

SUR L'ACTIVITÉ DES BACTÉRIES SULFATO-RÉDUCTRICES DANS LES SOLS MARINS SUPERFICIELS DE LA BAIE DU BRUSC (VAR)

par M. DUFOUR, J. GALLIANO et R. MOLINIER

Localisée au sud-ouest de Toulon, la baie du Brusç est délimitée, à l'est, par le rivage continental du cap Sicié, au sud et à l'ouest par un chapelet d'îlots et d'îles constituant l'archipel des Embiez.

Elle se présente donc comme un vaste ensemble protégé des coups de mer venus du sud et largement ouvert, par contre, vers le nord, réalisant ainsi une « poche » soumise à une sédimentation active sous un faible plan d'eau.

Un récif-barrière de Posidonies limite la baie du Brusç dans sa région septentrionale, s'appuyant, à l'ouest, sur l'île de la Tour Fondue et, à l'est, sur la jetée du port du Brusç.

La formation lagunaire ainsi délimitée est colonisée par des pelouses ou herbiers de Phanérogames marines (*Cymodocea nodosa* ASCH., *Zostera nana* ROTH., *Posidonia oceanica* DELILE).

La présente étude s'intègre dans le cadre d'un travail d'ensemble écologique et biocénologique intéressant cette unité géographique particulière et a pour objet d'exposer et de commenter quelques aspects de l'activité biologique des sols marins de la baie du Brusç en rapport avec le cycle du soufre.

Les stations étudiées sont au nombre de sept et se rapportent à des unités pédologiques différentes traduites par des différences qualitatives ou quantitatives du peuplement :

pelouse clairsemée de Cymodocées ; pelouse dense de Cymodocées ; pelouse de Zostères naines ; herbier de Posidonies ; poches de vase (constituant le terme ultime de dégradation de la « matre » d'herbier de Posidonies) ; sols de bordure portuaire ; vase de la zone centrale portuaire.

Dans les lignes qui suivent, nous exposons les résultats concernant des numérations de bactéries anaérobies (*Desulfovibrio desulfuricans*) et des dosages de soufre des sulfures alcalins. (1)

Les dosages de soufre ont été effectués par une méthode chimique classique à partir des échantillons de sol frais, en faisant agir de l'iode sur les sulfures alcalins. Une partie de l'iode est fixée, le soufre précipite et l'iode en excès, dosé par l'hyposulfite de soude, indique — par différence — les quantités fixées.

Les milieux de culture et les numérations bactériennes ont été réalisés d'après la méthode de POCHON (2), les comptages étant opérés à partir de dilutions de plus en plus accusées du milieu naturel (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , etc...).

Nos observations nous ont révélé que, selon le type de sol étudié, l'intensité plus ou moins accusée de l'activité bactérienne nous imposait d'effectuer les numérations à partir de dilutions différentes.

Le tableau I et le graphique rassemblent nos résultats (exprimés en nombre de colonies bactériennes par kilogramme de sol frais) pour les horizons verticaux successifs dans les 30 cm superficiels de divers profils analysés.

(1) Les numérations et dosages ont été effectués aux mois de février et mars 1960. Il serait intéressant de suivre, ultérieurement, les variations saisonnières dans l'activité bactérienne pour tous les profils étudiés.

(2) POCHON (J.), 1955. — *Ann. Inst. Pasteur*, vol. 89.

En ce qui regarde la vase de la portion centrale du port du Brusc, nous n'indiquerons qu'une seule valeur correspondant à une moyenne de mesures, la fluidité considérable de ce sédiment interdisant des prélèvements précis à des niveaux verticaux rapprochés.

Les données essentielles qui se dégagent de cette étude sont les suivantes.

Horizons (en cm) / Types de sols	Pelouse clairsemée de Cymodocées	Pelouse dense de Cymodocées	Pelouse de Zostères naines	Herbier de Posidoniés	Poches de vase	Sol de bordure portuaire
0	6.10 ⁴	1000.10 ⁴	900.10 ⁴	62.10 ⁴	18.10 ⁴	
2	20.10 ⁴	1100.10 ⁴	4000.10 ⁴			240.10 ⁴
5	60.10 ⁴	1700.10 ⁴	200.10 ⁴	4.10 ⁴	260.10 ⁴	260.10 ⁴
10	10.10 ⁴	280.10 ⁴	640.10 ⁴	140.10 ⁴	6.10 ⁴	280.10 ⁴
15	4.10 ⁴	30.10 ⁴	1600.10 ⁴	2.10 ⁴	16.10 ⁴	300.10 ⁴
20	140.10 ⁴	20.10 ⁴	600.10 ⁴	14.10 ⁴	0	340.10 ⁴
25	60.10 ⁴	30.10 ⁴	60.10 ⁴			400.10 ⁴
30	0		30.10 ⁴			600.10 ⁴

TABLEAU I. — Numérations de colonies bactériennes de *Desulfovibrio desulfuricans* (exprimées par kg de sol frais) dans les horizons superficiels des différents types de sols marins de la baie du Brusc.

1) Sols phanérogamiques lagunaires.

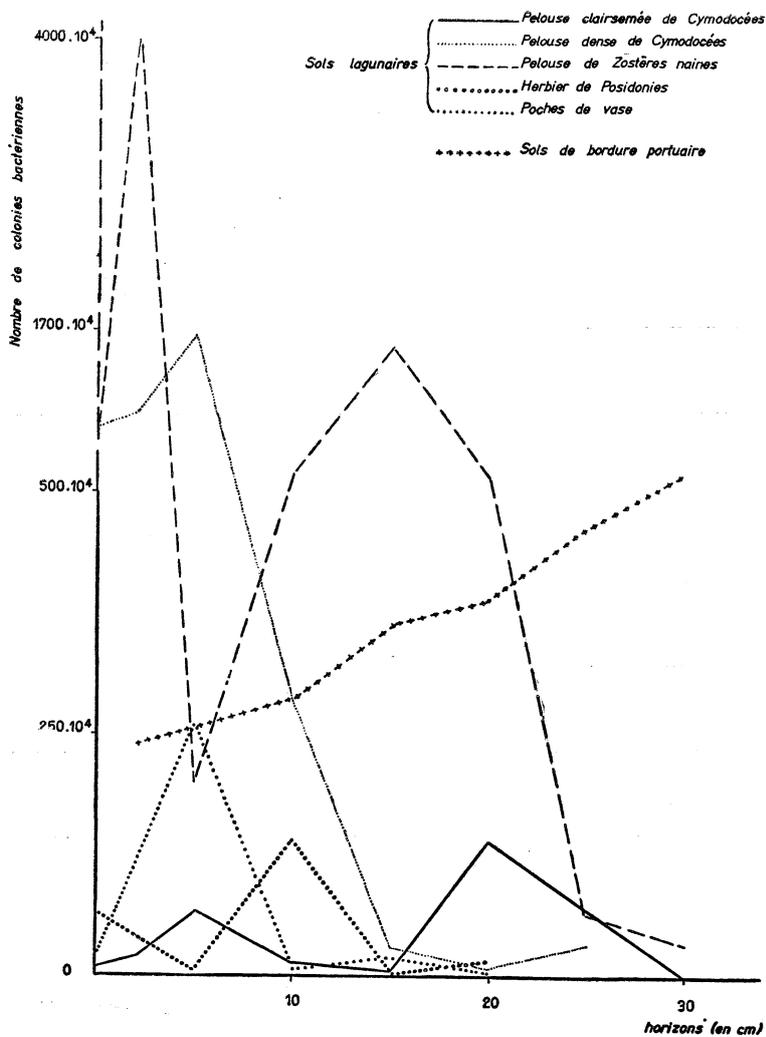
Tous les types de sols étudiés présentent un horizon superficiel caractérisé par un maximum de densité des bactéries sulfato-réductrices, l'activité bactérienne diminuant ensuite progressivement pour être insignifiante ou nulle dès que l'on atteint une trentaine de centimètres de profondeur. Ces horizons superficiels correspondent précisément au niveau de développement optimum des racines, c'est-à-dire au niveau où l'activité biologique du végétal est la plus accentuée.

Faible dans les sols de bordure lagunaire mal classés, colonisés par la pelouse clairsemée de Cymodocées (où l'on dénombre 140.10⁴ colonies de *Desulfovibrio desulfuricans* par kg de sol frais), l'activité bactérienne paraît beaucoup plus accusée dans les sols de la zone centrale

lagunaire colonisée par la pelouse dense de *Cymodocées* (où les numérations atteignent $1700 \cdot 10^4$ colonies par kg de sol frais) (1).

Il apparaît donc que l'activité bactérienne est d'autant plus accentuée que la pelouse phanérogamique est plus dense, c'est-à-dire, en définitive, que le sol est plus évolué.

C'est dans la pelouse des *Zostères naines* que les bactéries sulfato-réductrices manifestent la plus grande activité (jusqu'à $4000 \cdot 10^4$ colonies bactériennes par kg de sol frais dans les horizons les plus superficiels).



Dans la matre d'herbier de *Posidonies* et les poches de vase résultant de sa dégradation, les numérations ne nous ont pas permis de déceler une activité bactérienne considérable. Il est possible que la forte teneur en eau liée à la trame grossière du sédiment (dans lequel chemine

(1) Les différences considérables que l'on observe dans les numérations effectuées aux différents horizons verticaux des profils étudiés nous ont conduits à adopter en *ordonnée*, dans les graphiques, deux échelles différentes. L'allure des courbes obtenues s'en trouvera modifiée, mais leur valeur comparative reste valable.

un important réseau de rhizomes et de racines) ne soit pas favorable au développement des bactéries anaérobies (1).

2) *Sols portuaires.*

Contrairement à ce que nous avons observé pour les sols précédents, les sols portuaires manifestent une teneur en bactéries sulfato-réductrices de plus en plus accusée au fur et à mesure que l'on gagne des horizons plus profonds (les numérations étant toujours limitées aux trente centimètres superficiels).

Horizons (en cm)	Types des sols	Pelouse clairsemée de Cymodocées	Pelouse dense de Cymodocées	Pelouse de Zostères naines
0		0,14	0,86	0,88
2				0,66
5		0,14	0,81	0,57
10		0,07	0,74	0,60
15		0,15	0,68	0,58
20		0,23	0,68	0,52
25		0,32	0,62	0,56
30		0,31	0,59	0,49

TABLEAU II. — Teneur en soufre (sulfures alcalins) dans les profils correspondant aux pelouses de Cymodocées et de Zostères naines.

On remarque, dans les sols de bordure portuaire, des numérations de *Desulfovibrio desulfuricans* qui varient entre 240.20^4 et 600.10^4 colonies bactériennes par kg de sol frais.

L'activité de ces bactéries paraît plus faible dans la zone centrale portuaire, où les numérations que nous avons effectuées s'échelonnent entre 80.10^4 et 560.10^4 colonies par kg

(1) Il est possible également que nos observations aient été faussées par suite des difficultés que l'on rencontre pour prélever ces sols, leur fluidité entraînant fréquemment lors du retrait, un lessivage vertical dans les cylindres de prélèvement.

de sol frais. Il est possible que, là encore, la forte teneur en eau de cette vase provoque une oxygénation nuisible au développement de bactéries anaérobies (1).

Les dosages de soufre des sulfures alcalins que nous avons réalisés dans les mêmes profils ne nous permettent pas toujours d'établir un parallélisme évident entre le taux en hydrogène sulfuré et l'activité des bactéries sulfato-réductrices.

Le tableau II rassemble les résultats de nos dosages.

On remarque, en ce qui concerne la pelouse de *Zostères naines* et la pelouse dense de *Cymodocées*, que la teneur en soufre diminue progressivement de la surface vers la profondeur parallèlement à l'activité bactérienne, le taux moyen y étant approximativement le même (de l'ordre de 0,6 gr par kg de sol frais).

Ce parallélisme est encore plus évident dans les sols colonisés par la pelouse clairsemée de *Cymodocées* où le taux maximum en soufre (aux environs de 25 cm de profondeur) correspond à l'activité optimum des bactéries sulfato-réductrices.

Il en est de même pour les sols de bordure portuaire où la teneur en soufre, tout comme l'activité bactérienne, augmente progressivement de la surface vers la profondeur.

Par contre, ce parallélisme ne se vérifie plus dans la matre d'herbier de *Posidonies* et les poches de vase.

Le taux en soufre, de l'ordre de 0,7 gr par kg de sol frais dans la matre d'herbier, passe à 1,7 gr dans les poches de vase issues de sa dégradation, et se localise autour de 1,6 gr dans la vase portuaire.

Les conclusions suivantes semblent se dégager de cette étude.

1) En ce qui concerne les pelouses de *Cymodocées* et de *Zostères naines*, le maximum d'activité des bactéries sulfato-réductrices paraît coïncider avec les zones de développement optimum du système racinaire, c'est-à-dire dans les horizons verticaux où l'activité de la plante est prépondérante en ce qui concerne la biologie des sols.

2) La forte teneur en bactéries du cycle du soufre que l'on relève dans les profils du milieu portuaire tout comme dans les sols colonisés par la pelouse de *Zostères naines*, pourrait conduire à des observations intéressantes en ce qui concerne la définition écologiques des milieux marins pollués (2).

En effet, les dosages d'azote organique que nous avons réalisés dans les mêmes profils ne nous ont pas révélé de différences marquantes entre les sols phanérogamiques et les sols portuaires.

Le terme « nitrophilie », couramment utilisé pour définir les milieux terrestres souillés et pollués, devrait donc être écarté en milieu marin.

Ce serait plutôt l'hydrogène sulfuré qui, dans les secteurs portuaires ou lagunaires refléterait l'intensité de la pollution du milieu.

(1) Cette hypothèse paraît d'ailleurs confirmée par des numérations que nous avons opérées dans les mêmes sols, portant sur des bactéries sulfo-oxydantes (*Thiobacillus thioparus*). Ces bactéries aérobies manifestent un maximum d'activité dans la vase de la zone portuaire centrale et, en ce qui concerne les sols de bordure portuaire, leur activité diminue progressivement de la surface vers la profondeur.

(2) Les *Zostères naines* se développent généralement, en Méditerranée, sur les sables vaseux d'estuaires dans des eaux et sur des sols généralement riches en matières organiques. Leur présence, au Brusuc, est liée à l'affleurement, en bordure du littoral continental du cap Sicié, d'une nappe phréatique d'eau douce.

