

ACTIONS CONCERTÉES EN OcéANOGRAPHIE
RAPPORT D'ACTIVITÉ
1978

ANNEXE N° 13

Distribution et utilisation du lactate et de l'acétate dans les
sédiments marins

DISTRIBUTION ET UTILISATION DU LACTATE ET DE L'ACETATE DANS LES
SEDIMENTS.

G. BILLEN
et S. VERBEUSTEL.

55482

INTRODUCTION

Dans le cadre d'une recherche à long terme visant à préciser les mécanismes de la dégradation de la matière organique dans les sédiments marins, nous avons effectué une série de mesures sur la distribution et l'utilisation microbiologique de deux importants produits de fermentation, le lactate et l'acétate, dans une série de carottes de sédiments provenant de la Mer du Nord (Southern Bight et Fladden Ground), du Bassin de Chasse d'Ostende et de l'estuaire de l'Escaut.

Le présent rapport fait la synthèse des résultats acquis jusqu'à présent.

METHODES

Lactate et acétate ont été dosés après extraction de l'eau interstitielle par des méthodes enzymatiques décrites en détail ailleurs (Billen & Putman, 1979).

La vitesse de respiration de ces deux substrats par les populations bactériennes de sédiments a été évaluée par addition de marqueurs radioactifs et mesure du CO₂ radioactif produit après un quart d'heure d'incubation.

RESULTATS

1. Dosage de lactate et de l'acétate dans l'eau interstitielle

La figure 1 présente à titre d'exemple un profil vertical complet de concentration en nitrates, sulfates, lactate et acétate dans l'eau interstitielle d'une carotte vaseuse du Bassin de Chasse d'Ostende.

Le tableau 1 montre la gamme des valeurs trouvée dans les autres carottes analysées.

TABLEAU 1 : Gamme des valeurs de concentration en lactate et acétate trouvées dans l'eau interstitielle de diverses carottes ($\mu\text{moles/l}$).

Origine	date	Acétate		Lactate	
		zone oxydée	zone réduite	zone oxydée	zone réduite
Fladden Ground 30a	13.05.76	48 - 90	15 - 115	41 - 81	3 - 54
"	22 02.05.76	22 - 35	3 - 29	8 - 88	8 - 29
"	70 23.05.76	7 - 54	1 - 30	37	5 - 28
Mer du Nord M1149	12.10.77	1	1 - 18	40	7 - 61
"	M01 11.08.75	4 - 26	32 - 53	33 - 38	8 - 38
"	ZB7 13.10.77	1 - 50	-	40 - 120	-
Bassin de chasse					
zone sableuse	8.01.75	1 - 89	1 - 38	48 - 81	60 - 149
"	20.12.77	5 - 36	5 - 45	92 - 150	52 - 88
zone vaseuse	6.02.79	12 - 14	9 - 39	105 - 176	12 - 90
Escaut E18	octobre 1978	21	17 - 108	83	7.5-78
E22	octobre 1978	75	1 - 100	-	1 - 129
E31	octobre 1978	9 - 51	20 - 54	19 - 68	21 - 69

2. Détermination du km pour l'acétate et le lactate.

Une suspension de sédiment provenant de la zone vaseuse du Bassin de Chasse d'Ostende, dans de l'eau de mer, a été incubée pendant 4 jours dans diverses conditions d'oxydoréduction (aérobiose, anaérobiose avec addition de nitrates, anaérobiose sans nitrates). Les vitesses relatives d'utilisation du lactate et de l'acétate, avec divers ajouts de substrats ont alors été mesurées. Les figures 2 et 3 montrent les résultats obtenus en coordonnées inverses $1/v$ relative - S_a (concentration ajoutée en substrat). Cette représentation permet la détermination du K_m de la population bactérienne vis-à-vis du substrat : en effet, si

$$v = \frac{V_{\max} S}{S + K_m}$$

alors $\frac{s}{v} = \frac{S + K_m}{V_{\max}}$

ou $\frac{1}{v_r} = \frac{S_n + K_m}{V_{\max}} + \frac{S_a}{V_{\max}}$

(où S_n est la concentration naturelle en substrat)

Dans la représentation choisie, le coefficient angulaire de la droite obtenue est $\frac{1}{V_{\max}}$, tandis que l'abscisse à l'origine vaut $S_n + K_m$. Il suffit alors de connaître S_n pour calculer le K_m .

Les résultats ainsi obtenus sont résumés dans le tableau II :

TABEAU II : Valeurs du K_m pour l'acétate et le lactate des populations bactériennes des sédiments du Bassin de chasse d'Ostende dans diverses conditions d'oxydoréduction.

	Eh (mV)	Km Acétate (μ moles/l)	Km Lactate (μ moles/l)
Aérobiose	360 mV	65	61
Anaérobiose + NO_3^-	140	36	-
Anaérobiose sans NO_3^- avec $\text{SO}_4^{=}$	10	78 - 85	60
Anaérobiose sans $\text{SO}_4^{=}$	-50	7.5-16	60

3. Profil vertical des vitesses d'utilisation du lactate et de l'acétate dans les sédiments.

Les vitesses relatives de respiration du lactate et de l'acétate ont été mesurées dans des conditions proches des conditions naturelles sur des échantillons prélevés à diverses profondeurs d'une carotte de sédiments de la zone vaseuse du Bassin de Chasse d'Ostende. Les résultats sont repris dans le tableau III. Les concentrations en substrats dans le même sédiment sont celles représentées dans la figure 1.

TABLEAU III : Respiration du lactate et de l'acétate dans les sédiments vaseux du Bassin de Chasse d'Ostende (B 6.279; temp. 3°C).

Profondeur (cm)	Eh (mV)	Acétate			Lactate				
		$V_{rel}^{(1)}$ (h^{-1})	$S^{(2)}$ ($\mu moles/l$)	$V_{abs}^{(3)}$ ($\mu moles/lh$)	$V_{max}^{(4)}$ ($\mu moles/lh$)	$V_{rel}^{(1)}$ (h^{-1})	$S^{(2)}$ ($\mu moles/l$)	$V_{abs}^{(3)}$ ($\mu moles/lh$)	$V_{max}^{(4)}$ ($\mu moles/lh$)
0 - 2	385→185	1.04	12.5	13	59	4	140	560	800
2 - 5	186→ 60	0.48	35	17	34	2	55	110	230
7 -10	55→ 30	0.20	15.5	3.1	19	1.05	55	91	190
12 -15	10→ 0	0.02	11	0.20	1.8	0.07	32	2.2	6.5

(1) V_{rel} : vitesse relative de respiration

(2) S : concentration naturelle en substrat

(3) $V_{\text{abs}} : \text{vitesse absolue de respiration} = V_{\text{rel}} \times S$

$$(4) \quad V_{\max} : \text{vitesse maximale de respiration} = V_{\text{rel}} \times (S + K_m)$$

DISCUSSION

1. Comparaison sédiments-eau de surface.

La comparaison des données présentées ici avec des données similaires relatives au milieu pélagique permettent de mettre en évidence certaines caractéristiques propres du milieu constitué par les sédiments marins.

Cette comparaison est résumée dans le tableau IV.

	Eau interstitielle des sédiments (ref)	Eau de surface (ref)
<u>Acétate</u>		
gamme de conc($\mu\text{moles/l}$)	10 - 100 (ce travail)	0 - 5 (Billen et al, 1979)
Km ($\mu\text{moles/l}$)	10 - 100 (" ")	.1 - 10 (Koyama et al, 1977)
		.1 - 5 (Seepers, 1977)
V _{rel} utilisation ($\%h^{-1}$)	10 - 100 (" ")	.01- 10 (Billen et al, 1979)
<u>Lactate</u>		
gamme de conc($\mu\text{moles/l}$)	10 - 200 (" ")	0 - 5 (Billen et al, 1979)
Km ($\mu\text{moles/l}$)	60 (" ")	-
V _{rel} utilisation ($\%h^{-1}$)	10 - 500	.01- 5 (Billen et al, 1979)
<u>Ac.Aminés Individuels</u>		
Gamme de conc($\mu\text{moles/l}$)	3 - 5 (Esteves,76)	0 - 0.2 (Billen et al, 1979)
	2 - 20 (Degens et al, 1964)	
Km ($\mu\text{moles/l}$)	-	0.03- 1 (Seepers, 1977)
V _{rel} utilisation ($\%h^{-1}$)	-	.1 - 5 (Billen et al, 1979)

Billen et al (1979) ont présenté un modèle qui montre que la concentration stationnaire d'un substrat directement utilisable par l'activité bactérienne est indépendante de la vitesse de production de ce substrat, donc de l'intensité de cette activité, mais dépend uniquement des paramètres physiologiques des populations bactériennes vis-à-vis du substrat :

Ainsi à l'état stationnaire :

$$S = \frac{K_m}{\frac{V_{max} Y}{k} - 1}$$

où Y est le rendement de croissance sur le substrat
k est la constante de mortalité

Les données du tableau IV ne sont pas en contradiction avec ce modèle, puisque les gammes de concentrations observées coïncident, dans les deux milieux, à la gamme des K_m . Toutefois, le milieu constitué par les sédiments, où les vitesses de production de petits substrats organiques sont beaucoup plus élevées, se caractérise par des valeurs également plus élevées des K_m d'utilisation, et donc par des concentrations stationnaires plus élevées de ces substrats, que dans la phase pélagique.

2. Variations en fonction de la profondeur.

Le tableau III montre très clairement une décroissance générale de la vitesse d'utilisation des substrats en fonction de la profondeur.

Ces données confirment l'idée que l'essentiel de l'activité micro-biologique se déroule dans les dix premiers centimètres de sédiments.

3. Structure des réseaux métaboliques.

L'effet du Eh sur le K_m ou sur la concentration de lactate ou d'acétate dans les sédiments ne semble pas très marqué.

Il n'apparaît pas davantage dans nos données sur la respiration de ces deux substrats.

La comparaison des données sur la respiration du lactate et de l'acétate montre qu'une part importante (>90 %) du lactate est consommé sans production d'acétate et n'est donc pas le fait des bactéries sulfatoréductrices.

Figure 1. Concentration en Nitrate (a), Sulfate (b), acetate (c) et lactate (d) dans l'eau interstitielle d'une carotte vaseuse du Bassin de Chasse d'Ostende (B 6/2/79).

7.

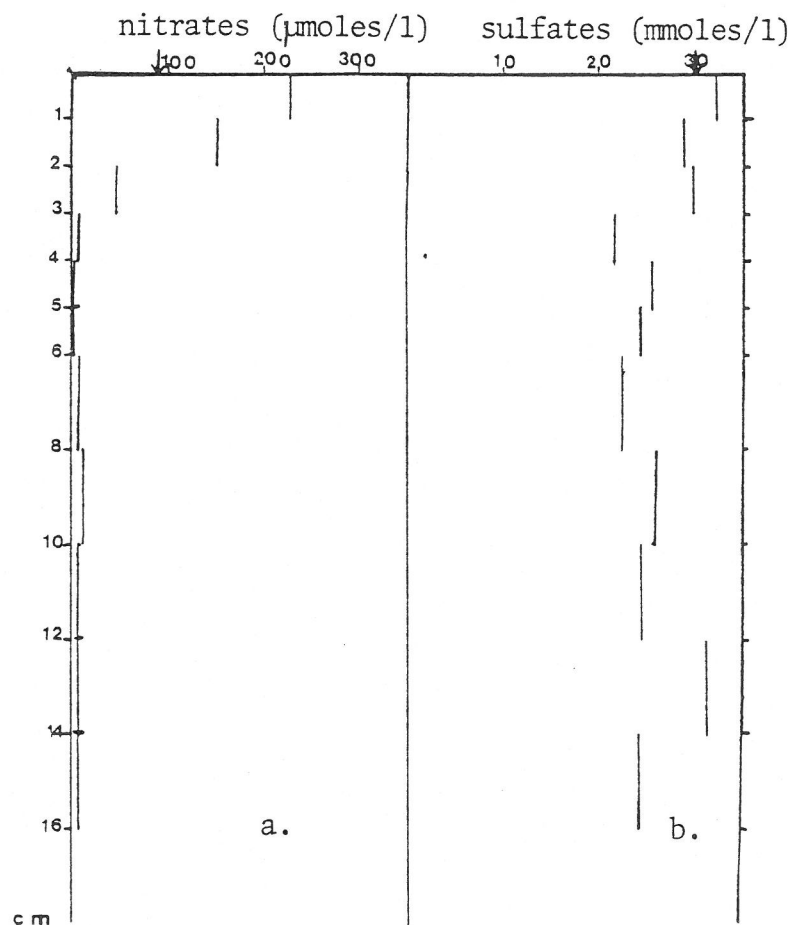
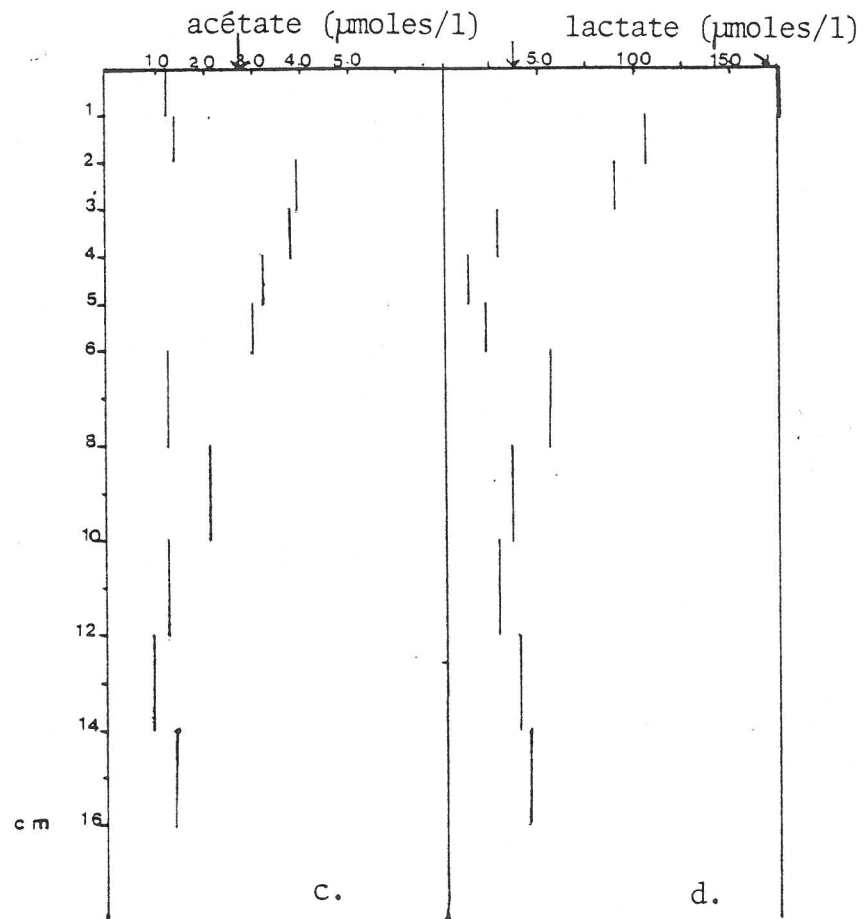


Figure 2. Détermination du K_m pour l'acétate des populations bactériennes d'une suspension de sédiments du Bassin de Chasse d'Ostende en conditions d'aérobiose (■), d'anaérobiose avec nitrates (▲) et d'anaérobiose avec sulfates (●).

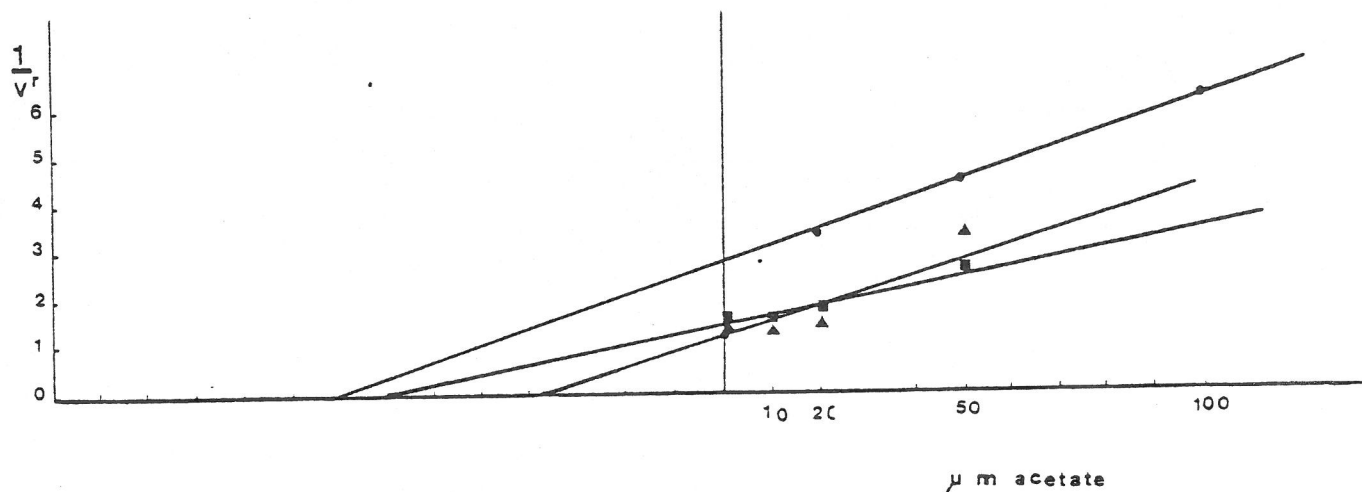


Figure 3. Détermination du K_m pour le lactate des populations bactériennes d'une suspension de sédiments du Bassin de Chasse d'Ostende en conditions d'aérobiose (■) et d'anaérobiose avec sulfates (▲).

