

COMITÉ DE MICROBIOLOGIE, DE BIOCHIMIE ET DES POLLUTIONS MARINES

Président : Prof. L. DEVÈZE (France)

RAPPORT SUR LES TRAVAUX PUBLIÉS DURANT LA PÉRIODE 1962-1964

par L. DEVÈZE

Au cours de cette période, l'activité du Comité de Microbiologie, de Biochimie et des Pollutions marines a été sanctionnée par la publication de 16 mémoires qui peuvent être groupés en deux séries en fonction des sujets abordés : la microbiologie marine et les pollutions.

I — Microbiologie marine.

Quatorze publications appartiennent à cette série.

A) Problèmes posés par la distribution verticale des bactéries dans les sédiments marins.

L. DEVÈZE (4) a abordé le problème de la distribution des bactéries dans l'épaisseur des sédiments dans une publication intitulée « Quelques remarques sur la distribution verticale des bactéries dans des sédiments méditerranéens littoraux et profonds ».

La confrontation des données obtenues par l'analyse des carottages faits dans les milieux lagunaires, littoraux et profonds en Méditerranée montre que ce problème est beaucoup plus complexe qu'on ne pourrait le supposer à priori et devrait être réexaminé à l'heure actuelle. Des images très diverses de profils de distribution et de grandes différences de densités bactériennes peuvent être observées.

Dans le milieu lagunaire du Brusq (Var), deux horizons sédimentaires superposés peuvent être dissociés : les 15 premiers centimètres, qui reflètent l'activité actuelle de la lagune, abritent en général les densités les plus élevées de germes aérobies et anaérobies, et la couche sous-jacente, d'une plus grande instabilité, et dont l'activité est amoindrie et inégale. Dans les sédiments littoraux, une grande diversité de distribution verticale peut-être décelée. Un ensemble complexe de facteurs semble la commander. On y retrouve toutefois une très grande activité bactérienne aérobie et anaérobie dans les premiers centimètres superficiels, une couche sous-jacente, caractérisée par des densités variables mais encore élevées et enfin une tendance à une stabilisation qui permet de supposer l'existence d'un horizon profond. Les carottages effectués entre 480 et 2 500 m de profondeur sur l'axe Oran — Carthagène ont permis d'observer des profils de distribution très différents suivant les stations, en ce qui concerne les bactéries anaérobies : homo-

généité de distribution, augmentation de densité jusqu'au 20^e centimètre suivie d'une diminution avec la profondeur. Les bactéries sulfato-réductrices ont toujours une densité réduite dans les 15 cm superficiels, atteignent leur maximum entre 20 et 50 cm puis diminuent dans les niveaux profonds.

Il est très vraisemblable que la distribution des bactéries dans l'épaisseur des sédiments est commandée par des facteurs beaucoup plus nombreux que ceux qui sont généralement admis.

Cette question a été reprise, dans un cadre plus général, à la faveur d'une publication ayant pour titre « Activités bactériennes et matières organiques dans les sédiments marins » (L. DEVÈZE) (5).

La teneur en matières organiques est en effet considérée, à juste titre d'ailleurs, comme l'un des facteurs dominants qui commande les activités bactériennes dans ces milieux. Ces matières organiques sont hétérogènes par leur nature et leur origine car elles comprennent la réserve organique que constituent les organismes benthiques, planctoniques et nectoniques, et les formes dissoutes présentes dans la couche d'eau et les eaux interstitielles des sédiments et les apports terrigènes. Si les processus généraux de dégradation bactérienne de ces matières organiques sont les mêmes que ceux qui existent dans les sols terrestres, certaines caractéristiques des milieux sédimentaires marins confèrent à ceux-ci une personnalité : interdépendance couche d'eau — sédiments, dégradation accomplie en général sous des conditions réductrices, ou tout au plus en milieu « mal aéré », présence d'une eau interstitielle permanente, effet tampon, isolement des sédiments des conditions climatiques générales au-delà de 300 m de profondeur, sédimentation organique et minérale simultanées.

Cette originalité, en l'absence de données analytiques suffisantes, ne permet pas encore de définir des horizons sédimentaires précis. Dans l'étude à longue échéance entreprise, l'hypothèse de travail consiste à dissocier la couche sédimentaire en 3 niveaux fondamentaux superposés.

Une couche sédimentaire superficielle « actuelle » dont les caractéristiques essentielles sont les suivantes : contenu organique hétérogène, dépendance étroite à l'égard de la couche d'eau qui le recouvre, possibilités d'oxygénation et de renouvellement moins précaires, activités bactériennes importantes et diverses favorisant la dégradation, la minéralisation et l'humification. Elle commande directement l'évolution des couches sédimentaires sous-jacentes.

Un niveau sédimentaire « récent » qui est le siège d'une activité importante et équilibrée commandée par des conditions actuelles ou récentes. Il est régi par les possibilités d'un rapport direct ou indirect constant d'une intensité suffisante avec les milieux placés au-dessus de lui (couche actuelle et nappe d'eau).

Un niveau sédimentaire « ancien » défini par l'impossibilité d'interrelations directes constantes et d'une certaine puissance avec les niveaux supérieurs et la couche d'eau. Il marque une stabilisation de l'évolution générale du sédiment et l'empreinte d'une activité biologique passée.

La définition de ces 3 horizons a été dictée par le souci de mettre en relief des différences fondamentales d'activités ou de possibilités d'activités que n'expliquent pas nécessairement des faits momentanés décelables.

B) *Étude des sédiments des milieux lagunaires.*

La lagune du Brusç fait l'objet depuis plusieurs années de recherches de microbiologie écologique. Elle constitue une nappe d'eau de faible épaisseur étroitement enserrée dans les terres, à l'est et à l'ouest, et au sud elle communique avec la mer par deux passes étroites et est protégée au nord par une barrière d'herbiers de phanérogames marines.

J. LE PETIT et R. MATHERON (6) ont précisé certaines caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques de la couche sédimentaire à 4 stations disposées selon un axe est-ouest entre le rivage et l'île du Grand Gaou. La granulométrie révèle une composition sédimentaire hétérogène présentant une faible tendance à une évolution dans les stations dont les conditions se

rapprochent le plus de celles des milieux franchement marins. La teneur en eau dans l'épaisseur de la couche est directement commandée par la granulométrie. Les pH, de valeur toujours inférieure à celle de l'eau de mer, ont un profil à distribution verticale variable suivant les stations. Le potentiel redox oscille de part et d'autre de la « neutralité » dans une amplitude de variations réduite. Les facteurs physico-chimiques analysés permettent de distinguer 2 couches sédimentaires superposées : une couche superficielle de 15 cm environ d'épaisseur où s'observent les variations caractéristiques du pH et du potentiel redox, et une courte couche sous-jacente qui, suivant la localisation de la station et le degré d'évolution, est plus ou moins perturbée et instable.

La couche superficielle est la plus active et possède les densités bactériennes les plus élevées. La densité des aérobies est toujours la plus forte dans les 5 premiers centimètres; dans les sédiments sous-jacents leur distribution est très imparfaitement ordonnée. C'est également dans les premiers centimètres superficiels que les aérobies prédominent. Les germes aérobies et anaérobies ont une distribution commandée essentiellement par la teneur en matières organiques et sont en apparence indépendants de la granulométrie. Le 1^{er} niveau correspond à un milieu au sein duquel les rapports densités anaérobies/aérobies croissent avec la profondeur et où l'importance des bactéries sulfato-réductrices est variable selon les stations. Le niveau sous-jacent est par contre caractérisé par une diminution de ce rapport et à une augmentation du rapport bactéries sulfato-réductrices/bactéries anaérobies. Les bactéries sulfato-réductrices ont également une répartition en apparence indépendante de la granulométrie, et commandée essentiellement par la teneur en sulfates. Le niveau superficiel traduit l'évolution sédimentaire actuelle de la lagune.

A. BIANCHI, J. LE PETIT et N. DRAGONI (4) ont plus particulièrement étudié l'évolution de la matière organique dans l'épaisseur sédimentaire et des populations bactériennes cellulolysantes à une station figurée par une cuvette où viennent s'accumuler des débris organiques végétaux provenant des herbiers de phanérogames.

Les auteurs ont observé une diminution progressive de la réserve organique avec la profondeur (la teneur en carbone organique passant de 3,17 % à 1,14 %, et celle en azote organique de 0,19 % à 0,05 % depuis la surface jusqu'aux 20^e centimètres). Le niveau le plus profond (25 cm) montre une très légère augmentation de la concentration en carbone et en azote organiques. La distribution verticale de la teneur en acides humiques suit la même évolution.

Le profil de distribution des bactéries cellulolysantes dans l'épaisseur sédimentaire présente les caractéristiques suivantes.

Pour les aérobies le maximum de densité est observé en surface (4 730 germes/g poids sec), elle est plus réduite, bien qu'encore importante jusqu'au 20^e cm (1 770 germes/g poids sec) et diminue brutalement au niveau le plus profond (59 germes/g poids sec).

Pour les anaérobies un maximum est observé du 10^e au 15^e centimètres, la densité étant plus réduite au-dessus et au-dessous de ce niveau; une chute brutale de densité est également observée à 25 cm.

Le rapport anaérobies/aérobies croît avec la profondeur, ce qui est également valable pour la microflore totale. Un certain équilibre tend à s'installer à 25 cm.

Il est possible d'indiquer que l'activité bactérienne est maximale en surface et qu'elle s'atténue progressivement avec la profondeur. Les variations du rapport C/N des matières organiques dans l'épaisseur sédimentaire sont relativement faibles (amplitudes de variations de 6,92 pour une valeur moyenne de 16,26). Le problème de l'humification abordé a permis de supposer qu'en période froide (moment de prélèvement) 2 phénomènes distincts doivent être pris en considération.

l'humification de la matière organique carbonée,
l'humification de la matière organique azotée.

L'humification de la matière organique carbonée reste sensiblement constante dans toute l'épaisseur sédimentaire (1/10 du carbone est sous forme humique). Par contre l'humification

de la matière organique azotée diminue régulièrement avec la profondeur (27 % en moyenne de l'azote sont sous forme humique). La composition de la fraction humique semble varier avec la profondeur. Le rapport C/N des acides humiques passe en effet de 7,05 en surface à 71,5 au niveau le plus profond.

Les auteurs considèrent que ces conclusions n'apportent qu'un aspect momentané de l'évolution des matières organiques dans ce sédiment lagunaire et envisagent de continuer ces recherches pour tenter de mettre éventuellement en évidence des différences d'activités saisonnières.

Les eaux et les sédiments de l'étang de Bages-Sigean (Aude) ont fait l'objet de deux publications.

Dans la première (10), E. LAGARDE, G. CAHET et M. MOURRUT ont donné des indications climatiques intéressant ce complexe lagunaire : pluviométrie, anémométrie, évaporation, héliographie et thermométrie atmosphérique.

La pluviométrie est relativement importante (854 mm de précipitations en 1962) et notamment en automne. Elle contribue à une modification de la salinité des eaux de l'étang en automne et en hiver (salinités de 4 ‰ et de 9 ‰ respectivement dans les parties nord et sud, en hiver) et à une élévation du niveau des eaux.

Les vents dominants sont de secteurs NO-SE et SE-NO. L'évaporation est maximale en été (influence conjointe de l'ensoleillement et des vents secs). En raison de leur faible épaisseur, les eaux ont des variations de températures qui reflètent étroitement celles de l'atmosphère.

Dans la 2^e publication (11), E. LAGARDE et G. CAHET donnent les résultats des premières observations qu'ils ont faites sur les eaux et les sédiments dans le domaine de la physico-chimie et de la microbiologie à 23 stations de cet étang.

Les caractéristiques physico-chimiques des eaux sont les suivantes : pH légèrement alcalin (de 7,5 à 9), chlorinité variable selon les saisons (hiver de 0 à 5 pour mille et en été de 14 à 17 pour mille), teneur en oxygène dissous également variable selon les saisons (hiver de 10 à 18 mg/l, été de 0 à 6 mg/l), teneurs en sulfate variant de 100 à 300 mg/l de S-SO₄ en hiver à 500-800 mg/l en été, impossibilité de mettre en évidence des quantités appréciables de H₂S.

En ce qui concerne les sédiments, pH plus voisin de la neutralité (de 7,2 à 8,5), teneur en sulfates présentant un maximum estival et variant parallèlement à la teneur des eaux, teneur en sulfures et en H₂S plus élevée durant la période froide.

Les conclusions données par les auteurs sont les suivantes pour l'analyse bactériologique : densité de la microflore aérobique totale plus élevée en automne et en hiver, bactéries sulfato-réductrices également plus abondantes durant ces saisons, bactéries réduisant les composés soufrés organiques apparaissant vers octobre-novembre et atteignant leur maximum en hiver.

C) *Étude microbiologique des sédiments du port d'Alger.*

Dans 3 publications C. TYSSET, J. BRISOU et R. MOREAU ont donné les résultats des analyses qu'ils ont effectuées en vue de mettre en évidence la densité de l'importance de différents groupements bactériens présents dans les sédiments prélevés à 8 stations du port d'Alger.

Dans la première publication (12) les deux premiers prélèvements ont été recueillis le 30 mai 1962 (à 800 m en direction sud de l'extrémité de la jetée Pierre Henry Walter, profondeur 32 m, et entre le Rowing Club et le môle de pêche, profondeur 12 m). Le sédiment prélevé est constitué aux 2 stations de vase brunâtre à granulométrie fine dont certaines caractéristiques physico-chimiques ont été étudiées (pH 6,9 et 6,8, teneur en eau 45,7 et 43,78 %, teneur en matières organiques 8,3 et 9,10 ‰; carbone organique 4,83 et 5 ‰). Les analyses bactériologiques montrent que les populations microbiennes ont une origine mixte : tellurique et marine et sont peu denses (130 000 et 5 000 germes/g). La faible densité qui caractérise le prélèvement dans le port même est attribuée à la pollution par le mazout et à l'effet antiseptique de certains résidus industriels et ménagers déversés par les égouts.

L'importance relative des différents groupes physiologiques étudiés s'établit comme suit : large prédominance des protéolytiques, des ammonificateurs, des dénitrificateurs, des germes métabolisant les hydrates de carbone, des lipidolytiques, importance plus réduite à différents degrés des fixateurs d'azote, des pectinolytiques. En ce qui concerne les mécanismes de la nitrification, la plus grande efficacité est attribuée à la nitrosation alors que la nitratisation est moins active. Les auteurs n'ont pas pu mettre en évidence, dans les 2 échantillons, l'existence de bactéries sulfato-réductrices.

Dans la deuxième publication (13), 3 autres prélèvements ont été faits le 5 octobre 1962 dans le port même (bassin des courriers, profondeur 16 m, bassin d'Agha, profondeur 13, 50 m et bassin de Mustapha, profondeur 13 m).

Les sédiments sont de la vase brune à fine granulométrie dont certaines caractéristiques physico-chimiques sont précisées pour les 3 stations (pH de 7,2, 6,87 et 6,88, teneur en eau 46,50 et 46 %, teneur en matières organiques 7,17, 10,4 et 9,23 ‰, teneur en carbone organique 4,22, 6 et 5, 1 ‰ et rapport C/N organiques 9,7, 15,2 et 12,45). La densité bactérienne varie entre 250 000 et 700 000 germes/g de sédiment.

L'étude des différents groupements fonctionnels met en évidence les caractéristiques suivantes : très grande importance de germes protéolytiques, sulfhydrogènes, chitinolytiques et dénitrificateurs; une grande activité des ammonificateurs, des amilolytiques et des lipidolytiques et importance plus réduite des pectinolytiques, des agarolytiques, des alginolytiques, et des cellulolytiques.

Les germes fixateurs d'azote sont présents mais en densité réduite. Quant aux nitrificateurs, il semble que la nitrosation s'accomplisse d'une manière relativement active alors que la nitratisation est moins rapide. Il convient de mentionner une anomalie signalée d'ailleurs par les auteurs : les bactéries réduisant les sulfates n'ont pas pu être mises en évidence dans les 3 prélèvements.

Dans la troisième (14), les derniers échantillons ont été prélevés le 8 décembre 1962 à 3 stations qui constituent des milieux de transition entre les eaux portuaires proprement dites et les eaux du large (à 200 m du milieu de la jetée est, profondeur 30 m, à 200 m du milieu de la jetée de l'Agha, profondeur 19 m et à 200 m de l'extrémité est de la jetée de Mustapha, profondeur 25 m). Les sédiments étaient respectivement composés de vase brunâtre à granulation fine, de mélange de sable et de vase noirâtre et de sables vaseux. Leur analyse révèle également une prépondérance de germes protéolytiques, chitinolytiques, lipidolytiques, sulfhydrogènes, amylolytiques, une activité normale des agents de la nitrosation et plus réduite pour la nitratisation, la pectinolyse, l'agarolyse, l'alginolyse, la cellulolyse et la fixation d'azote. Les sulfato-réductrices n'ont pu être décelées que dans un seul des 3 échantillons. Les 3 dernières stations sont donc peu différentes des 5 autres.

D) *Études des bactéries présentes chez les moules (Mytilus galloprovincialis).*

Deux publications se rapportent à ce sujet et donnent les résultats obtenus par l'analyse de moules de la région algéroise.

C. TYSSSET, J. BRISOU et M. MAILLOUX (16) ont montré que la microflore bactérienne qualifiée par eux de « commensale » des moules est abondante et riche en espèces. La densité est de l'ordre de 10^5 à 10^7 germes/g de broyat. L'analyse a permis d'isoler 64 germes appartenant aux familles des *Vibrionaceae* (40) et des *Pseudomonadaceae* (24). 43 d'entre eux sont des halophiles obligatoires et exigent 30 g de Na Cl/l pour leur développement. Les *Vibrio* sont prépondérants et parmi eux une espèce domine *Vibrio anguillarum* (type A), connue pour son agressivité à l'égard de différents poissons.

L'étude des groupes physiologiques a permis d'établir l'importance relative de chacun d'eux : bactéries glucidolytiques (79 ‰), bactéries lipidolytiques (78 ‰), bactéries sulfhydrogènes (30 ‰).

Ces groupes semblent être le reflet de ceux qui existent dans les eaux où les moules vivent, ce qui constitue une conclusion prévisible si l'on considère que ces mollusques filtrent des volumes importants d'eau. Il est possible toutefois qu'une sélection détermine un aspect particulier de cette microflore. D'autres recherches envisagées tenteront de vérifier cette hypothèse.

Ces mêmes auteurs ont abordé un autre aspect de cette question dans une publication (15) qui se proposait de mettre en évidence la contamination bactérienne des moules de la baie d'Alger.

L'étude de la densité de la flore bactérienne totale, du groupe *Escherichia coli*, des *Streptococcus faecalis*, des sulfhydrogènes et des anaérobies sulfito-réductrices a révélé une pollution des mollusques variable suivant les lieux de récolte : les échantillons sont fortement contaminés au voisinage des égouts, et plus faiblement à des stations éloignées du rivage ou à des profondeurs de 4 à 8 mètres.

Les auteurs démontrent ainsi le caractère dangereux des mollusques pour la consommation humaine, danger confirmé par les cas de typhoïdes et de paratyphoïdes observés fréquemment durant la saison chaude.

E) *Étude du cycle de l'azote en milieu marin.*

Trois publications se rapportent à ce sujet.

E. LAGARDE, dans une première publication (7), précise les données généralement admises sur le déroulement du cycle de l'azote en milieu marin, données qui résultent surtout d'une application à ce milieu des principes connus dans les sols terrestres. Mais pour le milieu marin, nos connaissances sont encore très imparfaites.

Ce même auteur donne, dans une seconde publication (8), les résultats d'analyses de 24 prélèvements de sédiments et d'eaux des régions proches de Marseille et de Banyuls.

Pour les vases, densités des bactéries aérobies variant entre 820 000 et 1 800 000 germes/g (poids humide) en surface et entre 200 000 et 600 000 entre 20 et 60 m de profondeur; les dénitrifiants représentent de 0,25 à 11,8 % de la microflore totale aérobie.

Pour les sables, densités des aérobies comprises entre 35 000 et 210 000 germes et anaérobies allant de 1 200 à 10 800 germes/g (poids humide); les dénitrifiants représentent de 4,2 à 13 % de la microflore aérobie totale.

Pour les eaux, rapport anaérobies/aérobies compris entre 1/18 et 1/34, les dénitrifiants correspondent à 3,5 — 26,8 % de la microflore aérobie totale.

Sur les 72 souches isolées en culture pure, 17 souches réduisent les nitrates en nitrites, 53 souches réduisent les nitrates en ammoniac et 2 souches seulement réduisent les nitrates en azote gazeux.

C'est également ce même auteur qui a défini une méthode d'estimation du pouvoir dénitrifiant des eaux et des sédiments marins (9). Cette méthode est une modification de celle préconisée pour l'étude des sols terrestres. La technique des suspensions, dilutions est appliquée en vue de l'ensemencement d'un milieu de culture liquide, dont la composition est donnée. On note en fonction du temps la disparition des nitrates et l'apparition des nitrites et d'azote gazeux. Les résultats sont ensuite transcrits sous forme d'un graphique, qui porte en ordonnées les dilutions et en abscisse le temps de façon à déterminer différentes aires (aire des nitrates, aire des nitrites, dilution extrême présentant un dégagement gazeux, la dilution extrême atteinte lors de la culture et la durée totale de l'expérience).

Selon l'auteur, un coefficient de dénitrification (CD) peut être obtenu par la relation :

$$CD = \text{Aire } (\text{NO}_3 + \text{NO}_2) - (\text{Dilution extrême gaz} \times K) / \text{Dilution extrême culture} \times \text{jours d'incubation.}$$

La valeur du coefficient K était de 5. L'interprétation des valeurs obtenues est la suivante :

$0 < CD < 0,10$		pouvoir dénitrifiant très élevé
$0,10 < CD < 0,25$	»	» élevé
$0,25 < CD < 0,40$	»	» moyen
$0,40 < CD < 0,85$	»	» faible
$0,85 < CD$	»	» très faible

II — Les pollutions marines.

Deux publications dans ce domaine, ont été reçues et ont été de ce fait analysées. Elles émanent du groupe de recherches du C. E. R. B. O. M.

M. AUBERT et M. LEBOUT, ont étudié les conditions hydrologiques et les pollutions bactériennes dans le secteur du delta du Var (1) par différents régimes des vents.

Dans une deuxième publication, le groupe de recherches du C. E. R. B. O. M. (2) a pris pour thème l'activité biologique générale des eaux au débouché d'un émissaire traité soit par dilacération, soit par épuration.

Dans cette branche d'activité, il convient d'autre part de signaler la participation de membres de notre Comité à différents Congrès scientifiques.

Congrès international de la Mer de Saint Cast (34 mai- 6 juin 1964), avec la participation de MM. BRISOU, DEVÈZE, LAGARDE.

The Second international Conférence on Water pollution Research (Tokio, 24-28 août 1964) avec la participation de L. DEVÈZE, représentant la C. I. E. S. M. M.

Colloque sur le pouvoir d'auto-épuration du milieu marin (C. E. R. B. O. M., Nice, 15-17 septembre 1964).

Il convient enfin de mentionner que, répondant au vœu exprimé lors de la précédente Assemblée plénière, j'ai organisé du 31 mars au 4 avril 1964, un Symposium international des Pollutions marines qui s'est réuni à Monaco.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) AUBERT (M.) et LEBOUT (M.) 1962. — Étude de la situation hydrologique et bactériologique des zones marines situées au large du delta du Var et des régions adjacentes (suite). — *Cab. C.E.R.B.O.M.*, **4** : 50-106.
- (2) AUBERT (M.), LEBOUT (M.), AUBERT (J.), VAN ZURK (M.N.) et OBRY (J.), 1963. — Étude comparative de la vie marine au débouché en mer d'un émissaire dilacéré et d'un émissaire épuré par traitement biologique des boues activées. Son influence sur la faune ornithologique locale. — *Cab. C.E.R.B.O.M.*, **3** : 1-63.
- (3) BIANCHI (A.), LE PETIT (J.) et DRAGONI (N.), 1964. — Évolution de la matière organique en milieu lagunaire marin. — *Ann. Inst. Pasteur*, Paris, suppl. n° 3 (107) : 100-108.
- (4) DEVÈZE (L.), 1963. — Quelques remarques sur la distribution verticale des bactéries dans les sédiments méditerranéens littoraux et profonds. — *Comm. int. Explor. sci. Mer Médit., Rapp. et P.V.*, **17** (3) : 695-700.
- (5) — 1964. — Activités bactériennes et matières organiques dans les sédiments marins. — *Ann. Inst. Pasteur*, Paris, suppl. n° 3 (107) : 123-135.

- (6) LE PETIT (J.) et MATHERON (R.), 1963. — Contribution à l'étude des rapports existant entre certains facteurs physico-chimiques et la flore bactérienne dans un milieu sédimentaire lagunaire. — *Comm. int. Explor. sci. Mer Médit., Rapp. et P.V.*, **17** (3) : 687-694.
 - (7) LAGARDE (E.), 1962. — Contribution à l'étude du métabolisme de l'azote minéral en milieu marin. Microflore dénitrifiante de certaines zones littorales méditerranéennes. — *Pubbl. Staç. Zool. Napoli*, suppl. n° 32 : 490-496.
 - (8) — 1963. — Métabolisme de l'azote minéral milieu marin. — *Vie et milieu*, **14** (1) : 37-54.
 - (9) — 1964. — Méthode d'estimation du pouvoir dénitrifiant des eaux et des sédiments marins. — *Vie et milieu*, **15** (1) : 213-217.
 - (10) LAGARDE (E.), CAHET (G.) et MOURRUT (M.), 1964. — Contribution à l'étude des eaux et des sédiments de l'étang de Bages-Sigean (Aude). I. Données climatiques. — *Vie et milieu*, vol. jubilaire dédié à G. PETIT, suppl. 17 : 35-40.
 - (11) LAGARDE (E.) et CAHET (G.), 1964. — Contribution à l'étude et des sédiments de l'étang de Bages-Sigean (Aude). II. Recherches physico-chimiques, et microbiologiques. — *Vie et milieu*, vol. jubilaire dédié à G. PETIT, suppl. 17 : 41-60.
 - (12) TYSSET (C.), BRISOU (J.) et MOREAU (R.), 1962. — Étude de deux échantillons de boue du port d'Alger. — *Arch. Inst. Pasteur*, **40** (4) : 352-383.
 - (13) — 1963. — Étude bactériologique complémentaire des boues du port d'Alger. — *Arch. Int. Pasteur, Alger* **41**, (1-2) : 19-40.
 - (14) — 1963. — Contribution à l'étude des groupements physiologiques microbiens des vases de l'avant port d'Alger. — *Arch. Inst. Pasteur, Alg.*, **41** (3-4) : 105-114.
 - (15) TYSSET (C.), BRISOU (J.) et MAILLOUX (M.), 1962. — La contamination bactérienne des moules de la baie d'Alger. — *Arch. Inst. Pasteur, Alger*, **40** (2-3) : 208-219.
 - (16) — 1963. — Sur la flore commensale bactérienne des moules (*Mytilus galloprovincialis*) de la région algéroise. — *Arch. Inst. Pasteur, Alger*, **41** (1-2) : 618.
-