. Pour 4 mm, la fréquence est maximale dans le Vaccarès : 7 % alors qu'elle est de 13 % dans la Durançole. Il est vrai que la population du Vaccarès ne contient que 27 % de femelles.

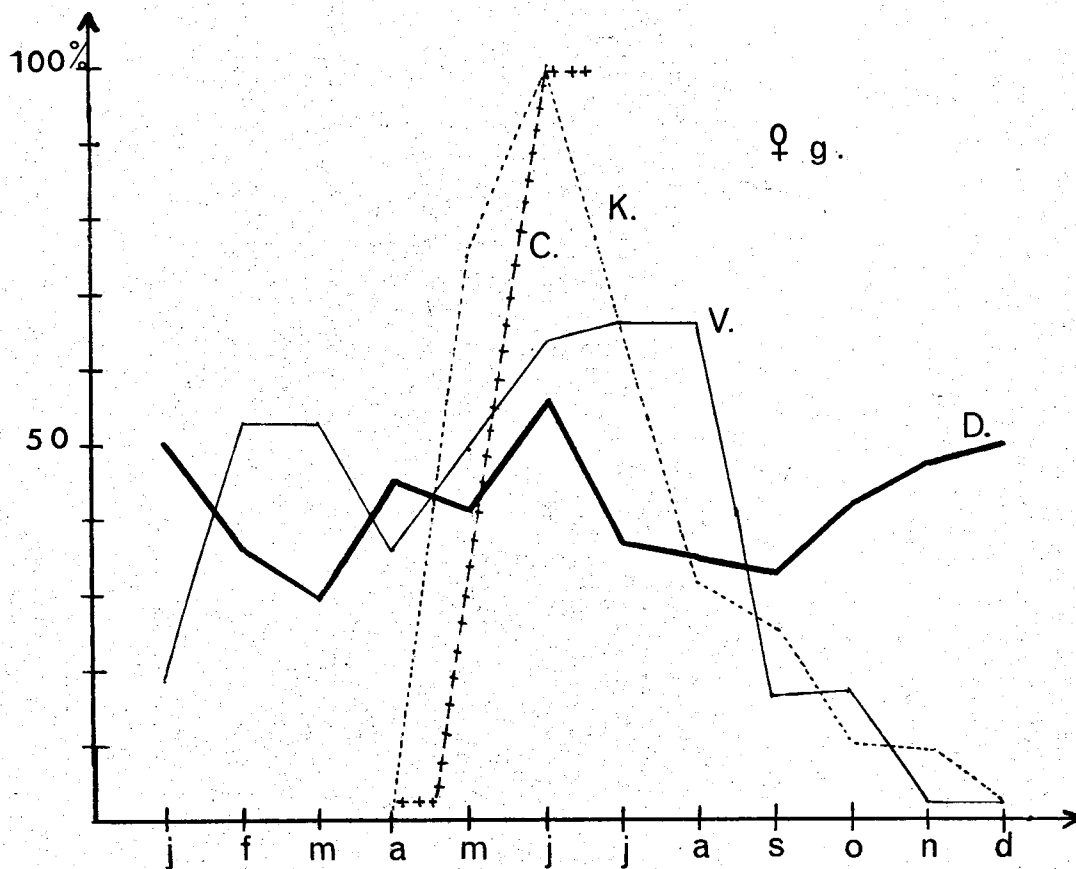
Les mâles différenciés à partir de 3,5 mm atteignent une grande taille dans les eaux du Vaccarès. On remarque deux maxima de fréquence, correspondant aux classes de tailles 4,5 et 6 mm. Il y a un décalage d'une classe de taille par rapport aux mâles de la Durançole, qui sont plus petits (maxima : 3,5 et 5 mm.).

## 2°/ Période de reproduction.

Dans la Durançole, où la température est constante, nous avons pu constater que la reproduction se poursuivait pendant toute l'année, car on recueillait chaque mois des femelles gestantes et des petits Sphéromes du premier stade.

En Camargue, et dans les étangs méditerranéens, la période de reproduction est plus courte, il y a un repos sexuel du mois d'Octobre au mois de Février.

Dans les régions Nordiques, où l'hiver est beaucoup plus long et rigoureux, l'arrêt de l'activité reproductrice dure de Septembre à Mai, ne laissant que trois à quatre mois aux Sphéromes pour se reproduire. On assiste alors à une véritable



Pourcentages des femelles gestantes dans la Durançole le Vaccarès, les ports de Kiel et de Copenhague au cours de l'année;

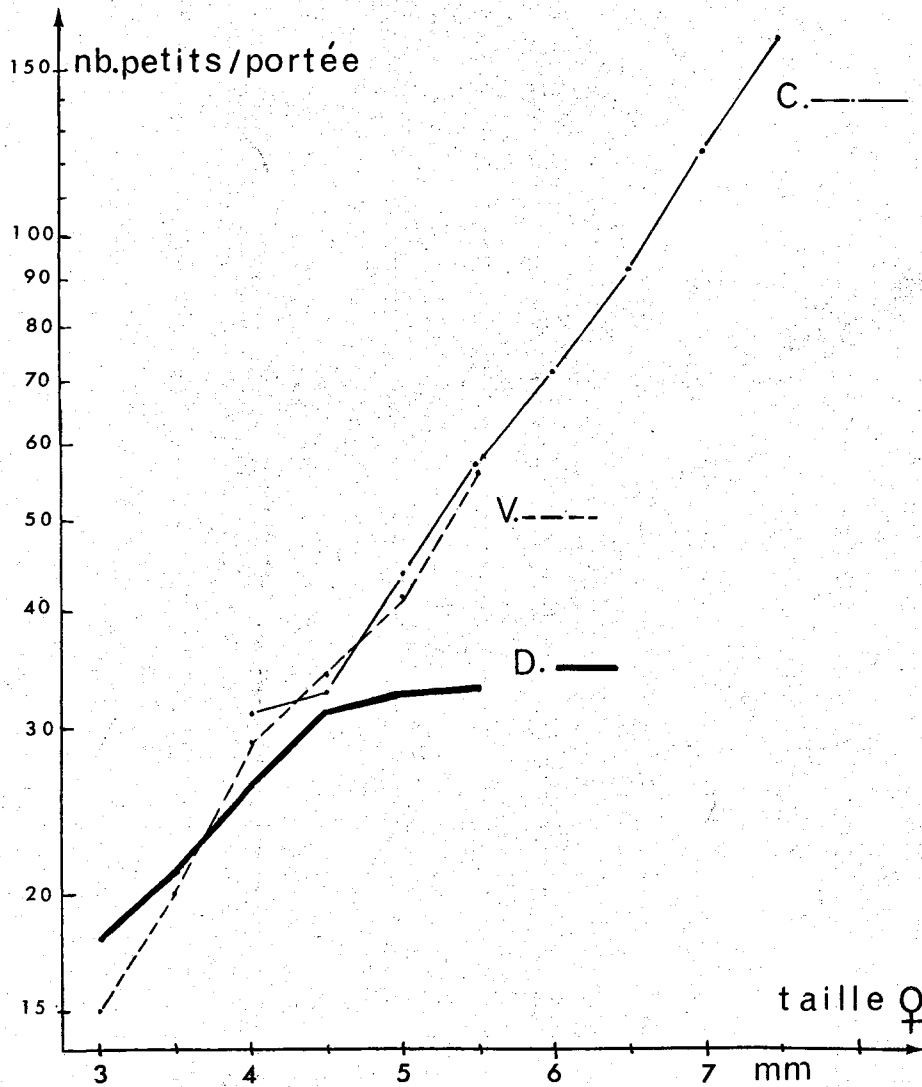
explosion démographique et toutes les femelles portent des oostégites développés (Pl. XIX).

3°/ Nombre de pontes.

GIRAUD-LAPLANE note que "en Camargue , les femelles pondent pendant toute la période d'été. Celles qui sont nées au printemps se reproduisent deux fois l'année même de leur naissance". Dans le Vaccarès, où la période de reproduction est assez longue (Février à Octobre) le pourcentage des femelles ne dépasse jamais 70 %, d'après le graphique (Pl. XIX), on voit deux maxima, en Février-Mars, puis en Juin-Juillet-Août qui caractérisent deux époques de pontes.

Dans la Baltique, deux pontes ont été observées : la première fin Juin pour KIEL, début Juillet pour COPENHAGUE, et la deuxième fin Août . KINNE pensait qu'un certain nombre de femelles nées en Juin pouvait pondre en Août dans le port de KIEL. Mais JENSEN, dont les observations ont aussi été effectuées dans la mer Baltique, n'arrive pas aux mêmes conclusions. D'après les schémas de KINNE lui-même, la plupart des Sphéromes nés en Juin ne sont pas encore sexués en Août. Il est donc probable que la deuxième ponte est produite par des femelles pondant pour la deuxième fois, c'est-à-dire, âgés de 13 mois environ (JENSEN). Seules, 25 % des femelles nées lors de la première ponte pourraient se reproduire l'année même de leur naissance. Le plus souvent, elles en commencent à produire que l'été suivant.

Dans la Durançole, le cycle biologique est modifié puisque la reproduction ne s'arrête pas au cours de l'année : aucun repos sexuel n'a été constaté. On remarque toutefois que le nombre des jeunes est plus élevé en Octobre, Février et pendant les mois d'été (Mai, Juin et Août), une périodicité, un rythme saisonnier semble persister néanmoins.



♀ taille. mm	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
Durançole	18	21	26	31	32	33	-	-	-	-
Vaccarès	15	20	29	34	41	55	-	-	-	-
Copenhague	-	-	31	32	42	56	72	90	120	158
Kiel	-	13	23	26	48	68	78	95	104	-

Nombre moyen de jeunes par portée

4°/ Nombre de jeunes par portée.

La Planche XX, donnant le nombre moyen de jeunes par portée en fonction de la taille des femelles montre que, si les femelles de la Durançole ont sensiblement le même nombre de larves que celles du Vaccarès pour des tailles de 3 à 3,5 mm, les femelles de tailles supérieures (4 à 5,5 mm) portent un nombre différent de jeunes. En effet, les portées sont beaucoup plus faibles dans la Durançole que dans le Vaccarès.

La différence dans les portées est encore plus notable entre ces deux populations et celles des ports de KIEL et de COPENHAGUE, où les femelles de grande taille (4 à 7 mm) pondent un très grand nombre de larves (7 mm : 120).

La fécondité des femelles de la Durançole semble être nettement inférieure à celle des autres populations. Il faut cependant noter que dans les populations méridionales la taille maximum des femelles gestantes est de 5,5 mm, alors qu'elle atteint 7 mm à KIEL et 7,5 mm à COPENHAGUE.

5°/ Sex-Ratio.

Dans toute population, le sex-ratio, c'est-à-dire le nombre de mâles par rapport au nombre de femelles, varie au cours de l'année. Les populations de Sphéromes du Vaccarès et de Kiel ont pendant l'hiver, un sex-ratio proche de 1 : il y a donc égalité numérique des sexes. Puis, pendant les mois d'été où l'activité reproductrice est intense, la proportion des femelles s'accroît beaucoup, puisque l'on trouve jusqu'à quatre femelles pour un seul mâle. Il y a une nette opposition entre la période de reproduction et la période de repos sexuel.

Dans la Durançole, on ne retrouve pas cette alternance. On remarque qu'il y a toujours prédominance des femelles sur les mâles car, contrairement aux sex-ratio supérieurs à 1

♂/♀

SEX-RATIO	Durançole	Vaccarès	Kiel
JANV	1 : 2,5	1 : 1	1 : 1,2
FEV	1 : 2,4	1 : 1,5	1 : 1,5
MARS	1 : 1,85	1 : 1,5	1 : 1,7
AVR	1 : 2,3	1 : 3	1 : 1,5
MAI	1 : 1,4	1 : 4	1 : 2,2
JUIN	1 : 2,6	1 : 3	1 : 4,2
JUIL	1 : 1,35	1 : 3,5	1 : 2,6
AOUT	1 : 3,3	1 : 3	1 : 2,4
SEPT	1 : 2,8	1 : 1,5	1 : 1,5
OCT	1 : 2,9	1 : 1	1 : 1,6
NOV	1 : 2,9	1 : 0,8	1 : 1,5
DEC	1 : 1,35	1 : 0,9	1 : 1,5

notés de Novembre à Janvier dans le Vaccarès, on ne trouve que des rapports inférieurs à 1, compris entre  $1/1,85$  et  $1/3,3$ .

Les valeurs du sex-ratio des Sphaeroma hookeri Leach de la Durançole sont très irrégulières, sans liaison directe avec les saisons, ce qui semble logique puisque la période de reproduction n'est pas limitée. Ces irrégularités peuvent être dues à des fluctuations de l'échantillonnage. Cependant, on peut remarquer une certaine relation avec les pourcentages de jeunes Sphéromes. En effet, les valeurs élevées du sex-ratio correspondant à une diminution du nombre des femelles par rapport au nombre des mâles qui se situent en Mai, Juillet et Décembre font suite à de forts pourcentages de larves : 35 % en Avril, 70 % en Juin, 46 % en Novembre. Il est probable que, si, pendant un mois ou deux, il y a eu un grand nombre de portées, la mortalité des femelles augmente et, le mois suivant, le sex-ratio se rapproche de 1. Les mâles, qui sont toujours moins nombreux que les femelles dès la différenciation des sexes, ont peut être aussi une longévité plus faible.

En ce qui concerne les autres populations, l'opposition entre les sex-ratio des périodes de repos sexuel et de reproduction est peu expliquée. JENSEN, pour les Sphéromes de COPENHAGUE, suggère une émigration des mâles, ou leur disparition, en raison d'un changement de leurs exigences écologiques.

GIRAUD a remarqué, en étudiant la population du Vaccarès, que pendant l'hiver, les individus des deux sexes, presque en nombre égal, ont sensiblement la même taille. Durant la période de reproduction, les femelles sont beaucoup plus nombreuses, mais les mâles sont beaucoup plus grands qu'elles. Elle note "ainsi, le sex-ratio augmente au profit des femelles à partir du moment où les mâles atteignent une grande taille".

Aucune corrélation avec la taille n'a pu être établie pour les Sphéromes de la Durançole.

III - RESUME ET CONCLUSION DU CHAPITRE II.

RESUME.

Le cycle biologique des Sphéromes de la Durançole est caractérisé par un mode de reproduction particulier ; en effet, cette population a une reproduction continue, sans repos sexuel hivernal. Les prélèvements mensuels et les élevages en laboratoire permettent de conclure que ce cycle continu est devenu le mode normal dans ces eaux à température constante. La présence de femelles gestantes, de premiers stades larvaires et le développement post-embryonnaire régulier au cours de tous les mois de l'année en sont les preuves.

L'examen de chaque classe de taille a montré que les Sphaeroma hookeri Leann de la Durançole sont plus petits que la plupart de leurs congénères : en effet l'échelle des tailles oscille de 1,25 mm à 3 mm lors de la différenciation sexuelle ; les femelles atteignent 6 mm et les mâles 8,5 mm, tailles maximales observées. Les femelles gestantes mesurent presque toutes 3,5 et 4 mm. Ceci implique une mortalité accrue à partir de 4,5 mm, éliminant ainsi des femelles qui sont de taille à donner une deuxième ou une troisième portée.

L'étude comparative des cycles biologiques des Sphéromes de la Durançole, du Vaccarès et de la Baltique (KIEL et COPENHAGUE) met en valeur les particularités de la population de la Durançole.

La reproduction, qui, nous l'avons vue, est continue chez les Sphéromes de la Durançole est saisonnière chez les individus du Vaccarès. Dans les eaux de cet étang, soumis à des variations de température saisonnières, on note un repos sexuel hivernal et deux périodes de ponte, l'une au printemps, l'autre en été. Enfin, dans la mer Baltique, les hivers rigoureux ne permettent qu'une brève époque de ponte en été.

Le nombre moyen de jeunes par portée est dans chaque population fonction de la taille des femelles. Cette fonction est identique pour les populations du Vaccarès et de la Baltique, mais pour les individus de la Durançole, elle est nettement distincte chez les femelles dépassant 4,5 mm, qui ont une fécondité plus faible.

Le sex-ratio, nettement différent pendant la reproduction et la période de repos sexuel chez les populations de KIEL et du VACCARES est irrégulier chez les Sphéromes de la DURANÇOLE, sans relation directe avec le cycle évolutif. De tels résultats pourraient s'expliquer par une mortalité plus élevée des femelles après la ponte, par une longévité plus faible des mâles, qui sont de plus, toujours moins nombreux que les femelles, dès l'apparition des caractères sexuels. Il est évident que la reproduction continue dans ce milieu ne permet que des hypothèses.

En ce qui concerne la longévité, MATSAKIS (1956) a constaté chez les Idoteidés une longévité plus grande, une taille maximum plus élevée et la sexualité plus tardive dans les eaux froides. Cette corrélation existe aussi chez les Sphaeroma hookeri Leach : atteignant 14 ou 15 mois dans la Baltique, ils vivent moins d'un an dans le Vaccarès et la Durançole.

#### CONCLUSION.

Le cycle biologique des Sphéromes de la Durançole, essentiellement caractérisé par un mode de reproduction continu, sans repos sexuel hivernal, semble lié à la température constante (18°) de ces eaux.

Ce mode de reproduction devrait permettre une population florissante, mais en fait, on constate que dans ce biotope, les Sphéromes sont très peu nombreux (10 à 20 par mètre de rive). Certains facteurs externes, comme la rapidité du

courant, l'absence de pierres, les prédateurs, poissons ou larves d'insectes, l'infiltration d'engrais et d'insecticides sont défavorables et peuvent accentuer la mortalité. Mais l'étude de la population a surtout mis en évidence plusieurs facteurs biologiques qui semblent compenser la reproduction continue. Par rapport aux autres populations, on a noté une fécondité plus faible, surtout chez les femelles de grande taille et une mortalité élevée de celles-ci après la ponte, une longévité moindre des stades adultes, la différenciation de peu de mâles à partir des stades sexuellement indifférenciés. Ces particularités apparues dans le cycle biologique de la population de la Durançole, ainsi que les différences morphologiques, physiologiques et polychromatiques déjà établies, tendent à prouver l'existence de races physiologiques au sein de l'espèce. Ces races physiologiques seraient le résultat d'une adaptation de l'espèce aux différentes conditions locales du milieu, c'est-à-dire l'adaptation du pool génétique aux divers biotopes dans lesquels vivent les populations.

C H A P I T R E    I I I

RECHERCHES EXPERIMENTALES SUR L'ACTION DES FACTEURS DU MILIEU SALIN

C'est dans les étangs saumâtres, soumis à des variations annuelles de température et de salinité que les Sphaeroma hookeri Leach à large valence écologique, vivent habituellement.

Cependant la Durançole présente des conditions de milieu différentes : grande stabilité physicochimique, faible teneur en  $\text{Cl}^-$  et forte teneur en  $\text{Ca}^{++}$ , rapports ioniques particuliers. La population de Sphéromes, isolée dans cette source possède des caractéristiques morphologiques phénotypiques et biologiques, mises en évidence par les études précédentes. Il nous a semblé intéressant d'envisager son comportement en fonction de certains facteurs du milieu tels le chlore et le calcium.

Diverses expériences ont été tentées : dilutions d'eau de mer, interversion des milieux. Ces mêmes expériences ont été appliquées à d'autres populations de Sphéromes, vivant dans les étangs de LAVALDUC et de VACCARES, afin de pouvoir comparer leurs réactions à un facteur donné.

TECHNIQUE D'ELEVAGE.

Les Sphéromes ont été élevés par groupes de cinq individus au plus, dans des petits cristallisoirs contenant 50 cc d'eau environ, et quelques cailloux poreux. L'eau est filtrée et changée assez souvent pour éviter la prolifération des micro-organismes. Dans certains cas, en particulier pour les Stades jeunes, l'eau a été stérilisée aux U.V. Pour palier

à l'évaporation, le niveau est rajusté régulièrement avec de l'eau distillée.

La nourriture des Sphéromes consiste essentiellement en ulves dessalées par trempage, puis séchées pour éviter une décomposition trop rapide, et en feuilles sèches d'orme selon la méthode employée par BOCQUET. Cette nourriture est fournie en petites quantités tous les trois ou quatre jours.

Les diverses solutions nécessaires aux expériences ont été obtenues soit à partir d'eau de mer, soit d'eaux artificielles (Tables de BARNES).

## I - INFLUENCE DU CHLORE SUR LES SPHAEROMA HOOKERI LEACH DE LA DURANÇOLE.

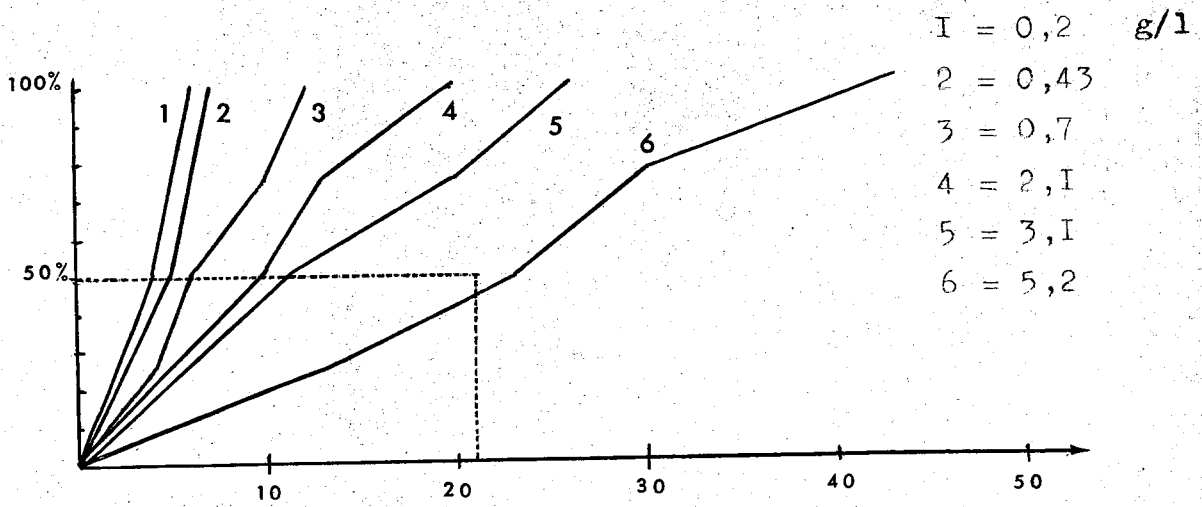
### A - DILUTIONS D'EAU DE MER.

Plusieurs séries d'expériences ont été effectuées à partir d'eau de mer diluée. Les premiers lots de Sphéromes ont été placés dans des dilutions dont la teneur en Cl était proche de celle de la Durançole, puis des chlorinités de plus en plus élevées ont été utilisées.

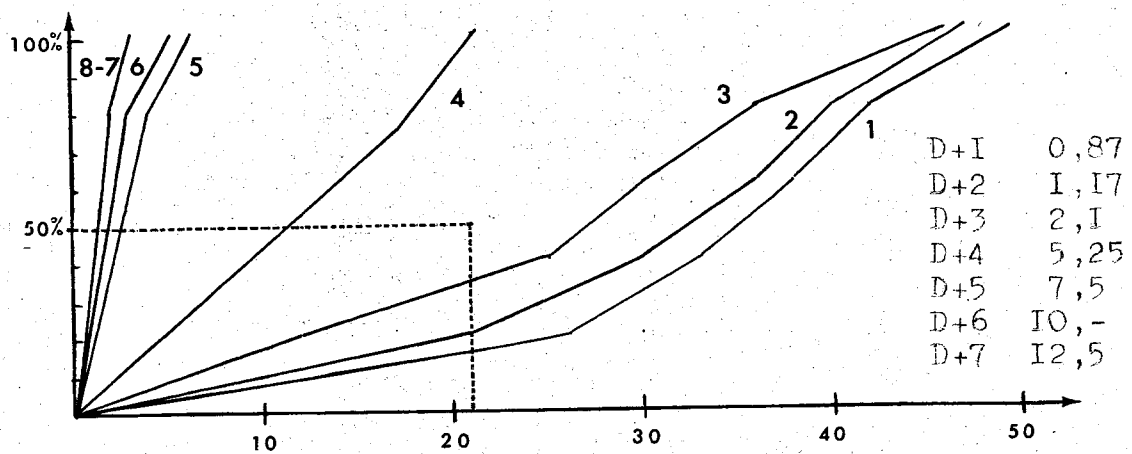
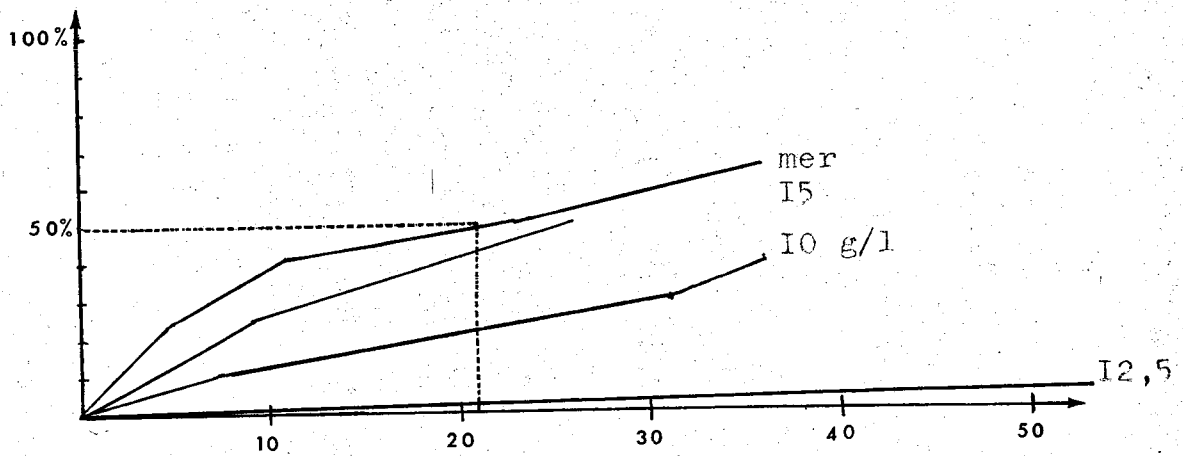
1ère série : concentrations allant de 0,1 g/l à 5,2 g/l de Cl.  
2ème " " : " " " 5 g/l à 21,5 g/l.

Ces expériences ont été réalisées à la température du laboratoire (18 à 20°) sur des Sphéromes adultes, mâles et femelles, au nombre de 10 par dilution. Cependant, les résultats portent sur 20 individus minimum, car la plupart des expériences ont été recommencées plusieurs fois.

# XXII



Courbes de Mortalité dilution eau de mer



D + ClNa - Eau Durançole - mortalité -

Résultats obtenus.

Des courbes de mortalité ont été tracées pour chaque concentration en Cl, en notant le nombre de morts en fonction du temps.

1°/ D'après la première série d'expériences (O1, à 5,2 g/l Cl), on remarque que les Sphéromes ne peuvent pas survivre dans de fortes dilutions d'eau de mer. Ces concentrations en Cl bien que proches de celles de la Durançole (0,5 g/l en moyenne) n'offrent pas un milieu convenable aux Sphéromes qui meurent très rapidement.

Avec l'augmentation de la teneur en Cl, la mortalité diminue peu à peu. C'est seulement à partir de 5 g/l de chlore que 50 % des Sphéromes survivent plus de trois semaines. Si on prend comme critères de tolérance une mortalité de 50 % au bout d'un temps donné, on peut définir un seuil de tolérance au Cl. Pour les dilutions d'eau de mer, si on prend trois semaines comme temps de survie minimum pour 50 % de Sphéromes 5 g/l de Cl correspond à un seuil inférieur de tolérance au Cl.

2°/ Dans la deuxième série d'expériences les dilutions d'eau de mer s'étendent de 5 g/l de Cl à 21,5 g/l (eau de mer pure).

Les courbes de mortalité pour ces teneurs en Cl montrent que les Sphéromes peuvent se maintenir assez longtemps. La mortalité se révèle faible, et en prenant les mêmes critères de tolérance aucun seuil supérieur n'a pu être défini, car même dans l'eau de mer pure, la survie est supérieure à trois semaines.

A partir de ces courbes de mortalité, on a calculé des temps moyens de survie pour chaque teneur en Cl. Pour une dilution donnée, on additionne la survie de chaque Sphérome mis en expérience. On effectue la moyenne de ces temps de survie, évalués en jours, qui représentera donc la réaction moyenne des

## Durançole

Cl <sup>-</sup> : g/l	0,1	0,21	0,42	0,7	1	2,1	3
nb. j.	4	4,2	5	8,2	14,5	12,5	15,2

Temps moyens de survie /soj  
dilutions d'eau de mer

Cl <sup>-</sup> : g/l	Durançole	Vaccarès	Lavalduc
2,5	12,2 j	23,7	17,9
5	21,2	23,5	23,5
7,5	32	25,1	24,7
10	39,8	27,2	26,6
12,5	50	28,7	35
15	35,5	38,4	37,6
17,5	37,5	34,8	36,6
21,5	27	18,7	29,4

Sphéromes à cette dilution d'eau de mer, c'est-à-dire à un taux de Cl déterminé. La durée des expériences a été limitée à 50 jours et les temps moyens de survie ont été calculés sur cette base de cinquante jours (tableau Pl. XXIII).

En portant en ordonnée leurs logarithmes et en abscisse les logarithmes des concentrations en Cl des dilutions, on obtient un graphique qui groupe toutes les données des courbes de mortalité et celles du tableau (Pl. XXIV).

Le tracé épais, correspondant aux réactions moyennes des Sphéromes aux dilutions d'eau de mer, met en évidence l'accroissement de la survie avec l'augmentation de la teneur en chlore, jusqu'à 12,5 g/l. Le pic de la courbe pour cette concentration représente la survie la plus grande : c'est leur optimum.

Les faibles teneurs semblent plus difficiles à supporter par les Sphéromes que les fortes. Dans l'eau de mer pure, la survie moyenne de 27 jours dépasse les 21 jours qui définissent les seuils de survie : on ne peut donc pas dégager du seuil supérieur de tolérance au Chlore.

D'après les résultats obtenus dans ces expériences, on voit que les Sphaeroma hookeri Leach vivant dans la Durançole, peuvent supporter une concentration en Cl nettement supérieure à celle de leur milieu naturel, puisque l'optimum de survie dans les dilutions d'eau de mer se situe à 12,5 g Cl/l. L'eau de la Durançole, ne contenant que 0,5 g Cl/l, possède donc, par rapport aux dilutions d'eau de mer, des propriétés chimiques particulières.

#### B - CONCENTRATION EN Cl A PARTIR DE L'EAU DE LA DURANÇOLE.

Une nouvelle série d'expériences a été réalisée sur les Sphaeroma hookeri Leach de la Durançole dans leur eau d'origine, en rajoutant du Cl Na. Les quantités de Cl Na ont été

calculées de façon à obtenir une série de solutions ayant des chlorinités totales égales à celles des dilutions d'eau de mer des expériences précédentes.

Un lot-témoin des Sphéromes a été placé dans son eau d'origine (Cl = 0,43 g/l). Les dix autres lots ont été mis dans la même eau contenant des quantités croissantes de Cl Na, les chlorinités totales s'étageant de 0,87 à 21,5 g/l.

Les temps moyens de survie ont été calculés de la même manière, mais les résultats se révèlent ici totalement différents : dès que l'on rajoute au milieu naturel du Cl Na, la mortalité augmente très vite et atteint son maximum à partir de 12,5 g/l Cl. (Pl. XXIV.)

Le lot-témoin montre que les Sphéromes vivent normalement dans leur eau d'origine (49 j./50), puis le temps moyen de survie diminue rapidement de 30 jours pour 2,1 g/l de Cl à 14 jours pour 5 g/l et 3 jours seulement pour 7,5 g/l. Ensuite malgré l'augmentation de la teneur en Cl jusqu'à 20 g/l, la survie moyenne ne varie plus et reste très basse : 1,4 jours/50.

Ce minimum est atteint en fait à la chlorinité qui correspond, dans les dilutions d'eau de mer à l'optimum de survie : 12,5 g/l de Cl.

On observe donc des réactions opposées à celles obtenues avec les dilutions d'eau de mer: ici, l'apport de Chlore provoque non pas une augmentation de la survie des Sphéromes mais une mortalité accrue comme si tout apport de Cl à l'eau d'origine rompait l'équilibre ionique et se révélait toxique.

Dans les dilutions d'eau de mer, le Chlore semble primordial. Dans l'eau de la Durançole, par contre, il semble que le déficit en Cl n'est qu'apparent, puisque les Sphéromes qui vivent à 0,5 g/l de Cl supportent mal toute addition de Cl Na à leur milieu.

II - ETUDE COMPARATIVE DE L'INFLUENCE DU CHLORE SUR TROIS POPULATIONS DE SPHEROMES (DURANÇOLE, LAVALDUC, VACCARES).

L'étude avec des dilutions d'eau de mer a été effectuée simultanément sur deux autres populations de Sphéromes vivant dans les étangs saumâtres du Vaccarès (2 à 4 g/l Cl) et de Lavalduc (6 à 8 g/l Cl). La comparaison des temps moyens de survie des exemplaires de chaque population permettra d'établir leur tolérance respective à ce facteur.

Les eaux de ces deux étangs ont une composition chimique et des rapports ioniques se rapprochant plus de ceux de l'eau de mer que de l'eau de la Durançole.

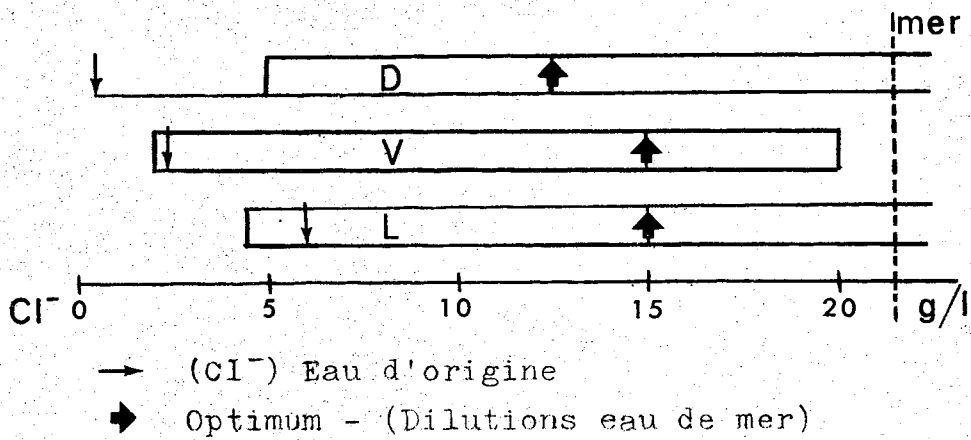
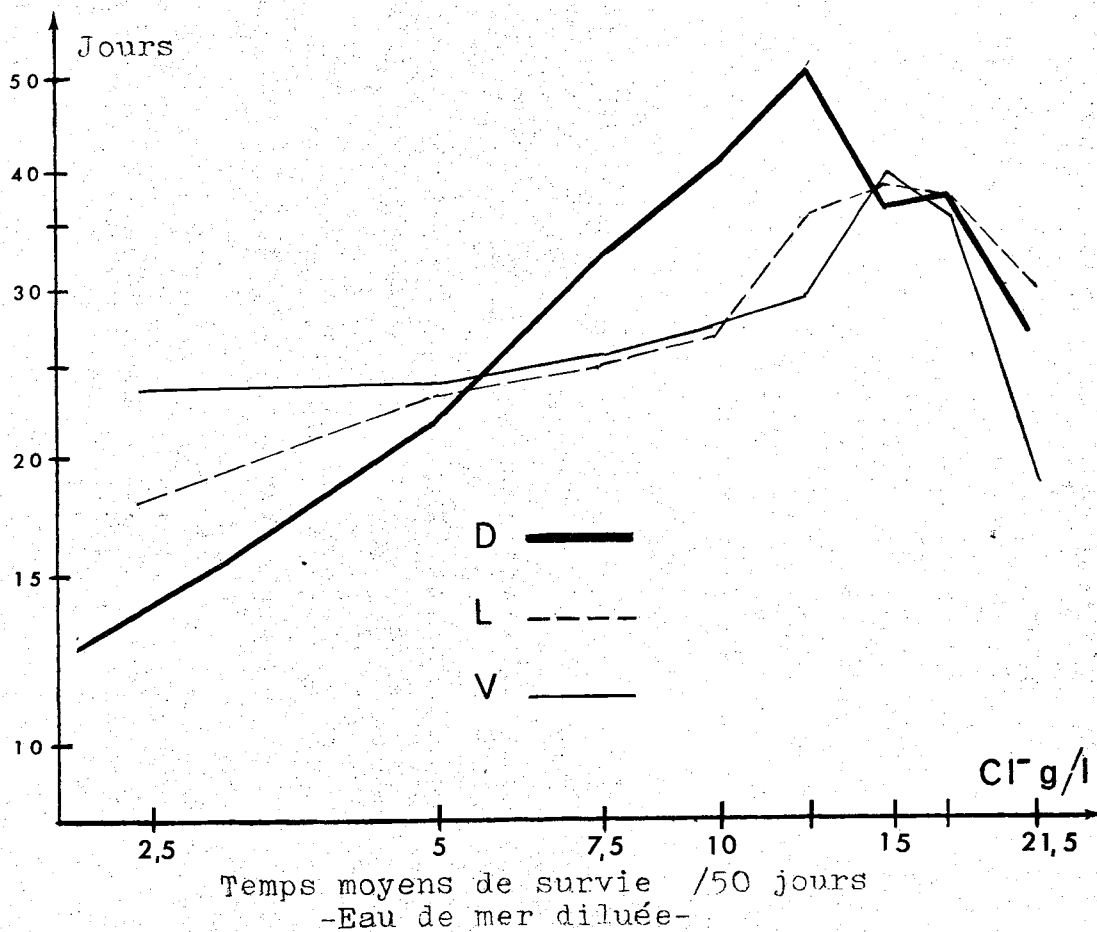
Ainsi, en Mars 1966, des analyses d'échantillons d'eau ont donné les résultats suivants :

mg/l	Cl	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup> /Cl x 100	Mg <sup>++</sup> /Ca <sup>++</sup> x 100
Durançole	.526	95,7	24	18,2	26
Vaccarès	3.350	109	220	3,25	201
Lavalduc	5.370	393	557	7,3	141
Mer	21.600	468,5	1.325	2,1	280

Ces trois milieux présentent donc des propriétés chimiques différentes qui sont cependant favorables à l'espèce Sphaeroma hookeri Leach qui leur est liée.

Résultats obtenus.

Les temps moyens de survie ont été portés dans un tableau Pl. XXIII. Ce tableau met en évidence la survie moyenne de chaque population pour chaque dilution, allant de 2,5 g/l de Cl à 21,5 g/l (eau de mer pure).



On remarque l'analogie des réactions des Sphéromes du Vaccarès et de Lavalduc : ceci se traduit par des temps de survie peu différents et par des graphiques qui s'emboîtent (Pl. XXV ).

Cependant, les Sphéromes de Lavalduc qui vivent dans un certain milieu plus salé semblent mieux supporter les teneurs élevées. Lorsqu'il s'agit de faibles teneurs en Cl, on observe la réaction inverse : ce sont les Sphéromes du Vaccarès qui survivent plus longtemps que ceux de Lavalduc (23 jours contre 17 jours).

Les optima se situent vers 15 g/l de Cl sous forme de pic pour la population du Vaccarès, et de plateau (entre 12,5 et 17,5 g/l) pour celle de Lavalduc.

En reprenant les résultats des expériences sur les Sphéromes de la Durançole (tracé épais), on remarque, par rapport aux deux autres populations que leur survie est plus difficile dans les faibles chlorinités. Par contre, leur optimum est beaucoup plus net et décalé : 12,5 g/l Cl contre 15 g/l Cl. Les fortes teneurs en Chlore chez les Sphéromes de la Durançole et de Lavalduc. déterminent des réactions analogues malgré une augmentation de la mortalité; on ne peut définir, dans leur cas, un seuil supérieur de tolérance au Cl car dans l'eau de mer pure, la survie moyenne dépasse nettement les 21 jours qui servent de critère. Seule, la population de l'étang du Vaccarès montre une mortalité plus élevée et son seuil supérieur se situe à 20 g/l Cl.

On peut schématiser les résultats précédents et délimiter leur adaptation à la chlorinité en ne mentionnant pour chaque population, que la chlorinité du milieu d'origine, l'optimum et les seuils inférieurs et supérieurs de tolérance quand ils ont pu être définis. Ces repères, portés sur une échelle de chlorinités croissantes (0 à 21,5 g/l déterminent

des bandes qui symbolisent la tolérance globale à la chlorinité de chaque population, en la situant par rapport au milieu d'origine. (Pl. XXV).

### III - INTERVERSION DES MILIEUX.

L'étude de l'action du chlore de l'eau de mer diluée sur les populations de Sphéromes de la Durançole, de Lavalduc et du Vaccarès a mis en évidence une nette opposition entre la chlorinité optimale et celle des milieux d'origine. Il nous a semblé intéressant d'aborder le même problème dans des milieux naturels, car les dilutions d'eau de mer sont loin d'être des reproductions fidèles des conditions chimiques naturelles offertes par les étangs saumâtres.

Nous avons donc procédé à des interversions de milieu et nous avons examiné la survie des individus des trois populations.

#### 1°/ Méthodes.

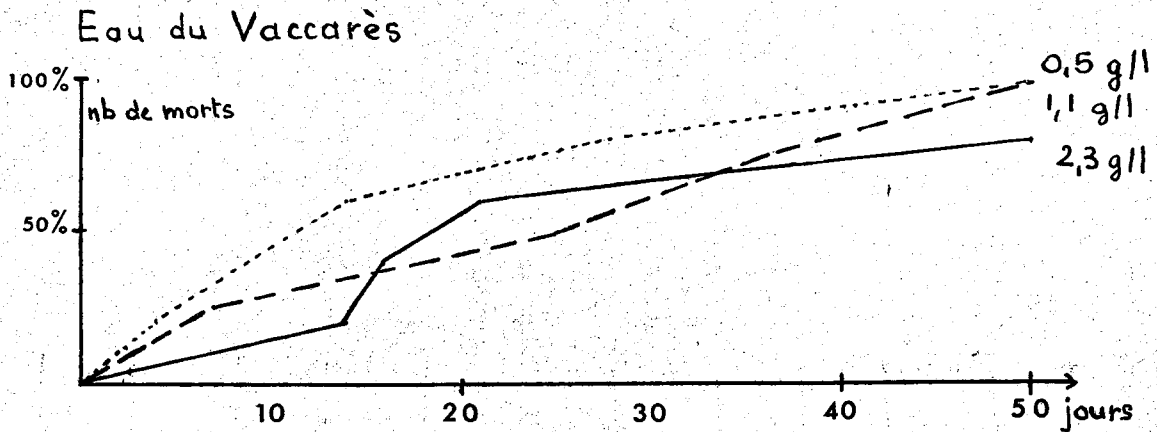
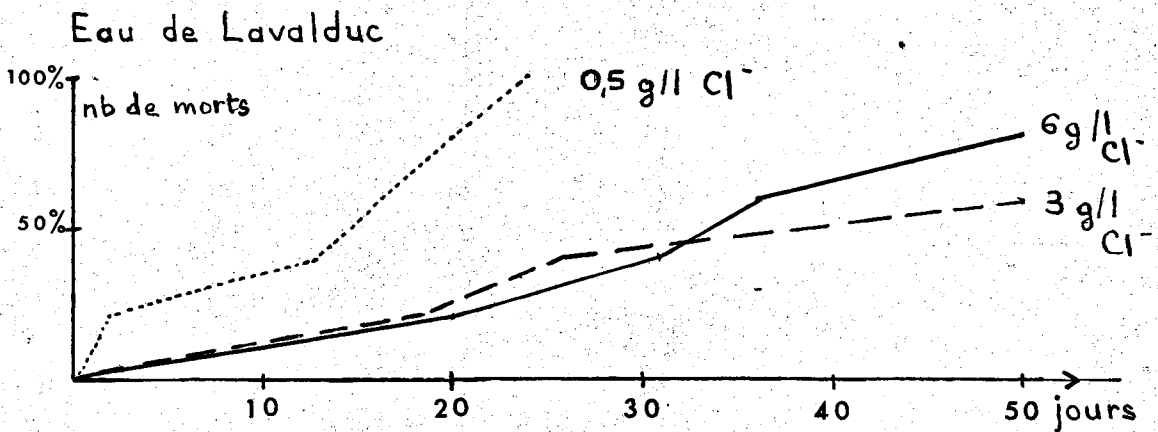
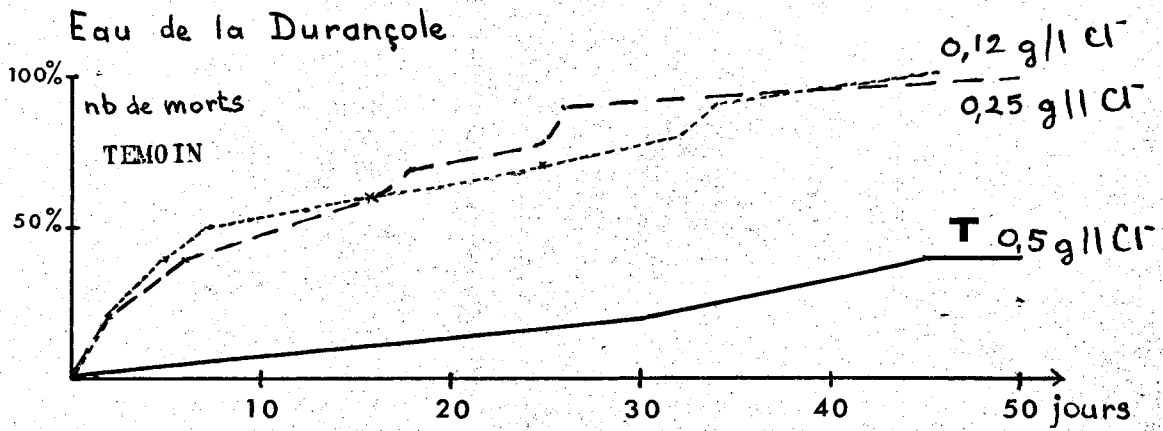
Des lots de Sphéromes de chaque population ont été mis en élevage dans des eaux recueillies dans la Durançole, le Vaccarès et Lavalduc.

Ces eaux d'origine ont été diluées à l'aide d'eau distillée afin d'obtenir :

- 1° - une gamme de teneurs en  $\text{Cl}^-$  plus étendue,
- 2° - une concentration en  $\text{Cl}^-$  qui se retrouve dans les trois groupes d'eaux et qui pourra servir de base de comparaison. Cette concentration est de 0,5 g/l, elle correspond à celle des milieux naturels de la Durançole.

## Sphéromes de la Durançole

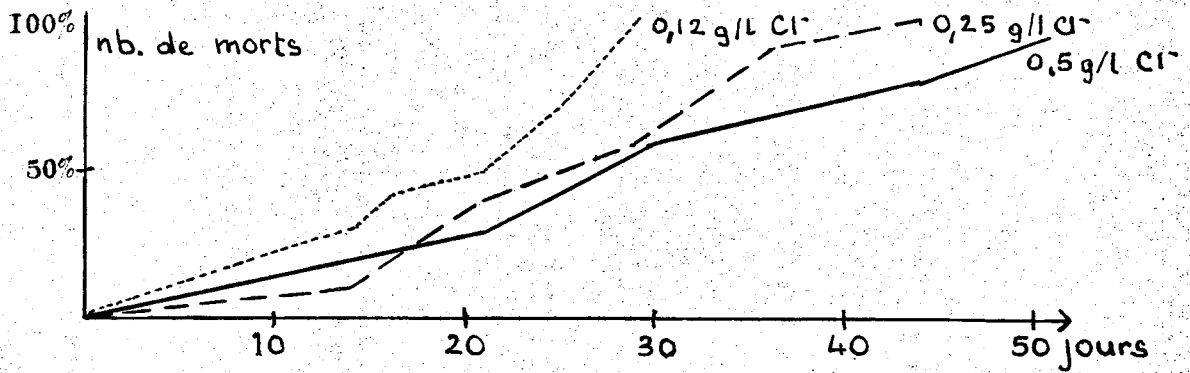
## Courbes de Mortalité



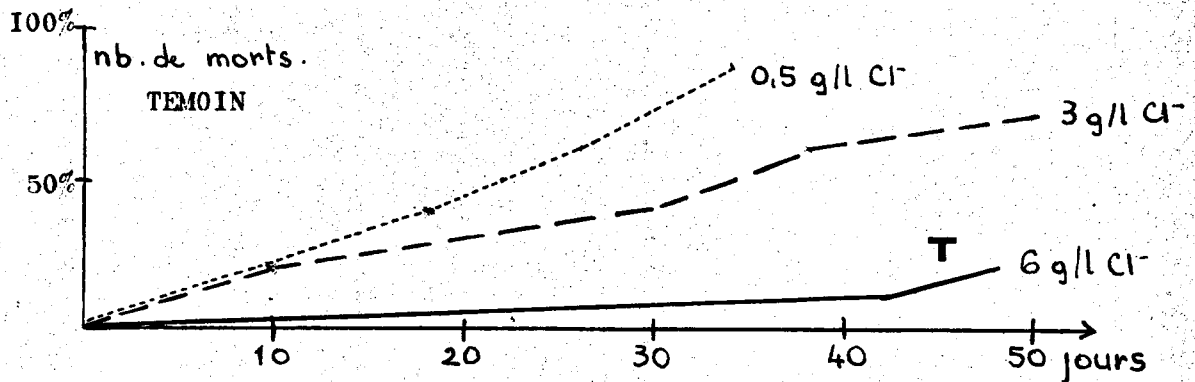
Sphéromes de Lavalduc

Courbes de Mortalité

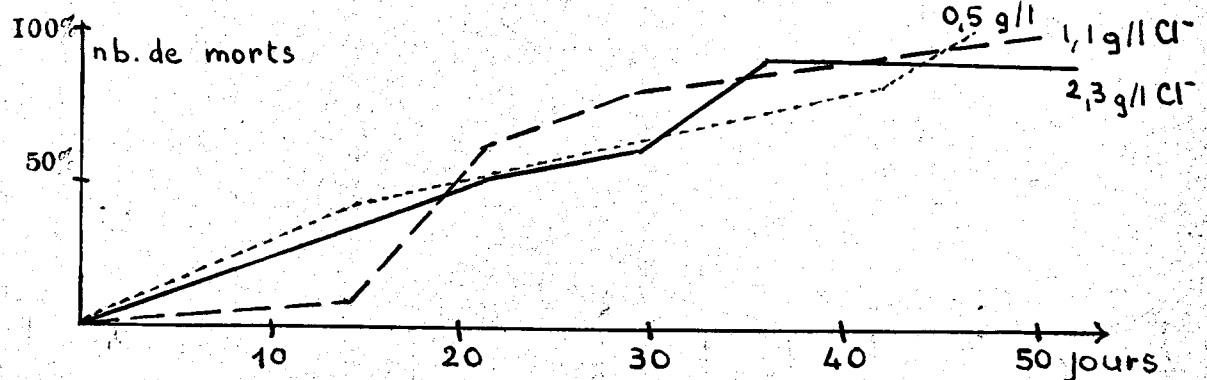
Eau de la Durançole



Eau de Lavalduc



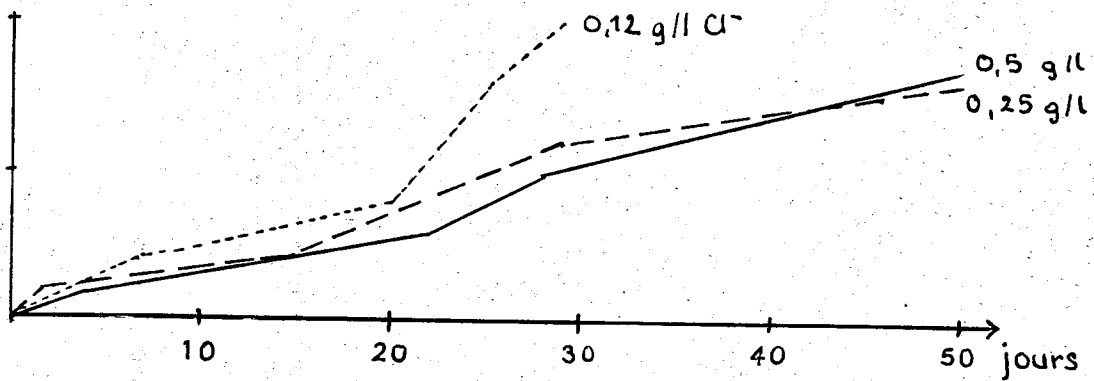
Eau du Vaccarès



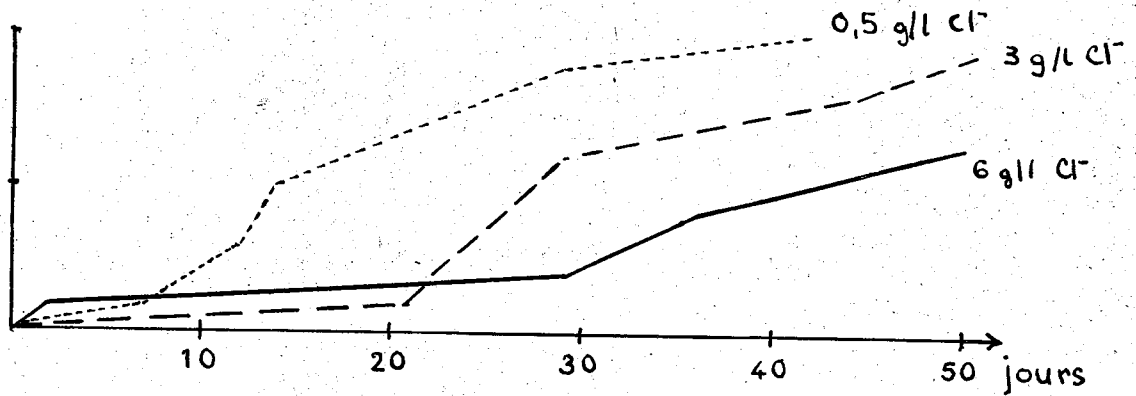
Sphéromes du Vaccarès

Courbes de Mortalité

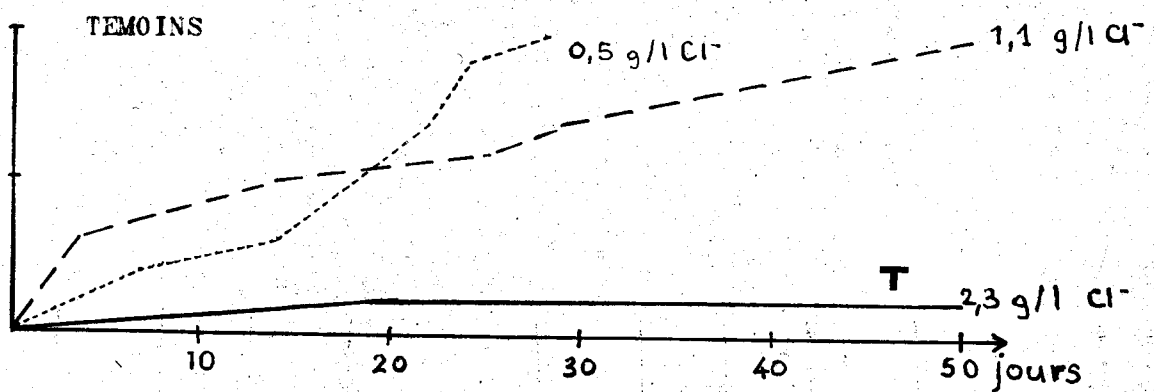
Eau de la Durançole



Eau de Lavolduc



Eau du Vaccarès



- DURANÇOLE : 0,5 g/l Cl<sup>-</sup> pure  
0,25 et 0,12 g/l Cl (dilutions eau distillée)
- VACCARES : 2,3 g/l Cl<sup>-</sup> pure  
1,1 et 0,5 g/l Cl (dilutions)
- LAVALDUC : 6 g/l Cl<sup>-</sup> pure  
3 et 0,5 g/l Cl (dilutions)

Les Sphéromes adultes (4 à 6 mm) ont été placés par lots de dix dans les neuf solutions ainsi obtenues.

Pour chaque lot expérimental, on a établi des courbes de mortalité : un même graphique porte les trois courbes correspondant à une eau d'origine et à ses deux dilutions. Les trois graphiques qui montrent les réactions d'une population aux trois milieux sont groupés, dans une même page. (Pl. XXVI, XXVII, XXVIII).

## 2°/ Résultats.

En examinant les courbes de mortalité, on voit tout d'abord, que les Sphéromes-témoins T, placés dans leurs eaux d'origine pure, ont une survie très satisfaisante montrant ainsi une adaptation à leur milieu. Cependant, si on dilue leurs eaux, la mortalité augmente assez rapidement, surtout pour les individus de la Durançole, les tracés des deux courbes de mortalité se confondent pour les dilutions à 0,25 et 0,12 g/l Cl.

Chez les deux autres lots-témoins du Vaccarès et de Lavalduc, la mortalité augmente plus régulièrement, en relation avec la diminution de la concentration en Cl des dilutions.

Quand on intervertit les milieux, on note que les eaux non diluées permettent généralement des survies plus grandes que les mêmes eaux diluées. En effet, dans la plupart des cas le pourcentage de Sphéromes morts augmente plus ou moins vite avec la baisse de la teneur en Cl<sup>-</sup>. Cependant, il y a bien peu de différence pour les Sphéromes de la Durançole entre

## Intervention des MILIEUX

EAUX		sphéromes Durançole	s. Vaccarès	s. Lavalduc
D U R A N C O L E	Cl <sup>-</sup> g/l 0,5	Jours 44	47	31
	0,25	17	28	27,5
	0,12	16	19,5	20
V A C C A R È S	2,3	30	49	26
	1,1	29	22	24,5
	0,5	22	18	29,5
L A V A L D U C	6	37,5	40	48
	3	39	33,5	36
	0,5	15	19,5	23,5

Temps moyens de survie /50j  
eaux pures et diluées

les survies dans l'eau naturelle du Vaccarès et ses dilutions (2,3 , 1,1 , 0,5 g/l) ainsi que dans l'eau pure de Lavalduc et sa dilution à 3 g/l : les courbes de mortalité ont des tracés voisins.

Les dilutions à 0,5 g/l provoquent une mortalité plus élevée : pourtant, elles ont la même teneur en Cl que l'eau d'origine de ces Sphéromes.

Un lot de Sphéromes de Lavalduc, placé dans l'eau du Vaccarès montre des réactions inverses: on ne peut discerner aucun gradient dans la mortalité car les trois courbes s'entrecoupent.

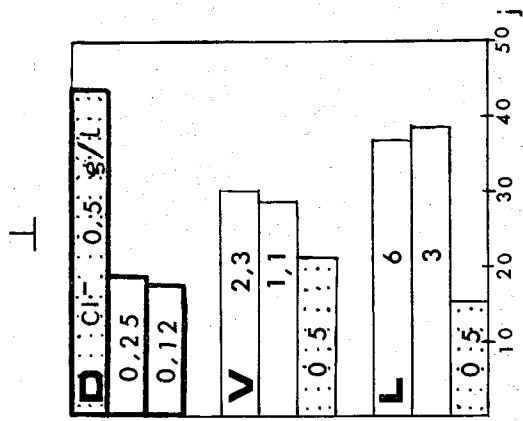
Ce sont les individus du Vaccarès qui semblent supporter d'une façon égale les trois milieux : leur mortalité est faible dans les eaux pures. Leur survie diminue plus régulièrement avec les dilutions.

D'après ces courbes de mortalité, des temps moyens de survie ont été calculés et portés dans un tableau (Pl. XXIX) où les eaux d'origine et leurs dilutions sont regroupées; et où les zones encadrées correspondent aux lots-témoins. Ces survies sont établies en jours (calculés sur 50 jours) et elles confirment les faits que l'on vient d'énoncer.

Pour schématiser les réactions de chaque population, aux trois milieux, ces temps moyens de survie ( Pl. XXIX ) ont servi à construire des diagrammes. Dans chaque diagramme correspondant à une population, les eaux sont représentées par trois groupes de bandes (D.L.V.) dont la chlorinité est notée dans le premier diagramme et reste le même pour les deux autres.

Une échelle des temps de 0 à 50 jours, permet de fixer la longueur de ces bandes d'après les temps moyens de survie calculés. Comme dans le tableau Pl. XXIX les parties encadrées symbolisent les lots-témoins. Enfin, les bandes en grisé font ressortir la teneur en Cl : 0,5 g/l qui servira de base de comparaison. (Pl. XXX).

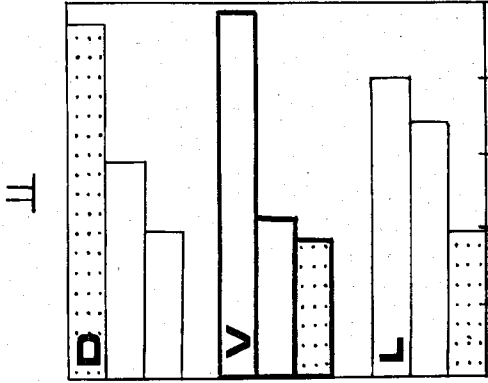
Interversion des MILIEUX



Sphéromes Durançole

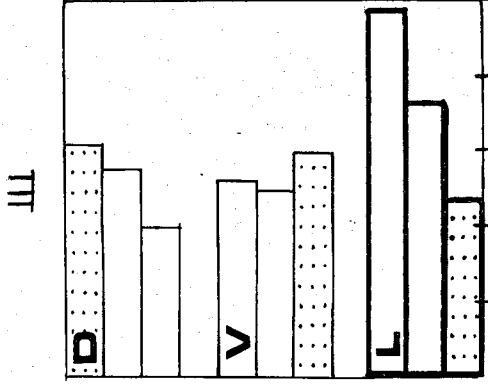
milieu 0 = 0,5 g/l. Cl<sup>-</sup>

∴ Cl<sup>-</sup> = 0,5 g/l.



Sphéromes Vaccarès

milieu 0 = 2,3 g/l. Cl<sup>-</sup>



Sphéromes Lavalduc

milieu 0 = 6 g/l. Cl<sup>-</sup>

Temps moyens de survie /50j

Ces diagrammes mettent en évidence plusieurs faits, déjà décelés dans les courbes de mortalité.

1 - Ce sont les eaux d'origine qui, d'une façon générale, se révèlent les plus favorables, permettant une survie maximum dans les eaux témoins et une bonnesurvie dans les eaux des deux autres milieux.

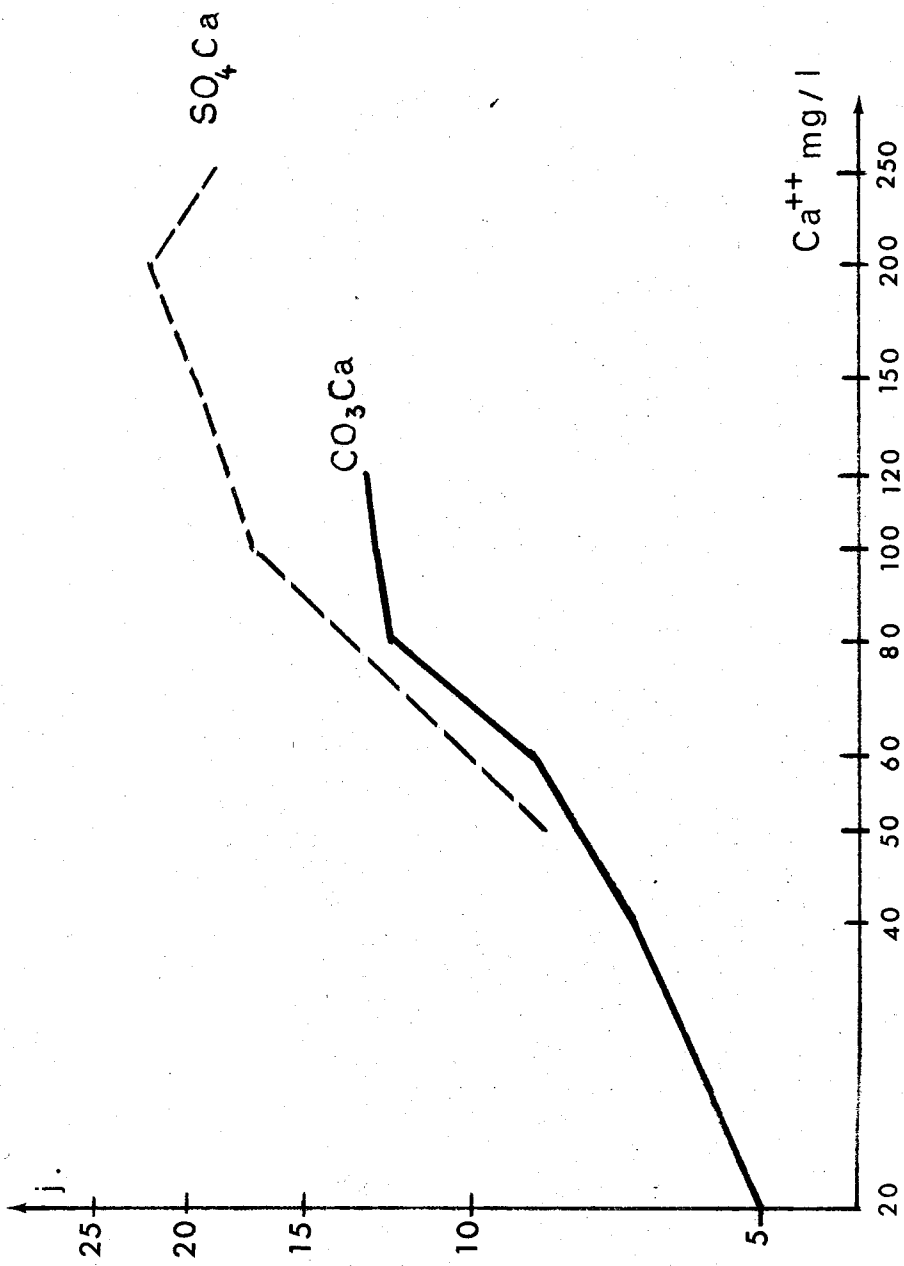
2 - La dilution de ces eaux entraîne, dans la plupart des cas, une diminution du temps moyen de survie.

3 - Les temps moyens de survie semblent relativement indépendants de la teneur en Cl qui est différente pour chaque milieu d'origine. On s'en rend mieux compte en considérant les réactions de chaque population aux teneurs de 0,5 g/l Cl (bandes grisées). Quand cette concentration correspond aux dilutions des eaux de Lavalduc et du Vaccarès, les temps de survie sont les plus courts dans chaque groupe. Quand elle correspond à l'eau pure de la Durançole la survie est beaucoup plus longue : 47 jours pour les Sphéromes du Vaccarès, au lieu de 18 et 19 jours dans les dilutions. Seuls les Sphéromes de l'étang de Lavalduc ont une réaction inverse dans les eaux du Vaccarès car ils supportent mieux la dilution à 0,5 g/l Cl.

#### IV - INFLUENCE DES IONS $Ca^{++}$ SUR LES SPHAEROMA HOOKERI LEACH DE LA DURANÇOLE.

Malgré sa faible teneur en  $Cl^-$ , l'eau de la Durançole offre aux Sphaeroma hookeri Leach un milieu équilibré. Nous avons vu que l'ajout de Cl Na à ce milieu naturel entraîne une mortalité accrue des individus et les ions  $Cl^-$  seuls ne peuvent expliquer la présence de cette espèce dans une telle eau. La teneur en  $Ca^{++}$  attire alors l'attention : le rapport  $\frac{Ca}{Cl} \times 100$  de la Durançole est 5 à 10 fois supérieur à ceux des collections d'eau du littoral méditerranéen, comme les étangs de Lavalduc

Temps moyens de survie / 50 jours



Dilutions d'eau de mer : Cl = 0,43 g/l

et du Vaccarès. Cette concentration élevée en calcium pourrait compenser la faible teneur en  $\text{Cl}^-$  et permettre aux Sphéromes de vivre dans la Durançole.

Il nous a semblé intéressant d'effectuer des expériences de survie avec différentes solutions de teneurs en  $\text{Ca}^{++}$  variables. Nous avons établi trois séries d'expériences :

- à l'aide de dilutions d'eau de mer à 0,43 g/l de  $\text{Cl}^-$  ;
- à partir d'eau de la Durançole, pure et diluée ;
- à l'aide de dilutions d'eau de mer à 5 g/l de  $\text{Cl}^-$ . Les teneurs en  $\text{Ca}^{++}$  ont été augmentées progressivement par apport de sels de calcium.

1°/ Action des ions  $\text{Ca}^{++}$  dans des dilutions d'eau de mer.

a) Sphéromes de la Durançole.

A partir d'une dilution d'eau de mer de 0,43 g/l de  $\text{Cl}^-$  (chlorinité identique à celle de la Durançole pendant le mois de Février 1965), on a rajouté du  $\text{CO}_3\text{Ca}$  et du  $\text{SO}_4\text{Ca}$  de façon à obtenir des concentrations en  $\text{Ca}^{++}$  de 20 mg à 250 mg/l variant de 20 en 20 mg. Comme le  $\text{CO}_3\text{Ca}$  se dissout peu dans l'eau, les teneurs élevées n'ont pu être effectuées avec ce sel. L'emploi de  $\text{SO}_4\text{Ca}$  a permis l'obtention de solutions allant jusqu'à 250 mg/l  $\text{Ca}^{++}$ .

Les élevages ont été réalisés avec des lots de 10 Sphéromes par solution, selon la méthode déjà utilisée pour l'étude de la chlorinité. Les expériences ont été reprises plusieurs fois et portent sur 25 individus environ par concentration en  $\text{Ca}^{++}$ . La durée des expériences a été limitée à 50 jours.

Résultats obtenus.

Temps moyens de survie : d'après ces expériences, on remarque que la mortalité des Sphéromes de la Durançole

diminue assez régulièrement avec l'augmentation progressive de la teneur en  $\text{Ca}^{++}$  des dilutions.

En effet, le calcul des temps moyens de survie, sur 50 jours montre que pour 0,43 g/l de  $\text{Cl}^-$  et 20 mg de  $\text{Ca}^{++}$ , les Sphéromes ne vivent que 5 jours.

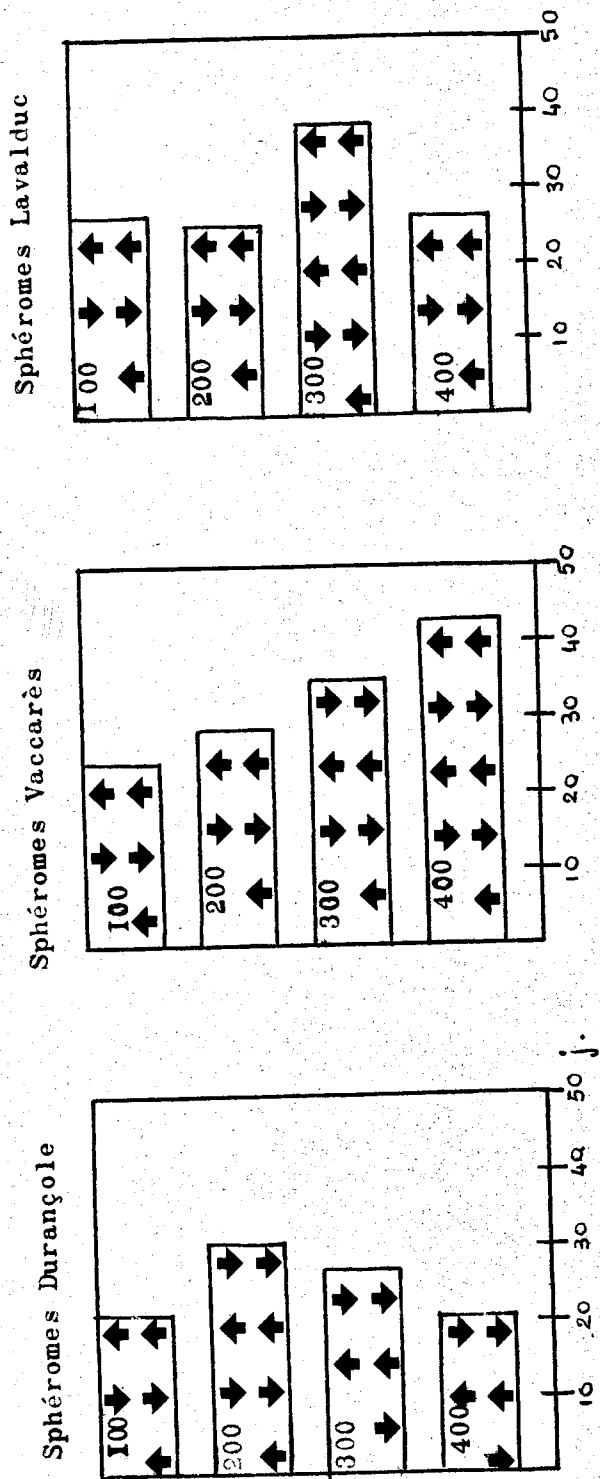
Peu à peu, la survie atteint 7 jours pour 40 mg de  $\text{Ca}^{++}$  8, 6 jours 60 mg et 13 jours pour 80 mg. A partir de cette solution, les temps de survie obtenus à l'aide de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  ne varient plus : en effet, la saturation du milieu était atteinte. C'est avec du  $\text{SO}_4\text{Ca}$  que les teneurs supérieures en  $\text{Ca}^{++}$  ont été effectuées.

Les temps de survie, entre 50 et 80 mg de  $\text{Ca}^{++}$ , sont analogues à ceux obtenus précédemment avec du  $\text{CO}_3\text{Ca}$ . Puis la mortalité continue à diminuer régulièrement jusqu'à la teneur de 200 mg de  $\text{Ca}^{++}$  : le temps moyen de survie atteint alors 23 jours et correspond à un optimum. Avec des concentrations plus élevées, la survie diminue, indiquant ainsi que le milieu devient défavorable, à cause d'un excès de  $\text{Ca}^{++}$ . Si on considère le rapport  $\frac{\text{Ca}}{\text{Cl}} \times 100$  dans cette série de solutions, on remarque qu'il varie de 4,6 (20 mg/l de  $\text{Ca}^{++}$ ) à 58,1 (250 mg/l de  $\text{Ca}^{++}$ ). Dans l'eau de la Durançole, ce rapport varie entre 15 et 26, ce qui correspond aux solutions expérimentales allant de 60 à 120 mg de  $\text{Ca}^{++}$  environ. A 200 mg/l de  $\text{Ca}^{++}$ , optimum de survie, le rapport  $\frac{\text{Ca}}{\text{Cl}} \times 100$  est donc le double de celui de l'eau d'origine.

b) Etude comparative : Durançole, Lavalduc, Vaccarès.

Pour pouvoir comparer les réactions au  $\text{Ca}^{++}$  de ces trois populations, il a fallu utiliser un milieu qui puisse convenir à chacune d'entre elles.

Les dilutions d'eau de mer, nous l'avons vu précédemment, ne permettent qu'une très faible survie pour des



Dilutions d'eau de mer : Cl = 5 g/l

$C_a = 100 \ 200 \ 300 \ 400 \ \text{mg/l}$

chlorinités inférieures à 5 g/l. Nous avons donc employé une dilution à 5 g/l de  $\text{Cl}^-$  qui correspond au seuil inférieur de survie des Sphéromes de la Durançole 21 jours, et à une survie de 23,5 jours pour leurs congénères.

L'addition de  $\text{SO}_4\text{Ca}$ , portant la teneur initiale de cette solution (95 mg/l) de 100 mg à 400 mg, provoque chez les individus de chaque population des réactions différentes :

- Les Sphéromes de la Durançole, dès 200 mg de  $\text{Ca}^{++}$  atteignent un temps maximum de survie : 31 jours/50.

Les teneurs supérieures en  $\text{Ca}^{++}$  semblent moins favorables car les temps moyens de survie diminuent lentement : 27 jours/50 pour 300 mg/l de  $\text{Ca}^{++}$  et 21 jours/50 pour 400 mg/l de  $\text{Ca}^{++}$ .

- Les Sphéromes de Lavalduc ont, pour 100, 200 et 400 mg/l de  $\text{Ca}^{++}$ , des survies analogues : 26 jours/50. Mais on note pour 300 mg/l de  $\text{Ca}^{++}$  une survie optimale de 38 jours.

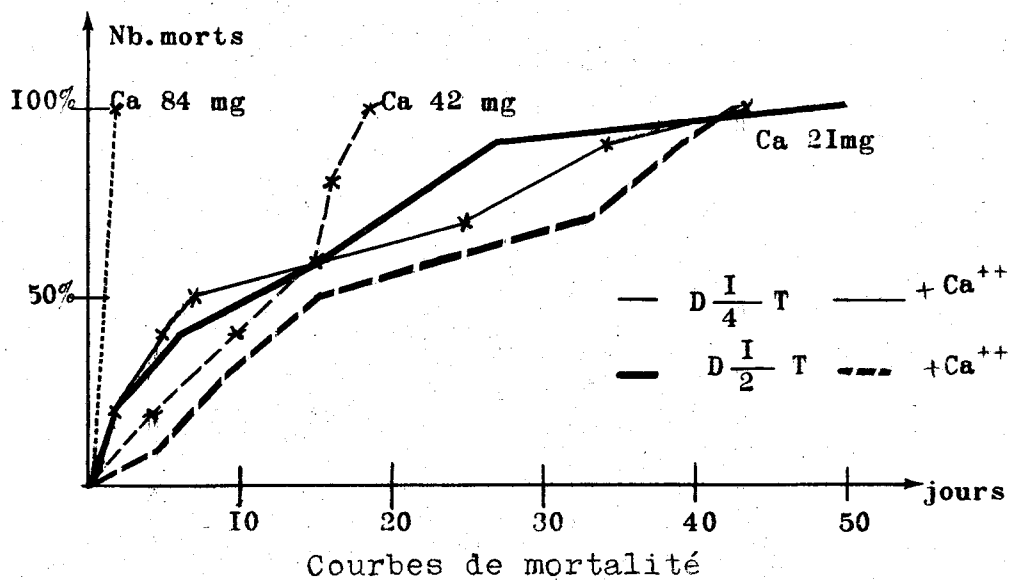
- Les Sphéromes du Vaccarès, par contre, ont leur temps moyens de survie qui s'accroissent régulièrement avec l'augmentation de la concentration en  $\text{Ca}^{++}$  : pour 400 mg/l, ils ont une survie de 43 jours/50, plus longue que les survies optimales observées chez les deux autres populations.

## 2°/ Action des ions $\text{Ca}^{++}$ dans l'eau de la Durançole diluée.

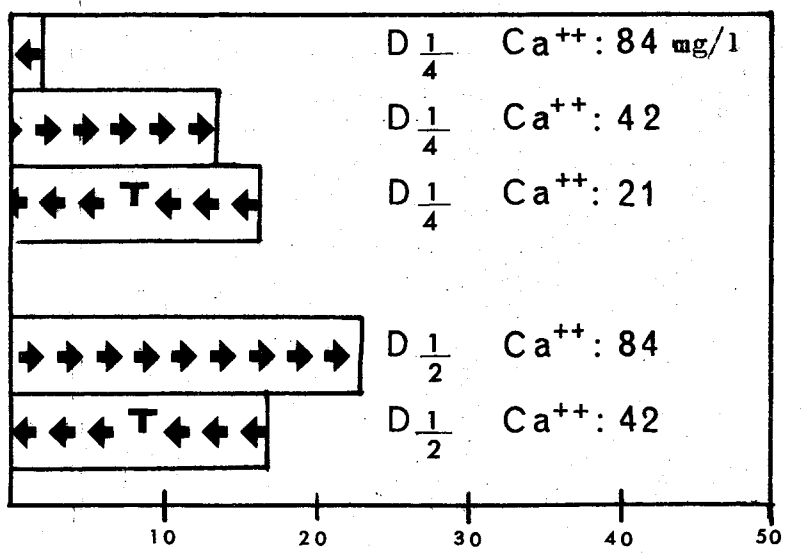
L'eau de la Durançole contient une forte proportion de calcium : le rapport  $\frac{\text{Ca}}{\text{Cl}} \times 100$  de cette source est très élevé en comparaison des autres étangs et cours d'eau de la région. Nous avons effectué quelques expériences de survie à partir de l'eau de la Durançole diluée, en réajustant la teneur en  $\text{Ca}^{++}$  à la concentration initiale (84 mg/l) à l'aide de  $\text{SO}_4\text{Ca}$ .

Deux séries de dilutions ont été établies :

SPHEROMES DURANCOLE



Courbes de mortalité



Temps moyens de survie / 50 jours

$$1^{\circ} - D \frac{1}{2} \text{Cl}^{-} = 0,25 \text{ g/l} \quad \text{Ca}^{++} = 42 \text{ mg/l}$$

$$2^{\circ} - D \frac{1}{4} \text{Cl}^{-} = 0,12 \text{ g/l} \quad \text{Ca}^{++} = 21 \text{ mg/l}$$

A ces dilutions, qui servent de milieux-témoins, nous avons ajouté du  $\text{SO}_4\text{Ca}$  :

$$D \frac{1}{2} + \text{Ca}^{++} = \text{Cl}^{-} = 0,25 \text{ g/l} \quad \text{Ca}^{++} = 84 \text{ mg/l}$$

$$D \frac{1}{4} + \text{Ca}^{++}(1) = \text{Cl}^{-} = 0,12 \text{ g/l} \quad \text{Ca}^{++} = 42 \text{ mg/l}$$

$$(2) = \text{Cl}^{-} = 0,12 \text{ g/l} \quad \text{Ca}^{++} = 84 \text{ mg/l}$$

Nous ramenons ainsi la concentration en  $\text{Ca}^{++}$  des dilutions à la teneur primitive du milieu naturel : 84 mg/l.

#### Résultats obtenus.

Dans les deux lots-témoins  $D \frac{1}{2}$  et  $D \frac{1}{4}$ , on remarque que la survie des Sphéromes est analogue : ils vivent 17 jours/50 en moyenne pour  $D \frac{1}{2}$  et 16,5 jours pour  $D \frac{1}{4}$ .

Cependant, dans la première série de solution  $D \frac{1}{2} + \text{Ca}^{++}$ , l'apport de  $\text{Ca}^{++}$ , qui redonne un taux de 84 mg au milieu, entraîne un accroissement net de la survie 26 jours/50. Par contre, dans la deuxième série  $D \frac{1}{4} + \text{Ca}^{++}$  la concentration en  $\text{Ca}^{++}$  fait diminuer le temps de survie : il baisse en effet de 16,5 (lot-témoin) à 13 jours/50 pour 42 mg de  $\text{Ca}^{++}$  et devient très faible pour 84 mg : 2 jours. On obtient donc deux résultats opposés en apparence : si on examine le rapport  $\frac{\text{Ca}}{\text{Cl}} \times 100$ , on remarque que dans les deux lots-témoins comme dans l'eau d'origine, le rapport est égal à 16. Rien n'est changé par la dilution, l'équilibre ionique reste le même. Dès qu'on ajoute à ce milieu du  $\text{Ca}^{++}$  on rompt son équilibre ionique. On peut alors penser que dans la première série  $\frac{\text{Ca}}{\text{Cl}} \times 100$  est doublé = 33,6, il est cependant encore assez proche de celui des eaux de la Durançole qui varie entre 10 et 26.

Mais dans la deuxième série, le rapport  $\frac{Ca}{Cl}$  devient trop grand 33,6 et 70, il se crée un déséquilibre trop important dans le milieu qui devient toxique et entraîne une mort rapide des Sphéromes. Les ions  $Ca^{++}$ , dans ce cas, ne peuvent donc être favorables à la survie. Il semble que la trop faible teneur en  $Cl^-$ , d'autre part, soit aussi un obstacle.

#### V - RESUME ET CONCLUSION DU CHAPITRE III.

##### RESUME.

L'étude expérimentale de l'action des ions  $Cl^-$  à partir d'eau de mer diluée a mis en évidence chez les Sphéromes de la Durançole le comportement suivant :

On note un seuil inférieur de tolérance au chlore, correspondant à un temps moyen de survie de 21 jours minimum, pour la teneur de 5 g/l de  $Cl^-$ . Un optimum de survie (50 j/50j) se dégage pour 12,5 g/l de  $Cl^-$ . Par contre, dans l'eau de mer pure, les Sphéromes survivent 27 jours en moyenne : le seuil supérieur de tolérance au  $Cl^-$  n'a pu être défini.

Une autre série d'expérience dans laquelle on élève les Sphéromes de la Durançole dans leur milieu naturel a montré que tout apport de  $Cl^-$  ( $Cl Na$ ) à ce milieu entraîne une mortalité croissante : les Sphéromes ne supportent pas l'addition de  $Cl^-$  à leur eau d'origine.

L'étude de la survie dans l'eau de mer diluée a aussi été effectuée avec des Sphaeroma hookeri Leach provenant de deux étangs voisins : Vaccarès et Lavalduc. Elle a permis de constater que les réactions aux ions  $Cl^-$  de chaque population ne sont pas identiques. Nous savons que les Sphéromes de la Durançole ont un optimum de survie à 12,5 g/l de  $Cl^-$  ; ceux qui peuplent les étangs plus salés de Lavalduc et du

Vaccarès ont leur optima décalés à 15 g/l. De même les seuils de tolérance ne sont pas semblables. Enfin, il y a un écart notable entre les teneurs en  $\text{Cl}^-$  des milieux d'origine et les optima déterminés expérimentalement dans les dilutions d'eau de mer : les trois populations vivent dans des chlorinités très inférieures à ces optima respectifs.

Par la suite, afin d'étudier l'action du  $\text{Cl}^-$  dans des milieux naturels, nous avons procédé à des interversions de milieu entre les trois populations précitées. Ces expériences ont permis de discerner plusieurs faits :

- ce sont les eaux d'origine (lots-témoins) qui permettent les meilleures survies;
- chaque population semble bien supporter les eaux naturelles des deux autres milieux, mais la dilution de ces eaux entraîne presque toujours une baisse des temps moyens de survie ;
- l'intervention des milieux montre aussi que les temps moyens de survie semblent relativement indépendants de la teneur en  $\text{Cl}^-$ , qui est différente pour chaque milieu naturel.

Dans une série d'expériences analogues, l'action des ions  $\text{Ca}^{++}$  a été étudiée sur les Sphéromes de la Durançole, du Vaccarès et de Lavalduc. Dans l'eau de mer diluée, l'apport de  $\text{Ca}^{++}$  augmente la survie moyenne des individus. Les Sphéromes de la Durançole placés dans une dilution de chlorinité identique à celle de leur milieu naturel (0,43 g/m de  $\text{Cl}^-$  12 mg/l de  $\text{Ca}^{++}$ ) ne survivent que 4 j/50 environ. La concentration progressive en  $\text{Ca}^{++}$  leur permet d'atteindre 23 j/50 à 200 mg/m de  $\text{Ca}^{++}$ , teneur optimale.

Une étude comparative effectuée avec les trois populations met en évidence des optima différents pour chacune d'elles : dans de l'eau de mer diluée à 5 g/l de  $\text{Cl}^-$ , les Sphéromes de la Durançole ont une survie maximum pour 200 mg/l de  $\text{Ca}^{++}$ , ceux de Lavalduc pour 300 mg/l et ceux du

Vaccarès pour 400 mg/l.

Dans l'eau de la Durançole, le rapport  $\frac{Ca}{Cl} \times 100$ , qui est très élevé a servi de base à une série d'expériences : à condition que ce rapport reste proche de celui du milieu naturel, qui varie de 10 à 26, l'apport de  $Ca^{++}$  à l'eau d'origine entraîne un accroissement net de la survie. Quand  $\frac{Ca}{Cl} \times 100$  devient très grand (33 à 70) par l'addition d'ions  $Ca^{++}$ , les Sphéromes meurent rapidement.

### CONCLUSION.

Dans les dilutions d'eau de mer, la population de Sphéromes de la Durançole peut supporter des concentrations en  $Cl^-$  et en  $Ca^{++}$  nettement supérieures (12,5 g/l  $Cl^-$  et 200 mg/l  $Ca^{++}$ ) à celles de son milieu naturel (0,5 g/l  $Cl^-$  et 80 à 120 g/l  $Ca^{++}$ ). Elle présente de plus une zone d'adaptation aux faibles concentrations en  $Cl^-$  très étroite et la teneur en  $Cl^-$  de son milieu d'origine n'y est pas comprise (seuil inférieur 5 g/l  $Cl^-$ ).

L'eau de la Durançole n'a pas, pour les Sphéromes qui l'habitent, la valeur d'une eau déficitaire en  $Cl^-$  puisque tout apport supplémentaire de  $Cl^-$  augmente leur mortalité. La richesse de cette eau en  $Ca^{++}$  n'est pas non plus en elle-même, le facteur déterminant puisqu'un apport de  $Ca^{++}$  trop important rend le milieu toxique. L'eau de la Durançole offre un équilibre ionique particulier auquel la population est adaptée.

L'étude expérimentale de la survie effectuée sur deux autres populations de Sphéromes (Lavalduc et Vaccarès) donne des résultats comparables dans les dilutions d'eau de mer: les survies optimales sont réalisées pour des teneurs en  $Cl^-$  et en  $Ca^{++}$  beaucoup plus élevées (15 g) que celles des eaux d'origine. Cependant, la teneur en  $Cl^-$  du milieu d'origine semble

en relation avec le décalage des optima. Enfin l'interversion des milieux montre une adaptation de chaque population à son propre milieu.

L'espèce Sphaeroma hookeri Leach, malgré une adaptation aux conditions chimiques locales, semble posséder la potentialité de peupler des étangs variés puisque chaque population supporte relativement bien les deux autres milieux purs. Ceci semble prouver que les eaux naturelles forment des milieux "complets" où un seul facteur, tel le Chlore ou le  $Ca^{++}$  ne peut être déterminant. C'est l'ensemble des ions qui crée un équilibre. Dans ces étangs oligo et mésohalins on ne peut donc pas établir de barrières écologiques à partir d'un seul facteur chimique.

RESUME ET CONCLUSION GENERALE

Dans les eaux de la Durançole, petit cours d'eau du bassin de l'Etang de Berre, on a noté la présence d'une population de Sphaeroma hookeri Leach. Cette espèce qui vit normalement dans des milieux saumâtres (étangs méditerranéens, mer Baltique, etc..) se maintient ici dans un biotope particulier, pauvre en  $Cl^-$  (0,48 g/l) riche en  $Ca^{++}$  (60 à 120 mg/l) et qui garde une température constante de  $18^\circ$  au cours de l'année.

Comparativement aux populations des étangs saumâtres de Lavalduc et du Vaccarès, ces Sphéromes ont fait l'objet d'une étude morphologique (croissance, développement post-embryonnaire) biologique (cycle évolutif), physiologique (survie dans des eaux de rapports ioniques variés).

Des travaux précédents (SCHACHTER, RAZAKANDISA, KERAMBRUN, 1964) ont mis en évidence des caractères morphologiques qui les distinguent des types décrits par MONOD, GIRAUD et LEJUEZ en diverses stations méditerranéennes. Ils portent notamment sur la face tergale du pléotelson deux rangées de tubercules fusionnés deux à deux, formant un début de carène et un nombre de soies élevé sur l'ischiopodite du périopode I.

Ces caractères morphologiques distinctifs, peu visibles dans les premiers stades de développement s'accroissent à chaque mue. L'étude biométrique de la croissance montre que les paramètres d'allométrie des Sphéromes de la Durançole, au cours des stades juvéniles, sont analogues à ceux des Sphéromes du Vaccarès.

Des prélèvements mensuels et des élevages au laboratoire ont permis l'étude du développement post-embryonnaire

et du cycle biologique. Le repos sexuel hivernal, plus ou moins prolongé chez les populations nordiques et les diverses populations méditerranéennes fait défaut dans la Durançole, où les Sphéromes ont une reproduction continue. Les stades juvéniles, présents dans tous les relevés mensuels de la population, ont un développement post-embryonnaire (de l'éclosion à la différenciation des sexes) régulier, contrairement aux stades juvéniles du Vaccarès qui montrent, même dans un élevage à température constante, des variations saisonnières dans la fréquence des mues larvaires et dans la durée du développement. D'autres particularités biologiques ont été mises en évidence chez les Sphéromes de la Durançole : leur taille est plus petite que celle des représentants du Vaccarès où les mâles atteignent 10 à 11 mm tandis qu'ils ne dépassent pas 8,5 mm dans la Durançole. Le sex-ratio montre dès le stade de différenciation sexuelle, toujours une prédominance numérique des femelles. La continuité du cycle ne permet pas une détermination exacte du nombre de pontes et de la longévité des individus, qui cependant semble assez brève. La fécondité, analogue à celle des autres populations pour les femelles de petite taille (3 à 4 mm), devient inférieure à partir de 4,5 mm et n'augmente plus avec la taille. Ces caractères biologiques semblent compenser l'activité reproductrice continue et pourraient expliquer l'effectif réduit de la population.

Des expériences de survie ont montré que les Sphéromes de la Durançole peuvent supporter dans l'eau de mer diluée des teneurs en  $\text{Cl}^-$  et en  $\text{Ca}^{++}$  beaucoup plus élevées que celles de leur milieu naturel. Par contre, l'addition au milieu d'origine de  $\text{Cl}^-$  ou de  $\text{Ca}^{++}$  entraîne une augmentation de la mortalité. Les Sphéromes de la Durançole semblent donc s'être adaptés aux conditions chimiques particulières de leur milieu.

Cette adaptation est confirmée par les expériences d'inversion de milieu effectuées avec deux populations voisines

(Lavalduc et Vaccarès). Plus que l'action d'un facteur chimique isolé, comme le  $\text{Cl}^-$  ou le  $\text{Ca}^{++}$ , c'est l'équilibre ionique du milieu qui joue un rôle important dans la survie des Sphéromes et l'euryhalinité de l'espèce ne peut être contestée car chaque population a gardé la potentialité de supporter les milieux naturels des populations voisines.

Les Sphaeroma hookeri Leach récoltés dans la Durangole montrent un certain nombre de caractères qui tendent à les séparer des populations voisines. Le biotope restreint dans lequel ils sont isolés est très stable, tant au point de vue chimique que physique et les Sphéromes, n'ayant à faire face à aucune variation saisonnière de milieu doivent avoir perdu une partie de leurs potentialités adaptatives. La présence de 4 phénotypes polychromatiques seulement (9 dans le Vaccarès) semble étayer cette réduction du pool génétique de l'espèce au niveau de la population.

---

## BIBLIOGRAPHIE

=====

- ABELOOS M. - La Croissance. Ed. Que Sais-je.
- AGUESSE P., DUSSART B.M. 1956 - Sur quelques crustacés de la Camargue et leur écologie.  
Vie et Milieu 7 (1), p.38.
- AMAR R. 1951 - Formations endocrines cérébrales des Isopodes marins et comportement chromatique d'Idotea.  
Thèse Ann.Fac.Sc.Marseille, 20, 3, pp.176-305.
- BATES C.S., WESTWOOD J.O. 1868 - An history of the British sessile-eyed crustacea.  
2 - 536, P. 410-411.
- BERNER L. 1966 - Les crustacés isopodes des environs marseillais.  
Bul.Soc.Linnéenne de Lyon, 35, N°4, pp.193-197.
- BOCQUET C. 1953 - Recherches sur le polymorphisme naturel de Jaera marina (Fabr.).  
Arch.Zool.Exp.et Géné., 90-4, pp.187-450.
- BOCQUET C., LEJUEZ R., TEISSIER - 1966 Génétique des populations de Sphaeroma serratum (Fabr.).  
Cahiers Biol.Mar.Fr., 7, N°1, pp.23-30.
- BOURDILLON A. 1958 - Biologie des crustacés marins xylophages.  
Thèse Fac. Sci.Paris, N°4418, série A N°3, 546.
- CHAISEMARTIN C. 1965 - La teneur en  $Ca^{++}$  de l'eau et l'équilibre calcique chez l'écrevisse Astacus pallipes en période de mue.  
C.R. Soc.Biol.Fr., 159, N°5, 1214-17.
- CHASPOUL P. 1955 - Recherches sur la régénération et la croissance des antennes de Sphaeroma serratum Fabr.  
D.E.S. Sc.Nat.Fac.Sci.Marseille, 50 p.

- DAGUERRE de HUREAUX N. 1966 - Etude du cycle biologique de Sphaeroma serratum au Maroc.  
Bull.Soc.Sc.Nat.Phys.Maroc, 46, pp.19-51.
- DAGUERRE de HUREAUX N., EL KAIM B., LEJUEZ R., 1965 - Description sommaire d'un nouveau Sphérome d'estuaire : Sphaeroma hoestlandti n.sp.  
Bull.Soc.Sc.Nat. Phys.Maroc, 45, pp.117-122.
- DALL W. 1965 - Study on the physiology of a Shrimp Metapeneus sp. (Crustacea decapoda Penaeidae).  
V : Calcium metabolism .  
Austral. J.Mar.Freshwat.Res. 16, N° 2, pp.181-203.
- FONTAINE 1960 - Remarque sur les difficultés des recherches écophysiologicals appliquées à la solution de certains problèmes posés par l'étude écologique des milieux lagunaires.  
Rapp.Proc.Verb. C.I.E.S.M.M. Monaco, XV, 3, pp.163-169.
- GANDARA R. 1965 - Contribution à l'étude écologique des Idotea baltica basteri Audoin des étangs saumâtres littoraux et du littoral méditerranéen.  
D.E.S. Sc.Nat. Fac.Sc.Marseille, N°1063.
- GIRAUD-LAPLANE A. 1961 - Contribution à l'écologie des Sphéromes du delta du Rhône.  
Thèse Sc.Nat. Fac.Sci.Marseille, 49 p.
- 1962 - Etude comparative des caractères morphologiques de Sphaeroma hookeri Leach. du pourtour de la Méditerranée et son écologie dans le delta du Rhône.  
Pubbl. Staz.Zool.Napoli, 32 suppl., pp.152-169.
- INAGAKI H. 1966 - Allométrie du péréiopode 7 au cours de son développement chez Ligia oceanica (Crustacé isopode).  
C.R. Soc. Biol.Fr., 160, N°3, p.473.
- JENSEN J.P. 1955 - Biological observations on the Isopod Sphaeroma hookeri Leach.  
Vidensk-Medd fra Da sk Naturh.Foren-Kobenhavn, 117, pp.305-339.

- KERAMBRUN P. 1964 - Contribution à l'étude génétique et écologique du polychromatisme de l'isopode Sphaeroma hookeri dans les eaux saumâtres méditerranéennes.  
Thèse Sc.Nat.Fac.Sci.Marseille, 85 p.
- " " 1964 - Génétique et écologie du polychromatisme de l'isopode Sphaeroma hookeri Leach en Méditerranée.  
C.R. Acad.Sci.Paris, 258, pp.3579-3580.
- KINNE O. 1954 - Eidonomie, Anatomie und Lebenszyklus von Sphaeroma hookeri (Isopoda).  
Kieler Meeresforsch. 10-1, pp.100-120.
- LAPLANE A. 1960 - Note préliminaire sur l'écologie des Sphéromes des eaux saumâtres méditerranéennes.  
Rapp. C.I.E.S.M.M. Monaco, 17<sup>e</sup> Ass.
- LEJUEZ R. 1959 - Premières recherches sur l'hybridation interspécifique à l'intérieur du genre Sphaeroma.  
C.R.Acad.Sci.Paris, 249, pp.1389-91.
- " " 1960 - Hybridation expérimentale et naturelle entre Sphaeroma hookeri et Sphaeroma rugicauda.  
C.R. Acad.Sci.Paris, 250, pp.597-99.
- " " 1962 - Définition de deux sous-espèces chez l'Isopode flabellifère Sphaeroma hookeri Leach.  
C.R. Acad.Sc.Paris, 255, pp.3034-36.
- " " 1966 - Comparaison morphologique biologique et génétique de quelques espèces du genre Sphaeroma Latreille (Isopodes flabellifères).  
Arc. Zool.Exp. et gén. 107, Fasc.3-4.
- MARTIN A.L. 1965 - The histochemistry of moulting cycle in Gammarus pulex.  
Journ.Zool.G.B., 147, N°2, pp.185-200.
- MATSAKIS J. 1961 - Développement post-embryonnaire et évolution de la forme de quelques crustacés isopodes.  
Thèse Sc.Nat. Fac.Sci.Toulouse.

- MONOD T. 1931 - Tanaïdacs et Isopodes aquatiques de l'Afrique occidentale et septentrionale. 3ème partie : Sphaeromatidae. Mém.Soc.Sc.Nat.Maroc, XXIX, p.6-90.
- NISBET, SCHACHTER D. 1961 - Contribution à l'étude écologique des étangs méditerranéens. Constituants chimiques des eaux de quelques étangs littoraux. Bull.Inst.Océan. 1207, 45 p.
- OTTAVI A. 1955 - Recherches sur la biologie, la croissance et la régénération de l'Isopode Idothea baltica (Pallas). D.E.S. Fac.Sc.Marseille, Sc.Nat., N°319.
- PIGEAULT-DAGUERRE de HUREAUX N. 1960 - Cycle annuel dans une population marocaine de Sphaeroma serratum (Fabr.). Bull.Soc.Sc.Nat. et Phys.Maroc, 39, pp. 167-174.
- PORA A.E. 1960 - L'homéopathie : une notion à préciser dans la physiologie écologique des animaux aquatiques. Rapp. C.I.E.S.M.M. Monaco, Vol.15-3, pp.171-189.
- POTIER L. 1951 - Croissance relative et profils de croissance des périopodes du crustacé isopode Sphaeroma serratum Fabr. C.R. Acad.Sci.Paris, 232, pp.2041-43.
- RAZAKANDISA N.R. 1963 - Etude écologique d'un cours d'eau, la Durançole. Thèse Sc.Nat.Fac.Sci. Marseille.
- SCHACHTER D. 1964 - Etude comparative du métabolisme respiratoire de Sphaeroma hookeri Leach de la Durançole et des étangs méditerranéens. C.R. Acad.Sci.Paris, 259, pp.2917-19.
- SCHACHTER D., RAZAKANDISA R., KERAMBRUN P., 1964 - Sur l'écologie de Sphaeroma hookeri Leach de la rivière la Durançole. C.R. Acad.Sci.Paris, 259, p.1666-68.

SCHACHTER D., DE CASABIANCA M.L., KERAMBRUN P., 1965 -  
Contribution à l'étude écologique de  
Sphaeroma hookeri Leach (Isopode flabel-  
lifère) de l'étang de Biguglia (Corse).  
Ann.Fac.Sci.Marseille, XXXVIII, 1965.

SCHACHTER D., DE CASABIANCA M.L., TALIN M.C. 1966 -Etude  
Comparative du Métabolisme respiratoire de  
SPHAEROMA HOOKERI LEACH. Des sources thermales et  
des Etangs saumâtres du Bassin Méditerranéen.  
Revue Roumaine de Biol. Série Zool. II. n° 3  
pp. 219 - 31 Bucarest.

TEISSIER G. 1934 - Dysharmonies et discontinuités dans la  
croissance.  
Act.Sci.et Industr.N°95, Biométrie et  
Statistique biologique. Ed. Hermann.

TINTURIER-HAMELIN E. 1963 - Polychromatisme et détermination  
génétique du sexe chez l'espèce polytypique  
Idotea baltica (Pallas) (Isopode valvi-  
fère).  
Cahiers de Biol. Marine, IV, N°5, pp.  
473-591.

VINCENT M. 1966 - Vie en eau de mer diluée de quelques  
gammars d'eau douce. Comparaison des  
glandes antennaires,  
C.R.Soc.Biol.Fr., 160, N°3, pp.637-641,

