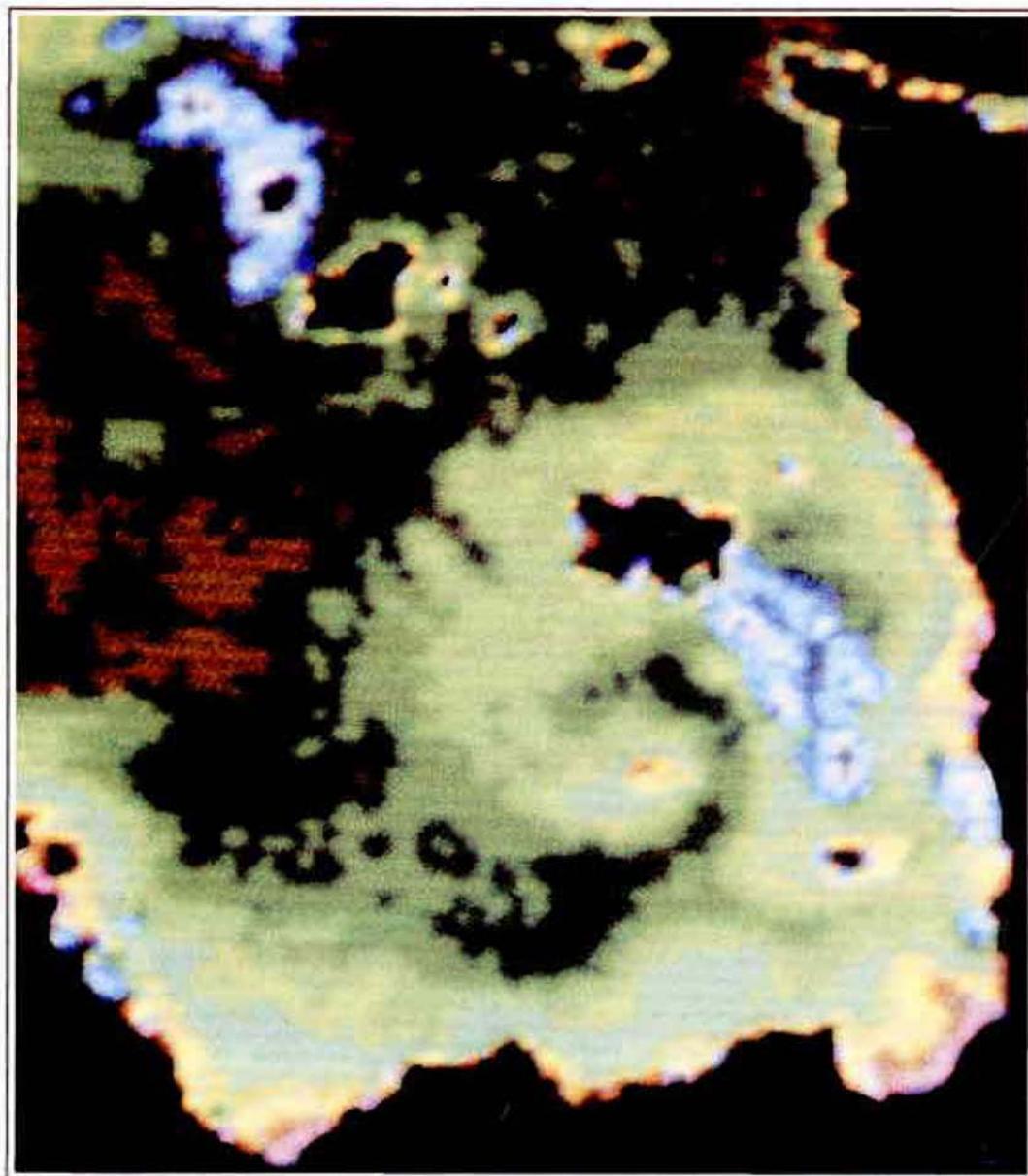
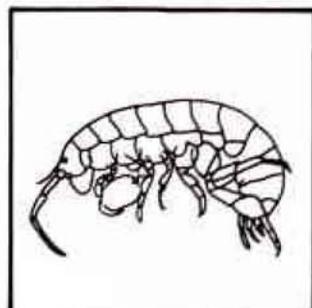
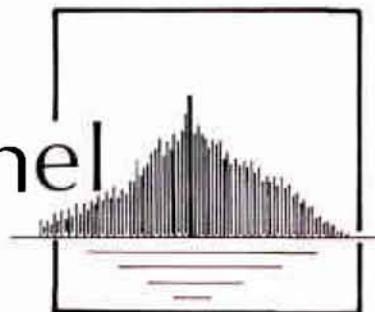


GOLFE NORMANO-BRETON

Etude Régionale Intégrée

6. Baie du M^t S^t Michel



En couverture:

Température superficielle du Golfe Normano-Breton,
le 16 avril 1984

NOTER :

- le gradient thermique existant entre les eaux en cours de réchauffement du fond du golfe (couleurs claires) et les eaux plus froides de la Manche (couleurs sombres), gradient particulièrement marqué entre Jersey et Guernesey (front) ;
- la pénétration des eaux de la Manche dans le Golfe par le S-O ;
- la circulation cyclonique, très apparente autour des Minquiers. (Observation : les taches bleutées correspondent à des nuages).

Image NOAA 7 du 16.04.1984 (15h06)

Traitement IFREMER DI/DLS - DEROIAT (C.VERCELLI)

**ETUDE REGIONALE INTEGREE
DU GOLFE NORMANO - BRETON**

THEME VI

ETUDE PARTICULIERE :

BAIE DU MONT SAINT - MICHEL

IFREMER
 Centre de BREST
 S.D.P.
 B.P. 70
 29263 PLOUZANE
 Tél. : 98.22.40.40
 Télex 940 627

DIRECTION ENVIRONNEMENT
 ET RECHERCHES Océaniques

DEPARTEMENT ENVIRONNEMENT LITTORAL

AUTEUR(S) : LE HIR P., P. BASSOULLET, E. ERARD M. BLANCHARD, D. HAMON, A.M. JEGOU & IRIEC		CODE : N° <u>DERO-86-27-EL</u>
TITRE : ETUDE REGIONALE INTEGREE DU GOLFE NORMANO-BRETON, Présentation de l'étude I - Cadre physique : Hydrodynamique et Sédimentologie II - Milieu pélagique III - Benthos subtidal IV - Estrans et zones humides V - Aspects socio-économiques et juridiques VI - Etude particulière : Baie du Mont St-Michel		6 VOLS : Date : Juillet 1986 Tirage nb :
CONTRAT (intitulé) N° <u>CEE-ENV.842 F</u>	Nb pages (I) 4 + 265 ; (II) 8 + 143 ; (III) 10 + 180 ; (IV) 10 + 182 + 1 c. (V) 9 + 277 ; (VI) 5 + 303	DIFFUSION Libre <input type="checkbox"/> Restreinte <input type="checkbox"/> Confidentielle <input type="checkbox"/>

RESUME Ce rapport en 6 volumes est le résultat d'une étude pluridisciplinaire (6 thèmes correspondant aux volumes du rapport), réalisée sur un secteur géographique bien délimité, présentant des caractéristiques physiques et biologiques particulières (très fort marnage, grande hétérogénéité des fonds, forte production biologique à base de mollusques filtreurs ...), et siège d'activités humaines importantes et diversifiées (essentiellement basées sur l'exploitation des ressources du milieu). L'étude fait suite à un Livre Blanc établi en 1982, synthétise les données existantes, et les complète par des travaux originaux sur la connaissance des mécanismes naturels, en particulier de ceux qui ont une relation directe ou indirecte avec les activités humaines (processus dynamiques et sédimentologie, production biologique des divers compartiments de l'écosystème ...). Elle aborde également les aspects socio-économiques et juridiques particuliers à cette région.

Programme IFREMER avec la participation de nombreux collaborateurs extérieurs, dont l'IRIEC pour l'étude de la baie du Mont St Michel ; cofinancé par l'IFREMER et la CEE (Contrat ENV. 842 F pour les années 1984-85).

Mots-clés Manche Ouest, Iles Anglo-Normandes, Mont St Michel, zone côtière, Manche, Ille & Vilaine, Côtes du Nord, Hydrodynamisme, sédimentologie, Pelagos, Benthos, Estrans & Zones Humides, Modélisation, Economie, Droit, Pêche, Conchyliculture, Extraction Granulats, Tourisme, Trafic maritime, Usine maréotrice, Protection Environnement.



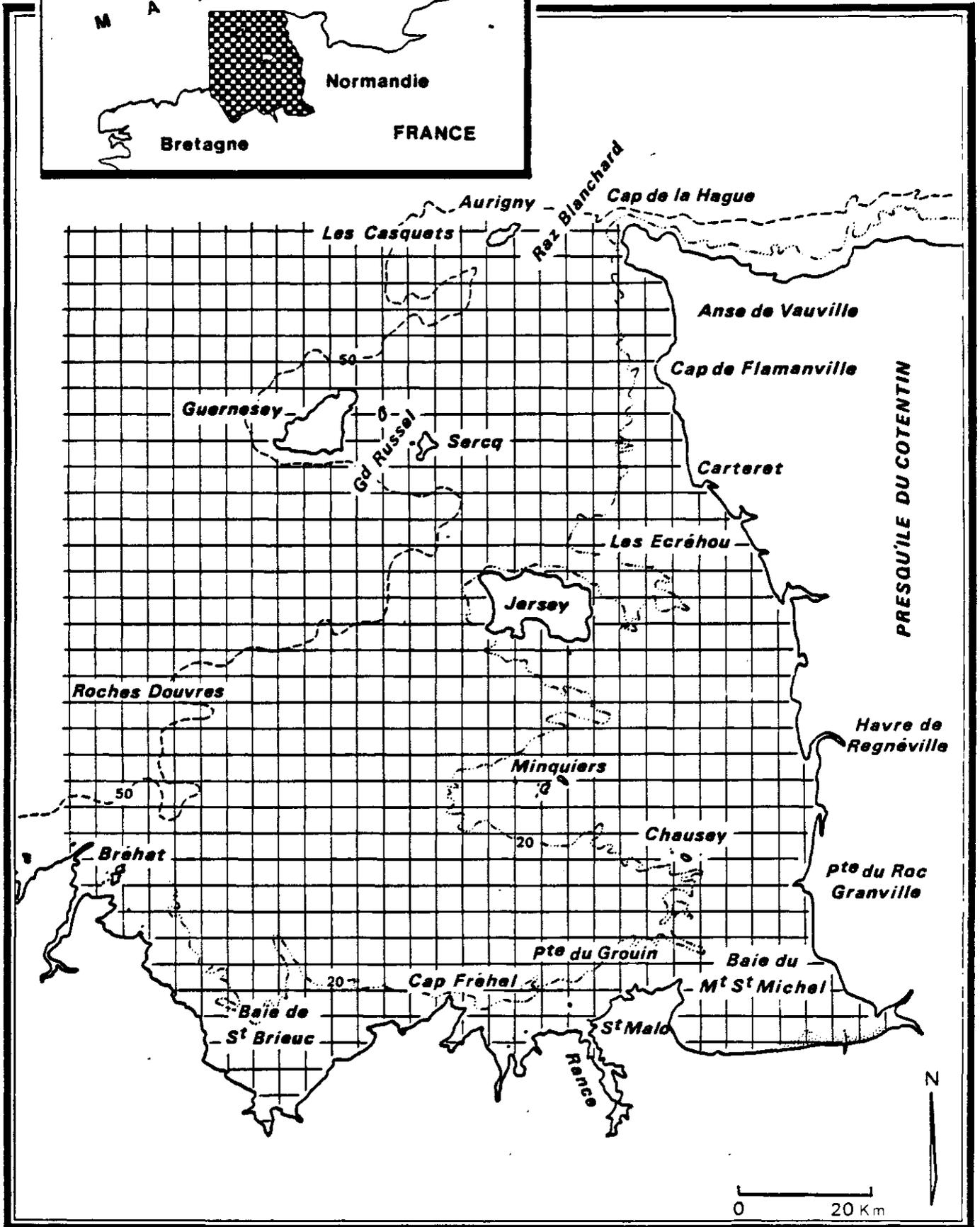
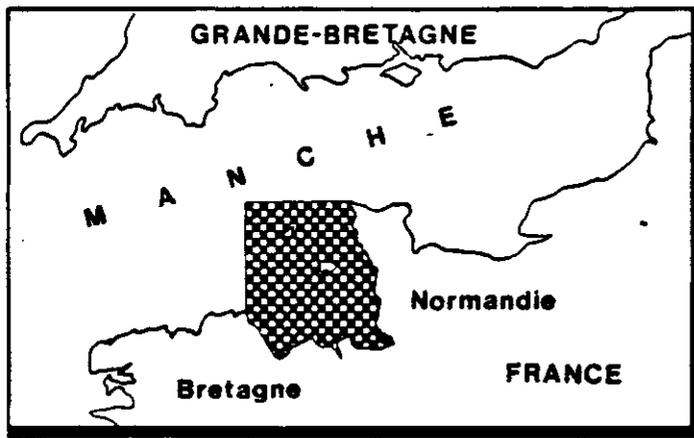
Ifremer Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer

ETUDE REGIONALE INTEGREE DU GOLFE NORMANO-BRETON

- PRESENTATION DE L'ETUDE
CADRE PHYSIQUE : HYDRODYNAMIQUE
ET SEDIMENTOLOGIE
THEME I
 - MILIEU PELAGIQUE
THEME II
 - BENTHOS SUBTIDAL
THEME III
 - ESTRANS ET ZONES HUMIDES
THEME IV
 - ASPECTS SOCIO-ECONOMIQUES
ET JURIDIQUES
THEME V
- ETUDE PARTICULIERE :
BAIE DU MONT SAINT-MICHEL
THEME VI

THEMES I A V : IFREMER ET COLLABORATEURS

THEME VI : IRIEC ET COLLABORATEURS



Golfe Normano-Breton
Plan de Situation, Bathymétrie et Toponymie

THEME VI

ETUDE PARTICULIERE : BAIE DU MONT SAINT MICHEL

Coordination : Institut de Recherche en Informatique et en Economie
(IRIEC)

Fonctionnement des systèmes écologiques en Baie du Mont Saint Michel

CHAP. I	: LES ECHANGES, SUR L'ESTRAN, DE MATIERES PARTICULAIRES (MINERALES ET ORGANIQUES) ET DISSOUTES (CARBONE ORGANIQUE, SILICE ET AMMONIAQUE) DANS LA BAIE DU MONT SAINT-MICHEL.	1
	C. KUZUCUOGLU	
CHAP. II	: ASPECTS QUALITATIFS ET QUANTITATIFS DE LA MICROFLORE EN BAIE DU MONT SAINT-MICHEL.	84
	C. LEGENDRE	
CHAP. III	: PRODUCTION PRIMAIRE DU SCHORRE ET TRANSPORTS ET MATIERE ORGANIQUE FLOTTANTE EN BAIE DU MONT SAINT MICHEL.	146
	C. DANAIS	
CHAP. IV	: ANALYSE DES DISTRIBUTIONS DES MACROARTHROPODES (AMPHIPODES, CARABIQUES, ARANEIDES) SUR LES SCHORRES DE LA BAIE DU MONT SAINT-MICHEL.	227
	P. FOUILLET	

INTERVENANTS

Coordination : I.R.I.E.C.

<p>Echanges de matières particulaires et dissoutes dans la baie du Mont</p>	<p>C. KUZUCUOGLU</p>	<ul style="list-style-type: none"> - MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE - ECOLE NORMALE SUPERIEURE DE J.F./ MONTRouGE - PARIS
<p>Aspects qualitatif et quantitatif de la microflore en baie du Mont</p>	<p>C. LEGENDRE</p>	<ul style="list-style-type: none"> - MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE Lab. d'Evolution des systèmes Naturels et modifiés - RENNES
<p>Production primaire du schorre et transports de matière organique flottante en baie du Mont en baie du Mont le vent et interaction avec la marée</p>	<p>M. DANAIS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - UNIVERSITE DE RENNES I Lab. d'Ecologie végétale - M.N.H.N. Lab. d'Evolution des Systèmes Naturels et Modifiés
<p>Distribution des Macroarthropodes sur les schorres de la baie du Mont</p>	<p>P. FEUILLET</p>	<ul style="list-style-type: none"> - M.N.H.N. Lab. d'Evolution des Systèmes Naturels et Modifiés

CHAPITRE I

LES ECHANGES, SUR L'ESTRAN, DE MATIERES PARTICULAIRES
(MINERALES ET ORGANIQUES) ET DISSOUTES (CARBONE ORGANIQUE, SILICE ET
AMMONIAQUE) DANS LA BAIE DU MONT-SAINT-MICHEL

SOMMAIRE

INTRODUCTION	3
PRESENTATION DU PROTOCOLE D'ETUDE	4
I - L'opposition saisonnière	4
II - Le choix des coefficients de marée	6
III - Protocoles lourds	6
IV - Les conditions de prélèvements par station	10
METHODES DE PRELEVEMENTS ET D'ANALYSES	20
I - Prélèvements	20
1. Stratégie d'échantillonnage	20
2. Conservation des prélèvements	21
II - Mesures et analyses	22
1. Mesures physiques	22
2. Mesures chimiques	23
3. La matière organique	23
PRESENTATION DES RESULTATS	25
I - La vague de flot	25
1. Caractéristiques physico-chimiques	25
2. La matière organique	35
II - Les eaux de jusant et les eaux de surface de la slikke .	50
1. Les eaux de jusant	50
2. Les eaux de drainage de la haute slikke et des schorres après l'émersion	63
III - Les eaux stagnant sur la slikke et les eaux interstitielles	74
1. Les flaques	74
2. L'eau interstitielle	76
3. Conclusions	78
IV - CONCLUSIONS	79
Bibliographie	81

INTRODUCTION

Dans le cadre d'une étude générale sur la baie du Mont Saint-Michel et son fonctionnement écologique, et à la suite d'une première approche complétée d'un essai de bilan des transferts de matière organique sur l'estran, il paraît maintenant nécessaire de préciser le rôle de chaque zone intertidale de la baie du Mont Saint-Michel, sachant que chaque zone se définit par une périodicité de recouvrement différente.

Partis d'une hypothèse qui donne aux schorres le rôle prépondérant dans la production de la matière organique dont se nourrissent d'innombrables êtres vivants dans la baie, les résultats de notre étude en 1983 sur les transferts à l'entrée et à la sortie des criches de schorres par marées de vive eau, a montré l'apport non négligeable par la vague de flot de matière organique qu'elle ramasse sur la zone intertidale inférieure et moyenne et qu'elle dépose sur les schorres par sédimentation pendant l'étalement de PM où les courants disparaissent pendant parfois 10 minutes. L'exportation proprement dite des schorres n'a pas, alors, atteint des valeurs aussi importantes. Les schorres se montraient donc importateurs d'une matière organique produite par la slikke.

Il a paru cependant nécessaire de préciser davantage :

- le rôle exact de la slikke dans ces transferts et sa capacité de production primaire,
- le rythme des transferts sur l'ensemble du cycle du bas en haut et du haut en bas de l'estran,
- le rôle du schorre dans l'enrichissement du jusant en algues actives (chlorophylle-a).

Cette étude devait passer par

- une analyse fine de la vague de flot et du flot consécutif,
- un suivi cyclique journalier sur différentes masses d'eaux stagnantes ou en mouvement pendant l'émergence
- à mettre en relation avec les caractéristiques des eaux de jusant afin de disposer du cycle de marée complet.

PRESENTATION DU PROTOCOLE D'ETUDE

I - L'OPPOSITION SAISONNIERE (tableau n°1)

L'objectif de l'étude étant de cerner le rôle de la slikke en rapport avec l'émergence diurne, deux campagnes de prélèvements étaient initialement prévues, afin de saisir d'éventuelles variations saisonnières dans les caractéristiques biogéochimiques des eaux sur l'estran :

- une campagne "hivernale" qui eut lieu du 20 au 24 mars 1985,
- une campagne "estivale" qui eut lieu du 1er au 5 juillet 1985.

Ces périodes ont été choisies afin d'opérer sur cinq stations géographiquement dispersées dans la baie pendant des cycles de marée comparables et consécutifs. (coefficients 78 à 89 en mars et 79 à 86 en juillet) (tableau n° 1).

A ces deux campagnes de base ont été ajoutées deux autres campagnes.

1.1. Les 3 et 4 avril, deux stations ("Point Marin" et "Polders") ont été prélevées en complément de la campagne de mars. Deux nouveautés devaient permettre, en comparant les résultats, d'obtenir des renseignements sur :

- les variabilités de résultats dues au coefficient (100 le 4 avril) ;
- les variations diurnes des caractéristiques des eaux de surface (flaques) et des eaux courantes (criches) sur l'estran en effet en mars, seules les eaux de jusant et de flot, et accessoirement quelques eaux de drainage superficiel, avaient été prélevées. La campagne plus "lourde" d'avril a été destinée à combler l'absence de suivi continu diurne de l'estran émergé pendant la campagne de mars (saison froide).

1.2. Les 16 et 17 septembre, la vague de flot matinale et le début du jusant ont été prélevés dans des criches drainant les schorres situés au pied des polders. L'objectif est ici différent des autres campagnes. Alors que celles de mars/avril et juillet tendent à étudier le rôle de la slikke dans les transferts, la campagne de septembre, complétée par des prélèvements de matière flottante (cf. contribution M. DANET), réalisée par forts coefficients (110 et 111) quand la mer recouvre tout le schorre, a eu pour objectif de cerner "le rôle du schorre" dans les transferts (imports et exports). De plus, il faut souligner ici que les deux cycles étudiés en septembre étaient matinaux, et donc concluaient une émergence nocturne, alors que toutes les autres campagnes concernaient des jusants matinaux, des émergences diurnes conclues par des flots du soir.

Les flots de septembre correspondent donc à des apports venus de la slikke, quasiment nocturnes, alors que tous les autres sont arrivés après 8 à 10 heures d'émergence diurne. Les analyses réalisées sur les cycles de septembre souligneront donc les apports du schorre à la slikke, le rôle de la slikke dans les transferts ne pouvant être souligné que par l'analyse de la vague de flot.

Tableau n° 1 : Dates et coefficients de marée par station prélevée

	Station prélevée	Pression atm. (en mm Hg)		Pleine Mer		Basse Mer	Pleine Mer	
		matin	soir	heure	coeff.	heure	heure	coeff.
<u>mars</u>								
20.03.85	Point marin	753	744	6h 57	78	13h 50	19h 13	82
21.03.85	Genêts	737,2	738,7	7h 28	85	14h 24	19h 43	87
23.03.85	Vivier	748,5	751,5	8h 23	89	15h 23	20h 37	88
24.03.85	Polders	752,2	753,7	8h 49	86	15h 49	21h 01	84
<u>avril</u>								
03.04.85	Point marin	761,2	757,5	6h 30	74	13h 21	18h 55	83
04.04.85	Polders	753,7	747,7	7h 17	92	14h 10	19h 39	100
<u>juillet</u>								
31.07.85	Point marin	763,5	765	6h 44	80	13h 38	19h 13	82
02.07.85	Tombelaine	765	762,7	7h 40	84	14h 37	20h 06	85
03.07.85	Vivier	763,5	761,2	8h 31	86	15h 31	20h 54	86
04.07.85	Polders	759	759	9h 17	85	16h 21	21h 39	84
05.07.85	Genêts	762,7	766,5	10h 00	81	17h 03	22h 19	79
<u>septembre</u>								
16.09.85	P. Foucault	768,7	768,7	9h 01	110	16h 01	21h 19	111
17.09.85	P. Bertrand	768,7	768,7	9h 38	111	16h 40	21h 56	108

(Pressions atmosphériques : d'après le bulletin quotidien de la météorologie nationale)

II - LE CHOIX DES COEFFICIENTS DE MAREE (tableau n°2)

Le choix systématique de coefficients de vives-eaux moyennes (de 80 à 85 en moyenne) reflète le souci d'obtenir des résultats pour des cycles de marée assez fréquents en baie pour être représentatifs d'un fonctionnement plus généralisable à l'échelle annuelle que les forts coefficients, déjà étudiés en 1983. En effet, les flots étudiés en juin, août et octobre 1983, de coefficients 93 à 112, ont donné des valeurs de transfert très fortes mais dont l'importance est peut-être à temporiser avec la rareté de la fréquence de telles marées (8 périodes de 3 jours sur l'année).

C'est donc une activité et des transferts, peut-être plus réduits mais dont la fréquence de retour est nettement plus élevée sur l'étendue de l'année, qui ont suscité notre intérêt pour ce travail en 1985.

L'étude des transferts par coefficients de vives-eaux moyennes, non seulement donne des résultats généralisables à une grande partie de l'année, mais, en éliminant le haut-schorre, permet aussi d'isoler de façon plus précise le rôle de la slikke, prépondérant dans la dynamique du fonctionnement de l'écosystème (figure n°1).

Les apports du bas-schorre ne sont cependant pas négligés, en particulier pendant les campagnes d'avril et de juillet.

Certains cycles étudiés correspondent à des coefficients de vives eaux (100 en avril) et de très vives eaux (110 et 111 en septembre). Les résultats des échantillons prélevés à la station des Polders en avril et à celles de Polder Foucault et de Polder Bertrand en septembre sont donc à comparer aussi aux résultats obtenus en 1983 lors de coefficients similaires (C. KUZUCUOGLU, 1985).

III - PROTOCOLES LOURDS

Initialement, l'étude prévoyait l'analyse des seuls flot et jusant par cycle journalier. C'est ce qui a été réalisé lors de la campagne de mars sur trois stations (Genêts, Vivier et Polders). Après réflexion, il a été décidé de récolter des données sur les eaux de l'estran tout au long de la période d'émergence diurne puisque, arrivant par bateau avec le flot du matin nous attendions 8 à 10 heures sur l'estran émergé la venue du flot du soir pour repartir quelque 10 ou 20 minutes avant l'heure de la haute mer du soir.

Ces prélèvements d'eaux, réalisés pendant l'émergence, représentent :

- le drainage des bas schorres dans les criches (stations de Genêts et des Polders),
- le drainage de la haute slikke lorsqu'un flux superficiel continu existait (stations des Polders, du Vivier, de Tombelaine),
- les eaux persistant en surface de la slikke sous forme de flaques (toutes stations sauf Tombelaine où les flaques de surface ont rapidement disparu),

Figure n° 1 : PRELEVEMENTS SUR LA SLIKKE, PENDANT UN CYCLE DE MAREE ENTIER
 CARTE DE SITUATION DES STATIONS DE PRELEVEMENTS

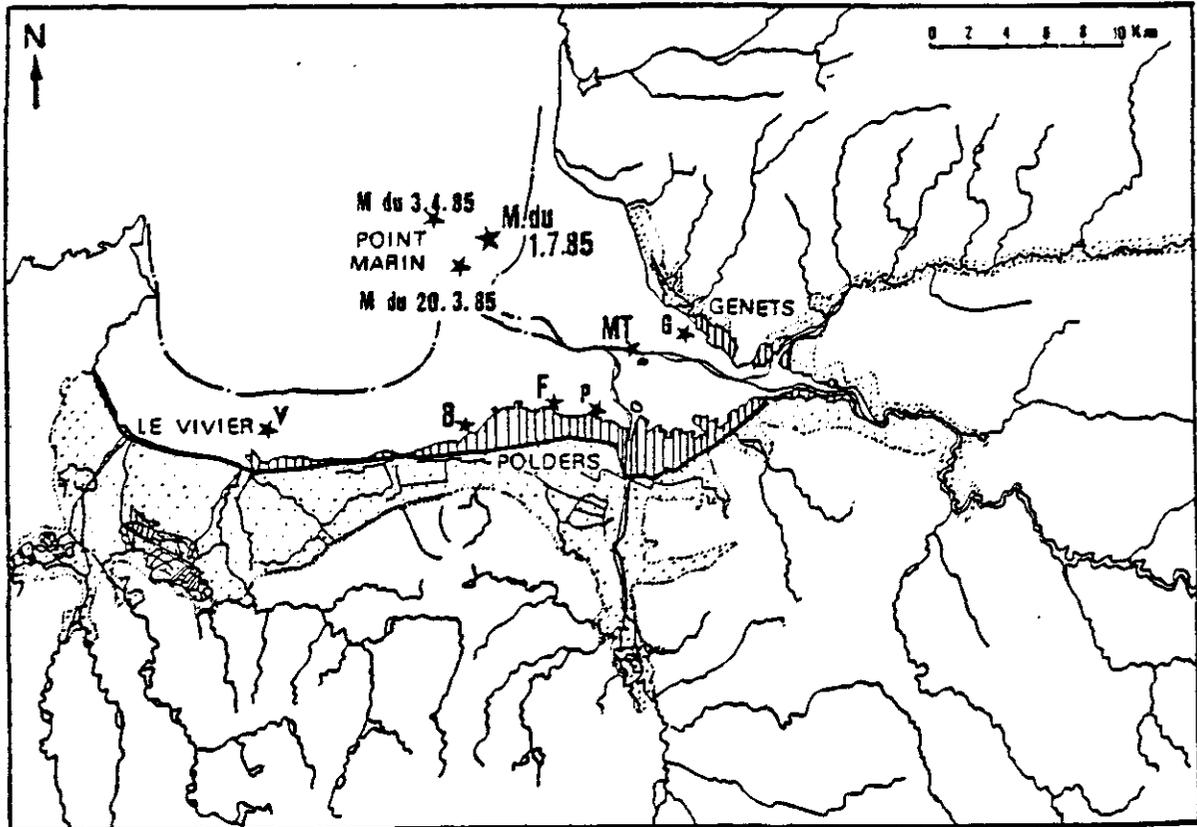


Tableau n° 2 : Caractéristiques des marées prélevées en 1985 (températures extérieures, coefficients, hauteurs d'eau, heures d'émergence et de recouvrement des stations)

	Températures °C			P	Hauteur d'eau		Départ de la mer = émergence (en h après PM)	Arrivée de la vague de flot (en h avant PM)	Coefficient du soir
	matin	midi	soir		par rapport à PM matin	par rapport au flot soir			
Point marin									
23 mars	- 1°	7°	5°	-	12m/+1h	-	-	-	82
7 avril	3°	14°	14,6°	-	16m/+1h50'	13m/-1h20' (PM)	-	-	83
1 juillet	15°	33°	35°	-	13m/+3h20'	14m/-1h03' (PM)	-	-	82
Polders									
24 mars	5°	14,5°	6°	oui	1,65m/0	0,65m/+8'	+ 2h 24'	- 0h 55'	84
4 avril	8°	16°	12°	-	1,30m/+29'	1,30m/+8'	+ 1h 30'	- 1h 09'	100
4 juillet	21°	33°	25°	-	0,80m/+23'	1,00m/+20'	+ 1h 23'	- 1h 02'	84
Genets									
21 mars	2°	6°	4°	oui	0,50m/+30'	0,70m/+22'	+ 1h 15'	- 0h 48'	87
5 juillet	21°	28°	20°	-	0,30m/+20'	0,60m/+22'	+ 0h 50'	- 0h 37'	79
Vivier									
23 mars	4°	9°	5°	-	4,50m/0	2,40m/+47'	- 3h	- 2h 15'	89
7 juillet	19°	20°	30°	-	3,10m/+50'	2,40m/+45'	- 5h 20'	- 2h 17'	86
Polderaine									
2 juillet	14°	35°	28°	-	4,50m/+1h	4,00m/+1h07'	- 3h	- 2h 11'	95
Polders									
Ponossuit							(émergence du schorre)		(du matin)
16 septembre	12°	16°	-	-	2,40m/0	-	- 1h 25'	- 1h 40'	110
Sergrand									
17 septembre	17°	17°	-	-	2,25m/0	-	+ 0 h 18'	- 1h 03'	111

(P = Précipitations ; PM = Pleine Mer)

- les eaux interstitielles des sols, prélevées avec risques de contamination au fond de trous de 5 à 15 cm de profondeur, réalisés périodiquement avec un tube en PVC (stations de Tombelaine, de Genêts et du Vivier), lorsqu'il y avait suffisamment d'eau pour la prélever immédiatement. Pour ces eaux, la filtration a eu lieu sur place, lors du prélèvement.

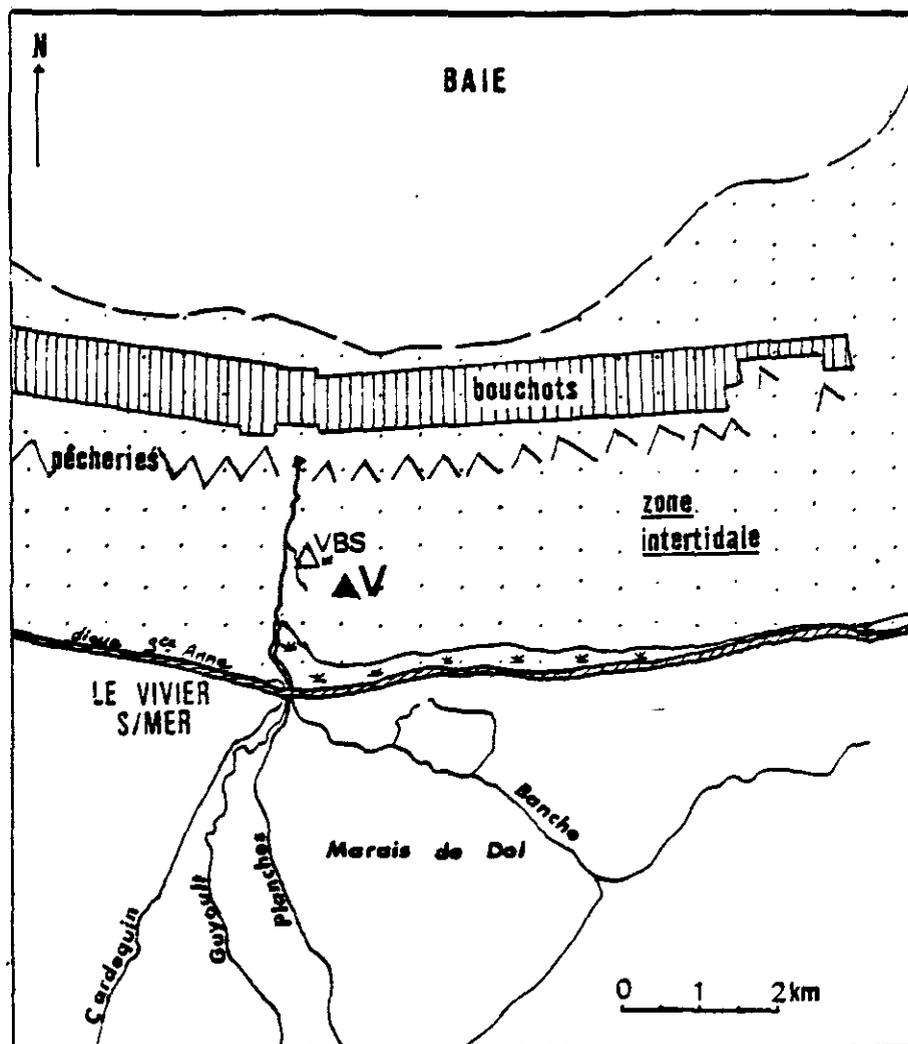
Ce suivi "lourd" a concerné :

- en hiver, la station des Polders,
- en été, les 4 stations choisies (Polders, Vivier, Genêts, Tombelaine).

Nous disposons donc :

- a. pour l'hiver (campagnes de mars et avril),
 - du jusant et du flot sur 3 stations (Polders, Vivier, Genêts) en coefficients de vive eau moyenne (campagnes de mars)
 - du jusant et du flot en coefficient de vive eau (100) sur 1 station (Polders) auxquels s'ajoutent des données sur les flaques couvrant l'estran (deux flaques ont été suivies) et les flux sur la haute slikke provenant
 1. du bas schorre
 2. de la haute slikke (campagne d'avril).
- b. pour l'été (campagne de juillet),
 - du jusant et du flot sur 4 stations (Polders, Vivier, Genêts, Tombelaine) en coefficients de vive eau moyenne
 - assortis de données sur les apports du bas schorre (Polders, Genêts), de la haute slikke (Polders, Vivier, Genêts), sur les eaux interstitielles des sols de surface (-5 cm) (Vivier, Genêts, Tombelaine) et de profondeur (-15 cm) à Tombelaine.
- c. pour l'automne (campagne de septembre),
 - du flot matinal, du jusant et d'une partie du drainage du schorre (haut et bas), jusqu'à pleine mer (PM) + 4 heures de jusant, concentré dans une criche du schorre pour deux stations : polders Bertrand et Foucault.

Figure n° 2 : LOCALISATION DE LA STATION DU VIVIER ("V")
(VBS = drainage de slikke)



IV - LES CONDITIONS DE PRELEVEMENTS PAR STATION

Le choix des stations de prélèvements (figure n°1) a été guidé par le souci de comparer des secteurs de la baie très différents, tant par leur dynamique hydrologique (courantologie) que par leur dynamique sédimentaire. Quatre stations d'estran ont été choisies. Ce sont, de l'Ouest vers l'Est :

1. LE VIVIER (station "V")(figure n° 2)

Sédiment argilo-sableux; tange grise argileuse ("crème de vase" très épaisse par endroits), restant humide longtemps en surface. En mars comme en juillet le bateau s'est posé à environ 1,5 km en aval du trait de côte souligné ici par la Digue Sainte-Anne. La station correspond donc à l'espace intertidal moyen.

En amont, peu de schorres, sans drainage particulier. En aval, l'espace intertidal inférieur, avec les secteurs à bouchots précédés de l'alignement des pêcheries. A 800 m environ vers l'Ouest passe le chenal du Vivier qui concentre une grande partie du ruissellement issu du marais de Dol qui s'étend en retrait de la Digue Sainte-Anne.

Les températures à environ 20 cm du sol ont été

- en mars de 4° à 8h; de 9,5° à 16h; de 7,5° à 18h; de 5° à 19h
- en juillet de 19° à 9h; de 20° à 11h; de 30° pendant l'après-midi.

Les deux jours de prélèvements ont été ensoleillés et ventés.

De part et d'autre de l'endroit d'échouage, quelques drains d'eau courante claire, nauséabonde en été, concentrent de l'eau relarguée par la slikke pendant la durée de la marée basse. Le fond du lit de ces petits drains était dégagé de la vase de couverture et tapissé de graviers et galets.

Leur débit diminue au long du jour après le retrait de la mer, mais il reste pérenne jusqu'au retour du flot. Ces drains représentent :

- un apport continental localisé, probablement un égout issu de "La Larronière" (commune du Vivier-s/Mer);
- un drainage des eaux de la slikke qui s'égoutte vers la basse mer.

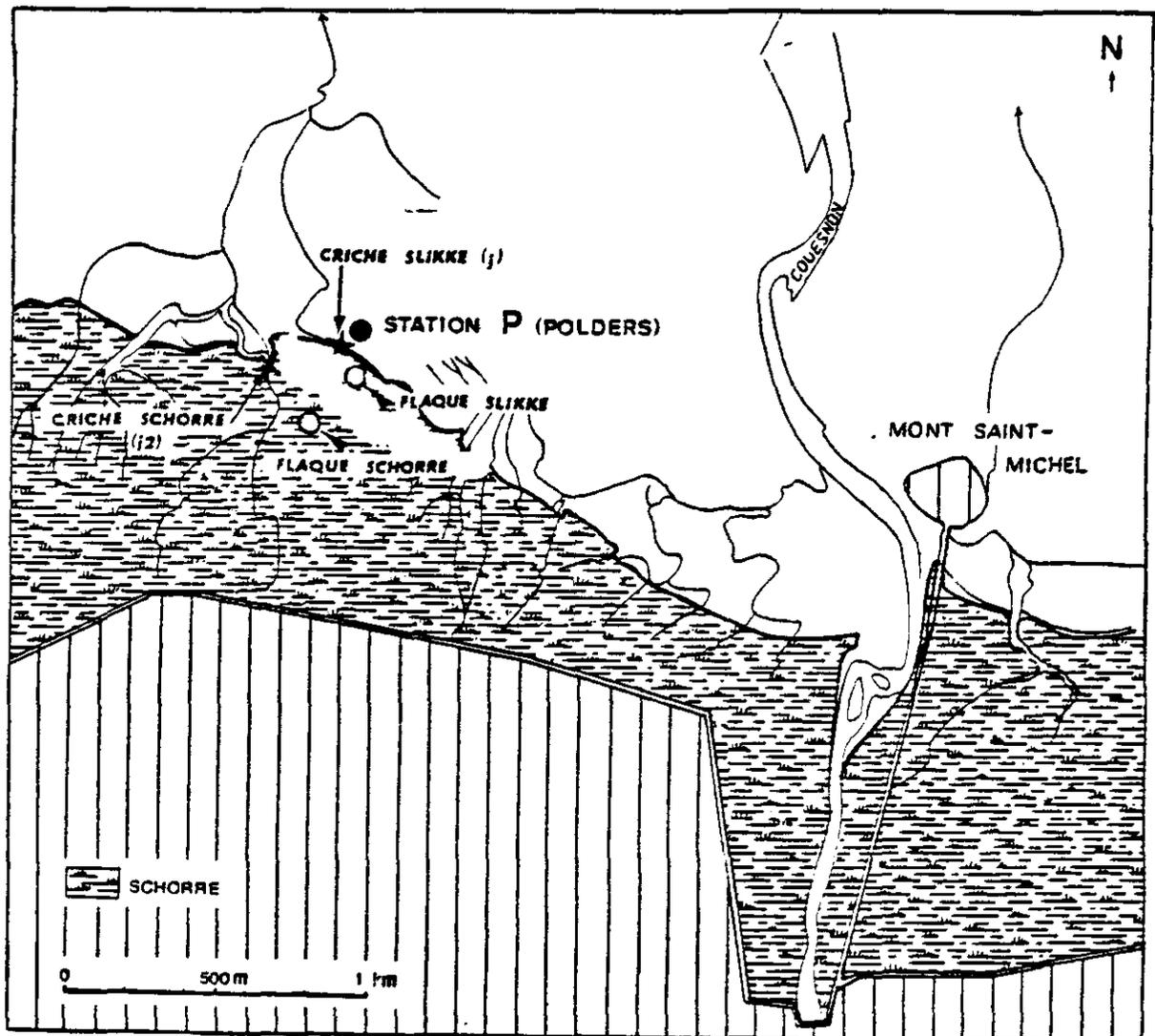
Ces ruisselets ont fait l'objet de prélèvements (V2j) en mars et en juillet pendant l'émersion diurne.

Au Vivier, la hauteur d'eau mesurée à PM en mars (coefficient 89 le matin, 88 le soir) le matin (8h30) était de 4,50 m: à 11h20, soit 2h50 après l'étale, il ne restait plus que 18 cm d'eau. Le flot est arrivé 2h15 avant la PM, et la hauteur d'eau atteignait 2,40 m 43 minutes après l'arrivée du flot.

En juillet (coefficients 86 le matin, 86 le soir), la hauteur d'eau mesurée lors du premier prélèvement (VJ1) était de 3,10 m 50 minutes après la PM (qui était à 8h31) et la mer s'est retirée à 11h50, soit 3h20 après l'étale. Le flot est arrivé à 18h37, soit 2h17 avant la PM et la hauteur d'eau atteignait 2,40 m 1h32 avant l'étale du soir, soit 45 minutes après l'arrivée du flot. (Tableau n°2).

Figure n° 3 : CARTE SIMPLIFIEE DE LA STATION DES POLDERS (P), à l'Est du Mont Saint-Michel.

Situation des échantillons prélevés



12

2 LES POLDERS (station "P")(figure n° 3)

Sédiment : tanque grise. Station de haute slikke située à environ 100 m en aval de la limite de la végétation halophile du bas schorre: quelques touffes de spartines, présentes dès 50 mètres en amont de la station, commencent à coloniser la haute slikke.

La station a fait l'objet de prélèvements en mars, en avril et en juillet.

Les températures extérieures ont été

- en mars de 5° à 8h30; de 11°5 à 10h: de 14,5° à 11h: de 9° à 17h; de 6° à 20h
- en avril de 8° à 7h45: de 11° à 10h45: de 16° à midi; de 15° l'après-midi; de 12° à 18h30
- en juillet de 21° à 10h; de 26° à 33° l'après-midi et de 25° le soir.

Des précipitations atmosphériques sous forme de pluie ou de grêle ont eu lieu pendant les prélèvements de mars, de 13h20 à 13h40 puis de 15h05 à 15h40. Par contre, les jours de prélèvements d'avril et de juillet étaient ensoleillés. Le vent du sud (de terre) a soufflé en fin d'après-midi le 4 avril, accompagné d'un léger crachin le soir.

A cette station, plusieurs masses d'eau ont fait l'objet de prélèvements distincts :

- en mars, avril et juillet : la mer au jusant et au flot (Pj et PF) + un drain de haute slikke (Pj) , auxquelles se sont ajoutées
- en avril et juillet : une criche de schorre à son débouché sur la haute slikke (P2j) + l'eau de flaque stagnante sur la haute slikke (Pfl 1) + l'eau de flaque stagnante sur le schorre (Pfl 2).

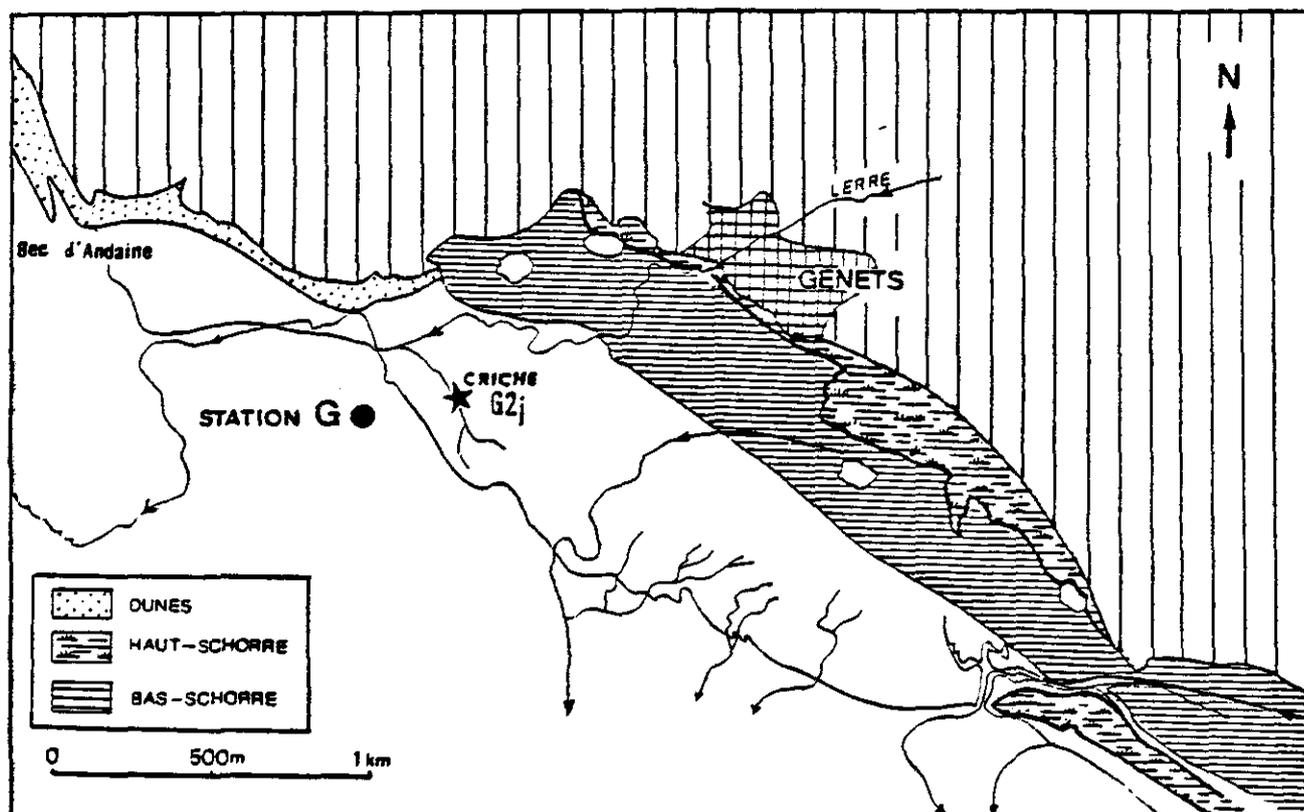
Les eaux s'écoulant sur la haute slikke (Pj) et du schorre (P2j) présentaient des débits diminuant sensiblement avec le temps, notamment en été; les eaux de la criche (*) de schorre (P2j) offraient un aspect chargé en matières en suspension et des eaux encombrées de vases dont une grande épaisseur empâtait le fond et les versants: le drain de haute slikke véhiculait des eaux nettement bien plus claires.

Le 24 mars (coefficient 86 le matin, 84 le soir), le flot est arrivé dans le Couesnon (à environ 1 km à l'Est de la station) à 7h15 (niveau Mont Saint-Michel), soit 1h34 avant la PM (8h49). La hauteur d'eau mesurée à la station à l'étale de PM matinale a été de 1,65 m. La slikke, à l'endroit de l'échouage, a tout-à-fait émergé à 10h25, soit 2h24 après l'étale. L'eau s'est donc concentrée dans le drain de haute slikke (Pj) à partir de 10h30 et jusqu'à 20h06, heure d'arrivée du flot du soir, soit 55 minutes avant l'étale de PM. La hauteur d'eau atteignait 0,55 m 47 minutes avant l'étale, soit 8' après l'arrivée du flot.

Le 4 avril (coefficient 92 le matin, 100 le soir), la hauteur d'eau mesurée à la station était de 1,3 m 28' après l'étale de PM matinale. La slikke a émergé 1h30 après l'étale (à 9h). Le flot est arrivé à 18h30, soit 1h09 avant l'étale de PM ; La hauteur d'eau a été de 1 m dès 8' après l'arrivée du flot et elle n'a pas augmenté pendant les 20 minutes qui ont suivi.

Le 4 juillet (coefficient 85 le matin, 84 le soir), la hauteur d'eau à la station était de 0,80 m 23' après l'étale de PM matinale. A 10h40, soit 1h23 après l'étale de PM, la haute slikke était découverte, et le chenal de slikke (Pj) fonctionnait sur 12 m de large et 40 cm de profondeur environ. A

Figure n°4 : CARTE DE LA STATION DE GENETS (G)
Situation des échantillons prélevés



16h30, la profondeur n'était plus que de 2 cm et la largeur 5 m, très variable selon les endroits. Une si faible profondeur a nécessité un prélèvement à la seringue. La vague de flot a pénétré dans le chenal à hauteur de la station à 20h38, soit 1h02 avant l'étaie de PM du soir. La mer a débordé du chenal 4 minutes plus tard, puis a gagné 1 m de hauteur en 26 mn (tableau n°2).

3. GENETS (station "G")(figure n° 4)

Sédiments : tange grise sableuse. Haute slikke légèrement bombée : la vague de flot, qui se heurte au Sec d'Andaine quelque 500 m plus au Nord de la station une demi-heure avant d'arriver, doit contourner le banc où le bateau s'est échoué et parvient à la station, en fait, par débordement du chenal de la Sée/Sélune par le Sud-Ouest.

En mars, les températures extérieures ont été de 2° le matin, 6° vers 11h et 4° le soir. Au matin, les collines alentours de Genêts, du Bec d'Andaine au Grouin du Sud, étaient tapissées d'une neige tombée la nuit précédente. Des précipitations ont eu lieu à nouveau dans l'après-midi (sous forme de grésils) et, surtout, le soir, avec la montée du flot.

En juillet, les températures extérieures étaient de 20° le matin, 19° à midi, 28° vers 15h, et 20° le soir.

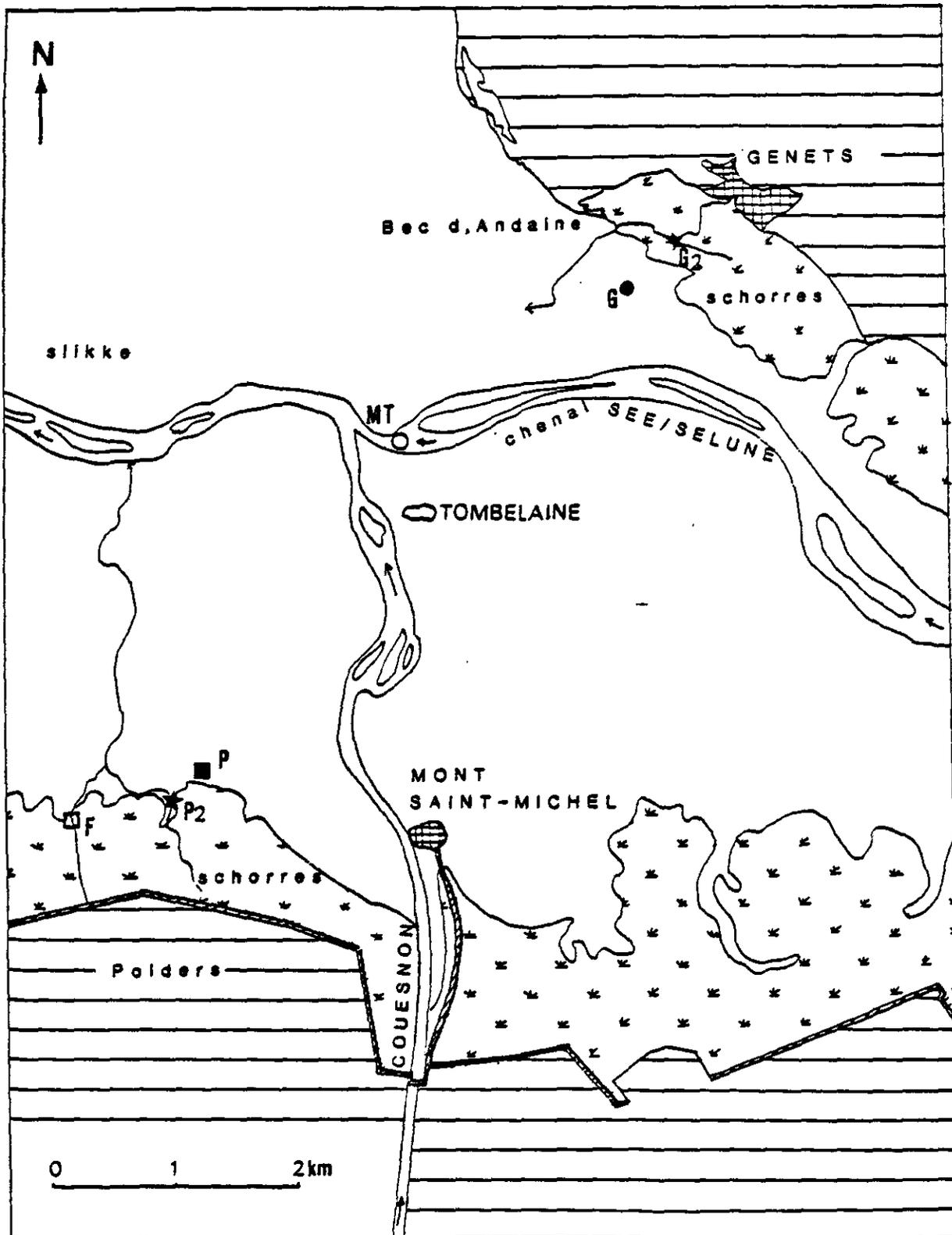
A cette station, plusieurs masses d'eau ont fait l'objet de prélèvements :

- en mars : la mer au jusant (Gj) et au flot (GF),
une criche drainant la base du schorre de Genêts (G2j);
- en juillet : la mer au jusant (Gj) et au flot (GF),
une autre criche drainant une grande partie du schorre (G2j),
deux flaques d'eau stagnant sur la tange (Gf1 1 et 2),
l'eau interstitielle des sols à environ -10 cm de profondeur.

Le 21 mars (coefficients 85 le matin et 87 le soir), une demi-heure après la PM, la hauteur d'eau à la station était de 0,50 m ; la mer s'est retirée à 8h45, soit 1h15 après la PM . La vague de flot est survenue 10h10 plus tard, soit 0h48 avant la PM du soir; après 22 minutes (heure du dernier prélèvement : 19h17), la hauteur d'eau mesurée était de 0,70 m ; la pleine mer devait se produire 26 minutes plus tard.

Le 5 juillet (coefficients 81 le matin, 79 le soir), vingt minutes après la PM, la hauteur d'eau à la station n'était que de 0,30cm ; la mer s'est retirée à 10h50, soit 50 minutes après la PM matinale. La vague de flot est arrivée près de 11 heures après (à 21h42), soit 37 minutes avant la PM ; la hauteur d'eau au dernier prélèvement (22h10), 9 minutes avant la PM, était de 0,60m. (Tableau n°2).

Figure n° 5 : LOCALISATION DE LA STATION DE TOMBELAINE ("MT")
 avec en référence les stations de GENETS ("G"),
 des POLDERS ("P") et de polder FOUCAULT ("F")
 (G2 et P2 = drainage de schorres)



4. TOMBELAINE (station "MT") (figure n° 5)

Sédiment : tange grise sableuse, pauvre en argiles. L'eau, après émerision, s'y infiltre rapidement et profondément, laissant la slikke très sèche en surface.

Cette station présente deux originalités par rapport aux trois précédentes :

- elle est située à mi-estran et donc dans la zone intertidale moyenne,
- elle représente la zone estuarienne de la baie et illustre l'influence des apports continentaux localisée à cet endroit qui se trouve :
 - dans le chenal de la Sée/Sélune (MTj au jusant et jusqu'à l'arrivée du flot; MTF à partir de l'arrivée du flot);
 - peu en amont de la confluence avec le Couesnon qui se produisait alors au nord-ouest du mont Tombelaine.

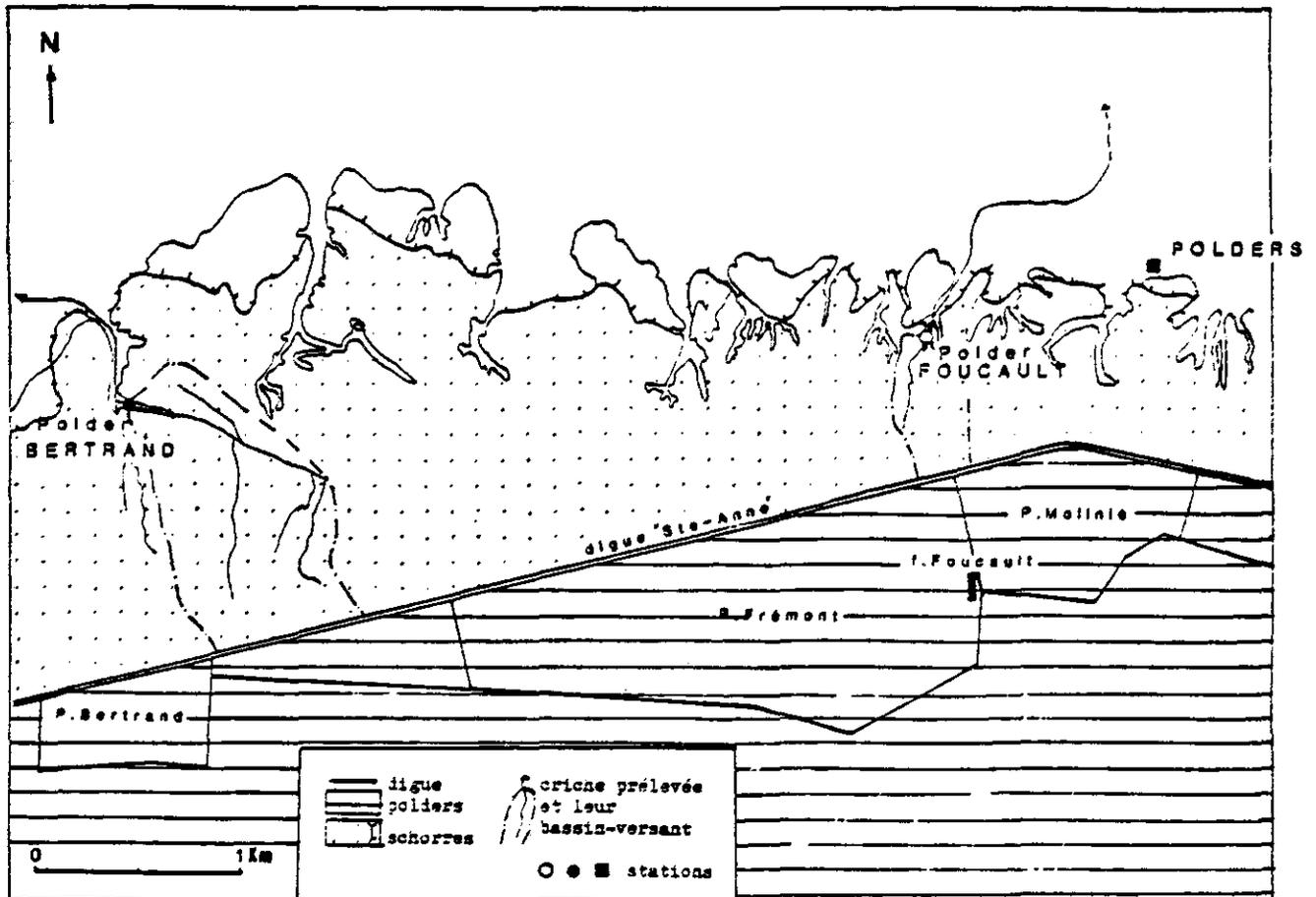
En mars, nous n'avons pas pu accéder à cette station le jour prévu (le 22 mars) pour cause de mauvais temps (vents trop forts). Etant donné que chaque campagne (hivernale et estivale) a été conçue pour être exécutée dans le laps de temps le plus court (pour autoriser les comparaisons entre stations) et pour des coefficients de marée semblables, cette station a ainsi été éliminée de la campagne hivernale.

En juillet, les températures extérieures ont été de 14° le soir, 35° le midi (à l'ombre du bateau : 24°) et 28° le soir. L'ensoleillement était fort et le vent absent.

Outre la mer et les flux du chenal Sée/Sélune (MTj et MTF), des prélèvements ont porté sur l'eau interstitielle des sols (MT sols) de tange (pas de flaques car l'eau s'infiltrait trop rapidement sous le double effet de l'évaporation et de l'absorption par les horizons plus profonds de la tange).

Le 2 juillet (coefficients 84 le matin et 85 le soir), la hauteur d'eau à la station était de 4,50m 1h après le PM matinale; à 10h15, la slikke a émergé, soit 3h après l'étale de PM ; à 12h15, il restait 50cm d'eau dans le chenal Sée/Sélune; à 17h, il n'en restait plus que 30cm. Le flot est survenu à 17h55, soit 2h11 avant la PM du soir; il a débordé le chenal après 10 minutes environ et la hauteur d'eau atteignait 4m à 19h02, soit 1h04 avant la PM (tableau n° 2).

Figure n° 6 : Carte de situation des stations Polder FOUCAULT ○ et Polder BERTRAND ● (septembre); station POLDERS ■ en référence



5. POLDERS FOUCAULT (station P) ET BERTRAND (Station B) (figure n° 6)

Ces deux stations ont été rajoutées au programme annuel qui ne comprenait pas originellement de prélèvements en automne. Or, au titre d'une campagne la plus complète possible sur les flux de matière organique aux limites inférieures des schorres en aval des polders, nous sommes intervenue lors des plus forts coefficients de septembre sur ces deux stations qui se distinguent l'une de l'autre essentiellement par l'utilisation agricole (élevage de moutons de pré salé au polder Bertrand) de leur bassin-versant.

Ces deux stations se situent au centre d'une large criche drainant exclusivement le schorre, à 100m environ de leur débouché sur la haute slikke. Aux deux stations, l'encaissement des criches dans le schorre est d'environ 1,50m. Le fond et les bords des criches sont couverts d'une vase épaisse, très fine. Le haut des rives est couvert de végétation halophile.

Aucune précipitation n'a eu lieu pendant les prélèvements. D'ailleurs, de hautes pressions locales ont même influencé la montée du flot qui n'a pas atteint la cote attendue pour le coefficient annoncé (111) et n'a probablement pas recouvert tout le schorre. Les températures extérieures étaient de 12,5° - 13° C le matin et de 16°-17° le midi. Le ciel est resté couvert.

Les prélèvements ont eu lieu à partir d'embarcations fixées au sol en bordure de criche à polder Foucault et au centre de la criche à polder Bertrand. A l'arrivée du flot, la vague et le flot ont été prélevés autant que possible au centre de la criche.

Le 16 septembre (coefficient 110 le matin), le flot est arrivé dans la criche du polder Foucault à 8h12, soit 49 minutes avant la PM du matin: il a atteint le haut des rives de la criche à 8h30 (avec 1,60m de hauteur d'eau dans la criche), et a débordé sur le schorre qu'il a progressivement ennoyé.

La hauteur d'eau maximum, observée de 9h02 à 9h12 quand a eu lieu la renverse (soit 9 minutes d'étale), a été de 2,40m dans la criche (soit 80 cm de hauteur d'eau sur le schorre). Au jusant, le flot s'est concentré dans la criche (= émergence du schorre) à 10h16 soit 1h14 après la renverse et le schorre a été découvert 9 minutes plus tard, à 10h25. Il s'est donc égoutté pendant les deux heures qu'ont duré ensuite les derniers prélèvements dans la criche (à 12h10, il ne restait plus que 10 cm d'eau dans la criche) (tableau n°2).

Le 17 septembre (coefficient 111 le matin), le flot est arrivé dans la criche du polder Bertrand à 8h35, soit 1h03 avant la PM du matin; à 9h13, le flot a débordé la criche avec une hauteur d'eau de 1,80m et a commencé à recouvrir le schorre.

A l'étale, qui a duré 12 minutes (de 9h50 à 10h02), la hauteur d'eau dans la criche a atteint 2,25m, soit une hauteur d'eau de 0,45m sur le schorre.

Le schorre a été découvert à 1h18, soit 16 minutes après l'étale et le jusant s'est concentré dans la criche à partir de 10h20, soit 18 minutes après l'étale. Les prélèvements ont continué pendant encore 2h40 (jusqu'à 13h). A cette heure, la hauteur d'eau dans la criche était encore de 0,30 m) (tableau n°2).

6. LE "POINT MARIN" (station "M") (figure n°1)

Il a été prélevé trois fois, en mars, en avril et en juillet, le premier jour de chaque campagne (mais pas en septembre). Il a été prélevé en aval de la partie estuarienne de la baie, à partir d'une vedette de 12m fixée en station du matin au soir dans un lieu non découvrant. En mars, les résultats des analyses montrent à marée basse une certaine influence des apports continentaux, prévisibles car un chenal d'eaux plus chargées était reconnaissable à environ 50m à l'est de la station.

Les températures extérieures étaient de :

- en mars : -1° le matin, 7° à midi et 5° le soir;
- en avril : 9° le matin, 14° à 14h et 14°6 à 17h30;
- en juillet : 15° à 10h, 39° (au soleil) et 22° (à l'ombre) à midi: 18° (à l'ombre) à 16h et 17° (à l'ombre) à 18h30.

Pas de précipitations ni en mars, ni en avril, ni en juillet: trois jours de beau temps pouvant être froids (mars), mais toujours ensoleillés, avec une légère brume, notamment en avril.

Les prélèvements de référence pouvant servir à estimer la nature et les caractéristiques géochimiques des eaux marines entrant en baie sont appelés "MH" (Marée Haute) et ont été prélevés peu après (mars et avril) ou avant (juillet) l'heure de la pleine mer. Chaque moment du cycle de marée (marée haute "MH", jusant "MJ", marée basse "MB" et flot "MF") a été prélevé en surface (c'est à dire à - 50 cm environ) et en profondeur (c'est à dire à - 5 m) (respectivement "S" et "P"). Les quatre prélèvements ont été effectués à environ 3 heures d'intervalle les uns des autres. Le prélèvement en profondeur a été effectué à l'aide d'une bouteille du type "bouteille à renversement".

METHODES DE PRELEVEMENTS ET D'ANALYSES

I - PRELEVEMENTS

Les eaux de mer au jusant comme au flot ont été prélevées à 50 cm environ sous la surface (sauf en cas de forte houle, comme à Genêts où les mouvements du bateau rendaient difficile la stabilité de la profondeur choisie) directement dans des flacons en polyéthylène, préalablement lavés au laboratoire avec de l'acide nitrique et rincés trois fois à l'eau distillée, et encore trois fois avec l'eau à prélever.

Les eaux de profondeur ont été prélevées systématiquement lors des trois stations marines (aux 4 moments du cycle choisis : pleine mer, jusant, basse mer, flot) ainsi qu'à Tombelaine à la haute mer du matin et à 2 reprises au début du jusant. Ces prélèvements ont été effectués à - 5m avec une bouteille en verre type "bouteille à renversement" munie d'un système d'ouverture commandée à distance.

Les profondeurs ont été déterminées au Sonar sur la vedette à partir de laquelle ont été effectués les prélèvements des "Points marins" et de Tombelaine. Pour toutes les autres stations, les hauteurs d'eau ont été mesurées par un système de filin plombé, ou de pieu, préalablement muni de repères indiquant la profondeur. Toutes ces autres stations ont été prélevées à partir de l'"annexe" de la vedette, bateau type "Zodiac" de 0,50m de tirant d'eau.

1. La stratégie d'échantillonnage

En mars, avril et juillet, elle a consisté à s'établir au-dessus de la station pendant la pleine mer du matin, ou peu après, en s'y fixant avec l'ancre de l'embarcation. A partir de l'instant où le bateau a été mis "en station", la mer descendante a été prélevée à intervalles réguliers, plus serrés à l'approche de l'émerision.

Aux Polders et à Tombelaine, le jusant a fait l'objet d'une série continue de prélèvements du matin au soir, car un chenal passait proche de l'endroit où le bateau avait échoué (figure n°3).

Pendant l'émerision, entre le "départ" matinal de la mer et son "retour" du soir, des prélèvements ont eu lieu, qui ont concerné :

- des flaques sur les sols de la haute-slikke (et du schorre aux Polders)
- de l'eau interstitielle de la tangué (à Tombelaine, Genêts, Vivier)
- des flux concentrant l'eau issue des sols de la slikke (Vivier, Polders, Tombelaine) ou du schorre (Genêts, Polders, P. Foucault et Bertrand).

Dès l'arrivée de la vague de flot du soir (F), le flot a été prélevé toutes les deux minutes pendant les dix premières minutes, puis avec des interventions de plus en plus espacées, tant que la lumière du jour, ou le temps restant pour partir avant la "renverse" du courant, le permettaient. La durée totale de prélèvement du flot varie donc suivant les stations et, surtout, suivant les saisons.

En septembre, le flot, prélevé à ce même rythme, était celui du matin. Les prélèvements se sont poursuivis après l'étale de pleine mer au rythme d'un prélèvement/heure jusqu'à 4h environ après l'étale de P11 matinale.

La mer a été prélevée au centre d'une criche de schorre avant l'arrivée du flot. Nous y parvenions la matin, à la nuit, en traversant le schorre à pied, et nous en repartions par le même chemin 6 à 7h après.

2. Conservation des prélèvements

Les bouteilles (2 bouteilles d'un litre pour l'eau des "points marins": 1 bouteille d'un demi-litre pour les autres prélèvements marins sur la slikke, 1 bouteille d'un quart de litre pour les flaques des Polders en avril et de 100 ml pour les flaques prélevées en juillet) ont été placées sitôt leur remplissage, en glacière installée dans l'embarcation employée ce jour-là, autant que possible à l'ombre. Tous les échantillons, conservés au froid et à l'ombre, ont été filtrés au plus tard le lendemain du jour de leur prélèvement.

Chaque échantillon a fourni :

- un premier filtre Whatman GF/F prégrillé et prépesé (diamètre des pores : 0,7) et un premier filtre conservé en ampoule prégrillée de 20ml, empoisonné d'une goutte de chlorure mercurique, scellée le soir-même. Le filtre GF/F a servi à doser les matières en suspension (MES) et le carbone organique particulaire (COP). Le filtrat a servi à doser le carbone organique dissous (COD).
- un second filtre Whatman GF/C (diamètre des pores : 1,2) destiné au dosage des pigments chlorophylliens actifs et dégradés, dont le filtrat, ajouté au reste du précédent et additionné de 2ml/l de chloroforme, a été ensuite analysé au laboratoire pour le dosage du sodium, de la silice dissoute, de l'ammoniaque et le contrôle de la conductivité et du pH.

En juillet , les eaux des flaques et les eaux interstitielles ont toutes été filtrées au moment de leur prélèvement grâce à un filtre GF/C contenu dans un embout placé à l'extrémité d'une seringue de 50ml de contenance. L'eau prélevée devait remplir un flacon de 100 ml en polyéthylène, ce qui a souvent provoqué l'emploi de plusieurs filtres pour un même échantillon.

En avril , les eaux des flaques de la station Polders ont aussi été prélevées à la seringue, mais filtrées le lendemain au laboratoire. Le même procédé a été utilisé pour prélever (sans filtration concomittante) l'eau du chenal de slikke à la fin du jusant aux stations des Polders et du Vivier car la hauteur de la lame d'eau était trop faible pour pouvoir y introduire le flacon directement sans provoquer de perturbation dans les sédiments du fond des chenaux.

Le filtrat destiné aux analyses géochimiques a été conservé à 4°C à l'ombre jusqu'à l'analyse au laboratoire. Ces analyses ont eu lieu en mai/juin pour les échantillons de mars et avril, et en septembre/octobre/novembre pour les échantillons de juillet et septembre.

Les filtres GF/C ont été d'abord placés au dessiccateur pendant 24h puis congelés, et enfin les pigments y ont été dosés dans les quinze jours qui ont suivi les prélèvements. Les filtres GF/F ont d'abord été congelés: puis, après séchage à 40° pendant 48h suivi d'un passage au dessiccateur pendant 24h, ils ont été pesés (calcul des MES retenus sur le filtre). Ensuite, ils ont été conservés à 4°C et à l'ombre en attendant l'analyse du COP qui a eu lieu dans la première quinzaine de décembre pour l'ensemble des échantillons. Le COD a lui aussi été dosé dans la première quinzaine de décembre. Seuls les échantillons de septembre

n'ont pas pu être dosés cette fois-là. Leur analyse est remise à plus tard.

II - LES MESURES ET ANALYSES

1. Mesures physiques

De nombreuses données physiques ont été récoltées sur le terrain. Il s'agit de

- la température. Celle de l'air a été obtenue par un thermomètre placé à l'ombre, et parfois au soleil, pour connaître les conditions au sol. Celle de l'eau a été obtenue avec une sonde électrique en mars, avril et juillet, et par un thermomètre à mercure détaillé 0-30°C en septembre.

- la résistivité, le pH et la teneur en O₂ dissous. Ils ont été mesurés sur le terrain à l'aide de sondes régulièrement contrôlées chaque matin avant le départ.

Le pH

Les résultats donnés par le pHmètre pour les campagnes de mars (les 23 et 24 en particulier) et d'avril n'ont pas été utilisables car contradictoires. Une vérification du pH ayant été systématique en laboratoire sur les filtrats, nous avons alors utilisé ces derniers résultats pour les susdites campagnes.

Pour la campagne de juillet, nous donnons les résultats des mesures de terrain. Pour celle de septembre, les mesures ont été obtenues en laboratoire, car nous ne disposons pas du pHmètre sur le terrain.

La résistivité

Les mesures de terrain obtenues au résistivimètre ont été préférentiellement utilisées. Néanmoins, nous disposons de mesures de conductivité réalisées en laboratoire sur les filtrats, qui permettent de comparer les campagnes hiver/été avec celle d'automne où nous n'avions pas le résistivimètre sur le terrain. Les mesures de conductivité ont donc été faites sur les filtrats, en laboratoire pour cette dernière campagne.

A partir de courbes Na (dosé au spectrophotomètre d'absorption atomique)/résistivité et Na/conductivité établies pour chaque campagne, nous avons obtenu des valeurs approximatives de teneur en Na (mg/l). Un rapport (0,544) a été affecté à ces teneurs pour obtenir la teneur en chlorures. Ce rapport a été établi à partir des analyses géochimiques qui avaient été faites sur 40 échantillons marins sur le littoral de la baie du Mont Saint-Michel en 1983 (C. KUZUCUOGLU, 1985).

L'oxygène dissous

Les mesures ont été faites de mars à septembre avec un oxymètre Ponselle. Les résultats sont donnés en taux de saturation, qui corrigent les données exprimées en mg/l, des variations apportées par la salinité, la température et la pression atmosphérique lors des prélèvements.

Les M.E.S. (matières en suspension)

Elles ont été dosées au laboratoire, sur les filtres Whatman GF/F prépesés, après séchage à l'étuve à 40°C pendant 48h, suivi d'un passage au dessiccateur pendant 24 h. Les résultats sont donnés en mg/l ou en g/l.

2. Mesures chimiques

Les analyses chimiques des filtrats d'eau ont eu lieu en laboratoire (ENSJF, Montrouge). Le protocole d'analyses a été considérablement restreint par rapport à celui de 1983 qui visait à faire les analyses complètes en éléments majeurs. Ont été dosés :

- la silice dissoute (SiO₂). Résultats en mg/l.

Elle a été dosée dans les filtrats par la méthode au molybdate d'ammonium et mesure au spectrophotomètre.

- l'ammoniaque (NH₄⁺). Résultats en mg/l.

Il a été mesuré dans les filtrats par la méthode au bleu d'indophénol et mesure au spectrophotomètre.

- le sodium (Na⁺). Résultats en g/l.

Il a été mesuré par spectrophotométrie d'absorption atomique.

Seuls, quelques échantillons représentatifs de teneurs diverses (annoncées par la variation de la résistivité de l'eau) ont été dosés afin de connaître la teneur approximative en sodium des autres échantillons par la courbe de relation résistivité/ ou conductivité/Na.

3. La matière organique

Elle a été dosée

- dans sa forme particulaire dans les matières en suspension retenues sur filtres GF/F prégrillés (carbone organique particulaire, ou COP) et sur filtres GF/C (pigments chlorophylliens);

- dans sa forme dissoute dans le premier filtrat obtenu sur filtre GF/F (carbone organique dissous, ou COD).

Les pigments chlorophylliens

Les filtres GF/C, d'abord séchés au dessiccateur pendant 24h, puis congelés, ont été analysés dans les deux semaines qui ont suivi les prélèvements. Ils ont d'abord été broyés dans 20 ml d'acétone à 90%: puis ils sont restés 24h à +4°C à l'ombre pour permettre l'extraction des pigments dans l'acétone. L'extrait acétonique a ensuite été filtré sur filtre GF/C et les pigments dosés par spectrophotométrie (ENS, Paris) à longueurs d'onde = 665 pour la chlorophylle-a, 645 pour la chlorophylle-b, 630 pour la chlorophylle-c. La chlorophylle-a (active) LORENZEN et les phéopigments ont été calculés par mesure à longueur d'onde = 665 pour le même extrait acétonique mais acidifié à N/10 pendant 10 à 20 minutes.

Pour chaque échantillon la chlorophylle-a, b et c SCOR-UNESCO et la chlorophylle-a (active) LORENZEN + phéopigments LORENZEN ont été calculés.

La méthode SCOR-UNESCO conduit à surestimer la quantité de chlorophylle-a active; nous donnons les résultats de cette méthode pour comparaison sur les graphiques et nous ne l'utilisons dans la discussion se rapportant aux données obtenues que quand la chlorophylle-a LORENZEN active n'a pu être calculée. C'est donc la chlorophylle-a active LORENZEN comparée aux phéopigments (pigments chlorophylliens LORENZEN dégradés) qui a servi de base aux réflexions sur la masse algale de l'eau et son activité (production primaire).

Le pourcentage de phéopigments (pigments chlorophylliens dégradés) dans les pigments totaux traduit le taux de dégradation (et, par comparaison, d'activité), de la biomasse algale dans l'eau.

Le carbone organique particulaire (COP)

Il a été dosé sur les MES retenues sur les filtres GF/F prégrillés à 400°C, congelés après filtration, puis séchés à 40°C pendant 48h et desséchés pendant 24h. Ce sont les mêmes filtres qui ont servi au calcul des MES et du COP. Toutes les analyses de carbone organique particulaire ont été effectuées pendant la première quinzaine de décembre 1985 au Laboratoire de Géologie et Sédimentologie Marine CNRS à l'Université de Perpignan.

Les analyses ont été effectuées avec un appareil LECO à combustion en four à 1100°C. La mesure représente le dosage du CO₂ dégagé (après décarbonatation des filtres en présence d'acide phosphorique pendant 24h et séchage des filtres à 40°C pendant 24h).

Le carbone organique est exprimé en mg/l, mais cette valeur est à mettre en rapport avec la quantité de MES dans l'eau : c'est pourquoi le pourcentage de COP dans les MES est une valeur très significative qui complète la teneur absolue du COP dans l'eau.

Le rapport COP/pigments totaux (LORENZEN) permet d'illustrer l'importance relative détenue par la masse algale dans le COP. Plus ce rapport est faible, plus la part du phytoplancton (actif ou dégradé) est forte dans la matière organique particulaire en suspension dans l'eau. Le "bloom" algal dans l'eau de rivière avoisine, par exemple, les valeurs 30 à 40 (S. DESSERTY & al., 1983).

Le carbone organique dissous (COD)

Il a été analysé aux infrarouges après dégagement (photooxydation) aux UV.

Les valeurs obtenues sont exprimées en mg/l et sont rapportées aux valeurs de COP afin, surtout, d'obtenir des valeurs de carbone organique total (COT) qui permettent de faire des bilans de flux de matière organique en termes absolus si possible, et non en termes de concentrations.

PRESENTATION DES RESULTATS

Vous considérerons séparément, dans un premier temps, les divers moments du cycle en commençant par la vague de flot du soir dont l'analyse permet de reconnaître l'existence de plusieurs masses d'eau d'origines différentes arrivant pendant les dix premières minutes du flot.

Ensuite, pour comprendre le devenir des masses d'eau lors d'un cycle à émergence diurne, nous reprendrons l'analyse à partir du départ de la mer au matin (jusant) complétée des données recueillies sur les ruissellements de haute-slikke (j), de schorre (2j), les flaques d'eau stagnant sur la haute-slikke (f11 et 2), les eaux interstitielles ("sols") pendant la journée jusqu'à l'arrivée du flot.

I - LA VAGUE DE FLOT

Etant donné, en baie du Mont Saint-Michel, la conjugaison de :

- l'amplitude des marées (15 m maximum par coefficient 120; de 11,40 m à 12,70 m par coefficients 80 à 100);

- la distance parcourue par la mer (15 km de retrait par coefficient 120: 12 km de retrait par coefficients 80 à 100),

la vague de flot s'y matérialise par une vaguelette de 5 à 20 cm de hauteur progressant à environ 4 à 8 km/h suivant le coefficient de marée, la configuration locale de l'estran (à l'entrée des criches de schorres par exemple, du fait du resserrement, la vague augmente de hauteur et de vitesse), et les données climatiques du moment : vent surtout, et pression atmosphérique. Les vents provoquent un gonflement de la vague de flot et l'apparition de houle, parfois violente, notamment à Genêts où la côte fait face aux vents d'ouest.

1. Caractéristiques physico-chimiques (figures n° 7 à 11)

La caractéristique la plus frappante des courbes relatives aux dix vagues de flot prélevées (au long de l'année), est l'extrême variabilité des caractéristiques physico-chimiques du flot telle qu'elle est révélée par un échantillonnage "serré" dans le temps au début du flot (4 à 5 échantillons d'eau et de sédiments en suspension à intervalles réguliers pendant les 10 premières minutes) et complété par un échantillonnage plus lâche pendant les dix à trente minutes suivantes (2 à 4 échantillons).

La durée totale d'échantillonnage du flot a varié en fonction :

- des conditions d'éclairement : au mois de mars, la marée est arrivée à la station Polders au coucher du soleil et les cinq prélèvements ont eu lieu au crépuscule, ce qui a entraîné un retour à la côte de nuit.

- de l'heure d'arrivée de la marée par rapport à la pleine mer (à Genêts le 5 juillet, le flot est arrivé seulement 37 minutes avant la pleine mer; l'échantillonnage n'a couvert que les 18 premières minutes du flot puisqu'il

Figure n°7 : Caractéristiques physico-chimiques des vagues de flot à la station
LES POLDERS

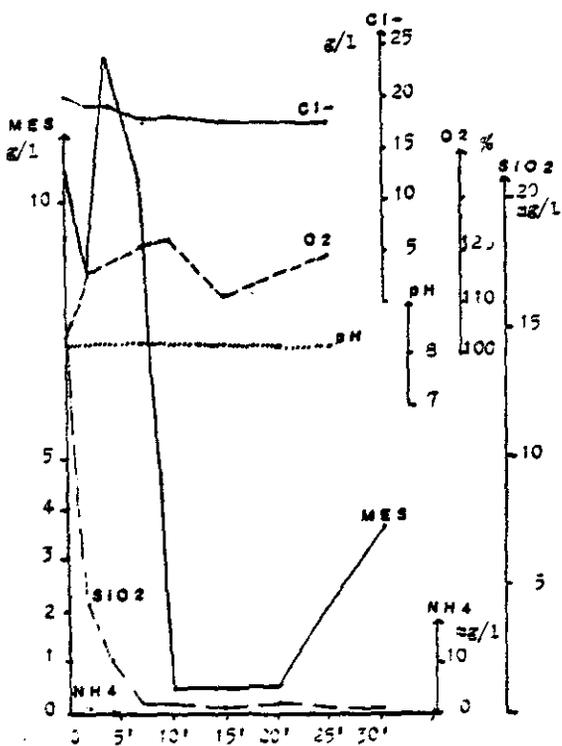
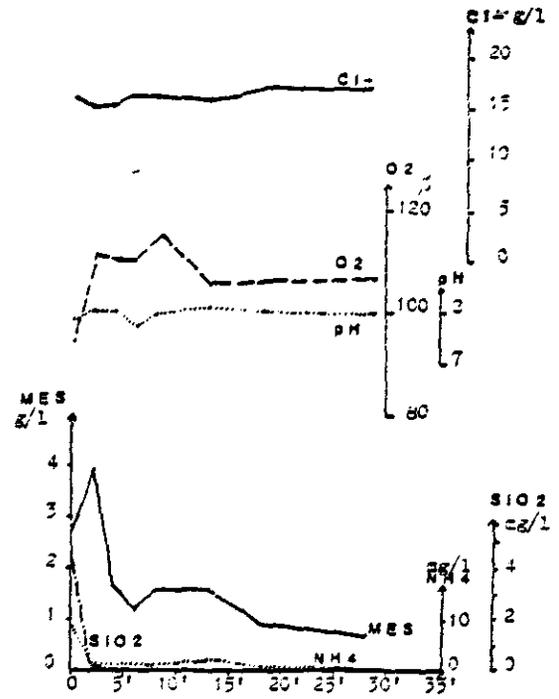
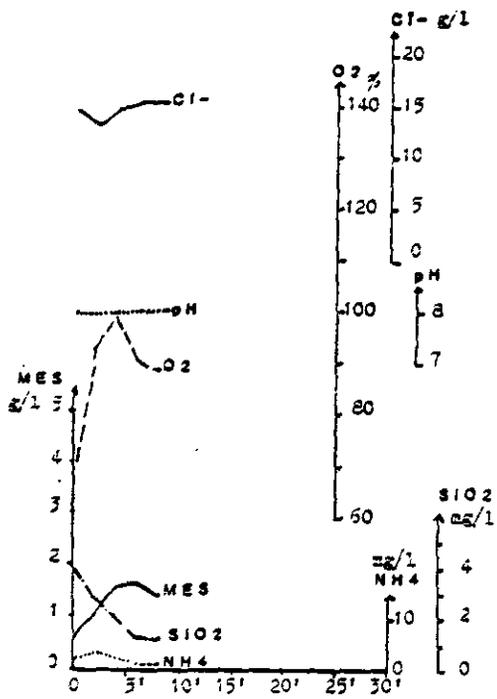


Figure n° 8 : Caractéristiques physico-chimiques des vagues de flot à la station de GENETS

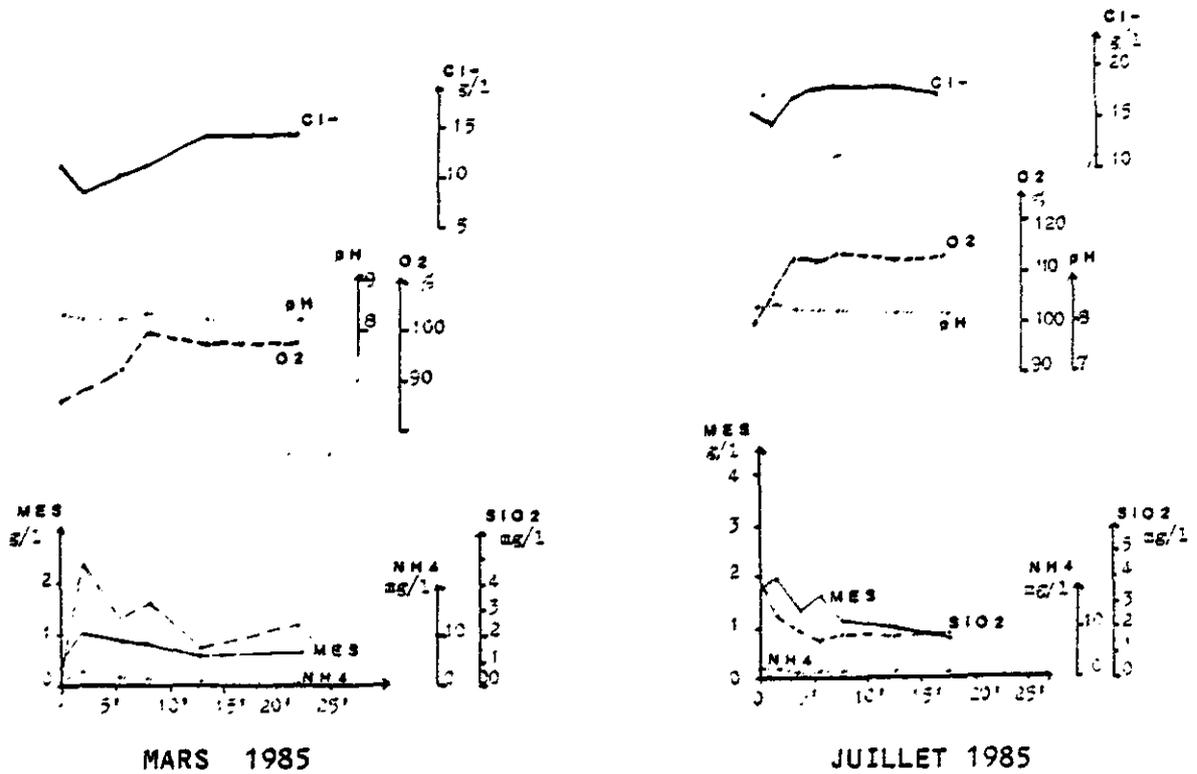


Figure n° 9 : Caractéristiques physico-chimiques des vagues de flot à la station du VIVIER

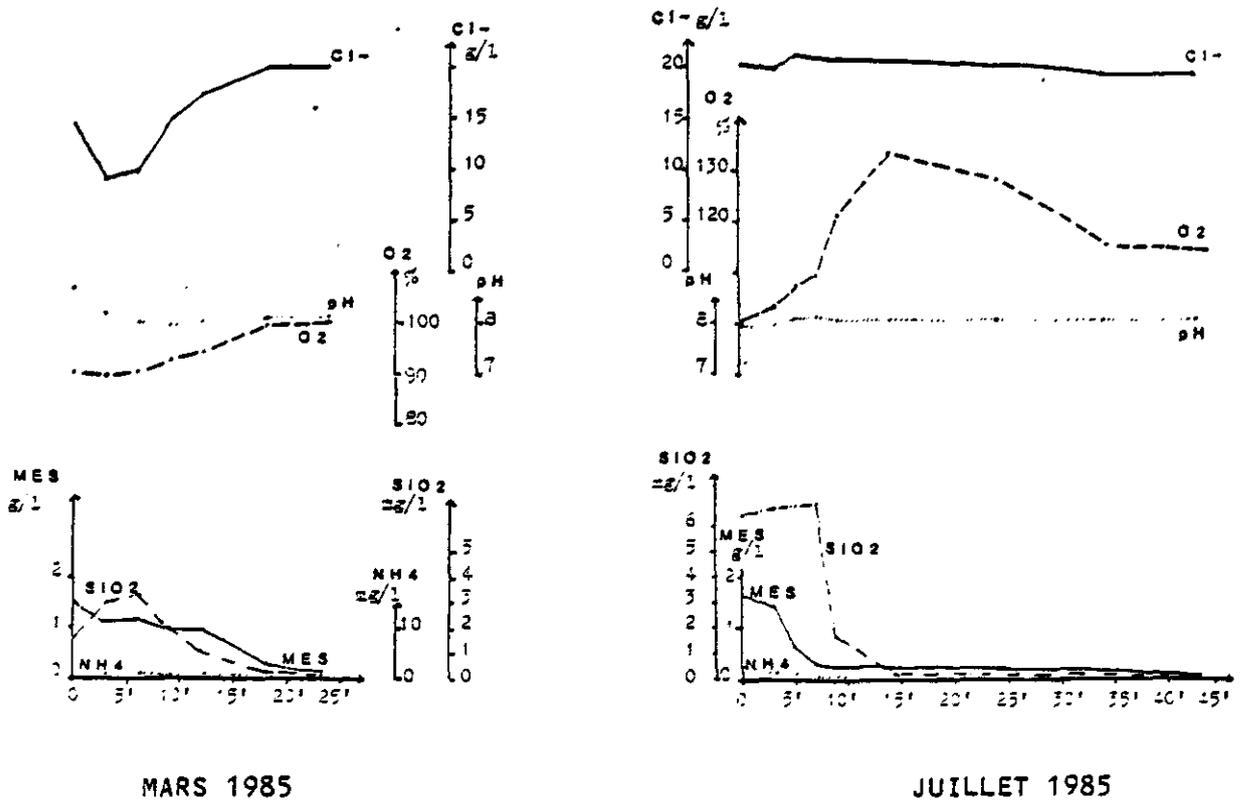
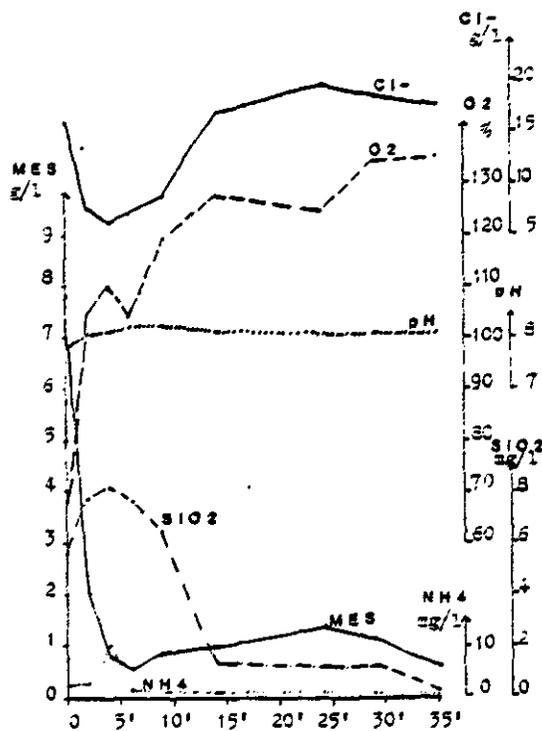
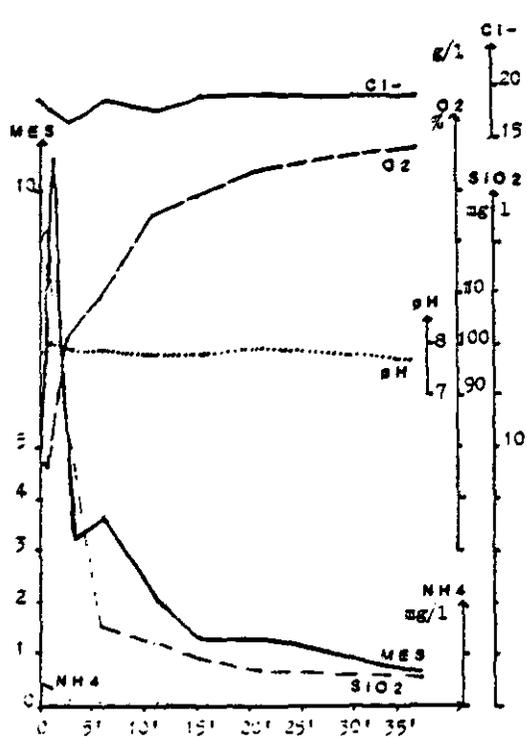


Figure n°10: Caractéristiques physico-chimiques des vagues de flot à la station de TOMBELAINE

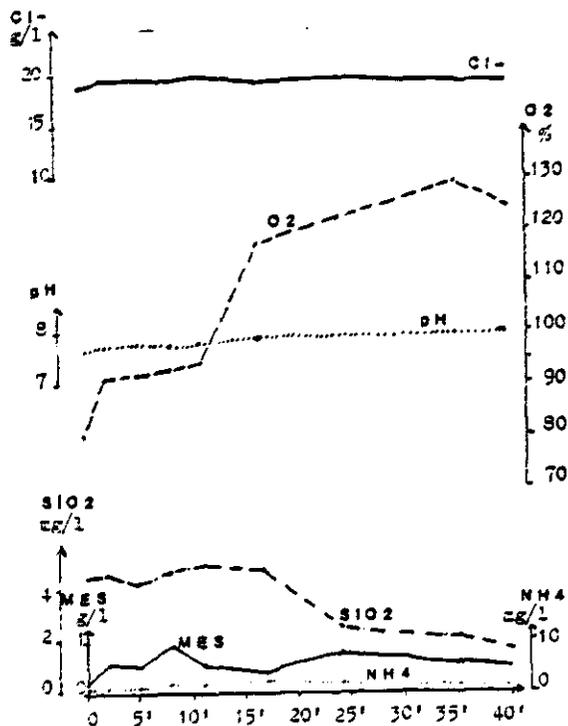


JUILLET 1985

Figure n° 11: Caractéristiques physico-chimiques des vagues de flot aux station des P. FOUCAULT et BERTRAND (septembre 1985)



Polder FOUCAULT



Polder BERTRAND

fallait retourner à la côte avant le renversement de courants).

La salinité

Si la vague de flot possède autant ou, souvent, moins de chlorures que la mer prélevée 15 à 25 minutes plus tard, une chute s'observe toujours au second échantillon prélevé 1 à 2 minutes après le passage de la vague.

Cette chute concerne 1 à 2,5 g/l de chlorures (dans une eau de mer culminant à 20 g/l de chlorures, et avoisinant 17,5 à 19,5 g/l de teneur en chlorures en moyenne). Cette chute est surtout sensible au mois de mars aux stations "Polders", "Vivier", "Genêts", où elle pourrait être mise en relation avec l'abondance des précipitations atmosphériques (sous forme de pluie, grêle ou neige) ces jours-là (à noter cependant qu'il n'a pas plu au Vivier le jour des prélèvements).

Cette chute se répète en avril (- 1 g/l) et en juillet (- 2,5 g/l pendant les 15 premières minutes) aux "Polders", en juillet au Vivier (-1,5 g/l par rapport au troisième échantillon), à Genêts (- 1,5 g/l), à Tombelaine (- 10 g/l)(chiffre à rapporter à un reflux des eaux douces de la Sée/Sélune), au "P. Foucault" en septembre (- 2 g/l à la 3^e minute).

Etant donné le beau temps constant du début juillet, cette chute de la salinité n'est pas à rapporter, dans tous les cas, exclusivement à l'influence des apports atmosphériques mais plutôt à l'existence sur la slikke d'un stock d'eau assez dessalée pour provoquer une baisse de la salinité des eaux de flot pendant les 5 premières minutes du flot. En effet, les eaux retrouvent une salinité normale généralement après la 5^e minute, sauf :

- à Genêts en mars, à la 13^e minute (+ 4,5 g/l de Cl⁻ en 11 minutes) sous l'influence des pluies qui ont eu lieu l'après-midi et pendant les prélèvements lors du flot ;
- au Vivier en mars, à la 18^e minute (+11 g/l de Cl⁻ en 15 minutes). L'influence des précipitations antérieures semblent se faire ici sentir à une station où, pourtant, il n'a pas plu de la journée.
- aux Polders en avril, à la 18^e minute (+ 2g/l de Cl⁻ en 16 minutes) ;
- aux Polders en juillet. 25 minutes après l'arrivée de la vague de flot, la baisse de salinité a été constante et a atteint - 2,5 g/l de Cl⁻ ;
- à Tombelaine en juillet, il a fallu attendre 24 minutes, avant que les eaux prélevées soient à 100% des eaux marines non mélangées aux eaux estuariennes (+ 13,5 g/l de Cl⁻ en 20 minutes).

Le pH

Le pH de la haute mer à l'entrée de la baie a varié de 8,42 à 8,45 en mars et avril et de 8,0 à 8,22 en juillet (eaux de surface). Les eaux des flots ont gardé des valeurs similaires à leur arrivée aux différentes stations.

On observe cependant une légère augmentation du pH à la première ou deuxième minute du flot, suivie peu après d'une baisse qui donne à la courbe des pH une allure soit d'un pic (+ 0,2 au P. Foucault en septembre), soit, plus généralement, d'une cambrure vers le "haut" (Polders : +0,3 en avril, + 0,1 en juillet; Vivier : + 0,2 en juillet; Genêts : + 0,1 à + 0,2 en juillet; Tombelaine : + 0,2 à + 0,4 en juillet; P. Bertrand : + 0,2 à + 0,35 en septembre).

Les flots de mars présentent une cambrure inverse des pH : légère baisse (- 0,05 aux Polders; - 0,1 à Genêts; - 0,7 au Vivier), suivie d'une remontée (+ 0,2 au Vivier; + 0,15 à Genêts; + 0,05 aux Polders). Ce comportement "inverse" du pH reflète l'influence des précipitations du jour ou de la veille (dans le cas du Vivier) qui acidifient légèrement l'eau stagnant sur l'estran : les précipitations du 21.3 à Genêts et du 24.3 aux Polders présentaient respectivement un pH de 7,1 et de 7,7. Celles prélevées à l'intérieur des terres (donc à l'abri de toute influence marine lors du recueil des précipitations) le 22.3 présentaient un pH bien plus bas.

L'oxygène dissous (tableau n° 3)

La vague de flot est presque systématiquement à tendance anoxique, par rapport aux eaux typiquement marines, avec des teneurs en oxygène dissous assez, voire très, basses. Les teneurs remontent rapidement ensuite; une légère rechute intervient souvent 8 à 14 minutes après le passage de la vague de flot.

Tableau n° 3 : L'oxygène dissous dans les eaux des vagues de flot (en taux de saturation corrigé de la température, de la teneur en chlorures et de la pression atmosphérique)

Stations/ saison	Taux de saturation en oxygène dissous dans l'eau					Eau de Mer	
	arrivée du flot	+ 2 à 3'	+ 4 à 6'	+ 7 à 9'	+ 11 à 15'	(surface)	(profondeur)
Mars							
Genêts	86 %	87,8 %	92 %	99 %	97 %	100 %	101 %
Vivier	99,9 %	89,4 %	90 %	92,4 %	94,2 %		
Polders	69,1 %	92,4 %	98,5 %	88,4 %	-		
Avril							
Polders	93,8 %	110,9 %	106,9 %	100,6 %	110,5 %	96 %	104,2 %
Juillet							
Genêts	100 %	106,1 %	112,4 %	113,3 %	112,0 %		
Vivier	100 %	103,1 %	107,1 %	121,3 %	132,8 %	109,2 %	103,7 %
Polders	105,7 %	116,2 %	117,6 %	120,7 %	111,4 %		
Tombelaine	98,6 %	103,9 %	110,1 %	116,7 %	127,3 %		
Septembre							
P. Foucault	76,7 %	75,8 %	100 %	108 %	127,5 %	-	-
P. Bertrand	90 %	90,9 %	91,4 %	92,6 %	93,8 %		

Ce tableau provoque une deuxième réflexion : les eaux sont nettement mieux oxygénées en été (sauf dans la vague de flot à Tombelaine) qu'en hiver ou en automne, bien que les eaux marines prélevées en haute mer (PM) en baie soient bien ou très bien oxygénées hiver comme été; elles le sont cependant plus en juillet qu'en mars ou en avril.

Les M.E.S (tableau n° 4)

Comme le laissaient présager les résultats des campagnes 1983, les teneurs en M.E.S. pendant le flot varient en fonction :

- du temps,
- des stations,
- des coefficients,
- des conditions climatiques.

a) Les variations temporelles

Une, et exceptionnellement deux, pics s'observent. Le pic principal se situe soit dans la vague de flot (temps 0'), soit, le plus souvent, 1 à 2 minutes après le passage de la vague.

Tableau n° 4 : La matière en suspension dans les eaux des vagues de flot (par station)
(en g.l⁻¹)

stations	Matières en suspension (M.E.S.) en g.l ⁻¹						coefficient
	arrivée du flot	+ 1'	+ 2'	+ 3/4'	+ 5/8'	+ 3/9'	
<u>Genêts</u>							
mars	0,360	-	0,902	-	0,889	0,823	57
juillet	1,741	-	1,897	1,287	1,591	1,111	79
<u>Vivier</u>							
mars	1,495	-	-	1,102	1,140	0,965	86
juillet	1,640	-	-	1,427	0,822	0,253	86
<u>Polders</u>							
mars	0,066	-	1,062	1,596	1,071	1,412	34
avril	2,862	-	3,940	1,706	1,206	1,532	100
juillet	10,850	-	8,624	12,770	10,430	0,486	54
<u>Tombelaine</u>							
juillet	7,816	-	2,041	0,864	0,563	0,864	55
<u>P. Foucault</u>	5,025	11,000	-	3,219	0,577	0,303	110
<u>P. Bertrand</u>	0,501	-	0,500	-	0,915	0,552	111
septembre							

b) Les variations en fonction des stations

Le pic principal est localisé dans la vague de flot au Vivier et à Tombelaine, et à 2 ou 3 minutes après la vague à Genêts, au polder Foucault, aux Polders.

Au polder Bertrand et aux Polders, le maximum de concentration en M.E.S. a été atteint lors d'un deuxième pic entre 4 et 6' après le passage de la vague (sauf en avril, par marée de coefficient 100).

À Genêts, au Vivier, à Tombelaine, les M.E.S. ont donc tendance à diminuer après le passage de la vague ou à partir de la deuxième minute après la vague. Aux Polders et au polder Foucault, la chute est plus tardive mais aussi parfois plus rapide, un deuxième pic plus important que le premier apparaissant 4 à 6' après le premier pic (figures n° 7 à 11).

A coefficient comparable, il convient de noter la grande variabilité de la quantité de M.E.S. dans les eaux de flot à différents endroits de la baie. Ainsi :

- à Genêts et au Vivier, les pics ont atteint 1,0 g/l et n'ont pas dépassé 1,7 g/l de MES pour des coefficients moyens (79 à 88);
- aux Polders, le pic a atteint des valeurs similaires (1,7 g/l) en mars, mais les a nettement dépassées en juillet (12,8 g/l), à coefficient égal (84).
- à Tombelaine, le pic a été important (7,8 g/l) dans la vague, mais les teneurs ont rapidement décliné à moins d'1 g/l dès la quatrième minute après la vague.

c) Les variations dues aux coefficients

Aux Polders en avril, les MES ont plus que doublé de valeur (concentration maximum : 3,9 g/l contre 1,7 g/l) par rapport à mars. Mais en juillet, la concentration a considérablement augmenté sans que le coefficient puisse être interprété comme un facteur de variation.

De même, il ne semble pas que, lors de forts coefficients tels que ceux observés en septembre, le coefficient prime d'autres facteurs locaux comme la disponibilité des sédiments, la force et la disposition des courants qui semblent être responsables, à données climatiques comparables, de l'opposition entre les MES des polders Foucault et Bertrand.

d) Les variations dues aux conditions climatiques

Les vents, et la houle qui l'accompagne, peuvent, éventuellement, provoquer la remise en suspension de sédiments qui, autrement, dans des conditions plus calmes, sédimenteraient. Il semble que le brassage violent de l'eau agitée sous l'effet du vent soit à l'origine des pics secondaires observés à Genêts en juillet, aux Polders en avril et en juillet (vents de terre aux Polders, vent d'Ouest à Genêts). Mais ce facteur n'est pas intervenu en mars au Vivier, en juillet à Tombelaine et aux polders Foucault et Bertrand en septembre où les jours de prélèvement ont été sans vent. Il faut dire que dans ces quatre derniers cas, le pic secondaire représente une augmentation assez faible, relativement, de la charge en MES de l'eau.

En conclusion, les observations restent insuffisantes pour déterminer les raisons pour lesquelles les MES ont dépassé 12 g/l et 11 g/l en juillet à la station des Polders et en septembre à polder Foucault.

La silice dissoute (SiO₂) (tableau n° 5)

Alors que l'eau de mer contient 0 à 0,8 mg/l de SiO₂ dissoute (les 2,13 mg/l obtenus le 20 mars en surface à marée basse trahissent la proximité du chenal Sée/Sélune de la station "Point Marin" et le mélange avec des eaux continentales), la vague de flot contient "toujours" des valeurs remarquablement fortes de SiO₂ qui ne retrouve sa dilution typique dans l'eau de mer que 20 à 30 minutes environ après le passage de la vague de flot. Car, au vu de ce qui a déjà été observé concernant la salinité, le pH et l'oxygène dissous, il apparaît que les caractéristiques physico-chimiques du flot sont très différentes de celles de la haute mer qui ne se trouve en haut d'estran que 20 à 30 minutes après le passage de la vague.

Tableau n° 5 : La teneur en silice dissoute (SiO₂) des eaux des vagues de flot comparée à la teneur en chlorures (Cl⁻), par station.

	arrivée du flot		+ 1/2'		+ 3/4'		+ 5/5'		+ 3/3'		+ 12/15'		+ 20.30'	
	SiO ₂	Cl ⁻												
<u>Genêts</u>														
mars	0,2	10,8	4,7	8,3	-	-	2,6	8,9	3,2	11,0	1,3	14,0	2,3	14,1
juillet	4,3	15,4	2,3	14,3	1,9	16,9	1,5	17,8	1,7	19,0	1,7	18,1	1,7	18,0
<u>Vivier</u>														
mars	1,5	14,0	-	-	3,0	8,8	3,2	9,8	1,9	14,7	1,1	17,3	0,2	19,8
juillet	3,8	20,2	-	-	4,1	19,9	3,6	21,4	1,7	20,7	1,1	20,5	1,1	20,5
<u>Polders</u>														
mars	4,1	14,6	2,8	13,0	2,1	14,6	1,3	15,3	1,3	15,4	-	-	-	-
avril	9,6	15,8	1,3	15,1	1,3	15,6	1,3	15,2	1,3	16,1	1,2	15,8	0,4	16,9
juillet	15,2	19,8	4,3	19,2	2,1	19,2	0,4	17,9	0,4	17,9	0,2	17,9	1,3	17,5
<u>Tombelaine</u>														
juillet	5,6	15,4	7,7	7,3	8,1	6,1	7,7	7,1	5,4	8,7	1,3	16,4	1,1	13,3
<u>P. Foucault</u>	12,4	17,8	10,6	16,7	3,0	18,7	2,3	18,4	1,7	19,2	1,3	19,0	1,1	19,2
<u>P. Bertrand</u>	4,5	19,0	4,3	19,3	-	-	4,7	19,5	4,9	19,5	4,7	19,8	2,1	19,5
septembre														

(Les teneurs en SiO₂ sont exprimées en mg.l⁻¹; Les teneurs en Cl⁻ sont exprimées en g.l⁻¹)
(La ligne brisée indique les teneurs en SiO₂ voisines de celles du large aux points marins).

Une progression des concentrations en SiO₂ dissoute semble se dessiner de l'hiver à l'été/automne, notamment à la station des Polders, et peut-être à celle du Vivier.

Les fortes teneurs en SiO₂ dissoute (de 3,2 à 18,4 mg/l) ne sont pas (sauf à Tombelaine -station d'estuaire-) relevées dans les eaux les moins salées. En effet, le prélèvement le moins salé d'un flot est, le plus souvent, le deuxième (à 2 ou 3 minutes après le passage de la vague) alors que le plus riche en SiO₂ dissoute se trouve :

- soit dans la vague de flot (aux Polders et à polder Foucault, à Genêts en juillet) ou immédiatement après (à Genêts en mars), auquel cas la concentration baisse rapidement ensuite (jusqu'à 0,4 à 2,3 mg/l) pendant les six premières minutes du flot;
- soit 3 à 5' après la vague (au Vivier où la concentration en SiO₂ est forte dès le passage de la vague (1,5 à 3,8 mg/l) et elle le reste pendant les dix minutes suivantes;

- soit, exceptionnellement, 8' après la vague (à polder Bertrand).

En fait, à polder Bertrand, les eaux restent riches en SiO₂ dissoute dès l'arrivée de la vague (4,5 mg/l) et le restent pendant les 15 premières minutes du flot (de 4,3 à 4,9 mg/l).

Les tendances à un maximum "immédiat" (Polders, Genêts, polder Foucault) et à un maximum "tardif" (Vivier, polder Bertrand, et, dans une mesure relative, Tombelaine) semblent dessiner deux groupes de stations à l'aval desquelles on ne voit pas, à priori, pourquoi le comportement de SiO₂ dissoute serait différent.

L'ammoniaque (tableau n° 6)

L'eau de mer, en mars et avril, qui contenait 0 à 0,2 mg/l de SiO₂ dissoute, comprenait aussi 0,06 à 0,07 mg/l d'ammoniaque. En juillet, les teneurs en SiO₂ dissoute étaient légèrement plus fortes (0 à 0,8 mg/l), celles en NH₄⁺ dissout aussi (0,11 à 0,15 mg/l).

La vague de flot contient, non seulement beaucoup de silice dissoute, mais aussi plus d'ammoniaque que ne lui en procurent les seules eaux marines du large.

Tableau n° 6 : La teneur en ammoniaque (NH₄⁺) des eaux des vagues de flot, par station, exprimée en mg.l⁻¹

	arrivée du flot	+ 2'	+ 3/4'	+ 5/6'	+ 5/9'	+ 12/15'
<u>Genêts</u>						
mars	0,06	0,5	-	0,20	0,14	0,08
juillet	0,21	0,17	0,11	0,13	0,13	0,13
<u>Vivier</u>						
mars	0,07	-	0,10	0,20	0,07	0,08
juillet	0,12	-	0,12	0,09	0,08	0,08
<u>Polders</u>						
mars	1,25	0,65	0,30	0,13	0,15	-
avril	4,73	0,15	0,12	0,08	0,08	0,08
juillet	4,30	0,90	0,30	0,12	0,11	0,12
<u>Tombelaine</u>						
juillet	0,50	0,30	2,0	0,20	0,20	0,14
<u>P. Foucault</u>	3,90	2,90	0,75	0,40	0,10	0,10
<u>P. Bertrand</u>	0,14	0,25	-	0,30	0,30	0,40
septembre						

(La ligne brisée indique les teneurs voisines de celles de l'eau du large)

Ce tableau appelle plusieurs remarques. S'observent une nouvelle fois :

- une progression hiver/printemps-été aux Polders (de 1,8 à 4,3 mg/l): la valeur 4,7 mg/l obtenue dans la vague de flot d'avril est peut-être représentative d'une hausse due au coefficient (100 contre 83 en mars) plutôt que d'une variation saisonnière, les eaux marines n'y ayant pas été sensibles.
- l'opposition polder Foucault/polder Bertrand. Le premier reçoit une vague de flot bien plus chargée en ammoniaque (3,9 mg/l) (comme en SiO₂ dissoute, en MES...) que le second (NH₄⁺ = 0,4 mg/l au maximum). Cette opposition est encore soulignée par le retard de ces fortes concentrations à polder Bertrand (comme pour la silice dissoute) qui s'y étalent en durée davantage qu'à polder Foucault où l'eau devient marine (ou peu mélangée) 10 minutes après le passage

de la vague de flot.

- la domination des stations Polders et polder Foucault, où les concentrations sont nettement plus importantes (de 2 à 20 fois) qu'aux autres stations.

Alors que, d'après les teneurs en SiO_2 dissoute, l'apport de l'estran aux eaux de flot se fait encore sentir une demi-heure après le passage de la vague, les teneurs en NH_4^+ , qui culminent dans la vague-même (aux Polders, au polder Foucault) ou peu après (à Genêts) et parfois 4 à 5' après la vague (au Vivier en mars et à Tombelaine -estuaire-) (le cas du polder Bertrand, où les concentrations maxima persistent pendant toute la durée du flot, semble particulier), montrent un retour plus rapide aux teneurs "marines" :

- en hiver, ce retour est plus tardif qu'en été et se produit 7 à 10 minutes (20 minutes aux Polders) après le passage de la vague de flot;
- en été, les concentrations "marines" sont atteintes dès la quatrième, sixième ou huitième minute, suivant les stations, celle du Vivier ne témoignant que de faibles apports dès l'arrivée de la vague de flot (station de zone intertidale moyenne), et celle de Tombelaine (même situation) connaissant un retour "tardif" aux concentrations marines du fait du reflux d'eaux d'estuaire devant le flot marin.

2. La matière organique (figures n° 12 à 19)

POINT MARIN (stations de référence marine)(figure n°1)

- Les pigments totaux (LORENZEN) y ont atteint (figure n° 12) les valeurs les plus fortes en mars (de 10 à 51 mg/m^3) qui a été (peut-être aussi avec septembre ?) une période de production primaire ("bloom" algal) active dans les eaux de la baie, malgré de faibles températures extérieures (0 à 7°) et des eaux froides (6 à 6,5°). La teneur en phéopigments représentait seulement 28 à 52% des pigments totaux dans les eaux de surface, et de 32 à 68% dans les eaux de profondeur (suivant les moments du cycle de marée).

Les eaux de la station marine d'avril contenaient beaucoup moins de pigments chlorophylliens (2,6 à 4 mg/m^3), plus dégradés (71 à 90% de phéopigments), mais aussi moins de MES.

En juillet, la teneur des eaux marines en phytoplancton est restée faible (3 à 15 mg/m^3), mais avec une plus forte proportion de chlorophylle-a active (28 à 46% de phéopigments), ce qui dénote une certaine productivité primaire saisonnière, plus dynamique qu'en avril, et soulignée par la bonne oxygénation de l'eau (taux de saturation en O_2 dissous : 100 à 109%). Les MES étant là aussi réduites (de 16 à 26 mg/l), le rapport pigments totaux/MES apparaît aussi assez fort, soulignant l'importance du phytoplancton dans les MES, comme en mars.

Figure n° 12 : Composition des pigments chlorophylliens (LORENZEN) des eaux du large (POINTS MARINS)

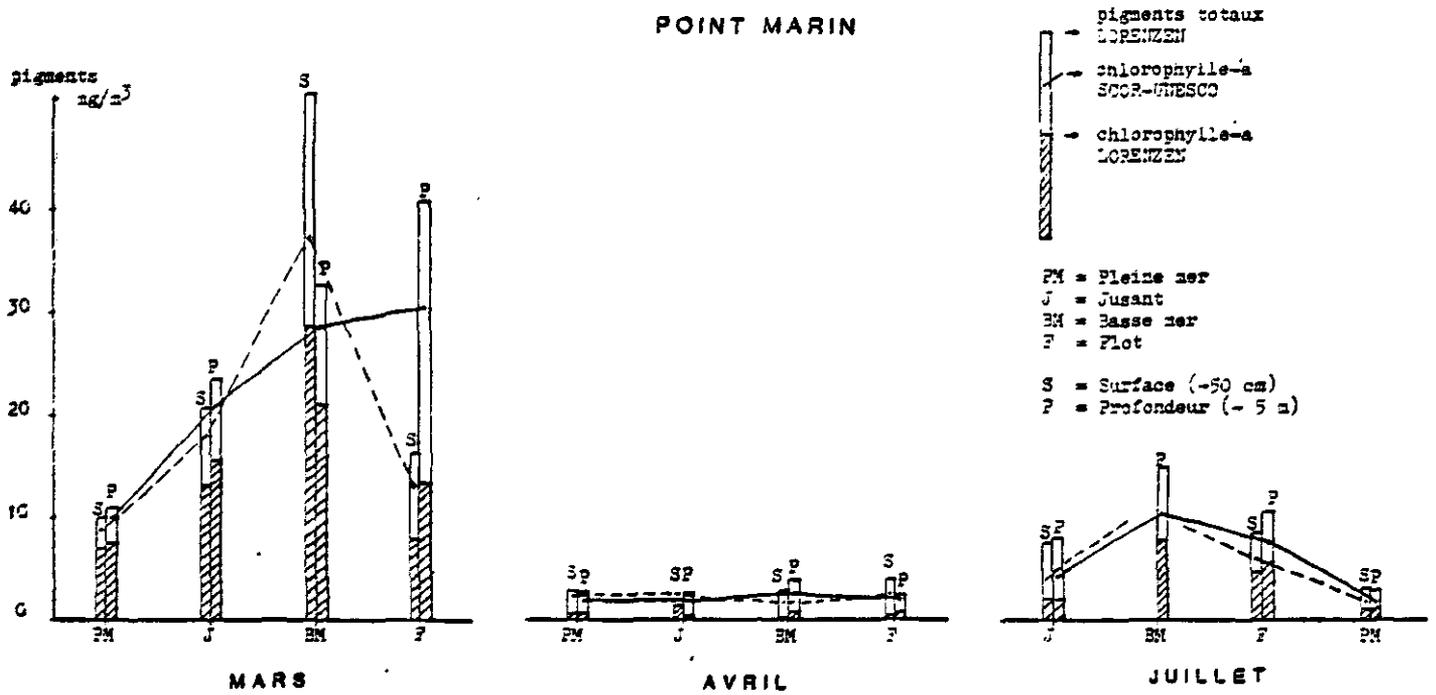


Tableau n° 7 : Le carbone organique particulaire (COP) dans les eaux aux "Points Marins" (à l'entrée de la baie)

	mars		avril		juillet	
	surface	profondeur	surface	profondeur	surface	profondeur
COP (mg.l ⁻¹)	0,7 - 2,3	1,1 - 1,7	0,3 - 0,4	0,3 - 0,5	0,2 - 0,8	0,2 - 0,7
COP (% MES)	2,1 - 10,5	2,3 - 5,2	1,2 - 1,4	0,8 - 1,5	1,0 - 3,1	1,3 - 2,6
COP/pigments totaux (10 ³)	45 - 73	39 - 103	87 - 121	104 - 136	47 - 64	35 - 75

- Parallèlement à l'évolution du phytoplancton ("bloom" en mars), les eaux marines de mars ont été plus riches en COP (tableau n° 7) que celles d'avril ou de juillet. Le pourcentage de COP/MES est aussi plus fort en mars qu'en avril. Par contre, les rapports COP/pigments totaux ont été aussi bas en mars qu'en juillet, dénotant l'importance de la masse algale dans le carbone organique particulaire de ces eaux. En mars, comme en juillet d'ailleurs, ce phytoplancton était actif (phéopigments < 50%, voire < 35% pendant la plus grande partie du cycle).

- Le carbone organique dissous (COD) (tableau n°10) est toujours plus important que le COP (en mg/l) puisqu'il varie entre 2,3 et 3,5 mg/l en mars contre 1,0 et 1,7 mg/l en juillet. La plus grande richesse en matière organique des eaux marines du 20 mars est encore soulignée par rapport à celle des eaux marines du 1er juillet.

LES VAGUES DE FLOT (figures n° 13 à 19)

- Les pigments chlorophylliens totaux (tableau n° 8)

En hiver comme en été, les teneurs des vagues de flot et des eaux de flot (figures 13 et 14) ont atteint des valeurs sans commune mesure avec celles observées aux "points marins". Les teneurs en pigments chlorophylliens doivent d'ailleurs être mises en rapport avec la charge des eaux en MES; on observe alors une similitude de comportement entre les deux courbes, la charge en MES pouvant déterminer (mais pas dans tous les cas, par exemple au Vivier en mars, à Tombelaine en juillet et au polder Bertrand en septembre), la charge en pigments dont la part resterait relativement stable dans les MES.

Quelques autres observations sur la richesse en pigments totaux :

- Les vagues de flot les plus chargées en MES, à l'exception de celle de polder Foucault en septembre, ne sont pas forcément les plus riches en phytoplancton. Ainsi la vague de flot du Vivier en mars atteint et dépasse 200 puis 300 mg/m³ de pigments pour une charge en MES de seulement 1,5 à 1,0 g/l. Ainsi aussi, à Tombelaine, en juillet, alors que la charge en MES dépassait 7 g/l dans la vague de flot, les pigments totaux n'y ont pas dépassé 100 mg/m³. Ainsi, au Polders, en juillet, alors que les MES dépassent 10 puis 8 (à + 2') et 10 (à +7') g/l, les pigments totaux ne dépassent pas 200 mg/m³.

Le rapport pigments totaux/MES permet de mieux cerner l'originalité du

Figure n° 13: Composition des pigments chlorophylliens (LORENZEN) des eaux des vagues de flot, de mars, avril et juillet.

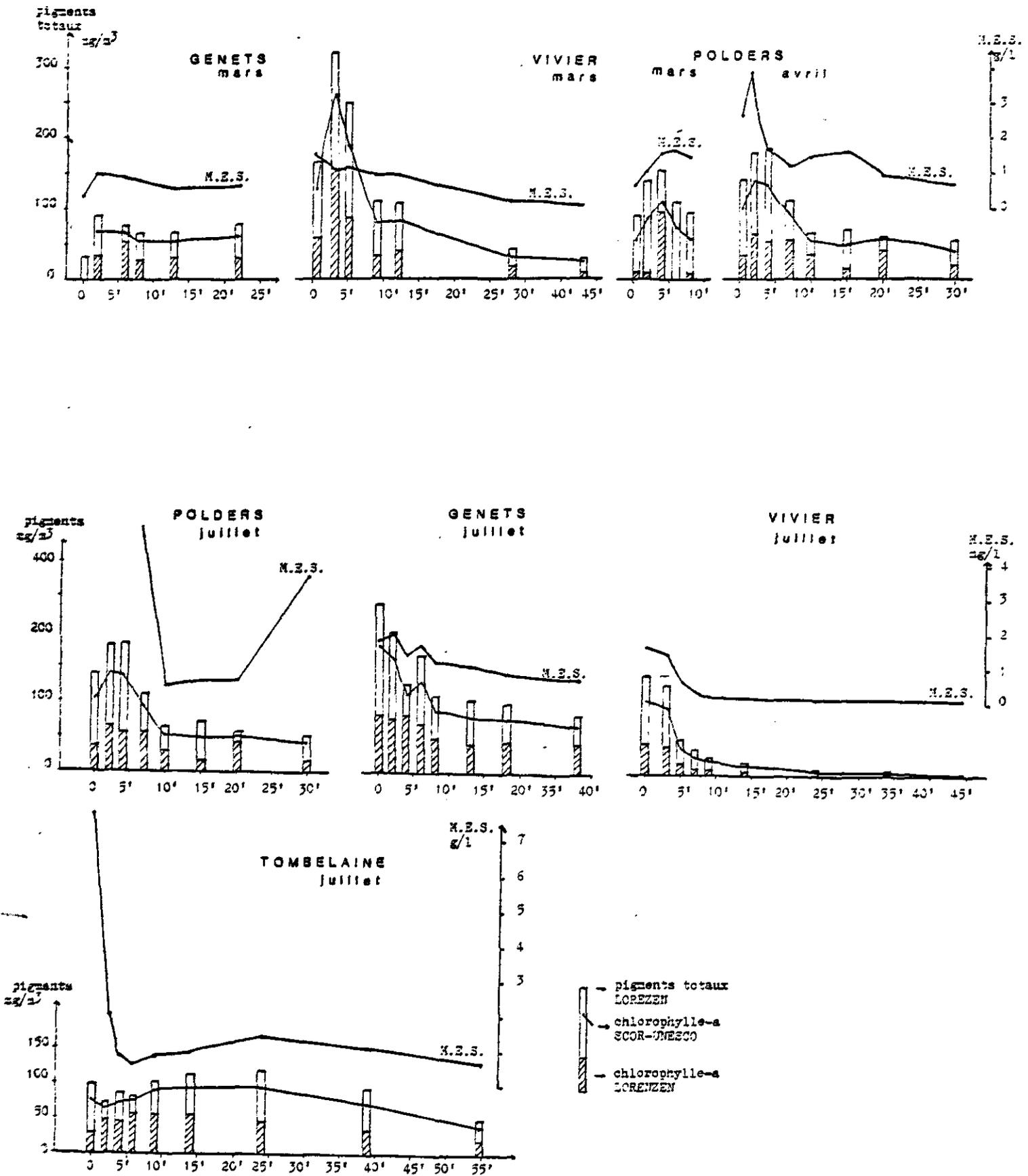
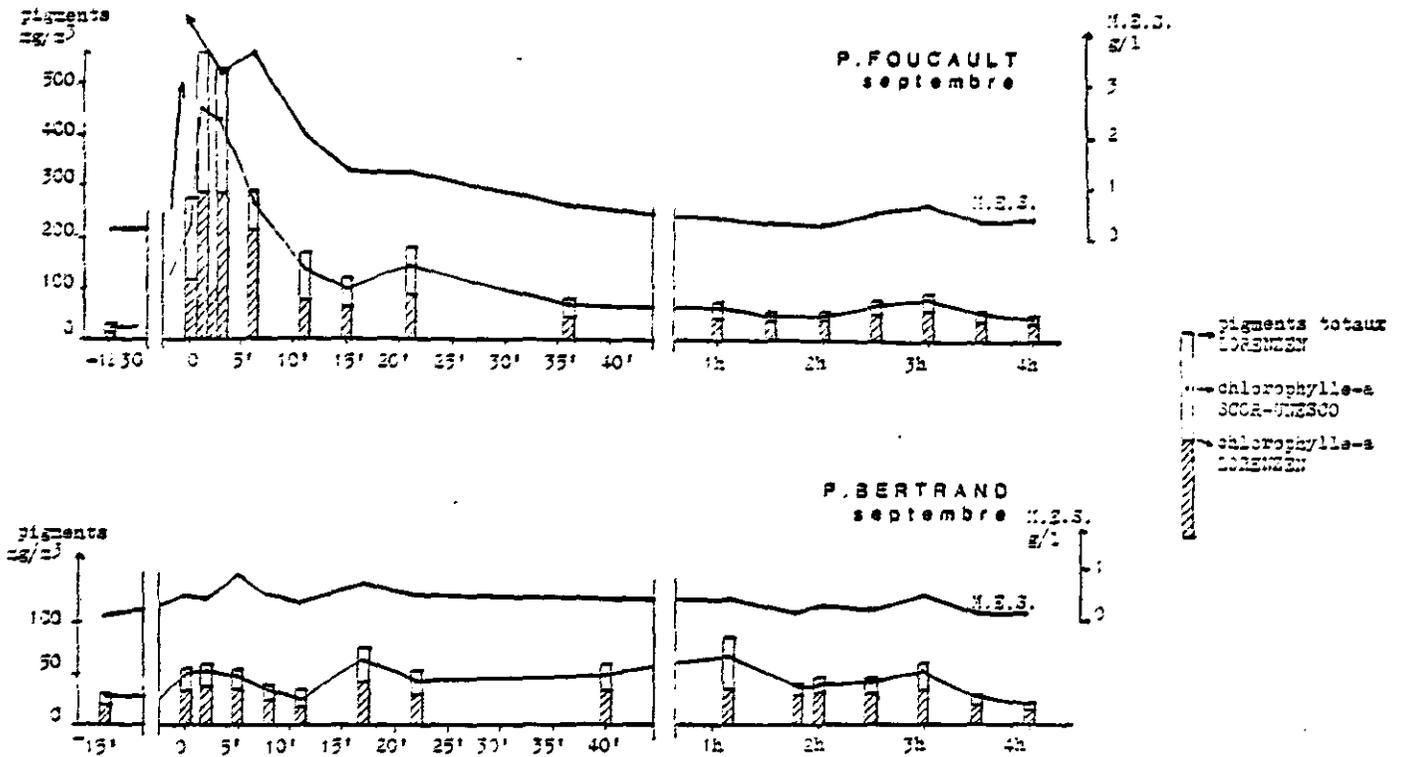


Figure n°14 : Composition des pigments chlorophylliens dans les eaux des vagues de flot des stations des polders FOUCAULT et BERTRAND en septembre 1985



comportement des valeurs représentatives du phytoplancton pour certaines stations.

Ainsi, les rapports montrent un apport plus fort de pigments (MES) dans la vague de flot à Genêts, aux Polders en mars et au polder Bertrand en septembre. Cet impact se déplace quelques minutes après le passage de la vague de flot au Vivier, aux Polders, en avril et juillet, à Tombelaine (juillet), au polder Foucault (septembre).

- Les stations les plus riches en pigments totaux sont d'abord polder Foucault (septembre), puis le Vivier en mars, la vague de flot de Genêts en juillet et, généralement, la station des Polders dont les maxima sont constants (160 à 180 mg/m³), bien que pas toujours situés au même moment du flot et malgré de grosses variations de la charge en MES de mars à juillet.

- Les sédiments en suspension des vagues de flot sont, proportionnellement (pigments totaux/MES) moins riches en masse algale que l'eau de haute mer. Mais cette charge en MES étant en fait sans commune mesure avec celle des eaux du large, la quantité absolue de pigments totaux véhiculés par le flot est cependant énorme : de 50 à 300 mg/m³ pendant la durée du flot à chaque station (de 300 à 500 mg/m³ à polder Foucault pendant près de six minutes au début du flot).

Tableau n° 8 : Les pigments chlorophylliens (LORENZEN) dans les sédiments en suspension dans les eaux des vagues de flot, par station

	Pigments totaux (mg/m ³)					Endopigments (% pigments)					Pigments totaux/MES (x 10 ³)				
	0'	+2'	+3/4'	+5/6'	+10'	0'	+2'	+3/4'	+5/6'	+10'	0'	+2'	+3/4'	+5/6'	+10'
<u>Genêts</u>															
mars	33	90	-	75	66	95	60	-	29	51	9,2	9,3	-	8,5	8,0
juillet	241	198	123	166	108	67	63	34	59	56	13,8	10,4	9,6	10,4	3,7
<u>Vivier</u>															
mars	167	-	323	251	111	66	-	52	65	70	11,2	-	29,3	21,8	11,5
juillet	139	-	127	51	25	69	-	63	67	64	8,5	-	8,9	8,3	10,7
<u>Polders</u>															
mars	86	141	158	157	97	86	93	72	100	91	12,3	13,2	9,3	9,4	6,8
avril	156	162	126	97	120	61	76	82	77	62	5,9	4,1	7,4	5,1	7,5
juillet	141	132	134	111	66	75	64	70	30	33	1,3	2,1	1,4	1,1	13,5
<u>Tombelaine</u>															
juillet	102	73	87	83	107	72	37	47	30	47	1,3	3,7	10,0	14,7	12,3
<u>P. Foucault</u>															
septembre	274	561	-	530	290	58	48	-	45	25	3,4	5,1	-	10,4	8,1
<u>P. Bertrand</u>															
septembre	53	60	37	38	33	37	37	33	34	44	9,9	12,0	6,2	6,9	3,3

- La chlorophylle-a (LORENZEN) active et les phéopigments

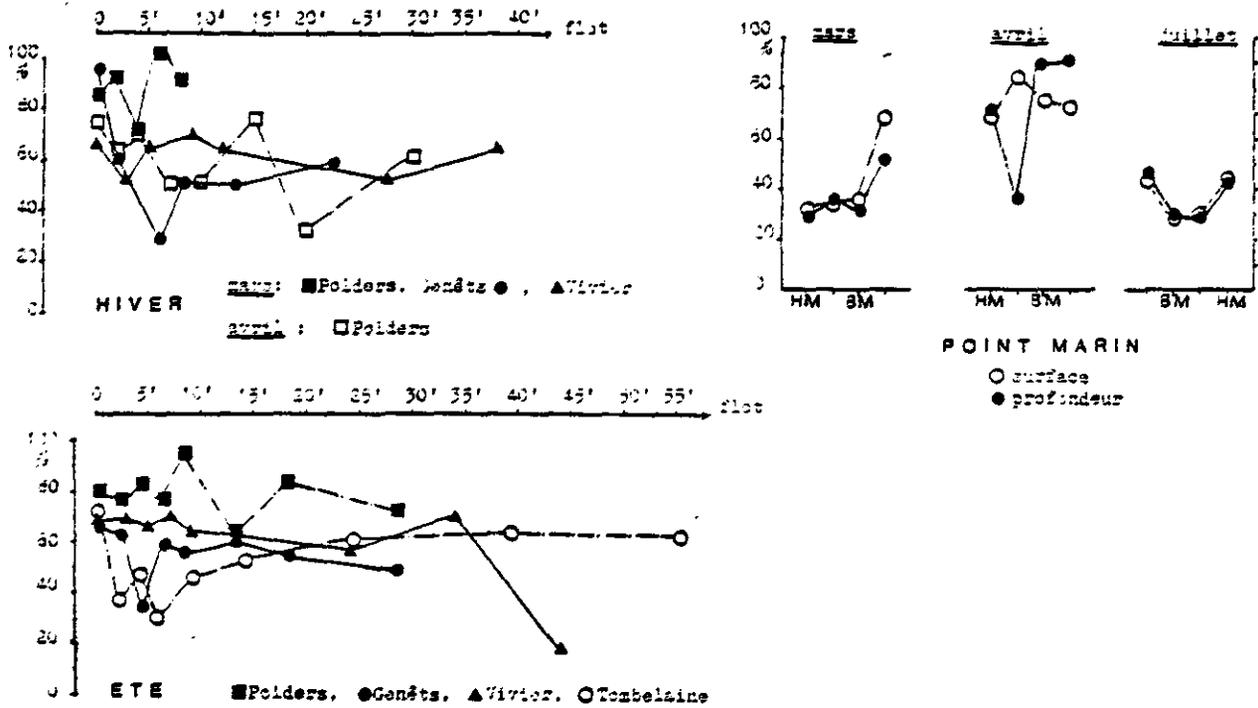
L'apport en phytoplancton actif se traduit par une diminution du pourcentage de phéopigments.

En mars et en juillet, le phytoplancton des eaux de pleine mer était actif (phéopigments = 25 à 45% des pigments totaux), sauf pendant le flot (40 à 65% des pigments totaux). En avril, par contre, la production primaire baisse notablement avec une teneur en phéopigments de 70 à 90% des pigments totaux.

Aucune de ces caractéristiques ne se retrouve dans les vagues de flot et eaux de flot en haut d'estran. Si elles sont plus riches, proportionnellement, en phéopigments que les eaux de haute mer, les sédiments en suspension des flots observés possèdent plus ou moins de phytoplancton actif en fonction :

- du temps passé après la vague,
- de la charge totale en MES des eaux de flot.

Figure n° 15- Pourcentages des phéopigments (pigments dégradés) dans les eaux de flot



Ainsi, dans toutes les stations (figure n° 15), le passage de la vague, qui ramasse de nombreux pigments dégradés, est immédiatement suivi d'un enrichissement en chlorophylle-a active (apports locaux) occulté ensuite par un enrichissement en phéopigments, à son tour suivi à + 20' ou + 25' d'un nouvel apport de phytoplancton plus actif, cette fois d'origine marine.

Lorsque la charge en MES augmente, ce sont plus les phéopigments qui participent à l'augmentation observée en pigments totaux que la chlorophylle-a (décrochement des courbes pigments totaux et chlorophylle-a/MES, sensible surtout au Vivier, aux Polders en mars, et aux Polders en avril).

Les polders Bertrand et Foucault en septembre s'individualisent nettement en ce qui concerne les pigments car la masse algale a été, dans ces eaux automnales, nettement plus active que dans toutes les autres vagues de flot prélevées cette année-là (sauf au début du flot à Tombelaine en juillet).

Le pourcentage de phéopigments est resté faible et assez stable pendant tout le flot (aux alentours de 30 à 40%), descendant même (comme pour les autres cycles observés) au passage de la vague de flot et pendant les huit premières minutes (14 à 24% de phéopigments) et aussi pendant le jusant qui a suivi le renversement (de 60 à 30% de phéopigments au polder Bertrand, de 42 à 30% et même 14% au polder Foucault).

- Le carbone organique particulaire (COP) (figures n° 16 à 19)

Tableau n° 9 : Le carbone organique particulaire (COP) dans les eaux des vagues de flot, par station

															Plaine Mer			
	0'		+ 1'		+3/4'		+5/6'		+3/10'		+ 15'		+ 20 à 30'		surface		profondeur	
	COP	/MES	COP	/MES	COP	/MES	COP	/MES	COP	/MES	COP	/MES	COP	/MES	COP	/MES	COP	/MES
<u>Genêts</u>																		
mars	8,1	2,3	38,5	3,9	-	-	35,1	3,9	29,8	3,6	11,2	1,8	13,2	2,3	0,7	2,1	1,1	2,3
juillet	66,3	3,9	98,2	3,1	37,7	2,9	51,9	3,3	21,2	1,9	21,5	2,2	9,8	1,5	0,2	1,0	0,2	1,3
<u>Vivier</u>																		
mars	55,2	3,7	-	-	40,5	3,7	43,1	3,7	23,1	2,4	25,1	2,6	3,4	1,6	0,7	2,1	1,1	2,3
juillet	60,4	3,7	-	-	49,4	3,5	11,3	1,9	2,9	1,2	0,4	0,2	1,2	0,7	0,2	1,0	0,2	1,3
<u>Polders</u>																		
mars	22,1	3,3	36,6	3,4	72,7	4,6	72,0	4,3	40,0	2,2	-	-	-	-	0,7	2,1	1,1	2,3
avril	135,5	5,1	181,5	4,6	36,7	2,2	39,7	3,3	58,4	3,6	58,3	3,7	17,6	2,6	0,3	1,3	0,4	1,4
juillet	29,5	0,3	29,4	0,2	31,9	0,2	25,3	0,2	9,4	1,9	7,2	1,4	5,1	0,1	0,2	1,0	0,2	1,3
<u>Tombelaine</u>																		
juillet	315,0	4,0	59,9	2,3	24,7	2,3	10,1	1,9	25,5	3,0	28,0	2,9	51,6	3,3	0,2	1,0	0,2	1,3
<u>P. Foucault</u>	219,3	4,4	345,2	3,1	135,6	4,2	161,3	4,5	79,5	4,0	44,3	3,5	36,5	3,9	-	-	-	-
<u>P. Bertrand</u>	6,3	1,2	7,4	1,5	21,1	2,3	5,3	1,1	4,7	1,1	17,7	2,3	3,3	1,5	-	-	-	-
septembre																		

(Les teneurs en COP sont données en mg.l⁻¹; les /MES sont les pourcentage de COP dans les MES)
(La ligne brisée indique les teneurs - en % MES - du COP voisines de celles de l'eau de "large" aux points marins).

Au regard des concentrations observées au large en pleine mer, la richesse des eaux du flot en COP est ahurissante (tableau n° 9) :

- les valeurs "basses" sont observées à polder Bertrand (21,1 mg/l), à Genêts (38,5 mg/l et 66,3 mg/l), au Vivier (55,2 mg/l et 60,4 mg/l), aux Polders en mars (72,7 mg/l) et en juillet (31,8 mg/l);
- les valeurs "fortes" franchissent les 100 mg/l aux Polders en avril et 300 mg/l

au polder Foucault en septembre et à Tombelaine en juillet.

Les fortes concentrations (et les maxima/station) sont strictement limitées à la vague de flot (les 4 premières minutes au plus). Elles déclinent ensuite assez rapidement. La vague de flot véhicule donc beaucoup de COP. Mais cette richesse en COP est intimement liée à la charge en MES qui contient le COP. En effet, l'examen du rapport COP/MES (figures n° 16 et 19) montre :

- que les valeurs de COP restent supérieures à celles que peut seule fournir la haute mer, au moins pendant les dix premières minutes du flot;
- que l'importance du COP/MES varie davantage au "fil du flot" que la quantité absolue de COP véhiculé en suspension.

Ainsi, sur les dix cycles étudiés, 7 montraient un enrichissement en COP concentré dans la vague de flot (de 3,7 à 5,1% des MES), ou 2' plus tard; 5 montraient un enrichissement continu pendant 7 minutes environ (Genêts, Vivier, en mars, Polders en mars, polder Foucault en septembre) (de 3,3 à 4,5% des MES à + 6'); deux seulement n'ont pas montré d'enrichissement type "impact" au passage de la vague de flot : les valeurs augmentent plus tardivement, surtout par rapport aux MES, tout en restant dans une proportion de matière organique/matière minérale semblable à celle de la haute mer (les Polders en juillet et le polder Bertrand en septembre).

Aucune évolution saisonnière ne se remarque. Par contre, le coefficient semble jouer un rôle dans l'enrichissement du flot en matière organique particulaire (aux Polders en avril notamment avec COP = 181,5 mg/l, soit 5,1% des MES dans la vague), et au polder Foucault en septembre (avec COP = 345,2 mg/l, soit 4,4% des MES dans la vague). Ce facteur ne joue cependant pas au polder Bertrand dont les résultats sont, comme beaucoup d'autres, radicalement différents de ceux du polder Foucault.

- La nature de la matière organique particulaire -

Elle se dégage de l'analyse des différents rapports COP/MES, % des phéopigments, et surtout COP/pigments totaux.

Le rapport COP/pigments totaux (figures n° 17 à 19) est très fort dans la vague de flot et le reste après pendant plusieurs minutes en mars (sauf au Vivier). En avril, en juillet et en septembre, le rapport COP/pigments totaux diminue après 2 minutes ou au plus 7 minutes (Genêts) après le passage de la vague. Ce rapport diminue beaucoup, pendant tous les cycles de flot observés.

Ceci veut dire que :

1) - La masse algale est peu importante dans la matière organique transportée dans la vague de flot. Par contre, sa part dans le COP grandit avec le temps, surtout au Vivier en mars et en juillet, à Tombelaine en juillet, au polder Foucault en septembre.

Elle peut atteindre des valeurs très basses (inférieures à 100)

- au Vivier en mars et juillet,
- aux Polders et à Genêts en juillet,

représentatives d'un "bloom" planctonique (sensible surtout en juillet). Les valeurs basses du Vivier en mars sont sans doute à mettre en rapport avec l'ensoleillement sensible qu'a connu cette station alors qu'à Genêts et aux Polders, le temps est resté couvert et humide (pluie et grêle).

Figure n°16 : Le rapport COP/MES dans les eaux des vagues de flot des campagnes d'hiver (mars/avril) et d'été (juillet)

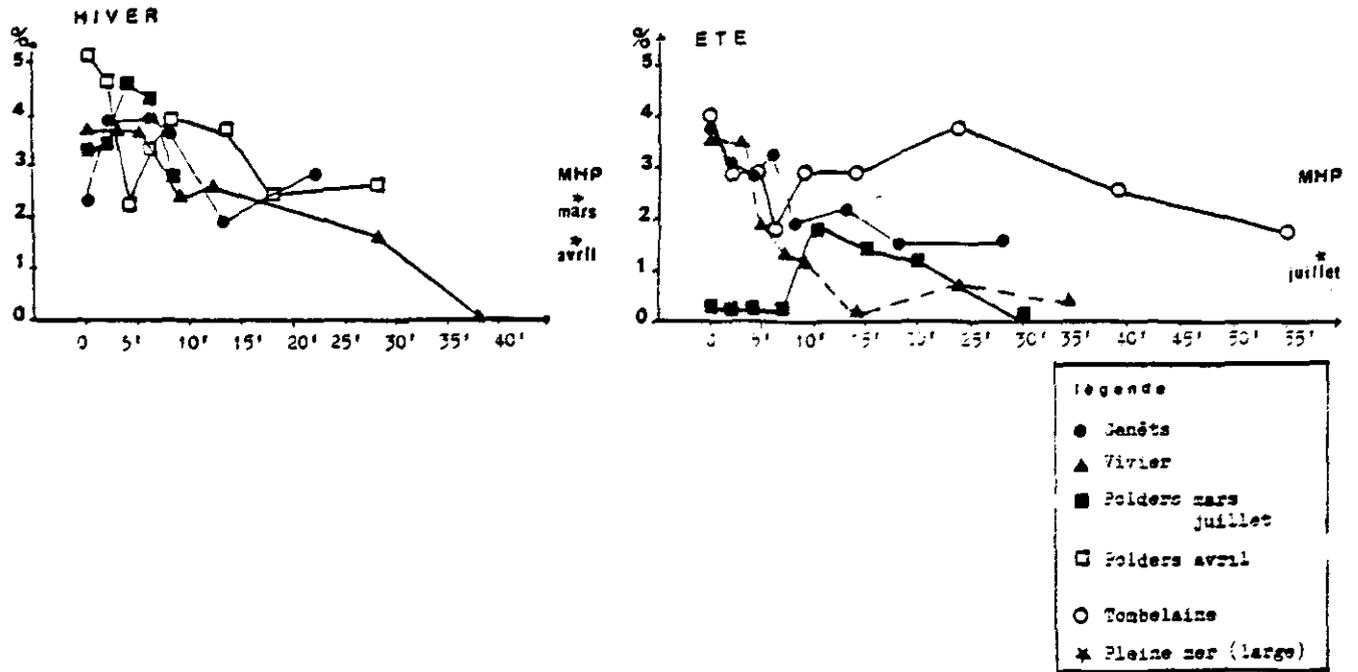


Figure n°17: Le rapport COP/pigments totaux dans les vagues de flot de la campagne d'hiver (mars-avril)

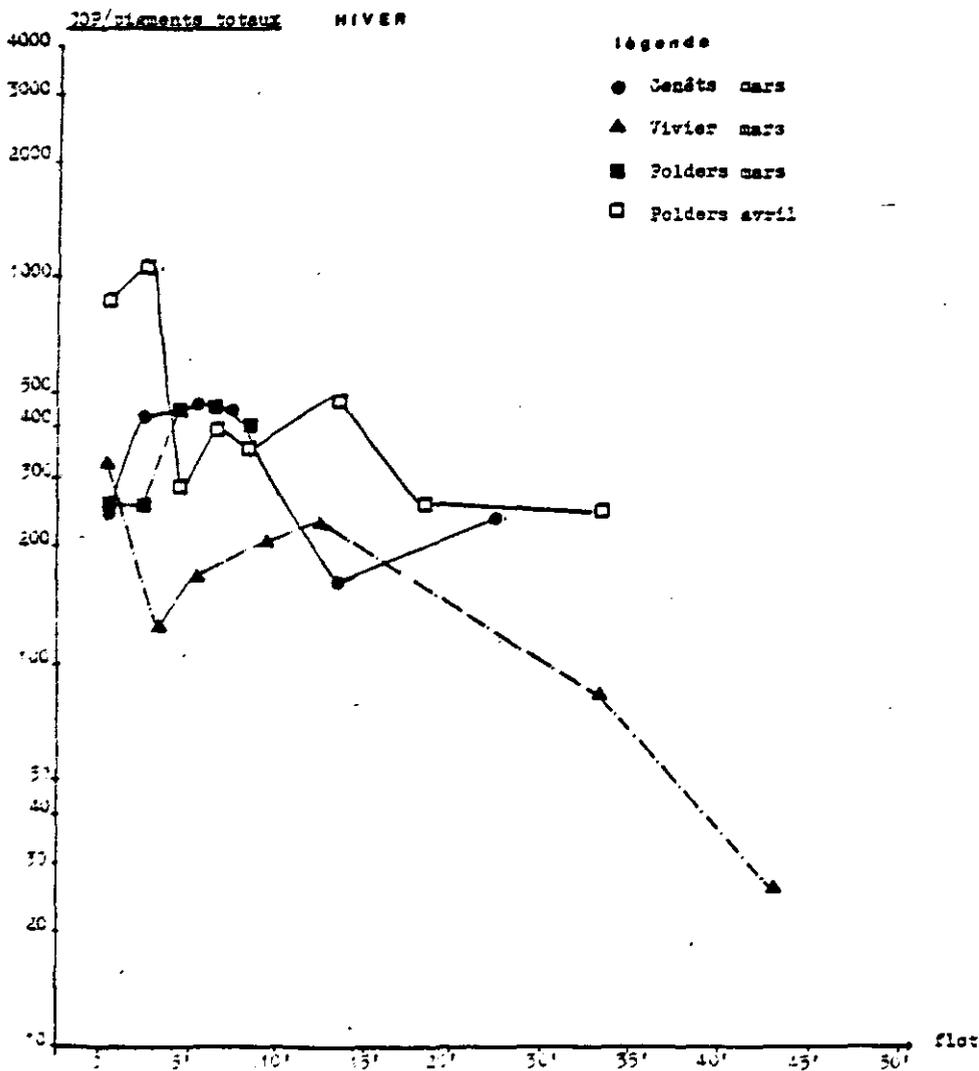


Figure n°18 : Le rapport COP/pigments totaux dans les eaux des vagues de flot des campagnes de juillet

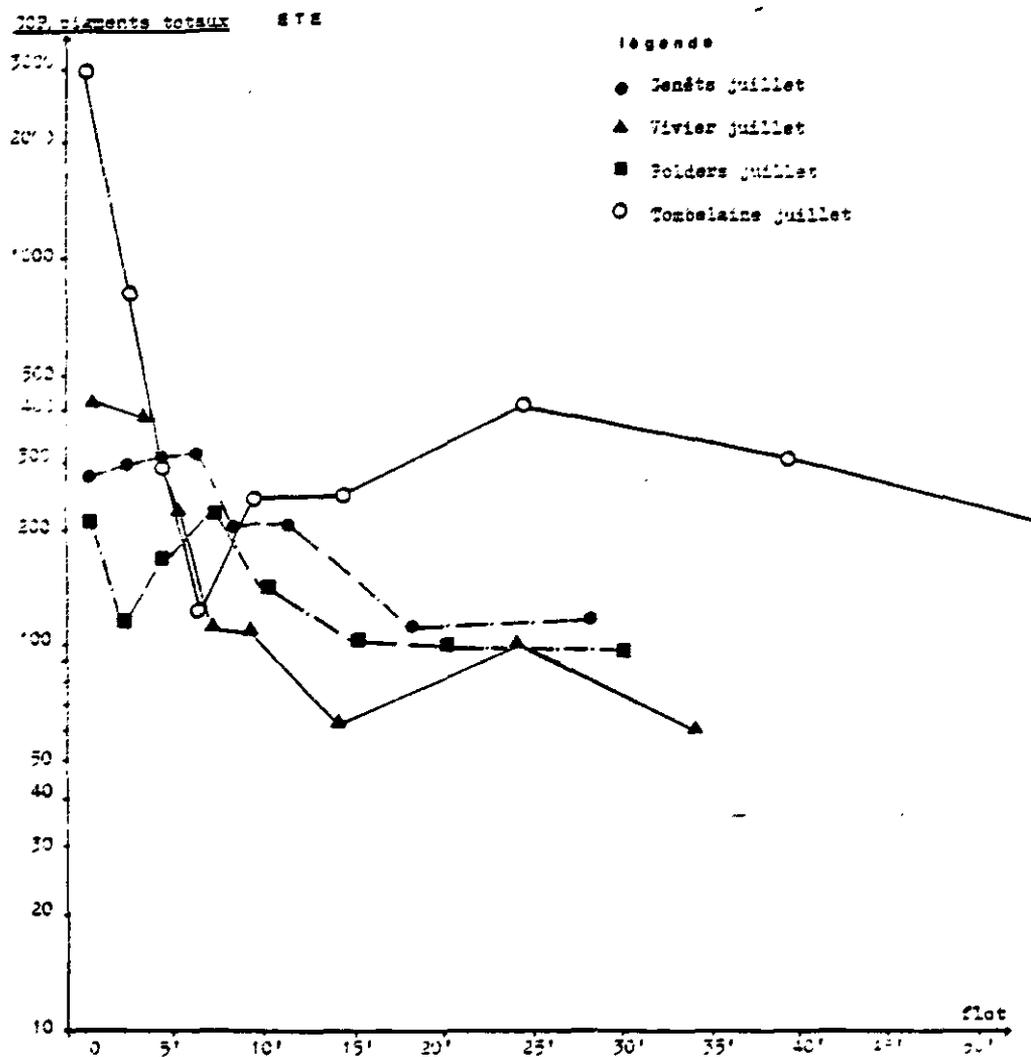
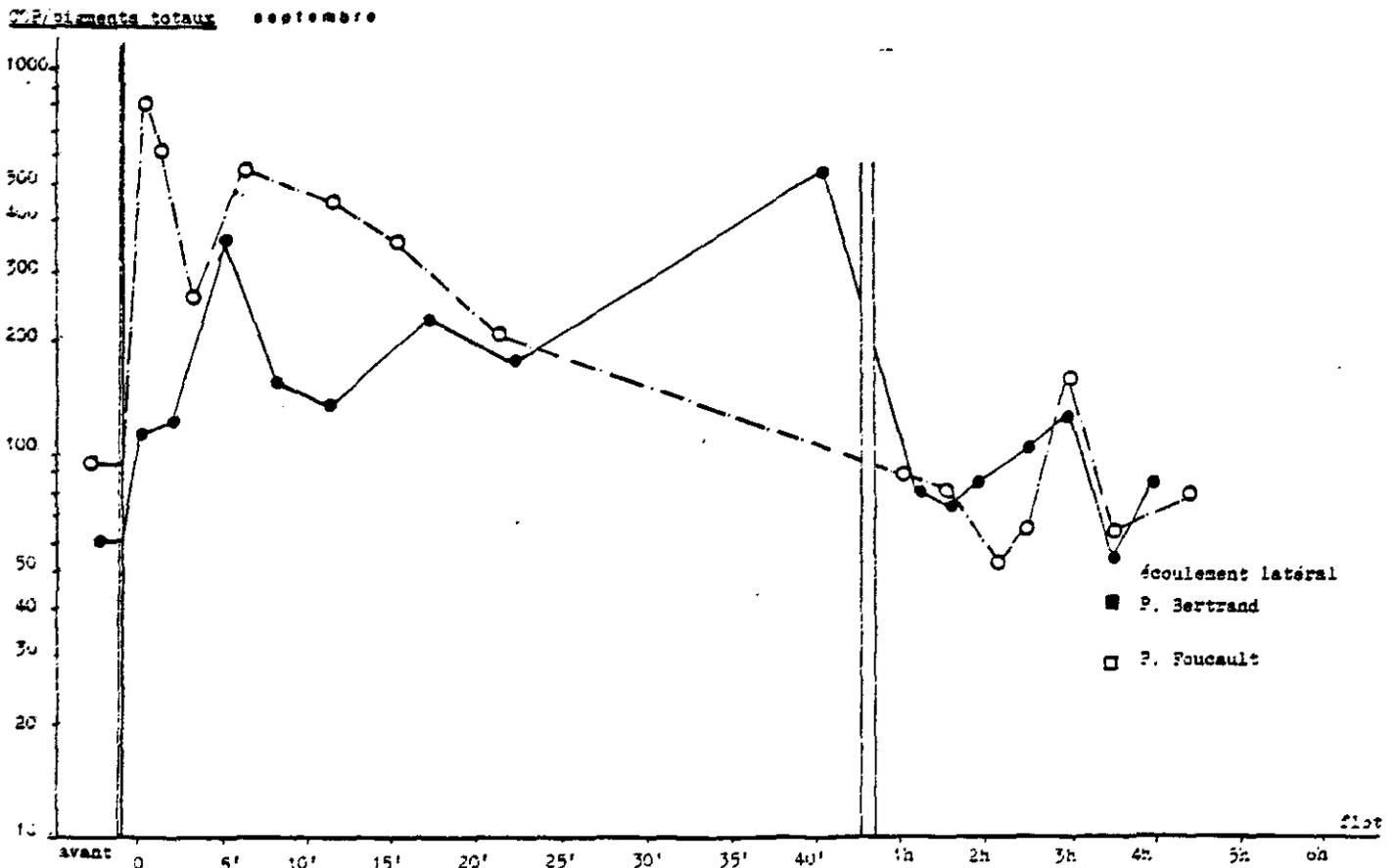
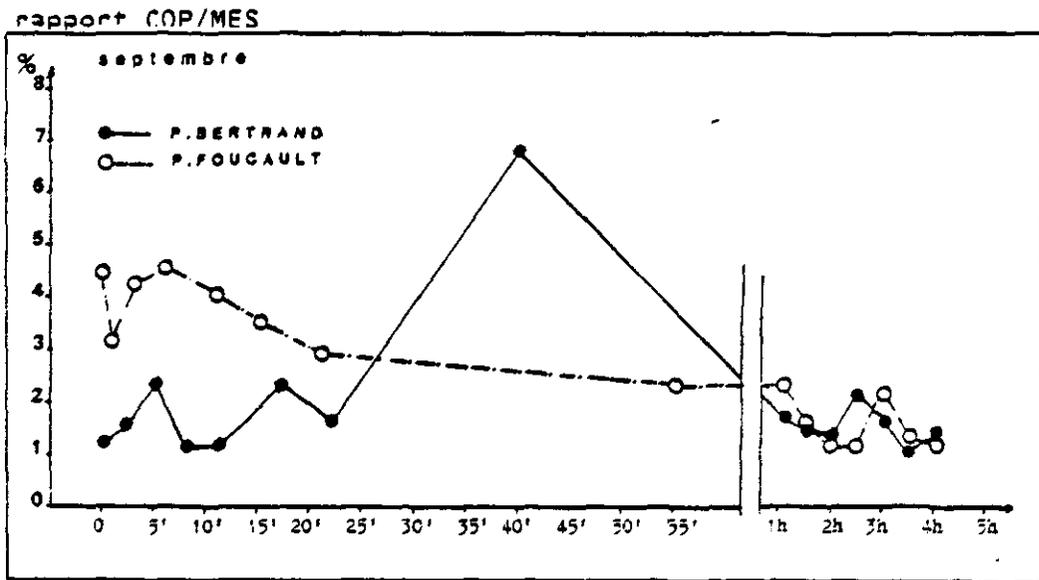


Figure n°19 : Le rapport COP/pigments totaux et le rapport COP/MES dans les eaux des vagues de flot à polder Foucault ○ et à polder Bertrand ● en septembre



2) - La vague de flot ramasse sur l'estran de notables quantités de matière organique particulaire qu'elle remet en suspension (fortes valeurs de COP/MES pendant 5 à 15 minutes au début du flot). Or le COP/MES reste assez stable et fort en mars, décline rapidement en juillet et en septembre (sauf au polder Bertrand où il aurait tendance à rester faible et relativement stable). Il y a donc enrichissement en matière organique dans la vague de flot; mais cet enrichissement n'est pas, on l'a vu, de nature phytoplanctonique au début; il le devient après, soit 3 minutes environ après le passage de la vague de flot.

3) - De même, en mars, l'enrichissement en phytoplancton est souligné par le fait qu'il est assez actif (50% de phéopigments) et donc qu'il correspond à une production primaire importante, déjà apparue dans les eaux marines prélevées au début de la campagne de mars.

En avril, c'est l'inverse: la masse algale est principalement dégradée et elle participe peu à la composition de la matière organique contenue dans l'eau de flot, bien que le COP/MES important souligne l'enrichissement en matière organique (autre que le phytoplancton) du flot sur l'estran.

- Le carbone organique dissous (COD) (tableau n° 10)

Comme le COP, le COD atteint des valeurs de concentration beaucoup plus élevées pendant la première demi-heure qui suit le flot que celles mesurées dans les eaux de pleine mer au large (aux environs de 3 à 4 mg/l contre 1 à 2 mg/l).

A toutes les stations, sauf 2, les teneurs ont diminué avec la montée du flot. Au Vivier, les plus fortes concentrations (7 mg/l) sont apparues trois minutes après la vague de flot; à Tombelaine, elles étaient légèrement plus fortes deux minutes après la vague de flot. Mais, à cette dernière station, s'observent en fait, d'abord un reflux chargé d'eaux douces et d'eaux de relargage de la slikke pendant, les dix premières minutes précédant l'arrivée du flot véritablement marin.

Tableau n° 10 : Le carbone organique dissous (COD) et le carbone organique total (COT) dans les vagues de flot, par station. Teneurs exprimées en mg.l⁻¹

	arrivée in flot		- 2'		+ 3/4'		+ 5/6'		+ 8/10'		+ 13/15'		+ 20/30'		Pleine mer				
															surface		profondeur		
	COD	COT	COD	COT	COD	COT	COD	COT	COD	COT	COD	COT	COD	COT	COD	COT	COD	COT	
<u>Genêts</u>																			
mars	3,1	11,2	3,0	31,5	-	-	3,2	57,3	2,3	22,1	2,5	17,4	2,4	21,6	2,3	3,0	3,0	4,1	
juillet	3,0	69,3	2,8	61,6	2,0	39,7	1,5	53,3	3,5	21,5	2,2	23,3	2,8	12,4	1,1	1,3	1,0	1,2	
<u>Vivier</u>																			
mars	5,2	61,1	-	-	7,0	47,5	-	-	4,1	27,2	4,5	29,2	1,8	5,2	2,3	3,0	3,0	4,1	
juillet	-	-	-	-	4,4	53,2	-	-	-	-	1,8	2,2	2,1	3,3	1,1	1,3	1,0	1,2	
<u>Polders</u>																			
mars	3,6	22,7	3,6	40,2	3,1	75,7	1,6	73,0	2,1	41,7	-	-	-	-	2,3	3,0	3,0	4,1	
avril	-	-	1,8	183,3	3,0	40,4	1,8	41,5	1,6	60,0	2,7	61,0	1,8	13,4	-	-	-	-	
juillet	6,4	35,9	3,4	24,8	2,4	34,2	1,8	27,1	2,5	11,9	1,9	9,1	1,7	7,8	1,1	1,3	1,0	1,2	
<u>Tombelaine</u>																			
juillet	2,3	317,3	3,0	62,9	2,6	27,3	2,4	12,5	3,0	28,5	2,3	30,5	1,2	52,5	1,1	1,3	1,0	1,2	

(La ligne brisée indique les teneurs en COD similaires à celles obtenues à l'heure de pleine mer, au large.)

3. Conclusions

La vague de flot représente à l'échelle journalière et de la baie un phénomène important et d'assez longue durée puisque l'eau de flot ne retrouve ses caractéristiques typiquement marines que plus d'une demi-heure après le passage de la vague.

Les caractéristiques de la vague de flot sont nettes. Et leurs variations sont à mettre en rapport avec des apports différents d'eaux, de sédiments, ou de matière organique, que la vague repousse devant elle, reprend dans son mouvement (effet de frottement sur le fond) ou remet en suspension à divers moments, en fonction des modalités de son passage.

- teneur en chlorures : alors que la vague arrive déjà dessalée, le second échantillon l'est toujours encore moins. La remontée se produit après 4 ou 5' de flot, et se poursuit pendant 10' à parfois 30' avant que le flot ne présente une salinité comparable à celle de l'eau de mer.
- le pH : de bas dans la vague, il remonte immédiatement, puis baisse pour se stabiliser rapidement à des teneurs "marines".
- l'oxygène dissous : la vague de flot présente toujours des valeurs très faibles (sous-saturation en O₂), notamment en mars et à polder Bertrand en septembre. Une remontée suit toujours la vague de flot peu après son passage.
- les MES : un pic s'observe dans la vague de flot ou bien peu après son passage. Parfois, un deuxième pic apparaît à + 4'/6'. L'importance de ce pic semble fonction des coefficients (sauf à polder Bertrand), des stations (les stations de "haut-estran" : Polders, et polder Foucault, sont les plus riches), des saisons et/ou des variations climatiques.
- silice dissoute : la vague de flot en détient beaucoup et la baisse des concentrations est plus ou moins longue et plus ou moins tardive tout au long du flot, sans arriver, trente minutes après le passage de la vague, à la très grande dilution observée dans l'eau de mer du large.
- ammoniacque : son comportement est le même que celui de la silice dissoute, mais la concentration est moins forte et la dilution intervient plus rapidement, notamment en juillet et au polder Foucault en septembre.
- pigments chlorophylliens : la vague en contient les teneurs maxima observées pendant le flot, et ces totaux ont été plus élevés en avril/juillet qu'en mars. La production primaire était plus sensible dans le phytoplancton de septembre (surtout au polder Bertrand), puis en mars; en juillet, et surtout en avril, les pigments étaient, en moyenne, beaucoup plus dégradés.
- le COP : la vague est la plus riche en COP en valeur absolue (la concentration peut y dépasser 300 mg/l). Le rapport COP/MES, après avoir été très élevé (jusqu'à 5%), ne devient identique à celui observé en eau de pleine mer (1 à 2,5%) qu'une demi-heure environ après le passage de la vague.
L'enrichissement des eaux de flot se produit par phases successives; il s'agit d'abord d'une matière organique, vivante ou dégradée, autre que du phytoplancton, qui côtoie en outre une grosse quantité de matière minérale; puis survient un apport en phytoplancton d'abord très actif, ensuite plus dégradé, puis, à nouveau un apport algal actif, plus lent et étalé sur une plus longue durée, probablement d'origine marine.
La proportion de la biomasse algale dans le COP en suspension dans le flot augmente après le passage de la vague et les 5 à 10 premières minutes, pour dominer ensuite la matière organique dans l'eau. Cette masse algale tardive

est assez active dans l'ensemble et correspond, soit à un apport "marin", soit à une production primaire antérieure ou immédiatement consécutive à la vague de flot.

II - LES EAUX DE JUSANT ET LES EAUX DE SURFACE DE LA SLIKKE

Il est difficile de séparer ces données car elles sont liées par un processus d'évolution dans le temps qui permet de mieux caractériser les eaux de surface par rapport aux eaux de jusant, tout en aboutissant à une définition des caractéristiques de l'eau stagnant sur, ou hydratant la slikke, juste avant que n'arrive la vague de flot qui balayera tout, et dont les caractéristiques reflèteront, toutes ensemble, ou successivement, celles des différents apports (internes et externes à la baie) qu'elle reçoit.

1. LES EAUX DE JUSANT

1.1. Caractères physico-chimiques (figures n° 21 et 22)

La température est assez stable jusqu'à ce que la mer se retire. Dès qu'il ne reste plus qu'une faible tranche d'eau sur la slikke, ou bien dès que l'eau de jusant se concentre dans un chenal, la température des eaux augmente.

La résistivité (représentant la salinité) est elle aussi assez stable. Cependant, elle augmente aussi dans les eaux drainant la slikke après l'émergence, autant en mars (Vivier) qu'en avril (Polders) ou en juillet (sauf à Tombelaine où la baisse de salinité, due à l'apport en eaux douces par le chenal Sée/Sélune, se fait sentir dès l'émergence de la slikke).

Le pH est le plus bas au Vivier (7,7 en mars; 7,8 en juillet), où il accuse même une baisse peu avant l'émergence (7,5 en mars à PM +2h30 et +3h30). Généralement, les pH de mars sont similaires à ceux de juillet (7,9 à 8,25), tout en restant inférieurs à ceux observés au large (8,2 à 8,5). Une légère baisse (-0,1 à 0,2) s'observe en mars et en septembre, peu avant l'émergence; en juillet, c'est une légère hausse (+0,2 à +0,3) qui est plus sensible avant que la baisse ne se produise lors de l'émergence. Cette baisse s'accroît à Tombelaine, provoquée par le mélange avec des eaux douces d'origine continentale à pH plus bas que celui de l'eau de mer.

La teneur en oxygène dissous est très variable. Le taux de saturation, de voisin ou inférieur aux taux observés dans les eaux du large pendant la pleine mer du matin (notamment en mars et en avril), augmente ensuite, puis chute vers l'heure d'émergence, puis se redresse dans les eaux drainées sur la slikke après émergence. Les exceptions à ce schéma sont :

- les Polders au mois d'avril (les eaux du chenal de criche sont nettement sous-saturées en O₂ pendant l'émergence : 95% puis 85%)
- les eaux de l'estuaire à Tombelaine à marée descendante (chute de 15%, bien que les eaux restent bien oxygénées).

Figure n° 20 : Les caractéristiques physico-chimiques des eaux de jusan en hiver

■ aux Polders en mars et □ en avril,
● à Genêts en mars
▲ au Vivier en mars

(référence "marine" en Pleine mer de surface * et de profondeur ☆)

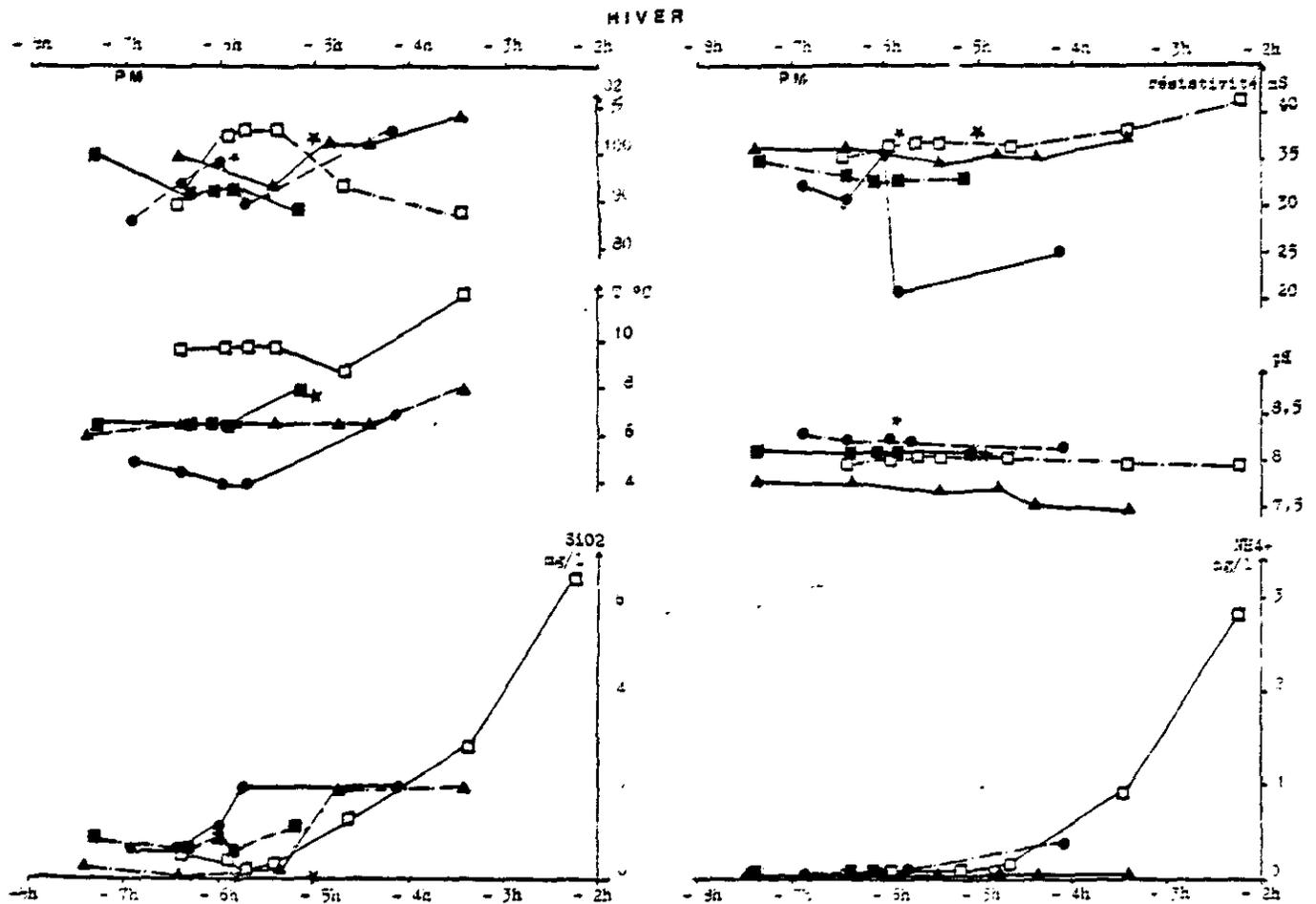
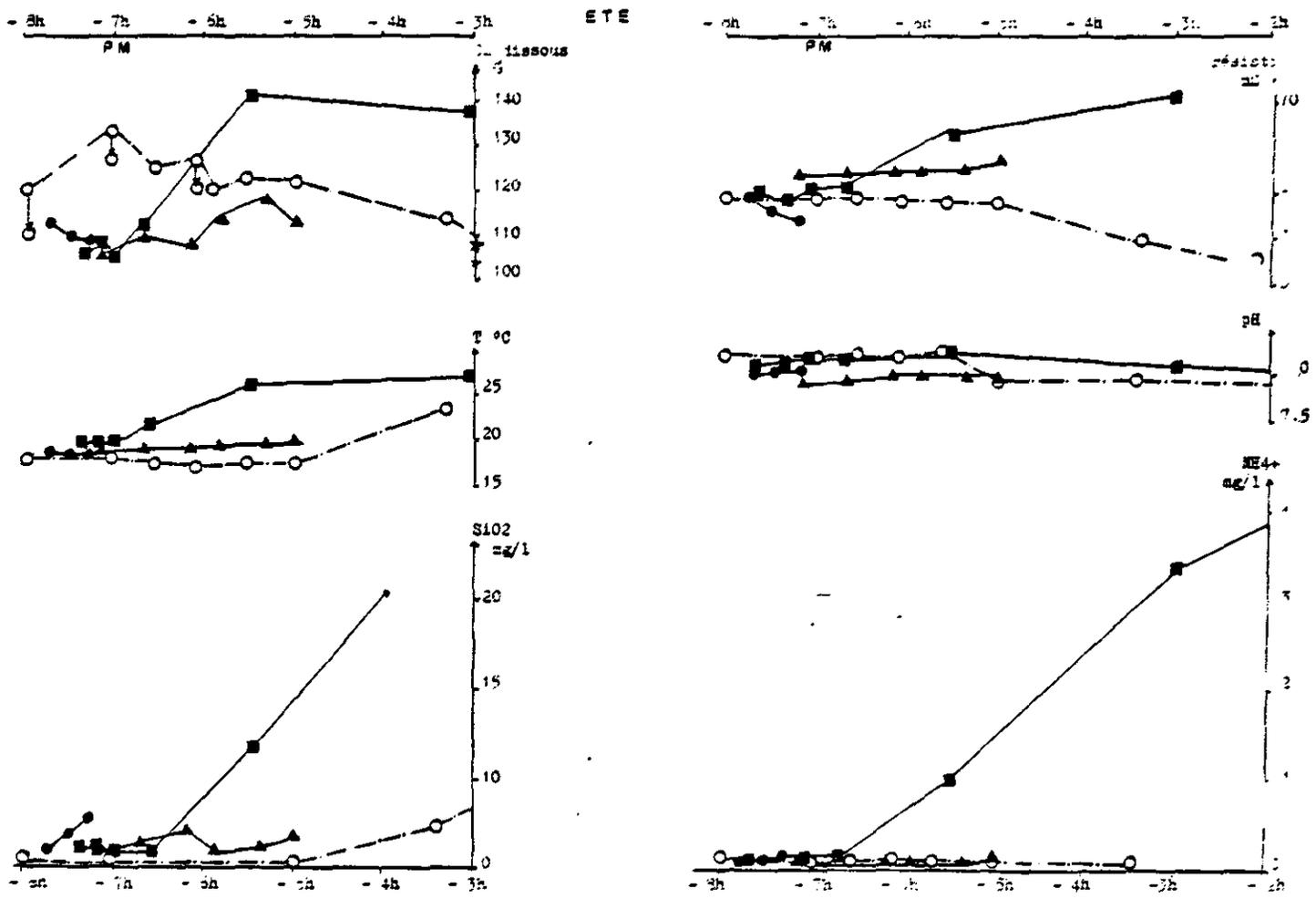


Figure n° 21: Les caractéristiques physico-chimiques des eaux de jusant en été (juillet)

- aux Polders
- à Genêts
- ▲ au Vivier
- à Tombelaine en surface
- en profondeur



Les M.E.S. (tableau n° 11)

Tableau n° 11 : Les matières en suspension (M.E.S.) dans les eaux de jusant, par station, en mg.l⁻¹

	Coefficient du matin	Pleine Mer		Matières en suspension (en mg.l ⁻¹)												
		Pleine Mer		PM	+2h30'	+1h	+4h30'	+2h	+2h30'	+3h1'	+3h57'	-4h				
		S	P													
<u>Genêts</u>																
mars	85	33	51	391	432	274	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
juillet	91	20	17	754	461	725	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Vivier</u>																
mars	89	33	51	85	115	-	122	150	1074	-	-	-	-	-	-	-
juillet	86	20	17	-	115	113	128	-	176	288	361	-	-	-	-	-
<u>Polders</u>																
mars	86	33	51	306	-	408	407	-	227	-	-	-	-	-	-	-
avril	92	24	27	-	235	325	237	458	326	-	168	-	-	-	-	-
juillet	89	20	17	-	305	220	284	-	266	-	-	-	-	-	116	-
<u>Tombelaine</u>																
juillet																
S (surface)	84	20		227	-	135	122	148	201	369	-	-	-	-	-	-
P (- 3,50m)		17		258	-	301	-	601	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>P. Foucault</u>	110	-	-	-	308	255	467	661	323	-	336	-	-	-	-	-
<u>P. Bertrand</u>	111	-	-	458	218	302	233	495	201	-	217	-	-	-	-	-
septembre																

(M.E.S. en Pleine Mer : S = surface et P = profondeur à - 3m)

(La ligne brisée indique approximativement le moment de l'émergence de la station lors du jusant - et du schorre aux stations de septembre).

La charge en matières en suspension des eaux sur la slikke, même pendant l'étape de haute mer, est bien plus élevée que celle mesurée dans les eaux du large.

A la faveur de l'étape, s'observe cependant une chute de la teneur des eaux en MES qui a tendance, et ce, par tout coefficient, à se prolonger jusqu'au départ de la mer avec, parfois (Vivier, Genêts en juillet, Tombelaine), une remise en suspension tardive liée au retrait de la mer (= "vague de jusant").

A polder Bertrand et polder Foucault, une remise en charge des MES s'observe nettement lors de la concentration des eaux de jusant dans les criches après émergence du schorre. Cette augmentation de charge peut durer environ 1 heure, avant que la teneur en MES ne diminue à nouveau.

La teneur en silice dissoute (figures n° 20 et 21)

Première observation, elle est nettement plus élevée en juillet qu'en mars ou avril.

Deuxième observation : pendant la pleine mer du matin, les teneurs sont identiques à celle de la pleine mer (0,2 à 0,6 mg/l). Mais, dès l'émergence, et même avant, la concentration augmente pour atteindre des valeurs très fortes, dépassant rapidement 1 mg/l en mars, ou 2 mg/l en juillet. Les valeurs les plus fortes sont celles décelées dans les eaux de jusant et de drainage de la slikke à la station Polders, notamment en avril (supérieures à 6 mg/l à PM + 4h) et en juillet (plus de 24 mg/l à PM + 5h).

En septembre, dans les eaux des polders Foucault et Bertrand, la silice dissoute conserve des teneurs plus fortes (1,1 à 1,9 mg/l minimum pendant la PM du matin) que celles observées au large (0 à 0,8 mg/l en mars, avril et juillet). De plus, la courbe se relève nettement au jusant, notamment lorsque l'eau se concentre dans les criches et que les schorres s'égouttent dans les drains (2,6 à 4,5 mg/l à polder Bertrand; 2,1 à 3,6 mg/l à polder Foucault), les teneurs allant croissant avec le temps (comme dans le chenal de haute slikke de la station Polders).

L' ammoniaque (figures 20 et 21).

L'allure des courbes de l'ammoniaque est indentique à celle des courbes de silice dissoute. Les teneurs sont faibles, voire quasiment nulles jusqu'à l'émergence. Peu avant l'émergence, les teneurs augmentent (0,4 mg/l à Genêts); ceci s'accroît dans les drains concentrant l'eau après émergence de la slikke (jusqu'à 2,8 mg/l aux Polders en avril à PM +4h; 3,4 mg/l aux Polders en juillet à PM +5h). Par contre, les eaux drainant le schorre après la PM du matin de septembre ne se sont pas enrichies en ammoniaque pendant le jusant (les teneurs varient entre 0,1 et 0,2 mg/l).

Comme pour la silice, le chenal Pj (station Polders) drainant la haute slikke au jusant et après émergence, se distingue des autres stations où, néanmoins, les mêmes tendances s'observent, plus réduites puisqu'il n'y a pas phénomène de concentration dans des drains et que l'eau de slikke n'a pas été prélevée dans des chenaux après émergence, comme aux Polders.

A Tombelaine, tant les teneurs en silice que les teneurs en ammoniaque augmentent avec le retrait de la mer; mais ce dernier s'effectuant plus tard (station de zone intertidale moyenne), l'effet de l'émergence se fait sentir avec retard par rapport à celui observé à la station Polders.

1.2. Les pigments chlorophylliens (figures n° 22 à 24)

Sauf en mars, les valeurs de pigments totaux (figures n°22 et 23) ne sont pas comparables entre d'une part, les eaux envoyant la haute slikke pendant la pleine mer et le début du jusant, et d'autre part, les eaux du large prélevées aux "points marins".

Dans tous les cas, la masse algale de l'eau de mer s'accroît lors de son passage sur la slikke (cf. chapitre sur les eaux de flot), à tel point que de fortes valeurs s'observent encore pendant l'étale de PM (du matin en l'occurrence). Ces teneurs diminuent doucement au long du jusant : ce phénomène est très bien illustré par les résultats des analyses de septembre, où l'étale de PM joue l'office de charnière (à l'inverse des autres campagnes, où c'est l'émergence et la basse mer qui jouent ce rôle).

S'observe également une augmentation de la charge en pigments totaux peu avant le retrait de la mer. Celle-ci est liée à une tardive remise en suspension des sédiments, qui serait le fait d'une "vague de jusant" (notamment au Vivier et aux Polders). Cette remise en suspension concerne davantage les pigments dégradés que les pigments actifs.

En mars (tableau n° 12), période de bloom phytoplanctonique, les pigments chlorophylliens représentent une bonne part de la matière en suspension (notamment au large), mais cette part diminue vers la fin du jusant. Par ailleurs, on observe une certaine activité planctonique au début du jusant, qui se traduit par une baisse du pourcentage des phéopigments (figure n°24); cette activité s'interrompt avant le retrait des eaux et l'émergence, comme le montre l'accentuation de la dégradation des pigments. Cette dégradation est directement liée avec la remise en suspension des sédiments, plus riches, à cet instant, en pigments dégradés qu'en masse algale active.

Figure n° 22: Les pigments chlorophylliens dans les eaux de jusant en hiver

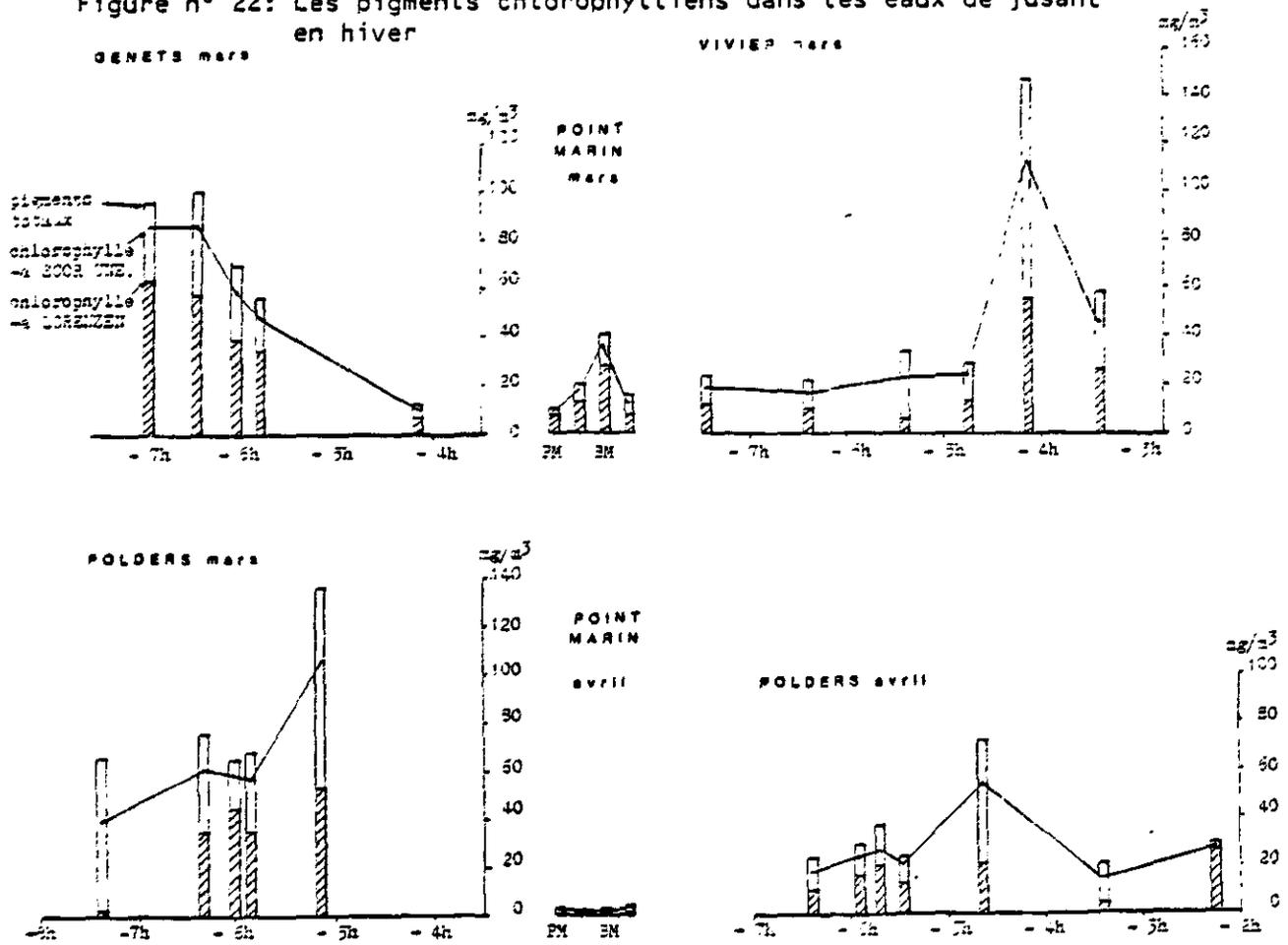


Figure n° 23: Les pigments chlorophylliens dans les eaux de jusant, en été

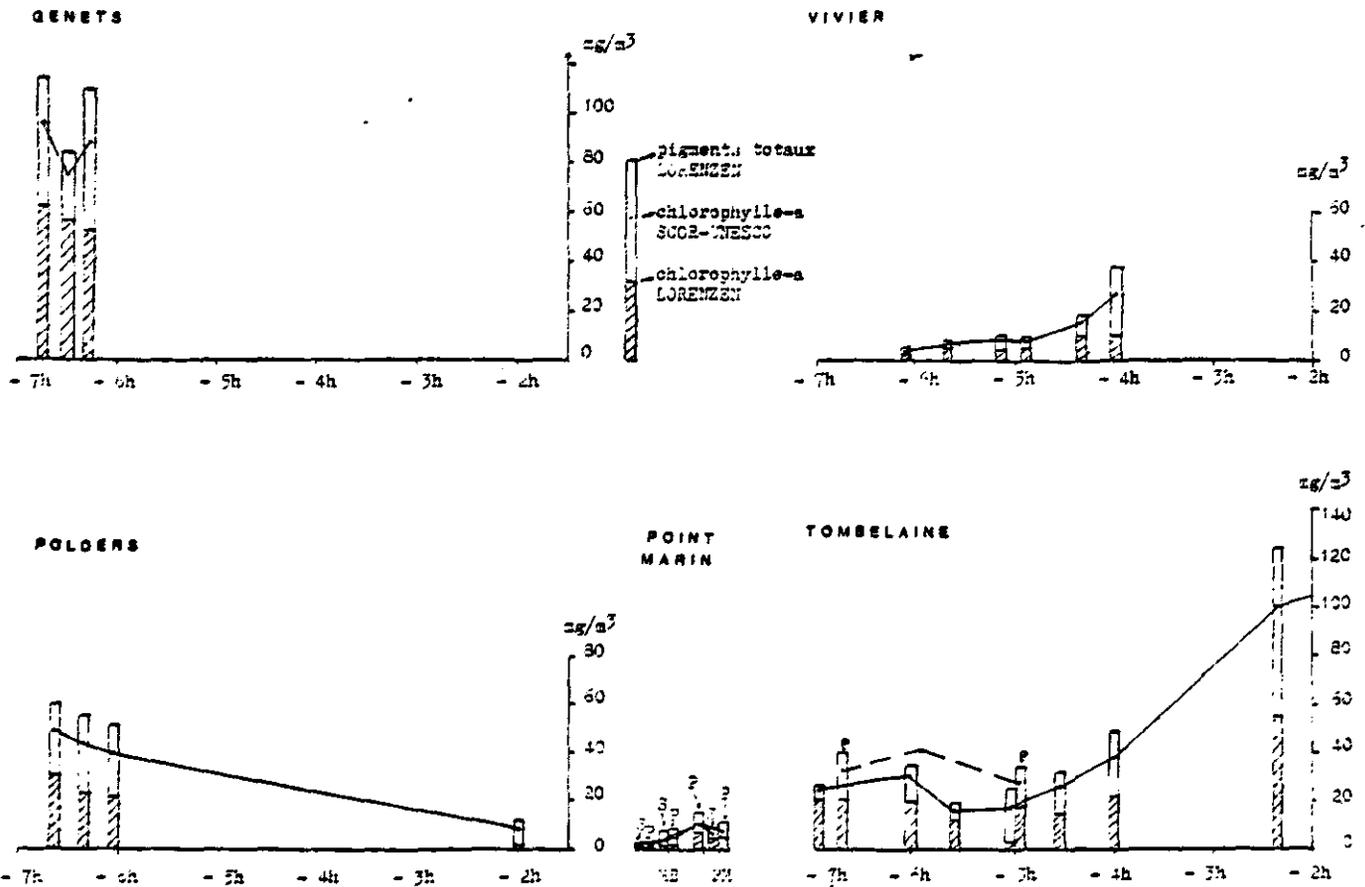
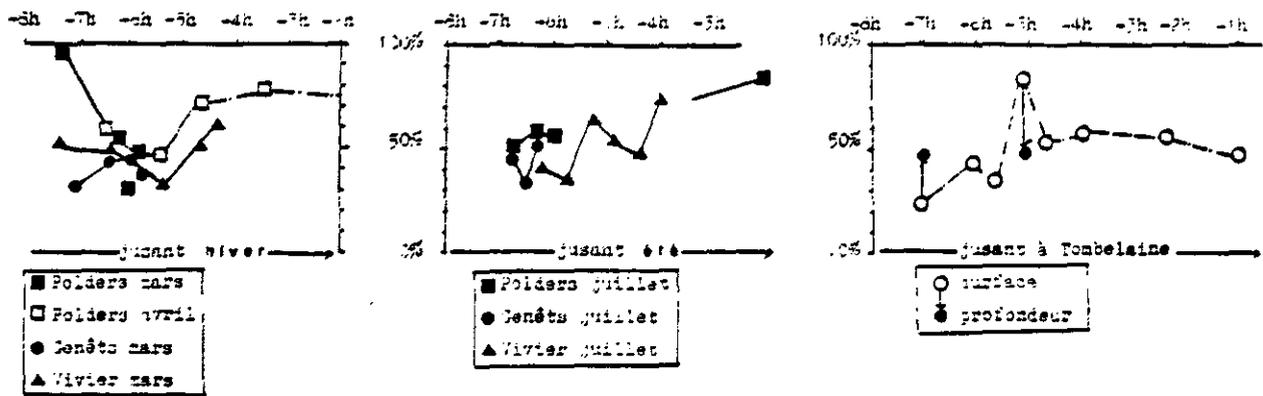


Tableau n° 12 : Les pigments chlorophylliens (LORENZEN) dans les additifs en suspension dans les eaux de jusant, par station,

	Pleins		Mer		+ 0h 30		+ 1h		+ 1h 30		+ 2h		+ 2h 30		+ 3h		+ 3h 30		+ 4h	
	pigments totaux mg/m ³	phéo- pigments %																		
<u>Genêts</u>																				
mars	90,9	54	101	43	70	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
juillet	-	-	114	45	84	34	109	52	-	-	-	-	12	43	-	-	-	-	-	-
<u>Vivier</u>																				
mars	25	50,6	21	49	-	-	34	29,6	28,7	50,9	145,4	62,4	-	-	-	-	-	-	-	-
juillet	-	-	4	42,2	8	32	11	63	-	-	10	55,2	18	47	37	73	-	-	-	-
<u>Foldera</u>																				
mars	61	91	-	-	78	55,2	65	50,4	-	-	126	65,7	-	-	-	-	-	-	-	-
avril	-	-	23	57,4	28	45,2	24	40,1	73	70,7	21	77,2	-	-	-	-	-	-	-	-
juillet	-	-	59	48,7	55	58,5	65	53,8	-	-	30	66,7	-	-	29	7	-	-	12	34,2
<u>Toulaine</u>																				
juillet	27	21	-	-	35	44	19	34	26	83	33	53	49	57	-	-	-	-	-	-
P	40	40	-	-	50	50	-	-	35	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>E. F. Guault</u>																				
septembre	-	-	56	33	56	29	79	34	91	38	61	30	-	-	50	24	-	-	-	-
<u>L. Bertrand</u>																				
septembre	86	66	41	30	45	31	45	31	61	41	37	31	-	-	33	55	-	-	-	-

Figure n° 24 : Le pourcentage des phéopigments dans les eaux de jusant en hiver et en été



1.3. Le carbone organique particulaire (tableau n° 13) (figures n° 25 à 28)

Tableau n° 13 : Le carbone organique particulaire (COP) dans les eaux de jusant, par station

	Plaine mer		+ 3h 30		+ 1h		+ 1h 30		+ 2h		+ 2h 30		- 7h		- 3h 30		- 4h	
	COP	/MES	COP	/MES	COP	/MES	COP	/MES	COP	/MES	COP	/MES	COP	/MES	COP	/MES	COP	/MES
<u>Janéts</u>																		
mars	7,1	1,8	16,8	3,9	7,3	2,7	3,4	2,2	-	-	-	-	1,0	1,8	-	-	-	-
juillet	-	-	7,8	1,05	3,6	2,1	15,8	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Sivier</u>																		
mars	1,5	1,7	1,5	1,3	-	-	1,6	1,3	2,2	1,5	2,8	2,6	-	-	-	-	-	-
juillet	-	-	0,8	0,7	1,0	0,9	1,1	0,8	-	-	1,2	0,9	2,2	1,0	3,4	1,7	-	-
<u>Poldiers</u>																		
mars /	5,4	1,8	-	-	8,1	2,0	6,7	1,7	-	-	5,3	1,8	-	-	-	-	-	-
avril	-	-	3,1	1,3	7,4	2,3	3,1	1,0	7,7	4,9	11,6	1,8	-	-	3,2	1,3	-	-
juillet	-	-	1,1	3,7	-	-	-	-	-	-	2,9	1,1	-	-	-	-	2,7	1,1
<u>Tombelaine</u>																		
juillet 3	2,9	1,3	-	-	2,4	1,8	1,6	1,3	3,2	2,2	3,4	2,2	3,4	2,0	4,1	1,1	-	-
7	3,1	1,2	-	-	4,1	1,4	-	-	5,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>P. Foucault</u>	7,0	2,3	4,5	1,5	3,0	1,2	5,3	1,1	14,7	2,2	4,1	1,7	-	-	4,1	1,2	-	-
<u>P. Bertrand</u>	7,1	1,6	3,2	1,5	3,9	1,3	4,9	2,1	8,0	1,6	2,1	1,0	-	-	2,8	1,3	-	-
septembre																		

(Les teneurs en COP sont données en $mg.l^{-1}$; le /MES correspond au pourcentage du COP dans les MES)

Les eaux en haut de l'estran, qu'il s'agisse du jusant ou du flot, sont toujours considérablement plus riches en COP que les eaux du large entrant en baie (de 1,5 mg/l environ à 28 mg/l contre 0,2 à 1,1 mg/l).

Cependant, relativement aux MES, le COP est comparable à celui de la haute mer, ce qui veut dire que les eaux de jusant sont plus chargées en MES et que cette charge contient, proportionnellement, autant de matière organique que l'eau du large. Mais, les MES étant plus abondantes dans les eaux couvrant la slikke, le COP l'est donc aussi. L'enrichissement en COP des eaux de mer sur la slikke passe donc par l'enrichissement en MES et donc par la remise en suspension de la matière organique mêlée aux sédiments.

A noter que :

- au large, les eaux de surface sont, en quantité absolue, comme en /MES, moins riches en COP que les eaux de profondeur.
- à Tombelaine, les eaux de profondeur sont plus riches en COP parce que plus chargées en MES; en profondeur, les eaux s'enrichissent en matière minérale prélevées sur le fond par les courants de marée; cette matière minérale en excès inverse les rapports COP/MES au profit des eaux de surface.

Figure n° 25: Le rapport COP/MES dans les eaux de jusant en hiver et en été

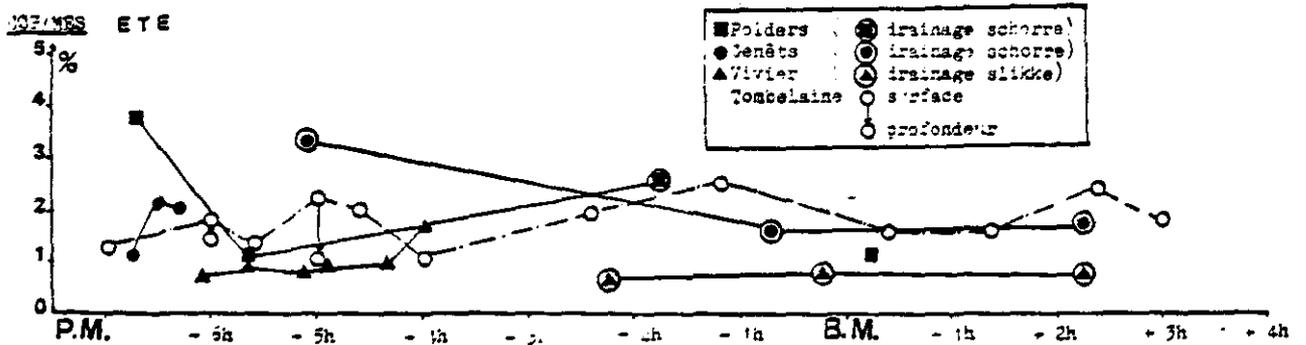
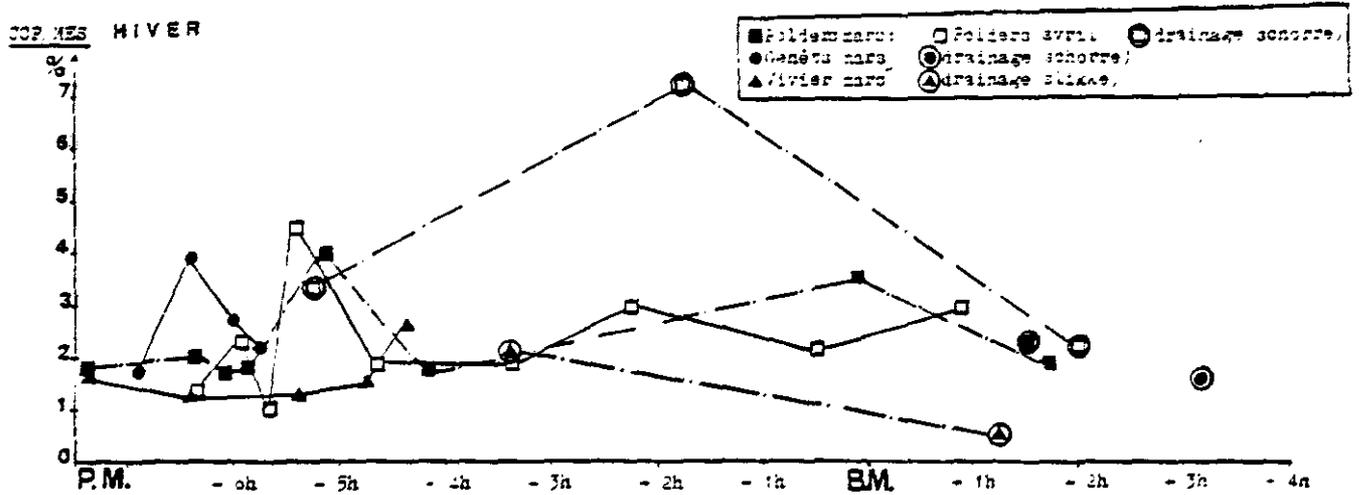


Figure n°26 : Le rapport COP/pigments totaux dans les eaux de jusant.
 Campagne d'hiver ■ Polder mars (drainage schorre)
 ● Genêts mars
 ▲ Vivier mars
 □ Polder avril (drainage schorre)

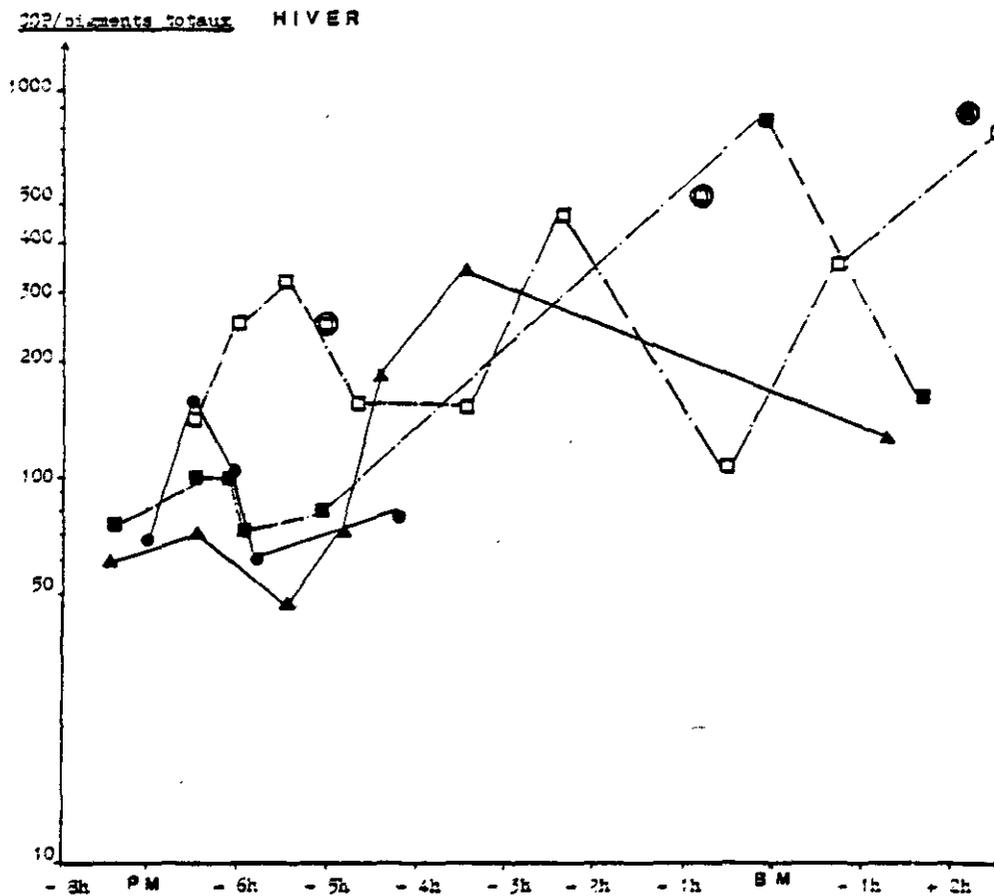


Figure n°27 : Le rapport COP/pigments totaux dans les eaux de jusant en été

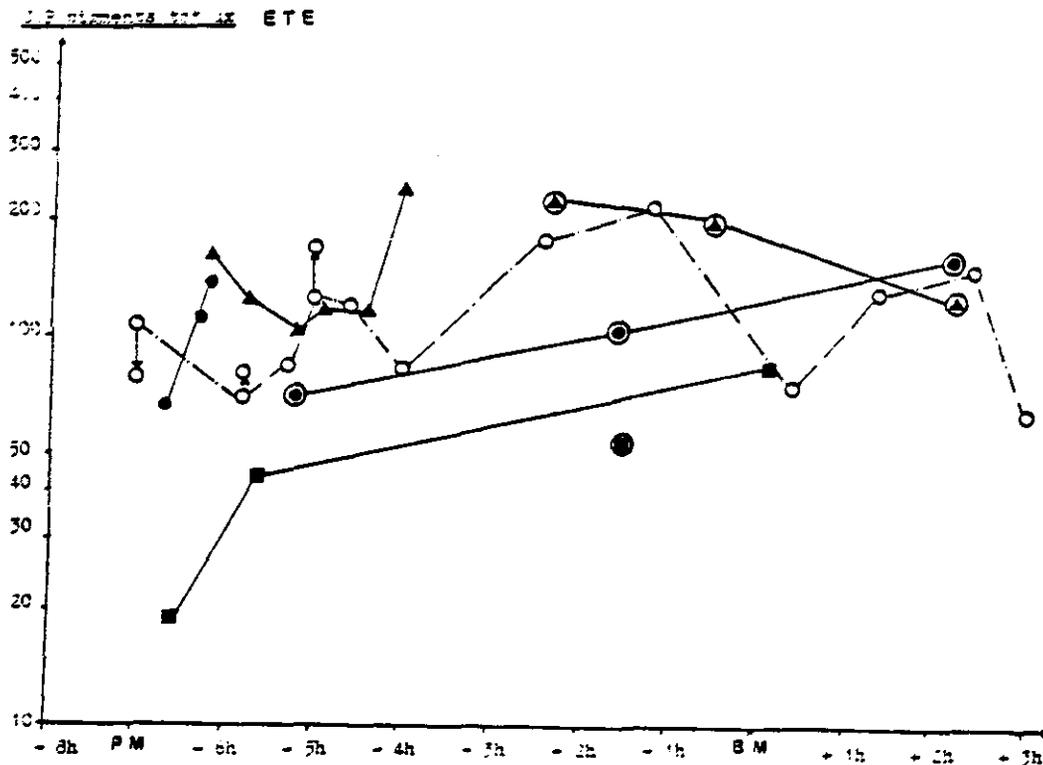
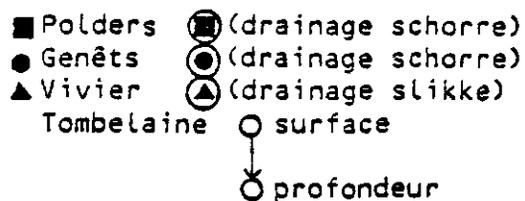
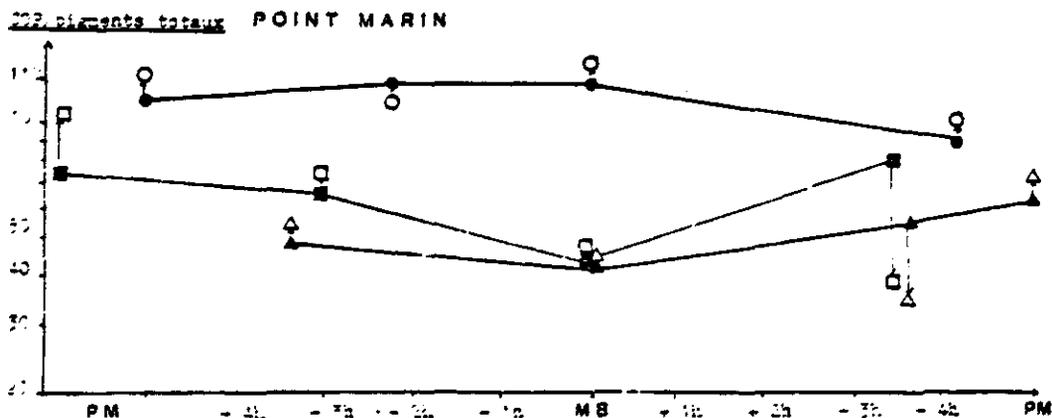


Figure n°28: Le rapport COP/pigments totaux dans les eaux du large (au points marins) en mars, avril, juillet en surface et profondeur



COP/pigments totaux (figures n° 26 à 28)

La masse algale contenue dans la matière organique en suspension dans les eaux de jusant est forte pendant la pleine mer, et jusqu'à l'émergence (sauf aux Polders en avril). Elle est encore plus présente en juillet qu'en mars (rapports = 20 à 70 en juillet; 60 à 100 en mars).

Or, contrairement à ce qui s'observe à l'entrée de la baie où le phytoplancton (actif surtout en mars) compose la plus grande partie du COP (en avril, le phytoplancton très dégradé tient une moindre place qu'en mars et en juillet), le phytoplancton tient une place de moins en moins prépondérante dans la matière organique au fur et à mesure que le jusant s'écoule en ramassant une matière organique dégradée qui ne comporte que peu d'algues actives.

Nous avons déjà vu que le phytoplancton se réactive un moment après la PM, en fonction peut-être d'apports nutritifs liés aux courants; mais il ne tarde pas à être de nouveau dégradé à l'approche de l'émergence, dégradation qui s'accroît ensuite dans un milieu de plus en plus pauvre en masse algale.

1.4. Le carbone organique dissous (tableau n°14)

Dans les eaux de jusant s'observe une plus forte concentration en COD peu avant l'émergence. A pleine mer, les valeurs de COD sont encore identiques à celles observées au large (1,0 à 2,4 mg/l). Mais, une demi-heure ou 1 heure avant le retrait de la mer, une augmentation de la teneur en COD a lieu jusqu'à 4 mg/l aux Polders (avril) ou 4,8 mg/l à Genêts. Cette augmentation reste autrement légère, mais perceptible aux autres stations (de + 0,3 mg/l à 0,8 mg/l).

Tableau n° 14 : Le carbone organique dissous (COD) et le carbone organique particulaire (COT) dans les eaux de jusant, par station. Les teneurs sont exprimées en mg/l.

	PM		- 3h30		+ 1h		+ 1h30		- 2h		- 2h30		- 3h		- 3h30	
	COD	COT	COD	COT	COD	COT	COD	COT	COD	COT	COD	COT	COD	COT	COD	COT
<u>Genêts</u>																
mars	2,4	9,4	4,8	21,5	2,2	3,5	-	-	-	-	-	-	3,1	11,2	-	-
juillet	2,0	9,9	2,3	11,9	1,9	17,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Vivier</u>																
mars	1,8	3,5	-	-	1,7	3,2	-	-	-	-	2,3	3,9	1,8	30,2	-	-
juillet	-	-	-	-	1,7	2,7	1,6	2,7	1,5	4,0	2,4	11,8	-	-	-	-
<u>Polders</u>																
mars	1,0	5,4	-	-	-	-	1,5	8,4	1,2	2,0	-	-	-	-	-	-
avril	-	-	4,0	7,1	2,0	5,1	-	-	3,0	14,0	3,2	6,4	-	-	4,2	18,4
juillet	1,6	2,7	-	-	4,0	5,9	-	-	-	-	-	-	-	-	5,6	-
<u>Tombe-aix</u>																
juillet S	-	-	1,9	4,3	1,8	3,4	1,1	4,3	2,0	6,0	2,3	6,4	-	-	-	-
P	1,7	4,8	-	-	-	-	1,2	7,2	-	-	-	-	-	-	-	-

(La ligne brisée indique l'heure approximative de l'émergence de la station pendant le jusant).

2. LES EAUX DE DRAINAGE DE LA HAUTE SLIKKE ET DES SCHORRES APRES L'EMERSION

Deux types de chenaux concentrant le drainage de l'estran pendant l'émerision ont été échantillonnés :

- le drainage de la haute-slikke : aux Polders en avril et en juillet (Pj); au Vivier en mars (VS1 et 2) et en juillet (VS1 à 3); à Tombelaine en juillet (MTj).
- le drainage du schorre : aux Polders en avril et en juillet (P2j); à Genêts en mars et en juillet (G2j). S'y ajoutent les criches de polder Bertrand (B) et de polder Foucault (F) en septembre, particulièrement après l'émerision du schorre (entre 1h et 1h30 après l'étalement de PM).

2.1. Caractéristiques physico-chimiques (figure n° 29)

Tableau n° 13 : La teneur en chlorures (Cl⁻), exprimée en g.l⁻¹, dans les eaux de drainage de la haute slikke et du schorre, après émerision. Par station.

	>5h	- 5h	- 6h	- 7h	- 2h	- 1h	EM	+ 1h	+ 2h	+ 7h	vaque de clor	plais
HAUTE-SLIKKE												
Polders												
mars	19,1	17,0	-	-	-	-	9,5	-	11,6	-	14,6	oui
avril	15,8	15,3	15,8	16,2	18,4	18,7	-	18,2	18,0	-	15,8/15,1	non
juillet	18,0	18,0	19,8	-	21,3	-	22,1	-	21,7	-	19,8	non
Vivier												
mars	-	19,8	17,3	20,8	-	-	-	22,2	-	-	14,0	non
juillet	-	-	19,3	-	21,8	-	25,0	-	25,7	-	20,2	non
Tombelaine												
juillet	17,0	16,9	16,9	-	15,4	12,1	10,2	7,1	5,1	5,3	15,4	non
SCHORRE												
Polders												
mars	19,1	-	-	-	-	-	-	13,5	-	-	14,6	oui
avril	15,8	15,4	-	-	-	16,4	-	-	18,2	-	15,9/15,1	non
juillet	18,0	-	18,7	-	-	19,1	-	19,1	20,6	-	19,8	non
Genêts												
mars	10,0	-	12,2	-	-	-	-	-	-	10,8	2,3	oui
juillet	17,1	13,2	-	-	-	-	15,5	-	15,3	-	15,4	non
P. Foucault												
septembre	18,5	19,5	19,8	19,5	-	-	-	-	-	-	19,0	non
P. Bertrand												
septembre	18,7	19,2	19,2	-	-	-	-	-	-	-	17,8	non

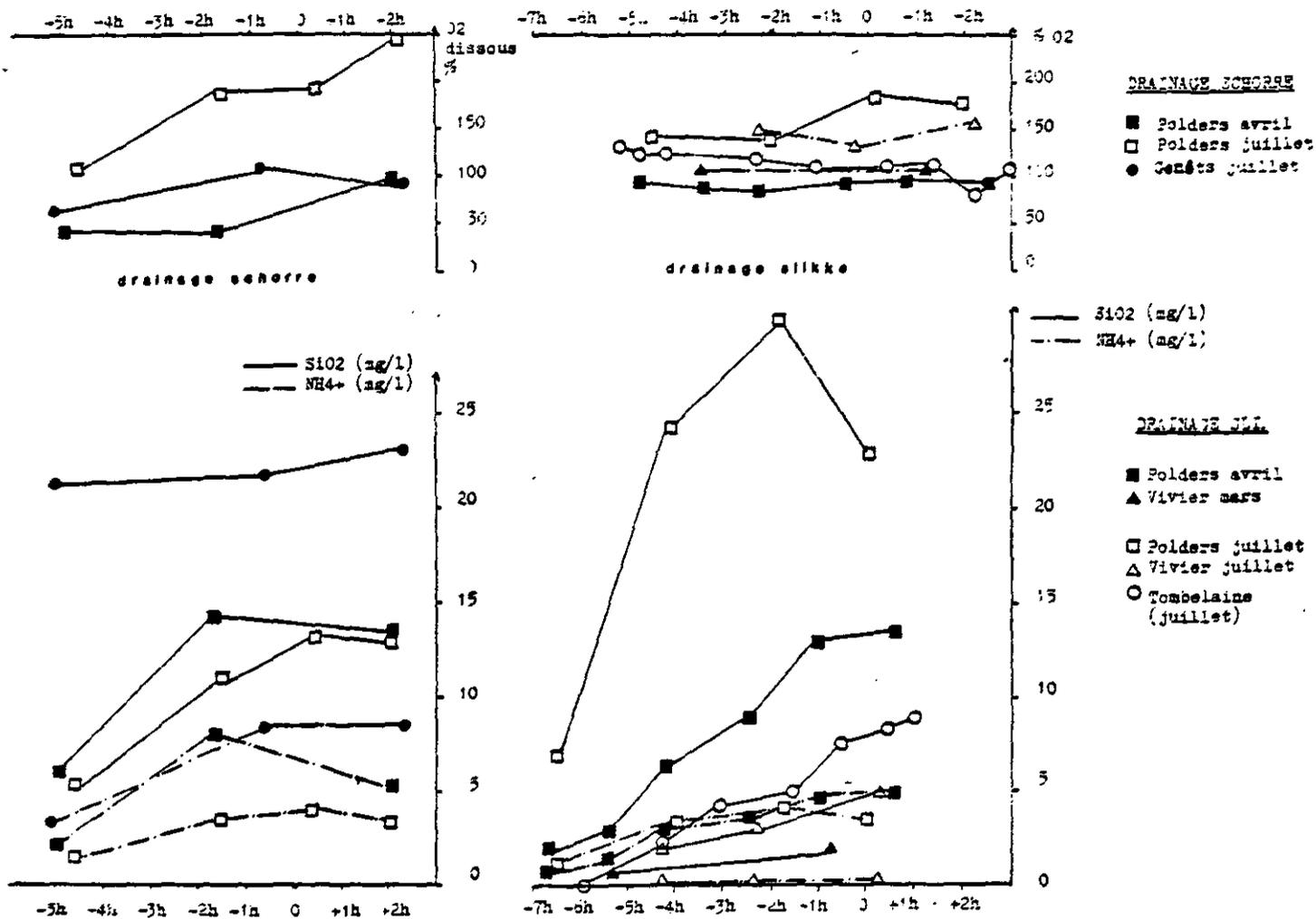
(La ligne brisée indique approximativement le moment de l'émerision de la station lors du jusant. Dans le cas des Polders Bertrand et Foucault, il s'agit de l'émerision du schorre à laquelle correspond la concentration des eaux dans la criche).

La salinité (tableau n° 15) augmente dans les eaux de drainage de la haute-slikke et du schorre :

- en mars au Vivier (slikke) Cl⁻ : +3,1 g/l en 5 heures;
- en avril aux Polders . Cl⁻ : +2,4 g/l en 6h (slikke) et +2,6 g/l en 7h (schorre);
- en juillet aux Polders . Cl⁻ : +3,7 g/l en 7h (slikke) et +2,6 g/l en 7h (schorre). Au Vivier (slikke) . Cl⁻ : +9 g/l en 6h. A Genêts (schorre) . Cl⁻ : +2,1 g/l en 7h. A Tombelaine : chute des chlorures de 11 g/l en 7h à cause des apports d'eaux douces qui dominent de plus en plus jusqu'à l'arrivée du flot.

L'augmentation semble plus forte en été qu'en hiver; elle dépend essentiellement de l'intensité de l'ensoleillement et de la température au sol

Figure n°29 : Les caractéristiques physico-chimiques des eaux de drainage du schorre et de la haute-slikke, en hiver et en été



qui provoquent l'évaporation de l'eau de surface et la concentration en sels de l'eau restante.

Cependant, la vague de flot étant généralement "dessalée" par rapport à l'eau de mer (eau du large ou de PM), dessalement accentué 2' après la vague, on peut penser alors que la première "eau" à arriver avec le flot sur la haute slikke ne représente pas, au moins en partie, celle des chenaux diurnes refoulée par la vague. Il faudra chercher ailleurs sur l'estran l'origine de cette eau dessalée dans un stock d'eaux appauvries en chlorures qui seraient celles qui dominent la vague de flot (pendant les deux à trois premières minutes).

Le pH (tableau n° 16)

Sur l'estran, tant dans les eaux drainant la haute-slikke que dans celles drainant le schorre, le pH a tendance à descendre (-0,2 à 0,5) après l'émergence (c'est surtout très net dans les criches de schorre); puis, il remonte à partir d'une période se situant vers l'heure de la marée basse (+0,04 à +0,25).

Tableau n° 16 : Le pH des eaux de drainage de la haute slikke et du schorre, après émergence, par station

	> 5h	- 5h	- 4h	- 3h	- 2h	- 1h	PM	+ 1h	+ 2h	- 3h	vague de flot
HAUTE-SLIKKE											
Polders											
mars	8,11	8,09	-	-	-	7,95	-	-	7,97	-	7,95
avril	8,01	-	8,0	7,92	7,94	-	8,00	-	7,96	-	7,87
juillet	8,13	-	8,25	-	8,11	-	8,05	-	8,10	-	8,14
Vivier											
mars		7,53	-	7,49	-	-	-	8,22	-	-	7,76
juillet		-	7,98	-	8,48	-	8,77	-	8,63	-	7,95
Tombelaine											
juillet		8,25	7,97	-	7,96	7,96	8,13	8,16	8,13	8,21	7,84
SCHORRE											
Polders											
mars	8,11	-	-	-	-	-	-	7,93	-	-	7,95
avril	8,01	7,98	-	-	-	-	-	7,94	8,04	-	7,87
juillet	8,18	-	7,95	-	7,9	-	7,96	-	8,00	-	8,14
Genêts											
mars	8,15	-	-	-	-	-	-	-	-	8,23	8,25
juillet	8,05	-	7,54	-	-	-	7,72	-	7,84	-	8,31
P. Foucault	7,98	7,84	7,95	-	-	-	-	-	-	-	7,92
P. Bertrand	7,95	7,85	7,78	7,74	-	-	-	-	-	-	7,84
septembre											

(La ligne brisée indique approximativement le moment de l'émergence de la station lors du jusant. Dans le cas des Polders Foucault et Bertrand, il s'agit de l'émergence du schorre sur les berges de la criche)

Le rapport entre le dernier pH mesuré l'après-midi dans les différents chenaux varie suivant les saisons et les stations (alors qu'il diminue toujours après l'émergence) :

- à Genêts, où le pH du flot est plus élevé que celui du jusant, le pH du flot est aussi plus élevé que celui des chenaux de schorre.
- aux Polders, au Vivier et à Tombelaine, dans les chenaux de haute slikke, ce sont les eaux de drainage qui ont un pH plus élevé que celui du flot.
- dans la criche de schorre aux Polders, le pH du flot est plus bas que celui du jusant, les eaux de drainage contribuant à la baisse pendant les trois saisons malgré la hausse de fin d'après-midi.

L' oxygène dissous (figure n° 29)

- Une opposition saisonnière

En avril, les eaux de drainage de la slikke et du schorre aux Polders étaient sous-saturées en O₂ dissous, sauf vers la fin de l'après-midi (40% en avril dans le schorre; 65 à 90% sur la slikke). La seule valeur mesurée en mars montre, par contre, une bonne oxygénation de la criche de schorre.

En juillet, toutes les valeurs du taux de saturation des eaux, sur slikke comme sur schorre, sont supérieures à 100%, sauf, momentanément, à Tombelaine (phénomène lié à la dynamique estuarienne du chenal à la station).

- Une opposition entre la slikke et le schorre

Les eaux drainant le schorre sont, au moins en début d'émerision, moins bien oxygénées que celles drainant la slikke.

- Une augmentation des taux de saturation, très nette aux Polders, tant sur slikke que sur schorre, beaucoup plus forte en été qu'en hiver :

de 110 à 243% dans les schorres aux Polders en juillet

de 46 à 98% dans les schorres aux Polders en avril

de 63 à 93% dans les schorres à Genêts en juillet

de 103 à 92% sur la slikke aux Polders en avril

de 105 à 104% sur la slikke au Vivier en mars

de 88 à 83% sur la slikke aux Polders en mars

de 148 à 154% sur la slikke au Vivier en juillet

de 112 à 179% sur la slikke aux Polders en juillet

de 133 à 108% sur la slikke à Tombelaine en juillet

de 115 à 127% sur les schorres en septembre (appauvrissement pendant l'été).

- L'eau drainant les schorres s'oxygénisent pendant la journée, hiver comme été, après perte d'oxygène pendant l'été de PM.

- L'eau drainant la slikke s'appauvrit légèrement en oxygène en hiver, alors qu'elle s'enrichit en O₂ dissous en été, tout comme l'eau des schorres.

- A Tombelaine, s'observe à nouveau le phénomène estuarien (bouchon vaseux avec pH élevé, salinité faible, MES fortes, et O₂ dissous en diminution : dégradation de la matière organique dans le "bouchon vaseux". cf. SALIOT & al., 1984; BILLEN & al., 1985).

Les M.E.S. (tableau n° 17)

Tableau n° 17 : Les matières en suspension (M.E.S.) dans les eaux de drainage de la haute slikke et du schorre, après émergence, par station (en mg/l).

	13h	- 3h	- 2h	- 3h	- 4h	- 12	0h	- 1h	- 2h	- 3h	- 4h	volume de jusant
HAUTE SLIKKE												
Polders												
mars	297	467	-	-	-	-	813	-	230	-	-	200
avril	296	458	626	168	472	278	-	429	-	134	-	2607
juillet	266	-	116	-	104	-	249	-	286	-	-	10830
Genêts												
mars	-	150	174	362	-	-	-	28	-	-	-	1489
juillet	-	228	364	-	280	-	217	-	109	-	-	1840
Turbelaine												
juillet	-	501	369	-	1109	1133	519	444	362	284	-	7816
SCHORRE												
Polders												
mars	-	-	-	-	-	-	-	-	123	-	-	368
avril	438	1602	-	-	434	-	-	-	421	-	-	2607
juillet	266	-	107	-	91	-	82	-	127	-	-	10830
Genêts												
mars	154	-	-	-	-	-	-	-	-	43	57	360
juillet	794	108	-	-	-	-	149	-	136	-	-	1741
P. Foucault												
septembre	303	661	336	-	-	-	-	-	-	-	-	6026
P. Bertrand												
septembre	432	495	217	-	-	-	-	-	-	-	-	331

(La ligne brisée indique approximativement le moment de l'émergence de la station lors du jusant. Dans le cas des Polders Foucault et Bertrand, elle signale l'émergence du schorre et la concentration des eaux de jusant dans la crèche de drainage).

Au début du jusant s'observe parfois dans les chenaux une remise en suspension due à certains courants de "vidange" peu avant ou peu après l'émergence. La tendance générale pendant le cours de la journée, tant sur les schorres que sur la slikke, est à une baisse de la charge en MES (sauf à Genêts), la perte portant sur le quart à la moitié de la charge environ.

La silice dissoute (SiO₂) (figure n° 29)

La teneur en silice dissoute de l'eau des chenaux de marée s'accroît rapidement dès l'émergence, culmine à mi-journée (vers l'heure de la marée basse - MB), puis continue à croître, ou stagne, ou décroît légèrement dans le cours de l'après-midi.

Lors de l'émergence, elle est notamment plus forte sur le schorre (de 5,3 à 22,5 mg/l) que sur la slikke (de 1,5 à 5,5 mg/l); mais la croissance des teneurs pendant la journée est plus forte sur la slikke que dans les chenaux du schorre (à marée basse +2h : 13,5 mg/l à 23,3 mg/l dans les chenaux de schorre; à marée basse +2h : 2 mg/l à 23 mg/l dans les chenaux de la haute slikke, suivant les stations. Ces chiffres indiquent plusieurs informations :

- les schorres produisent de la silice dissoute qui s'évacue pendant la marée descendante par l'intermédiaire des crèches;
- la haute slikke produit également, quoique plus tardivement, de la silice dissoute, dont on peut supposer qu'une partie n'est en fait qu'un relarguage de la silice contenue dans une nappe "de schorre" dont le toit s'abaisse pendant la journée au rythme de l'écoulement et de son épuisement vers le bas de l'estran.

Les stations les plus riches en silice dissoute sont :

- les criches de schorres (y compris celles des polders Bertrand et Foucault : respectivement 4,5 mg/l et 17,5 mg/l avant le flot du matin);
- le chenal de haute slikke aux Polders, tant en avril ($\text{SiO}_2 = 1,5$ à $8,5$ mg/l) qu'en juillet ($\text{SiO}_2 = 7,6$ à $22,7$ mg/l). Dans le chenal de la Sée/Sélune, les eaux s'enrichissent en SiO_2 tout au long du jusant, mais moins fortement. Au Vivier aussi, les eaux drainant la slikke s'enrichissent en SiO_2 , quoique les teneurs restent comparativement aux autres stations, relativement plus faibles. Le phénomène communication "nappe de schorre"/drain de haute-slikke est plus vraisemblable à la station Polders.

Cet enrichissement en SiO_2 des eaux de surface drainant l'estran pendant l'absence de la mer est à relier avec des observations de terrain : un tapis de diatomées "s'épanouit" à la surface de l'estran dès le départ de la mer. Cet épanouissement a été plus remarquable en été qu'en hiver. Les plus intenses recouvrements d'algues brunes et rouges se sont localisés :

- d'abord, sur les schorres des Polders et de Genêts, de polder Bertrand et de polder Foucault, à la surface des sédiments, à l'abri de la couverture végétale (surtout par les grosses chaleurs de juillet) qui maintient l'humidité au sol;
- ensuite, au fond des flaques persistant sur la slikke et au fond des chenaux de marée (notamment de celui des Polders en juillet). Ces flaques contribuent à la protection du tapis algaire dont elles favorisent la croissance. Vers la fin de l'émergence aux Polders en juillet, les revêtements algaires se sont "décollés" du fond des flaques pour flotter, en adhérence avec des sédiments, sous forme pelliculaire à la surface de l'eau.

Au Vivier, les développements algaires semblent avoir été, en mars comme en juillet, moins intense que sur les schorres de Genêts, la slikke et les schorres des Polders, les schorres de polders Bertrand et Foucault.

L' ammoniaque (figure n°29)

Son comportement est voisin de celui de la silice dissoute, les valeurs minima et maxima étant, en valeur absolue, bien plus faibles (sur les schorres : de 1,5 à 2,5 mg/l en début d'émergence; 3,5 à 8,5 mg/l en fin d'émergence).

L'augmentation des teneurs est notable, autant dans les chenaux de schorre que dans ceux de haute slikke.

Par ailleurs, sur la slikke, l'apport en ammoniaque aux eaux s'écoulant en surface a été très faible (voisin de 0,2 mg/l), sauf aux Polders (3,5 à 5 mg/l en fin d'émergence). En septembre, seule la criche de polder Foucault véhiculait de l'ammoniaque (2,6 mg/l avant l'arrivée du flot et 0,2 mg/l 2 heures après la concentration des eaux de jusant dans la criche) (0,1 mg/l dans la criche de polder Bertrand, valeur croissant jusqu'à son maximum, soit 0,4 mg/l, 11 minutes après le passage de la vague de flot. Donc un schéma complètement différent de celui observé à polder Foucault.

2.2. Les pigments chlorophylliens (tableau n°18)

Globalement, les pigments totaux décroissent au cours du jusant dans les chenaux. Une certaine recharge en pigments s'observe néanmoins vers la fin du cycle d'émerision, parfois dès l'heure de marée basse.

Les valeurs en pigments totaux sont comparables dans les différents chenaux avec, néanmoins, semble-t-il, une richesse un peu plus marquée dans les eaux de mars que dans celles de juillet.

Le rapport pigments totaux/MES montre, dans les eaux drainant le schorre, la part importante que tiennent les pigments dans les MES. Néanmoins, au cours de la journée, la part de chlorophylle-a active a tendance, après avoir augmenté en valeur absolue, comme les phéopigments, à décroître : en fin de cycle, la chlorophylle-a se dégrade (augmentation très nette des phéopigments), alors qu'en début de cycle la production primaire est notable, surtout dans les eaux drainant la haute-slikke (figure n°30).

Le cas de Tombelaine est particulier. Au cours du cycle d'émerision, le phytoplancton augmente puis diminue; mais dans le même temps, la charge en MES suit la même évolution, en plus accentuée. Les eaux du chenal Sée/Sélune se chargent donc de matières minérales à l'approche de l'heure de la marée basse, fournies par les courants de rivières, alors que la production primaire s'y maintient (% des phéopigments < 50%).

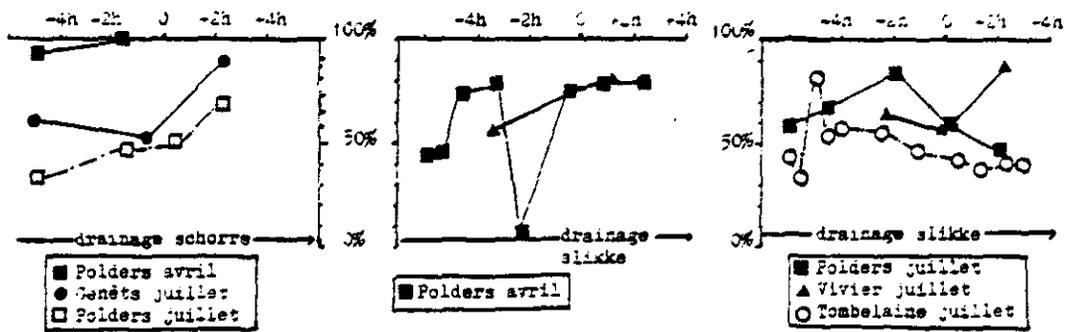
Tableau n° 18 : Les pigments chlorophylliens (LOREHESEN) dans les eaux de tirage de la haute slikke et du schorre, après émerision, par station.
Les teneurs sont exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

	> 5h	- 5h	- 4h	- 3h	- 2h	- 1h	0h	+ 1h	+ 2h	+ 3h	Valeur la plus forte
HAUTE SLIKKE											
<u>Folders</u>											
mars	18	126	-	-	-	-	34	-	27	-	36
avril	38	24	73	21	29	-	56	35	-	17	156
juillet	51	75	50	-	12	-	32	-	21	-	121
<u>Wintier</u>											
mars	29	143	-	58	-	-	-	32	-	-	167
juillet	13	27	-	-	3	-	9	-	13	-	159
<u>Tombelaine</u>											
juillet	39	35	49	-	124	130	137	50	55	64	102
SCHORRE											
<u>Folders</u>											
mars	68	-	-	-	-	-	-	-	54	-	66
avril	36	206	-	-	-	-	-	60	06	-	156
juillet	51	45	36	-	42	-	41	-	25	-	121
<u>Gandts</u>											
mars	55	-	12	-	-	-	-	-	3	-	33
juillet	102	51	-	-	-	23	-	12	-	-	241
<u>P. Foucault</u>	36	51	50	-	-	-	-	-	-	-	274
<u>P. Bertrand</u>	41	37	-	33	-	-	-	-	-	-	53
septembre											

(La ligne brisée indique approximativement le moment de l'émerision de la station lors du jusant. Dans le cas des Folders Foucault et Bertrand, elle signale l'émerision du schorre).

La production primaire (telle que la reproduit le pourcentage des phéopigments dans les pigments totaux) (tableau n° 19) baisse d'intensité après l'étale de PM et le début du jusant; la dégradation de la biomasse algale

Figure n° 30: Le pourcentage des phéopigments dans les eaux de drainage du schorre et de la haute-slikke, en hiver et en été.



s'accroît dans les eaux des chenaux de marée, tant sur la slikke que sur le schorre; mais, en été, cette dégradation est ralentie par une reprise de la production algale active au cours de la journée plus chaude et ensoleillée, reprise encore nettement sensible en septembre.

Tableau n° 19 : Pourcentage des phéopigments (PHEOPH) dans les pigments en suspension dans les eaux de drainage de la haute slikke et du schorre, après émergence, par station.

	> 5h	- 5h	- 4h	- 3h	- 2h	- 1h	EM	- 1h	+ 2h	+ 3h	Vague de flot
AUTRE SIKKE											
Polders											
mars	43	46	-	-	-	-	89	-	38	-	86
avril	52	48	71	77	7	-	75	79	-	17	51
juillet	57	54	57	-	34	-	57	-	46	-	75
Vierze											
mars	31	62	-	56	-	-	-	31	-	-	66
juillet	47	73	-	-	62	-	58	-	52	-	69
Tombelaine											
juillet	44	43	57	-	53	47	46	21	21	32	72
SCHORRE											
Polders											
mars	43	-	-	-	-	-	-	-	80	-	86
avril	52	21	-	-	-	-	-	75	66	-	31
juillet	57	54	92	-	55	-	46	-	34	-	75
Panée											
mars	39	-	43	-	-	-	-	-	77	-	35
juillet	52	60	-	-	-	-	32	-	89	-	67
P. Foucault											
septembre	29	37	24	-	-	-	-	-	-	-	58
P. Bertrand											
septembre	30	31	-	55	-	-	-	-	-	-	37

(La ligne brisée indique approximativement le moment de l'émergence de la station lors du jusant. Dans le cas des Polders Foucault et Bertrand, elle signale l'émergence du schorre).

2.3. Le carbone organique particulaire (tableau n° 20)

Les valeurs absolues en COP (tableau n° 20) fluctuent d'un moment à l'autre du cycle de marée; mais, comparée à la teneur en MES, elles montrent :

- une augmentation, juste après l'émergence;
- puis une baisse relative et lente, jusqu'à l'arrivée de la vague de flot, sauf en avril aux Polders où une augmentation sensible de la matière organique s'est produite dans l'après-midi.

La comparaison du COP avec les pigments totaux (figures n° 26 et 27) montre que la masse algale tient moins de place dans la matière organique au cours du jusant en hiver (rapports de 150 à 700) qu'en été (rapports de 50 à 200). Le phytoplancton a également tendance à disparaître (dans les chenaux) de la matière organique car :

- la chlorophylle-a a tendance à se dégrader, et
- malgré une production primaire qui continue (hausse des teneurs en O₂), la consommation et la dégradation de la matière algale par ses prédateurs (zooplancton, bactéries), maintenant les taux d'oxygène dissous assez bas,

Tableau n° 20: Le carbone organique particulaire (COP) dans les eaux de drainage de la haute slikke et du schorre, après émergence, par station. Les teneurs de COP sont exprimées en $mg.l^{-1}$. Le pourcentage du COP dans les MES (/MES) en %.

	> 5h		- 5 h		- 4 h		- 3 h		- 2 h		- 1 h		EM		+ 1 h		+ 2 h		+ 3 h		vague de flot	
	COP	/MES	COP	/MES	COP	/MES	COP	/MES	COP	/MES	COP	/MES	COP	/MES	COP	/MES	COP	/MES	COP	/MES	COP	/MES
HAUTE SLIKKE																						
<u>Polders</u>																						
mars	5,5	1,8	107	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	20,0	3,5	-	-	4,3	1,9	-	-	22,1	3,3
avril	3,1	1,0	7,7	4,9	11,6	1,8	3,2	1,9	14,2	3,0	5,7	2,1	-	-	12,6	2,9	-	-	15,0	9,7	135,3	5,1
juillet	1,1	3,7	2,9	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	2,7	1,1	-	-	-	-	-	-	29,5	0,3
<u>Vivier</u>																						
mars	2,2	1,5	20,4	2,6	-	-	20,6	2,1	-	-	0,4	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	55	3,7
juillet	1,2	0,9	2,2	1,0	9,4	1,7	-	-	1,9	0,7	-	-	1,8	0,8	-	-	1,7	0,8	-	-	60	3,7
<u>Tombelaine</u>																						
juillet	2,9	1,3	3,2	2,2	4,1	1,1	-	-	22,2	2,0	20,5	2,3	8,2	1,6	7,5	1,7	8,6	2,4	5,2	1,0	315	4,0
SCHORRE																						
<u>Polders</u>																						
mars	5,3	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,8	2,3	-	-	-	-	22,1	3,3
avril	3,1	1,0	2,9	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31,1	7,2	9,2	2,2	-	-	135,3	5,1
juillet	1,1	3,7	-	-	-	-	-	-	-	-	2,3	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	29,5	0,3
<u>Genêts</u>																						
mars	3,4	2,2	-	-	1,0	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	1,0	8,1	2,3
juillet	15,8	2,0	3,6	3,4	-	-	-	-	-	-	-	-	2,4	1,6	-	-	3,4	1,8	-	-	66,3	3,8
<u>P. Foucault</u>																						
septembre	7,0	2,3	14,7	2,2	4,1	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	219,6	4,4
<u>P. Bertrand</u>																						
septembre	7,1	1,6	3,9	1,3	8,0	1,6	2,8	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,5	1,2

(La ligne brisée indique approximativement le moment de l'émergence de la station lors du jusant. Dans le cas des Polders Foucault et Bertrand, elle signale l'émergence du schorre).

faisant baisser les pH..., provoquant la minéralisation rapide de la silice organique, accompagnée de la production d'ammoniaque (et probablement aussi de sulfates) au cours de la décomposition... aboutit à une baisse relative de la masse algale dans la matière organique en suspension dans les eaux de drainage de l'estran.

Cette évolution est plus accentuée en hiver. En été, l'ensoleillement et les températures favorisent néanmoins la production primaire et l'enrichissement des eaux en phytoplancton, même en fin de période d'émersion.

2.4. Le carbone organique dissous (tableau n°14) -

Une franche augmentation des teneurs en COD s'observe dans les chenaux de drainage après émersion. Nous ne disposons pas de résultats pour tous les échantillons. Cependant l'évolution visible sur le tableau n°14 illustre un enrichissement en COD croissant dès le départ de la mer (jusqu'à 4,2 mg/l après 2 heures d'émersion dans le chenal de haute-slikke au Polders en avril; 5,6 mg/l après 3 heures d'émersion dans le même chenal en juillet).

Il y a donc relargage, par les schorres (vraisemblablement) et par la haute criche, d'eaux riches en carbone organique dissous, qui enrichit les eaux superficielles pendant toute la durée de l'émersion.

III - LES EAUX STAGNANT SUR LA SLIKKE ET LES EAUX INTERSTITIELLES

Les eaux stagnant sur la slikke (flaques) et les eaux interstitielles que contenaient les sols en surface (à - 5 cm environ) et en profondeur (à - 20 cm environ) ont été prélevées à la seringue et, en juillet, filtrées sur place lors-même du prélèvement.

Les stations prélevées ont été les suivantes :

- aux Polders : 1 flaque sur la haute slikke (Pf11) et 1 flaque sur le bas-schorre (Pf12), en avril et en juillet;
- à Genêts et au Vivier : deux flaques (Gf11 et 2: Vf11 et 2), en juillet;
- à Tombelaine en juillet : eaux interstitielles des sols en surface (à -5 cm) et en profondeur (à - 20 cm environ);
- à Genêts et au Vivier en juillet : eaux interstitielles des sols à - 10 cm.

En juillet également, des prélèvements de sols en bocaux hermétiques prépesés ont été effectués afin de connaître la teneur en eau des sols de surface et de profondeur à chaque station au cours de la journée.

1. Les flaques (figure n° 31)

La résistivité :

En avril, la résistivité de l'eau des flaques a augmenté pendant deux heures après l'émergence (de 32 à 38 mS pour f11 et de 38 à 42 mS pour f12). Cette augmentation s'est accentuée jusqu'à l'heure de la basse mer, puis s'est stabilisée à 38-40 pour f11 et 42-44 pour f12.

En été, la résistivité a beaucoup augmenté pendant la journée. Au moment de l'émergence (- 6h avant la BM), elle était de 44 environ à Genêts, de 50 au Vivier et de 46-48 aux Polders. 8 heures plus tard, elle était de 60 à Genêts, 68-70 au Vivier et 55-56 aux Polders.

Le pH :

De 8 en avril et de légèrement supérieur à 8 en juillet, le pH a augmenté dans les flaques (surtout celle du schorre -Pf12- en avril aux Polders). Le gain a été de + 1 en 6 heures à Pf12 en avril et à Genêts en juillet; de 0,4 à Pf11 en avril et de 0,3 en juillet aux Polders et au Vivier.

L' oxygène dissous :

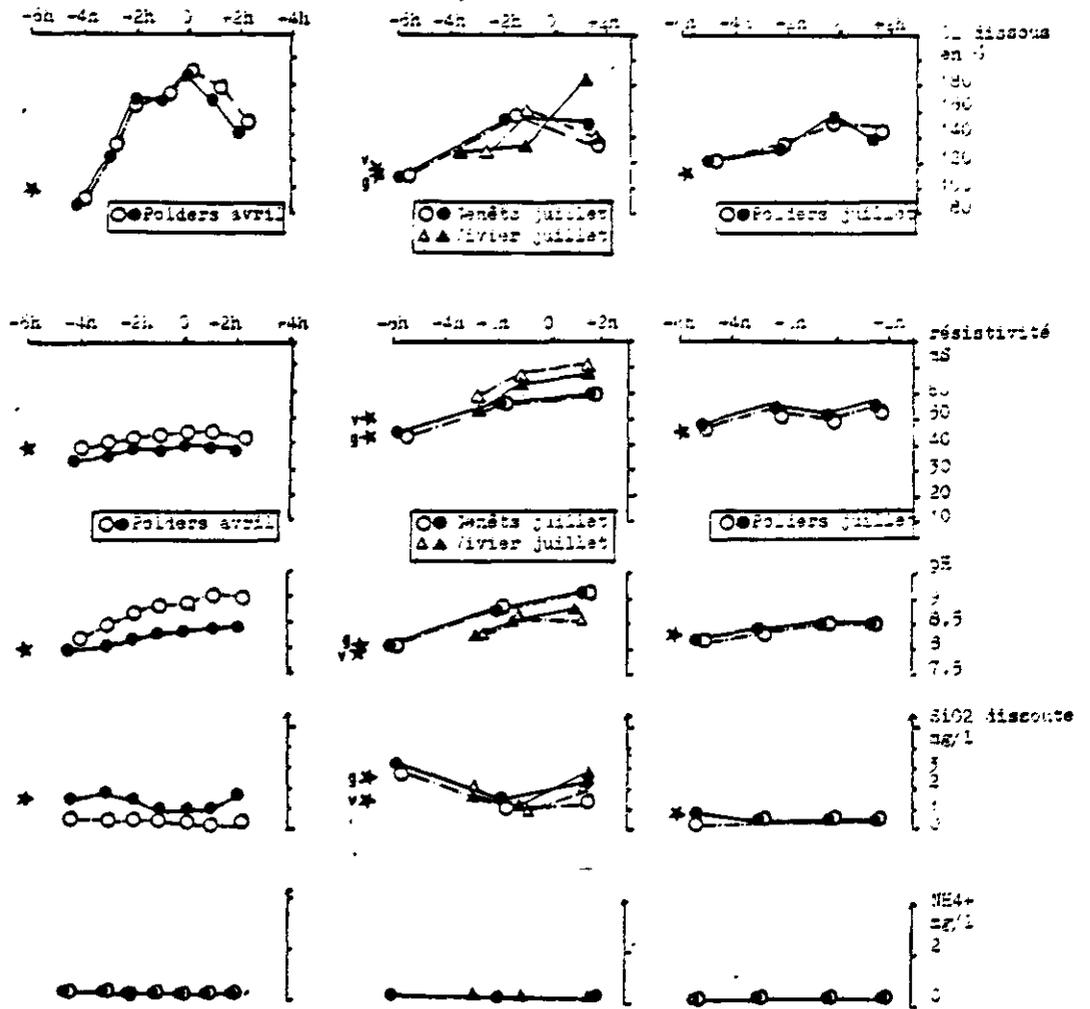
La teneur en oxygène dissous dans l'eau augmente énormément dans les flaques pendant la journée; mais, au cours de l'après-midi, les teneurs fléchissent nettement (sauf dans une flaque du Vivier).

Ainsi, de sous-saturées en avril (82 - 84 %), la teneur en O₂ dissous dépasse 190% à Pf12 et 180% à Pf11 à l'heure de la marée basse; elle s'abaisse ensuite à 150-140% deux heures après.

En juillet, l'augmentation est de 126 à 183% et de 124 à 160% au Vivier; à Genêts, elle augmente de 103-104% à l'émergence à 152-157% à -1h (relativement à la marée basse comptée = 0), pour redescendre à 132-146% à + 2h; aux Polders en juillet, elle augmente de 122% à 158% en 5 heures, puis descend à 144% à +2h.

Cette forte production d'oxygène dans une eau où les sels se concentrent, correspond à une activité photosynthétique intense réalisée par des algues tapissant le fond des flaques et se trouvant à l'interface eau-sédiment. La chute finale du taux de saturation en O₂ dissous qui reste, cependant, encore très fort, est liée à un ralentissement de l'activité photosynthétique

Figure n° 31: Caractéristiques physico-chimiques des eaux de flaques pendant l'émergence sur l'estran (deux flaques par station)



probablement par dégradation rapide du tapis algal (pH en augmentation, chlorures en augmentation...).

La silice dissoute et l' ammoniaque :

A cette importante activité biologique à l'interface eau-sédiment pendant l'émergence de l'estran correspond une disparition progressive, suivie d'une légère réapparition, de la silice dissoute dans l'eau des flaques. La dégradation de la matière organique par rapport à la production primaire est bien trop faible pour minéraliser la silice biogénique (tests de diatomées) ou pour produire de l'ammoniaque ou des gaz de décomposition (méthane...). Par contre, il est probable que les diatomées tapissant le fond des flaques consomment la silice dissoute, la faisant ainsi disparaître.

L'évolution est toute différente à quelques centimètres sous la surface du sol, là où le sédiment empêche l'accès de l'air et de la lumière, ainsi que la libération d'oxygène.

3.2. L'eau interstitielle (dans les sédiments de l'estran) (figure n° 32)

La salinité :

Alors que les sels se concentrent dans les flaques de surface sous l'effet de l'évaporation, les sols sont, eux, nettement sous-salés (à Genêts et à Tombelaine), la perte de salinité s'accroissant avec la profondeur. Il est possible qu'à Tombelaine intervienne une contamination par la nappe d'eaux douces liées au chenal, ce qui expliquerait la très faible salinité à - 20 cm; mais elle n'explique pas la sous-salure en surface, ni à Genêts en profondeur (20 à 30 mS de résistivité). Le dessalement de l'eau interstitielle observé en juillet provient sans doute du phénomène d'évaporation qui fait remonter les eaux profondes chargées de sels vers la surface du sédiment qui perd une partie de ses sels pendant la durée du transit vertical (lessivage inverse).

Le pH :

Il est lui aussi très bas (7,8 à 7,5) par rapport à l'eau de jusant au moment de l'émergence (8,0), bas par rapport au pH des flaques de surface qui, lui, va en augmentation. Là encore, il est d'autant plus bas que le prélèvement est profond (jusqu'à pH = 7), et il évolue peu pendant la durée de l'émergence (-0,2 ou + 0,3).

L' oxygène dissous :

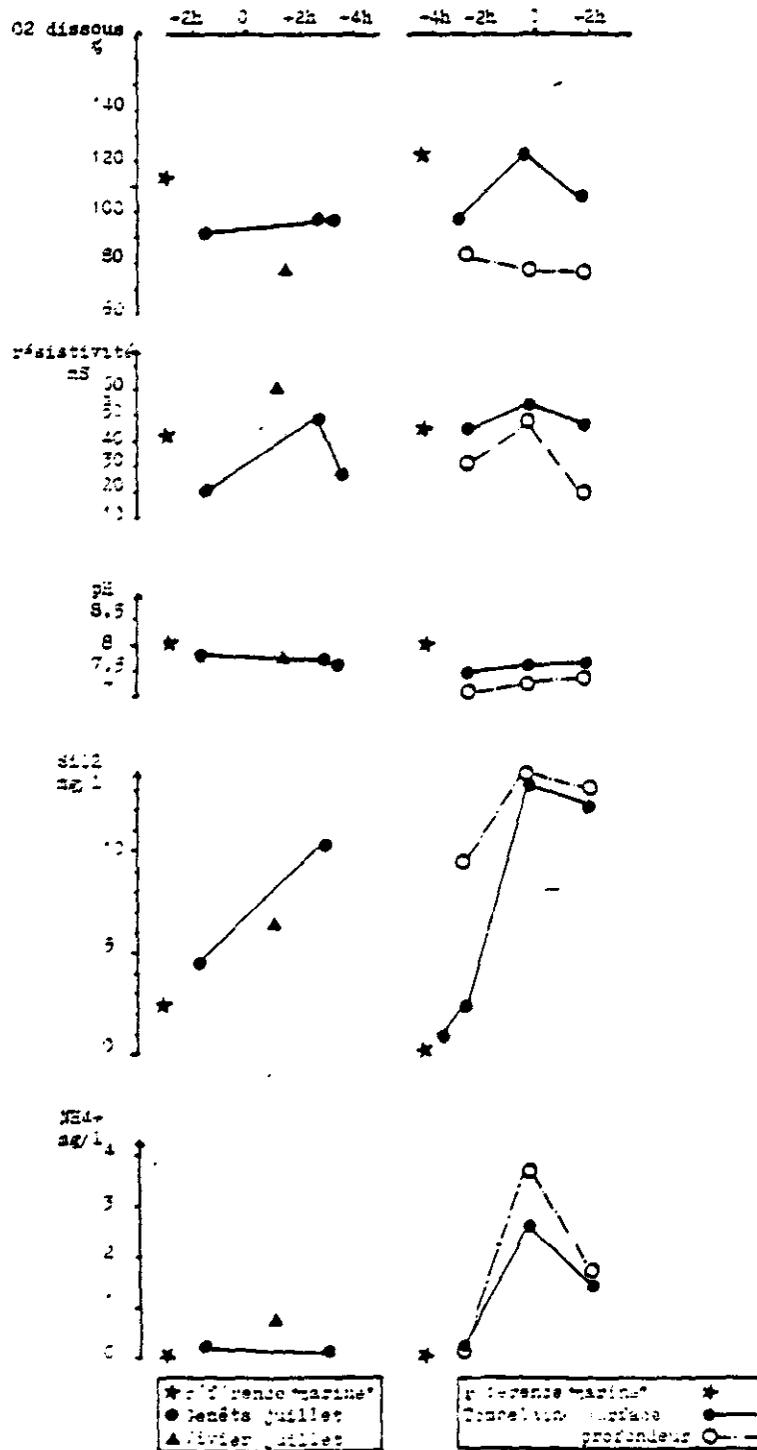
Les valeurs du taux de saturation des eaux interstitielles en oxygène dissous sont basses, inférieures à 100% (sauf à Tombelaine - sols profonds) et 60-80% (Genêts, Tombelaine - sols de surface). Donc, on observe une sous-saturation prononcée de l'eau interstitielle en O₂ dissous.

La silice dissoute et l' ammoniaque :

Contrairement aux flaques de surface qui concentrent les sels, mais qui sont aussi pauvres en SiO₂ et NH₄⁺ que l'eau de jusant, les sols contiennent une eau qui s'enrichit dès l'émergence en SiO₂ et même en NH₄⁺; cet enrichissement est très important (de 4,5 g/l de SiO₂ à 10,5 mg/l en 6 heures à Genêts et probablement au Vivier; de 1,3 à 13,7 mg/l de SiO₂ dans les sols profonds de Tombelaine; de 9,5 à 13,5 mg/l de SiO₂ dans les sols de surface de Tombelaine). A Tombelaine s'amorce une baisse (relative) des concentrations (12,2 à 13 mg/l de SiO₂ à BM + 2h).

L'ammoniaque se comporte pareillement, sauf à Genêts où la production dans

Figure n° 32 : Caractéristiques physico-chimiques des eaux interstitielles des sols de L'estrans pendant l'émergence diurne, en été.



les sédiments est nulle. Au Vivier, et surtout à Tombelaine, la teneur des eaux interstitielles en NH_4^+ s'accroît de 0,2 mg/l à 2,6 mg/l en surface et à 3,7 mg/l en profondeur à BM; elle redescend pendant les deux heures suivantes jusqu'à 1,4 mg/l en surface et 1,75 mg/l en profondeur.

3.3. Conclusions

Ainsi, les flaques, et en fait tout milieu sédimentaire de l'estran humide et au contact de l'air et de la lumière est intensément productif (poussée algale dense et puissante sur les sols d'herbus et de haute slikke après émergence). Mais, dès que l'on descend un tant soit peu dans le sédiment, le milieu devient réducteur, anaérobique, et la décomposition est intense (les pH baissent, la silice biogénique est minéralisée rapidement, production d'ammoniaque (et sans doute de sulfates), production de gaz de décomposition qui parviennent à la surface sous forme de "bulles" dans les sédiments...).

Et c'est là le milieu que repousse et malaxe la vague de flot pendant parfois plus de deux minutes : baisse de la salinité, baisse de l'oxygène dissous, hausse fulgurante de la silice et de l'ammoniaque. S'y ajoutent les énormes quantités véhiculées de SiO_2 et NH_4^+ dans les chenaux de schorre et de de haute-slikke qui représentent en fait l'exutoire de cette eau interstitielle; celle-ci s'écoule doucement, tout au long de l'émergence, dans ces chenaux comme le ferait une nappe souterraine qui se viderait progressivement par le toit.

IV - CONCLUSIONS

Les variations des caractéristiques physico-chimiques et des caractéristiques de la matière organique dans les eaux de flot, s'expliquent par les arrivées successives, certaines brusques, certaines plus durables que d'autres, etc...) de plusieurs masses d'eau :

- les premières viennent de l'estran émergé et sont apportées dans la vague. L'apport qui domine au tout début est celui des eaux interstitielles des sols de l'estran qui se mêlent aux eaux marines lorsque celles-ci remettent en suspension une "tranche" de sols parfois très importante en épaisseur.
- un second apport, apparenté au précédent, mais dont l'influence, pour être moins importante au premier moment, contribue cependant à la pérennité des caractères "anormaux" dans le flot (baisse du pH, teneur en SiO₂ dissoute décroissante mais toujours forte...), est celui des chenaux de marée (schorre et haute slikke) qui concentrent en partie l'eau interstitielle des sols qui s'y déverse lentement au fil des heures.

L'estran est donc un milieu où la productivité primaire est intense :

- notamment au début du jusant, quand l'eau profite des multiples apports et enrichissements provoqués par le flot, quand la hauteur d'eau est encore suffisante pour que les courants ne soient pas capables de provoquer de remises en suspension de sédiments sur le fond perturbant alors le début du cycle de production (Vivier) :
- et, surtout, à l'interface eau-sédiment pendant l'émersion, tant que celui-ci reste humide, soit parce que les températures ne sont pas trop fortes, ou parce que la nébulosité est importante (ce qui expliquerait l'abondance de la chlorophylle-a dans les MES de mars), soit parce qu'elle est à l'abri de la chaleur sous une certaine épaisseur d'eau (flaque) ou sous une couverture végétale, surtout lorsque cette dernière est dense (schorre des Polders et de Genêts).-

Il est cependant difficile de dire exactement, malgré l'abondance (relative) de résultats, quel est le rôle précis de l'estran émergé dans la productivité de la baie et dans les transferts qui s'y produisent.

1) A voir l'impact final, c'est-à-dire l'énorme apport par la vague de flot, en MES, en COP (contenu dans les MES en très fort pourcentage), en SiO₂, en NH₄⁺, empruntés à la surface de la slikke et à ses sols qui les ont produits, au bénéfice du haut-estran, on pourrait penser que la production est réalisée à marée basse, pendant l'émersion de l'estran, sur la slikke.

2) Cependant, il est évident aussi que les schorres participent (et ce n'est pas pour rien que les stations Polders et polder Foucault se démarquent des autres) à cette production: ils exportent les éléments dissous (SiO₂, NH₄⁺, COD, etc...) que produit l'activité organique (productivité primaire en surface des sols de schorre + décomposition de la matière organique) qui se manifeste dans leurs sols de surface, leurs sols de profondeur et les vases empâtant les berges et les fonds de leurs chenaux.

A ces schorres correspond sans doute une nappe qui influence les sols supérieurs de l'estran situé plus bas, et notamment ceux de la haute slikke. Et c'est peut-être cette nappe dont on mesure les caractéristiques dans les drains dits de "haute-slikke" (notamment à la

station Polders).

3) Alors que penser de la slikke? Elle est un lieu d'intense productivité primaire (productivité algale à l'interface eau-sédiment) et de décomposition de la matière organique (eaux interstitielles). Mais n'agit-elle pas aussi comme le réceptacle de tout ce que produisent les schorres (éléments nutritifs sous forme dissoute principalement, les éléments particuliers -pigments algaux- étant, pour la plupart, dégradés? Cet apport, externe à la slikke, ne contribue-t-il pas, à son tour, aux apports de la vague de flot qui le "renverrait", pour ainsi dire, aux schorres en passant par la haute-slikke?

Et, lors de ce transit, la slikke, probablement, absorbe aussi, à son tour, certains éléments produits par le schorre (et notamment certains éléments nutritifs, comme la silice dissoute (utilisée par les diatomées pour leurs tests), le COD, les nutriments azotés...) qui contribue ainsi à augmenter la production primaire (diatomées) et secondaire (brouillage par consommateurs secondaires), sur la slikke. Celle-ci, alors, jouerait également le rôle de piège à nutriments, déjà évoqué dans d'autres recherches sur ce type de milieu (Jordan & al., 1983, par exemple).

BIBLIOGRAPHIE

BILLEN G., CAUWET G., DESSERY S., MEYBECK M., SOMEVILLE M., 1985. "Origines et comportement des formes du carbone organique dans l'estuaire de la Loire". in Symposium "Contaminant Fluxes through the Coastal Zone".

BOUTELIER P., GOULEAU D., NIKODIC J., OTTMAN F., 1981. "Les échanges transversaux entre le chenal et les vasières latérales dans l'estuaire de la Loire". in Symposium "Transition Eaux douces- Eaux salées" ASF/Publ. Soc. Géol. Fr., Paris.

CAUWET G., 1975. "Optimisation d'une technique de dosage du carbone organique dans les sédiments". in Chemical Geology, 16, pp 59-63.

CAUWET G., 1985. "Dynamique de la matière organique dans les milieux marin et polyhalins: son rôle dans les processus géochimiques aux interfaces". Thèse Univ. Perpignan. 389p.

CLASTERE J., 1984. "De la mer aux évaporites. Biomasse et production du maillon primaire d'un marais salant (Camargue)". Thèse de Doctorat de 3^e Cycle. Univ. Paris VI. Laboratoire de Géologie, Laboratoire de Zoologie de l'Ecole Normale Supérieure.

DANKER N. & al., 1980. "Transportation of water, particulate and dissolved organic and inorganic matter between a salt marsh and the Ems-Dollard estuary, the Netherlands". in Est., Coast. and Shelf Sc., 19, pp 143-165.

DELMAS D. & al., 1980. "Minéralisation de la matière organique et échanges ioniques à l'interface eau-sédiment de l'étang de Berre, Méditerranée". in Oceanologica Acta, vol. 3, n°3, pp 347-356.

DESSERY S., DULAC C., LAURENCEAU J-M., MEYBECK M., 1983. "Evolution du carbone organique particulaire "algal" et "détritique" dans trois rivières du Bassin Parisien". in Archiv. Fr. Hydrobiol.

FOURNIER R;O; & al., 1984. "Physical factors controlling summer distribution of chlorophyll-a off southwestern Nova Scotia". in Limnol. Oceanogr., 29 (3), pp 517-526.

GARDNER L-R.& GORMAN C., 1984. "The summertime net transport of dissolved oxygen, salt and heat in a salt marsh basin, North inlet, S.C.". in Estuar., Coast. & Shelf Sc., 20, pp 205-227

GOULEAU D. & NOEL D., 1984. "L'importance des diatomées dans le cycle de la silice dissoute des saumures libres et des eaux interstitielles dans le marais salant de Salin-de-Giraud (S.E. de la France)". in Rev. de Géol. Dynam. et de Géogr. Phys., Vol. 25, Fasc.3, pp 177-186

GUELORGET O. & PERTHUISOT J-P., 1983. "Le domaine paralytique. Expressions

géologiques, biologiques et économiques du confinement". Travaux du Laboratoire de Géologie, n°16, presses de l'ENS, Paris, 136 p

JORDAN T.E. & al., 1983. "Nutrient flux in the Rhode river : tidal exchange of nutrients by brackish marshes". in Estuar., Coast. & Shelf Sc. 17, pp 651-667

JORDAN T.E. & CORRELL D.L., 1985. "Nutrient chemistry and hydrology of interstitial water in brackish tidal marshes of Chesapeake Bay". in Estuar., Coast. & Shelf Sc., 21, pp 45-55

KUZUCUOGLU C., 1985. "Les bassins-versants de la baie du Mont Saint-Michel". Livre II : "Apports particulaires et dissouts. Transferts de matières particulaires et dissoutes sur le littoral de la baie". Publ. Univ. Rennes, 44 p

MC MAHON T.G. & PATCHING J.W., 1984. "Fluxes of organic carbon in a fjord on the west coast of Ireland". in Estuar., Coast. & Shelf Sc., 19, pp 205-215

MORRIS A.W. & al., 1982. "Particle dynamics, particulate carbon and the oxygen minimum in an estuary". in Oceanologica Acta, vol. 5, n°3, pp 349-353

RODIER J., 1976. "L'analyse de l'eau". Ed. Dunod, Paris, 2 tomes.

SALIOT A., BILLEN G., DESSERTY S., MEYBECK M., SOMEVILLE M. & al., 1984. "Biogéochimie de la matière organique en milieu estuarien : stratégies d'échantillonnage et de recherches élaborées en Loire". in Oceanologica Acta, vol. 7, n°2, pp 191-207

SMETACEK V. & HENDRIKSON P., 1979. "Composition of particulate organic matter in Kiel Bight in relation to phytoplankton succession". in Oceanologica Acta, vol. 2, n°3, pp 287-298

VERLENCAR X.N. & QASIM S.Z., 1985. "Particulate organic matter in the coastal and estuarine waters of Goa and its relationship with phytoplankton production". in Estuar., Coast. & Shelf Sc., 21, pp 235-243

WATSON P.G. & al., 1985. "Spatial and seasonal variations in the chemistry of sediment interstitial waters in the Tamar estuary". in Estuar., Coast. & Shelf Sc., 21, pp 105-119

WOLAVER T.G. & ZIEMAN J., 1984. "The role of tall and medium Spartina alterniflora zones in the processing of nutrients in tidal water". in Estuar., Coast. & Shelf Sc., 19, pp 1-13

WOLFF W.J., VAN EEDEN M.J., LAMMENS E., 1979. "Primary production and import of particulate organic matter on a salt marsh in the Netherlands". in Netherlands Journal of Sea Research, 13 (2), pp 242-255

Remerciements

L'auteur de cette partie (échanges de matières particulaires et dissoutes sur l'estran de la baie du Mont Saint-Michel) remercie ici toutes les personnes et institutions qui l'ont aidée à travailler sur le terrain et au laboratoire. Outre l'IRIEC, nous souhaitons mentionner particulièrement :

- Mr J.F. SEGUIN, de la D.R.A.E. de Basse-Normandie, qui nous a accompagnée lors des campagnes de prélèvements en mars, avril et juillet, et a souvent prêté son concours pour les prélèvements, les relevés concomitants, etc...

- la D.R.A.E. de Basse-Normandie qui a prêté sa vedette (la "Zélie") et son annexe pour effectuer les prélèvements.

- Mr. le Prof.R. LAFFOND, Directeur du Laboratoire de Géomorphologie de l'E.P.H.E. à Dinard, pour les résistivimètre, pHmètre et thermomètre électrique, ainsi que pour l'accueil pour les filtrations de la campagne de septembre.

- Mr. B. KUZUCUOGLU, qui a procédé à toutes les filtrations les jours suivant les prélèvements lors des campagnes de mars, avril et juillet.

- Melle M. MAILLARD, responsable du Laboratoire de Géologie-Biologie à l'ENSJF à Montrouge, qui m'a accueillie dans son laboratoire toute cette année.

- Mme M.D. LOYE-PILOT, maître-assistant de Géologie-Pédologie à l'ENSJF, qui m'a conseillée au long de mes travaux.

- Mr N. KIELBASA, technicien à l'ENSJF-Montrouge, qui a aidé et conseillé pour les analyses chimiques.

- Melle J. CLASTERE, du Laboratoire de Géologie de l'ENS-Paris, qui m'a aidée et conseillée pour les analyses de pigments chlorophylliens.

- Mr G. CAUWET, ingénieur, et J.P. CAMBON, technicien, du Laboratoire CNRS de Géologie et Sédimentologie Marine de l'Université de Perpignan, qui m'ont beaucoup aidée, avec compétence, à procéder aux analyses de carbone organique particulière.

- C. LEGENDRE, M. DANET et P.FOUILLET, pour leur aide lors de la campagne de septembre dans les criches des schorres des polders Foucault et Bertrand.

CHAPITRE II

ASPECTS QUALITATIF ET QUANTITATIF
DE LA MICROFLORE
EN BAYE DU MONT-SAINT-MICHEL

- S O M M A I R E -

<u>INTRODUCTION</u>	87
<u>CHAPITRE I - ETUDE DE LA COMPOSITION SPECIFIQUE DE LA</u> <u>MICROFLORE</u>	88
<u>CHAPITRE II - DONNEES QUANTITATIVES</u>	88
1 - METHODES D'ETUDES ET D'ECHANTILLONNAGE	88
2 - LA MICROFLORE BENTHIQUE	91
2.1 - <i>Quelques éléments concernant la biologie et l'écologie</i> <i>des diatomées</i>	91
2.2 - <i>Etude de la distribution spatio-temporelle des pigments</i> <i>algaux dans la zone occidentale de la baie</i>	93
2.2.1 - <i>Objectifs</i>	93
2.2.2 - <i>Contexte sédimentaire de l'estran dans le secteur</i> <i>occidental de la baie</i>	93
2.2.3 - <i>Localisation et caractérisation des transects et</i> <i>des stations étudiés</i>	96
2.2.4 - <i>Résultats</i>	104
a - <i>Teneurs en chlorophylles b et c</i>	104
b - <i>Chlorophylle a, comparaison des résultats entre</i> <i>équations SCOR-UNESCO et LORENZEN</i>	104
c - <i>Evolution saisonnière des teneurs en pigments</i>	108
d - <i>Evolution de l'Indice de Diversité Pigmentaire (IDP)</i> .	108
e - <i>Distribution spatiale de la chlorophylle a</i>	109
f - <i>Distribution spatiale des phéopigments</i>	114

2.3 - Variations mensuelles des teneurs en pigments à la station de Saint-Benoît	114
2.3.1 - Pigments accessoires	116
2.3.2 - Chlorophylle a	116
2.3.3 - Phéopigments	120
2.4 - Evolution et microdistribution des teneurs en pigments au cours de l'alternance marées de mortes-eaux - marées de vives-eaux, à la station de Saint-Benoît	120
2.4.1 - Cycle du 6 au 15 août	120
2.4.2 - Cycle du 25 au 30 septembre	123
2.5 - Comparaison des résultats avec autres secteurs géographiques	126
2.6 - Conclusion	129
3 - LE PHYTOPLANCTON	130
3.1 - Les conditions de milieu	130
3.1.1. - Turbidité des eaux de la baie du Mont-Saint-Michel : données bibliographiques	130
3.1.2 - Données hydrologiques	134
3.2 - Localisation des stations de prélèvement	136
3.3 - Profils verticaux	138
3.4 - Répartition spatiale des teneurs en pigments algaux	140
3.5 - Fluctuations saisonnières	140
3.6 - Conclusion	144
BIBLIOGRAPHIE	145

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

Le point de départ de la recherche envisagée découle d'un double constat :

- *La baie du Mont-Saint-Michel se caractérise par une importante turbidité de ses eaux ; la production primaire phyto-planctonique devrait s'en trouver fortement perturbée.*
- *L'estran, à caractère sablo-vaseux, atteint les 2/3 de l'étendue de la baie ; la microflore liée au substrat dispose par conséquent d'une superficie importante pour son développement et pourrait ainsi occuper une place prépondérante au sein des producteurs primaires.*

A ce jour, en baie du Mont-Saint-Michel, peu de données sont disponibles sur la microflore. Face à l'étendue des résultats à acquérir, le travail présenté dans ce rapport ne doit être considéré que comme un préambule, l'objectif final étant de définir l'importance relative de chacun de ces deux pôles de production primaire.

Dans une première partie du rapport, l'analyse qualitative de la microflore est envisagée ; elle permet de définir les espèces dominantes des compartiments benthique et pélagique. Elle est de plus indispensable pour comprendre et expliquer les variations de biomasse algale dans les masses d'eaux.

La seconde partie du rapport s'appuie sur les résultats quantitatifs : distribution spatiale des pigments algaux, fluctuations saisonnières des teneurs.... première mesure expérimentale de la production primaire micro-phytobenthique.

CHAPITRE I : ETUDE TAXINOMIQUE DE LA MICROFLORE

Les résultats seront fournis dans le document final.

CHAPITRE II - DONNEES QUANTITATIVES

1 - METHODES D'ETUDE ET D'ECHANTILLONNAGE

L'évaluation quantitative de la microflore est réalisée classiquement par la mesure des concentrations en pigments photosynthétiques bien que ces derniers ne constituent pas un indicateur rigoureux de la biomasse algale. La teneur en pigments des cellules varie en effet dans des proportions relativement importantes en fonction de plusieurs facteurs : état physiologique des populations algales, taille des cellules, température ambiante, intensité lumineuse, ... (TRAVERS, 1972). Ainsi, le rapport carbone organique (le carbone exprimant la biomasse), chlorophylle a que de nombreux auteurs appliquent comme étant égal à 50, varie en réalité ; de JONGE (1980), étudiant ce rapport C/Chl.a sur des populations de diatomées benthiques, obtient des valeurs allant de 10,2 à 153,9. Ce même auteur conclut en précisant que la seule mesure de la chlorophylle demeure insuffisante pour décrire les fluctuations de biomasse algale.

Bien qu'insatisfaisants, la mesure et le suivi des teneurs en pigments permettent néanmoins d'évaluer les fluctuations de biomasse de la microflore sur une période considérée.

Le dosage des pigments algaux se pratique couramment par spectrophotométrie. Nombreuses sont les méthodes permettant l'évaluation

des concentrations des différents pigments (chlorophylles a, b, c et caroténoïdes) ; les plus fréquemment utilisées sont celle proposée par le groupe SCOR-UNESCO (1964) et celle mise au point par LORENZEN (1967). Les équations du SCOR-UNESCO permettent de calculer les chlorophylles a, b, c sans qu'il soit possible toutefois de distinguer pour chaque pigment les formes physiologiquement actives et les formes dégradées (dont phéophytine et phéophorbide). Le principe de la méthode de LORENZEN est, au contraire, basé sur la séparation (pour la chlorophylle a uniquement) de la chlorophylle a dite "active" de ses produits de dégradation (phéophytine a + phéophorbide a, ou phéopigments). Cette dernière méthode, bien que la plus couramment employée, possède des limites d'utilisation ; LORENZEN (1967) précise lui-même que sa méthode est applicable lorsque la lecture de densité optique à 665 nm (avant acidification) atteint au minimum 0,2 (ce n'est pas toujours le cas).

L'indice de diversité pigmentaire (ou I.D.P.), introduit par MARGALEF (1960) est égal au rapport $\frac{D_{430}}{D_{665}}$; il rend compte de l'état physiologique des populations algales. Il est élevé (de l'ordre de 5 à 6) pour des populations à croissance ralentie ou auxquelles se mêle un matériel détritique chargé de pigments inactifs (FURNESTIN, 1973).

- Méthode d'échantillonnage

- pour la microflore benthique

Le prélèvement est réalisé à l'aide d'un disque métallique (sorte de mini-quadrat), de 9,4 cm de diamètre et 1 cm d'épaisseur, découpé en unités carrées de 1 cm de côté. A la station choisie, le disque est lancé au hasard autant de fois que le nombre de prélèvements désirés (entre 10 et 20 selon les cas), marquant son impression sur le substrat ; le sédiment se trouvant au centre de l'empreinte est ensuite prélevé à l'aide d'une spatule et déposé dans un flacon. La surface d'échantillonnage, identique pour les n prélèvements d'une même station, n'est cependant pas

standardisée ; en raison des contraintes de l'analyse spectrophotométrique (D.O. lue devant être comprise dans une gamme de valeurs), elle varie (1 cm², 2 cm², 4 cm²...., 9 cm²), déterminée empiriquement à chaque station en fonction du substrat (degré de coloration par les diatomées).

Le sédiment est prélevé sur une hauteur de 3 à 5 mm. Bien que la présence de chlorophylle a soit constamment remarquée jusqu'à 10 cm de profondeur et plus (CADEE et HEGEMAN, 1974), il n'est en fait intéressant de ne quantifier que la microflore active photosynthétiquement, c'est-à-dire celle présente en surface du sédiment.

Un volume de 10 ml d'acétone à 90 % est ajouté sur place à chaque flacon. L'extraction a lieu pendant 20-24 heures au froid. Au laboratoire, l'extrait acétonique est prélevé, filtré et passé au spectrophotomètre. Il n'est pas pratiqué de centrifugation, la filtration (méthode très rapide) permet d'obtenir des valeurs satisfaisantes à 750 nm (correction de turbidité).

Les résultats obtenus sont exprimés par rapport au poids sec du sédiment prélevé (pesé après passage à l'étude à 105° C pendant plusieurs heures).

- pour le phytoplancton

L'eau est récoltée à l'aide d'une bouteille à prélèvements de 4 litres de contenance. Stockée en bidons, elle est filtrée le plus rapidement possible (quelques heures après le prélèvement) au filtre Whatman GF/C. La technique spectrophométrique nécessite d'utiliser des volumes d'eau souvent imposants (entre 1 et 10 l préconisés selon la richesse du milieu). Dans le cas présent, le volume a été porté à 3 ou 4 litres par prélèvement ; la charge turbide des eaux a limité la prise d'un volume supérieur (problème de colmatage des filtres). Les filtres sont conservés au congélateur si l'extraction est différée. Pour l'extraction, le filtre est décheté. La

suite des opérations est analogue à celle relative à la microflore des sédiments. Les résultats sont exprimés en mg/m³.

2 - LA MICROFLORE BENTHIQUE

2.1 - Quelques éléments concernant la biologie et l'écologie des diatomées

a) Pigments présents chez les diatomées

CHLOROPHYLLES	CAROTENOIDES
Chlorophylle a	Carotène
Chlorophylle c	Xanthophylles

d'après GAYRAL
(1975)

b) Lien entre les algues et leur support

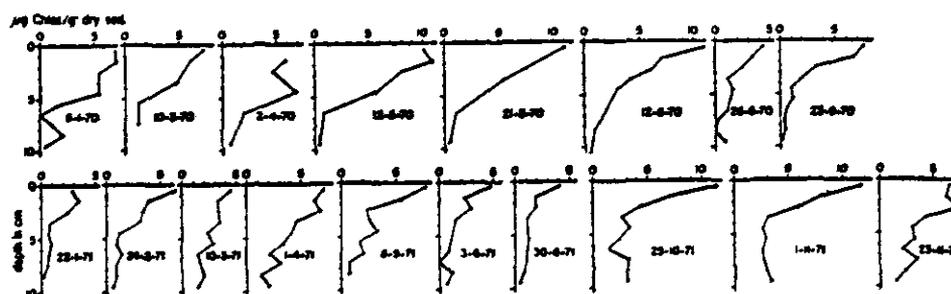
Les diatomées se fixent à leur substrat ; STEELE et BAIRD (1968) indiquent que les espèces attachées au sédiment constituent la dominante de la flore microbenthique. GOULEAU (1975), puis SORNIN (1981), travaillant sur la sédimentation des vasières intertidales (et notamment en baie de Cancale) identifient, à l'interface air-sédiment, un feutrage formé par les diatomées fixées aux particules minérales au moyen de filaments mucilagineux ; la cohésion et la consolidation des vases s'en trouvent nettement augmentées (GOULEAU, 1975).

c) Mouvements des diatomées

Un rythme tidal des diatomées vivant dans la zone de balancement des marées a été mis en évidence à plusieurs reprises. CALLAME et DEBYSER (1954) observent que les algues (visibles par la coloration brune du substrat) s'enfouissent quelques minutes avant l'arrivée du flot ; la réapparition de la coloration brune à la surface des sédiments suit immédiatement

le retrait de la marée. Ce déplacement vertical, de type actif, a été, par ailleurs, démontré expérimentalement (indépendamment du rythme tidal) par FENCHÉL et STAAMP, 1971 (in CADEE et HEGEMAN, 1974). Les migrations horizontales existent également (expériences de HOPKINS, 1963).

L'enfouissement, actif ou passif, des diatomées peut atteindre de bonnes profondeurs. La présence de chlorophylle a "active" est régulièrement décelée (dans de nombreux travaux) jusqu'à 10 cm de profondeur. La figure suivante illustre le profil décroissant des teneurs en chlorophylle a dans les dix premiers centimètres du sédiment.



Depth distribution of functional chlorophyll a during 1970 and 1971 at station A.

Dans une vase, le taux de lumière pénétrant le sédiment diminue de 50 % à une profondeur de 0,2 mm et n'atteint plus que 1 % à 4 mm (HOPKINS, 1963). En-deçà de cette profondeur, à l'obscurité, la survie des algues présentes se pose donc. PAMATMAT (1968) suggère un passage à l'hétérotrophisme ; Mc INTYRE et al. (1970) évoquent la possibilité d'un métabolisme réduit. CADEE et HEGEMAN (1974) voient en ces algues enfouies un stock potentiel de producteurs primaires pouvant être remis en surface à la suite de l'érosion de la couche superficielle des sédiments due aux

mauvaises conditions météorologiques. Cette faculté de s'enfouir et cette possibilité de survivre en profondeur peuvent être considérées comme une adaptation des diatomées à un environnement physique instable.

2.2 - Distribution spatio-temporelle des pigments algaux dans la zone intertidale occidentale de la baie

2.2.1 - Objectifs

La question peut être posée ainsi : existe-t-il une corrélation et quelle est-elle entre la nature du substrat (vase, sablon, sable...) et la biomasse algale. En d'autres termes, y a-t-il des types de sédiments caractérisés par de fortes biomasses algales. De nombreux travaux montrent que les sédiments vaseux contiennent les teneurs en pigments les plus fortes de tous les types de substrat.

Le niveau bathymétrique joue également un rôle : les hauts niveaux sont caractérisés par des biomasses algales plus élevées que les bas niveaux (CADEE et HEGEMAN, 1977).

L'étude de la distribution spatiale des pigments algaux a été réalisée sur l'estran de la zone occidentale de la baie et ceci en raison de la présence dans ce secteur de grandes vasières (baie de Cancale notamment) - cf. page 10, carte de répartition des sédiments de la baie, par L'HOMER et CALINE, 1982. Pour ce faire, trois séries de, respectivement, seize, dix-neuf et douze stations ont été étudiées, correspondant aux mois de mai, juillet et fin octobre.

2.2.2 - Contexte sédimentaire de l'estran dans le secteur occidental de la baie

Les récents travaux en sédimentologie (CALINE, 1981 et CALINE, LARSONNEUR et L'HOMER, 1982) distinguent deux domaines morphosédimentaires au sein de l'estran de la baie (cf. fig. 1) :

- à l'ouest, entre le port de la Houle en Cancale et le Banc des Hermelles, s'individualise un fond de baie, à l'abri des houles dominantes de secteur ouest ;
- à l'est, le second ensemble définit la baie estuarienne dont l'éventail préestuarien compris entre le Banc des Hermelles et la pointe de Champeaux est soumis aux tempêtes du nord-ouest combinant leurs effets à ceux des courants de flot.

Les principaux traits sédimentaires de la zone occidentale de l'estran (ou secteur fond de baie) sont les suivants :

- la baie de Cancale, comprise entre le port de la Houle et le bief Jean au droit de St-Benoît-des-Ondes, se caractérise par une uniformité de sa couverture sédimentaire faite de vase, saturée en eau, riche en matière organique et parcourue par un tissu dense de ruets écoulant les eaux de ruissellements au jusant . L'épaisseur de la couche de vase, qui peut atteindre 60 cm par endroits, varie constamment dans le temps et l'espace (cf. fig. 2) ; le déplacement des vases et leur localisation sont principalement guidés par les conditions météorologiques : direction des vents et agitation de la mer (SORNIN, 1981).
- à l'est du bief Jean, la succession des unités sédimentaires depuis les hauts niveaux vers le niveau des plus basses mers est représentée par l'enchaînement-type suivant :
 - au-dessus du niveau des pleines mers de mortes-eaux, un ensemble complexe de cordons coquilliers, de vasières d'arrière-cordons (sorte de microdispositifs lagunaires) et de schorres se succèdent tout au long du trait de côte ;
 - le domaine intertidal moyen est recouvert par les sablons (ou sables fins) et se trouve jalonné par de nombreux bancs sableaux qui progressent vers le haut estran sous l'impulsion des coups de vent et des tempêtes.

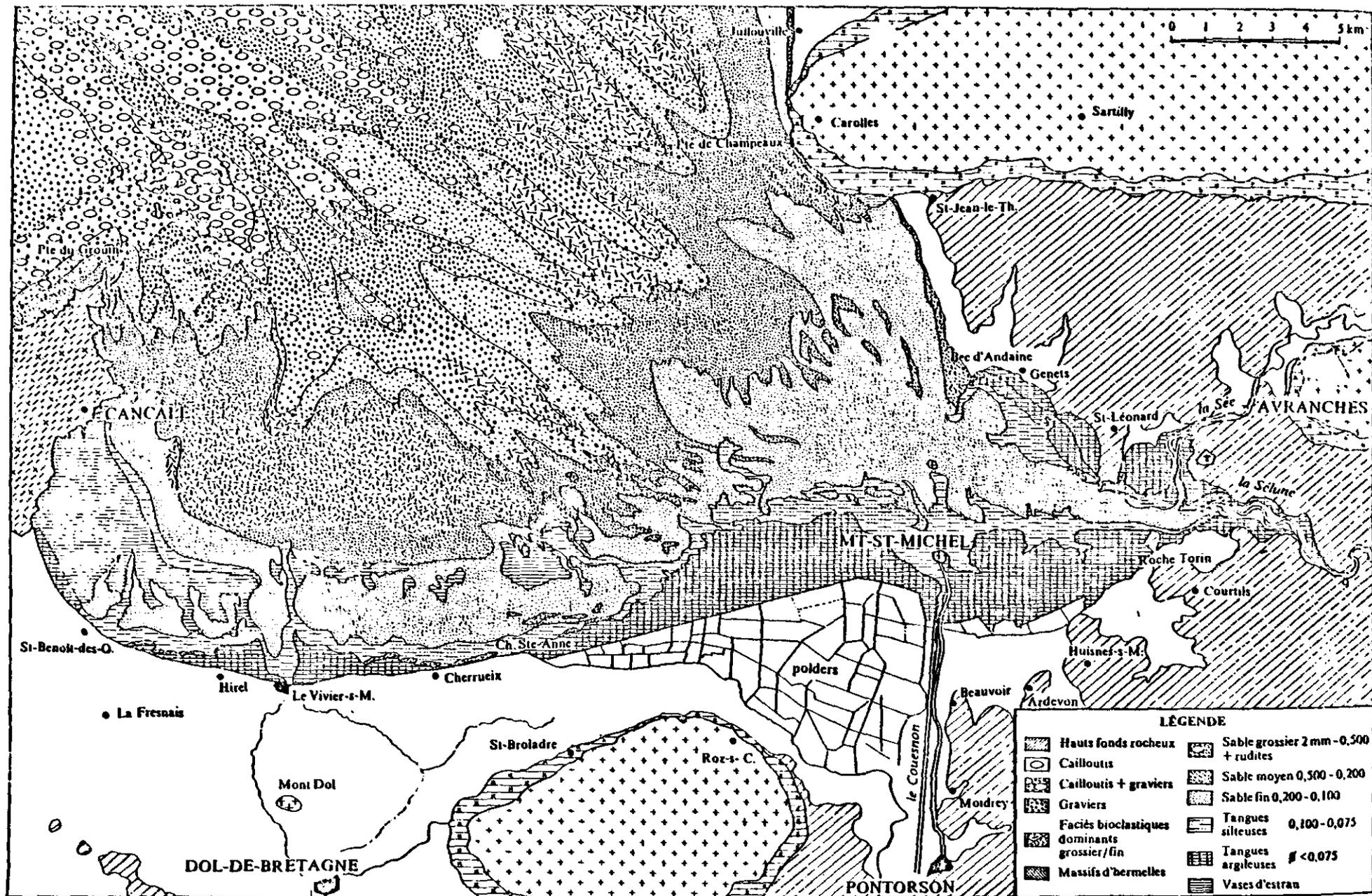


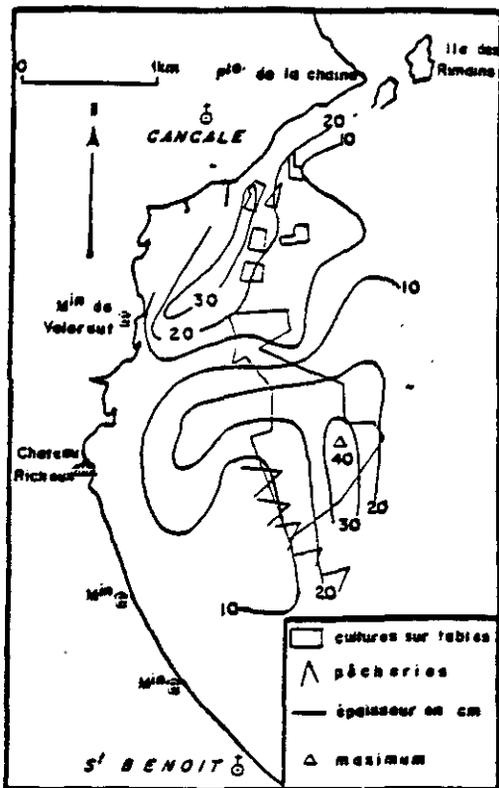
Fig. 1 - RÉPARTITION DES SÉDIMENTS

(A. L'HOMER et B. CALINE 1982)

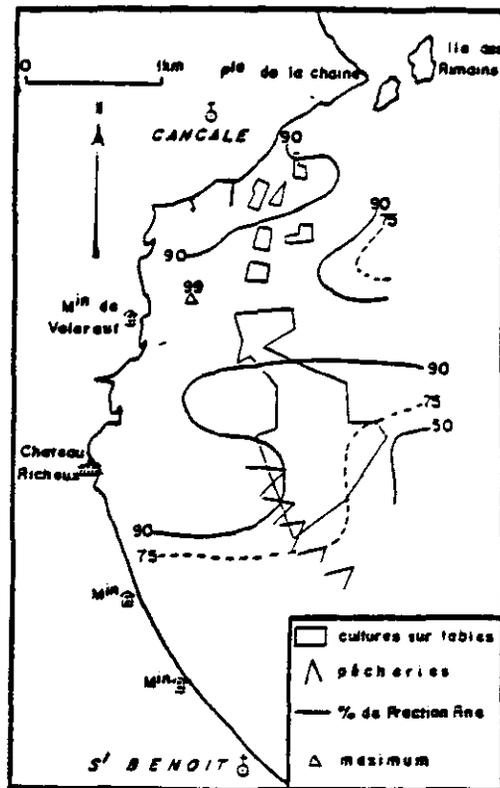
- *entre les pêcheries et les premières lignes de bouchots à moules, soit à des niveaux bathymétriques inférieurs aux basses mers de mortes-eaux, un placage vaseux d'épaisseur variable recouvre le sédiment sous-jacent sablonneux ;*
 - *le domaine intertidal inférieur, depuis les lignes de bouchots jusqu'au niveau des plus basses mers, est occupé par un sédiment sableux ;*
 - *les chenaux de marée (bief Jean, chenal de Goyoult) constituent des entités sécantes par rapport à la disposition étagée des unités sédimentaires précédemment définies ; ils sont bridés latéralement par des levées de vase.*
- A la limite Est de la zone occidentale, le banc des Hermelles constitue l'originalité morpho-sédimento-biologique de l'estran de la baie du Mont-Saint-Michel ; il est associé à de grands bancs de sable ainsi qu'à des vasières.

2.2.3 - Localisation et caractérisation des transects et des stations étudiées

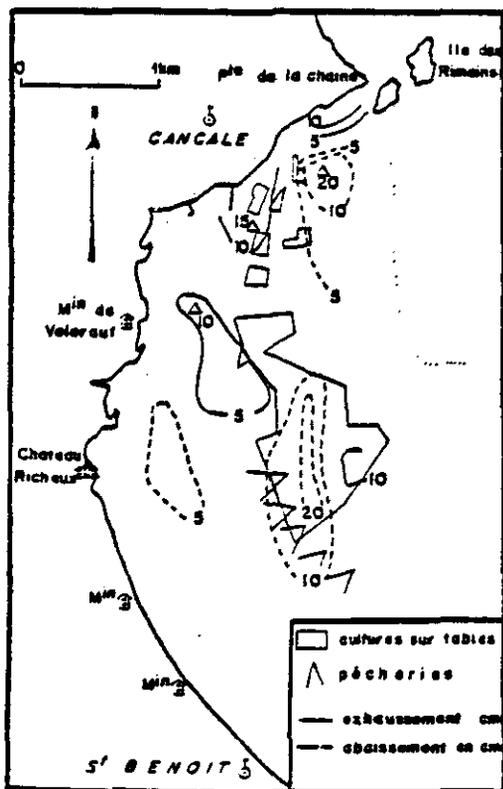
Les stations sont principalement réparties en trois transects s'échelonnant d'Ouest en Est dans le secteur occidental de la baie. Quelques stations supplémentaires sont localisées en-dehors des transects, c'est notamment le cas pour la campagne du mois de juillet. Douze stations sont communes aux trois séries de prélèvements ; se référer aux fig. 3,5,6 et 7 pour la localisation de toutes les stations.



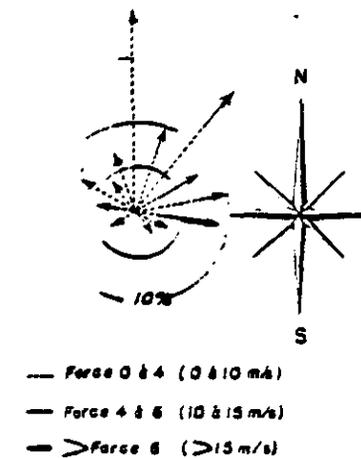
Epaisseur de la couche superficielle
le 16 février 1980



Répartition de la Fraction Fine (< 45 µm)
le 16 février 1980



Variations de l'épaisseur de la couche superficielle et rose des vents
entre le 18 janvier et le 16 février 1980



N.B. les flèches indiquent VERS
quelles directions soufflent les vents.

Fig. 2 - Déplacement des vases en baie de Cancale
(extrait thèse SORNIN, 1981).

Caractéristiques des 12 stations (cf. fig. 3, 5, 6 et 7).

Stations	Niveau bathymétrique estimé	Nature du sédiment d'après travaux CALINE, 1961	Observations lors de l'échantillonnage		
			Mai	Juillet	Octobre
<u>Transect St-Benoît</u>					
st. A (B _A)	au-dessous basse mer	Baie de Cancale: tangue silto-argileuse (avec fraction fine (argile + silt) < 45µm toujours supérieure à 50 % ; peut atteindre 90% SORWIN, 1961.	B _A	vase molle saturée en eau; En octobre, substrat sablonneux	
st. B (B _B)	mortes-eaux (BMME) niveau BMME		B _B	station localisée à l'intérieur de la pêcherie vase compacts en : fine couche de vase molle banquettes (mai)	
st. C (B _C)	mi-marée		B _C	sablon typique à ripple-marks (avec accumulation de matériel plus grossier dans le creux des rides)	
st. D (B _D)	au-dessus des plaines mers de mortes-eaux (PMME)		B _D	banquette de vase en cours d'érosion (Mai)	substrat vaseux profondément entaillé par des ruets vase molle - topographie assez plane
<u>Transect Vildé la M.</u>					
st. 1 (V ₁)	en-dessous BMME	tangue silto-argileuse des placages vaseux	V ₁	sablon envasé (placage de vase en grande partie décapé)	très fine couche vase molle
st. 2 (V ₂)	mi-marée	sablon	V ₂	sablon typique	sablon un peu envasé sablon typique
st. 3 (V ₃)	au-dessous PMME	tangue silto-argileuse des slikkes	V ₃	vase compacte, en banquettes (topographie accidentée)	
st. 4 (V ₄)	niveau PM vives-eaux	tangue silto-argileuse de vase mature	V ₄	vasière d'arrière-cordon vase molle, présence de cuvettes d'eau	vase sèche, fentes de dessiccation fine couche de vase sur sable grossier (proximité d'un cordon coquillier)
<u>Cherueix (Ce)</u>	PM vives-eaux	tangue silto-argileuse de vase mature	Ce	vasière d'arrière-cordon vase sèche, fentes de dessiccation	vase humide
<u>Transect Blanc des Hermelles</u>					
st. H _A	au-dessous	tangue silto-argileuse	H _A	belle vase en arrière des formations récifales, vase molle, topographie plane	
st. H _B	BMME	des placages vaseux	H _B	sablon envasé	
st. H	mi-marée	sablon	H	sablon typique	

Les stations supplémentaires ont les caractéristiques suivantes :

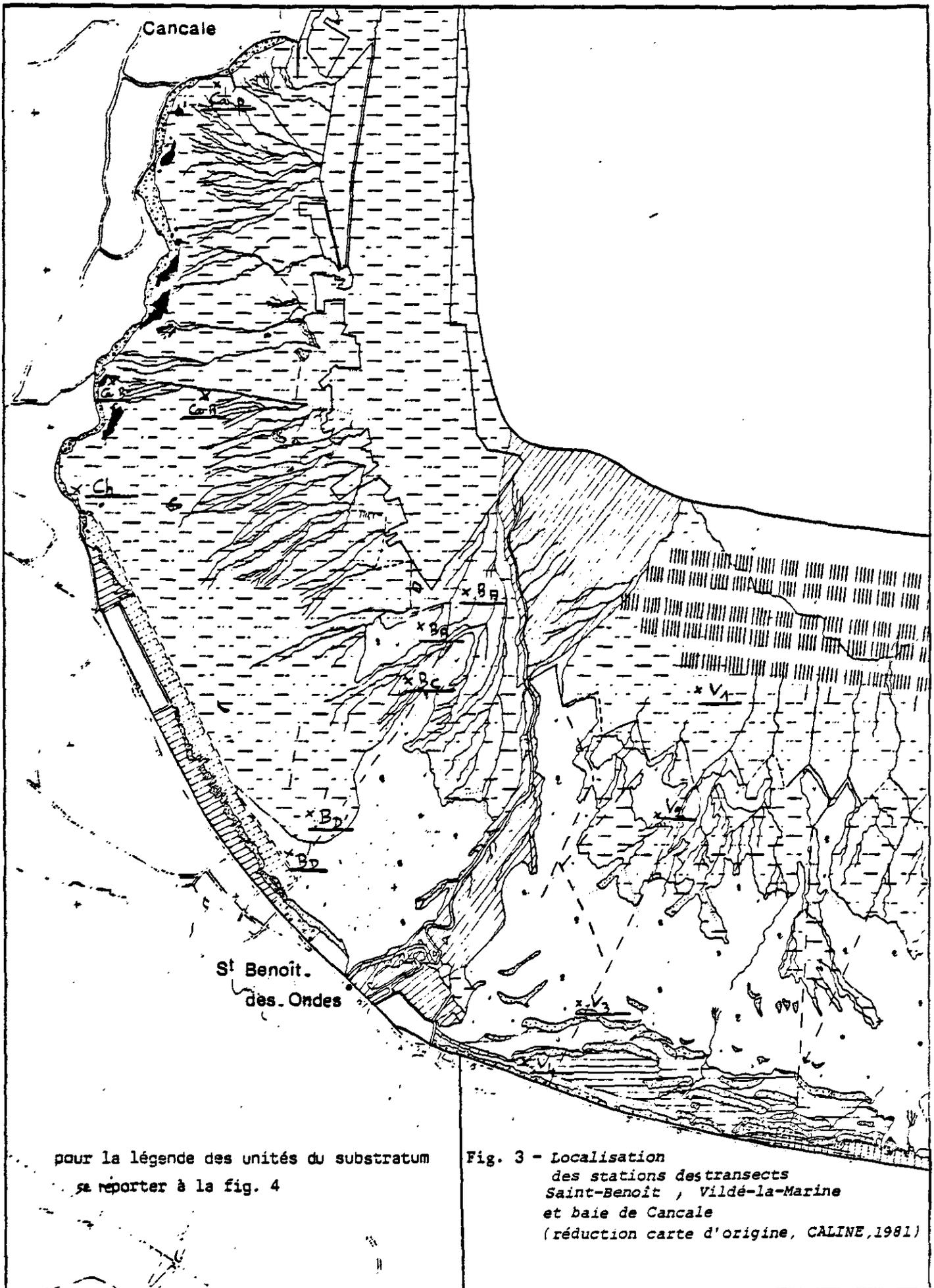
En mai d'Ouest en Est

St. Château-Richeux - niveau PMME (C _H)	} Stations de la baie de Cancala	- vase molle
St. St-Benoît D' - niveau PMME (B _D ,)		- banquettes de vase compacte en cours d'érosion
St. Hermelles (H') - au-dessous BMME		- sablon envasé
St. Saint-Anne - au-dessous PMME		- station située dans secteur de bancs sableux - particules grossières en mélange avec dépôt vaseux.

En juillet d'Ouest en Est

St. Ca p	} en baie de cancale	- couche de vase molle épaisse
St. Ca A		
St. Ca B		
St. Saint-Anne - Voir mois de mai. (S _g)		
St. Hermelles (H) - à l'intérieur de la formation récifale - dépôt vaseux sur le flanc des récifs.		
St. Roche-Torin (RT)	} - stations situées dans le secteur estuarien, à des hauts niveaux bathymétriques	
St. Pontaubault (Po)		Substrat de nature sablonneuse.

Le nombre d'échantillons par station est au maximum porté à 12 ; il est en moyenne égal à 10. Pour la campagne d'octobre, ce nombre de prélèvements par station a été réduit à 8.



pour la légende des unités du substratum
se reporter à la fig. 4

Fig. 3 - Localisation
des stations de transects
Saint-Benoît, Vildé-la-Marine
et baie de Cancale
(réduction carte d'origine, CALINE, 1981)

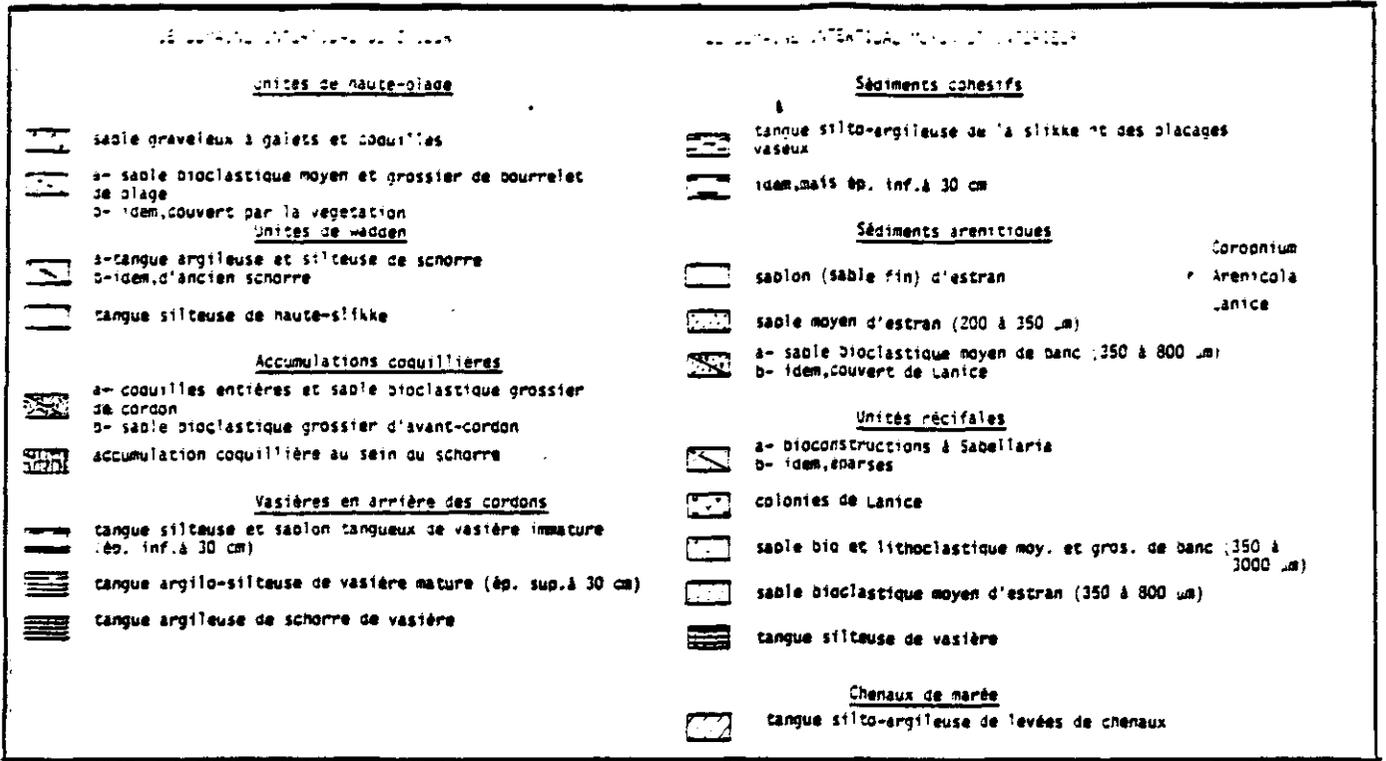


Fig. 4 - LEGENDE DE LA CARTE SEDIMENTOLOGIE (CALINE, 1981)

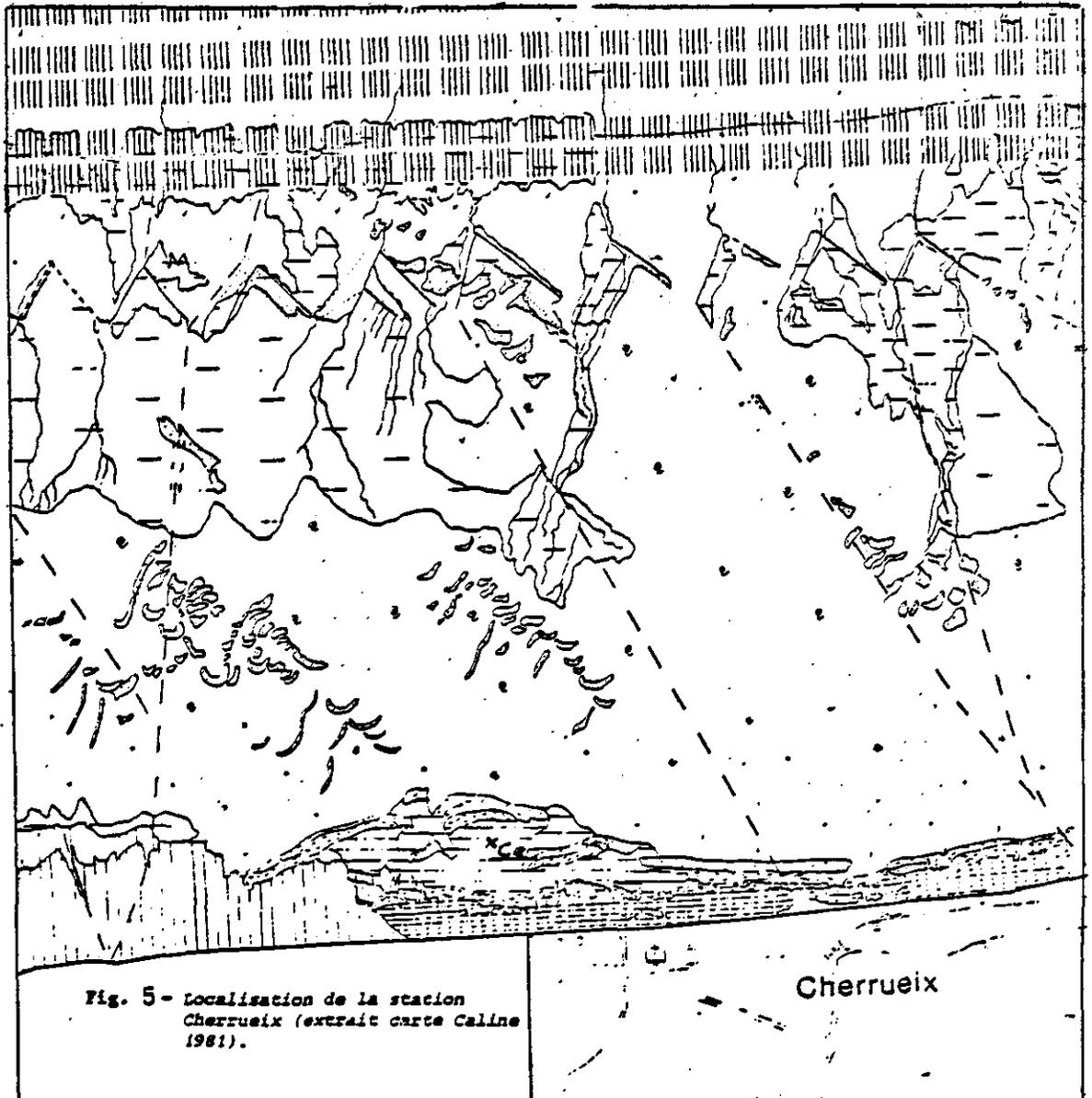


Fig. 5 - Localisation de la station Cherrueix (extrait carte Caline 1981).

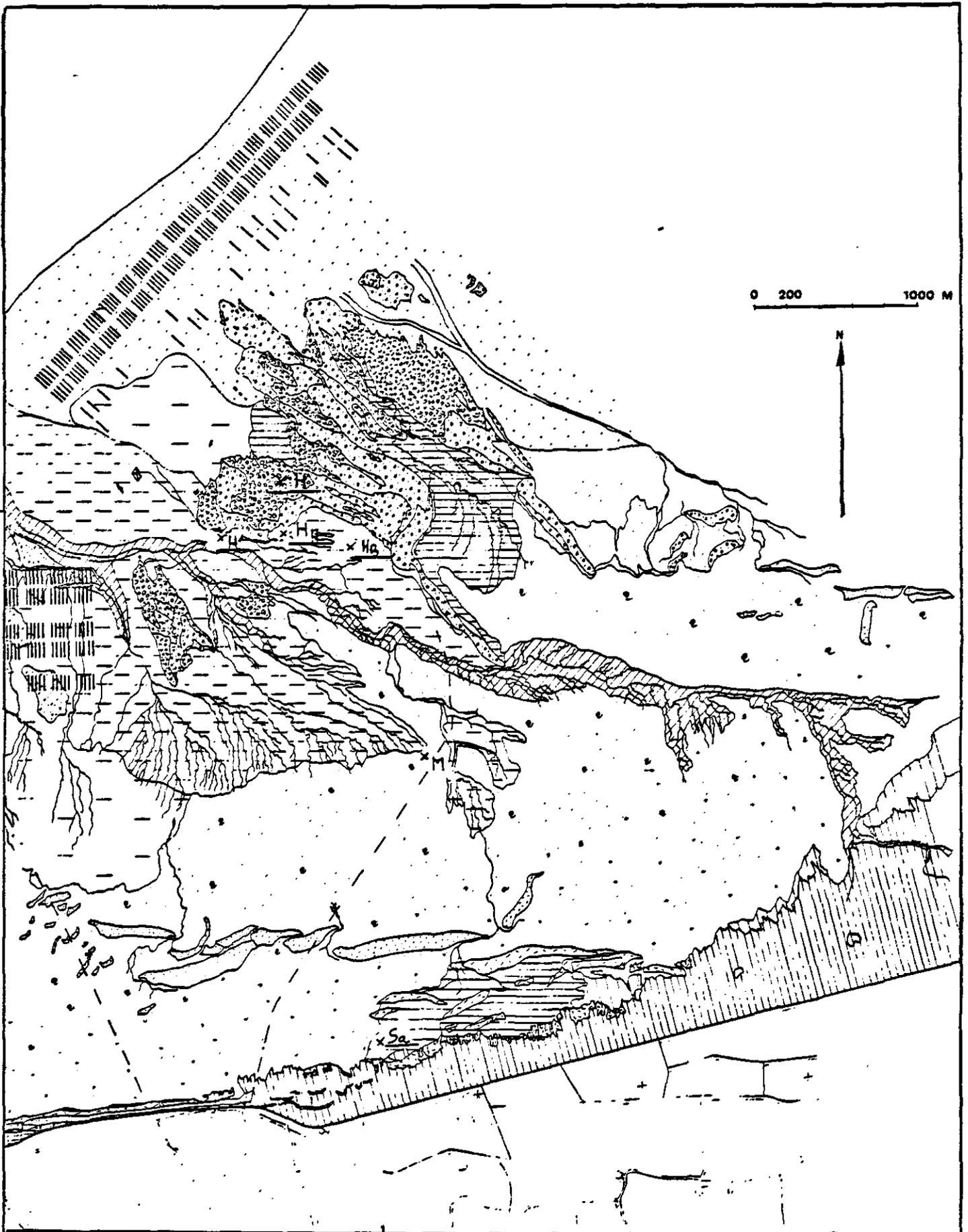


Fig. 6 - Localisation des stations du transect Banc des Hermelles et de la station Sainte-Anne (réduction carte d'origine, Caline, 1981).

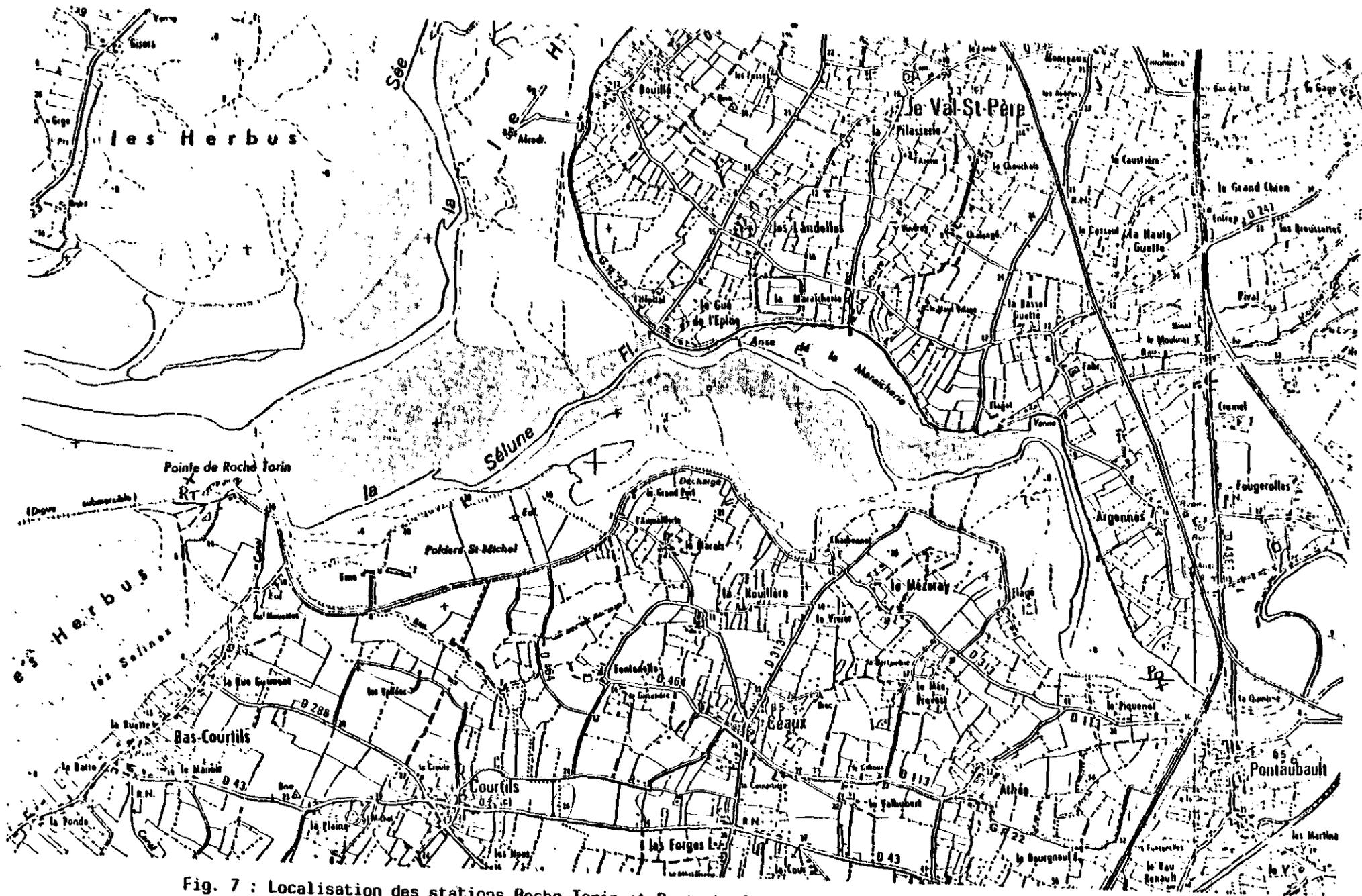


Fig. 7 : Localisation des stations Roche-Torin et Pontaubault dans la zone estuarienne de la baie.
 (Extrait carte IGN 1/25000é.)

2.2.3. - Résultats

Les données acquises au cours des trois campagnes de prélèvements sont reportées dans les tableaux en pages suivantes.

a) Teneurs en chlorophylle b et c

Rappelons que le groupe des diatomées ne contient pas de chlorophylle b. Or, bien qu'elle soit toujours en concentration faible, la chlorophylle b est existante dans les sédiments. Ceci peut s'expliquer par la présence d'autres algues (cyanophycées notamment). Il faut cependant mentionner la difficulté de doser correctement les chlorophylles b et c ; selon TRAVERS (1975), la signification des résultats obtenus est réduite. Il n'y a donc pas lieu d'approfondir.

b) Chlorophylle a, comparaison des résultats entre équations SCOR-UNESCO et LORENZEN

La méthode SCOR-UNESCO ne fait pas distinction entre pigments actifs et pigments dégradés, au contraire de la méthode de LORENZEN qui le permet. Il est donc intéressant de rapprocher la valeur de chlorophylle a S.U. d'une part et la valeur correspondant à la somme chlorophylle a (pigments actifs) + phéopigments (ou pigments dégradés) d'autre part, généralement intitulée "*pigments totaux*". Dans tous les cas, la valeur atteinte par les pigments totaux est toujours supérieure à celle de la chlorophylle a (S.U.), y compris lorsque l'un des deux termes (en l'occurrence les phéopigments) est égal à 0. Il se peut que la technique de LORENZEN introduise une surestimation de la quantité de matériel pigmentaire. Aussi, dans ce travail, il sera fait référence aux résultats de chlorophylle a SCOR-UNESCO. Les phéopigments sont également intéressants à suivre, exprimés notamment en taux de phéopigments, calculés ainsi :

$$\frac{\text{Phéopigments}}{\text{chlorophylle a (LOR) + phéop. (LOR.)}} \times 100$$

	chl. a (Scor-Unesco) µg/g	chl. b (Scor-U) µg/g	chl. c (Scor-U) µg/g	chl. a (Lorenzen) µg/g	phéop. (Lorenzen) µg/g	$\frac{\text{phéop.}}{\text{chl. a} + \text{phéop.}} \times 100$
Château-Richeux	60,5 ± 22,7	23,4 ± 5,4	6,8 ± 7,2	69,0 ± 22,7	8,8 ± 11,1	11,3 %
Transect St-Benoît						
B _A	47,1 ± 8,1	4,2 ± 1,1	10,7 ± 2,9	29,2 ± 7,4	29,6 ± 11,5	50,3 %
B _B	31,2 ± 5,4	1,2 ± 0,9	3,9 ± 1,1	29,7 ± 5,8	2,2 ± 1,7	6,9 %
B _C	14,0 ± 1,7	9,6 ± 0,3	3,5 ± 0,5	5,7 ± 1,2	14,0 ± 1,8	71,1 %
B _{D'}	26,3 ± 4,4	0,9 ± 0,5	2,6 ± 1,0	10,8 ± 5,1	26,2 ± 7,7	70,8 %
B _D	32,9 ± 7,2	5,4 ± 1,1	2,7 ± 2,1	30,9 ± 10,9	9,9 ± 9,8	24,2 %
Transect Vildé-la Marine						
V ₁	29,1 ± 7,3	0	17,6 ± 3,7	10,4 ± 3,6	31,1 ± 9,5	74,9 %
V ₂	9,0 ± 2,7	3,3 ± 0,9	1,7 ± 1,4	2,6 ± 0,7	11,1 ± 3,7	81,0 %
V ₃	30,4 ± 10,6	9,3 ± 5,3	0	33,4 ± 16,1	0	0 %
V ₄	176,4 ± 129,1	36,6 ± 13,8	24,9 ± 39,4	231,5 ± 157,1	0	0 %
Cherrueix	31,4 ± 12,0	2,5 ± 1,1	5,2 ± 1,9	32,4 ± 8,9	0	0 %
Transect Banc des Hermelles						
H'	12,1 ± 3,1	0	1,6 ± 1,0	4,0 ± 9,7	20,1 ± 5,7	83,4 %
H _A	46,6 ± 10,6	0	11,1 ± 3,6	7,7 ± 4,1	64,3 ± 15,1	89,3 %
H _B	19,0 ± 6,4	0	5,2 ± 2,6	2,1 ± 1,2	28,5 ± 9,4	93,1 %
M	9,6 ± 3,7	0	2,8 ± 1,1	1,1 ± 0,5	14,4 ± 6,9	92,9 %
Ste-Anne	11,1 ± 3,4	3,7 ± 2,9	2,9 ± 0,3	12,8 ± 3,5	0	0 %

(intervalle de confiance pour $P = 0,05$)

Tableau 1 : RESULTATS DES DOSAGES DE PIGMENTS DES SEDIMENTS.
Campagne du mois de Mai.

Stations	Chl. a (SCOR-UNESCO) µg/g	Chl. a (LORENZEN) µg/g	Phéopigments µg/g	% phéopigments	Chl. b SCOR-UNESCO	Chl. c SCOR-UNESCO	I.D.P.	Teneur en eau du sustrat
<u>BATE DE CAMCALE</u>								
st. Ca p	82,8 ± 27,7	74,9 ± 24,2	15,9 ± 12,0	19 %	0,7	4,8	2,3	14 %
st. CA A	59,7 ± 11,0	49,5 ± 9,5	15,5 ± 2,9	24 %	0,3	2,0	2,3	16 %
st. CA g	71,8 ± 12,8	54,9 ± 11,1	26,7 ± 4,1	33 %	1,0	5,1	2,4	26 %
<u>SAINT-BENOIT</u>								
st. A	32,5 ± 5,2	29,0 ± 5,6	4,8 ± 3,2	14 %	1,0	4,4	2,2	17,4 %
st. B	35,8 ± 6,1	41,8 ± 7,0	0	0	3,5	1,1	1,9	15,4 %
st. C	18,1 ± 1,5	19,3 ± 2,0	0	0	0,4	4,2	2,1	13,5 %
st. D	148,5 ± 33,9	152,8 ± 33,4	0	0	0,1	14,5	2,1	15 %
<u>VILDE LA MARINE</u>								
st. 1	38,0 ± 18,9	29,3 ± 20,8	15,4 ± 3,6	34 %	1,7	6,7	2,4	26 %
st. 2	11,7 ± 2,3	9,6 ± 1,7	3,3 ± 1,7	25 %	0,5	1,1	2,5	14 %
st. 3	23,4 ± 2,8	28,0 ± 2,9	0	0	1,5	0	2,2	6 %
st. 4	59,1 ± 9,7	50,8 ± 4,1	12,6 ± 1,9	20 %	1,9	10,0	2,5	9 %
<u>CHERRUEIX (LE)</u>								
	51,9 ± 7,2	34,7 ± 10,1	28,7 ± 6,8	45 %	6,7	6,6	2,2	7 %
<u>BANC DES HERMELLES</u>								
st. H _A	76,4 ± 11,6	64,4 ± 10,3	16,6 ± 3,9	19 %	0	0	2,3	19 %
st. H _B	40,6 ± 11,4	37,7 ± 11,1	3,8 ± 2,5	9 %	0	0	2,3	13 %
st. H	14,7 ± 3,3	12,5 ± 2,1	2,6 ± 2,1	17 %	0	0	2,3	12 %
st. H	41,8 ± 8,6	32,7 ± 7,4	12,3 ± 5,6	27 %	0	0	2,3	9 %
<u>SAINTE-ANNE (LA)</u>								
	11,2 ± 3,0	13,9 ± 2,0	0,3 ± 0,4	2 %	1,2	0	2,0	6 %
<u>ESTUAIRE SELUNE</u>								
st. RT	23,3 ± 6,7	19,2 ± 6,6	6,2 ± 2,3	24 %	0	1,0	2,4	8 %
st. P ₀	18,1 ± 6,5	14,5 ± 5,0	5,3 ± 2,9	27 %	0	1,7	2,4	14,5 %

(intervalle de confiance pour $p = 0,05$).

$$\% \text{ Phéopigments} = \frac{\text{Phéopigments}}{\text{phéopigments} + \text{Chlorophylle a (LOR)}} \times 100$$

$$\text{I.D.P. : indice de diversité pigmentaire} = \frac{0.430}{0.665}$$

TABLEAU 2 : RESULTATS DES DOSAGES DE PIGMENTS DES SEDIMENTS
Campagne du mois de Juillet.

Stations	Chl. a (SCOR-UNESCO) µg/g	Chl. a (LORENZEN) µg/g	Phéopigments µg/g	% phéopigments	Chl. b µg/g	Chl. c µg/g	Carot. µg/g	I.O.P.
<u>SAINTE-BENOIT</u>								
st. A	19,1 ± 9,4	9,1 ± 8,8	17,5 ± 3,3	66 %	5,6	8,2	35,7	
st. B	29,7 ± 8,6	8,1 ± 3,8	41,4 ± 6,9	87 %	9,0	14,7	38,0	3,2
st. C	12,9 ± 0,7	8,2 ± 0,4	8,1 ± 1,0	50 %	2,1	5,9	15,3	2,7
st. D	107,7 ± 34,5	85,4 ± 34,1	49,5 ± 7,2	37 %	7,9	37,8	156,4	2,6
<u>VILLE LA MARINE</u>								
st. 1	14,2 ± 2,0	10,8 ± 1,3	5,3 ± 2,7	33 %	0	2,3	11,4	2,2
st. 2	12,7 ± 3,5	9,6 ± 1,5	4,4 ± 3,7	31 %	0	2,5	12,2	2,1
st. 3	36,9 ± 17,4	31,6 ± 12,4	9,0 ± 7,4	22 %	0	3,1	16,1	2,3
st. 4	45,2 ± 11,7	37,7 ± 8,2	13,6 ± 9,3	26 %	0	4,1	43,0	2,3
<u>BANC DES HERMELLES</u>								
st. MA	58,4 ± 10,0	48,1 ± 9,7	17,6 ± 4,6	27 %	1,7	7,9	-	2,4
st. MB	33,2 ± 5,4	27,4 ± 4,0	9,0 ± 2,9	25 %	2,0	11,1	-	2,3
st. M	12,1 ± 2,1	8,7 ± 1,7	5,7 ± 1,3	40 %	1,8	8,5	-	2,2
<u>CHEURUEIX (LE)</u>	112,8 ± 16,1	84,3 ± 15,4	46,4 ± 6,3	35 %	5,6	35,1	-	2,4

(Intervalle de confiance pour $p = 0,05$).

TABLEAU 3 : RESULTATS DES DOSAGES DE PIGMENTS
Campagne du mois d'Octobre

c) évolution saisonnière des teneurs en pigments

Pour chaque campagne, Mai, Juillet et Octobre, les teneurs moyennes en pigments ont été calculées en réunissant toutes les stations (cf. tableau 4) :

	Chl. a SCOR-UNESCO ug/g	Chl. a LORENZEN ug/g	Phéopigments LORENZEN ug/g	% phéopigments	Chl. b SCOR-UNESCO ug/g	Chl. c SCOR-UNESCO ug/g
Mai	36,7 ± 21,9	32,1 ± 29,6	16,2 ± 8,8	33,5 %	6,2 ± 5,3	6,4 ± 3,5
Juillet	45,2 ± 16,3	40,4 ± 15,8	8,9 ± 4,3	18 %	1,1 ± 0,8	3,3 ± 1,9
Octobre	41,2 ± 12,4	30,6 ± 18,4	18,9 ± 10,7	38 %	2,9 ± 2,1	11,7 ± 7,7

TABLEAU 4 : TENEURS MOYENNES EN PIGMENTS, TOUS SUBSTRATS REUNIS

Entre les trois campagnes, les écarts en chlorophylle a (S.U.) sont relativement faibles ; la teneur la plus forte est relevée au mois de juillet. Fin octobre, les conditions météorologiques exceptionnellement bonnes permettent d'obtenir des concentrations en chlorophylle a élevées. Cependant, pour ce même mois, le taux de phéopigments devient important (38 % des pigments totaux) ; cette accumulation de matériel végétal détritique, logique en automne, se retrouve également curieusement au mois de mai.

d) Evolution de l'Indice de Diversité Pigmentaire (I.D.P.)

L'I.D.P. est représentatif de la quantité de chlorophylle a par rapport aux autres pigments (notamment caroténoïdes). Au cours du vieillissement physiologique, la concentration en pigments accessoires et dégradés augmente, celle de la chlorophylle a diminue ; ceci se traduit par une élévation de l'Indice de Diversité Pigmentaire.

Entre les mois de juillet et octobre (cf. tableaux 2 et 3), l'I.D.P. ne varie pas, restant toujours faible (entre 2 et 2,5) ; seules quelques stations en octobre présentent des valeurs supérieures à 3. Il y a donc maintenance, jusqu'à cette date, d'un bon état physiologique des algues.

e) Distribution spatiale de la chlorophylle a

Il s'agit d'effectuer un regroupement des stations à partir des résultats de chlorophylle a, les trois campagnes de mesures étant prises séparément, et de comparer ce regroupement à celui pouvant être effectué à partir des données sédimentologiques .

● Méthode de traitement des données

La démarche se déroule en deux temps :

- en premier lieu, les stations sont comparées deux à deux à l'aide du test de student qui prend en compte à la fois la valeur moyenne de chlorophylle a de chaque station et sa variance. Pour chaque couple (i, j) de stations et à chaque date, on obtient la valeur de t et la valeur de la probabilité de t (au risque statistique de 5 %), cette dernière mesure étant comprise entre 0 et 1.
- dans un second temps, une classification hiérarchique (1) est effectuée ; la valeur de la probabilité de t (P (t)) est utilisée comme indice de similarité. Les résultats sont présentés sous forme de dendrogrammes (cf. fig. 8). En raison de l'utilisation de P (t) pour les calculs, il se crée une perte de précision : certaines classes sont dépourvues de signification (cas où les P (t) sont nuls par exemple).

(1) Classification par ascendance hiérarchique, méthode A.V.L. (Agglomération par Vraisemblance de Liens) de LERMAN (1981).

. Examen des dendrogrammes

Afin de limiter le nombre de classes, il est apparu nécessaire de retenir un niveau d'agrégation des groupes de stations élevé.

- En mai

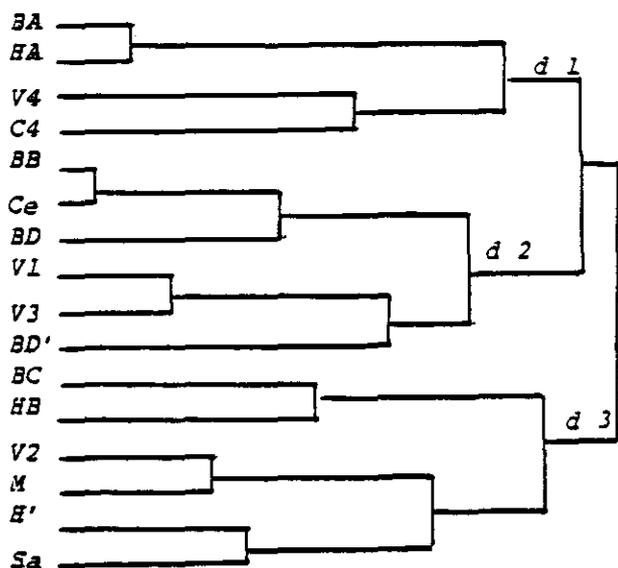
Trois ensembles se différencient :

- d 1. Groupe des stations B_A, H_A, V₄, C₄ qui possèdent les teneurs les plus élevées en chlorophylle a.
- d 2. Groupe des stations B_B, B_D, B_{D'}, V₁, V₃, C_e, avec valeurs chlorophylliennes moyennes.
- d 3. Les stations B_C, V₂, H', H_B, M et Sa forment un groupe caractérisé par les plus faibles teneurs en chlorophylle a.

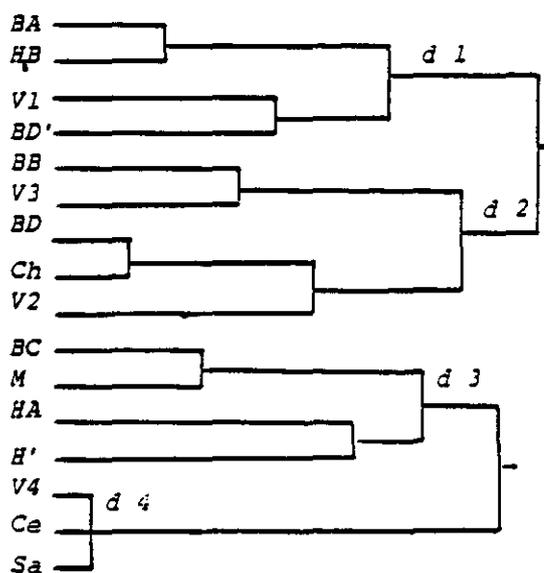
Ce même classement des stations en trois groupes est obtenu en procédant à une simple représentation graphique, avec les résultats de chlorophylle a en abscisse et ordonnée, isolant ainsi des noyaux de stations (cf. fig. 9). Seule la station VILDE₄ (V₄) ne figure pas dans le groupe 1 ; elle est démarquée en raison de sa très forte teneur en chlorophylle a.

En confrontant ces résultats avec les caractéristiques sédimentologiques des stations, il apparaît que le tri des stations par la mesure de chlorophylle a correspond assez bien au classement d'après les types de substrat.

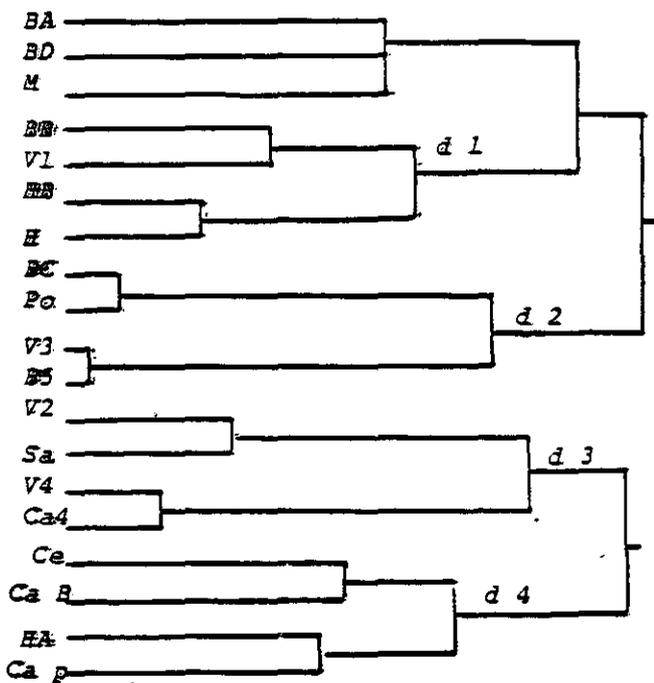
- le groupe 1 (Gr 1 - d 1), des fortes teneurs en chlorophylle a rassemblent les stations de vase molle (riche en eau), qu'elles soient situées en bas ou hauts niveaux bathymétriques ;
- le groupe 3, à l'opposé, comprend les stations ayant un substrat sablonneux et dont les biomasses algales associées sont les plus faibles ;



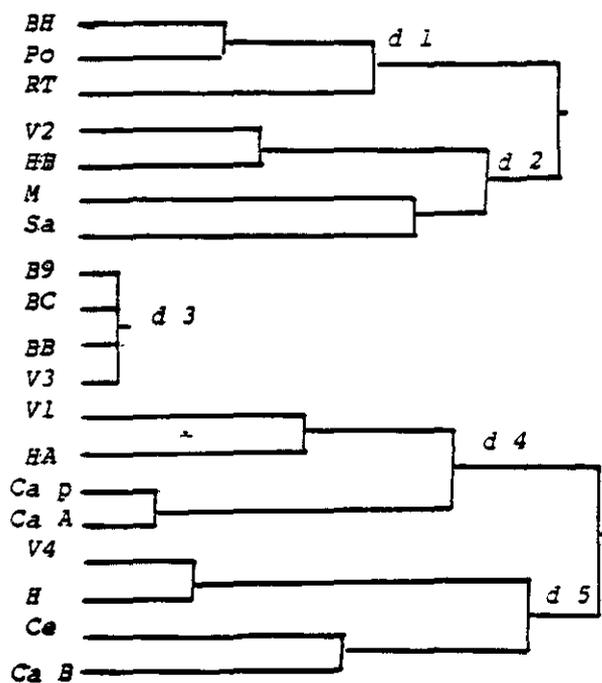
CHLOROPHYLLE a - Mai



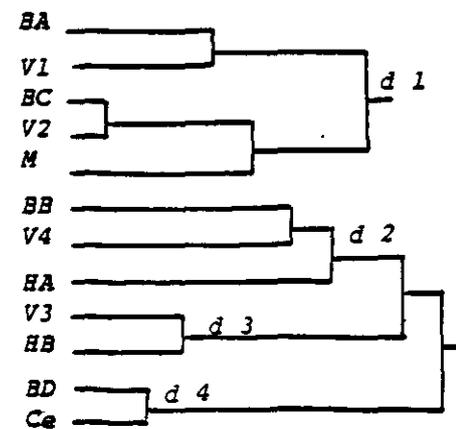
PHEOPIGMENTS - Mai



CHLOROPHYLLE a - Juillet



PHEOPIGMENTS - Juillet



CHLOROPHYLLE a - Octobre

Fig. 8 : CLASSIFICATION PAR ASCENDANCE
HIERARCHIQUE DES STATIONS
(méthode de LERMAN, 1981)

- le groupe 2 (Gr 2 - d 2), intermédiaire, composite, réunit des stations avec vase compacte ou sablon envasé.

Le niveau batymétrique ne semble pas déterminant.

- En juillet

D'après le dendrogramme, quatre ensembles (d 1 à d 4) de stations se distinguent. Les stations B_A, B_D, et M sont rejetées du classement (valeurs des dispersions très faibles). La comparaison avec les groupes issus de la représentation graphique donne quelques dissemblances :

$$\text{Gr 1} \longrightarrow d 4 + 1/2 d 3$$

$$\text{Gr 2} \longrightarrow d 1$$

$$\text{Gr 3} \longrightarrow d 2 + 1/2 d 3$$

Les groupes 1, 2 et 3 isolent, à nouveau comme en Mai, respectivement des stations de vase (Gr 1), vase sablonneuse ou de texture compacte (Gr 2) et sablon (Gr 3).

- En octobre

La comparaison des deux méthodes de classement se traduit ainsi :

- Gr 1 correspond au groupe d 4 du dendrogramme (avec fortes teneurs en chlorophylle a).

- Gr 2 \longrightarrow d 2 + d 3

- Gr 3 \longrightarrow d 1 (avec faibles teneurs chlorophylliennes).

Les deux groupes extrêmes (Gr 1 ou d 4, Gr 3 ou d 1) sont bien individualisés dans les deux cas.

La classification hiérarchique confirme dans l'ensemble les résultats obtenus par représentation graphique en "noyaux" des stations . D'après ces résultats, les facteurs qui contribuent à la hiérarchisation des stations au regard de leurs teneurs en chlorophylle a semblent être, par ordre d'importance décroissante :

- la nature du substrat ; les sédiments vaseux renferment des biomasses algales significativement plus élevées que celles des sédiments de type sablon. Entre les deux, se glissent toutes les composantes intermédiaires possibles ;
- la teneur en eau du substrat ;
- le niveau bathymétrique ; les stations localisées en hauts niveaux se retrouvent presque systématiquement dans les groupes de stations ayant les teneurs en chlorophylle a les plus élevées.

Variations entre stations des teneurs en chlorophylle a, à l'intérieur d'un même type de sédiment

Les variations des teneurs chlorophylliennes entre stations de substrat vaseux sont beaucoup plus importantes qu'en substrat sablonneux, comme le confirment les résultats du tableau suivant :

	Sédiments vaseux		Sédiments sableux	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
Mai	66,9	55,1	10,9	2,2
Juillet	73,4	40,0	17,2	3,4
Octobre	68,6	36,3	12,6	0,3

f) Distribution spatiale des phéopigments

Cf. figure 8

La méthode de traitement des données est identique à la chlorophylle a. Le classement des stations ne fait ressortir aucun facteur déterminant ; la répartition des phéopigments n'est pas liée au contexte granulométrique des stations (pas de distinction entre vase et sable). De même le niveau bathymétrique ne semble pas ordonner ces stations.

Les variations entre échantillons d'une même station, pour une date donnée, sont assez fréquemment importantes (cf tableaux).

La distribution spatiale des phéopigments, dans le cas présent, paraît être de nature aléatoire : COLIJN et DIJKEMA (1981) observent, en mer des Wadden, une répartition des phéopigments identique à celle de la chlorophylle a et présentant une corrélation positive avec la teneur du substrat en fraction granulométrique inférieure à 16 μm . Cette distribution corrélée entre chlorophylle a et phéopigments est également signalée, pour des substrats vaseux, par HOUSSEMAINE et VUDO (1980) dans l'estuaire de la Seine.

2.3 - Variations mensuelles des teneurs en pigments à la station de Saint-Benoît

Une station, appelée station St-Benoît, a été suivie régulièrement au cours de la période d'étude, à raison d'un prélèvement au minimum par mois.

Cette station (sigle B₀ sur la carte page) est localisée en limite Est de la baie de Cancale, face à St-Benoît-des-Ondes ; elle a été choisie en raison de sa facilité d'accès. Son niveau topographique la situe au-dessus des pleines mers des marées de mortes-eaux ; d'après les observations répétées dans l'année, elle est immergée pour des coefficients de marée supérieurs à 55.

Le tableau suivant contient les résultats pour les différents pigments algaux :

DATE	coeff. azurés	Chl. a SCOR-UNESCO		Chl. a LORENZEN		PHEOPIGMENTS		% phéopig- ments	Chl. b ug/g	Chl. c ug/g	Carot. ug/g	I.O.P.
		ug/g	mg/m2	ug/g	mg/m2	ug/g	mg/m2					
11/03	89	-	169,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/04	45	200,9 ± 33,9	278,8	204,5 ± 31,8	283,9	0	0	0	0	22,8	-	-
29/04	37	32,4 ± 10,3	59,0	30,9 ± 16,1	55,6	9,9 ± 9,8	26,6	32 %	5,4	1,4	-	-
22/05	75	85,6 ± 16,5	54,9	92,4 ± 16,0	59,2	0	0	0	0	10,1	-	-
6/06	81	206,3 ± 33,0	78,4	207,8 ± 48,4	78,9	32,8 ± 20,1	12,5	13 %	7,7	21,7	210,9	2,4
18/06	72	103,3 ± 29,5	85,2	108,2 ± 33,4	89,2	1,1 ± 1,5	0,9	1 %	0	7,9	93,8	2,4
23/07	78	148,5 ± 33,9	107,7	152,8 ± 33,4	110,8	0	0	0	0,1	14,5	107,2	2,1
6/08	66	63,8 ± 14,2	57,4	60,0 ± 13,0	54,0	4,8 ± 1,8	4,3	7 %	1,1	11,3	-	2,3
13/08	45	90,0 ± 25,7	109,5	73,4 ± 23,3	89,3	7,3 ± 4,2	8,8	28 %	0,7	21,0	-	2,5
4/09	74	39,9 ± 6,8	32,1	36,3 ± 5,9	29,2	6,1 ± 4,1	4,9	28 %	0,7	1,8	-	-
25/09	53	471,0 ± 202,2	251,1	485,5 ± 219,8	258,6	11,4 ± 9,7	6,1	2 %	0	77,2	-	2,2
30/09	91	200,3 ± 46,2	107,8	162,5 ± 42,5	87,5	58,5 ± 6,3	31,5	28 %	3,6	69,5	-	-
23/10	42	210,3 ± 113,5	-	199,4 ± 111,7	-	12,5 ± 7,1	-	6 %	0	52,7	-	-
27/10	80	107,7 ± 34,5	80,8	85,4 ± 34,1	64,0	49,5 ± 7,2	37,1	37 %	7,9	37,8	158,4	2,6
19/11	53	62,7 ± 11,5	50,2	46,8 ± 8,6	37,4	37,4 ± 2,6	29,9	45 %	2,3	23,3	83,6 ± 12,7	2,6

TABEAU 5 : RESULTATS MENSUELS DES TENEURS EN PIGMENTS ALGAUX A LA STATION ST-BENOIT

2.3.1 - Les pigments accessoires

. Chlorophylles b et c

Rappelons que de nombreux auteurs considèrent que ces deux pigments ne sont pas dosés correctement par les méthodes employées en spectrophotométrie.

La teneur en chlorophylle b reste toujours très faible. A plusieurs reprises, elle est nulle ; ce résultat n'est en rien surprenant étant donné l'absence de ces pigments chez le groupe des diatomées.

La teneur en chlorophylle c présente sensiblement les mêmes fluctuations que celles de la chlorophylle a (cf. fig. 10). Cependant, pour les derniers mois, les concentrations en chlorophylle c chutent moins vite que celles de la chlorophylle a ; ainsi le rapport $\frac{\text{chlo. c}}{\text{chlo. a}}$ augmente nettement à partir de fin septembre (de 0,1 en moyenne, il passe à 0,3), pouvant indiquer un vieillissement physiologique des algues (selon MARGALEF, 1960, in Travers, 1975).

. Caroténoïdes (carotènes)

Peu de valeurs sont disponibles.

Les teneurs ou caroténoïdes sont relativement proches des teneurs en chlorophylle a.

2.3.2 - La chlorophylle a

Les fluctuations mensuelles de la teneur en chlorophylle a (SCOR-UNESCO) sont reportées en figure 10 (en coordonnées semi-logarithmiques). Le premier trait qui se dégage concerne l'amplitude importante des fluctuations entre les mois successifs (allure en "dents de scie" du graphique). Il n'apparaît pas de tendance saisonnière nette : des teneurs faibles sont présentes en toutes saisons et notamment en août - début septembre.

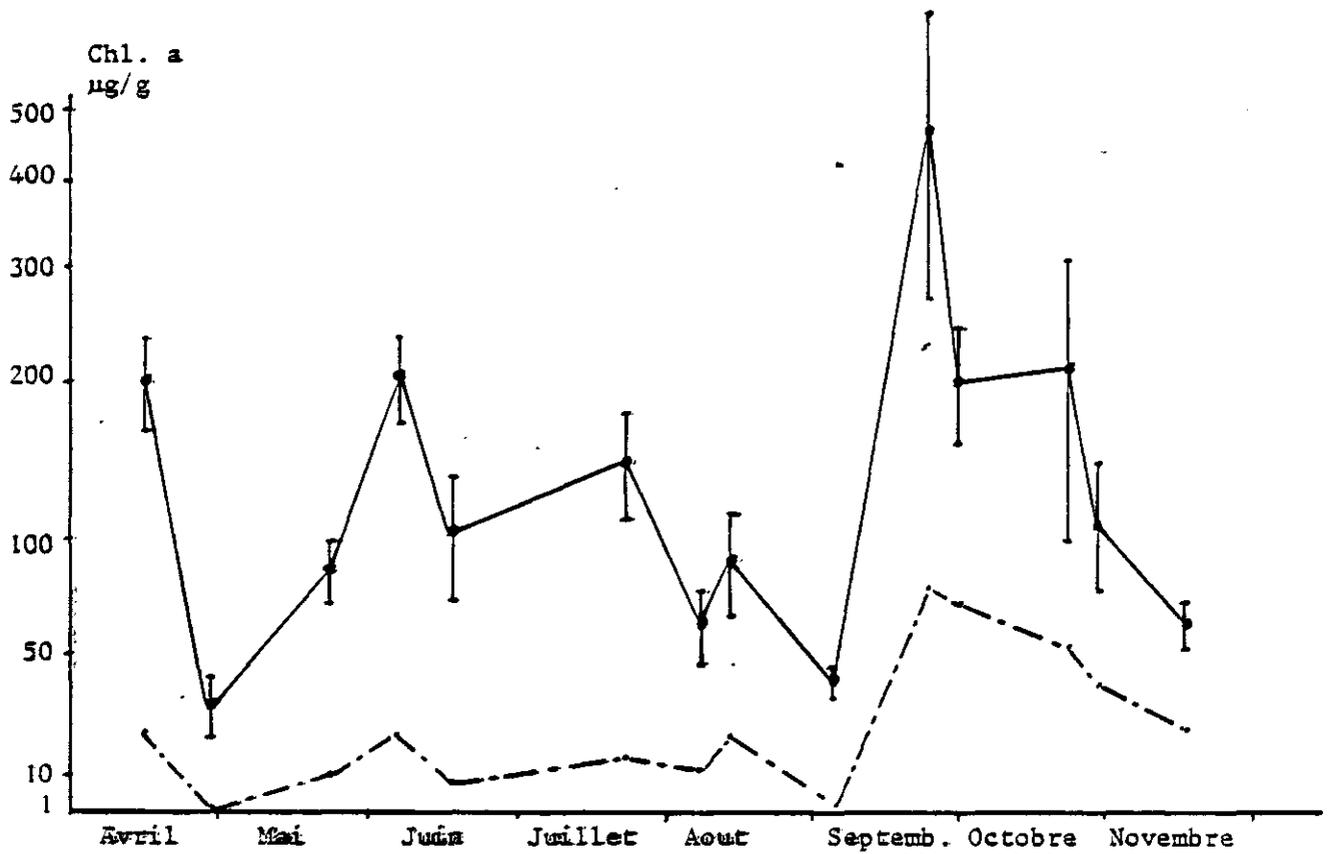


Fig. 10 : Variations mensuelles des teneurs en chlorophylles a (-) et c (-.-) (S.U.) à la station St-Benoît.

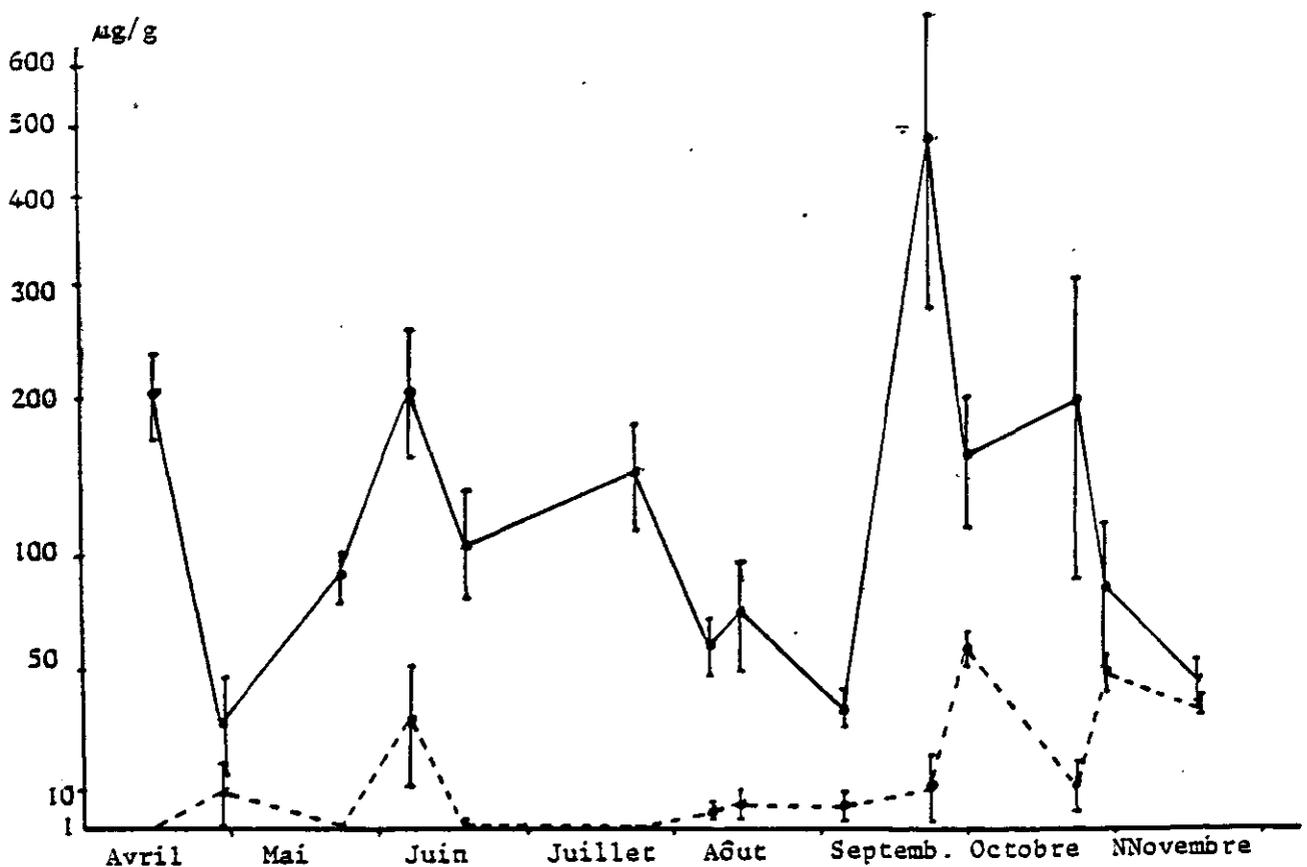


Fig. 11 : Variations mensuelles des teneurs en chlorophylle a (-) et phéopigments (---) (Méthode LORENZEN) à la station St-Benoît.

De telles fluctuations sont également notées par CADEE et HEGEMAN (1974), pour la microflore benthique de la zone intertidale en mer de Wadden. Ces deux auteurs mettent en relation biomasse algale du substrat et conditions météorologiques : les coups de vent et les tempêtes ont pour effet de déplacer les sédiments et leur flore. Les travaux de NICODIC (1981) en baie de Cancale montrent qu'il existe un lien entre la turbidité des eaux (conséquence de la remise en suspension des sédiments) et l'état de la mer (cf. fig. 12) : la charge en particules de l'eau augmente fortement au fur et à mesure que le degré d'agitation de la mer croît. Ce dernier facteur dépend directement des conditions de vent. Si l'on regarde les conditions anémométriques de l'année 1985 (vitesses moyennes journalières du vent reportées en fig. 13), on peut opposer d'une part le printemps et l'été, assez agités, à la période de calme mi-septembre-octobre d'autre part. C'est au cours de cette dernière période que sont observées les plus fortes teneurs en chlorophylle a.

La saison estivale présente des teneurs chlorophylliennes anormalement faibles ; bien qu'il ne se soit pas produit de tempêtes (sauf début août), il faut y voir un effet cumulatif, sur une longue période, d'une mer assez agitée. Dès que le vent dépasse 4 m/s, la baie de Cancale est soumise au clapot, pour des vents de secteurs Nord, Est et Sud (NICODIC, 1981).

De plus, les vents du secteur Sud ont, à deux reprises cette année, chassé la couche de vase à la station étudiée, mettant à nu un substrat sablonneux beaucoup moins riche en microflore benthique (fin avril et en août).

Pour cette station des hauts niveaux, un autre facteur provoque des variations de la teneur en chlorophylle a : le coefficient de marée qui introduit une alternance entre période d'immersion et période (de plusieurs jours) d'émersion ; cet aspect du problème sera traité dans le paragraphe suivant.

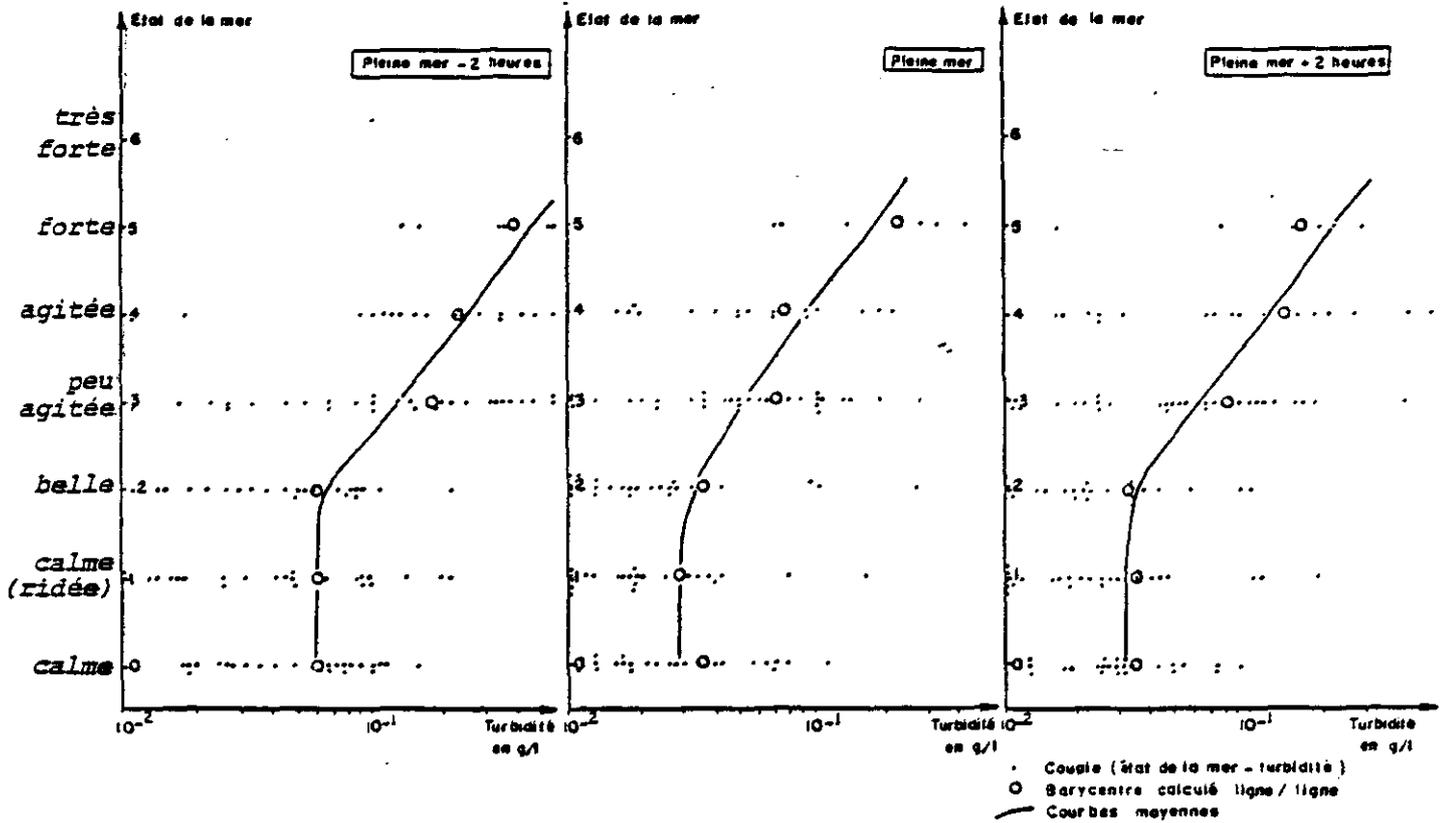


Fig. 12 - Expression de la turbidité des eaux en baie de Cancale en fonction de l'état de la mer. (extrait thèse NICODIC, 1981).

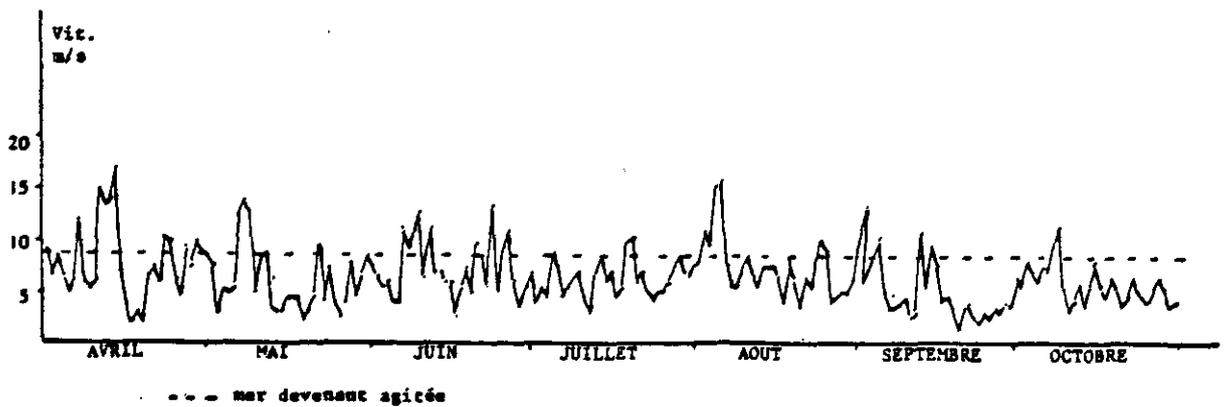


Fig. 13 : VITESSE MOYENNE JOURNALIERE DU VENT A LA POINTE DE CANCALE

2.2.3 - Les phéopigments (fig. 11)

D'avril à fin septembre, la quantité de matériel détritique reste faible puis elle augmente nettement pour atteindre à la mi-novembre une valeur se rapprochant de celle de la chlorophylle a ; à cette date, le taux de phéopigments approche le seuil des 50 %.

A l'inverse des valeurs de chlorophylle a qui augmentent fortement à l'occasion des périodes d'émergence de la station, les teneurs en phéopigments demeurent faibles. Pendant cette phase de marées de mortes-eaux, le matériel algal produit n'est pas dégradé. Lorsque se produit la submersion par les marées plus fortes, il semble que la quantité de phéopigments présents à la station augmente : cas très nets du 30 septembre et du 27 octobre. Cette résultante peut s'expliquer ainsi :

- les algues produites à la station sont dégradées sur place au moment de l'immersion ;

et/ou

- au moment de l'étale de pleine mer qui provoque une sédimentation partielle de la charge en particules, le matériel algal détritique en suspension dans l'eau se dépose ; ce matériel détritique provient d'algues mises en suspension, puis dégradées dans la masse d'eau au moment de l'immersion.

2.4 - Evolution et microdistribution des teneurs en pigments au cours de l'alternance marées de mortes-eaux - marées de vives-eaux, à la station de St-Benoît

2.4.1 - Cycle de marées du 6 au 15 août

Au départ, les conditions retenues pour étudier ce cycle étaient les suivantes :

- choix de la période estivale afin d'être en situation d'activité photosynthétique optimale ;
- choix d'un cycle de marées de mortes-eaux de longue durée.

En réalité, les conditions météorologiques entre le 6 et le 15 août sont demeurées très mauvaises comme l'indiquent les données suivantes :

Date de prélèvement	Température air	Vent *	Précipitation en mm *	Conditions d'éclairement
6/08	16,7 °	Tempête force 6 à 7 depuis 3 j. - Vent de secteur W.	-	Ciel nuageux avec éclaircies
8/08	20,4 °	Vent de secteur SW force 3.	1,3	Ciel gris (pluies le matin)
13/08	24 °	Vent de secteur S - force 3 à 4	pluies quotidiennes entre le 8 et le 13 (T = 7,5 mm) temps ensoleillé	
15/08	20,3 °	Vent assez fort (4 à 5) de secteur Sud à Ouest).	-	Ciel nuageux

* d'après données sémaphore de Cancale.

TABLEAU 6 : CONDITIONS METEOROLOGIQUES DU 6 AU 15 AOUT

Les teneurs moyennes à la station, en chlorophylle a et phéopigments évoluent comme suit :

Date	Conditions de marées	Chl. a (SU) µg/g	Chl. a (LOR) µg/g	Phéop. (LOR) µg/g	phéopig. x100 phéop.+ chl.a (LOR)
6/08	fin vives-eaux	63,8	60,0	4,8	7 %
8/08	début mortes-eaux	66,4	69,8	0	0
13/08	fin mortes-eaux	90,0	73,4	7,3	26 %
15/08	Vive-eau	92,7	97,2	0,3	0,3 %

TABLEAU 7 : TENEURS EN PIGMENTS ALGAUX ENTRE LE 6 ET LE 15 AOUT

- chlorophylle a (S.U.)

La différence des teneurs moyennes en chlorophylle a entre le 6 (fin du cycle des marées de vives-eaux) et le 8 (1er jour du cycle des marées de mortes-eaux) n'est pas significativement différente (test t de student); de même elle ne l'est pas entre le 1er jour de prélèvement et le dernier (début du cycle des vives-eaux, le 15 août). Pour le 13 août, en fin de phase des mortes-eaux, une distinction est faite entre pigments présents sur les plateaux et dans les dépressions ; en effet la station est caractérisée par une microtopographie accidentée, constituée d'une succession, dans le sens de la pente, de plateaux, cuvettes ou ruets. Entre dépressions et plateaux, les résultats contrastent :

	Chl. a (S.U.)	Phéopigments
plateaux	61,7 ug/g	22,4 ug/g
dépressions	122,5 ug/g	30,0 ug/g

L'accroissement de biomasse moyenne à la station ce jour-là (90,0 ug/g de chl. a) est essentiellement dû à une augmentation de biomasse se produisant dans les zones en dépressions, la teneur en chlorophylle a y présente des différences significatives avec tous les autres résultats.

- les phéopigments

Le matériel détritique augmente en fin du cycle des mortes-eaux et notamment sur plateaux où le taux de phéopigments atteint 32 % des pigments totaux.

2.4.2 - Marées du 25 au 30 septembre

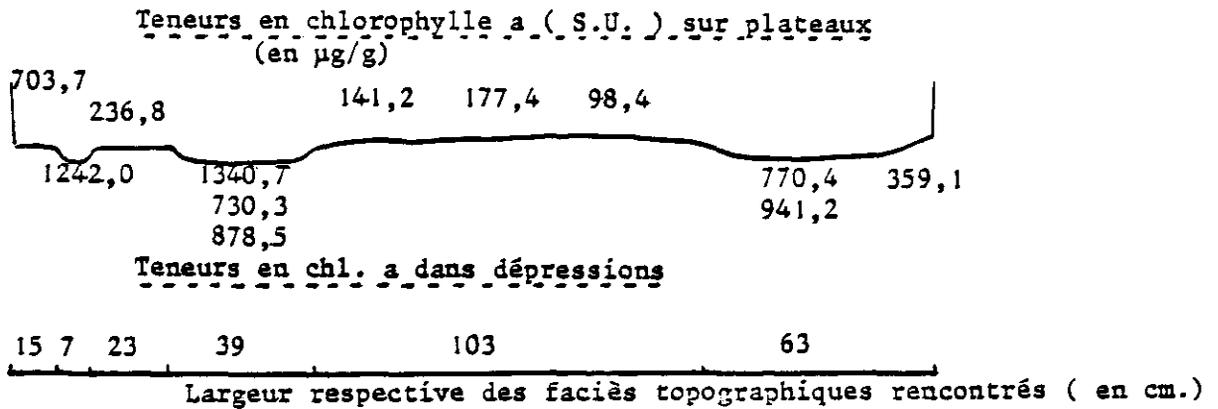
Afin d'affiner les résultats précédents, une nouvelle comparaison entre marée de mortes-eaux et marée de vives-eaux a été effectuée à cette même station. L'étude de la répartition des pigments algaux est réalisée le long d'un transect d'une longueur de 2,50 m et disposé de manière à couper perpendiculairement la succession plateaux, dépressions, caractéristique de la topographie de la station. Le transect, établi une première fois en fin du cycle des mortes-eaux alors que la station reste émergée depuis 5 jours, est à nouveau étudié au cours du cycle des vives-eaux suivantes. Les conditions météorologiques pendant cette période sont stables (période de très beau temps ensoleillé, vent très faible). Les résultats des deux transects apparaissent en figure 14.

Entre dépressions et plateaux, l'évolution des teneurs moyennes en pigments algaux est la suivante :

		25 septembre	30 septembre
Dépressions	: Chl. a (S.U.) ug/g :	894,6 \pm 329,5	163,3 \pm 57,5
	: Chl. a (LOR) ug/g :	936,3 \pm 340,2	127,9 \pm 45,8
	: Phéop. (LOR) ug/g :	16,6 \pm 25,6	56,2 \pm 11,8
	: Taux phéopigments :	2 %	30 %
Plateaux	: Chl. a (S.U.) :	271,5 \pm 343,1	244,6 \pm 92,3
	: Chl. a (LOR) :	259,1 \pm 310,8	204,2 \pm 75,1
	: Phéopigments (LOR) :	13,8 \pm 18,2	61,4 \pm 11,7
	: Taux phéopigments :	5 %	23 %

TRANSECT DU 25/09

— marée de mortes-eaux



TRANSECT DU 30/09

— marée de vives-eaux

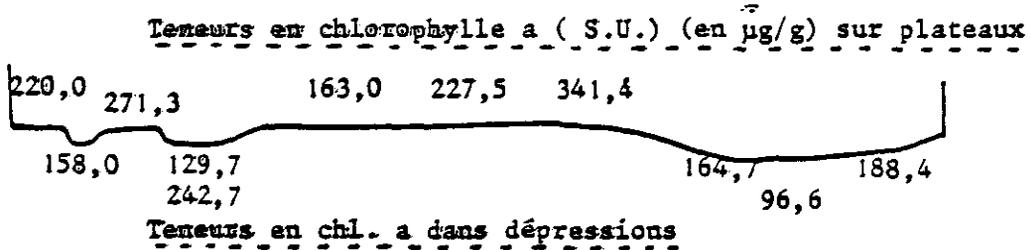


FIG. 14 : MICRODISTRIBUTION DES PIGMENTS ALGAUX LE LONG D'UN TRANSECT

- chlorophylle a

En période de mortes-eaux (le 25), les résultats confirment l'observation faite in situ, à savoir : les algues sont essentiellement concentrées dans les cuvettes et chenaux*, imprimant une coloration brune, uniforme au substrat. Sur plateaux, la teneur moyenne en chlorophylle a reste cependant élevée (toujours supérieure à 100 ug/g - cf. transect du 25 septembre) ; la coloration du sédiment apparaît tachetée brun et gris. Les teneurs moyennes en chlorophylle a de ces deux faciès topographiques sont significativement différentes (test t).

En période de vives-eaux (le 30), cette différence significative des teneurs entre plateaux et dépressions disparaît : la répartition des pigments algaux devient beaucoup plus homogène et les teneurs observées se rapprochent de celle du faciès "plateaux" du 25 (différence non significative).

- phéopigments

La quantité de matériel détritique augmente significativement entre la période de mortes-eaux et celle des vives-eaux. Dans chacun des deux cas, la répartition des phéopigments entre dépressions et plateaux n'est pas significativement différente.

Les mêmes résultats sont à nouveau observés, fin octobre, entre une marée de mortes-eaux (le 23) et une marée de vives-eaux (le 30).

La station étudiée ne restant émergée qu'au maximum 5 à 6 jours consécutifs, ce type de fonctionnement - marées de mortes-eaux → production de biomasse algale - marées de vives-eaux → remise en suspension partielle de la microflore - ne peut être généralisé à l'ensemble des hauts niveaux bathymétriques.

* Ces dépressions ne renferment plus d'eau libre ; la teneur en eau du sédiment superficiel (22 %) est légèrement supérieure à celle (18 %) des plateaux.

2.5 - Comparaison des résultats avec autres secteurs géographiques

- Secteur estuarien de la baie du Mont-Saint-Michel

Des mesures de teneur en chlorophylle a (méthode LORENZEN) des sédiments ont été réalisées par le CNEOX dans le secteur préestuarien de la baie, en période printanière. Les résultats s'échelonnent entre 10 et 35 ug de chlorophylle a active par g de sédiment sec ; ils s'inscrivent dans une gamme moyenne en comparaison des résultats du secteur occidental de la baie.

A l'occasion des expérimentations menées pendant les marées d'équinoxe de septembre 1985 (cf. travaux DANAIS), des dosages chlorophylliens ont été effectués sur des sédiments prélevés en bas-schorre et dans la "criche" de Polder Bertrand.

		Chl. a (S.U): ug/g	Chl. a (LOR): ug/g	Phéopig.: (LOR)ug/g	% phéopig.:	I.D.P.
Chenal	fond	698,6 ± 425,2	845,8 ± 615,2	0	0	2,0
	flanc nu	336,4 ± 56,8	407,3 ± 47,5	0	0	1,9
	terrasse à Suaeda	210,4 ± 141,7	206,4 ± 131,0	6,5 ± 8,3	3 %	2,1
	bas-octobre en mosaïque	300,7 ± 93,4	333,8 ± 100,5	0	0	2,1
	haute dikke (banquettes de tanque)	69,7 ± 41,3	67,1 ± 40,8	3,5 ± 3,9	5 %	2,3

TABLEAU 8 : TENEURS EN PIGMENTS ALGAUX DES SEDIMENTS
Secteur polder Bertrand (19/09/1985)

Les teneurs observées sur les banquettes de vase du fond de chenal sont les plus fortes parmi les résultats obtenus en baie au cours des différentes campagnes. Les "criches" du schorre tout comme les

biefs du secteur occidental constituent des systèmes à très fortes teneurs en chlorophylle a, de superficie cependant très limitée, rapportée à l'ensemble de l'estran.

L'existence d'une microflore benthique sous la végétation dense des terrasses à Suaeda maritime peut paraître surprenante. C'est l'effet des grandes marées qui comporte, au jusant, un dépôt de particules fines parmi lesquelles se trouvent des algues. De manière identique, une grande partie du schorre se trouve ainsi "ensemencé" pendant les grandes marées. Bien qu'il n'y ait pas de résultats pour l'affirmer, il paraît probable que, en saison sèche notamment, ces algues ne puissent se développer que très temporairement : le substratum s'assèche en effet rapidement. Néanmoins, ces quelques résultats confirment l'existence d'une production microphytobenthique du schorre qu'il conviendra de prendre en compte.

- baie de Saint-Brieuc (anse d'Yffiniac)

Les stations étudiées par MERCERON et al. se situent en haute-slikke et sur le schorre. La répartition spatiale des pigments, entre septembre et mai, est la suivante (valeurs moyennes) :

	vase du chenal	zone pion- nière (avec salicornes épaisses	haute dikke (salicornes denses)	Schorre (végétation dense)
Chl. a (LOR.) ug/g	6,3	5,2	13,0	11,7
Phéopigments (LOR.) ug/g	11,7	6,7	28,6	20,8
% chl. a (LOR.)	34,9	43,6	31,2	36,0

Bien qu'il s'agisse de moyennes intégrant des prélèvements hivernaux, ces résultats apparaissent très faibles, comparés à ceux de la baie du Mont-Saint-Michel, pour des zones identiques ; de plus, la part de matériel détritique reste, tout au long de la période d'étude, très élevée (supérieure à 50 %).

- estuaire de la Seine

Les résultats obtenus en baie du Mont-Saint-Michel sont en accord avec les données acquises en Seine par VUDO et HOUSSEMAINE (1981) :

- relation biomasse algale-nature du substrat : la teneur chlorophyllienne la plus élevée est celle des substrats vaseux ;
- variations saisonnières : sur 3 séries de prélèvements (mars, juin et octobre) c'est au mois de juin que la teneur en pigment est en moyenne la plus forte.

Cependant les valeurs de chlorophylle a active sont, d'une manière générale, plus faibles que dans le secteur occidental de la baie. A l'inverse, les teneurs en phéopigments sont nettement plus élevées et une corrélation positive est établie entre la quantité de matériel détritique et les substrats vaseux.

De très nombreux autres résultats sont disponibles pour les côtes Nord européennes. STEELE et BAIRD (1968) en Ecosse ; CADEE et HEGEMAN (1974 et 1977), COLIJN et DIJKEMA (1981) en mer de Wadden... Ils montrent une grande variabilité des teneurs en pigments des sédiments d'estran entre secteurs géographiques.

2.6 - Conclusion

Cette première approche concernant la microflore benthique vivant en zone intertidale de la baie du Mont-Saint-Michel permet de dégager les caractéristiques suivantes :

- la distribution spatiale de la microflore est corréllée avec la nature du substrat. Les milieux vaseux sont les plus riches en biomasse algale ; la grande vasière de la baie de Cancale constitue donc un secteur privilégié pour le développement des diatomées benthiques.

- les fluctuations mensuelles de la teneur en pigments algaux, étudiées à une station localisée en haut niveau bathymétrique (au-dessus des pleines mers de mortes-eaux) ne montrent pas un cycle saisonnier. Les biomasses algales prélevées à un instant t sont fonction notamment du coefficient de marée (mortes-eaux ou vives-eaux), des conditions météorologiques (influençant le degré de remise en suspension des algues) ; la répartition hétérogène de la microflore est nettement plus marquée en période de marées de mortes-eaux.

3 - LE PHYTOPLANCTON

3.1 - LES CONDITIONS DE MILIEU

3.1.1 - Turbidité des eaux de la baie du Mont-Saint-Michel : données bibliographiques

- données LANDSAT (1976)

La télédétection a apporté de précieuses informations concernant la distribution des turbidités des eaux marines. L'exploitation des images du satellite LANDSAT a permis d'établir une première carte des turbidités dans le golfe normano-breton (POISSON, 1976 in RETIERE, 1979). Différentes masses d'eau peuvent être individualisées au sein desquelles celles de la baie du Mont-Saint-Michel apparaissent comme très turbides.

- répartition spatiale du seston en baie

Ce panache d'eau turbide présent en baie du Mont-Saint-Michel a fait l'objet d'une étude par ZBINDEN (1980). Pour ce faire, une campagne de prélèvements d'eau de sub-surface (prise d'eau à 2 m de profondeur) a été organisée pendant une période estivale de marées moyennes et selon huit radiales Nord-Sud, chacune des radiales étant effectuée dans un créneau horaire aux alentours de la basse-mer (1 heure avant et 1 heure après celle-ci). La figure 15 représente la répartition du seston exprimée en poids sec (en mg.l^{-1}) et cartographiée selon des isolignes. Il apparaît très nettement un gradient décroissant du poids sec sestonique depuis le centre (secteur du 0 des cartes marines) vers l'extérieur de la baie. Des résultats analogues s'affichent pour l'expression de paramètres tels que le nombre de particules par cm^3 , les concentrations (en $\text{mm}^3\text{-l}^{-1}$) ou la diffusion (en m^{-1}). Un second gradient décroissant se dessine d'Est en Ouest ; les fortes turbidités observées dans la zone Est sont à mettre au compte de la topographie locale (zone de hauts fonds au devant de la pointe de Champeaux).

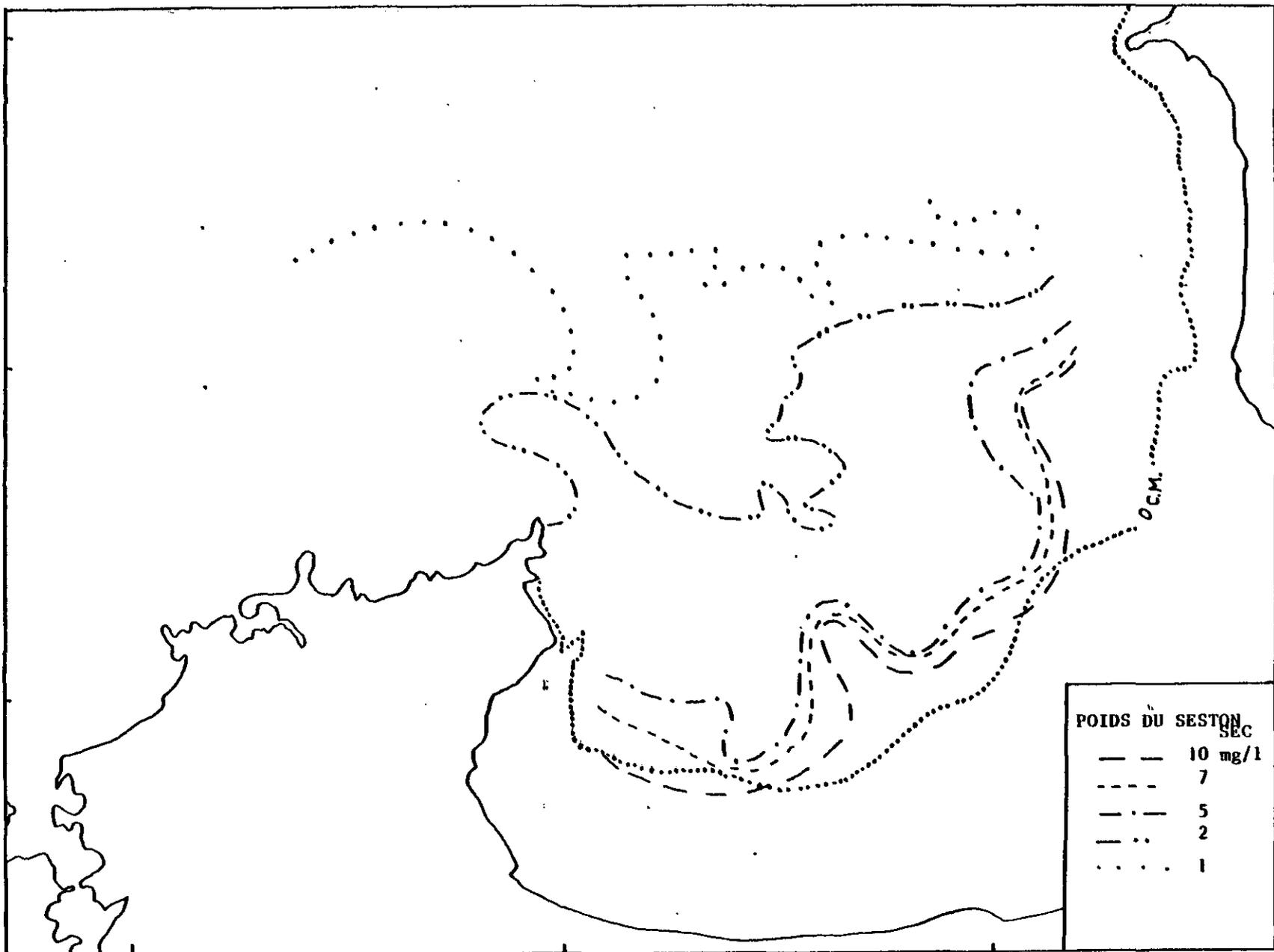


FIG. 15 : REPARTITION DES POIDS DE SÉTON, entre PM + 5h et PM - 5h lors de marées moyennes

Un certain nombre de particularités sont intéressantes à relever parmi lesquelles figure l'existence des "fronts" (visualisés sur un exemple de radiale, cf. fig. 16) ; ceux-ci sont définis par des modifications des caractères du seston schématisées ainsi :

(extrait thèse ZBINDEN, 1981)

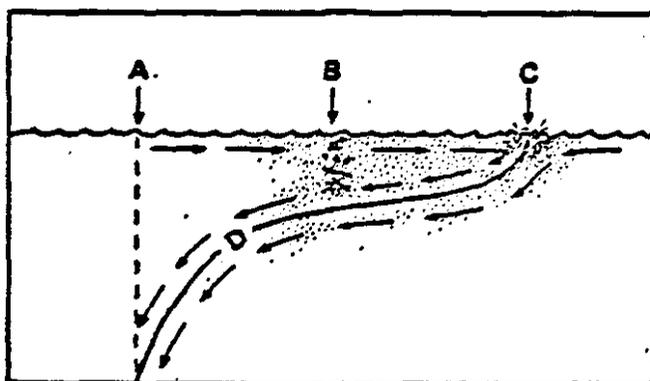


Schéma d'une coupe transversale d'un front
(d'après M.J. Bowman et R.L. Iverson, 1978).

En surface, on distingue trois zones :

- La première caractérisée par une transition de couleur, dite "color line" (A).
- La seconde, dite "detritus line", où l'on observe une accumulation de détritrus et de matières flottantes piégés par les courants opposés à proximité de l'interface frontal et de la surface (B).
- La dernière, dite "foam line" est remarquable par la présence d'une ligne d'écume (C).

En profondeur, la zone de contact entre les deux masses d'eau est dite interface frontale (D).

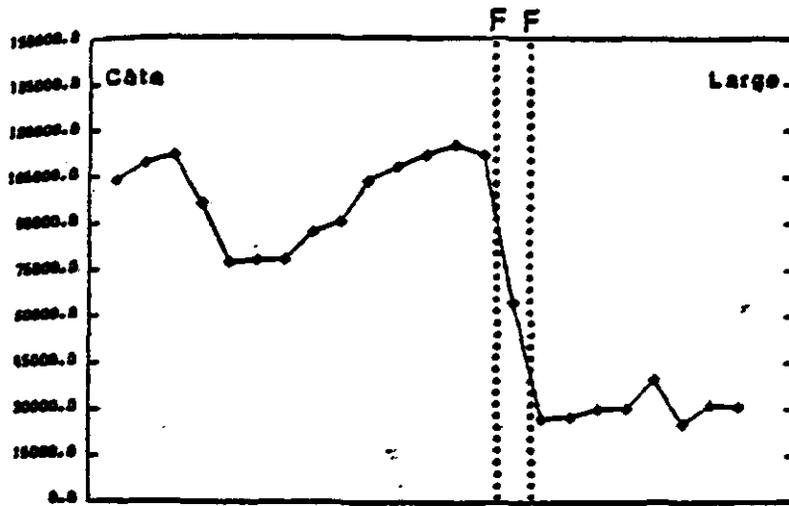


FIGURE 16a: NOMBRE DE PARTICULES PAR CENTIMÈTRE CUBE

RADIALE 4 - 26/07/1978 - ÉCHANTILLONS 382 À 396.

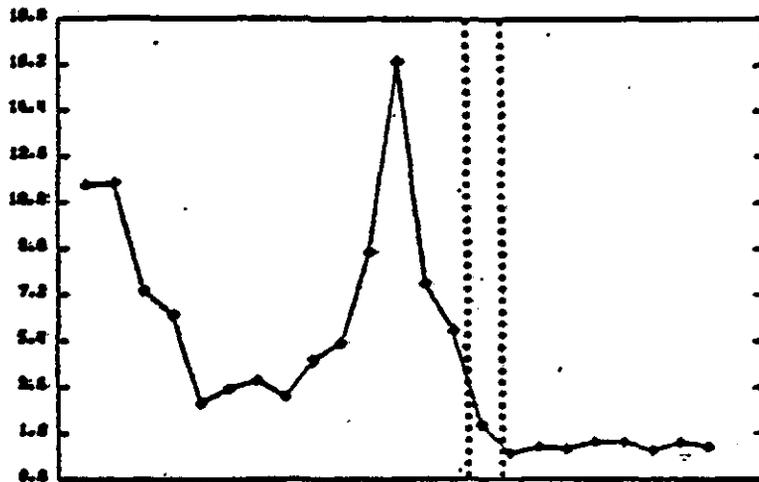


FIGURE 16b: CONCENTRATION EN PARTICULES MILLIMÈTRE CUBE PAR LITRE

RADIALE 4 - 26/07/1978 - ÉCHANTILLONS 382 À 396.

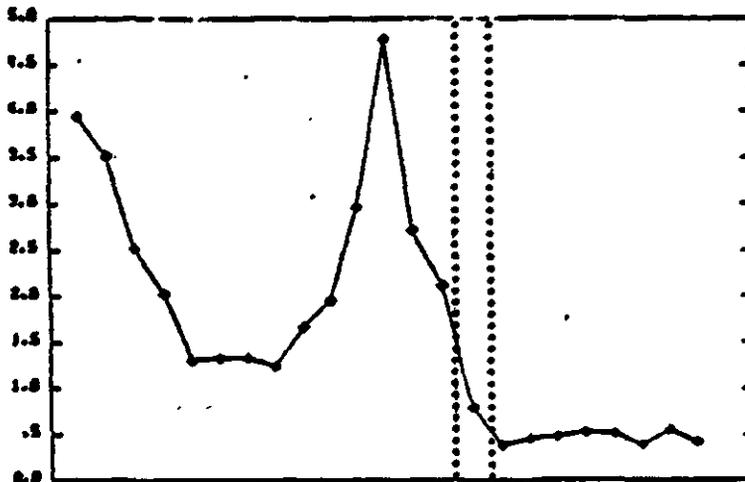


FIGURE 16c: DIFFUSION PAR LES PARTICULES (EXPRESSÉ EN M-1)

RADIALE 4 - 26/07/1978 - ÉCHANTILLONS 382 À 396.

Figure 16 : Transects des nombres de particules (16 a), des concentrations en particules (16 b) et des diffusions par les particules (16 c) sur la radiale 4.

ZBINDEN indique que les limites dites "*détritus line*" et "*foam line*" sont aisément identifiables in situ contrairement à la limite de couleur malaisée à délimiter.

L'existence de la "*détritus line*" est particulièrement intéressante lorsque l'on évoque le déplacement des matières flottantes provenant du schorre (cf. travaux M. DANAIS).

Sur le plan de l'analyse qualitative, ZBINDEN définit des types de spectres micro-granulométriques : 6 classes sont ainsi considérées, possédant chacune des paramètres texturaux (grain moyen, indice de dispersion...) déterminés. Les variations spatiales de ces paramètres texturaux sont également étudiées ; à titre d'exemple, l'augmentation du nombre de particules fines depuis la côte vers le large peut être mentionnée.

- données simulées S P O T

L'exploitation de la simulation S P O T par ZBINDEN (1984) a donné lieu à la création d'images très fines des niveaux de turbidité en baie ; 10 classes de turbidité sont ainsi définies. Leur représentation spatiale confirme et affine les résultats des enregistrements des précédents satellites.

3.1.2 - Données hydrologiques

- température

Les températures de surface relevées à chaque visite des stations sont reportées en figure#; les valeurs mensuelles indiquées représentent les moyennes des trois stations. Les variations d'une station à l'autre sont faibles ; l'écart maximal de 1° s'est produit en juillet : les eaux de la station des bouchots ont une température de 20°, celle de la station à l'entrée de la baie une température de 19°. L'écart est dû à l'effet de réchauffement produit par le passage des eaux sur l'estran.

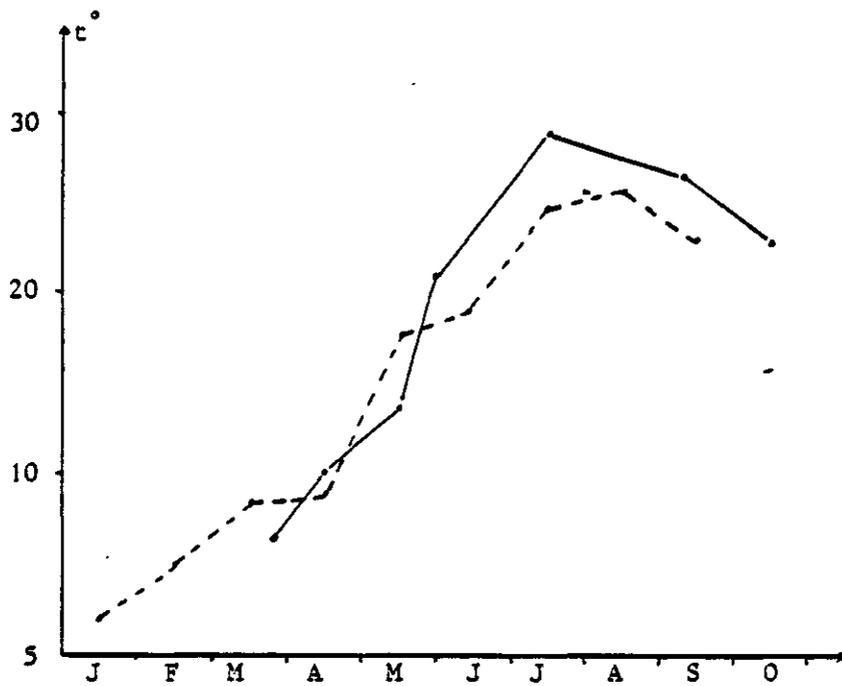


Fig. 17 : TEMPERATURES DES EAUX DE SURFACE EN BAIE DE CANCALE

— année 1985

--- année 1977 (in JOUAN, 1978)

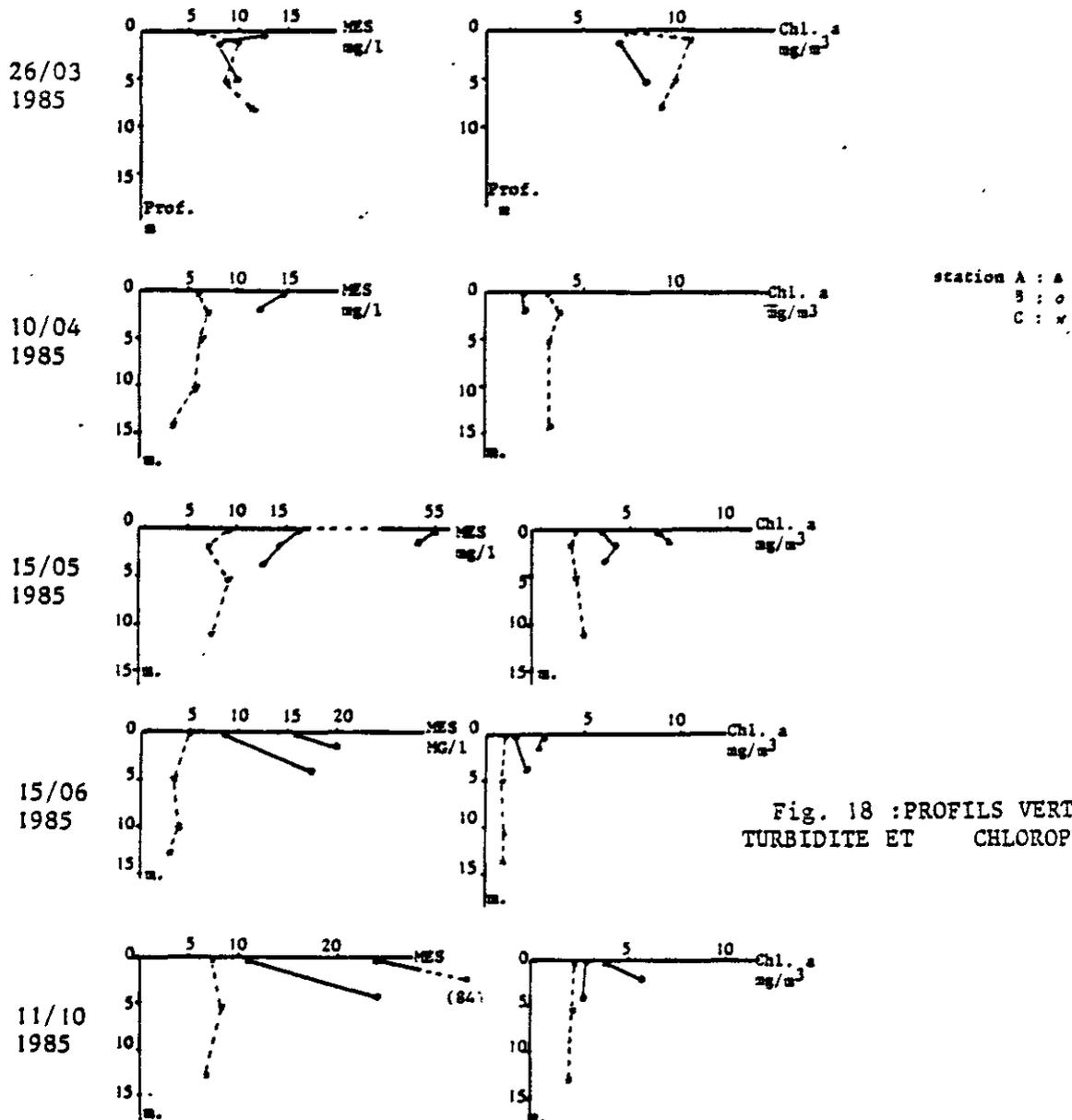


Fig. 18 : PROFILS VERTICAUX
TURBIDITE ET CHLOROPHYLLE a

MATHIEU (1966) et JOUAN (1977) signalent qu'il n'existe pas de différence significative entre les températures des eaux de surface et des eaux de fond. Le brassage continu des masses d'eaux par les courants de marée empêche l'établissement d'une stratification thermique.

Comparées aux températures de l'année 1977 (cf. fig. 17) celles de l'année 1985 apparaissent nettement plus élevées pendant la période estivale et le début de l'automne (maximum de 19,5°, en juillet).

- salinité

Quelques mesures ont été effectuées au réfractomètre en septembre et octobre ; les résultats (de 34,5 et 35 ‰) sont en accord avec ceux de MATHIEU et JOUAN qui indiquent une homogénéité spatiale et verticale de la salinité des eaux de la baie (secteur estuarien non compris). Ces mêmes auteurs précisent que les variations saisonnières de salinité demeurent faibles.

3.2 - Localisation des stations de prélèvement

En fonction des turbidités croissantes vers le fond de la baie, trois stations réparties le long d'un axe Nord-Sud, au large de la commune Vildé-le Hirel, ont été suivies pendant quelques mois.

Ces trois stations se distribuent ainsi (cf. fig.19) :

- Station A, située en secteur découvrant, dans les concessions mytilicoles

lat. : 48° 38' 70.

long. : 1° 49' W.

- station B, localisée à un niveau bathymétrique de 0,60 m en-dessous du 0 des cartes marines

lat. : 48° 39' 40

long. : 1° 48' 50 W

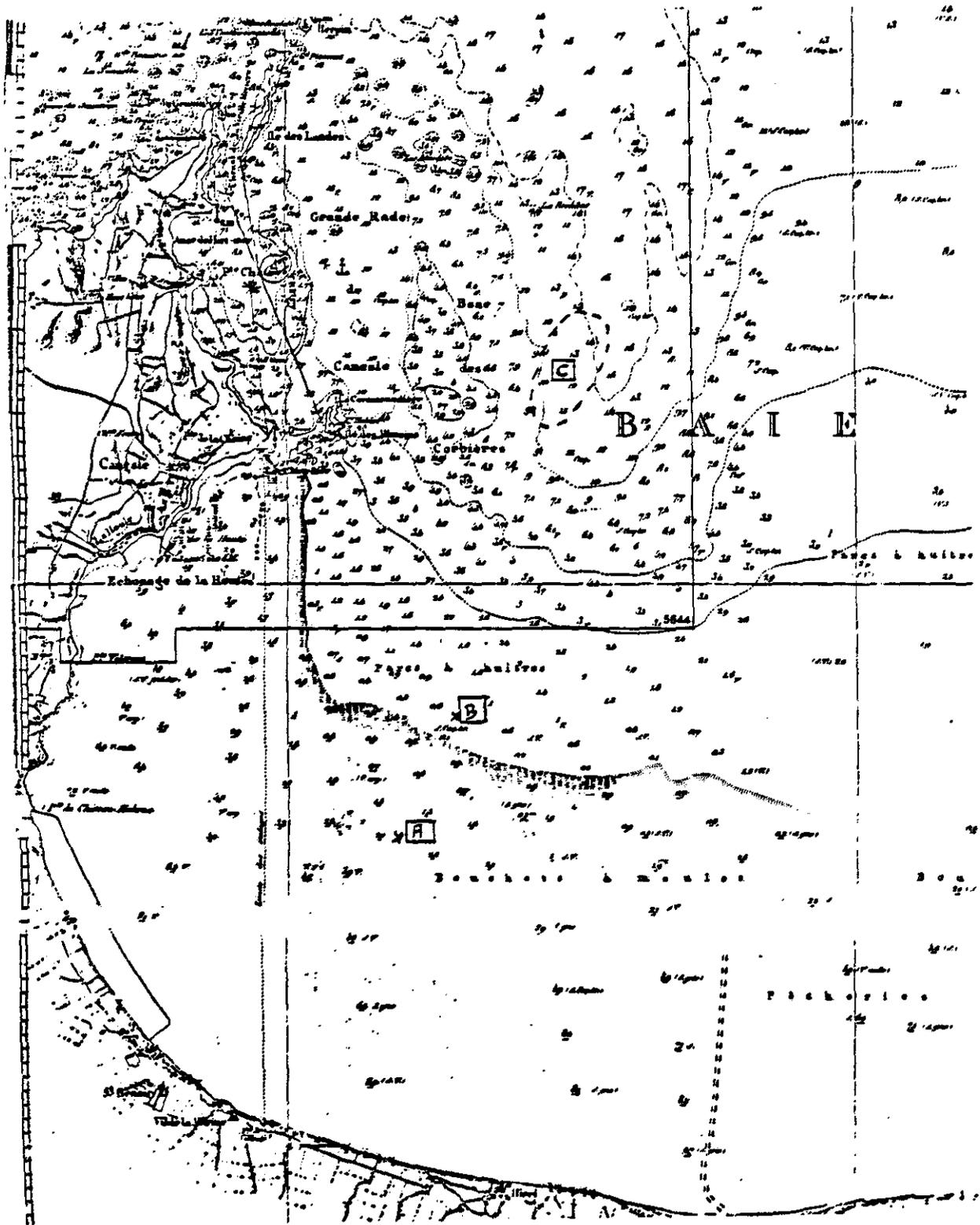


FIG. 19 : LOCALISATION DES TROIS STATIONS DE LA BAIE
(extrait carte marine, en réduction)

- station C, située à l'entrée de la baie ; les prélèvements sont effectués dans une zone dont le centre a pour coordonnées :

lat. : 48° 41' 60

long. : 1° 47' 50 W

Profondeur : 11 m.

Au cours des mois de juillet et août, il a été procédé au suivi de deux stations supplémentaires, localisées à l'intérieur de l'archipel des Chausey ; ceci afin d'effectuer des comparaisons avec les trois stations de la baie.

3.3 - Profils verticaux

Pour chaque station, les eaux de surface et les eaux de fond sont échantillonnées ; à la station C, des prélèvements sont en plus effectués à 5 et 10 m de profondeur.

Les profils verticaux établis à chaque date de prélèvements pour les matières en suspension (MES) et la teneur en chlorophylle a (S.U.) sont données en figure 18.

La station C, localisée à l'entrée de la baie, ne présente pas de gradient vertical, à la fois pour les M.E.S. et la chlorophylle a ; les variations observées dans la tranche d'eau entre les différents niveaux sont généralement de faible amplitude et semblent de nature aléatoire. A l'opposé, la station A affiche un profil vertical plus tranché : pour quatre prélèvements (sur un total égal à 5) la turbidité augmente pour les eaux du fond sans toutefois signifier une nette stratification des eaux. La chlorophylle a comporte également des résultats différents entre surface et fond.

Date	Station	M.E.S.	Chl. a (S.U.) ug/m3	Chl. a (LOR.) ug/m3	Pheopigments ug/m3	Pheopigments x 100		Chl. b ug/m3	Chl. c ug/m3	I.O.P.
						Chl. a LOR. + Pheop.				
26/03	B	10,2	7,6	-	-	-	-	2,8	5,7	-
	C	7,2	9,2	-	-	-	-	3,6	11,6	-
10/04	B	13,2	1,8	-	-	-	-	0,5	1,0	1,9
	C	5,5	3,2	-	-	-	-	0,3	1,1	2,0
15/05	A	53,9	6,5	6,5	0	0	0	0,3	1,6	-
	B	14,1	3,6	5,8	0	0	0	0	1,4	-
	C	8,0	2,2	3,8	0	0	0	0	0,7	-
15/08	A	18,0	2,6	-	-	-	-	0	0	-
	B	13,2	1,7	-	-	-	-	0,03	0	-
	C	3,9	0,9	-	-	-	-	0,08	0	2,2
4/07	1	3,8	1,0	-	-	-	-	0,1	0,4	-
	2	5,5	1,2	1,1	0,2	18 %		0,4	1,1	-
11/07	A	24,3	7,7	7,5	1,2	14 %		1,0	4,4	-
	B	6,0*	1,8*	-	-	-		0,1	0,7	-
	C	4,3*	1,1*	1,0	0,2	17 %		0,06	0,5	-
19/08	1	-	2,5	2,3	0,3	11 %		0,4	1,6	-
	2	-	2,2	1,6	0,1	6 %		0,3	1,0	-
9/08	A	9,0	2,1	2,0	0,2	9 %		0,4	0,1	-
	B	6,4*	3,1*	2,8*	0,5*	15 %		0,4*	0,7*	-
11/10	A	53,8	4,4	3,0	2,5	45 %		1,6	3,5	2,3
	B	17,6	2,7	2,3	0,8	26 %		1,3	2,5	-
	C	7,3	2,1	2,2	0	0		1,1	2,1	1,9

* Résultats du prélèvement de surface uniquement

I.O.P. : $\frac{D 430}{D 665}$ (Indice de Diversité pigmentaire)

Stations A, B, C en baie du Mont-Saint-Michel
1 et 2 zone Chausey

TABLEAU 9 : MICROFLORE DANS LES EAUX DE LA BAIE : TENEURS MOYENNES EN PIGMENTS PAR STATION
Prélèvements effectués à basse mer, sauf mois de septembre (horaire de pleine mer).

3.4 - Répartition spatiale des teneurs en pigments algaux

Les teneurs* en chlorophylle a (SCOR-UNESCO) (cf. fig. 20b) présentent le même gradient croissant que la turbidité : depuis l'entrée vers le fond de la baie, il se produit une augmentation de la valeur chlorophyllienne, simultanément à celle des matières en suspension. Les résultats des mois de mars et avril, disponibles pour les stations B et C, et du mois de septembre (stations A et B) font exception à cet ordre.

Les stations B et C possèdent des teneurs en chlorophylle a relativement proches et individualisent la station A qui montre des valeurs nettement plus élevées, avec des fluctuations mensuelles importantes en relation avec les variations de turbidité.

La distribution des phéopigments n'est pas corréllée à celle de la chlorophylle a.

3.5 - Fluctuations saisonnières des teneurs en pigments algaux

Les variations sont essentiellement discutées pour les stations B et C.

- chlorophylle a (S.U.)

● Fin mars, on est en présence du bloom printanier caractéristique des populations phyto-planctoniques puis la teneur en chlorophylle a s'abaisse brutalement en avril. Une évolution similaire est notée par C. KUZUCUOGLU (cf. rapport) pour le "point marin" situé au large de la pointe de Champeaux : dès les premiers jours d'avril, la valeur en chlorophylle a chute, passant de 9,3 mg/m³ le 20 mars (à PM) à 2,3 mg/m³ le 3 avril.

● Un nouveau pic, beaucoup moins important que celui de mars, s'observe en mai, suivi par une nouvelle chute de la biomasse algale en juin ; c'est pour ce dernier mois que sont notées les plus faibles teneurs en chlorophylle a de toute la saison.

* valeur moyenne de la colonne d'eau.

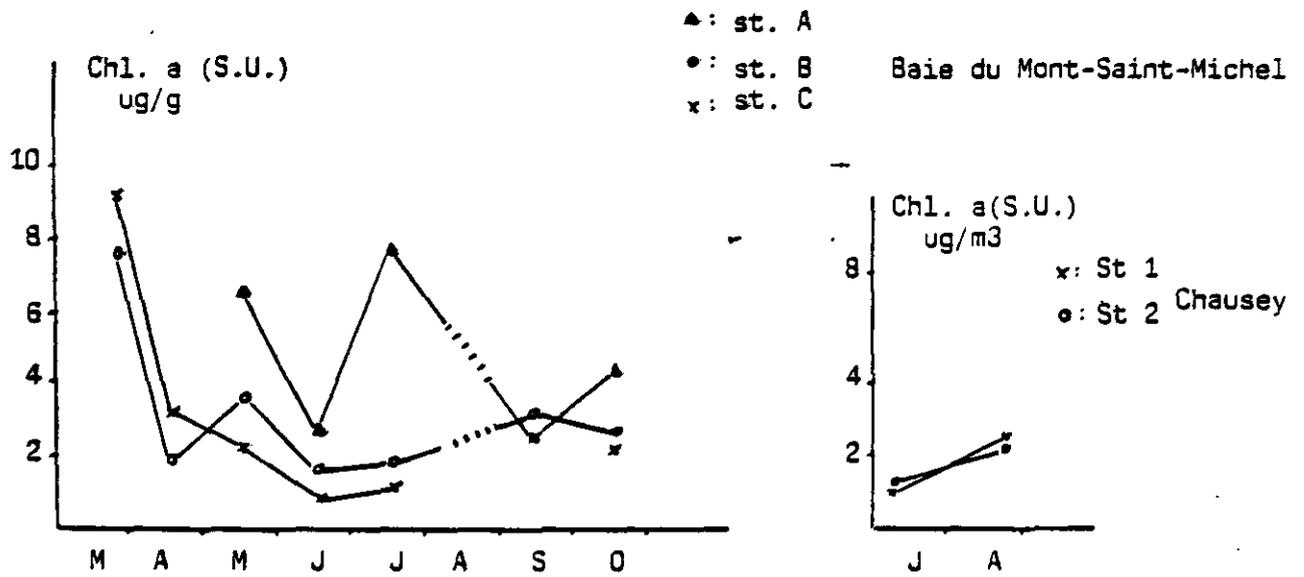
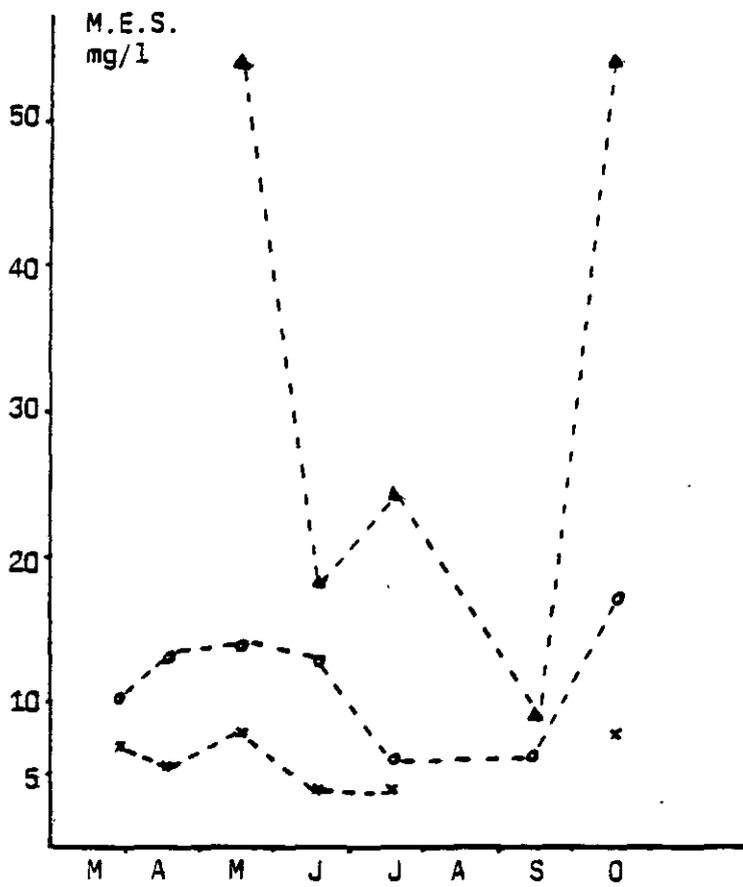


FIG. 20 : FLUCTUATIONS MENSUELLES DES TENEURS MOYENNES (sur la colonne d'eau) EN CHLOROPHYLLE a (S.U.) ET DU POIDS MOYEN DU SESTON SEC, A CHAQUE STATION.

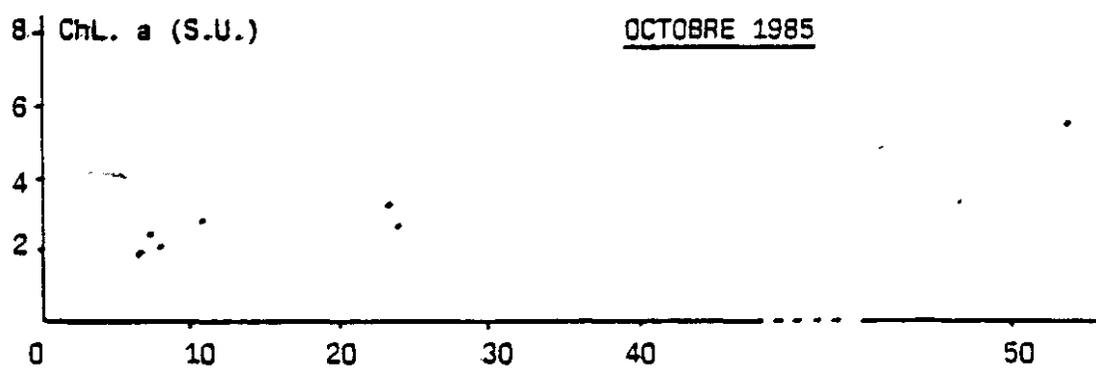
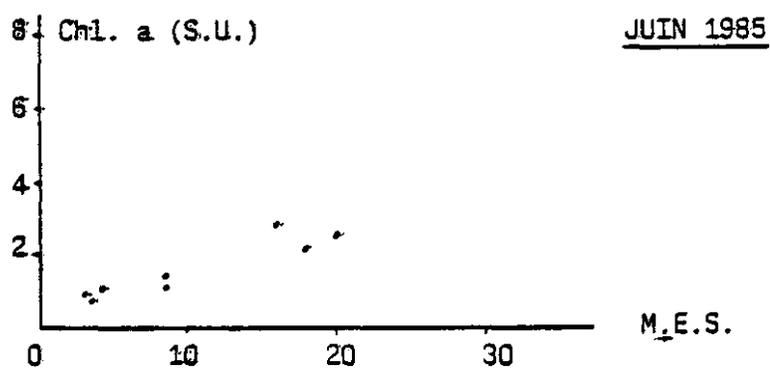
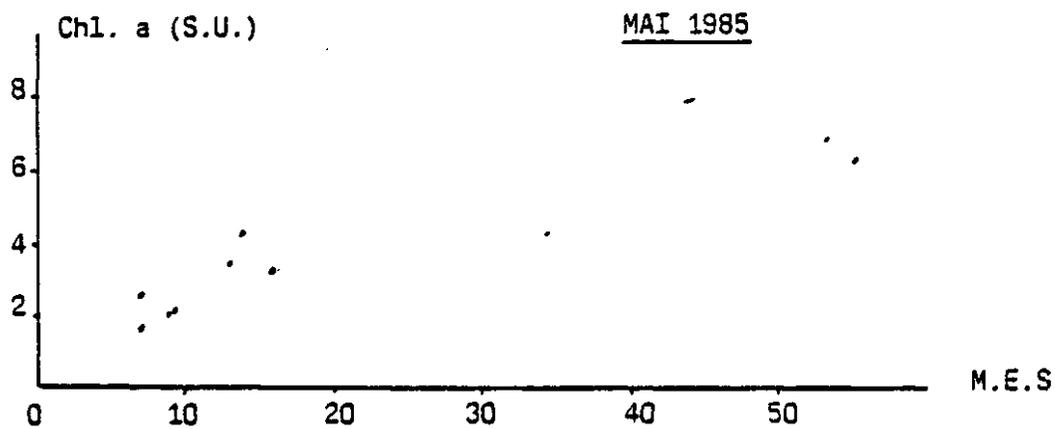


FIG. 20 : CORRELATION M.E.S. / Chl. a

. Au cours de l'été, il se produit une lente et régulière augmentation de la biomasse algale qui se poursuit jusqu'en septembre. Les stations de la baie du Mont-Saint-Michel n'ont pas été échantillonnées en août, il est cependant possible d'évaluer la tendance, notamment pour la station C, grâce aux résultats obtenus en juillet et août pour les eaux de l'archipel des Chausey. En effet, celles-ci présentent en juillet une teneur en chlorophylle a égale à celle de la station de l'entrée de la baie; l'augmentation signalée en août pour les masses d'eau des Chausey peut donc être reprise pour la masse d'eau échantillonnée à la station C. Ce constat de similitude, vis-à-vis des teneurs en pigments, entre les eaux de l'entrée de la baie et celles de l'archipel des Chausey est très intéressant à noter.

. Avec le mois d'octobre s'amorce une nouvelle décroissance de la biomasse algale qui se prolonge probablement pendant toute la période hivernale.

Une station localisée face à Granville (lat. : 48° 48' - long. : 1° 45' W) a été suivie en 1982 par le CNEXO, à l'occasion de l'étude écologique d'avant-projet du site marémoteur Contentin-Centre. Exprimée en équation LORENZEN, la chlorophylle a prend les valeurs suivantes :

	Avril	Juin	Juillet	Novembre
Chl. a (LOR.) mg/m ³	0,61	0,93	0,57	0,75

Les variations saisonnières sont faibles pour des teneurs en chlorophylle a qui restent très basses en comparaison de celles de la station C située côté Ouest de l'entrée de la baie (nécessité cependant de tenir compte des conditions climatiques des années 1982 et 1985).

En mer des Wadden, CADEE et HEGEMAN (1974) obtiennent des teneurs en chlorophylle a (LOR.) nettement plus élevées : pendant le bloom printanier (fin mars - début avril) la teneur dépasse 25 mg Chl. a/m³.

- Phéopigments

Les teneurs restent dans l'ensemble assez faibles voire nulle (en mai). En octobre, une augmentation très nette se fait sentir aux stations B (26 % des pigments totaux) et surtout A (45 %) ; à l'inverse, la station de l'entrée de la baie possède, pour ce même mois, de la chlorophylle a totalement active.

- Indice de Diversité Pigmentaire (I.D.P.)

Les résultats ne sont disponibles que pour quelques prélèvements. L'I.D.P. reste stable au cours de la saison, montrant une valeur faible caractéristique des populations à croissance active.

3.6 - Conclusion

Dans les eaux de la baie du Mont-Saint-Michel, teneurs en pigments algaux et turbidité sont positivement corréllées. Ce résultat peut paraître surprenant mais ne bouleverse en rien l'hypothèse de départ : faible production primaire dans la tranche d'eau en raison des fortes turbidités. Il faut imaginer une autre source de production algale, celle-ci se retrouvant échantillonnée à chaque moment t de prélèvement des différentes masses d'eau : il s'agit vraisemblablement des diatomées benthiques produites sur l'estran à l'émersion qui sont, pour une partie d'entre elle, remises en suspension dans la colonne d'eau par les courants de marée auxquels peuvent s'ajouter d'autres facteurs hydrodynamiques.

BIBLIOGRAPHIE

- Cadée, G.C., and Hegeman, J., 1974 - Primary production of the benthic microflora living on tidal flats in the Dutch Wadden Sea, *Netherlands J. Sea Res.*, 8(2-3):260-291.
- Cadée, G.C., and Hegeman, J., 1977 - Distribution of primary production of the benthic microflora and accumulation of organic matter on a tidal flat area, Balgzand, Dutch Wadden Sea, *Neth. J. Sea. Res.*, 11(1):24-41.
- Caline, B., 1981 - Le secteur occidental de la baie du Mont Saint-Michel. Morphologie, sédimentologie et cartographie de l'estran, *Thèse 3ème cycle*, Université Paris-Sud : 230.
- Colijn, F., and Dijkema, K.S., 1981 - Species composition of benthic diatoms and distribution of chlorophyll *a* on an intertidal flat in the Dutch Wadden Sea, *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 4:9-21.
- Gouleau, D., 1975 - Les premiers stades de la sédimentation sur les vasières littorales atlantiques. Rôle de l'émersion, *Thèse doctorat d'Etat*, Université de Nantes, 2 vol. : 364.
- Houssemaine, J., et Vu Do, Q., 1980 - Premiers résultats de l'étude qualitative et quantitative du microphytobenthos dans l'estuaire de la Seine. *Rapport Lab. Algologie Fondamentale et Appliquée*, Université de Caen : 44.
- Jonge (de), U.V., 1980 - Fluctuations in the organic carbon to chlorophyll *a* ratios for estuarine benthic diatom populations, *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 2:345-353.
- Lorenzen, C.J., 1967 - Determination of chlorophyll and phaeo-pigments : spectrophotometric equations, *Limn. Ocean.*, 12:343-346.
- Nicodic, J., 1981 - Dynamique sédimentaire dans la partie occidentale de la baie du Mont Saint-Michel. Influence des installations conchylicoles, *Thèse 3ème cycle*, Université de Nantes.
- Roman, M.R., and Tenore, K.R., 1978 - Tidal resuspension in Buzzards Bay, Massachusetts, *Estuar. Coast. Mar. Sc.*, 6:37-46.
- Shaffer, G.P., and Onug, C.P., 1983 - An analysis of factors influencing the primary production of the benthic microflora in a Southern California lagoon, *Netherl. J. Sea Res.*, 17(1):126-144.
- Sornin, J.M., 1981 - Processus sédimentaires et biodéposition liés à différents modes de conchiliculture, baie de Cancale, Anse de l'Aiguillon et bassin Marennes-Oléron, *Thèse 3ème cycle*, Université de Nantes : 188.
- Travers, M., 1972 - Le microplancton du golfe de Marseille : matériel et méthodes générales d'étude, *Tethys*, (4):313-338.

CHAPITRE III

PRODUCTION PRIMAIRE DU SCORRE
ET TRANSPORTS DE MATIERE ORGANIQUE FLOTTANTE
EN BAIE DU MONT-SAINT-MICHEL

PLAN

I. INTRODUCTION	150
II. PREMIERE APPROCHE DE LA PRODUCTION PRIMAIRE DU SCHORRE.	151
2.1. <u>Intro : espèces choisies.</u>	151
2.1.1. Choix des espèces et des stations.	151
2.1.2. Choix des méthodes.	152
2.2. <u>Production d' <i>Halimione portulacoïdes</i>.</u>	155
2.2.1. Structure.	155
2.2.2. Variations saisonnières de la biomasse épigée.	156
2.2.3. Variations de production et de productivité apparente.	161
2.2.4. Formation de nécromasse pendant la période de croissance maximale..	162
- METHODOLOGIE.	163
- SENESCENCE FOLIAIRE ET MORTALITE DES RAMEAUX	
FEUILLES.	163
- FORMATION REELLE DE NECROMASSE.	167
- DECOMPOSITION DE LA LITIERE.	169
2.2.5. Evolution de la productivité réelle et production réelle.	173
2.2.6. Devenir de la production.	177
2.3. <u>Production de <i>Puccinellia maritima</i>.</u>	181
→ <u>Station du Vivier/Mer : prairie non pâturée.</u>	181
2.3.1. Evolution de la biomasse épigée.	181
2.3.2. Formation de nécromasse.	181

2.3.3. Evolution de la productivité et de la production.	183
→ <u>Station de Polder-Bertrand : prairie pâturée.</u>	186
2.3.4. Biomasse, productivité et production sous pâture.	186
2.3.5. Production consommée et restitués.	187
2.4. <u>Relations entre la production primaire et certains facteurs du milieu.</u>	193
2.4.1. Influence de la météorologie.	193
2.4.2. Influence de l'hydrologie.	195
III. <u>LES MATIERES FLOTTANTES DU SCHORRE ET LEURS DEPLACEMENTS.</u>	197
3.1. <u>Intro.</u>	197
3.2. <u>Cycle du 15 au 19 septembre.</u>	198
3.2.1. Méthodologie.	198
3.2.2. Matière flottante disponible sur le schorre.	199
3.2.3. Matière flottante en transit pendant une marée.	201
3.2.4. Matière flottante déposée en laisses de marée à Polder-Bertrand. ...	206
3.3. <u>Cycle du 13 au 17 octobre.</u>	207
3.3.1. Méthodologie.	207
3.3.2. Quantités récoltées par filet.	207
3.3.3. Quantités récoltées par linéaire de schorre.	209
3.3.4. Proportions des différentes catégories collectées.	211

3.4.	<u>Conclusion.</u>	213
IV.	PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES GRANDES MAREES D'EQUINOXE EN 1985.	215
4.1.	<u>Intro.</u>	215
4.2.	<u>Méthodologie.</u>	215
4.3.	<u>Résultats.</u>	217
4.3.1.	Courbes de marée.	217
4.3.2.	Evolution des niveaux d'eau et des vitesses d'écoulement.	219
4.3.3.	Evolution des débits.	221
4.4.	<u>Bilan hydraulique global pour le schorre.</u>	221
V.	BIBLIOGRAPHIE	226

INTRODUCTION

Les 3500 hectares de schorre représentent l'une des composantes spatiales importantes de la baie du Mont Saint Michel.

Il s'agit non seulement d'un paysage marquant, et changeant selon les saisons, mais aussi d'un complexe de formations dont la diversité de composition ne doit pas masquer l'aspect quantitatif.

C'est un des compartiments essentiels de production de matière organique tant végétale qu'animale. Cette production dépend à la fois des fluctuations climatiques saisonnières et interannuelles, mais aussi de facteurs locaux dominés par l'influence des marées et de la pression exercée par certaines composantes biotiques (pâturage), ayant un intérêt économique.

Le "stock" de matières produites est ainsi plus ou moins disponible et plus ou moins recyclable et peut être l'objet de transferts dans l'espace.

L'importance de cette matière organique vivante ou détritique disponible à court, moyen ou long terme, pour les réseaux alimentaires du schorre lui-même ou de l'ensemble de l'estran doit être évaluée; son devenir est fonction du jeu des marées, primordial pour les échanges avec le reste de la baie.

II. PREMIERE APPROCHE DE LA PRODUCTION PRIMAIRE DU SCHORRE.

2.1. Introduction.

2.1.1. Choix des espèces et des stations.

L'évaluation de la production primaire des schorres de la Baie a été abordée sur deux espèces :

- *Obione* (*Halimione portulacoïdes*) ;
- et *Puccinellie* (*Puccinellia maritima*).

La première constitue l'espèce dominante en schorre non pâturé et bien drainé ; la seconde présente à la fois des stations en schorre non pâturé et des prairies étendues en schorre pâturé, où elle est l'espèce dominante. Ces deux espèces représentent ainsi une part notable de la phytomasse de la Baie.

Les stations sont retenues à proximité de trois des transects topographiques de LERHUN (1982) :

- prairie de bas-schorre, à *Puccinellie*, non pâturée, au Vivier/Mer (Transect N° 1).
- prairie de moyen et haut-schorre, intensivement pâturée, dans le secteur occidental du grand herbu devant les polders bretons (à l'Ouest immédiat du Transect N° 2) : Polder-Bertrand.
- formation semi-ligneuse à *Obione*, non pâturée depuis quelques années, au niveau du bas-schorre de Ferme-Neuve (Transect N° 3).

Deux de ces stations (Transects N° 1 et 3) sont utilisées par ailleurs pour l'étude des peuplements entomologiques du schorre par P. FOUILLET (1984,1985) et Y. PHILLIPOT (1985).

2.1.2. Choix des méthodes.

Les méthodes de mesure de production primaire nette in situ sont en permanence l'objet d'améliorations, de critiques ou de renouvellements.

L'objectif de toutes les méthodes récentes est d'aboutir à une évaluation la plus fiable et la plus représentative possible de la production, en tenant compte des termes de l'équation suivante :

$$PN = \Delta B + L + C$$

avec

{	PN = production primaire nette ;
{	ΔB = variation de biomasse vivante ;
{	L = production de nécromasse (ou formation de litière) ;
{	C = consommation par les phytophages.

Les travaux classiques utilisent la biomasse (standing crop) comme mesure de production. Dans le cas de végétaux pérennes, il s'agit d'évaluer la différence entre les biomasses minimale et maximale d'un cycle annuel :

$$P = B_{\max} - B_{\min}$$

Cette formule est appliquée sur divers halophytes par DUVAL et LINDER (1972), THOMMEN (1980), GUILLON (1980), BINET & THAM, MAVONG (1982).

Il s'agit d'une évaluation grossière qui néglige les pertes par chute d'organes. La plupart des auteurs de travaux récents utilisent des méthodes permettant la prise en compte des pertes par formation de nécromasse : d'une part en multipliant les dates de prélèvement, et, d'autre part, en récoltant la nécromasse comme la biomasse. La production nette annuelle est alors la somme des productions de biomasse et de nécromasse.

Dans la pratique, SMALLEY (1959) tente d'estimer la formation de la litière et considère que :

Si $\Delta L < 0$ et $\Delta B > 0$ alors $P = \Delta B$;

Si $\Delta L > 0$ et $\Delta B < 0$ alors $P = \Delta L + \Delta B$;

Si $\Delta L < 0$ et $\Delta B < 0$ alors $P = 0$;

Si $\Delta L > 0$ et $\Delta B > 0$ alors $P = \Delta L + \Delta B$.

Cette méthode ne tient pas compte de certaines productions possibles, quand $L > 0$, car elle néglige la décomposition de la litière entre deux prélèvements.

- WIEGERT & EVANS (1964) comparent deux techniques permettant de tenir compte de la décomposition de la litière : une méthode avec des couples de prélèvements ("paired plots") décalés dans le temps pour comparer les litières récoltées aux deux prélèvements, et une méthode avec mise en place de sacs de litière pour mesurer la décomposition en conditions plus contrôlées, parallèlement aux prélèvements de biomasse.

Les résultats obtenus à l'aide de cette méthode semblent confirmés par une approche phénométrique (avec mesures de croissance des pousses) par HOPKINSON et al. (1980) sur divers halophytes.

Cependant, rien ne garantit que la nécromasse récoltée est toujours "stockée" ou accumulée sous forme de litière, sans exportation hors de la station (action des marées par exemple). D'où une série d'approches différentes :

- l'utilisation de filets à mailles fines placés autour de la base de chaque "individu" pour capter la nécromasse formée ; cette méthode utilisée par PANTCHENKO (1982) ne présente pas toutes les garanties d'étanchéité ;

- la pose de filets capteurs en aval des micro-bassins d'écoulement du schorre pour piéger toute la nécromasse entraînée par les marées : technique utilisée par DUVAL (1973)

Ce prélèvement par les consommateurs peut constituer le terme essentiel de l'équation à prendre en compte, dans le cas du pâturage, par exemple. L'estimation du prélèvement peut faire référence à l'unité de surface :

- La mise en place d'exclos (GUILLON, 1980) ne fournit qu'une estimation imparfaite dans la mesure où l'effet de l'animal, qui peut être positif (stimulation) ou négatif (effet néfaste du piétinement) est totalement éliminé ;
- Le prélèvement des crottes avec estimation de l'ingéré par le dosage d'une fraction non assimilable (lignine, cellulose brute) permet en théorie une estimation exacte ; cependant, elle n'est totalement valable qu'en cas de consommation localisée au schorre, sans apports extérieurs.

L'estimation du prélèvement peut faire référence à l'individu consommant :

- par l'observation du comportement alimentaire : elle demande un suivi détaillé, évitant le dérangement ;
- par récupération des fécès sur différents animaux à l'aide de sacs fixés sur chaque individu.

Les méthodes utilisées dans le cadre du présent travail tentent de tenir compte des travaux suscités : dans le cas de *Puccinellia maritima*, en prairie pâturée, la méthode d'exclos ayant déjà été utilisée en 1980, nous avons retenu la récupération des fécès par unité de surface, cette approche offrant l'avantage de présenter aussi la quantité de matière organique restituée au milieu et disponible pour l'écosystème ; dans le cas de l'Obione et de la Puccinellie non pâturée, la nécromasse en cours de production a été évaluée soit par récolte, soit par mesure phénométrique, et la décomposition a été quantifiée parallèlement avec mise en place de sacs de litière. Il s'agit d'une approche semblable à celle de WIEGERT & EVANS, pour la Puccinellie, et d'une approche intermédiaire entre WIEGERT & EVANS et HOPKINSON et al. (1978) pour l'Obione.

2.2. Production d' *Halimione portulacoïdes* .

L'étude est menée sur les deux stations du Vivier et de Ferme-Neuve, tout en étant plus approfondie dans le deuxième cas.

L'objectif est d'obtenir un premier bilan quantitatif de la production réelle de ce végétal pérenne.

2.2.1. Structure.

L'Obione est une chénopodiacée pérenne, dont les tiges âgées peuvent s'enraciner aux noeuds et constituer ainsi de véritables stolons. Elle forme des touffes denses dans ses populations, où les individus initiaux sont imbriqués et quasi indiscernables. Pour cette raison, l'étude a porté sur la production par unité de surface sans qu'il soit fait référence à l'individu.

La structure érigée de l'Obione est schématisée ci-contre. La ramification aboutit à créer successivement des rameaux de 2^e ordre ou de 3^e ordre sur les tiges de 1^{er} ordre. Les parties anciennes sont ligneuses et non chlorophylliennes, elles portent les cicatrices des feuilles de 1^{er} ordre de l'année d'apparition de ces éléments ; les rameaux "jeunes" sont chlorophylliens, et non ligneux, légèrement cannelés ; les feuilles, à disposition étagée et opposée-décussée, tombent en cours de croissance au cours de l'année de production ou l'année suivante. Au fur et à mesure de la croissance, la tige âgée s'incurve et s'affaisse, tandis que les rameaux plus récents se redressent et croissent verticalement ou obliquement. Il se produit une stratification verticale ; les parties non assimilatrices et ligneuses sont concentrées à la base, les parties assimilatrices au-dessus, la majorité des feuilles étant distribuée à l'extrémité des rameaux, en partie supérieure de la structure. Ce type de disposition optimise évidemment l'utilisation de l'énergie lumineuse.

2.2.2. Variations saisonnières de la biomasse épigée.

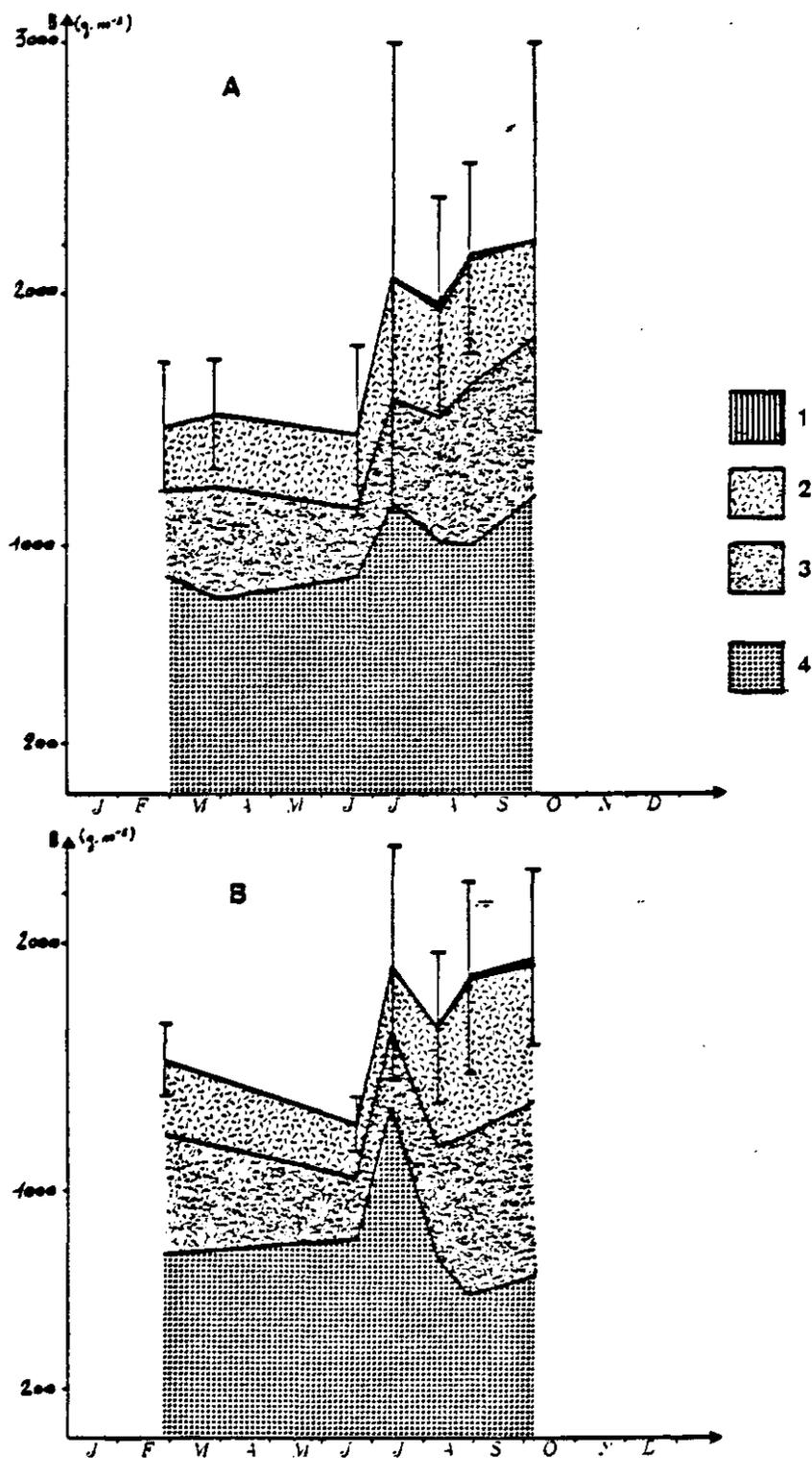
+ METHODOLOGIE.

La méthode utilisée est celle des récoltes séparées par des intervalles de temps variables : espacés en saison froide, les prélèvements sont, dans la mesure du possible, plus fréquents en saison de croissance maximale. A chaque date de récolte, la biomasse de cinq quadrats de $0.25m^2$ est prélevée de façon à intégrer l'hétérogénéité de la végétation, c'est-à-dire que les quadrats sont répartis à une distance de plusieurs mètres les uns des autres et dans différentes conditions microtopographiques.

On ne cherche donc pas systématiquement à limiter la variation intraéchantillon. La biomasse est découpée au ras du sol, puis la nécromasse tombée sur le sol est récupérée au mieux. Le matériel est lavé au laboratoire, trié puis séché à l'étuve à 65° pendant 3 jours, ce qui suffit à assurer un poids constant. Le tri consiste à séparer les feuilles, les tiges vertes (parties caulinaires des rameaux feuillés), les tiges ligneuses et la nécromasse.

+ LES RESULTATS.

Les résultats sont représentés fig (1) et tableau (1). Les variations ne sont pas régulières, mais une augmentation de biomasse est très visible entre Février et Octobre, ceci aussi bien pour la station du Vivier que pour la station de Ferme-Neuve. Les irrégularités peuvent provenir de deux sources : les fluctuations liées à un échantillonnage insuffisant, et des fluctuations réelles de la production ou de la sénescence des tissus. La ressemblance globale des courbes obtenues entre les deux stations indique que les fluctuations saisonnières de production sont une cause essentielle des variations, et qu'il ne s'agit pas d'un phénomène lié à l'échantillonnage de chaque station.



1. Evolution des biomasses épigées d'HALIMIONE PORTULACOIDES entre février et octobre à FERME-NEUVE (A) et au VIVIER SUR MER (B). (g.m⁻²)

1. : biomasse de l'inflorescence; 2. : biomasse foliaire; 3. : biomasse des tiges vertes; 4. : biomasse des tiges ligneuses.

Tableau 1: évolution des différentes fractions de biomasse prélevée dans la population d'HALIMIONE PORTULACOIDES de FERME-NEUVE (A) et du VIVIER SUR MER (B). Bf: biomasse foliaire; Btv: biomasse des tiges vertes; Btl: biomasse des tiges ligneuses; Bi: biomasse de l'inflorescence; N: nécromasse. L'écart-type est indiqué entre parenthèses. (g.m⁻²)

A

DATE	27.02	26.03	20.06	11.07	09.08	27.08	07.10
Bf	251.7 (73.5)	292.2 (53.1)	298.1 (52.0)	483.7 (181.9)	419.8 (90.5)	493.2 (239.0)	388.7 (68.9)
Btv	339.6 (146.1)	447.0 (52.5)	266.9 (29.7)	415.9 (161.2)	492.8 (129.0)	649.6 (233.4)	621.1 (128.1)
Btl	877.2 (115.5)	785.1 (113.7)	873.7 (241.8)	1166.1 (414.2)	1017.4 (360.8)	994.3 (425.9)	1195.7 (438.9)
Bi					25.9 (29.7)	21.7 (12.2)	12.3 (3.8)
ΣB	1468.5 (209.7)	1524.3 (176.1)	1439.1 (270.7)	2067.2 (747.5)	1955.9 (347.9)	2158.8 (318.5)	2218.1 (620.1)
N	45.6 (32.4)		295.0 (99.8)	539.2 (194.9)	498.1 (196.8)	546.2 (193.7)	196.3 (68.9)

B

DATE	27.02		22.06	11.07	09.08	27.08	07.10
Bf	302.1 (21.1)		207.9 (82.4)	277.4 (81.0)	478.5 (58.3)	627.5 (144.7)	554.1 (64.12)
Btv	473.0 (106.2)		255.0 (121.3)	295.1 (121.9)	447.5 (77.6)	646.1 (129.6)	703.7 (173.9)
Btl	747.9 (39.9)		801.6 (147.6)	1340.2 (404.6)	726.9 (131.4)	574.7 (136.7)	653.2 (61.2)
Bi						7.9 7.6	25.3 5.7
ΣB	1523.1 (115.5)		1264.4 (89.4)	1912.7 (379.2)	1652.9 (241.1)	1852.1 (310.2)	1937.5 (284.0)
N			320.2 (94.4)	256.2 (67.4)	514.9 (80.1)	474.7 (276.6)	297.1 (70.9)

Les points à souligner sont :

- une diminution de la biomasse entre la fin de l'hiver et le printemps : des résultats analogues sont obtenus par plusieurs auteurs (DUVAL, 1973 ; PANTCHENKO, 1982) ;
- une augmentation brutale de la biomasse entre le 20^{juin} et le 11 juillet ;
- une diminution de la biomasse ligneuse ensuite : cette diminution est plus prononcée au Vivier ;
- un accroissement des biomasses des rameaux assimilateurs (aussi bien les tiges que les feuilles) entre ^{juin} et Octobre - sauf entre le 11 juin et le 9 août à Ferme-Neuve - ;

La proportion de la biomasse chlorophyllienne dans la biomasse totale augmente entre Juin et Octobre dans les deux stations ; au contraire, elle diminue dans les deux stations au cours de la période précédente. Ces variations relatives peuvent être liées à des phénomènes de transferts entre organes constitutifs de la plante, à une sénescence inégale des différents organes, ou à une productivité différente en intensité (il est probable que les trois processus sont en cause).

La diminution de la biomasse chlorophyllienne en fin d'hiver correspond à la nécrose d'une partie importante des rameaux feuillés et à la sénescence foliaire qui compense la productivité faible à cette saison (DUVAL, 1973).

En Juin, les proportions sont respectivement de 61%, 18% et 21% pour les tiges ligneuses, les tiges vertes et les feuilles à Ferme-Neuve ; au Vivier, elles sont respectivement de 63%, 20% et 18% ; la différence, surtout dans les deux catégories d'organes assimilateurs, peut indiquer des populations dissemblables génétiquement. En Octobre, les proportions respectives sont de 54%.

Tableau 2: production apparente (ΔB) et productivité apparente (p) pour les populations d'*Halimione portulacoides* de Ferme-Neuve et du Vivier, entre le 27 février et le 7 octobre. (g.m⁻²)

Période		1	2	3	4	5	6
t		27	86	21	29	18	41
FERME-NEUVE							
ΔB		+55.8	-85.2	628.1	-111.3	+202.9	+59.3
p		+2.07	-0.99	+29.91	-3.84	+15.19	+0.28
VIVIER SUR MER							
ΔB		-258.7	+648.3	-259.8	+199.2	+95.4	
p		-2.29	+30.87	-8.96	+11.07	+2.08	

Périodes : 1. 27.02-26.03; 2. 26.03-20.06; 3. 20.06-11.07; 4. 11.07-09.08; 5. 09.08-27.08; 6. 27.08-07.10.

28% et 17% à Ferme-Neuve et de 34%, 36% et 29% au Vivier. On note une différence plus forte entre les deux stations, et une forte diminution de la proportion ligneuse dans les deux cas, par rapport au mois de Juin.

La biomasse maximale pour la période considérée est atteinte en Octobre dans les deux cas, mais au Vivier, elle est déjà presque atteinte lors du premier pic en Juillet. Elle vaut 22.2 t.ha^{-1} à Ferme-Neuve et 19.4 t.ha^{-1} au Vivier. Il s'agit des valeurs les plus élevées par rapport à la littérature (DUVAL, 1973 ; MERCERON et al., 1980 ; PANTCHENKO, 1982 ; GROENENDIJK, 1984), ce qui pourrait indiquer des conditions de milieu très favorables. La valeur supérieure à Ferme-Neuve est à relier au fait qu'il s'agit d'une station de bas-schorre, à colonisation récente. Visuellement, l'Obione de Ferme-Neuve paraît d'ailleurs en meilleur état que celle du Vivier (entre autre du fait de la faible proportion de rameaux desséchés). La production apparente précisera ces différences.

2.2.3. Variations de la production et de la productivité apparentes : (tableau 2).

A part la période comprise entre le 9 juillet et le 9 août, les productions apparentes des deux stations sont du même ordre de grandeur et les productivités journalières, en conséquence, peu différentes. Si la diminution de poids en fin d'hiver est faible (de $2 \text{ g.m}^{-2} \cdot \text{j}^{-1}$), par contre, la perte de biomasse en Juillet est élevée (-4 à $-9 \text{ g.m}^{-2} \cdot \text{j}^{-1}$) ; elle est deux fois plus forte au Vivier, ce qui confirme les indications obtenues de la comparaison des biomasses, relatives à la vigueur des populations respectives.

La production apparente globale est égale à la biomasse maximale moins la biomasse initiale hivernale. Elle atteint 750 g.m^{-2} à Ferme-Neuve et 414 g.m^{-2} au Vivier. La performance de l'Obione du Vivier n'est que de 55% de celle de Ferme-Neuve, en termes de production apparente. Cette différence, quoique

pouvant être en partie induite par des différences locales climatiques, semble confirmer la plus grande vigueur de la population de Ferme-Neuve.

La technique plus fine qu'implique la prise en compte des pertes de matière en cours de croissance et l'investissement exigeant qu'elle nécessite, nous ont amené à retenir l'une des stations pour une étude approfondie, celle de Ferme-Neuve.

2.2.4. Evolution de la nécromasse pendant la période de croissance maximale.

Chez l'Obione, la nécromasse se forme continuellement en cours de croissance par sénescence foliaire et par mortalité de certains rameaux feuillés. En période végétative, nous n'avons pas constaté de sénescence des rameaux ligneux, et la sénescence foliaire ne concerne que des feuilles de premier ordre (les plus précoces).

Pour évaluer la quantité de nécromasse produite, la récolte de litière à chaque prélèvement ne convient pas : en effet, une part de la litière disparaît continuellement par décomposition (S_{nd}), et une autre part peut être emportée hors de la station lors des marées de vives-eaux d'automne. Il est nécessaire de recourir, comme pour la plupart des plantes pérennes présentant des pertes de biomasse en cours de croissance, à des relevés périodiques sur un échantillon de la "population".

$$\Delta N = M + Nf$$

où ΔN est la quantité de nécromasse produite :

M la nécromasse produite par mortalité :

Nf la nécromasse produite par sénescence foliaire.

+ METHODOLOGIE.

L'évaluation de la formation de nécromasse doit tenir compte à la fois de son accumulation (chute des feuilles sénescentes qui s'incorporent à la litière) et de sa disparition (décomposition sur le sol).

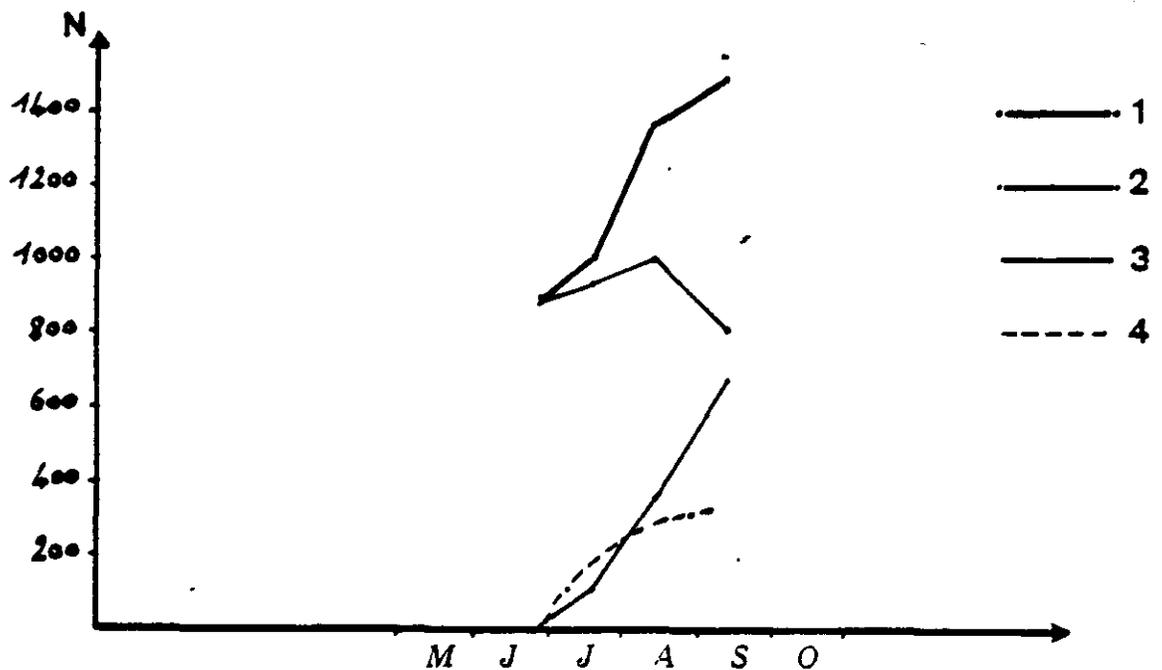
Le premier aspect est examiné par phéno-métrie : une centaine de rameaux feuillés sont étiquetés au hasard sur un quadrat d'environ 1 m^2 au sein de la station, à proximité des zones de prélèvement ; à chaque relevé, on note la longueur de rameaux marqués, le nombre de rameaux sénescents, le nombre de feuilles subsistantes et de feuilles tombées ou sénescentes. La surface respective des feuilles de premier ordre et des feuilles d'ordre 2 à n a été évaluée à deux reprises (fin Juin et début Septembre), ce qui permet de calculer un taux de mortalité des rameaux et un taux de sénescence foliaire.

Le second aspect est étudié par la mise en place de 9 sacs de litière dans la prairie du Vivier (pour la Puccinellia) et dans le groupement à Obione de Ferme-Neuve.

Trois sacs ont été retirés le 25 Juillet, le 27 septembre et le 25 novembre dans chaque station. Le pourcentage moyen de poids de litière résiduel est calculé pour obtenir le taux de décomposition. La dimension des sacs est de 52.5 cm^2 et la maille est de 0.4 mm (400μ).

+ SENESCENCE FOLIAIRE ET MORTALITE DES RAMEAUX FEUILLES.

A l'examen de la figure (1), où les résultats sont ramenés à 100 pousses initiales, on remarque l'atténuation de la sénescence foliaire parallèlement au ralentissement de la production foliaire.



2. Evolution de quelques paramètres de production foliaire d'HALIMIONE PORTULACOIDES en période estivale (station de FERME-NEUVE). (Nombre de feuilles pour 100 pousses).

1. nombre de feuilles de premier ordre produites au total;
2. nombre de feuilles nécrosées (tombées ou non);
3. nombre de feuilles vertes encore en place (équivalence en feuilles de premier ordre);
4. variation du taux de nécrose dans l'intervalle entre deux relevés.

Tableau 3: Variations de mortalité des rameaux feuillés d'Halimione portulacoides entre le 27 juin et le 8 octobre à FERME-NEUVE.

PERIODE	27.06-18.07	18.07-13.08	13.08-12.09	12.09-08.10
t	21	26	30	26
Mortalité totale(%)	3	2.1	5.3	5.5
Taux de mortalité (%.J-1)	0.143	0.081	0.177	0.21

La surface foliaire (et la biomasse selon toute probabilité) atteignent un maximum en septembre.

L'estimation des valeurs réelles par unité de surface au sol utilise les proportions de surface des feuilles de 1er ordre par rapport aux feuilles d'ordres suivants présentes à chaque date. Ces proportions s'inversent entre le 27 juin et le 2 septembre, passant, pour les feuilles de 1er ordre, de 57,8 % à 47,8 %, et pour les ordres suivants, de 42,2 % à 52,2 %.

L'évolution entre ces deux mesures est supposée linéaire.

Les surfaces des feuilles de 1er ordre et les proportions correspondantes étant connues, les variations pendant l'intervalle de temps séparant chaque relevé peuvent être calculées. La proportion moyenne de surface foliaire sénescente ou nécrosée dans la surface foliaire totale pendant chaque période est :

$$N = \frac{2\Delta N}{V_1 + V_2} \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} \Delta N = \text{variation de la surface sénescente} \\ V_1 = \text{surface assimilatrice initiale} \\ V_2 = \text{surface assimilatrice finale} \end{array}$$

Le taux de nécrose relatif est la proportion de surface foliaire disparue ou sénescents par unité de surface foliaire présente et par unité de temps :

$$n' = \frac{N}{\Delta t} \quad \text{avec} \quad \Delta t = \text{durée séparant deux relevés}$$

n' est équivalent, en termes de surface foliaire, au RDR (Relative Death Rate) de RUNE CKLES (1982).

On considère dans la suite du travail que les quotients susdéfinis sont équivalents en termes de biomasse foliaire.

Tableau 4: formation de nécromasse d'Halimione portulacoides pendant la période estivale à FERME-NEUVE. (g.m⁻²)

Notes: 1. Date de début de chaque période ; 2. mortalité journalière interpolée graphiquement d'après les taux de mortalité des quatre périodes de relevé ; 3. résultat du taux de mortalité appliqué à la période correspondante ; 4. Mf et Mtv sont déduits des pourcentages de feuilles et de tiges à chaque période ; 5. n' est le coefficient de formation de nécromasse calculé d'après les résultats du quadrat permanent ; 6. Ncf et Nctv sont les nécromasses corrigées de chaque période par l'ajout des quantités formées.

DATE	20.06	27.06	11.07	18.07	09.08	13.08	27.08	12.09	07.10
Bf+Btv	565.0	676.5	899.6	902.7	912.6	963.7	1142.8	1090.9	1009.8
m	0.0014	0.0014	0.0012	0.0008	0.0013	0.0014	0.0019	0.0021	
M	5.54	13.26	7.56	15.88	4.74	18.89	34.74	53.59	
Mf	2.92	7.04	4.06	8.24	2.18	8.56	14.97	22.13	
Mtv	2.61	6.22	3.49	7.63	2.56	10.33	19.77	31.45	
Coef.n'	0.0015	0.0025	0.0040	0.0050	0.0055	0.0056	0.0057	0.0057	0.0057
Bf	298.1	360.0	483.7	468.3	419.8	436.1	493.2	452.4	388.8
N	3.46	14.76	13.33	48.84	9.41	36.43	43.12	59.93	
N+Mf	6.38	21.80	17.39	57.08	11.59	44.99	58.09	82.06	
Ncf	147.5	153.9	175.7	193.1	250.1	261.7	306.7	364.8	446.9
Nctv	147.5	150.1	156.3	159.8	167.4	170.0	180.3	200.1	231.6
Ncf+Nctv	295.0	304.0	332.0	352.9	417.6	431.8	487.1	564.9	678.4
NC/Δt	1.28	2.00	2.98	2.94	3.54	3.95	4.87	4.54	

Les pourcentages de mortalité des rameaux feuillés (tableau 3) varient de 2,1 % à 5,5 % entre les relevés successifs. Exprimée en taux journalier, la mortalité varie entre 0,08 % et 0,21 % ; elle est maximale en 2ème quinzaine d'août.

Cette sénescence complète de certains rameaux entraîne la formation d'une nécromasse mixte (tige + feuilles) qui s'incorpore également à la litière.

+ FORMATION REELLE DE NECROMASSE.

L'évaluation à effectuer tient compte à la fois :

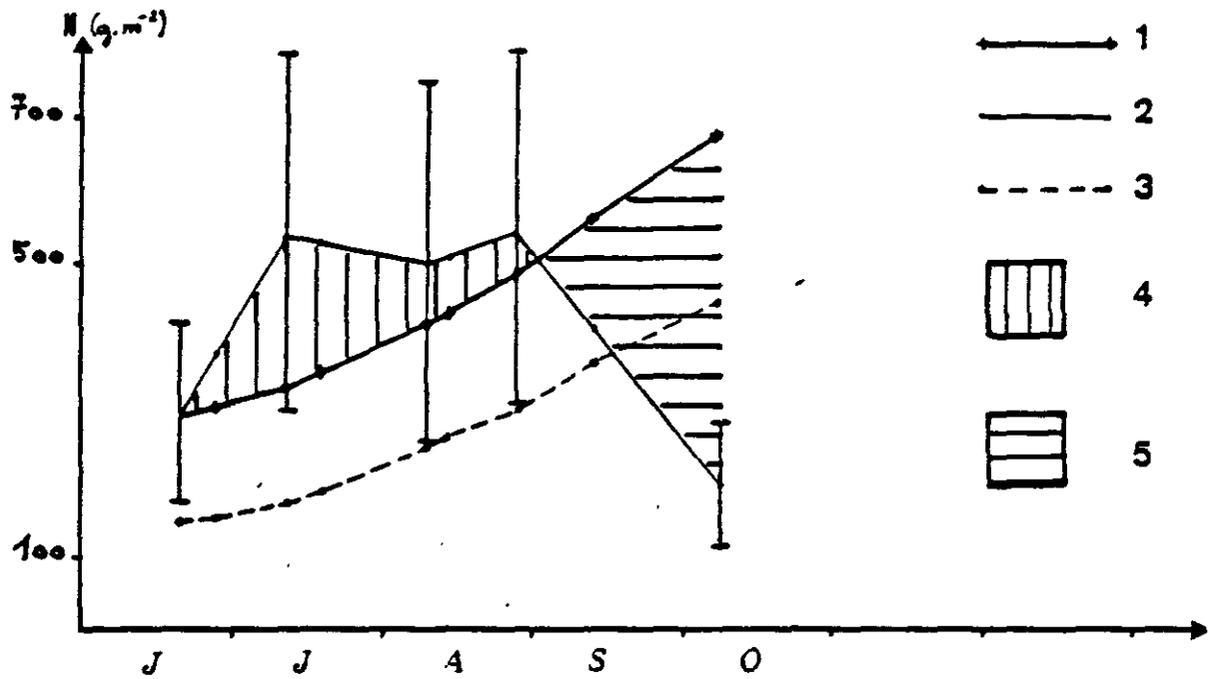
- de la mortalité de rameaux entiers feuillés ;
- de la sénescence foliaire estimée par les relevés en quadrats permanents.

La démarche est la suivante :

1. les taux de mortalité sont appliqués à la biomasse des feuilles et des tiges chlorophylliennes récoltées pendant les périodes correspondantes ;
2. les proportions respectives de feuilles et de tiges de cette biomasse permettent de distinguer la nécromasse caulinaire et la nécromasse foliaire ainsi formées à chaque intervalle entre deux relevés ;
3. à chaque date de relevé, on ajoute à la nécromasse résiduelle, la nécromasse formée par mortalité et la nécromasse due à la sénescence foliaire. On obtient à chaque date une nécromasse globale, qu'il convient de comparer à la nécromasse récoltée sous forme de litière.

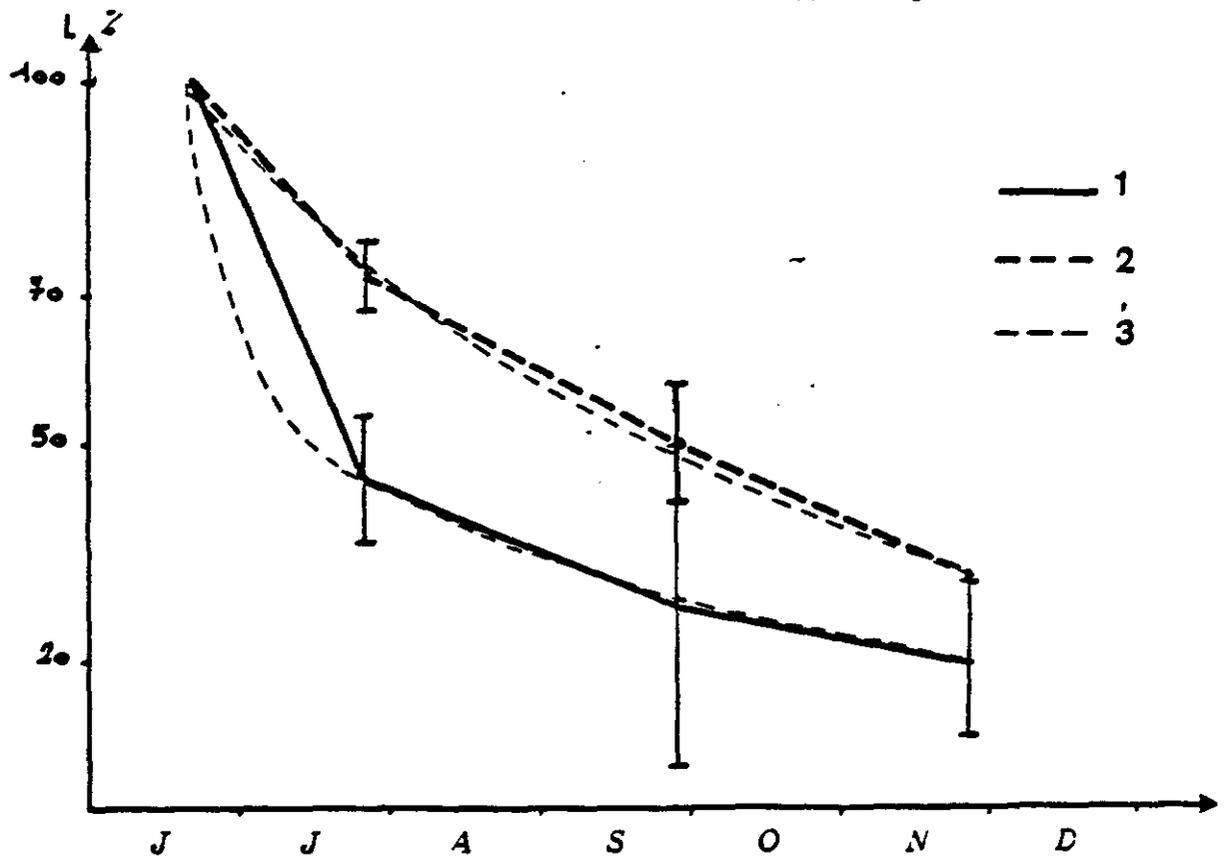
Le tableau (4) présente les résultats. Pour coordonner les dates de relevés de nature différente, toutes les périodes ont été distinguées, et, en cas de nécessité, les valeurs interpolées linéairement entre les dates des relevés correspondants.

La figure (3) représente l'évolution des nécromasses récoltées et calculées.



3. Evolution des nécromasses d'HALIMIONE PORTULACOIDES en période estivale (station de FERME-NEUVE).

1. :nécromasse formée au total; 2. :litière(nécromasse récoltée); 3. :nécromasse foliaire; 4. :excédent apparent; 5. :déficit apparent.(g.m⁻²)



4. Décomposition de la litière d'HALIMIONE PORTULACOIDES en sacs de mailles 0,5 mm à FERME-NEUVE.(% du poids initial)

1. :litière de feuilles; 2. :litière de tiges; 3. :modèles théoriques ajustés.

On remarque que :

- La nécromasse récoltée présente un "excès" notable entre juin et septembre, par rapport à la nécromasse calculée à partir des relevés en quadrat permanent ; cet excès ne peut être dû qu'à la chute accidentelle d'une biomasse fragile mais non sénescente qui est incorporée à la litière lors des récoltes.
- La quantité de nécromasse produite (calculée) augmente continuellement de Juin à Octobre ; elle dépasse la nécromasse récoltée en litière à partir de septembre ; deux raisons peuvent être invoquées : la décomposition de la litière qui diminue la quantité récoltée, et l'action des marées. Celle-ci est elle-même double : recouvrement de la litière par le sédiment apporté et entraînement mécanique d'une partie du matériel.

+ DECOMPOSITION DE LA LITIERE. (fig .4)

La forme globale des courbes obtenues se rapproche de modèles connus (GLOAGUEN & TOUFFET, 1980 ; GLOAGUEN, TOUFFET & FORGEARD, 1980 ; VAN GELDERMALSEN & GROENENDIJK, 1982). Malgré le faible nombre de couples de valeurs, nous avons cherché à rapprocher les résultats de modèles théoriques, en testant deux types de régression, l'un correspondant à la fonction "puissance" et l'autre à la fonction "exponentielle". Le temps écoulé est toujours compté en nombre de jours depuis la mise en place, le 21 juin (1).

Dans le premier cas (fonction puissance) la proportion de matériel décomposé par unité de temps est inversement proportionnelle au temps écoulé depuis la mise en place :

soit y_0 le poids initial ;

b le paramètre de la régression, c'est-à-dire l'exposant ;

y le poids résiduel à chaque instant et y' sa dérivée (vitesse de décomposition) ;

t le temps écoulé (depuis t_0) ;

on a :

$$y = y_0 t^b ; y' = b y_0 t^{(b-1)} ; \frac{y'}{y} = \frac{b y_0 t^{(b-1)}}{y_0 t^b} = b t^{-1} = \frac{b}{t}$$

(1) Dans le cas de la fonction puissance, $t_0 = 1$ pour des raisons purement mathématiques.

Dans le deuxième cas (fonction exponentielle) la proportion de matériel décomposée par unité de temps est constante :

soit y_0 le poids initial;

b le paramètre de la régression présent dans l'exposant de la fonction;

y le poids résiduel à chaque instant et y' sa dérivée;

t le temps écoulé depuis t_0 ;

on a :

$$y = y_0 e^{bt} ; y' = by_0 e^{bt} ; \frac{y'}{y} = \frac{by_0 e^{bt}}{y_0 e^{bt}} = b.$$

Le meilleur ajustement diffère selon qu'il s'agit des tiges ou des feuilles. Pour les feuilles, le meilleur modèle est la fonction puissance, soit :

$$y = 108.427 t^{-0.2979} \quad (R = -0.976 \text{ avec } 2 \text{ ddl}).$$

Pour les tiges, le meilleur modèle est la fonction exponentielle, soit :

$$y = 97.406 e^{-0.00713 t} \quad (R = -0.998, 2 \text{ ddl}).$$

Cependant, dans le cas des feuilles, l'évolution réelle est intermédiaire entre les valeurs fournies par les deux fonctions ; nous avons recherché un ajustement basé sur la moyenne de ces deux fonctions, en testant trois moyennes : arithmétique, géométrique ou harmonique.

$$\text{Moyenne arithmétique : } \mu_1 = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\text{Moyenne géométrique : } \mu_2 = \sqrt[n]{\prod x_i}$$

$$\text{Moyenne harmonique : } \mu_3 = \frac{n}{\sum \frac{1}{x_i}}$$

Le meilleur ajustement est déterminé à l'aide de la distance "D2" de Hellinger : plus D2 est faible, plus le modèle est satisfaisant. C'est la moyenne μ_3 qui donne le meilleur résultat.

Le modèle de décomposition retenu pour les feuilles d'Obione est donc :

$$y = \frac{2}{\frac{0.297923}{t} + \frac{0.009546}{e}} \quad (D2 = 0.096)$$

106.427 79.555

Le coefficient de corrélation entre les valeurs théoriques et calculées, pour y, est de 0.999 (ddl = 2).

Quoique nous les utilisons par la suite de manière assez souple, ces modèles ne sont rigoureusement applicables que dans les conditions expérimentales, à savoir :

- période estivale (21 Juin au 25 Novembre) ;
- mise en place fin Juin ;
- sacs de maille de 0.4 mm ;
- dépôt de sédiment en cours de saison : l'épaisseur de sédiment déposée entre Août et Novembre est de l'ordre du centimètre. D'après les résultats obtenus par d'autres auteurs (PANTCHENKO, 1982), la décomposition est plus lente en profondeur qu'en surface.

L'usage de mailles très fines réduit les pertes de matière par action hydraulique mais empêche une majeure partie de l'action de la méiofaune.

Les résultats obtenus sont donc des valeurs par défaut de la décomposition.

Tableau 5 : bilan de la production par période pour l'obione de FERME-NEUVE.(g.m-2)

Bf : formation de biomasse foliaire; Nf : formation de nécromasse foliaire; Pf : production foliaire; Btv : formation de biomasse caulinaires (tiges vertes); Mtv : mortalité de rameaux (partie caulinaires); Ptv : production caulinaires (tiges vertes); Btl+Bi : biomasse des tiges ligneuses et des tiges vertes; Ptl+Pi : somme des productions correspondantes; P : production totale.

DATE	27.02	26.03	20.06	27.06	11.07	18.07	09.08	13.08	27.08	12.09	07.10
Bf	251.7	292.2	298.1	359.9	483.7	468.3	419.8	436.1	493.2	452.5	388.8
Nf			147.5	6.38	21.8	17.4	57.1	11.6	45.0	58.1	82.1
Pf		40.5	153.4	68.2	145.6	2.0	8.6	27.9	102.1	17.4	18.4
Btv	339.6	447.0	266.9	316.6	415.9	434.5	492.8	527.6	649.6	638.5	621.1
Mtv			147.5	2.6	6.2	3.5	7.6	2.6	10.3	19.8	31.5
Ptv		107.4	0.0	52.3	105.5	22.1	65.9	37.4	132.3	8.7	14.1
Pf+tv		147.9	153.4	120.5	251.1	24.1	74.5	65.3	234.4	26.1	32.5
Btl+i	877.2	785.1	873.8	971.2	1166	1136	1043	1037	1016	1091	1208
Ptl+i		-92.1	88.7	97.4	194.9	-29.6	-93.2	-6.1	-21.2	74.9	117.1
P		55.8	242.1	217.9	446.0	-5.5	-18.7	59.2	213.2	101.0	149.6

Tableau 6 : productivité par période pour l'Obione de FERME-NEUVE. (g.m-2.j-1)

Δt : temps écoulé; p(f) : productivité foliaire; p(tv) : productivité des tiges vertes; p(f+tv) : somme des productivités correspondantes; p(tl+i) : somme des productivités des tiges ligneuses et des organes floraux; p : productivité totale.

PERIODE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Δt	27	86	7	14	7	22	4	14	16	25
p(f)	1.5	1.8	9.7	10.4	0.28	0.39	7.0	7.3	1.1	0.7
p(tv)	4.0	0.0	7.5	7.5	3.2	3.0	9.3	9.4	9.5	0.6
p(f+tv)	5.5	1.8	17.2	17.9	3.4	3.4	16.3	16.7	1.6	1.3
p(tl+i)	-3.4	1.0	13.9	13.9	-4.2	-4.2	-1.5	-1.5	4.7	4.7
p	2.1	2.8	31.1	31.9	-0.8	-0.8	14.8	15.2	6.3	6.0

Périodes : 1. 27.02-26.03; 2. 26.03-20.06; 3. 20.06-27.06; 4. 27.06-11.07; 5. 11.07-18.07; 6. 18.07-09.08; 7. 09.08-13.08; 8. 13.08-27.08; 9. 27.08-12.09; 10. 12.09-07.10.

2.2.5. Evolution de la productivité réelle et production réelle.

La productivité réelle comprend la variation de biomasse récoltée, la biomasse produite dans le sol, la biomasse disparue par mortalité et la biomasse disparue par sénescence foliaire. Elle est répartie entre les feuilles, dont le nombre par rameau s'accroît, les tiges des rameaux feuillés, les tiges ligneuses situées à la partie basse de la structure, dont le poids peut augmenter, et les parties souterraines.

Notre travail ayant pour objectif un bilan des phénomènes au niveau de la disponibilité en matière végétale dans le milieu (en particulier sur l'estran), la production souterraine n'a pas été examinée directement. Les transferts de métabolites entre parties aériennes et souterraines se répercutent néanmoins sur le bilan au-dessus du sol, comme l'attestent déjà les phases de diminution de la biomasse ligneuse, par exemple entre le 11 juillet et le 9 août.

Les termes du bilan épigé comprennent, pour chaque période séparant deux relevés :

- à la variation de biomasse ΔB mise en évidence par les récoltes (§ 223) ;
- à la formation de nécromasse qui a été examinée en quadrat permanent (§ 224).

Le principe de l'évaluation peut être synthétisé dans la formule :

$$P = \Delta B + Nf + Ntv \quad \text{où} \quad \begin{array}{l} P \text{ est la production sur la période considérée} \\ \Delta B \text{ est la variation de biomasse} \\ Nf \text{ est la nécromasse foliaire produite} \\ Ntv \text{ est la caulinaire produite} \end{array}$$

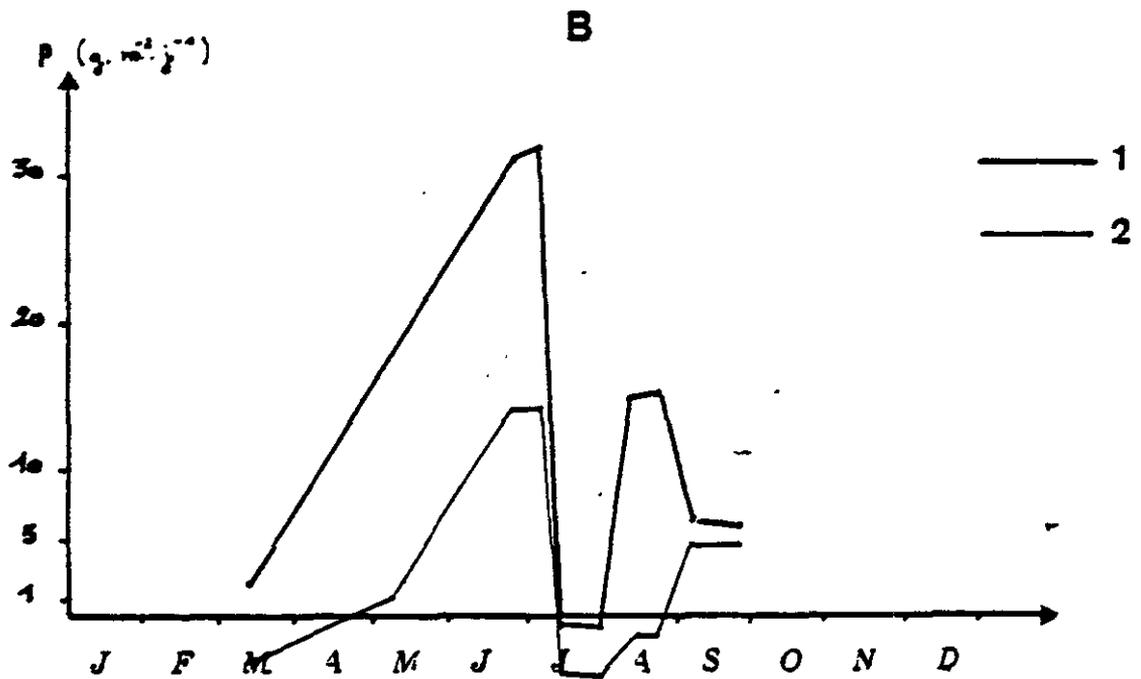
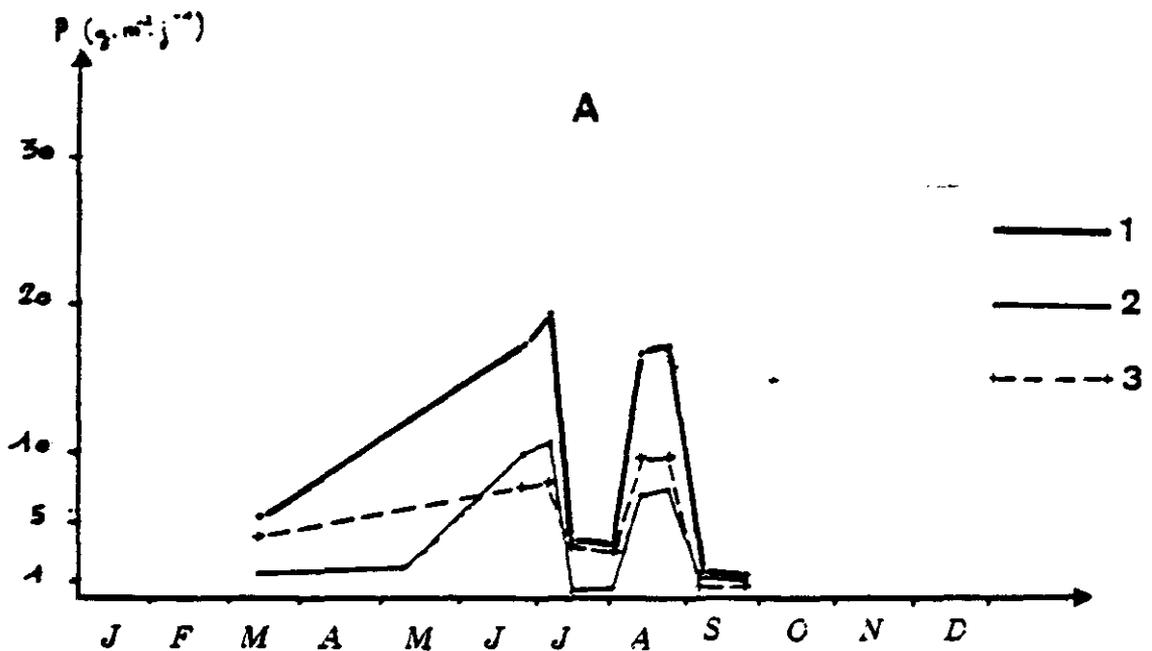
Ou bien, exprimé en productivité, c'est-à-dire en production par unité de temps :

$$p = \frac{P}{\Delta t} \quad \text{où} \quad \Delta t \text{ est la durée entre deux relevés.}$$

Le tableau (5) présente les valeurs de base de la production par période. Il convient de distinguer la période précédant le 20 juin de la période qui suit, où les corrections effectuées sont plus détaillées.

• Cas de la production foliaire :

- du 27 février au 20 juin, il n'y a pas eu d'étude de la production de nécromasse. On supposera la nécrose nulle entre le 27 février et le 28 mars : la production est égale à la variation de biomasse (incrément de + 40.5 g.m⁻²). Du 28 mars au 20 juin, il n'y a qu'une légère augmentation de



5. Variations de la productivité d'*HALIMIONE PORTULACOIDES* entre mars et septembre (station de FERME-NEUVE). ($g \cdot m^{-2} \cdot j^{-1}$)

A- 1. :productivité totale des feuilles et des tiges vertes; 2. :productivité foliaire; 3. :productivité des tiges vertes.

B- 1. :productivité totale; 2. : "productivité" globale du matériel hétérotrophe (tiges ligneuses et inflorescences).

biomasse à laquelle on peut additionner la nécromasse foliaire formée, que l'on assimilera à la litière : 147.5 g.m^{-2} soit 50 % de la litière récoltée. C'est une estimation par défaut car une partie de la nécromasse a disparu par décomposition et une partie a pu être évacuée lors des grandes marées d'avril.

- après le 20 juin, la production de chaque période est égale à la somme de la variation de biomasse et de la formation de nécromasse (cf. chapitre).

• Cas de la production caulinaire des rameaux feuillés :

- du 27 février au 26 mars, il n'y avait pas de nécrose, la production atteint 107.4 g.m^{-2} . Du 26 mars au 20 juin, la biomasse produite est inconnue : en effet, la nécromasse accumulée sous forme de litière (147.5 g.m^{-2}) ne compense pas la variation de biomasse qui est négative. On considérera, en raison de la production foliaire, qu'il y a nécessairement production caulinaire ; dans l'impossibilité de l'évaluer, la valeur $P = 0$ est prise par défaut.

- après le 20 juin, la production est égale à la somme de la variation de biomasse et de la nécromasse formée par mortalité.

• Cas de la production caulinaire des tiges ligneuses :

En absence de sénescence notable des tiges ligneuses après le 26 mars, on considère que la production est égale à la variation de biomasse, quelle que soit la période.

La figure (5) représente l'évolution des productivités journalières pour la station. Tout en différant dans les détails, les courbes des productivités respectives des différents composants de la biomasse épigée suivent une évolution globalement similaire : deux périodes de forte productivité en début et en fin d'été, séparées par une période de productivité faible ou négative entre mi-juillet et mi-août ; la fin d'hiver est aussi une période de faible productivité. (tableau 6)

Le déficit apparent de productivité en cette période intermédiaire peut s'expliquer, soit par l'action des conditions climatiques, soit par un transfert d'assimilats aux parties souterraines, soit par les deux phénomènes conjugués. La "productivité négative" (autrement dit la perte de poids) des organes hétérotrophes (types ligneuses et inflorescence) s'étend de mi-juillet à fin août ; elle dénote un transfert de matière. Comme la productivité des organes assimilateurs est faible pendant au moins une partie de cette période, l'hypothèse d'un transfert vers le système racinaire est plausible.

Production globale pour l'ensemble de la période d'étude.

Elle est définie par la somme des productions des intervalles de temps successifs. (Tableau [7]). La production épigée ainsi évaluée entre le 27 février et le 7 octobre atteint 1480.8 g.m^{-2} , soit 14.81 t.ha^{-1} . De ce total, la production foliaire représente 40 %, la production des tiges des rameaux feuillés 37,4 %, la production des organes hétérotrophes 22,6 %.

En comparaison, la biomasse maximale, atteinte au prélèvement du 27 août, était de l'ordre de 2230 g. m^{-2} , soit 51 % de la production réelle. Or celle-ci est encore évaluée par défaut, du fait de certaines inconnues relatives à la période précédant le 20 juin.

La production réelle pour la période d'étude est donc approximativement double de la valeur ^{apparente} basée sur l'accroissement de la biomasse ; sur l'ensemble de l'année, elle pourrait être encore légèrement augmentée par une croissance hivernale, qui devra être surveillée.

Tableau 7: productions globales cumulées de l'obione de FERME-NEUVE. (g.m^{-2})

PERIODE	26.03	20.04	27.04	11.07	18.07	09.08	13.08	27.08	12.09	07.10	
Pf	40.5	193.9	262.1	407.7	409.7	418.3	446.2	548.3	565.7	584.1	40 %
Ptu	107.4	107.4	159.7	265.2	287.3	353.2	390.6	522.9	531.6	545.7	37.4%
Pf+ Ptu	147.9	301.3	421.8	672.9	697.0	771.5	836.8	1071	1097	1130	77.4%
Ptl+Pi	-92.1	-3.4	94.0	288.9	259.3	166.1	160.0	138.8	213.7	330.8	22.6%
P	55.8	297.9	515.8	961.8	956.3	937.6	996.8	1210	1311	1461	100 %

2.2.6. Devenir de la production :

La production peut être immédiatement ^{recyclée} ou être temporairement stockée, donc indisponible pour le milieu, avec des cas intermédiaires.

La phytomasse ligneuse évolue très lentement (faible mortalité) : elle est stockée sur pied pour une durée chiffrable en année, échappant ainsi au reste de l'écosystème. Elle représente plus de 20 % de la production.

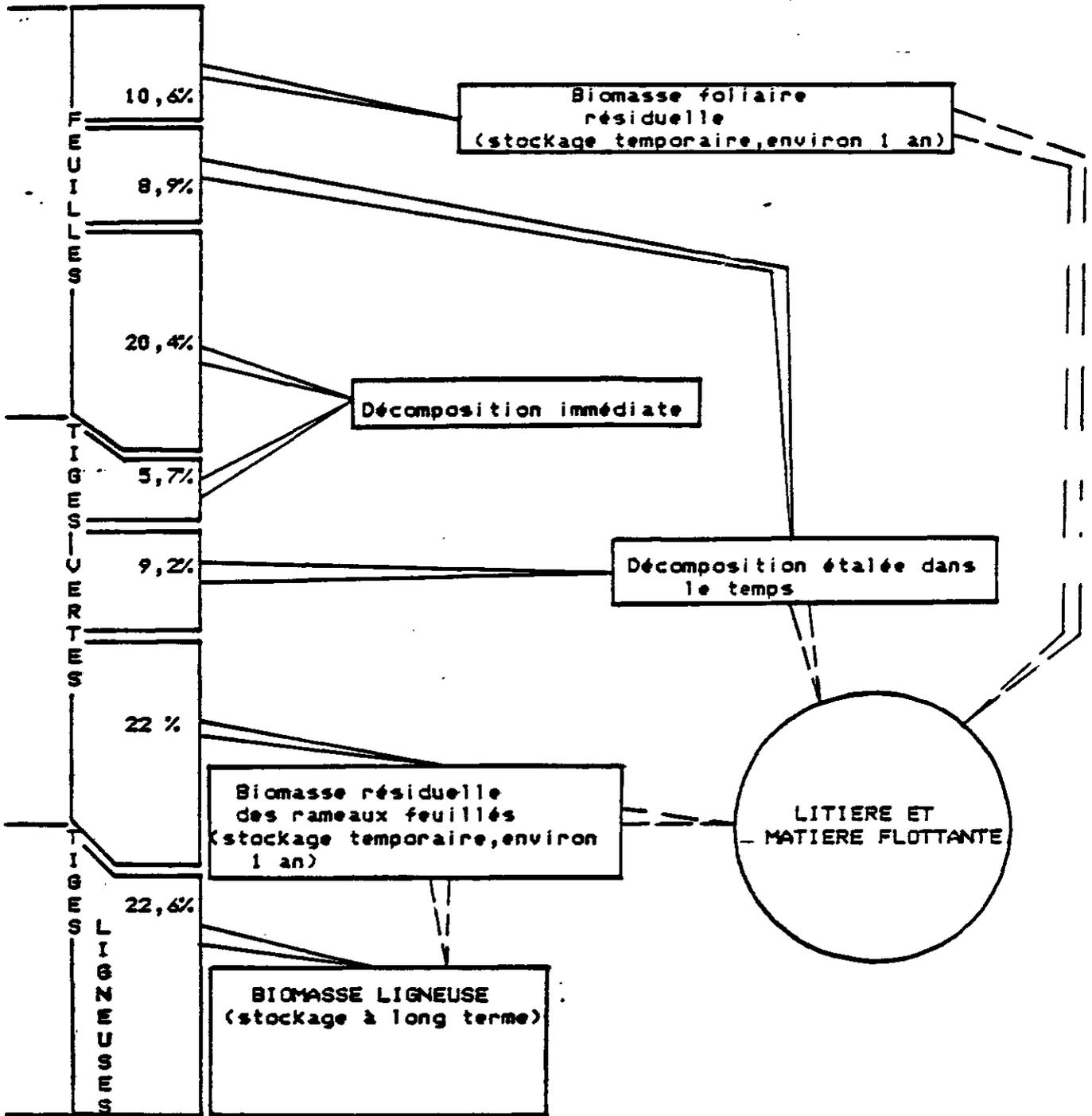
La phytomasse assimilatrice de l'année est appelée à suivre des évolutions distinctes. Une partie est immédiatement incorporée à la litière après sénescence et s'intègre aux circuits de dégradation de la matière organique. La nécromasse correspondante, évaluée, pour les feuilles de 299 g.m^{-2} et pour les tiges à 84 g.m^{-2} , représente 383 g.m^{-2} au total soit 26 % de la production. Les processus de décomposition vont faire disparaître en saison estivale environ 188 g.m^{-2} (58 %) pour les feuilles et environ 21 g.m^{-2} (25 %) pour les tiges. Sous l'action des marées, une fraction de la litière est entraînée ailleurs.

Après correction de la nécromasse accumulée en litière, par application à la nécromasse formée par période du taux de décomposition correspondant, on constate en effet (tableau) que la nécromasse résiduelle théorique est toujours inférieure à la nécromasse récoltée (litière), sauf entre septembre et octobre. En dehors de cette période, la valeur de la différence est fluctuante de façon relativement indépendante de la durée de la période et de la date de prélèvement, ce qui indique qu'elle est plutôt liée à la technique de prélèvement. La valeur négative de la dernière période est exceptionnelle ; elle implique une cause externe, à chercher au niveau des marées d'équinoxe. La quantité de matériel ainsi prélevé par le cycle de marées du 15 au 20 septembre peut être estimée par comparaison des valeurs des 8e et 9e intervalles de prélèvement. Cette quantité exportée serait de l'ordre de $12,4 \text{ g.m}^{-2} \cdot \text{J}^{-1}$ soit 310 g.m^{-2} .

Une partie de la production assimilatrice s'accumule provisoirement, puis finit par être arrachée en marée ou par rejoindre la litière durant l'hiver ou le printemps suivant. Son devenir est donc semblable au cas précédent, quoique avec des modalités différentes en nature ou en durée, et sur des proportions très variables selon les conditions climatiques.

Il s'agit, d'une part, d'une fraction de la production foliaire résiduelle accumulée sous forme de biomasse en automne : sur ces 390 g.m^{-2} , seuls 285 g.m^{-2} sont produits dans l'année, et environ 80% de la biomasse est éliminée avant l'été suivant, soit 235 g.m^{-2} .

Il s'agit, d'autre part, de la nécromasse formée par mortalité des rameaux entre Octobre et Février, puis entre Février et Juin : sur les 521 g.m^{-2} présents en automne, seuls 462 g.m^{-2} sont issus de la production de l'année.

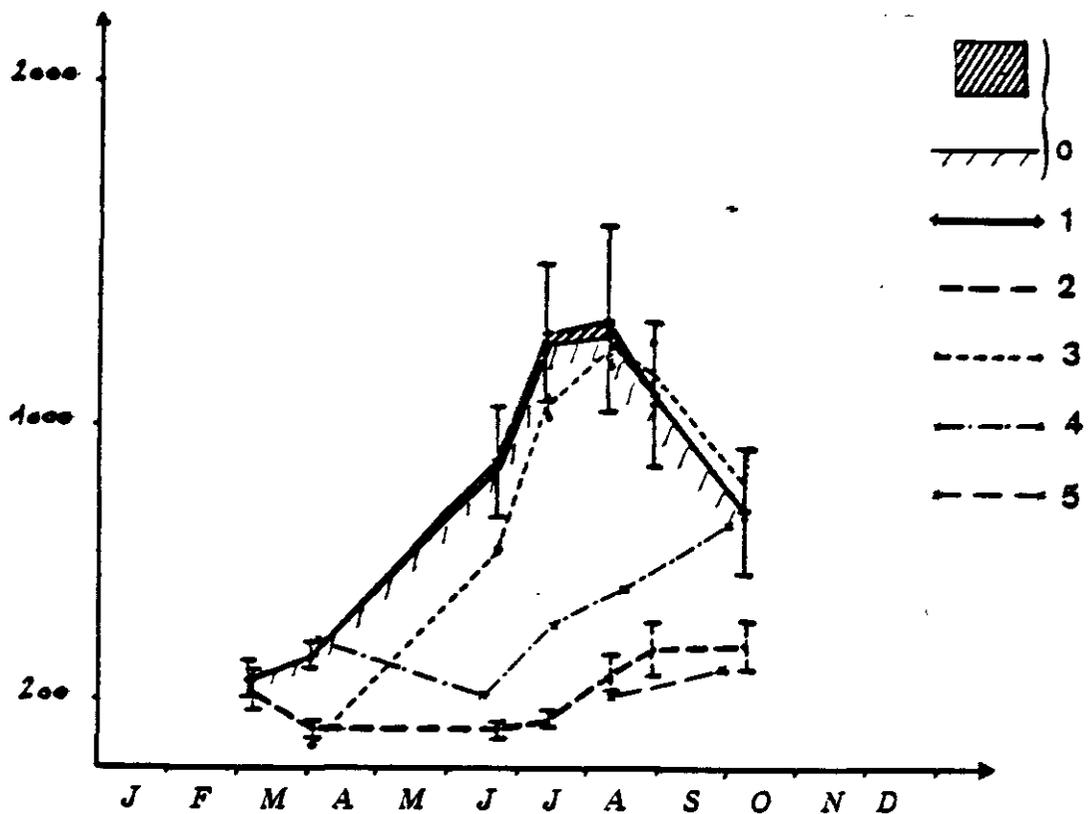


Si la mortalité hivernale est faible, environ 43% de cette biomasse est éliminée avant l'été soit 289 g.m^{-2} . Au total, la quantité ainsi secondairement incorporée à la litière (ou exportée) représente 504 g.m^{-2} soit 34% de la production. Dérivée hors des circuits de dégradation seulement provisoirement, cette fraction relie, en quelque sorte, deux années successives.

Si l'on estime que les feuilles de l'année antérieure seront toutes éliminées en priorité, et que la mortalité affecte de manière égale les deux générations de rameaux, puisque les tiges sont des organes capables de persister en se lignifiant, les 235 g.m^{-2} de biomasse foliaire nécrosés se répartissent en 105 g.m^{-2} d'âge > 1 an et 130 g.m^{-2} de l'année, tandis que 135 g.m^{-2} de biomasse caulinaire formée dans l'année se dégradent l'hiver suivant.

Au total, 285 g.m^{-2} concerneraient la production de l'année écoulée soit 18%.

Une autre partie de la production est amenée à s'intégrer aux tiges ligneuses par lignification, en fin d'hiver (PANTCHENKO, 1982) ou au cours de l'hiver de l'année suivante, d'après nos résultats : il s'agit des parties caulinaires des rameaux feuillés qui survivent l'année suivante : la différence entre la production et la biomasse en fin de période, qui atteindrait environ 160 g.m^{-2} en 1985, proviendrait de 1984. A son tour, la biomasse restante pour l'été 1986 serait de l'ordre de 300 à 320 g.m^{-2} , soit 20 à 23% de la production.



6. Evolution des biomasses épigées de *Puccinellia maritima* au VIVIER SUR MER et à POLDER-BERTRAND.(g.m⁻²)

Station du VIVIER : 0. :biomasse de l'inflorescence et biomasse chlorophyllienne (foliaire) de la population totale; 1. :biomasse totale correspondante; 2. :nécromasse récoltée; 3. :production calculée.

Station de POLDER-BERTRAND : 4. :biomasse totale en exclos en 1980; 5. :biomasse totale en zone pâturée, sans exclos, en 1985.

Tableau 8 : évolution des différentes fractions de biomasse prélevée dans la population de *Puccinellia maritima* du VIVIER SUR MER . B: biomasse végétative; Bi: biomasse de l'inflorescence; N: nécromasse.(g.m⁻²)

DATE	05.03	02.04	22.06	11.07	09.08	27.08	07.10
B	255.4 (66.5)	320.3 (52.4)	881.1 (221.3)	1237.5 (335.5)	1263.7 (367.8)	1085.0 (289.4)	743.2 (252.2)
Bi			14.7 (10.4)	30.2 (16.8)	40.8 (16.6)		
Σ.B			895.8 (225.8)	1267.7 (277.0)	1304.6 (382.4)		
N	226.1 (78.2)	107.5 (34.9)	106.9 (19.7)	145.1 (33.0)	270.6 (75.7)	343.8 (107.4)	353.3 (97.0)

2.3. Production de *Puccinellia maritima*.

L'étude est menée en priorité sur la station du Vivier. Toutefois, la biomasse présente à Polder-Bertrand a été récoltée à deux reprises : le 9 août et le 27 septembre, à titre comparatif de la station du Vivier. Les données recueillies en 1980 par GUILLON ont été reprises dans le cas de Polder-Bertrand.

→ STATION DU VIVIER SUR MER :

2.3.1. Evolution de la biomasse épigée : [fig. 6].

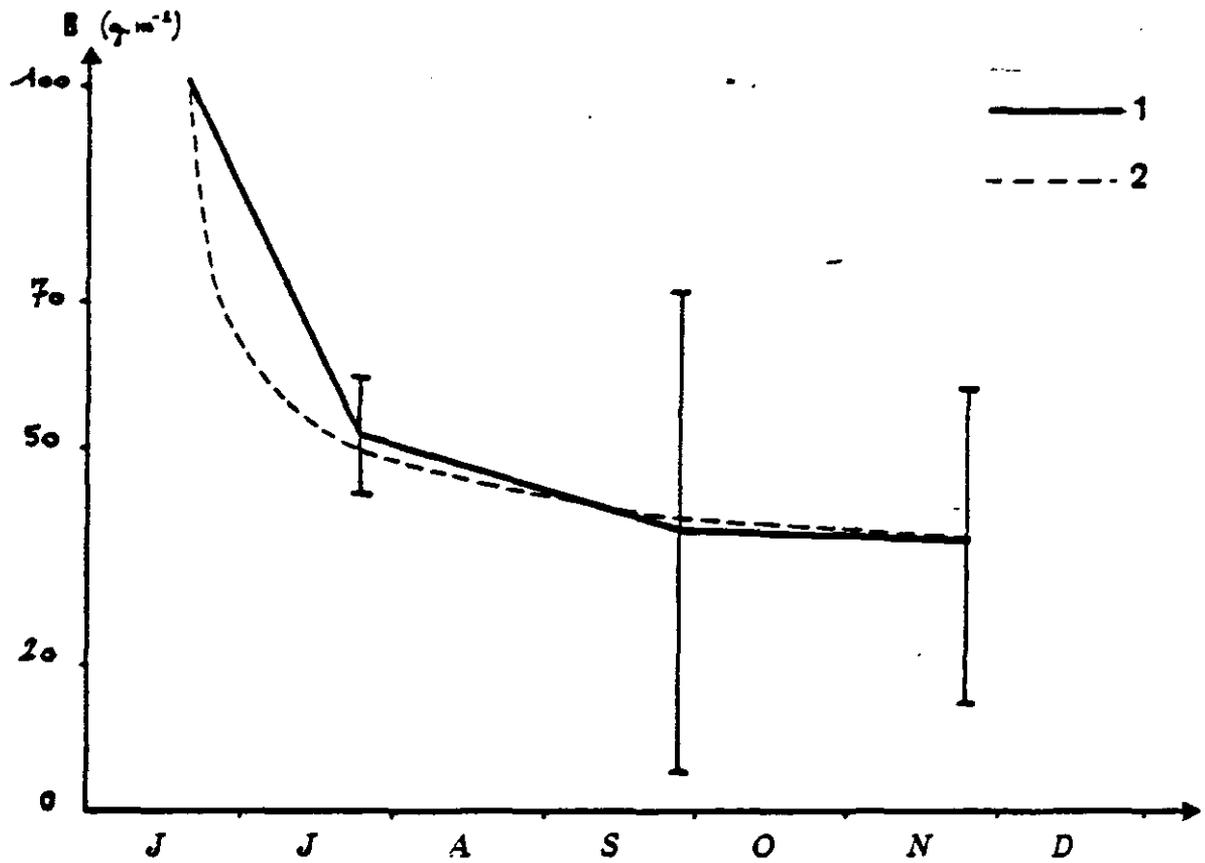
Les récoltes sont effectuées sur 10 quadrats de $0,0825 \text{ m}^2$ chacun, répartis en ligne dans la prairie. Le reste du traitement est analogue au cas de l'Obione, parties ligneuses exclues, bien sûr.

L'évolution est relativement classique, semblable à la plupart des productions herbacées :

- Courbe en cloche avec une croissance importante entre Mai et Juillet. La biomasse maximale atteinte est de $1304,5 \text{ g.m}^{-2}$ (soit $13,0 \text{ t.ha}^{-1}$), le 9 août. La production apparente sur la période est estimée par la différence entre le 9 août et le 5 mars, où la valeur de biomasse résiduelle hivernale est disponible ; elle atteint $1049,1 \text{ g.m}^{-2}$ (soit $10,5 \text{ t.ha}^{-1}$).

2.3.2. Formation de nécromasse : (fig. 6).

+ A l'exception d'une valeur plus élevée en mars, la nécromasse reste en petite quantité ($<150 \text{ g.m}^{-2}$) jusqu'en juillet. Au-delà de cette date, il y a, en même temps que la croissance pondérale, une sénescence partielle, donc formation de nécromasse. Pour évaluer la production réelle, cette nécrose est importante. L'accumulation de nécromasse atteint $353,3 \text{ g.m}^{-2}$ en Octobre.



7. Décomposition de la litière de *Puccinellia maritima* en sacs de maille 0,5 mm au VIVIER SUR MER. (% du poids initial)

1. : litière récoltée; 2. : modèle théorique ajusté.

+ La nécromasse récoltée n'est que le résultat d'un double mouvement (nécrose des tissus et dégradation de la matière organique). Comme dans le cas de l'Obione, une première approche de la décomposition a été réalisée avec la même méthode (sachets de mailles de 0.4 mm de \varnothing , 3 répliques par période, disposition horizontale en surface du sol.) Le résultat est représenté fig (7).

Le modèle qui convient le mieux aux données est une fonction "puissance" :

$$y\% = 100.44 t^{-0.19935} \quad (R = -0.997, \text{dl} = 2).$$

La proportion de nécromasse décomposée à chaque instant est inversement proportionnelle au temps écoulé depuis la mise en place (Cf. ch.224), pour un dépôt en Juin, et une dégradation durant la période Juin-October.

+ Si l'on applique ce modèle aux dépôts successifs entre Juin et October, on obtient cependant un ordre de grandeur de la sous-estimation de nécromasse à chaque instant : l'addition aux valeurs de nécromasse récoltée des valeurs de nécromasse théoriquement disparue aboutit à la courbe en pointillés (fig.6). La nécromasse formée au total serait de l'ordre de 555 g.m^{-2} , soit 57% de plus que la nécromasse récoltée.

2.3.3. Evolution de la productivité et de la production.

En additionnant, pour chaque période, la biomasse convertie en nécromasse (nécromasse formée) et la biomasse récoltée, on obtient la valeur réelle de la production, que l'on peut exprimer en productivité. Le tableau (9) fournit les résultats par période.

Tableau 9: formation de biomasse apparente ΔB , nécrose apparente N_1 , nécrose théorique N_2 , production correspondante P_1 ou P_2 et productivité p_1 ou p_2 pour chaque période entre le 2 avril et le 7 octobre, dans la prairie à *Puccinellia maritima* du Vivier sur Mer. (Biomasses et productions en $g.m^{-2}$, productivités en $g.m^{-2}.j^{-1}$).

DATE	02.04-22.06	22.06-11.07	11.07-09.08	09.08-27.08	27.08-07.10
ΔB	+560.8	+356.4	+26.2	-178.7	-341.8
N_1	0	+38.2	+125.5	+73.2	+9.5
N_2	0	+99.1	+192.6	+121.6	+35.8
P_1	+560.9	+394.6	+151.7	-105.5	-332.3
P_2	+560.9?	+455.5	+218.8	-57.2	-306.0
p_1	7.1	20.8	5.2	-5.9	-8.1
p_2	7.1?	24.0	7.5	-3.2	-7.5

+ On distingue une période de gain de biomasse nette (Mars à Août) puis une période de "perte" : cette perte ne devrait pas être constatée après correction par la formation de nécromasse, sauf dans trois cas de figure :

- transferts de métabolites au système souterrain : cette hypothèse, quoique moins valable que dans le cas de végétaux à réserves souterraines, ne peut être écartée ;
- exportation de matière organique hors de la prairie à Puccinellie par le jeu des marées : tout à fait vraisemblable, cette hypothèse demande néanmoins confirmation ultérieure ;
- sous-estimation de la biomasse résiduelle, ou de la nécromasse formée, en automne ; deux explications sont envisageables : le dépôt de sédiments des marées de fin d'été et d'automne peut soustraire une partie de la biomasse antérieure à la récolte, d'une part ; le taux de la décomposition de la nécromasse peut être sous-évalué, d'autre part. La première explication est à retenir, mais n'explique pas entièrement la perte importante constatée entre le 27 Août et le 2 Octobre.

+ La productivité fluctue entre $-8,1 \text{ g.m}^{-2}.\text{j}^{-1}$ et $+20 \text{ g.m}^{-2}.\text{j}^{-1}$ dans l'estimation minimale, et entre $-7,5 \text{ g.m}^{-2}.\text{j}^{-1}$ et $+24 \text{ g.m}^{-2}.\text{j}^{-1}$ dans l'estimation corrigée. Elle est maximale entre fin Juin et mi-Juillet, faible puis "négative" par la suite.

+ Si l'on considère que la production totale sur la période est appréhendée par défaut au moment de la biomasse maximale (on ne peut évaluer la production réelle ultérieure pour les raisons évoquées ci-dessus), elle serait supérieure à 1300 g.m^{-2} , ($13\text{t}.\text{ha}^{-1}$), donc dépasserait de plus de 29% la production apparente.

→ STATION DE POLDER-BERTRAND.

2.3.4. Biomasse, productivité et production sous pâturage.

Deux prélèvements de biomasse ont été réalisés à Polder-Bertrand en 1985 : le 9 Août (1 quadrat de $0,16 \text{ m}^2$) et le 27 Septembre (5 quadrats de $0,0625 \text{ m}^2$). Les dates ont été choisies pour correspondre à la période de biomasse maximale (GUILLON, 1980). En Août, le schorre est parsemé de touffes de Puccinellie arrachée par les moutons, nécromasse "libre" qui doit être relevée également. En Septembre, elle a disparu, sauf dans les secteurs de dépôt des laisses de marées.

Les valeurs de biomasse prélevée représentent respectivement 16% (9 Août) et 34% (27 Septembre) des valeurs de biomasse aux mêmes dates à la Station du Vivier.

Par contre, l'accroissement apparent de biomasse entre Août et Septembre est de $+ 77,8 \text{ g.m}^{-2}$; il y a donc, contrairement à la prairie du Vivier, une certaine production nette à cette période de l'année.

La productivité correspondante atteint $1,58 \text{ g.m}^{-2}.\text{j}^{-1}$ ce qui est inférieur de 3 fois à la valeur trouvée en exclos à la même période en 1980, égale à $3,95 \text{ g.m}^{-2}.\text{j}^{-1}$ (GUILLON, 1980).

GUILLON obtenait en mars, avant la mise en exclos, une valeur proche de celle que nous récoltons en Août. Sous la pression de pâturage, il semble que toute la production de printemps et d'été soit consommée. En Septembre, les grandes marées provoquent une diminution de la fréquentation du schorre par le troupeau, ce qui autorise un certain accroissement de la biomasse en place.

La biomasse arrachée, accumulée avant les grandes marées, atteint 27% de la phytomasse, ce qui est considérable.

La production apparente en exclos en 1980 était de l'ordre de $5t \cdot ha^{-1}$, soit deux fois moins que la production obtenue en prairie non pâturée en 1985. Il est peu probable qu'une telle différence soit liée à des conditions climatiques ; il faut donc envisager un effet négatif du pâturage sur la productivité à l'unité de surface.

2.3.5. Production consommée et restituée.

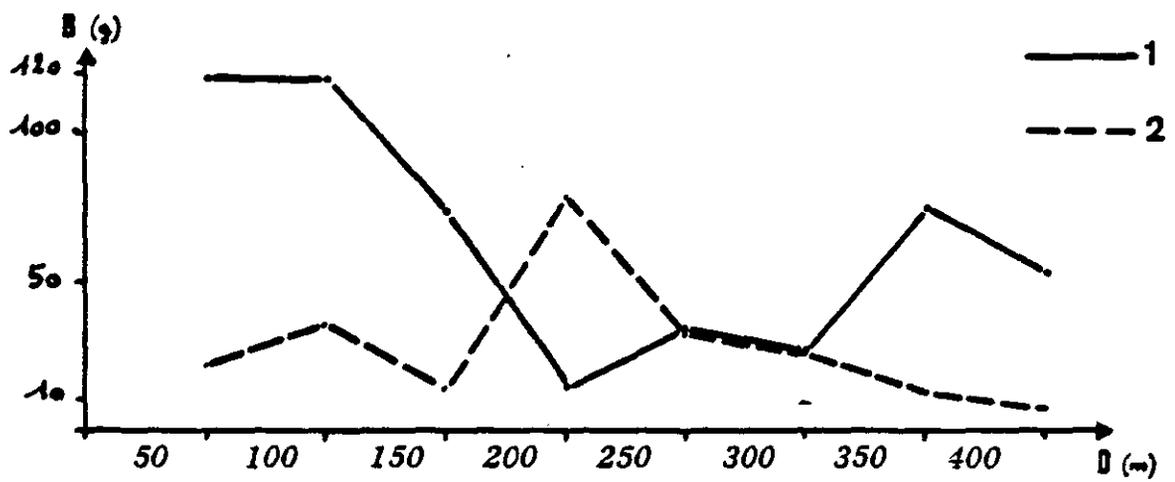
Le pâturage soustrait de la biomasse en place une quantité notable de matière : une estimation basée sur la comparaison des biomasses présentes en Septembre en exclos et en pâture donne un montant de $4,2t \cdot ha^{-1}$. Mais il s'agit d'années différentes (1980 et 1985) et la production de nécromasse en exclos, ou la nécromasse arrachée en pâture, ne sont pas intégrées.

Nous avons cherché à évaluer l'importance du prélèvement de matière végétale de manière indirecte, à partir de la quantité de fécès produites sur le schorre par les moutons.

Pour cela, 8 quadrats de $9 m^2$ ($3 \times 3 m$) délimités à l'aide de repères discrets, ont été répartis en transect du haut schorre, avec un espacement d'environ 50 m.

Tous les fécès présents y ont été récupérés, d'une part le 25 Juillet pour "faire place nette", d'autre part le 1er Août et le 9 Août. La quantité de matière ramassée dans chaque quadrat a été pesée après séchage à l'étuve à $65^\circ C$. Deux échantillons prélevés à part le 25 juillet et le 9 août ont fait l'objet d'une dosage de cellulose brute (matières non assimilables correspondant essentiellement à la lignine et à des composés dérivés).

Connaissant le taux de cellulose brute de *Puccinellia maritima* à ce moment de l'année (GUILLON, 1980), il est possible, par simple relation de proportionnalité, d'en déduire la quantité de puccinellie ingérée par unité de surface de schorre pâturé. Nous examinerons ci-après les résultats en signalant d'ores et déjà quelques limites de cette procédure :



8. Poids de fécès de moutons récolté sur chaque quadrat de 9m² du transect de POLDER-BERTRAND le premier août(2) et le 9 août(1). Poids en g.9m⁻²; D : distance à la digue en mètres.

- Le taux de Cellulose Brute d'une espèce végétale variant beaucoup au cours de l'année, en fonction de son stade de développement, il n'est pas certain que les teneurs trouvées en 1980 soient absolument identiques aux teneurs de 1985 aux mêmes dates, pour des raisons liées à des décalages phénologiques possibles entre les développements annuels respectifs :

- La prairie de Polder-Bertrand présente une certaine hétérogénéité spatiale dans sa composition (GUILLON, 1983) et comprend d'autres halophytes, quoique plus faiblement représentés (cf récolte de biomasse du 27 Septembre) ; même si les ovins ingèrent préférentiellement la Puccinellie en été - (GUILLON, 1980) - , d'autres espèces sont consommées (*Festuca rubra*, *Obione portulacoïdes*, *Spartina townsendii*...), ce qui atténue la fiabilité de l'estimation basée sur la Puccinellie :

- Quoique de manière plus limitée qu'en fin d'hiver, les brebis se nourrissent en partie en dehors de l'herbu en fin de journée, lorsqu'il s'agit de troupeaux ramenés à la ferme : ce cas n'est pas général, ni permanent pour un troupeau donné ; néanmoins une proportion de l'ordre de 10 à 15% des épidermes des fécès correspond à des végétaux non halophytes (GUILLON, 1980) et cette proportion est encore une sous-estimation car certains aliments ne laissent pas de trace microscopique : la teneur moyenne en Cellulose Brute de ces apports extérieurs n'est pas connue.

La fig(9) montre la répartition des quantités de fécès totales récoltées sur chaque quadrat du transect le 1er Août et le 9 Août. La distribution des valeurs selon les quadrats est presque opposée selon ces deux relevés. Les valeurs maximales se trouvent au centre du schorre le 1er Août, et aux deux extrémités le 9 Août. Il est difficile d'interpréter cette opposition ; il est reconnu que des conditions météorologiques ou des dérangements peuvent modifier les déplacements des troupeaux et leur temps de séjour sur telle

partie de l'herbu ; mais l'examen des conditions climatiques (Bulletin de la météorologie nationale. Station de CANCALE) ne met pas en évidence de contraste notable entre les deux décades.

Les troupeaux séjournant sur la partie de l'herbu prospectée ont été observés auparavant pendant deux jours. La répartition spatio-temporelle constatée a peu varié entre ces deux jours.

L'itinéraire exploite l'ensemble de l'herbu dans le sens transversal ; les durées de fréquentation ne sont pas réparties uniformément. certaines zones caractérisées par une activité de prise alimentaire étant assez rapidement parcourues, d'autres non, tandis que les temps de repos sont concentrés dans l'espace. Il est possible que les détails de ces processus varient selon les périodes, expliquant les divergences observées.

Les prélèvements permettent de comparer seulement deux périodes : du 25 Juillet au 1er Août et du 1er Août au 9 Août. La période précédant le 25 Juillet est en effet très longue (entre les marées d'Avril et le 25 Juillet, soit environ 250 jours) pour que l'on puisse négliger les pertes par lessivage ou par décomposition.

Les valeurs obtenues pour les deux périodes et au total sont les suivantes :

- 3.1 g.m^{-2} soit $0.44 \text{ g.m}^{-2} \cdot \text{j}^{-1}$ pour l'intervalle séparant le 25 juillet du 1er Août ;

- 7.1 g.m^{-2} soit $0.88 \text{ g.m}^{-2} \cdot \text{j}^{-1}$ pour l'intervalle séparant le 1er Août du 9 Août ;

- 10.2 g.m^{-2} soit $0.68 \text{ g.m}^{-2} \cdot \text{j}^{-1}$ pour la période totale.

Les résultats des deux intervalles variant du simple au double, il est prudent de ne considérer que la valeur moyenne des 15 jours correspondants.

Le taux de cellulose brute de *Puccinellia maritima* varie de 24 à 20% entre Juillet et Août (GUILLON, 1980). Par ailleurs, le taux de cellulose brute des échantillons de fécès est compris entre 16.4 et 17.1%. La quantité ingérée théorique est calculée à l'aide de la formule suivante:

$$\frac{y \times q}{100} = \frac{x \times q'}{100}$$

avec:

- y = 20 à 24% (de cellulose du matériel ingéré).
- q = quantité de matériel ingéré.
- x = 16.4 à 17.1% (de cellulose dans les crottes).
- q' = quantité de matériel excréte.

La valeur est comprise entre 6.8 et 8.7 g.m⁻², soit un taux journalier de 0.45 à 0.58 g.m^{-2.j⁻¹}. Cette valeur théorique correspond au cas où le régime alimentaire serait constitué à 100% de *Puccinellie*, auquel cas elle représenterait à peu près 15% de la productivité en exclos et 1/3 de la productivité au Vivier sur Mer, en zone non pâturée.

Du fait des limites énoncées plus haut, il convient de considérer cette estimation comme une première approche. Elle indique qu'il n'y avait pas de performance plus élevée du puccinellietum mais à l'inverse une production

inférieure. Les causes seraient liées au pâturage lui-même : modification du milieu par tassement du substrat, piétinement des parties aériennes, entraînant une moindre densité de la population...

La matière organique restituée par les animaux représente une quantité notable ; si l'on admet un rythme de dépôt constant pendant l'été, le poids de matière organique apporté ou rapporté entre le 15 juin et le 15 Septembre, dépasse 60 g.m^{-2} ($0,6 \text{ t.ha}^{-1}$). Du fait de la nature de cette nécromasse plus vite recyclable que la biomasse initiale, son effet sur le milieu pourrait ne pas être négligeable. Aux périodes de grandes vives eaux, ces crottes sont transportées et localement accumulées en mélange avec les débris végétaux, ou en partie dispersées ailleurs. En dehors de ces périodes, la décomposition se fait sur place.

2.4. Relations entre la production primaire et certains facteurs du milieu.

Deux principales catégories de facteurs peuvent intervenir dans la dynamique de la production sur le schorre : les facteurs climatiques et les facteurs hydrologiques liés aux marées. Les premiers sont irréguliers, saisonniers ou journaliers, les seconds sont périodiques avec variations complexes d'amplitude et de fréquence.

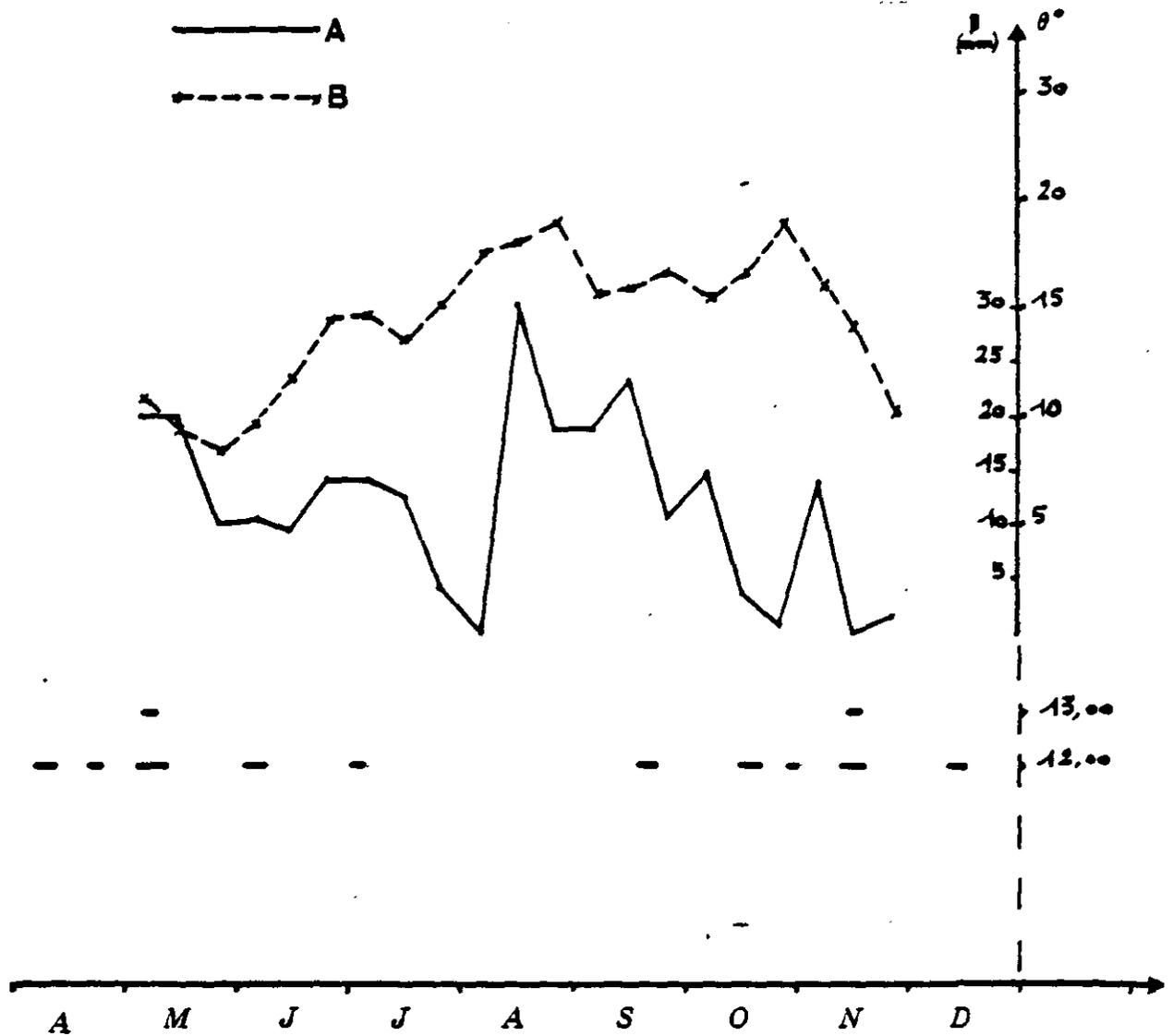
Les travaux déjà effectués (GUILLON, 1984) montrent des variations importantes des conditions écologiques en conséquence de cette double série de facteurs : la pluviosité, la sécheresse climatique, et les submersions marines interfèrent pour créer des variations de salinité et d'humidité spécifiques aux différents niveaux du schorre et aux différentes époques de l'année. De plus, la nature du substrat (granulométrie), la microtopographie (chenaux, dépression) et les facteurs anthropozoogènes (pâturage...) modifient les modalités d'expression de ces variations, qualitativement et quantitativement.

Pour replacer les quantifications effectuées en matière de production primaire dans le contexte annuel correspondant, il importait d'examiner les conditions météorologiques et hydrauliques pendant la période du développement végétal étudiée. Les variations décennales de pluviosité et de température moyenne extraites du Bulletin de la Météorologie Nationale (station de CANCALE) et les accurrences temporelles des marées d'amplitude théorique H supérieure à 12.00 m et supérieure à 13.00 m (d'après l'annuaire des marées - SHOM - avec correction barométrique) ont été reportées fig. (11) pour la période : Avril à Octobre 1985.

2.4.1. Influence de la météorologie.

Les variations importantes de température et de pluviosité durant la période de référence se superposent à des tendances distinctes :

- un printemps moyennement pluvieux et de plus en plus chaud : la première décennie de juillet est sèche et chaude ;
- un été très pluvieux et chaud entre le 10 juillet et le 20 août ;
- une fin d'été chaude mais de plus en plus sèche : les mois de septembre et d'octobre sont secs à l'exception de la première décennie d'octobre, un peu humide ; l'automne voit diminuer progressivement les températures qui chutent de 18°C fin septembre à 10°C fin octobre.



11. Evolution de quelques facteurs météorologiques en périodes printanière et estivale.

MÉTÉOROLOGIE : A . Pluviosité; B . Températures moyennes; (par décade, station de CANCALE).

MAREGRAPHIE : dates de dépassement des seuils de hauteur des marées d'environ 12m et 13m (valeurs obtenues après corrections barométriques, station de St Maio).

En comparant cette évolution à celle des biomasses (fig.1p.10) et à celle de la productivité de l'Obione de FERME-NEUVE (fig.5p.25) ou de la *Puccinellia* (fig.6p.33), il est possible de relier plusieurs phases ; le printemps s'accompagne d'une forte productivité : la biomasse atteinte en fin de première décade de juillet est proche de la biomasse maximale annuelle dans tous les cas.

La phase suivante correspond à une chute brutale de productivité, tant pour l'Obione que pour la puccinellie : il s'agit aussi de la mi-juillet très pluvieuse, et donc moins favorable à l'ensoleillement nécessaire à une production primaire importante.

La phase un peu moins pluvieuse et encore chaude qui suit la deuxième décade de juillet s'accompagne d'une reprise de productivité, maximale fin août (ou l'on note la conjonction de températures moyennes proches de 15°C et d'une pluviosité faible, de l'ordre de 10 mm en 3ème décade d'août). Cette reprise n'est valable que pour l'Obione.

La productivité diminue fortement ensuite, en même temps que se développe la phase sèche et plus fraîche de l'automne.

A l'exception des phases printanière et automnale, les fluctuations de productivité ne sont pas clairement reliées aux variations climatiques ; en particulier, la phase productive du mois d'août est difficile à expliquer.

2.4.2. Influence de l'hydrologie.

Après la marée de 12,40 m du début juin, une phase d'émersion continue du schorre dure du 5 juin au 18 août. Elle ne correspond certainement pas à une augmentation de la salinité écophysique, en raison des fortes précipitations estivales.

Le 18 août, le schorre est atteint en partie aval et la base des Obiones de la station de Ferme-Neuve est immergée, ainsi que les puccinellies du Vivier, dans 7 quadrats sur 10.

Le 16 septembre, une partie importante du schorre est submergée à Ferme-Neuve ; toutes les stations sont concernées par la marée.

Le rôle de la marée du 18 août dans les variations de productivité épigée de l'Obione n'est peut-être pas négligeable ; il est possible qu'elle favorise la croissance des parties assimilatrices. Cependant, la similitude entre les résultats de la production apparente au Vivier et à Ferme-Neuve, malgré les niveaux très différents de ces deux stations, semble atténuer la portée de la relation apparente entre production et submersion. Seule une étude détaillée (à haute fréquence de relevé) des fluctuations de la nappe de surface et de la salinité peut, dans l'avenir, préciser cette relation.

III. LES MATIERES FLOTTANTES DU SCHORRE ET LEURS DEPLACEMENTS.

3.1. Introduction.

La production primaire des différents groupements végétaux du schorre ou de la haute slikke initialise une série de matériaux ayant comme caractère la flottabilité :

- fragments de végétaux arrachés par les troupeaux en période de pâturage sur le pré-salé (il s'agit alors quasi-exclusivement de Puccinellie) ;
- la litière produite par accumulation de nécromasse de certaines espèces végétales comme l'Obione ;
- les crottes des moutons qui ne se décomposent que très lentement par temps sec en zone pâturée et qui ^{représentent} un "pool" disponible important en fin d'été.

Ces différentes catégories de matières potentiellement flottantes s'accumulent avant les premières grandes marées de vives-eaux, qui recouvrent le schorre entre le 15 et le 19 septembre 1985.

Ces matériaux végétaux ou dérivés étant également susceptibles d'une dégradation et d'une minéralisation plus ou moins rapide, il s'avèrait nécessaire d'examiner leur ^{déplacement} et leur répartition après les grandes marées.

Deux cycles de marées de coefficients supérieurs à 100 (et de hauteur théorique de P.M. supérieure à 12.50 m) ont été suivis : le cycle du 15 au 19 septembre et le cycle du 13 au 17 octobre.

3.2. Cycle du 15 au 19 septembre.

3.2.1. Méthodologie.

Trois approches ont été réalisées en septembre :

- piégeage des matières entraînées en pleine eau par un filet à drift d' $1/10^{\circ}$ de m^2 de section ; il était placé en travers d'une criche par période de 5 mn toutes les demi-heures pendant la marée du 17/09 à Polder-Bertrand ; étant donné l'absence presque totale de matières transportées, il n'a été mis en place qu'une fois au flot et une fois au jusant à Ferme-Neuve.

Cette technique a comme inconvénients l'échantillonnage trop limité du fait de la faible dimension du drift portable, et la non prise en compte des différences éventuelles entre les flux transitant par la criche et le reste du schorre. Par contre, le maillage fin du filet () autorise un piégeage complet des matières macroscopiques.

- mise en place sur le schorre de quadrats de $9 m^2$ de surface (3 X 3 m) : les matériaux flottants repris par la marée étaient piégés par un filet de maille de 11 mm tendu entre les quatre poteaux d'angle sur une hauteur de l'ordre de 2 m. Le matériel flottant était accumulé par le courant de marée descendante sur un côté du quadrat et récupéré après les marées en fin de cycle. 3 filets ont été ainsi placés à Polder-Bertrand sur le réseau moyen du schorre à Puccinellie pâturé, et un filet à Ferme-Neuve sur le niveau moyen de schorre à Obione.

Cette technique présente l'intérêt de capter tout matériel flottant au sein des $9 m^2$ de chaque quadrat mais comporte des limites : l'échantillonnage ne concerne que la formation végétale où se localisent les quadrats, et le matériel accumulé après flottation peut être difficile à récupérer (cas des feuilles d'Obione, en particulier). D'autre part, il est probable qu'une partie des fractions fines est évacuée à travers les mailles trop larges.

- récupération d'un échantillon des laisses de marée en fin de cycle : un prélèvement a été effectué sur chacune des accumulations de surface importante entre la criche utilisée pour les drift et la digue, à Polder-Bertrand (Fig.). Au total, 11 prélèvements d' $\frac{1}{2}$ m² ont été réalisés répartis en 1 ou 2 prélèvements par laisse de mer, sur 6 endroits différents. Les laisses échantillonnées et les autres dépôts ont donné lieu également à une cartographie au 1/14500^e, à l'origine de la fig. .

Cette technique est complémentaire des précédentes. Elle permet d'évaluer de manière assez précise le bilan après un cycle de marée, résultant en un dépôt résiduel à certains endroits du schorre pâturé.

A Ferme-Neuve, les marées de septembre n'ont pas provoqué de fortes accumulations localisées, mais seulement un dépôt très diffus de feuilles d'Obione, "suspendu" sur la végétation dense : c'est ce qui a été recueilli dans le filet de 9 m².

3.2.2. Matière flottante disponible sur le schorre.

Sur les trois quadrats de Polder-Bertrand, l'un n'a pas fonctionné de manière satisfaisante (filet insuffisamment tendu) et a été éliminé des calculs. La comparaison portera sur les quantités au m², calculées sur les quadrats de Ferme-Neuve, ou les 2 quadrats fonctionnels de Polder-Bertrand.

A Polder-Bertrand, les matériaux dominants sont les fécès de mouton (73.4 % en poids) et les fragments de puccinellie arrachés (26.5 %). A Ferme-Neuve, seule l'Obione est représentée. Ces résultats montrent clairement le contraste important entre la nature des matériaux disponibles sur ces deux secteurs du schorre breton de la Baie.

Les 1.8 g. m⁻² de feuilles d'Obione recueillis sont à comparer aux 310 g. m⁻² de litière "disparue" au cours des marées de septembre, d'après les résultats du chapitre (226). Ces deux valeurs, sans commune mesure, sug-

Tableau 10: matière flottante récoltée dans les deux filets carrés de POLDER-BERTRAND et dans le filet carré de FERME-NEUVE en Septembre .(g.m-2)

	POLDER-BERTRAND			FERME-NEUVE
	Filet 1	Filet 2	Moyenne	
Puccinelle	5.96	3.52	4.74	
Fécès	7.42	18.86	13.14	
Obione				1.82
Epaves(soude)	0.05		0.03	
TOTAL			17.91	1.82

gèrent une nouvelle explication à la quantité basse de litière récoltée en octobre : une partie de la différence pourrait être due à l'apport sédimentaire qui "soustrait" du prélèvement une majeure partie de la litière, et non à une véritable exportation par l'eau. De plus, il est probable que la récolte du filet de 9 m², délicate dans cette végétation dense, aboutit à une sous-estimation.

3.2.3. Matière flottante en transit durant une marée : (tableau 4)

NATURE DU MATERIEL ET VARIATION DE DEBIT.

Les matériaux récoltés sont de nature très diverse mais les prélèvements comportent toujours un élément largement dominant.

A Polder-Bertrand, cinq espèces végétales ont été recueillies au flot : *Salicornia sp.*, *Suaeda maritima*, *Puccinellia maritima*, *Halimione portulacoïdes*, et *Spartina townsendii* ; au jusant, la spartine et la salicorne étaient absentes. Les crottes de mouton sont recueillies au début du flot. Des algues et divers éléments d'origine marine sont apportés lors du flot, en partie remportés lors du jusant.

A Ferme-Neuve, les quatre premières espèces végétales suscitées sont également recueillies au flot, mais seule l'Obione est entraînée au jusant.

Les débits globaux de matières flottantes sont obtenus en calculant la proportion de surface de captage dans la tranche d'eau, en multipliant la vitesse du courant à chaque prélèvement par la quantité récoltée par unité de temps.

Il semble qu'il n'y ait qu'une exportation très faible hors du schorre de Ferme-Neuve le 16, même avec une durée du jusant beaucoup plus grande que celle du flot. A Polder-Bertrand, le 17, les débits du flot

Tableau 11: matière flottante piégée dans le filet surber de 0.1m² lors des marées du 16.09 (à FERME-NEUVE) et du 17.09 (à POLDER-BERTRAND). Valeurs de débits (en g.s-1).

Fraction	FERME-NEUVE		POLDER-BERTRAND				
	FLOT	JUSANT	FLOT			JUSANT	
	8h.32	9h.12	8h.45	9h.12	9h.45	10h.13	10h.45
Salicornia	0.296		0.000	0.110	1.740	3.510	
Suaeda	4.026		0.015	4.770	0.530	10.234	0.018
Puccinellia	2.131		0.048	3.390	0.530	18.400	0.020
Halimione	0.237	0.0003	0.031	1.970	0.158	1.250	0.010
Spartina				1.200			
Fèces			1.582	0.680			
Algues			0.175	1.010	2.693	10.300	
Divers	0.770		0.443	4.696	0.528	0.470	0.028
Algues + Divers	0.770		0.618	5.710	3.221	11.840	0.028
TOTAL	7.46	0.0003	2.295	17.826	6.178	46.773	0.104

Tableau 12: proportions correspondant au tableau 11. (%)
(première ligne = % de la matière végétale d'origine terrestre;
deuxième ligne = % de la matière flottante totale)

Fraction	FERME-NEUVE		POLDER-BERTRAND				
	16.09	17.09	16.09	17.09	17.09	17.09	17.09
Salicornia	4.42			0.96	58.82	10.00	
	3.97			0.62	28.16	7.50	
Suaeda	60.18		16.40	41.69	17.92	29.30	23.68
	53.97		0.67	26.76	8.58	21.88	17.30
Puccinellia	31.85		51.00	29.63	17.92	52.67	26.31
	28.56		2.10	19.02	8.58	39.34	19.23
Halimione	3.54	100	32.6	17.22	5.34	3.58	13.16
	3.18	100	1.35	11.05	2.56	2.67	9.61
Spartina				10.49			
				6.73			
Fèces			68.93	3.81			
Algues			7.62	5.67	43.59	22.02	

sont nettement inférieurs aux débits du jusant, sauf en fin de jusant.

Les quantités transportées sont toujours plus élevées que celles de Ferme-Neuve, ceci pour des marées de coefficient sensiblement équivalent (111 au lieu de 110). On note que le transport maximum est atteint au moment où la criche déborde sur le schorre, au flot, et au moment où le schorre découvre, au jusant.

PROPORTIONS INSTANTANÉES.

Ces proportions sont celles du moment de mise en fonction du drift, donc ne représentent pas les proportions sur l'ensemble de l'intervalle de temps entre deux relevés.

Du fait de la surface de capture limitée, l'hétérogénéité de répartition des différentes composantes dans la tranche d'eau ne permet pas d'interpréter les détails de modifications des proportions d'un échantillon à l'autre.

Tout au plus peut-on remarquer des changements dans les composantes dominantes entre le début et la fin du flot, et entre le début et la fin du jusant, à P.B., ainsi qu'entre le flot et le jusant, tant à P.B. qu'à F.N.

A Polder-Bertrand

- l'apport massif de fécès en début de flot traduit un "retour" du matériel exporté du schorre par les deux marées précédentes (celles qui ont empiété sur le schorre) ; la puccinellie et l'obione prédominent dans la fraction végétale, témoignant d'un retour de matériel situé

sur le moyen et haut schorre, donc exporté en fin de marée la veille :

- au fur et à mesure que l'on s'approche de l'heure de pleine mer, le flot apporte des éléments correspondant aux parties de plus en plus en aval du schorre, puis des éléments de la haute slikke : les proportions de Puccinellie et d'Obione diminuent, la proportion de Suaeda augmente puis est supplantée par l'apport de Salicornes. On notera la présence de Spartine dans l'échantillon intermédiaire.

Il s'avère donc que la chronologie du flot semble refléter, globalement, la succession végétale du schorre, indiquant une simple translation de la matière flottante d'une marée à l'autre sans bouleversement dans l'ordre de déplacement. Par contre, une dérive latérale ne peut être exclue.

- au Jusant, on perçoit presque le même phénomène à l'examen des deux échantillons : comme le sens de déplacement est inversé, c'est la partie basse et moyenne du schorre (Puccinellie et Suaeda) qui domine le début de l'écoulement, avec quelques Salicornes ; une demi-heure plus tard, le pourcentage de Puccinellie a diminué de moitié, tandis que la quantité d'Obione augmente.

- L'examen des fractions "algues" et "divers" apporte quelques informations utiles. La proportion d'algues augmente en fin de flot, confirmant l'apport plus tardif d'éléments en aval de l'estran. Elle diminue au cours du jusant, confirmant également la translation inverse. Les éléments classés en "divers" comprennent au flot essentiellement des petits gastéropodes et des graines de Suaeda, ainsi que quelques pontes de gastéropodes marins dans l'échantillon intermédiaire. Au jusant, il s'agit exclusivement de débris ligneux (donc d'origine terrestre probablement).

- Globalement, la Puccinellie domine davantage la composition de la fraction végétale au jusant qu'au flot.

A Ferme-Neuve.

- Au flot, les espèces végétales les mieux représentées sont : d'abord la Soude puis la Puccinellie ; l'échantillon prélevé qui contient aussi des salicornes et de l'obione se rapproche ainsi de l'"échantillon intermédiaire" prélevé le lendemain à Polder-Bertrand ;
- au jusant, seule l'obione est capturée, trahissant ainsi la très forte prédominance spatiale de cette espèce sur le bassin versant concerné, aux niveaux atteints par la marée (cf. compte-rendu du repérage aérien).

L'apport du flot apparaît ici correspondre à un "paysage" végétal plus diversifié que celui des écoulements de jusant ; il est délicat d'en interpréter les raisons : l'hypothèse d'un déplacement latéral de la matière flottante comme l'hypothèse d'un piégage par le courant d'obione des fractions à morphologie complexe et de taille plus grande (Puccinellie, Soude....) lors du jusant, peuvent aussi bien répondre du phénomène constaté.

BILAN GLOBAL.

En tenant compte corrélativement des débits et des proportions, les conclusions suivantes sont possibles :

- à P.B., apport massif de Soude et de Puccinellie mais exportation encore plus massive des mêmes espèces ; le solde sera une exportation de Soude et de Puccinellie. Par contre, les fécès semblent tous piégés sur le schorre au jusant lors de la marée du 17.

- à F.N. annort massif de Soude, peut-être aussi de Puccinellie, qui resteraient piégées dans le couvert végétal du schorre, seule l'Obione étant exportée, d'ailleurs en très petite quantité, lors du jusant.

3.2.4. Matières déposées en laisses de marée à Polder-Bertrand.

La composition de ces laisses de marée est beaucoup plus diversifiée que la matière flottante présente initialement et recueillie dans les filets de 9 m^2 : en plus des fécès de mouton et de la Puccinellie, on trouve de la soude, des salicornes et de la spartine, et des épaves d'origine marine (y compris divers matériaux naturels ou artificiels liés aux activités humaines sur le littoral).

L'analyse de la répartition de la quantité totale déposée à l'unité de surface aboutit à différencier deux "noyaux" de dépôt : l'un au niveau moyen du schorre (entre 500 m et 800 m de la digue) à proximité d'un gabion autour de la côte 7.50 NGF, l'autre de part et d'autre de la dépression topographique longeant la digue. Les quantités et les proportions déposées ont été traitées séparément pour chacun de ces deux dépôts, appelés respectivement D1 et D2.

Le poids de matière déposée atteint $8,3 \text{ g. m}^{-2}$ pour D1 et $3,1 \text{ g. m}^{-2}$ pour D2. Rapportés à la surface totale approximative couverte par chaque groupe de laisses de mer, ces quantités représentant 1368,3 kg pour D1 et 713,6 kg pour D2 soit 2082,1 kg. La surface concernée par l'origine de ces dépôts, au niveau du schorre, recouvre au moins deux bassins versants adjacents, représentant environ 800 ha. La quantité ramenée à l'unité de surface est égale à 27 kg. ha^{-1} , soit $0,271 \text{ g. m}^{-2}$, à comparer aux $17,9 \text{ g. m}^{-2}$ auparavant recueillis dans les filets : la quantité de matériel exporté serait de l'ordre de 98 % du matériel disponible initialement.

Dans les deux noyaux D1 et D2, les fécès restent en proportion dominante (53 % près de la digue, 67 % près du gabion), et la puccinellie en seconde position (41,2 % et 20 % respectivement). Le reste représente du matériel allochtone

importé du bas-schorre, de la haute slikke, d'autres secteurs du schorre, ou de la pleine mer. Pour D1, les apports marins sont plus importants (8,7 % d'épaves d'origine marine).

3.3. Cycle du 13 au 17 octobre.

3.3.1. Méthodologie.

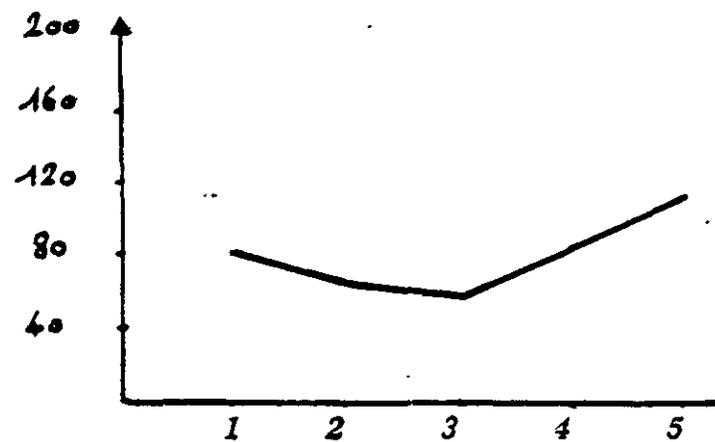
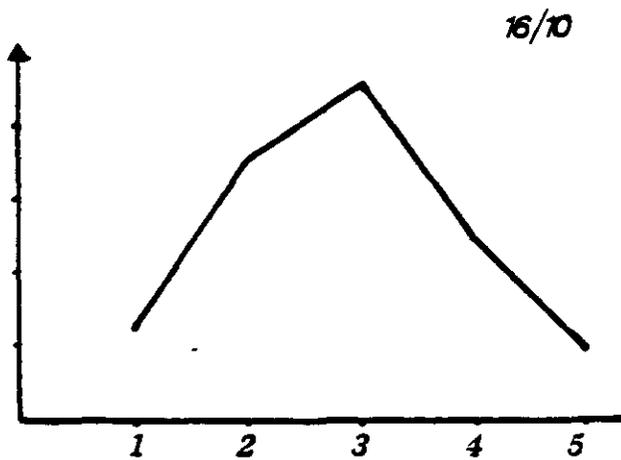
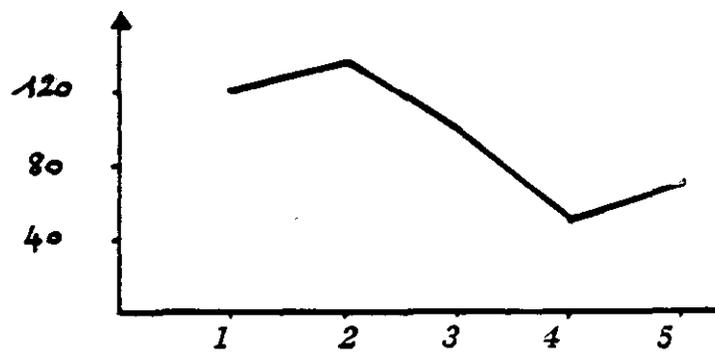
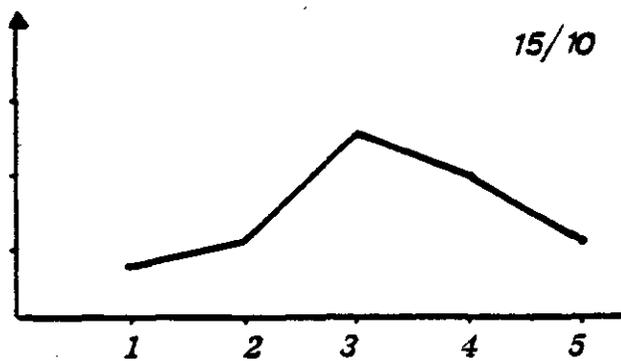
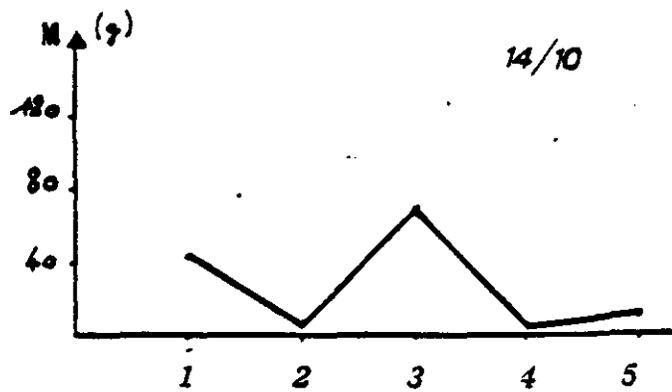
La méthode de récolte adoptée répond à deux objectifs : quantifier les quantités transportées au jusant (exportées, au moins provisoirement du schorre) et relier la composition de ce matériel à la nature de la végétation du schorre, ceci sur une série de marées du cycle.

Pour cela, deux batteries de 5 filets tendus chacun entre 3 poteaux et disposés en "V" ouvert vers le schorre sur 2,00 à 2,50 m ont été disposées, l'une à Polder-Bertrand, l'autre à Ferme-Neuve, à la limite de la haute slikke. La matière flottante piégée en jusant, dans les filets, a été récoltée selon le planning suivant : à Polder-Bertrand, le 15 au matin, le 15 au soir, sur un filet, le 16 au matin; à Ferme-Neuve, le 14 au matin, le 15 au matin, le 16 au matin. Les filets n'avaient pas été atteints par une hauteur d'eau suffisante le 14 à Polder-Bertrand pour fonctionner.

Cette méthode présente l'avantage de mieux échantillonner l'écoulement que l'usage du Drift, puisque le linéaire total de capture est égal à 11,20 m pour chaque secteur. Par contre, elle ne prélève pas le transport dans la criche ni les apports pendant le flot.

3.3.2. Quantités récoltées par filet : (fig. 9).

Le poids total de matériel récupéré par marée et par secteur est représenté fig. 9 pour chaque batterie de 5 filets. La très forte variabilité de la quantité piégée montre que l'échantillonnage est encore insuffisant, d'autant plus que les proportions de capture des mêmes filets changent d'une marée à l'autre.



A

B

9. Poids total de matière flottante récoltée en octobre dans chacun des cinq filets en limite de bas-schorre à POLDER-BERTRAND(A) et à FERME-NEUVE(B) après chaque marée étudiée. M: poids en g; 1 à 5: numéro des filets successifs.

Les flèches indiquent l'un des filets qui a été fermé avant la marée précédente, pour éviter que le matériel récolté ne provienne de deux marées successives. Or, cette opération, si elle a eu une influence (ce qui n'est pas évident), ne peut être quantifiée, en raison de l'hétérogénéité des résultats.

3.3.3. Quantités récoltées par linéaires de schorre : (tableau 14).

A Polder-Bertrand, la quantité recueillie augmente jusqu'au 15 au soir, puis diminue. A Ferme-Neuve, les quantités recueillies le 15 et le 16 sont presque identiques. Les variations quantitatives dépendent de l'amplitude de la marée, les deux plus fortes marées théoriques sont celle du 15. En fait, il est possible de rechercher les hauteurs réellement atteintes par la pleine mer à l'aide de l'annuaire des marées et de plusieurs corrections :

- différence entre l'altitude NGF et le 0 des cartes marines (+ 6,60 m à Saint-Malo) ;
- correction liée à la différence de marée entre St-Malo et les secteurs proches du Mont-St-Michel (variant de + 0,81 m à coefficient 109 à + 88 cm à coefficient 120) ;
- correction barométrique ;
- rectification éventuelle des variations d'une marée à l'autre à l'aide des relevés de hauteur de dépôt piégés par les filets, sur le terrain : ce dernier élément a nécessité de corriger en hausse les valeurs prévues pour le 16 (+ 25 cm à Polder-Bertrand et + 32 cm à Ferme-Neuve).

Le niveau atteint par la P.M. varie alors de 6,79 le 14 au matin à 7,38-7,45 le 16 au matin ; les marées "les plus élevées" sont celles du 14 au soir, du 15 au soir, et du 16 au matin.

Il ne semble pas y avoir une stricte relation de proportionnalité entre la hauteur maximale atteinte et la quantité piégée, ni avec :

- la distance à la digue atteinte par le filet (estimée d'après les transects de LE RHUN) ;
- la surface de bassin versant recouverte en pleine mer (mesurée par pluviométrie en fonction de l'estimation précédente).

Tableau 14: matière piégée en limite du bas-schorre lors du jusant, lors des marées des 14/15/16 Octobre. (Moyennes et écarts-types pour 5 filets, en g.)

FERME-NEUVE				- POLDER-BERTRAND			
14.10(matin)	Moyenne	Ecart	%	15.10(soir)	Moyenne	Ecart	%
Puccinellie	16.01	5.07	19.2	Puccinellie	103.3		48.5
Obione	5.76	18.41	21.8	Obione	14.07		6.6
Divers	4.62	7.16	17.5	Spartine	1.36		0.6
TOTAL	26.39	25.86	100	Fécès	28.57		13.4
				Divers	65.75		30.9
				TOTAL	213.02		100
15.10(matin)				15.10(matin)			
Puccinellie	23.13	8.6	24.3	Puccinellie	25.49	4.72	43.2
Obione	20.19	21.03	21.2	Obione	1.5	0.44	2.5
Spartine	19.10	13.69	20.1	Spartine	0.61	1.36	1.0
Fécès	15.95	3.34	16.8	Soude	7.02	5.96	11.9
Divers	16.65	8.66	17.5	Fécès	0.91	0.70	1.5
TOTAL	95.02	34.73	100	Divers	24.63	16.40	41.7
				TOTAL	59.02	27.80	100
16.10(matin)				16.10(matin)			
Puccinellie	16.96	6.85	21.2	Puccinellie	44.40	26.38	43.7
Obione	10.77	3.45	13.5	Obione	3.34	3.27	3.3
Spartine	8.01	7.53	10.0	Soude	1.19	2.66	1.2
Fécès	27.54	9.84	34.5	Fécès	3.07	3.65	3.0
Divers	16.59	4.29	20.77	Divers	49.59	31.80	48.8
TOTAL	79.86	19.89	100	TOTAL	101.58	61.42	100

La majeure partie de la matière flottante semble s'être déplacée lors de la marée de 7,28 m du 15 au soir, (6 fois plus que la marée précédente et 4 fois plus que la marée suivante à Polder-Bertrand (1)).

3.3.4. Proportions des différentes catégories de matière flottante collectées.

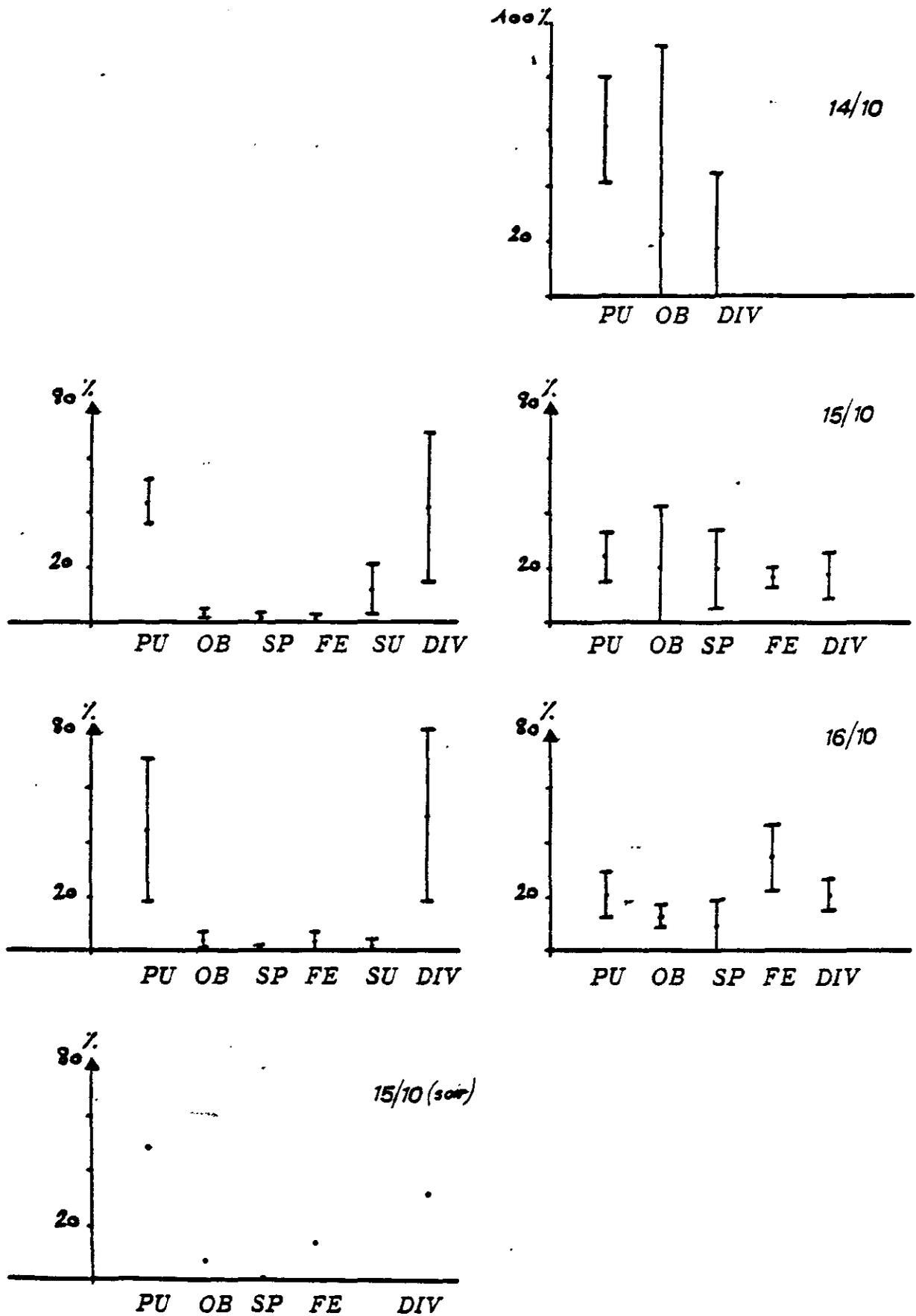
- CAS DE POLDER-BERTRAND : pour les trois collectes, on observe une prédominance à puccinellie dans la fraction végétale. Des matériaux divers (fragments ligneux, épaves en voie de décomposition de souche (*Suaeda maritima*) ou de salicorne (*Salicornia sp.*), pontes de nasse et de buccin, algues, racines inidentifiées, colonies de bryozoaires, quelques végétaux de haut schorre tels qu'*Agropyron pungens*, *Festuca rubra* ou *Armeria maritima*) prennent parfois une part non négligeable dans la masse récoltée. C'est dans l'ensemble davantage le cas qu'à Ferme-Neuve (cf. ci-après).

Les autres composants sont tous en faible proportion, à l'exception des plus de 10 % de fécès le soir du 15, et des proportions très variables de la soude (de 1,2 % le 18 à 11,9 % le 15).

- CAS DE FERME-NEUVE : la puccinellie est toujours prépondérante dans la masse végétale (entre 18 et 23 % de l'ensemble du prélèvement), mais l'Obione est également bien représentée, et sauf le 14, la Spartine. Le 15 et le 16, les fécès de mouton sont abondants. Comme en septembre, le "paysage" végétal transcrit par les pièges n'est pas identique à celui réellement présent sur le vassin versant concerné. Il y aurait déplacement latéral, au moins partiel, de la matière flottante capturée : les proportions du puccinellie et de fécès en particulier, sont liées à un schorre pâturé.

En comparaison des collectes de septembre, la matière flottante de Polder-Bertrand comprend une proportion supérieure de puccinellie, une

(1) Ces proportions sont à considérer comme de ordres de grandeur, car un seul filet a été récolté le 15 au soir.



A

B

10. Composition de la matière flottante recueillie dans chaque secteur lors des marées d'octobre (en %) à POLDER-BERTRAND (A) et à FERME-NEUVE (B).

PU : puccinellie; OB : obione; SP : spartine; FE : fécès; SU : soude; DIV : divers.

proportion un peu plus faible d'Obione, et de soude. A Ferme-Neuve, le matériel recueilli est diversifié, contrairement au résultat monospécifique de septembre.

3.4. Conclusion.

La nature du matériel flottant reflète son origine et permet un certain nombre de constats.

La composition de la végétation couvrant le schorre ^{influence} directement les proportions de matière flottante emportée au cours de chaque cycle de marée :

- la puccinellie ou l'obione constituant, selon le type de schorre, une fraction plus ou moins importante - de même, le pâturage, par les dépôts de fèces qu'il entraîne, en fait une proportion dominante en poids, en zone pâturée.

Cependant, la composition du matériel flottant reflète également les apports étrangers au schorre (apports de la haute slikke, mais aussi épaves diverses d'origine marine et algues), qui s'effectuent au flot. Le déplacement s'effectue initialement, lors des premières grandes marées post-estivales de Septembre, par translation respectant la zonation des provenances du matériel successivement exporté, puis réimporté, en flot, et en jusant. Il y a ensuite, pour le matériel restant en pleine mer ou sur la slikke, un déplacement latéral qui modifie la composition des matières flottantes recueillies en d'autres secteurs. Une partie du matériel transporté se redépote sur le schorre sous forme de laisse de marée. Le mode de dépôt est lié surtout à la structure de végétation en schorre non pâturé :

L'obione joue le rôle de piège aux niveaux moyen et bas du schorre : il est surtout dépendant de la topographie en schorre pâturé. La nature du dépôt n'est pas identique à celle du matériel potentiellement flottant, disponible sur un secteur donné avant un cycle de marées : les apports latéraux et les apports marins modifient les proportions et la composition globale. Il y a à la fois changement qualitatif, modification de répartition (qui, de diffuse à l'origine, est de plus en plus concentrée

au cours des marées et des cycles de marées) et changement quantitatif (une petite partie seulement du matériel initial est redéposée).

Le bilan d'une marée peut être négatif ou positif pour le schorre ; en Septembre, le bilan serait plutôt positif pour le schorre non pâturé et négatif pour le schorre pâturé, au cours de la marée de référence et, pour Polder-Bertrand, sur l'ensemble du cycle. Cependant, d'une marée à l'autre, une partie de la matière flottante exportée est réintroduite sur le schorre.

Les quantités déplacées sont fonction de multiples paramètres. Les quantités exportées en Octobre seraient plutôt supérieures à celles de Polder-Bertrand à Ferme-Neuve ; il y aurait sur ce plan une nette opposition entre les effets respectifs des cycles de Septembre et d'Octobre.

En Septembre, la marée recouvre un schorre largement pourvu de matériel potentiellement flottant à Polder-Bertrand, tandis qu'à Ferme-Neuve, la végétation est encore en pleine activité végétative et comporte peu d'éléments labiles.

En Octobre, le matériel flottant est très diversifié à Polder-Bertrand ; à Ferme-Neuve, l'Obione prend une proportion plus grande mais le caractère partiellement étranger du matériel atténue la portée de la différence. En tout état de cause, la phénologie de la végétation influence clairement la nature de la matière flottante, importée ou exportée.

Selon la période de l'année, il semble donc que l'effet global d'un cycle de marées puisse être très différent et s'accompagner d'échanges quantitativement et qualitativement opposés ou complémentaires.

IV. PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES GRANDES MAREES D'EQUINOXE EN 1985.

4.1. Introduction.

Pour appréhender les flux de matière transitant entre le schorre et la slikke, et l'action des marées sur la production du schorre, une analyse des caractéristiques des marées est une première étape indispensable.

Les marées "efficaces" pour recouvrir notablement le schorre sont celles pour lesquelles la pleine mer atteint ou dépasse environ 12,00 m à Ferme-Neuve, et 12,50 m à Polder-Bertrand (valeurs de l'annuaire des marées corrigées pour la pression barométrique du jour).

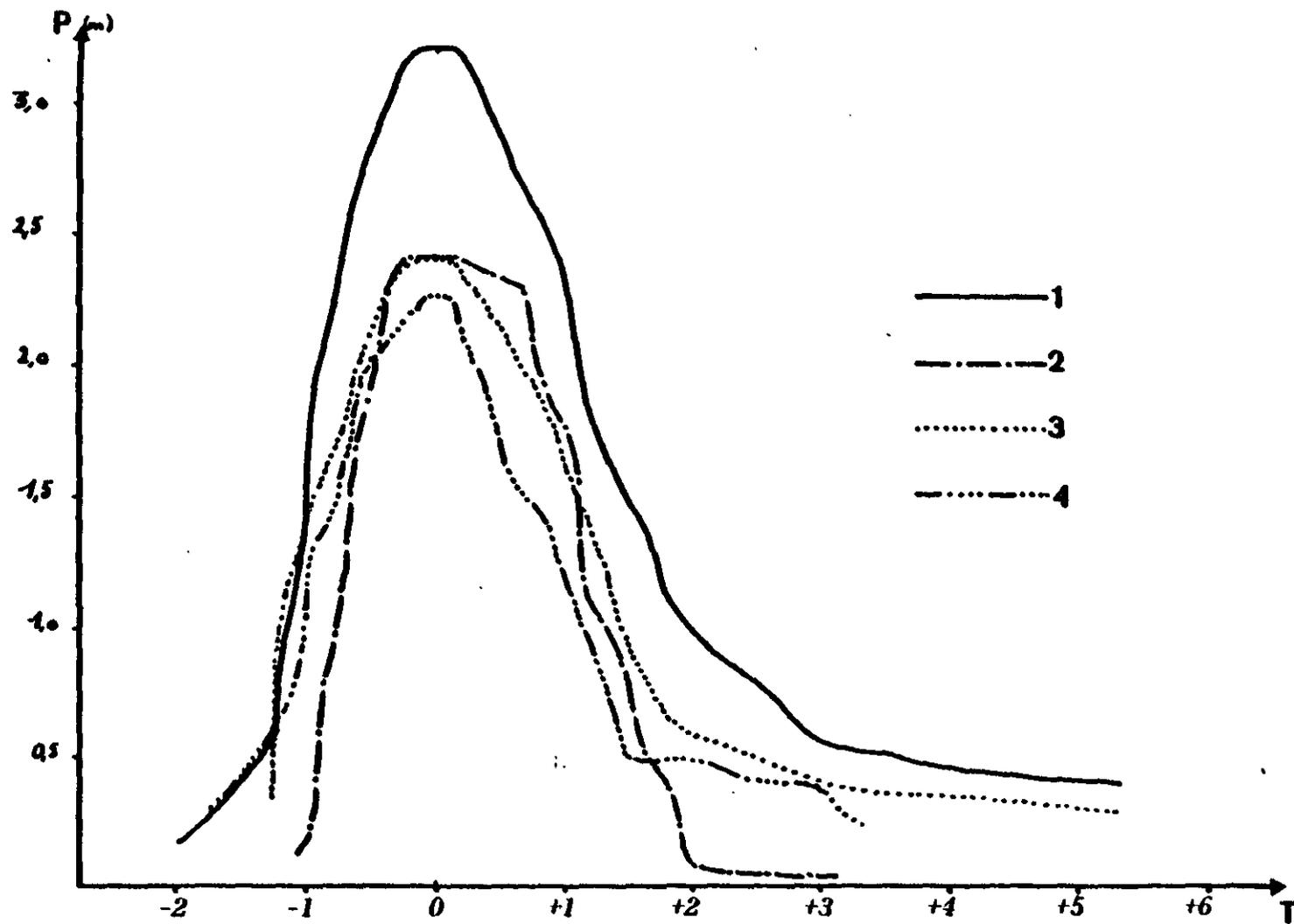
Deux séries de grandes marées de vives-eaux ont été étudiées : celles du 5 au 7 Avril et celles du 15 au 18 Septembre.

A ces deux occasions, un suivi à la fois hydraulique (vitesses du courant et niveaux d'eau) et physicochimique, a été réalisé d'une part, lors d'une marée, à Polder-Bertrand, et d'autre part, lors d'une marée à Ferme-Neuve.

Dans ce chapitre, nous présentons les principales caractéristiques hydrauliques de ces marées. Les résultats des prélèvements de M.E.S. (matières en suspension, seront présentés au chapitre suivant.

4.2. Méthodologie.

Les évaluations hydrauliques sont basées sur des considérations et démarches classiques en hydrologie. Pour estimer les débits transitant en un point, des mesures de vitesse du courant sont appliquées à la section mouillée correspondante.



12. Evolution du niveau de la marée en fonction du temps.

1. : FERME-NEUVE : marée d'avril; 2. : FERME-NEUVE : marée de septembre.

2. : POLDER-BERTRAND : marée d'avril; 3. : POLDER-BERTRAND : marée de septembre.

Les sections mouillées de chaque criche sont déterminées à partir d'un profil topographique effectué à l'endroit des mesures (fig.10) ; on peut établir ensuite une relation entre la hauteur d'eau mesurée dans la criche et la section partielle ou totale équivalente. Après débordement hors de la criche à marée haute, cette évaluation ne peut être poursuivie. Une autre approche, plus globale, a été faite : estimation de la longueur du schorre concernée par le drainage du bassin-versant de la criche, puis calcul de la section correspondante en multipliant cette longueur par la hauteur moyenne au-dessus du schorre. La longueur estimée est de 300 m à Ferme-Neuve et de 200 m à Polder-Bertrand. On souligne qu'il s'agit d'ordre de grandeur et qu'il ne peut s'agir d'interpréter des détails dans les phénomènes concernés.

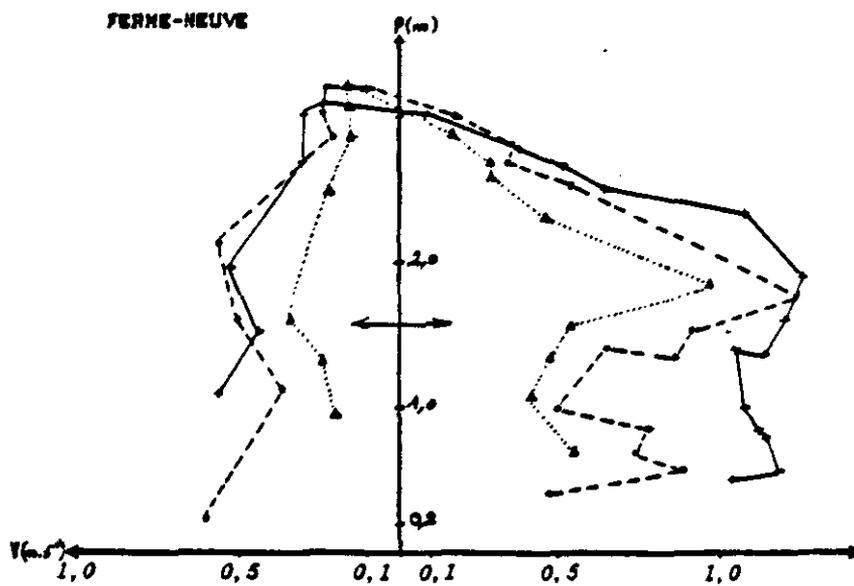
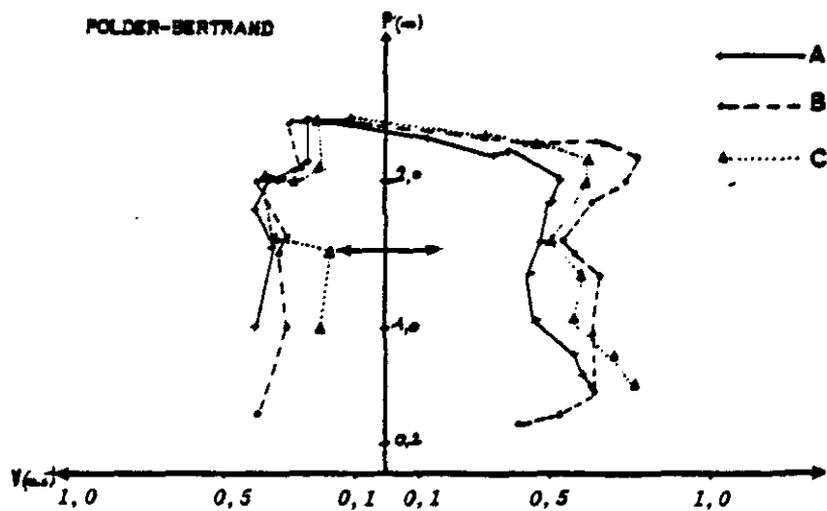
Les mesures de vitesse ont été effectuées, dans la mesure du possible, en surface et au fond, et parfois en une profondeur intermédiaire, pour tenir compte des phénomènes de stratification hydrodynamique liés aux frottements sur le fond et à l'influence du vent ou des variations verticales de viscosité du fluide.

Dans les cas où ces différentes valeurs existent, la moyenne est utilisée pour les évaluations de débit.

4.3. Résultats.

4.3.1. Courbes de marée : (fig.11).

L'échelle des hauteurs des deux stations n'étant pas recalée sur l'altitude NGF, il n'est pas question de comparer entre elles les valeurs absolues des stations respectives ni d'interpréter les résultats en fonction des hauteurs théoriques de Pleine Mer. C'est la forme des courbes obtenues



13. Courbes des relations "niveau de marée-vitesse d'écoulement" pour la marée d'avril, à POLDER-BERTRAND et à FERME-NEUVE.

Profondeurs de mesure de la vitesse : A : surface; B : mi-profondeur; C : fond.

intéresse ici.

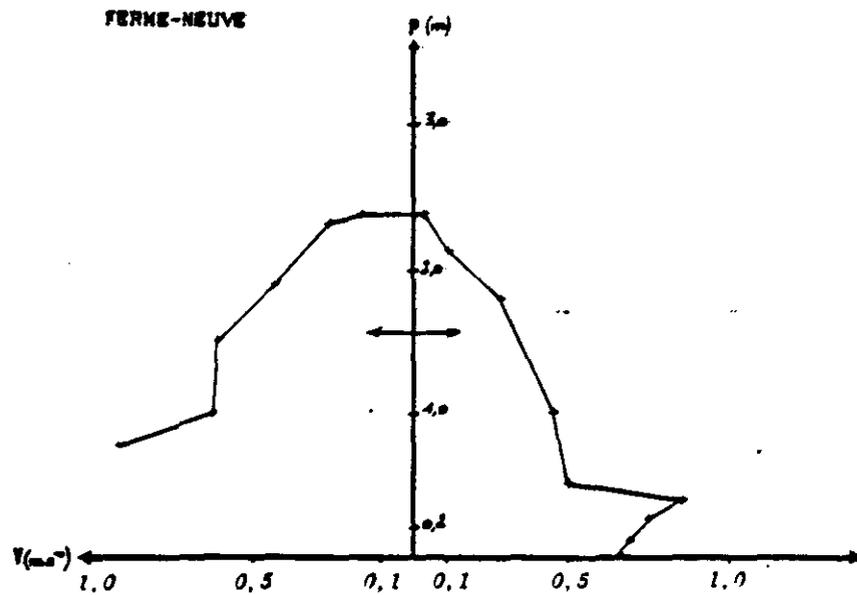
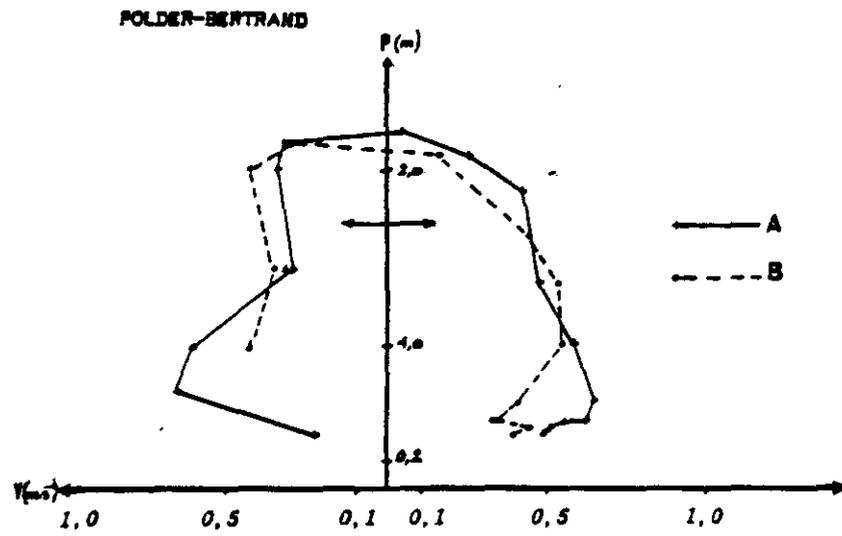
Dans les deux stations et aux deux époques de mesure, la forme globale est la même, présentant une asymétrie en faveur du jusant : le flot dure environ 1H15 à 1H30 en Avril comme en Septembre, mais le jusant s'étale sur 4 heures après la pleine mer en Avril, et sur 3 heures après la pleine mer en Septembre.

Cette asymétrie est constatée par de nombreux auteurs et analysée, pour les schorres, par HEALEY et al.(1981). Elle se traduit également par une durée de submersion du présalé légèrement plus courte en flot qu'en jusant à Ferme-Neuve ; ce n'est pas sensiblement le cas à Polder-Bertrand. La durée de l'étale est également différente selon les stations : elle est supérieure d'environ 10 minutes à Ferme-Neuve, tant en Avril qu'en Septembre (1).

4.3.2. Evolution des niveaux d'eau et des vitesses d'écoulement : (fig. 4).

L'asymétrie entre le flot et le jusant est confirmée en termes de niveau d'eau et de vitesses : en Avril, les courants de flots sont toujours inférieurs à ceux de jusant pour un niveau donné ; c'est encore le cas à Polder-Bertrand en Septembre, mais à Ferme-Neuve, c'est apparemment l'inverse. Cette divergence est peut-être due à des variations dans le lieu précis de mesure, qui n'a pas été le même pendant toute la marée pour des raisons techniques.

Les vitesses maximales surviennent plutôt au milieu du flot en Avril, au début du flot en Septembre ; en Avril, les valeurs de vitesse sont en général inférieures à celles de Septembre en flot, et supérieures en jusant. On peut donc s'attendre à une différence entre ces deux marées quant au résultat du bilan entrée-sortie.



14. Courbe des relations "niveau de la marée-vitesse d'écoulement" pour la marée de septembre, à POLDER-BERTRAND et à FERME-NEUVE.

A : surface; B : fond.

La stratification verticale des vitesses est bien marquée, en particulier en Avril (gradient des vitesses croissantes vers la surface). Selon les auteurs (BAYLISS-SMITH et al. (1979), MYRICK et LEOPOLD (1983), PETHICK (1972), (1980), PESTRONG (1985) les évolutions obtenues sur des schorres étrangers sont très variables, probablement en raison des particularités physiques.

Il s'avère qu'à chaque secteur de schorre doit correspondre une évolution spécifique des couples (vitesse, profondeur) en fonction du temps, et ceci à chaque marée, pour une amplitude et des conditions météorologiques déterminées.

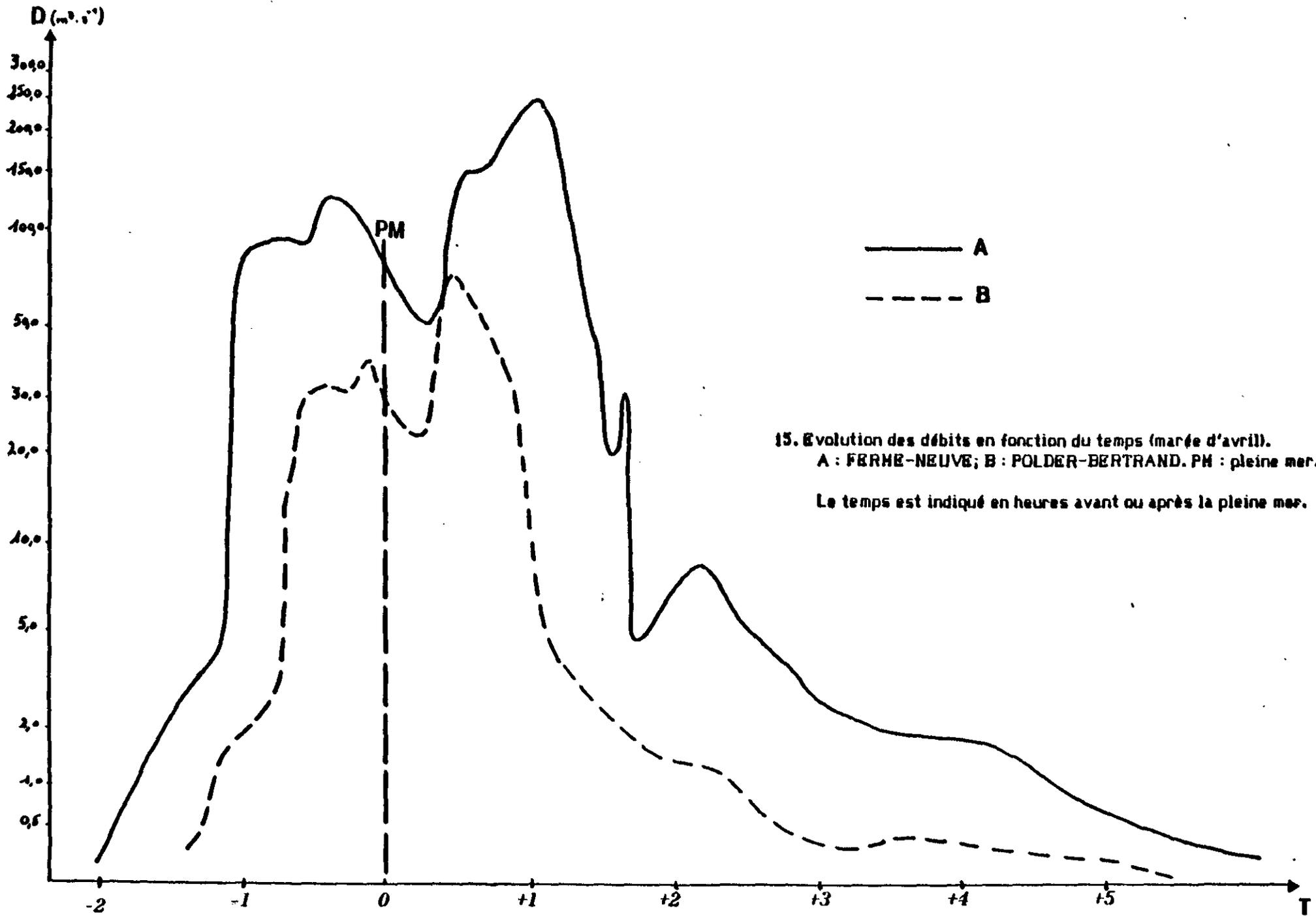
4.3.3. Evolution des débits (fig. 15).

Elle est très dissemblable entre les deux cycles de marée. En avril, l'asymétrie en faveur du jusant est très marquée ; en Septembre, il existe une asymétrie plus modérée en faveur du flot. Cette opposition est valable pour les deux stations. L'asymétrie au profit du flot en Septembre est limitée à la seconde partie de la marée montante, lorsqu'elle submerge le schorre, car c'est le jusant qui l'emporte sur le flot en dehors de cette période.

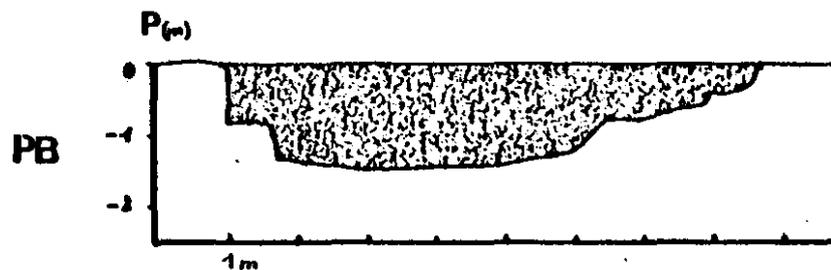
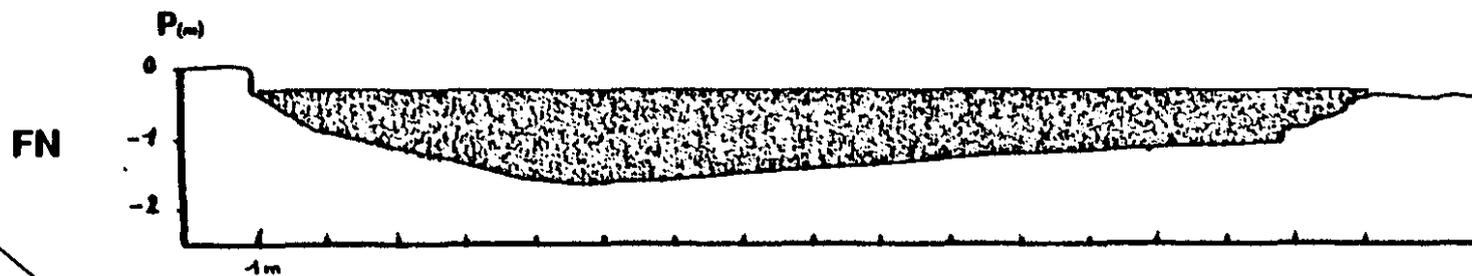
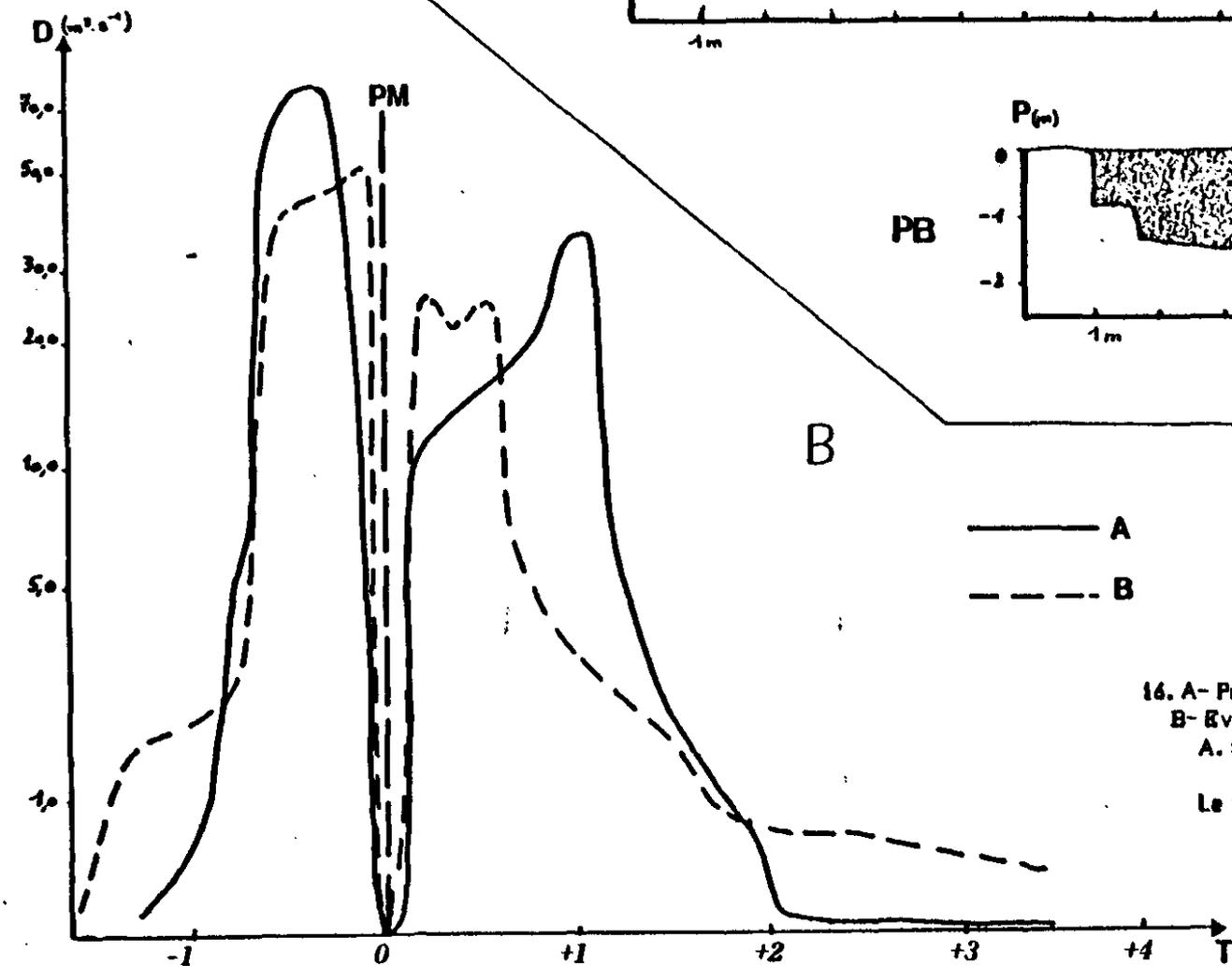
L'importance des débits mis en jeu est plus forte en Avril, que ce soit en flot ou en jusant : l'amplitude de la marée était supérieure.

4.4. Bilan hydraulique global pour le schorre : (tableau 15).

En marée d'Avril, le volume d'eau écoulé serait nettement supérieur au jusant dans les deux secteurs de référence. En marée de Septembre, c'est la situation inverse dans les deux secteurs. Or les hauteurs théoriques de pleine mer sont peu



15. Evolution des débits en fonction du temps (marée d'avril).
 A : FERME-NEUVE; B : POLDER-BERTRAND. PM : pleine mer.
 Le temps est indiqué en heures avant ou après la pleine mer.



16. A- Profil des deux criches d'étude des grandes marées.
 B- Evolution des débits en fonction du temps (marée de septembre).
 A. : FERME-NEUVE; B. : POLDER-BERTRAND. PM : pleine mer.
 Le temps est indiqué en heures avant ou après la pleine mer.

VOLUMES DEPLACES PAR SECTEUR DE SCHORRE
(F=FLOT ; J=JUSANT ; valeurs en m³)

	AVRIL		SEPTEMBRE	
	<i>Ferme-neuve</i>	<i>Polser-hertrand</i>	<i>Ferme-neuve</i>	<i>Polser-hertrand</i>
F	380 000	78 000	126 000	96 000
J	708 000	153 000	82 000	56 000
F+J	1088 000	231 000	208 000	152 000
F-J	-328 000	-75 000	+ 44 000	+40 000
F/J	0.537	0.510	1.536	1.714
Coef.	116	107	110	111
Haut.1	3.20	2.40	2.40	2.25
Haut.2	13.00	12.75	13.05	12.95

différentes (d'après l'annuaire des marées, S.H.O.M.). Le rôle direct de l'amplitude de marée est donc à exclure ; l'influence des conditions météorologiques peut cependant expliquer qu'il a été constaté une hauteur réelle en fait plus élevée en Avril, où la totalité du schorre a été submergée lors des marées étudiées. Cependant l'asymétrie opposée des deux couples de marées étudiés amène à rechercher des hypothèses explicatives.

La marée d'Avril, ayant recouvert la quasi-totalité du schorre, les voies de pénétration du flot sont différentes des circuits empruntés au jusant ; une quantité d'eau importante recouvre le schorre par une voie parallèle ou oblique à la digue, puis s'écoule en marée descendante beaucoup plus transversalement ; le bilan apparent en un point aval peut être négatif. En examinant les vitesses maximales atteintes à Ferme-Neuve, on constate qu'elles sont identiques pour les flots d'Avril et de Septembre, mais qu'elles sont supérieures au jusant en Avril, ce qui confirme notre interprétation.

La marée de Septembre n'ayant recouvert qu'une fraction du schorre, emprunte des circuits approximativement semblables au flot et au jusant. Les facteurs qui influencent alors le bilan ne sont plus d'ordre spatial, mais d'ordre physique :

- d'une part, la marée de Septembre est la première marée importante depuis le printemps : elle réhumidifie un sol sec au moins en surface (GUILLON, 1984) et une partie de l'eau se trouve ainsi piégée par réimbibition du sédiment sous forme d'eau interstitielle ; ce facteur ne joue pas en Avril où le schorre est encore saturé par les pluies hivernales.

- une partie non négligeable de l'eau apportée reste aussi piégée dans les dépressions topographiques du schorre, ou bien est freinée dans son reflux par le couvert végétal : ce phénomène joue davantage en Septembre (dépressions asséchées et végétation plus développée), où de plus il n'est pas compensé par les phénomènes spatiaux précités.

Si la nature des causes impliquées correspond effectivement à ces hypothèses, elles mettent en évidence la complexité des processus en jeu dans le déplacement des masses d'eau sur l'estran, et la difficulté d'en déduire des bilans précis sur les plans physicochimique, sédimentologique ou biologique.

BIBLIOGRAPHIE

- BAMBLISS-SMITH, T.P., HEALEY, R., LAILEY, R. SPENCER T. STODDART D.R.
1979 "Tidal flows in salt-marsh creeks" Estuar. Coast.Mar.
Science 9. p. 235-255
- BIWET P. et THAMMAVONG B. 1982 "Production primaire et accumulation
des bioéléments au niveau d'une population pure d'*Atriplex*
hastata L. des rives de l'estuaire de la Seine (France)
Acta ecol. oecol. plant. Vol. 3 (17) n° 3 p. 219-230
- CORRE J.J. 1978 "Etude phyto-écologique des milieux littoraux salés
en Languedoc et Camargue" Vie et milieu, 28 p. 135-150
- DUVAL J. 1973 "La productivité primaire en baie de Canche" Thèse de
doct. 3ème cycle Univ. Lille : 91 p.
- ELLENBERGER J.F. 1977 "Mesure de la production végétale et animale
dans les herbages pâturés"
Service d'Expérimentation et Information INCA
- GOUNOT M. et YO, O. 1980 "Recherches sur l'évaluation de la pro-
ductivité primaire épigée des graminées prairiales"
acta oecol. oecol. Plant. Vol 1 (15), n° 1 p. 81-102
- GUILLON L.M. 1984 "les herbages de la baie du Mont Saint-Michel :
cartographie et écologie de la végétation, l'élevage des
moutons de prés salés" contrat CEE - Ministère de l'envi-
ronnement ENV. 608 F
- GUILLON L.M. 1980 "les moutons de prés salés de la baie du Mont
Saint-Michel" D.A.A. Zootechnie. Nancy. INRA Guyancourt
101 p.
- HEALEY R.G., PYE K., STODDART D.R., BAYLISS-SMITH R.P., 1981
"Velocity Variations in a salt marsh creek, Norfolk,
England" Estuarine Coastal. Shelf. Science 13, p 535-545
- KUZUCUOGLU C. 1984 "Transfert de Matières organiques particulières
et dissoutes dans la frange littorale de la baie" contrat
CEE. Ministère de l'Environnement ENV. 608 F
- LE RHUN J. 1982 "Etude physique de la baie du Mont Saint-Michel"
Thèse 3ème cycle, Paris 1. 313 p
- LERMAN C. 1981 "Programme de classification hiérarchique :
1. méthode de la vraisemblance de liens A.V.L.
2. méthode de la variance expliquée"
- MEURET M., LECLERC B., LECRIVAIN E., 1985 "Essai de quantifica-
tion de l'ingestion de fourrages ligneux par l'étude du
comportement : exemple d'un troupeau caprin en zone de
garrigue" communication aux journées "herbivores"
INRA - IVA - Ph 21-22 mars 1985
- PETHICK J.S. 1980 "Velocity Surges and Assymetry in Tidal Channel"
Estuar. Coast. Mar. Science II p. 331-345
- PIRON 1967 "Alimentation des moutons de prés-salés" mémoire de fin
d'étude E.U.S.A.R. Rennes 60 p.
- SETTLEMYRE J.L., GARDNER L.R. 1977 "Suspended Sediment Flux Through
a Salt-Marsh drainage Basin"
Estuar. Coast. Mar. Science 5 p. 653-663
- THEWIS A., FRANCOIS E., RODRIGUEZ F. BARTIAUX-THILL N., 1985
Estimation de la digestibilité de l'herbe pâturée par le
mouton adulte au moyen de la lignine selon Christian, es-
sais préliminaires" communication aux journées "herbivores"
INRA - INA. Ph, 21-22 mars 1985

CHAPITRE IV

ANALYSE DES DISTRIBUTIONS DES MACROARTHROPODES**(AMPHIPODES, CARABIQUES, ARANEIDES)****SUR LES SCHORRES DE LA BAIE DU MONT-SAINT-MICHEL**

SOMMAIRE

INTRODUCTION	230
 CHAPITRE I : Originalités et méthodes d'études des communautés d'Arthropodes des vases salées	 231
I) Classification et caractérisations des peuplements d'Arthropodes des schorres	 231
a) Classification des milieux et des stocks faunistiques	231
b) Groupes faunistiques dominants sur les prairies halophiles	 235
c) Intérêt de la présente étude dans le cadre des recherches sur les faunes des schorres du littoral Européen	 236
II) Problèmes posés par les échantillonnages des peuplements de macroarthropodes terricoles	 238
a) Prélèvements standardisés de substrat.....	238
b) Piégeage.....	240
III) Description des méthodes d'échantillonnages employées.....	242
a) Choix et priorités des méthodes employées.....	242
b) Stations et transects	242
c) Fréquences des prélèvements.....	243
d) Prélèvements de sol.....	243
IV) Présentation des peuplements d'Arthropodes des schorres de la baie du Mont Saint-Michel.....	 245
a) Présentation générale des captures par piège Barber.....	245
b) Présentation des données obtenues par biocénomètre.....	247
c) Conclusion.....	248

CHAPITRE II : Analyse des distributions des <i>Orchestia</i>	250
sur les schorres de la baie du mont Saint-Michel.....	250
I) Biologie et écologie des <i>Orchestia</i> supra-littoraux	250
a) Influences des facteurs du milieu sur les répartitions des <i>Orchestia</i> supra-littoraux.....	250
b) Détermination des <i>Orchestia</i>	252
c) Classification des stades juvéniles d' <i>Orchestia</i>	254
II) Etude des distributions des <i>Orchestia</i> sur les schorres.....	255
a) Analyse des étendues de distribution d' <i>O. mediterranea</i>	256
b) Analyse des distributions de captures d' <i>Orchestia gammarellus</i>	258
c) Analyse des captures d'individus juvéniles d' <i>O. gammarellus</i>	263
d) Densité et micro-répartition des <i>O. gammarellus</i> au niveau du schorre de Ferme-Neuve	266
III) Analyse des rôles des facteurs du milieu dans les distributions des <i>Orchestia</i> en baie du Mont-Saint-Michel	274
a) <i>Orchestia mediterranea</i>	274
b) <i>Orchestia gammarellus</i>	276
IV) Conclusions	279
BIBLIOGRAPHIE	281
ANNEXES (Tab. 9-25)	288

INTRODUCTION

L'étude des zoocénoses inféodées aux schorres s'inscrit dans le cadre d'une analyse plus globale des modalités de fonctionnement des divers milieux littoraux constituant la partie intertidale de la baie du Mont-Saint-Michel.

Les recherches particulières à l'étude de la macrofaune terrestre des schorres correspondent à plusieurs types d'analyses complémentaires :

- caractérisation des zoocénoses résidentes en fonction des types de schorres et délimitation des groupements les plus originaux à préserver en priorité .
- recherche de corrélations entre peuplements et facteurs du milieu , permettant d'associer des espèces ou des groupes d'espèces à des fourchettes de valeurs physiques et en retour d'analyser les milieux par peuplements interposés.
- étude des populations animales ayant le plus d'importance dans le recyclage des matières organiques produites sur les schorres (Amphipodes Talitridès détritiphages) .

Le présent rapport , provisoire , décrit les expérimentations développées et analyse les résultats obtenus pour les populations d'Amphipodes .

Les recherches concernant les Coléoptères Carabiques (indicateurs écologiques) , sont en cours de dépouillement et seront exposées dans la synthèse finale , qui reprendra l'ensemble de l'étude et complétera les analyses discutées ici .

CHAPITRE I : ORIGINALITES ET METHODES D'ETUDES
DES COMMUNAUTES D'ARTHROPODES DES VASES SALEES.

Si les zoocénoses prairiales halohygrophiles renferment une grande majorité d'espèces particulières à ces milieux, les méthodes d'échantillonnages utilisées afin d'étudier les communautés d'Arthropodes des milieux terrestres restent ici applicables. Dans ce chapitre, nous décrivons les particularités des faunes littorales, les méthodes d'évaluation les plus adéquates en fonction des thèmes de recherches développés ainsi que les compositions globales des faunes des schorres de la baie du Mont St Michel.

I) CLASSIFICATION ET CARACTERISATIONS DES PEUPELEMENTS A ARTHROPODES DES SCHORRES.

a) Classification des milieux et des stocks faunistiques.

Les milieux supra littoraux sur substrat meuble, sont constitués de mosaïque de faciès, comprenant des zones dénudées sursalées aussi bien que des prairies graminéennes denses et peu saumâtre.

Parallèlement à ces conditions de milieux très hétérogènes, les groupements faunistiques observés sur les schorres sont constitués d'espèces d'origine diverse,

ayant des liens variés avec les éléments du milieu.

AMANIEU (1967), distingue pour la partie haute de l'estran trois grands types de milieux :

- la haute-slikke à endo faune médio et supra littorale et à épifaune médio-littorale (Amphipodes) et supralittorale (Insectes).
- le schorre contenant une épifaune supralittorale pouvant envahir la haute slikke en été ou remonter vers l'adlittoral en période hivernale.
- la zone parahalienne, soumise aux embruns et exceptionnellement aux inondations, contenant une épifaune et une endofaune estivale adlittorale.

Ces milieux salés sont donc caractérisés par : (ELKAIM, 1977) :

- des conditions écologiques variables ;
- une faune essentiellement vagile, dynamique dans sa répartition verticale ;
- des stocks faunistiques d'affinités écologiques diverses.

Ces stocks peuvent de même être classés, en fonction de leur rapport avec les milieux salés (VAN HEERDT et BONGERS, 1967) :

- espèces euryhalines et saumâtres : espèces aquatiques, limniques ou d'origine marine tolérant une salinité variable.
- espèces halobies : espèce d'origines marines et terrestres exclusives des bords de mer et terrains salés continentaux.
- espèces halophiles : espèces à répartitions préférentielles dans les mêmes habitats mais à présence possible en dehors d'eux.
- espèces hygrophiles ou atmophiles : espèces littorales, paludicoles liées au degré d'hygrométrie.

- espèces liées aux halophytes

- espèces ubiquistes : espèces liées à un biotope mais possédant des moyens de locomotion impliquant une large dispersion (espèces floricoles, nécrophages ou erratiques) ; (AMANIEU, 1967).

HEALY (1975) distingue pour la faune terrestre des schorres divers groupements en fonction des milieux (ou strates) préférentiels.

- faune aérienne ;
- faune de surface ;
- faune du sol ;
- faune des laisses de mer.

ELKAIM (1977) note de même que les zoocénoses des schorres correspondent à des imbrications de faune d'origine et d'affinité écologiques (édaphique et climatiques) très diversifiée reflétant la multiplicité des habitats (laisses, fissures, végétation).

AMANIEU (1967) considère de plus les schorres comme des strates de convergences où s'imbriquent des faunes littorales et continentales, et cerne l'originalité de ces peuplements en quatre points :

- la dominance de l'épifaune vagile (et donc l'absence de peuplement endogè) ;
- la faible importance de la faune d'origine marine ;
- la dominance des espèces littorales pour la faune qui circule au contact du sol (composée d'halophiles d'origines continentales et d'espèces arénicoles ou paludicoles) ;
- la dominance d'espèces continentales au niveau des strates herbacées.

BIGOT & GAUTHIER (1981), considèrent que les peuplements de surface des milieux vaseux intertidaux appartiennent à une communauté particulière aux substrats meubles et constamment humides : la communauté ripicole et pélophile de surface ; et y distingue :

- les espèces ripicoles (vivant au bord des eaux) et les espèces pélophiles (vivant sur la vase humide), localisées exclusivement à ces milieux.
- les espèces à tendance ripicole-pélophile, plus généralement liées aux milieux hygrophiles ;
- les espèces eurytopes.

Cette communauté spécifique des interfaces entre les milieux aquatiques et terrestres (rivages marins, bord des cours d'eau, et vasières des étangs) présente des particularités que l'on peut résumer de la manière suivante :

- les peuplements sont localisés au niveau des vases présentant une humidité minimale de 20g d'eau pour 100 gr de terre ;
- ces peuplements sont mobiles, les espèces se déplaçant à la recherche du milieu optimal qui est lui-même mobile ;
- ce sont des peuplements temporaires, les espèces disparaissant en hiver (inondations complètes des biotopes) et éventuellement en été (assèchement) ;
- de plus, ces peuplements peuvent être considérés comme fermés, car contenant très peu d'espèces des milieux voisins.

Enfin BIGOT & GAUTHIER (1981) remarquent que ces peuplements paraissent constituer en surface d'une majorité d'espèces prédatrices (Coléoptères Carabiques Aranéides) et doivent correspondre à un écosystème composé d'une zoocénose de

surface (prédatrice) et d'un ensemble d'espèces détritivores vivant au sein du sédiment (vers, larves d'insectes).

En baie du Mont St Michel, les milieux dénudés et humides (hautes slikkes, mares temporaires), ou recouverts de végétations intermittentes (bas schorre), caractérisent des biotopes de vases humides, dominés en surface par des prédateurs (Carabiques, Aranéides), et des détritiphages (Amphipodes). Les schorres moyens et hauts sont, à l'opposé, des milieux qui s'apparentent en priorité à des biocénoses prairiales (prairies à *Agrostis*, *Festuca rubra*, et *Puccinellies*) ; ou à des pelouses sèches. Les fourrés à *Halimione Portulacoïdes* constituent des formations ligneuses basses sur vases humides.

Sur ces divers milieux prairiaux, s'adjoint à une faune vivant au sol (épigaïon), une faune liée à la strate herbacée (hypergaïon), (RICOU, 1987).

De plus, comme nous l'avons déjà remarqué, ces différents biotopes s'imbriquent à petite échelle sur les schorres, formant des mosaïques de biotopes, les parties basses étant dominées par des milieux ouverts parsemés de touffes graminéennes et les parties hautes correspondant à des parties humides halophiles, dans lesquelles s'intercalent des zones dénudées. En parallèle à cela, les espèces pélophiles forment ^{sur} les parties basses des communautés largement distribuées et constantes, qui deviennent localisées et temporaires, sur les substrats favorables des hauts schorres.

b) Groupes faunistiques dominants sur les prairies halophiles.

BIGOT & GAUTHIER (1981) notent que parmi les espèces ripicoles et pélophiles, certains groupes sont particulièrement représentatifs ; en particulier :

- les Crustacés Amphipodes et Isopodes Oniscoïdes ;
- les Aranéides Lycosidés et Erigonides ;

- les Orthoptères Tétrigidés ;
- les Coléoptères Carabiques Scaritidés et Tréhidés ;
- les Coléoptères Staphylinidés, Arthricidés et Hétérocéridés,
ainsi que certaines fourmis (Hyménoptères).

Le plus souvent, la dominance est assurée par les Carabiques Tréhidés et par les Araignées Lycosidés.

A cette faune terricole, s'adjoint dans les prairies, les espèces des strates herbacées : l'entomofaune est alors dominée par les Diptères, les Coléoptères et les Hétéroptères qui regroupent 75% des espèces des schorres (FOSTER & TREHERNE, 1978 ; CAMERON, 1972). DAVIS & GRAY (1966) ainsi que PAYNE (1972) notent que dans les Spartinaies une dominance des Insectes phytophages (Homoptères, Hétéroptères et Orthoptères) et détritiphages (Diptères). MARPLES (1966) montre que les Araignées sont les prédateurs dominants de ces milieux. BIGOT (1965) montre de même que les Coléoptères et les Araignées sont les groupes dominants (en nombre d'espèces et en biomasse), de la Sansonire Camarguaise. PAVIOUR-SMITH (1956, in RANWELL, 1972), constate que la biomasse totale de la faune ne représente que deux pour cent de la biomasse végétale des schorres, mais note que l'importance de la matière organique morte implique un rôle fondamental des espèces détritiphages dans l'économie des prés-salés.

Cependant TEAL (1962) estime que 45% de la production de Spartines est dispersé par les marées avant d'être utilisé par la faune du schorre, et divers auteurs ont montré que les détritiphages se nourrissent essentiellement des communautés de microorganismes vivant sur les débris (LOPEZ and all, 1977).

c) Intérêt de la présente étude dans le cadre des recherches sur les faunes des schorres du littoral Européen.

Les compositions faunistiques des biocénoses et les répartitions des espèces en fonction de gradient de salinité ont été étudiées le long des côtes de la Mer du Nord par divers auteurs (Bro LARSEN, 1951 ; DEN HARTOG, 1968 ; VAN HEEROT et

et BONGERS, 1967, HEYDEMANN, 1977). Plus récemment, plusieurs recherches à long terme ont été entreprises, ayant pour but d'analyser les variations faunistiques induites par la poldérisation des vasières hollandaises (HAECK, 1971 ; MEIJERS, 1974 et 1980) ou pour étudier les influences des entomofaunes sur les dynamiques de population des halophytes (SOELEN et al., 1983). Les peuplements des prés-salés des côtes Anglaises ont de même été analysés (HEALY, 1975 ; Wildish, 1970 ; SUBB, 1972 ; STEBBING, 1971).

EVANS et al. (1971) ont analysé les adaptations physiologiques des divers Coléoptères halophiles.

Dans la région méditerranéenne, VERDIER et QUEZEL (1951) ont analysé les répartitions des Coléoptères Carabiques des sols salés. BIGOT (1965) a mesuré les biomasses des Invertébrés de la Sansouire Camarguaise et caractérisé les faunes de ces milieux. GAUTHIER (1977) a étudié les facteurs physicochimiques déterminant les répartitions des Carabiques ripicoles de cette région. ELKAIM (1974) a décrit les faunes des schorres d'un estuaire Atlantique Marocain, milieu qui, bien que sous climat méditerranéen, peut s'identifier aux schorres Européen tempérés ou régulièrement soumis aux submersions marines (contrairement à la Sansouire).

Sur les côtes Atlantiques Françaises, AMANIEU (1969) a analysé en détail les particularités des faunes du schorre du bassin d'Arcachon, l'essentiel des autres recherches effectuées sur ces côtes correspondent à des inventaires faunistiques partiels ou complets (ALLAIN, 1966 ; SALMON, 1959 ; BIGOT, 1983).

Les prés salés de la baie du Mont St Michel n'ont fait l'objet que d'observations ponctuelles (JACQUET, 1949 ; LECORDIER, 1969), les autres prés salés de la Manche restent de même très peu étudiés.

Le littoral de la baie du Mt St Michel, complexe écologique varié et étendu, reste donc un milieu où des investigations faunistiques sont à développer. Celles-ci impliquent les descriptions des zoocénoses, la recherche des corrélations avec

les gradients de facteurs et l'étude des variations faunistiques liées aux modifications des prairies salées sous l'influence du pâturage.

II) PROBLEMES POSES PAR LES ECHANTILLONNAGES DES PEUPEMENTS DE MACROARTHROPODES TERRICOLES.

Si pour étudier la composition faunistique de peuplements de milieux donnés, une simple recherche systématique des espèces y vivant permet d'avoir une vision précise du spectre des espèces (critère de présence absence), une étude plus détaillée des abondances relatives ou absolues des espèces et de leurs variations dans le temps et l'espace nécessite l'utilisation de méthodes plus élaborées.

Deux groupes distincts de stratégies d'échantillonnages permettent d'analyser les groupements d'Arthropodes :

- des méthodes directes (absolue) permettant de définir des densités :
- des méthodes indirectes (relatives) permettant de comparer les compositions faunistiques de peuplements stationnels, mais ne permettant pas de calculer des densités d'individus.

a) Prélèvements standardisés de substrat.

Ces méthodes correspondent à des prélèvements d'individus ou du substrat les contenant sur des surfaces prédéterminées.

Ces prélèvements et comptages directs d'individus circulant à la surface du sol sont possibles pour des milieux très dénudés et pour des espèces bien visibles ,

non susceptibles de rester à l'abri dans les interstices du sol ou dans la végétation du moment des prélèvements. Cette méthode peut-être appliquée aux Carabiques Tréhidés des vases humides (BIGOT & GAUTHIER, 1981), aux Cincidèles des plages (CAUSSANEL, 1982), aux Araignées errantes très mobiles ou aux Araignées Orbitales, bien visibles sur leurs toiles (CANARD, 1984).

Le plus souvent il est nécessaire de prélever la végétation basse et le sol sur une quinzaine de centimètres de profondeur afin d'obtenir une image correcte de la composition faunistique des zones prélevées (RICHARD, 1982).

Cette méthode permet alors d'échantillonner la faune à proximité du sol (épigaion) mais elle ne permet de capturer qu'une faible proportion des espèces vivant dans la végétation (hypergaion), en particulier les Insectes très mobiles (RICOU, 1987). De même les micro-Arthropodes et les faunes endogées ne sont pas collectées de manière correcte et posent des problèmes particuliers de prélèvement et de tri (RICHARD, 1982).

Cette méthode nécessite pour être statistiquement acceptable des prélèvements multiples (n fois la surface de base par station et par période d'échantillonnage) ; cette valeur pouvant être déterminée statistiquement à partir de séries de prélèvements préliminaires (CANSELA DA FONSECA, 1965 ; ELLIOT, 1971) .

Ce nombre n dépend principalement de la variabilité de l'abondance des espèces ou des individus aux niveaux des surfaces unitaires de prélèvements (et secondairement du degré de précision recherché) ; il est nécessairement très grand pour les plus grosses espèces (gros Carabidae par exemple), aux densités faibles, apparaissant sporadiquement dans les prélèvements (RICHARD, 1982), ou pour les espèces agrégatives, aux densités unitaires très variables.

En contre partie, cette méthode permet la rupture de tous les stades d'une espèce donnée, mais nécessite un travail de tri manuel important qui limite le nombre de stations qu'il est possible de prospecter simultanément.

Sur les terrains salés, divers auteurs ont utilisé ces méthodes mais avec de nombreuses variantes :

VAN HEEROT et ALL. (1987) récoltent la faune sur 1 m^2 (et 5 cm de profondeur), au niveau de diverses associations végétales, il en est de même pour ELKAIM (1974). BIGOT (1985), récolte dans un carré de 25 m^2 les macro-Arthropodes de grande taille, puis les petites formes dans un prélèvement de $0.5 \text{ m} \times 0.25 \text{ m}$ (0.125 m^2). GAUTHIER (1977) échantillonne les Carabiques ripicoles des bordures de lagunes Camarguaises grâce à 24 prélèvements de 384 cm^2 (0.920 m^2). CAMERON (1972) utilise un quadrat de 0.25 m^2 et prélève végétation et litières des Spartinaires. VINCE et ALL (1981), utilisent une surface de 0.05 m^2 afin de comparer faune en place et captures au filet fauchoir.

b) Piégeage.

Les méthodes indirectes d'évaluation des peuplements correspondent pour la faune vivant au niveau du sol, au piégeage des individus mobiles grâce à des pièges d'interceptions (pôt-pièges ou pièges Barber), généralement constitué d'un récipient à parois lisse enfoncée dans le sol et contenant un liquide conservateur, dans lequel les Arthropodes tombent au hasard de leurs déplacements.

Contrairement à la précédente, cette méthode permet de prospecter simultanément de nombreuses stations (rapidité des relevés), mais les résultats obtenus sont d'interprétations plus difficiles car divers facteurs autre que les densités peuvent influencer les captures : on distingue ceux provoqués par les pièges et ceux provenant des espèces capturées.

Ce pouvoir de capture des pièges peut varier sensiblement avec leurs formes (et leurs tailles) (LUFF, 1975 ; DRACH et ALL, 1981). Les captures sont généralement proportionnelles à la longueur de bordure de piège (CANARD, 1984).

Les facteurs intrinsèques aux espèces capturées sont essentiellement dû aux variations de leur activité locomotrice.

Ces variations de mobilité peuvent être due à des facteurs internes (variation de l'état physiologique des individus en période de reproduction par exemple) ou à des facteurs externes (variations des conditions microclimatiques induisant des regains d'activités ou des diapauses). De plus, des espèces de tailles plus

importante peuvent être plus mobiles que des petites formes et donc prospecté des territoires plus importants (ce qui augmente leurs probabilités de captures). Le degré d'ouverture du milieu implique de même une variation des possibilités d'exploration des espèces.

THIELE (1963 in RICHARD, 1982) estime que ce type de piège mesure une "densité d'activité" à la surface du sol ; ce même auteur (1977) considère que les pièges permettent de comparer dans des milieux variés les dominances des espèces, les structures et la phénologie des peuplements de Carabiques. Pour ce qui est des Aranéides, le piégeage ne permet de capturer que les espèces errantes (Lycosidès, Erigonidès) ou très actives à la surface du sol (certains Tetragnathidès et Clubionidès), et reste peu représentatif pour les espèces globalement sédentaires présentant des phases de dispersion. Le problème peut de plus être compliqué par le fait que les Aranéides se déplacent en tissant constamment un fil de soie qui peut constituer un facteur de fuite difficilement quantifiable (CANARD, 1984). Les interprétations des captures sont là aussi limitées par les auteurs à la phénologie et à la composition qualitative des peuplements (CANARD, 1984).

Le piégeage Barber des Amphipodes Talitridès a été utilisé pour étudier les répartitions des *Orchestia* terrestres vivant dans les prairies humides non halophiles (DUNCAN, 1968). Par contre, de nombreux auteurs ont étudié les variations des compositions des peuplements de carabiques à partir de cette méthode (THIELES, 1977).

En milieu littoral, les auteurs utilisent des transects de pièges (FOUILLET, 1981 ; KREBS, 1984) ou des groupes de 2 à 4 pièges (MEIJER, 1980).

Les deux méthodes évoquées ici sont complémentaires, le piégeage permettant d'analyser les étendues de distribution des espèces le long de transects et le carré de ramassage (ou biocénomètre), permettant d'évaluer précisément les paramètres numériques des compositions faunistiques stationnelles, une étude de zoocénose se devant alors d'être une synthèse des résultats obtenus par des méthodes complémentaires.

III) DESCRIPTION DES METHODES D'ECHANTILLONNAGE EMPLOYEES (piégeage et prélèvements des sols).

a) Choix et priorités des méthodes employées.

Malgré les diverses difficultés d'interprétation évoquées ci-dessus, c'est la méthode des pièges d'interceptions qui a essentiellement été utilisée dans cette étude. elle permet la capture simultanée des différents groupes d'Arthropodes terribles dominants les schorres (Amphipodes, Carabiques et Aranéides), ainsi que le suivi simultané de nombreuses stations le long des divers transects d'étude. Ce choix se justifie, de plus ici, par le peu de connaissances préalables des faunes de ces prés-salés, ainsi que par l'un des buts de cette étude (recherche de corrélations entre distribution et facteur du milieu) qui nécessite l'analyse des zoocénoses de nombreux transects.

Les prélèvements de sol effectués ici au niveau d'un seul transect permettent essentiellement de comparer faune en place et faune capturée au "Barber", de suivre les évolutions densitaires des espèces dominantes (*Orchestia*) et d'analyser les micro répartitions de ces espèces aux niveaux de quelques hétérogénéités du milieu. Ces prélèvements effectués en nombre de fréquences variables, sont ici plus à considérer comme des prélèvements préliminaires permettant de définir les modalités de l'utilisation de cette méthode sur les prés-salés et apportant quelques éléments complémentaires aux piégageages.

b) Stations et transects.

Chaque station correspond à un piège, placé dans la végétation dominante, (si le milieu est hétérogène). Ce piège unique permet de caractériser le peuplement vagile spécifique d'une zone donnée, en particulier à partir des résultats cumulés (captures annuelles totales). L'efficacité du piégeage sera discuter en fonction

des groupes échantillonnés.

Les stations situées sur les transects sont disposées à intervalles réguliers (7, 9 ou 10 stations par transect) ; les transects ont été décrits précédemment (FOUILLET, 1984).

Des piégeages hors transects ont de plus été effectués au niveau de divers substrats dénudés (criches ou mares artificielles) ; selon les mêmes modalités.

c) Fréquences des prélèvements.

5 prélèvements de 10 jours consécutifs (2 fois 5 jours de capture) ont été effectués pendant les 5 mois de période chaude (Mai à septembre). Les captures ayant été effectuées pendant les périodes de morte eaux (coefficients inférieurs à 75).

d) Prélèvements de sol.

La méthode employée ici est identique à celle utilisée pour l'étude des peuplements faunistiques des landes (RICHARD, 1982 ; CANARD, 1984). Les prélèvements unitaires ont été effectués avec un cadre métallique correspondant à une surface d'un dixième de m² (0.31 m X 0.31 m), sur une profondeur de 15 cm et en prélevant la végétation.

Le nombre de prélèvement unitaire est variable en fonction de la richesse des stations (en individus et espèces) : 3 pour les zones riches, de 5 à 10 pour les autres. Les stations choisies correspondent à des milieux types du transect de Ferme-Neuve (*Puccinellietum* primaire, *Obionetum*, *Puccinellietum* secondaire) et à des hétérogénéités dans les milieux (mares temporaires, touffes de *Puccinellies* au sein de l'*Obione*). Les fréquences des prélèvements sont variées (Tableau I), et correspondent à des relevés printaniers (avril) ou du début de l'été (juin, juillet). Les prélèvements sous *obiones* ont été effectués en 1984 et 1985 mais à des périodes complémentaires.

Tableau I : Dates et nombres de prélèvements unitaires effectués en fonction des stations.

Stations	Nombre prélèvements	Dates
FN 2 (Puccinellies)	5	28/06/85
FN 5 (Obiones)	6	30/05/84
	10	25/08/84
	10	01/04/85
	5	15/06/85
FN 5 (Puccinellies)	3	18/04/85
	3	20/06/85
FN 5 (mare)	3	04/07/85
FN 7 (Puccinellies)	5	10/07/85
PB m (mares gabions)	15	15/07/83
	15	03/08/83

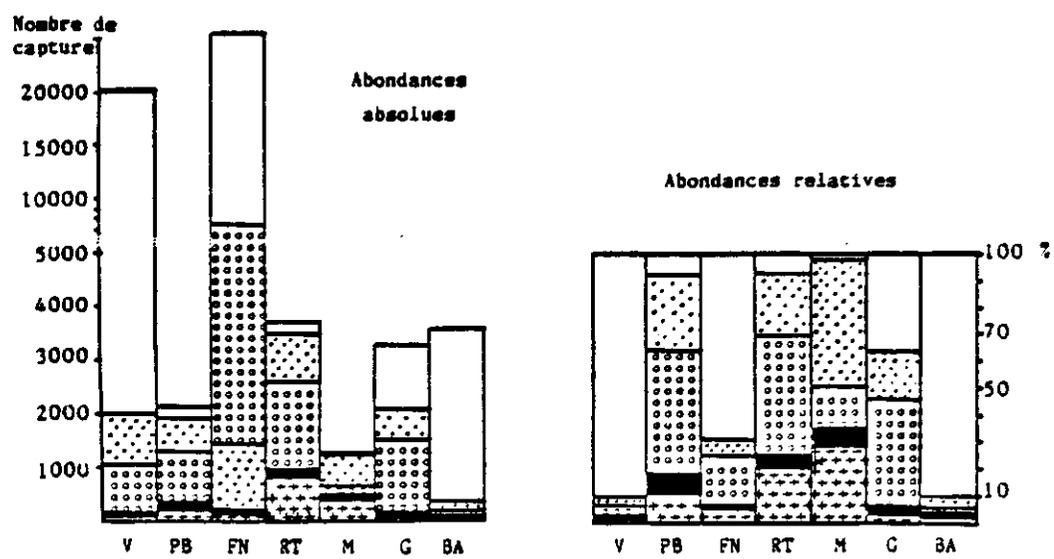


Fig. 1: Abondances absolues et relatives des divers groupes d'Arthropodes capturés au piège Barber le long des sept transects étudiés.

Amphipodes Aranéides Carabiques
 Staphylinas Autres groupes de Coléoptères

IV) Présentation des peuplements d'Arthropodes des schorres de la baie du Mont-Saint-Michel .

a) Présentation générale des captures par piège Barber.

Cette description globale des groupes et espèces capturés au niveau de chaque transect et station permet une première définition des zoocénoses colonisant les schorres de la baie.

Les tableaux 9 à 14 présentent pour chaque station étudiée , les captures totales (1984) des divers groupes d'Arthropodes susceptibles d'être capturés par les pièges d'interceptions . Les parties supérieures des tableaux résument les données concernant les groupes dominants (Amphipodes, Aranéides, Carabiques) , les parties inférieures détaillent les captures des Coléoptères .

1) Dominances des groupes capturés en fonction des transects.

Les abondances relatives ou absolues des groupes principaux , capturés au niveau de chaque transect permettent de distinguer , (figure 1) :

- les schorres au captures dominées par les *Orchestia* (Le Vivier , Ferme-Neuve , Bec d'Andaine) et secondairement par les Carabiques et les Aranéides.

- les schorres , ou au contraire, les Amphipodes sont peu représentés et les captures dominées par les Carabiques ou plus rarement les Aranéides (Le Mézeray) et qui correspondent aux schorres paturés . A ceci se superpose une représentation absolue et relative plus importante des diverses familles de Coléoptères , impliquant un peuplement capturé plus diversifié et équilibré .

2) Analyse des particularités faunistiques de chaque transect .

Les captures des trois principaux groupes (Amphipodes, Carabiques, Aranéides) font l'objet de chapitres particuliers, (analyses détaillées dans la synthèse finale) . Les captures des divers autres groupes d'Arthropodes terricoles permettent de décrire les peuplements résidents vagiles en fonction des grands types de milieux prospectés , (critère de présence-absence) .

Les parties basses des schorres correspondent aux captures de Coléoptères *Heteroceridae* , d' *Aleocharidae* , et de *Bledius* , ces espèces , vivants dans des terriers se déplacent peu en surface .

Les fourrés à Obiones sont caractérisés par la présence d'un *Staphylinidae* : *Targius* (*Paratargius*) *ater* , de *Cryptophagidae* (*Atomaria* sp.) , et d'un *Curculionidae* (*Eusomus salcicola*) , lié aux Chenopodiacées , (HOFFMAN , 1958) .

Les contacts terrestres (schorres du Vivier et de Ferme-Neuve) , sont

caractérisés par l'abondance des captures du *Silphidae Phosphaga atrata* , de *Pselaphidae* , et de plusieurs espèces d'Isopodes Oniscoïdes . Ces espèces restent ici localisées en limite de schorre (zone parhalienne) , contrairement aux observations d'AMANIEU (1969) sur les prés-salés du bassin d'Arcachon ou plusieurs espèces colonisent les formations à Obionés .

Le schorre tabulaire de Polder-Bertrand se caractérise par l'importance des captures de Staphylins (*Aleocharidae*) , de *Lathridiidae* (*Corticaria sp.*) , d'*Anthicidae* (*Anthicus sp.*) , et par la présence de nombreux *Scarabeidae* coprophages aux niveau des crottes de moutons (plusieurs espèces dominées par *Aphodius* (*Calamosternus*) *granarius*) . On remarque de plus sur ce schorre (tableau 10) les captures importantes d'Hyménoptères Chalcidiens et d'Homptères *Ciccadellidae* ces captures de faune de l'hypergaïon découlant ici de la faible hauteur du tapis gramminéen (quelques centimètres) , qui amène les espèces de la strate herbacé à circuler auprès du sol .

Les prairies paturées de Roche-Torin (tableau 12) , correspondent à des successions de milieux bien caractérisés et reflétés par des faunes de même variables . Les stations les plus halophiles (RT 1 et RT 2) correspondent a des zones d'importantes captures de *Bledius* (*B.unicornis*) et du *Curculionidae Eusomus salcicola* . Les zones sablo-dunaires contiennent une faune typique de la dune fixé , (stations RT 3 à RT 5) , comprenant des Coléoptères *Anthicidae* , *Chrysomelidae* , *Byrrhidae* , *Scarabeidae* (*Rhyssemus germanica*) , et de nombreux *Curculionidae* donc *Cneorrhinus plagiatum* . Les stations de haut-schorre , (RT 6 à RT 10) , sont caractérisées par une faune prairiale , non halophile (*Cantharidae* , *Cryptophagidae* , *Histeridae* et *Chrysomelidae Halticini*) .

Le schorre estuarien du Mézeray correspond de même à un milieu prairial riche en *Halticini* , *Lathridiidae* , *Coccinellidae* (nombreuses larves) , *Hydraenida* (*Ochthebius sp.*) et *Staphylinidae Paederinae* (*Paederus fuscipes*) .

Si les parties basses du schorre de Genêts contiennent une faune caractéristique des prés-salés , (tableau 14) , les parties hautes se singularisent par la présence d'espèces ripicoles limniques (*Dytiscidae* , *Staphylins Stenidae* et *Tachyporidae*) . Signalons de plus la présence d'importantes populations de Collemboles au niveau de la Spartinaie de Genêts (stations G 1 et G 2) , déterminants des captures de milliers d'individus dans les pièges de ces stations , phénomène qui n'a jamais observé sur les autres slikkes et schorres étudiés dans la baie .

Les images des peuplements vagiles résidants , décrites ici correspondent

à une vision déformée par le piégeage , et pour une partie seulement de l'entomofaune globale de ces milieux . Les confrontations de ces données avec des observations de terrains montre cependant que les espèces terricoles dominantes sur les prairies halophiles sont de mêmes bien représentées dans les pièges . Ces données nous permettent donc de juger (en partie) de la richesse faunistique de ces milieux et mettent en évidence la variabilité des peuplements terricoles le long de gradients de salinité .

b) Présentation des données obtenues par biocénomètre.

Les tableaux 18 à 25 détaillent les captures obtenues par cette méthode en fonction des stations . Les données concernant les *Orchestia* sont exploitées en détail dans le chapitre suivant ; celles correspondant aux peuplements globaux sont synthétisées dans le tableau 2 .

Tableau 2 : Abondances relatives des différents groupes d'Arthropodes capturés au biocénomètre le long d'un transect parcourant le schorre de Ferme-Neuve (données de début de printemps et d'été , 1985) .

STATIONS	FN 2	FN 5 (Obiones)		FN 5 (Puccinellie)		FN mare	FN 7
DATES	juin	avril	juin	avril	juin	juin	juin
Amphipodes (totaux)	26.28	94.92	67.23	76.63	23.35	95.34	7.60
léoptères Carabiques	29.93	0.65	0.68	10.52	33.38	0.73	13.91
Araneides (totaux)	13.14	2.34	11.15	4.13	16.94	0.20	31.74
Coléoptères staphylins	0.00	1.30	1.39	5.67	12.37	0.06	13.91
Autres Coléoptères (totaux)	2.92	0.13	6.12	1.74	3.56	0.00	25.12
Insectes (autres ordres)	25.54	0.65	13.22	0.97	10.43	0.20	6.87

Les points importants mis en évidence par ce tableau peuvent se résumer de la manière suivante :

- le long d'une ligne bas-schorre , haut-schorres (données estivales des stations FN 2 , FN 5 , et FN 7) , les dominances (en densité d'individus) , sont assurées par des groupes différents :

- les Carabiques au niveau du *Puccinellietum* primaire , (station FN 2) ;
- les Amphipodes sous Obiones (station FN 5) , alors que les Carabiques y sont très faiblement représentés ;

- les Aranéides au niveau du *Puccinellietum* secondaire , (station FN 7) , ou les Amphipodes sont peu importants .

Les variations de densité et de composition faunistique apparaissent de plus en fonction des milieux prospectés au sein des couverts dominés par l'Obione , (FN 5) . On remarque (tableau 24) , une concentration printanière de faune au niveau des touffes graminéennes parsemant cette zone (en particulier pour *Orchestia gammarellus* , *Dichirotrichus gustavii* , *Targius ater* , et les Aranéides *Lycosidae*) . En début de période estivale , *Dichirotrichus gustavii* (Carabique) reste très confiné dans ces formations , les *Orchestia* se concentrent , par contre au niveau des sols humides des mares temporaires .

Les hétérogénéités structurales des schorres constitues ici des biotopes refuges pour la majorité des espèces peuplant ces milieux ; une exploitation plus complète de ces données sera discutée dans la synthèse finale de cette étude .

c) Conclusion.

Les schorres de la baie du Mont-Saint-Michel peuvent se subdiviser en zones de prairies naturelles (prairies hautes non paturées) , et en zones rases intensément broutées par les ovins . Si les faunes des *Puccinellietum* et des *Obionetum* naturels ont été étudiées par divers auteurs en d'autres lieux du littoral français , et peuvent donc être comparées à celles observées ici , très peu de données se réfèrent aux zoocénoses des prairies paturées halophiles ou saumâtres . Les prairies de la baie constituent donc des systèmes ou les transformations des zoocénoses halophiles sous l'influence du pâturage peuvent être analysées en détail .

Il est important de noter que les différences fondamentales observées entre les zoocénoses des schorres paturés ou naturels , impliquent des relations très différentes entre production primaire et consommateurs (figure 2) .

L'abondance des *Orchestia* en zones naturelles implique une utilisation des productions de litières par ces espèces détritiphages . En zone rase , où ces populations sont inexistantes , les productions de litières graminéennes sont dégradées par une entomofaune détritiphage (Coléoptères) , associée à des phytophages (*Ciccadellidae*) et des coprophages recyclant les fèces des ovins .

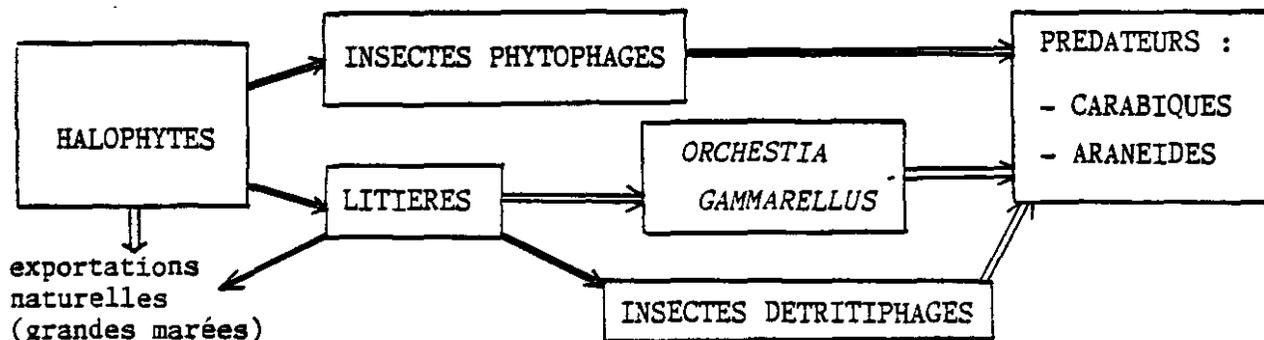
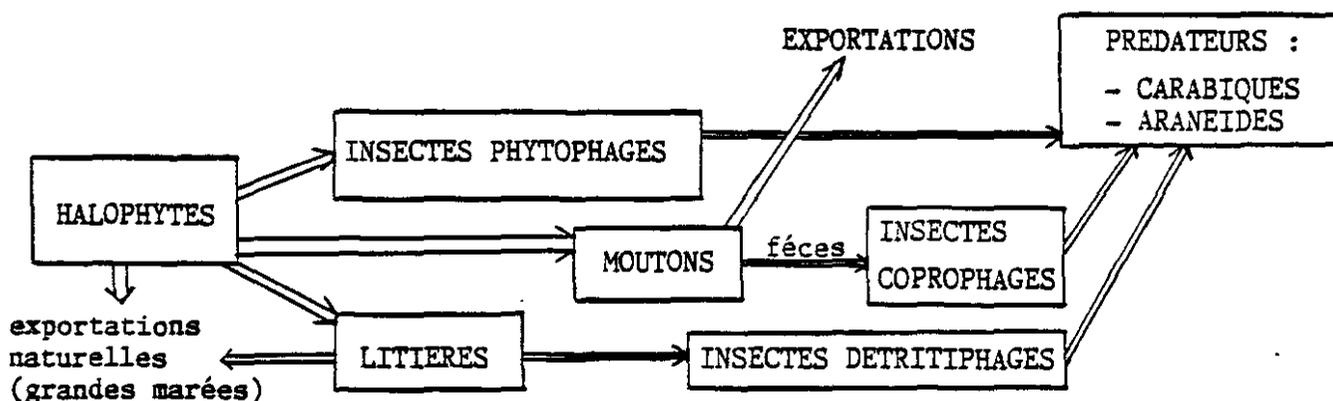
a) prairie naturelleb) prairie broutée

Fig. 2 : Relations entre productions primaires et consommateurs sur les schorres , au niveau de prairies naturelles (a) , ou de prairies paturées (b) .

Ces deux aspects du fonctionnement des prairies littorales, (simplifiés ici car ne prenant pas en compte les microflore et les exportations de matières organiques dissoutes), correspondent à des cas extrêmes , divers stades intermédiaires étant représentés sur le pourtour de la Baie .

L'évaluation numérique des flux entre les divers compartiments n'a été abordée que pour la partie botanique et est à évaluer en priorité au niveau des relations végétation-moutons et végétation-*Orchestia* (voir chapitre II-IV).

La synthèse finale de cette étude nous permettra de décrire plus en détail les variations des zoocénoses en fonction des modes d'utilisation des schorres .

CHAPITRE II

ANALYSE DES DISTRIBUTIONS DES *ORCHESTIA*
 SUR LES SCHORRES DE LA BAIE DU MT-ST-MICHEL.

INTRODUCTION.

Le piégeage Bonbar, malgré les incertitudes qu'il implique, va nous permettre ici d'analyser les modalités de distributions des *Orchestia*, le long des transects terre-mer et de comparer des prés-salés différents par leur degré d'humectation et leur couvert végétal. Les problématiques particulières aux dynamiques de population des espèces (% d'individus par stade, sexe et état) n'ont pas été par contre analysé en détail. Les résultats discutés ici, nécessitent de plus, des comparaisons avec d'autres méthodes d'échantillonnages et ne sont exploitables que dans la mesure où les *Orchestia* se distribuent largement dans le milieu et non de manière ponctuelle, concentré au niveau des laisses de mer. Ces espèces, éléments majeurs de la zocécénose particulière aux prairies humides halophiles, répondent ici à cette condition et forment des populations réparties de manière diffuse sous les couverts végétaux, (avec localement des concentrations).

I. BIOLOGIE ET ECOLOGIE DES *ORCHESTIA* SUPRA-LITTORAUXa] Influences des facteurs du milieu sur les répartitions des *Orchestia* supra-littoraux.

Parmi les Amphipodes, les Talitridès constituent une famille dans les diverses espèces présentant des adaptations à des milieux très variés, si la majorité de celles-ci, est liée à la frange maritime supra-littorale, certaines espèces

colonisent des milieux dulcaquiesles ou terrestres humides (prairies et forêts tropicales. WILDISH, 1979).

Parmi les espèces françaises *Orchestia gammarellus* (Pallas), est un exemple de cette large faculté d'adaptation, et bien d'essentiellement inféodé aux marges supra littorales, subsiste dans des habitats terrestres variés, bordure de ruisseaux ou de lacs (jusqu'à 800 mètres d'altitude), terres humides et jardins (CHEVREUX et FAGE, 1925). Cette espèce est qualifiée de Semi-terrestre, à l'opposé des espèces voisines (*O. mediterranea* et *O. platensis*) qui sont inféodées à des habitats strictement marins. Sur les marges littorales, l'influence du substrat et parallèlement du mode détermine des peuplements de Talitridés très différents. Les substrats sableux grossiers (plages en zone ouverte), sont plus particulièrement colonisés par des espèces des genres *Talitrus* et *Talorchestia* qui excluent alors les espèces du genre *Orchestia* (DEN HARTOG, 1963) et qui présentent des adaptations éthologiques aux conditions physiques particulières et parfois extrêmes de ces milieux (enfouissement, migrations journalières, CAUSSANEL, 1965, LAGARDERE, 1966). Certaines espèces subsistent grâce à des microlocalisations particulières (bois échoués des hauts de plages Landaises pour *O. microphthalmus* (CAUSSANEL, 1965).

Orchestia gammarellus se localise par contre au niveau des substrats meubles abrités (vases des schorres), en particulier au niveau des laisses de mer sur les marges étroites et dénudées ou plus largement sur les étendues des prés-salés (CHARNAUX-COTTON, 1957, AMANIEU, 1969). *O. mediterranea* à une répartition plus étendue en médio-littoral, (sous les pierres avec *Chaetogammarus marinus*, d'après CHEVREUX et FAGE, 1925), mais est aussi largement répandu le long des schorres (DEN HARTOG, 1963).

Orchestia gammarellus est très sensible au degré d'humidité, la localisation dans les laisses correspondant à la recherche de conditions microclimatiques précises (humidité atmosphérique proche de 100 %, BACKLUND, 1945 in LACHAUX, 1982) mais aussi à la recherche d'un milieu nutritif (végétaux en décomposition), liée au régime détritiphage généraliste à dominante végétale

de cette espèce. *Orchestia gammarellus* tolère une large gamme de salinité. BACKLUND (1945, in LACHAUX, 1982) note cependant pour cette espèce une préférence pour les basses salinités, tandis qu'*O. mediterranea* supporte des valeurs plus élevées en accord avec sa répartition plus basse sur l'estran. (WILDISH, 1970). La reproduction de ces espèces ne nécessite pas de migrations particulières, les oeufs étant conservés dans les poches incubatrices des femelles ainsi que le premier stade libre, les jeunes individus vivent de même avec et comme les adultes (CHARNIAUX-COTTON, 1957) ; les micro-localisations des femelles reproductrices nécessiteraient cependant des observations plus précises afin de juger les limites de cette affirmation ; AMANIEU (1989) note que les jeunes individus sont aptes à coloniser des zones moins abritées que les adultes.

Les captures par piégeage sur les schorres, témoignant à la fois des niveaux d'abondances et des degrés d'activités de surface des individus dans chaque milieu, seront donc à mettre en relation avec les potentialités microclimatiques des couverts et les disponibilités trophiques propres à chacun d'eux.

b) Détermination des *Orchestia* des schorres de la baie du Mont St Michel.

Si les mâles adultes et juvéniles différenciés d'*Orchestia gammarellus* et d' *O. mediterranea* sont très distincts par la forme de leurs gnathopodes II (LINCOLN, 1979), les femelles adultes sont très proches ; WILLIAMSON (1951) a défini cependant un critère lié à la longueur et au développement des rames des pléopodes qui bien que soumis à une variation individuelle, permet une détermination correcte des adultes. WILDISH (1970) distingue une forme *aestunensis* d'*O. mediterranea*, caractérisée par une pigmentation particulière des tergites et localisée aux parties les plus hautes de l'aire d'ex-

Tableau 3 : Concordance entre les mues , les âges et les phases du développement chez les deux espèces d'*Orchestia* étudiées ; (d'après LOUIS M., 1977) .

MUE	AGE	<i>Orchestia mediterranea</i>		<i>Orchestia gammarellus</i>	
		Nombre d'articles	Phase	Nombre d'articles	Phase
1 ^{er} mue	1 ^{er} âge	3	juvénile I	5	juvénile I
2 ^e mue	2 ^e âge	4		6	
3 ^e mue	3 ^e âge	5		7	
4 ^e mue	4 ^e âge	6	juvénile II	8	juvénile II
5 ^e mue	5 ^e âge	7		9	
6 ^e mue	6 ^e âge	8		10	
7 ^e mue	7 ^e âge	9	Intermédiaire	11	Intermédiaire
8 ^e mue	8 ^e âge	10		12	
9 ^e mue	9 ^e âge	11		13	
10 ^e mue	10 ^e âge	12	Intermédiaire	14	Adulte
11 ^e mue	11 ^e âge	13		15	
12 ^e mue	12 ^e âge	14		16	
13 ^e mue	13 ^e âge	15	Adulte		
	14 ^e âge	16			

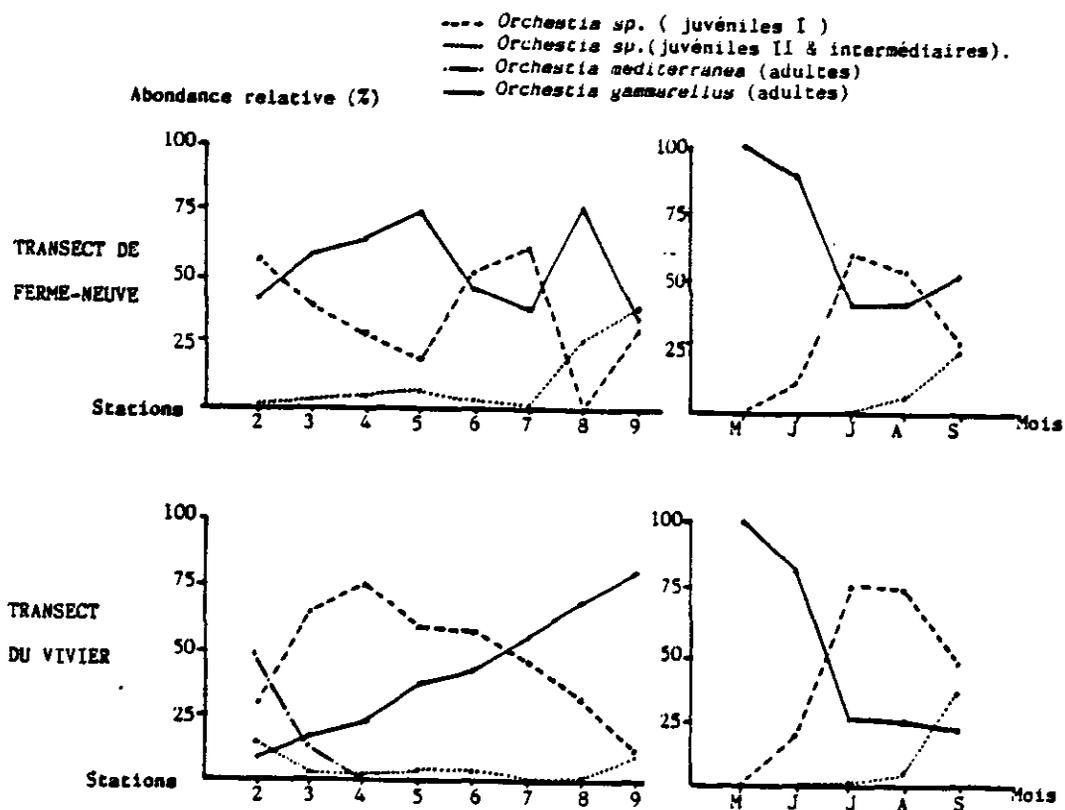


Fig. 3 : Abondances relatives des captures " Barber " ,d'*Orchestia* en fonction des stations et des mois de captures .

tension d' *O. mediterranea* sur les schorres ; nous n'avons pas observé cette forme .

c) Classification des stades juveniles d'*Orchestia*.

AMANIEU (1969) note que chez *O. gammarellus* , le nombre d'articles du flagelle des antennes II augmente régulièrement d'une unité à chaque mue (5 articles à la naissance) jusqu'à l'état adulte (18 articles), à partir duquel le phénomène perd de sa régularité. Ceci permet de définir quatre phases de croissance pour cette espèce (Tableau 3) :

- Les juvéniles I et II correspondent à des individus non différenciés sexuellement ;
- Les intermédiaires sont des individus non reproducteurs chez lesquels le sexe est aisément reconnaissable ;
- Les adultes présentent 3 ou 4 pics d'activité reproductrice au cours d'une année (AMANIEU, 1969).

LOUIS (1977) généralise ces définitions aux quatre espèces d' *Orchestia* des côtes méditerranéennes (et en particulier pour *O. mediterranea* voir tableau 3).

Ces diverses données permettant une étude fine de l'évolution des populations d' *Orchestia* au cours de leurs cycles annuels (LOUIS, 1971) ; dans la présente étude, nous n'avons distingué que trois groupes d'individus (essentiellement pour *O. gammarellus* correspondant :

- Aux Juvéniles I ;
- Aux Juvéniles II et aux intermédiaires ;

- Aux adultes.

Aux captures d'adultes, ont été adjointes, pour les données printanières, les captures des grands intermédiaires (12 et 13 articles); le tout constituant le stock des individus nés l'année précédant celle de la capture, à opposer au stock des individus nés et capturés la même année (Juvéniles I et Juvéniles II plus intermédiaires).

Cette répartition permet alors d'analyser les modalités d'occupation des schorres à partir des captures d'adultes, et de les comparer aux captures des faunes jeunes (en particulier les Juvéniles I, très abondants dans les pièges).

Par contre, les abondances relatives des différents stades dans les pièges ne permettent pas d'analyser les variations d'abondance réelles des divers stades car les mobilités différentielles de ceux-ci influencent de manière inconnue les abondances relatives des captures.

III) ETUDE DES DISTRIBUTIONS DES *ORCHESTIA* SUR LES SCHORRES DE LA BAIE DU MONT - SAINT - MICHEL.

O. gammarellus et *O. mediterranea* sont les deux espèces colonisant les schorres de la baie. *Talitrus saltator* (Montagu) et *Talorchestia deshayesii* (Audouin) ont été observés exclusivement à proximité des schorres de Gênet, au niveau des plages sablonneuses.

DEN HARTOG (1963) remarque que sur les prés salés du delta du Rhin, ces deux espèces peuvent coloniser des cordons et des buttes sableuses sur des surfaces réduites : buttes à *Sartina townsendi* pour *T. saltator* et bourrelets sableux à *Festuca rubra* pour *T. deshayesii*, qui monte plus haut sur le schorre.

De telles localisations n'ont pas été observées ici, les zones les plus sableuses des schorres prospectés n'étant colonisées que par *O. gammarellus* qui est l'espèce dominante toutes les prairies. *O. cavimana* Heller, espèce d'eau douce ou saumâtre, n'a pas été observé mais serait à rechercher dans les parties hautes des estuaires de la Sée et de la Sélune.

Après avoir décrit et analysé la distribution d'*O. mediterranea*, nous discuterons celle d'*O. gammarellus* à partir des captures d'adultes, de juvéniles et des évaluations de densité effectuées sur quelques sites.

a) Analyse des étendues de distribution d'*O. mediterranea*.

Les piégeages ont permis d'évaluer les étendues de distribution de cette espèce sur les bas schorres, mais la faiblesse des effectifs d'*Orchestia* capturés au niveau des hautes-slikkes, ne permet pas une analyse comparative des abondances relatives des deux espèces, ces relevés ont donc été complétés par des prélèvements directs d'individus au niveau des sites où ils sont les plus abondants (microfalaises et touffes de spartines).

La liste des stations où *O. mediterranea* a été capturé par piégeage permet d'évaluer les étendues de distribution de cette espèce (tableau 4) sur les schorres :

LE VIVIER	POLODER BERTRAND	FERME NEUVE	GENET
V1, V2, V3, V4, V5	PB1, PB2, PBm	FN1, FNriche, FNf	G1, G2, G4

Tableau 4 : Liste des stations où *O. mediterranea* a été capturé (pièges Barbers).

Sur le transect du Vivier, les captures d' *O. mediterranea* au niveau des stations V4 et V5 sont très peu importantes (moins de 1% des mâles d' *Orchestia*), aux niveaux inférieurs les proportions sont plus importantes (50% des individus en V3 et la majorité plus bas, voir tableau 15)*.

Les captures aux niveaux des bas schorres à prairies rases (PB2, G4) se réduisent à quelques individus, de plus *O. mediterranea* n'existe pas au niveau du bas schorre de Ferme-Neuve (voir tableau) et ne remonte dans le schorre qu'à la faveur des grandes criches. (un dixième des mâles au niveau de la station FN"criche" et quelques individus pour 300 *O. gammarellus* au niveau de petites criches profondes (station FNf).

Le milieu optimum pour *O. mediterranea* correspond aux hautes slikkes humides ou cette espèce présente une distribution de type aggrégative au niveau des micro falaises et des touffes de Graminées. Des prélèvements directs permettent d'évaluer les % relatifs des deux espèces d'*Orchestia* sur ces sites (Tableau 5).

Stations	V 2	P B	F N	G 1
Biotopes	Puccinellie	Microfalaise	Microfalaise	Touffe de Puccinellie
% <i>O. g</i>	1	0	58	2
% <i>O. m</i>	99	100	42	98

Tableau 5 : % relatif d'*O. mediterranea* et d'*O. gammarellus* aux niveaux des hautes-slikkes, calculées à partir de la capture d'une centaine d'individus par site (juillet 1985).

Si *O. mediterranea* peut prendre une certaine importance dans les populations d'*Orchestia* des bas schorres à végétation dense et très régulièrement inondés (V 3, V 2), c'est au niveau des hautes slikkes très humide (G1) et des micro-falaises bordant les criches des hautes-slikkes que l'on trouve les groupements les plus denses.

Ce milieu constitue un optimum pour cette espèce et peut se caractériser de la manière suivante :

- C'est la zone la plus régulièrement humectée par la marée, même pour des coefficients inférieurs à 80 ;
 - Ces microfalaises fissurées constituent des habitats refuges toujours humides mais cependant à drainage rapide (contrairement aux surfaces des hautes-slikkes saturées en eaux ou desséchées et présentant très peu d'abris à l'exclusion des touffes de *Spartines* ;
 - C'est une zone préférentielle de dépôt de laisse de mer (apports nutritifs). Cet habitat est aussi colonisé par *O. gammarellus* quand il se situe en continuité de schorres ou cette espèce présente des populations importantes. Il est significatif de noter que les microfalaises du schorre de Polder-Bertrand ne sont colonisées que par *O. mediterranea*. (en population abondante), à proximité d'un schorre ou *O. gammarellus* est très peu représenté . Les schorres correspondant à des conditions peu favorables au *Orchestia* en général (et à *O. gammarellus*) en particulier) induisant alors le développement de population *O. mediterranea* au niveau des criches. Cette espèce est de plus indicatrice de milieux à humectations marines régulières, garante d'un maintien d'un taux d'humidité élevé de la tange, même en période estivale.
- * Phillipot (1985) note de même, à ces niveaux, une répartition des *O. mediterranea* dans les divers micro milieux de ce bas schorre, dépansions à *Spartines*, bancs coquilliers et petites criches.

b) Analyse des distributions de capture *O. gammarellus* sur les schorres.

Il est possible, à la vue des abondances absolues de capture d'*O. gammarellus* de subdiviser les schorres prospectés en deux sous-ensembles :

- les zones à végétation naturelle où cette espèce domine les piégeages ;
- les zones rases, broutées par les ovins ou les bovins où cette espèce est très localisée et peu abondante.

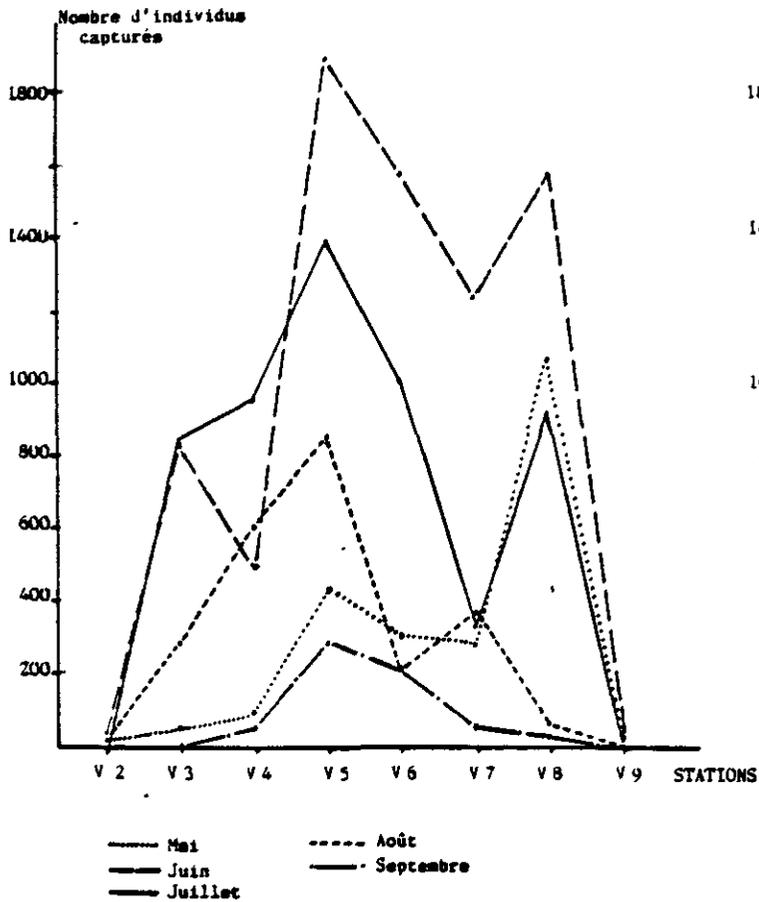


Fig. 4 : Transect du Vivier ; variations en fonction des stations des captures mensuelles d'*Orchestia gammarellus*

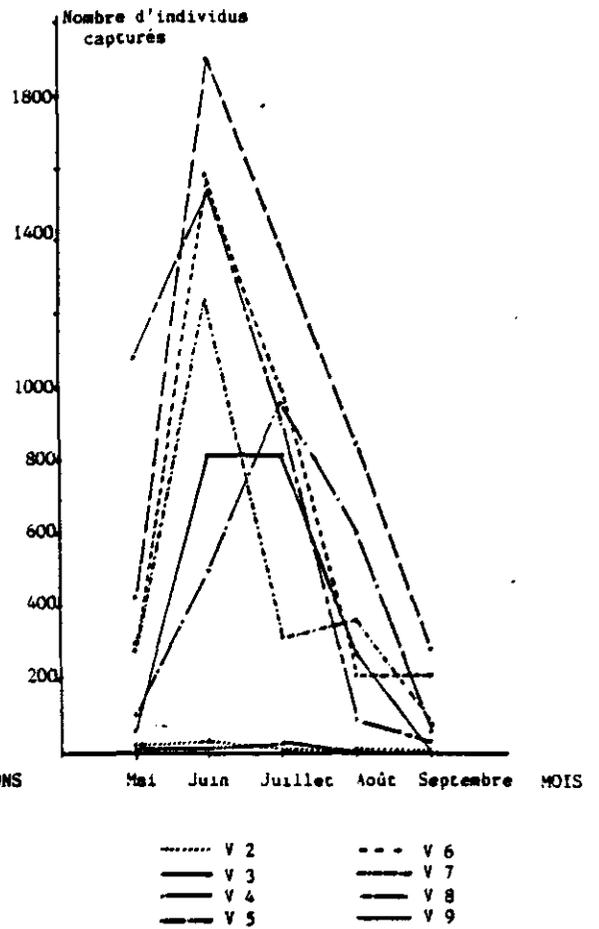


Fig. 5 : Transect du Vivier ; variations en fonction des mois estivaux des captures stationnelles d'*Orchestia gammarellus*.

Analyse des captures sur les schorres à couvert végétal important.

1) SCHORRE DU VIVIER : voir figures 4 & 5

Sur ce schorre, les stations marginales V3 et V9 capturent très peu d'individus en comparaison des zones moyennes (plus de 2000 pour 5 x 10 jours de piégeage), les maxima correspondant à V5, V6 ainsi que V8 ; ceux-ci variant avec les mois (voir figure 5) :

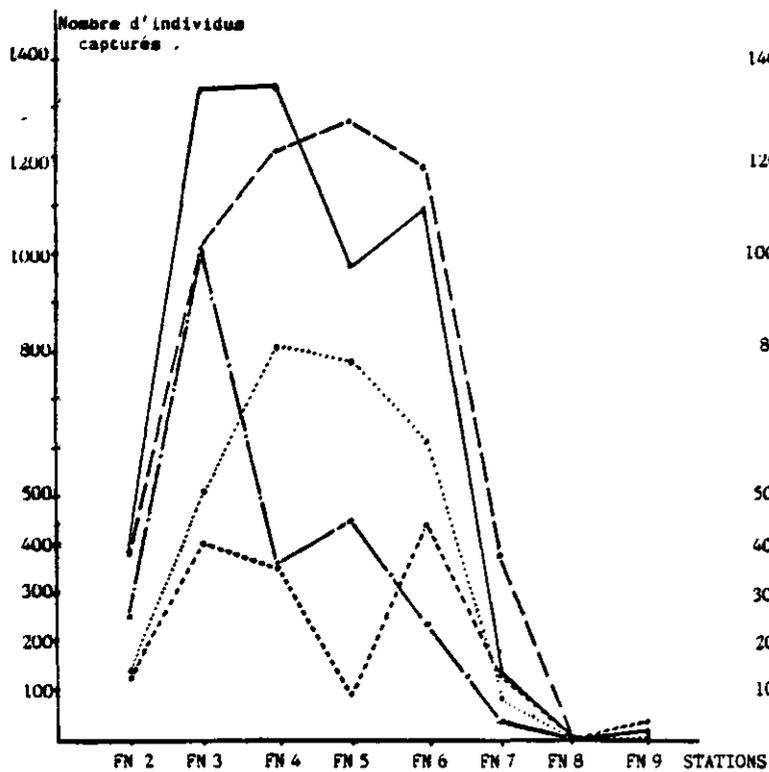
- Les captures de mai sont maximales en V8 uniquement ;
- Celles de Juin et Juillet correspondent aux données globales (maxima en V5, V6 et V8), le minimum de V7 étant plus accentué en Juillet ;
- En Août et Septembre, les maxima correspondent aux bas-schorres (V4 et V5).

L'évolution estivale des captures est comparable pour les stations V5 et V8 avec un maxima en Juin et diffère pour les stations V3. (plateau en juin, juillet), et V4 (pic en juillet).

Dans tous les cas, les captures d'août et septembre sont réduites (voir fig. 5).

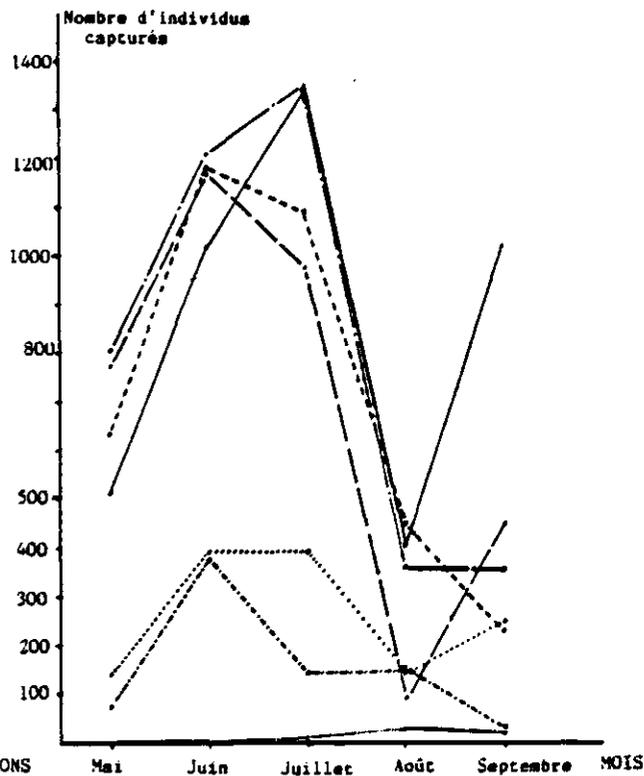
Si on subdivise ce transect en fonction des unités de végétation, il est possible de faire un parallèle entre peuplement végétal et pic de captures :

- le pic de capture de haut schorre correspond à la ceinture d'Obione, le déficit de capture constaté pour cette station en période estivale (août et septembre) pouvait correspondre à une diminution d'activité locomotrice ou de densité (migration) consécutive au dessèchement important de cette partie du transect.
- les captures maximales sur le *puccinellietum* primaire, correspondent à la partie centrale de cette zone (station V5) pour toutes les périodes.



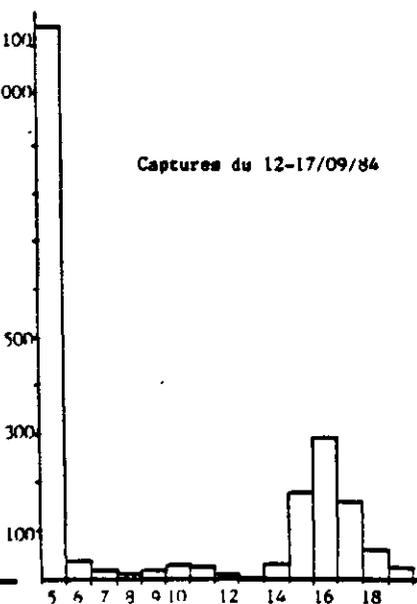
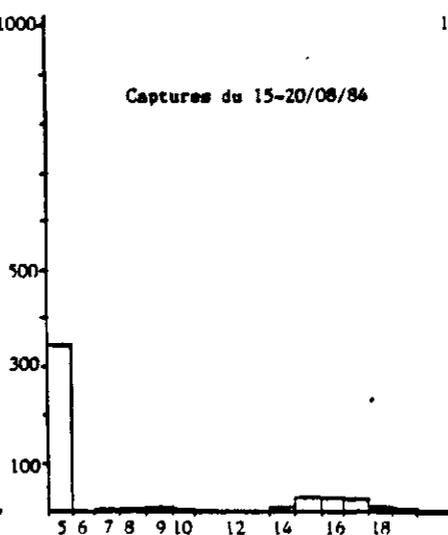
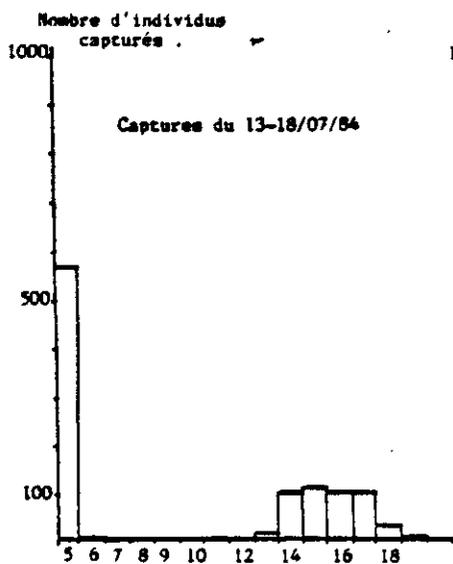
..... Mai
 - - - - - Août
 - - - - - Juin
 - - - - - Septembre
 - - - - - juillet

Fig. 6 : Transect de Ferme-Neuve ; variations en fonction des stations des captures mensuelles d'*Orchestia gammarellus*



..... FN 2
 - - - - - FN 3
 - - - - - FN 4
 - - - - - FN 5
 FN 6
 - - - - - FN 7
 - - - - - FN 9

Fig. 7 : Transect de Ferme-Neuve ; variations en fonctions des mois estivaux des captures stationnelles d'*Orchestia gammarellus* .



Nombre d'articles des antennes II .

Fig. 8 : Station FN 4 ; composition des populations d'*Orchestia gammarellus* , capturées par piégeage Barber en juillet , août et septembre 1984 : nombre d'individus capturés en fonction du nombre d'articles des antennes II .

partie où la Puccinellie a son développement maximum (recouvrement de 100% et coefficient d'abondance-dominance de 5).

2) SCHORRES DE LA FERME-NEUVE.

Sur ce transect, les captures des zones à Obiones (FN3 à FN6), apparaissent, en toutes périodes, supérieures à celles obtenues au niveau du Puccinellietum primaire (FN2) ou secondaire (FN7) ; le pied de la digue (FN9) et surtout la prairie à *Festuca rubra* (FN3), reste très pauvre en captures.

Les captures de mai, juin et juillet reflètent cette distribution globale, celles d'août sont plus faibles avec des maxima en FN3, FN4 et FN6, les captures de septembre sont particulièrement importantes en FN3 (figure 6).

Pour toutes les stations (sauf FN9), les maxima de captures correspondent à juin et juillet, on note un minimum en août et une recrudescence des captures en septembre aux niveaux FN2 à FN5 (figure 7) .

La station FN9 correspond à un contexte particulier, c'est une zone d'accumulation des laisses de feuilles d'Obiones au moment des très fortes marées (coefficients supérieurs à 110), laisses qui sont alors exploitées par les *Orchestia* ; le dessèchement printanier et la disparition des feuilles implique ensuite une dispersion des *Orchestia* vers les couverts hétérogènes à Obiones et graminés situés à quelques mètres.

Les accumulations de feuilles d'Obiones sont par contre très peu importante sur les autres parties de ce transect.

3) SCHORRE DU BEC D'ANDAINE.

Sur cette surface d'Obione, cernée par des substrats sableux, les captures d' *Orchestia gammarellus* sont surtout importante au niveau de la zone mixte

Obione. *Agropyrum*, (BA3), néanmoins, comparée aux transects précédents, les captures de ces formations à Obiones sont relativement peu importantes.

Répartition des captures sur les schorres à végétation broutée.

Sur le transect de Polder-Bertrand, les captures d' *Orchestia gammarellus* sont très peu importantes (Voir tableau 17, annexe), sauf au niveau de PB8 et dans la mare temporaire de haut schorre, où elles n'excèdent pas 50 individus pour toute la saison de piégeage.

A Roche-Torin, les captures d'Amphipodes sont localisées en haut schorre, au niveau des stations RT8 et RT9 ainsi que dans les mares temporaires (RTM), de même les seules captures régulières obtenues au Mezeray correspondent aux zones dénudées et humides de haut-schorre (Mn).

Sur le transect de Genet, les captures les plus importantes correspondent au haut schorre très humide à *Scirpus maritimus* (station G5) et dans des proportions moindres à la ceinture d'Obione (station G3).

Sur les transects correspondant à des schorres broutés par des troupeaux, à végétation très rase, les piégeages nous démontrent que les *Orchestia* se localisent au niveau des zones à couvert végétal plus élevé, ou à l'opposé au niveau des mares temporaires, où le substrat, bien que dénudé, reste plus humide et génère des fentes de retrait constituant des abris estivaux.

c) Analyse des captures d'individus juvéniles d' *Orchestia gammarellus*.

Nous limiterons cette analyse aux deux transects où les captures sont les plus importantes (le Vivier et Ferme-Neuve). Les tableaux de données .

nous indiquent que les captures de juvénile I sont de loin les plus importantes et qu'elles présentent des maxima décalés par rapport aux adultes, juillet et août, voir les schémas de la page). les captures d'individus moyens (juvénile II et intermédiaires) restent très minoritaires et ne prennent une importance relative qu'en septembre (voir figures 3 & 9).

Le détail pour une station du transect de Ferme-Neuve (FN3) de la répartition de tous les individus capturés en fonction du nombre d'articles de flagelle antennaire, nous indique que ce sont presque exclusivement des individus à 5 articles qui constituent la classe des Juvéniles I capturés, (figure 8).

Ceci s'observe pendant toute la saison de capture et pour la majorité des stations du Vivier et de Ferme-Neuve.

Ces données sont semblables aux proportions d' *O. gammarellus* à 5 articles obtenues par LOUIS (1977), au niveau des laisses de l'île de Bailleron. à la différence que les captures d'individus à 5 articles de cet auteur, deviennent minoritaires en septembre, ce qui n'est pas le cas dans nos piégeages.

En accord avec cet auteur et de manière encore plus évidente dans les piégeages, nous pensons que les captures de jeunes à 5 articles correspondent à celles des femelles portant leurs jeunes.

De plus, le peu de captures de jeunes à 6 ou 7 articles doit correspondre à une très faible mobilité des jeunes après dispersion.

Nous limiterons ici notre analyse des variations modales du nombre d'articles du flagelle antennaire, trop influencé par la mobilité des individus ; par contre les abondances relatives des juvéniles I par rapport aux adultes capturés peut être un indice du déroulement de la reproduction, à mettre en relation avec les facteurs du milieu.

Les stations, où les abondances relatives de jeunes sont maximales, peuvent correspondre à des zones où les mères pondeuses sont plus nombreuses, ou à des milieux où elles présentent une plus grande activité en surface.

On constate (voir fig 9), que sur le transect du Vivier, les captures de jeunes sont importantes au niveau du Puccinellietum primaire (V3 à V6) et inférieures à celles des adultes en haut schorre.

Sur le transect de Ferme-Neuve, c'est le contraire qui est observé, les captures de jeunes sont peu importantes au niveau des zones à Obiones et plus importantes que celles des adultes au niveau des stations FN2, FN6 et FN7.

Cette différence provient du fait que les captures de jeunes restent importantes, sur le bas schorre du Vivier, en août, alors qu'elles se réduisent considérablement au niveau des zones à Obiones à cette période. (stations V8 et Ferme-Neuve).

L'influence d'une tange au taux d'humidité élevée en période estivale, paraît donc ici déterminante pour expliquer l'abondance relative des jeunes dans les pièges et donc les femelles gestantes à la surface des schorres.

d) Densité et micro-répartition des *O. gammarellus* au niveau du schorre de Ferme-Neuve.

Les prélèvements effectués à l'aide d'un carré de ramassage, (surface unitaire d'un dixième de mètre carré, pour une profondeur de 15 centimètres), ont permis, le long du transect de Ferme-Neuve, d'évaluer les densités des micro-Arthropodes à divers niveaux, et au sein des fourrés à Obiones, donc plusieurs micro-milieus bien typés (Obiones, touffes de Puccinellies, fond de mares temporaires).

Les variations de densité, au sein d'un même milieu, d'un prélèvement à l'autre sont assez importantes, mais les fourchettes globales sont suffisamment

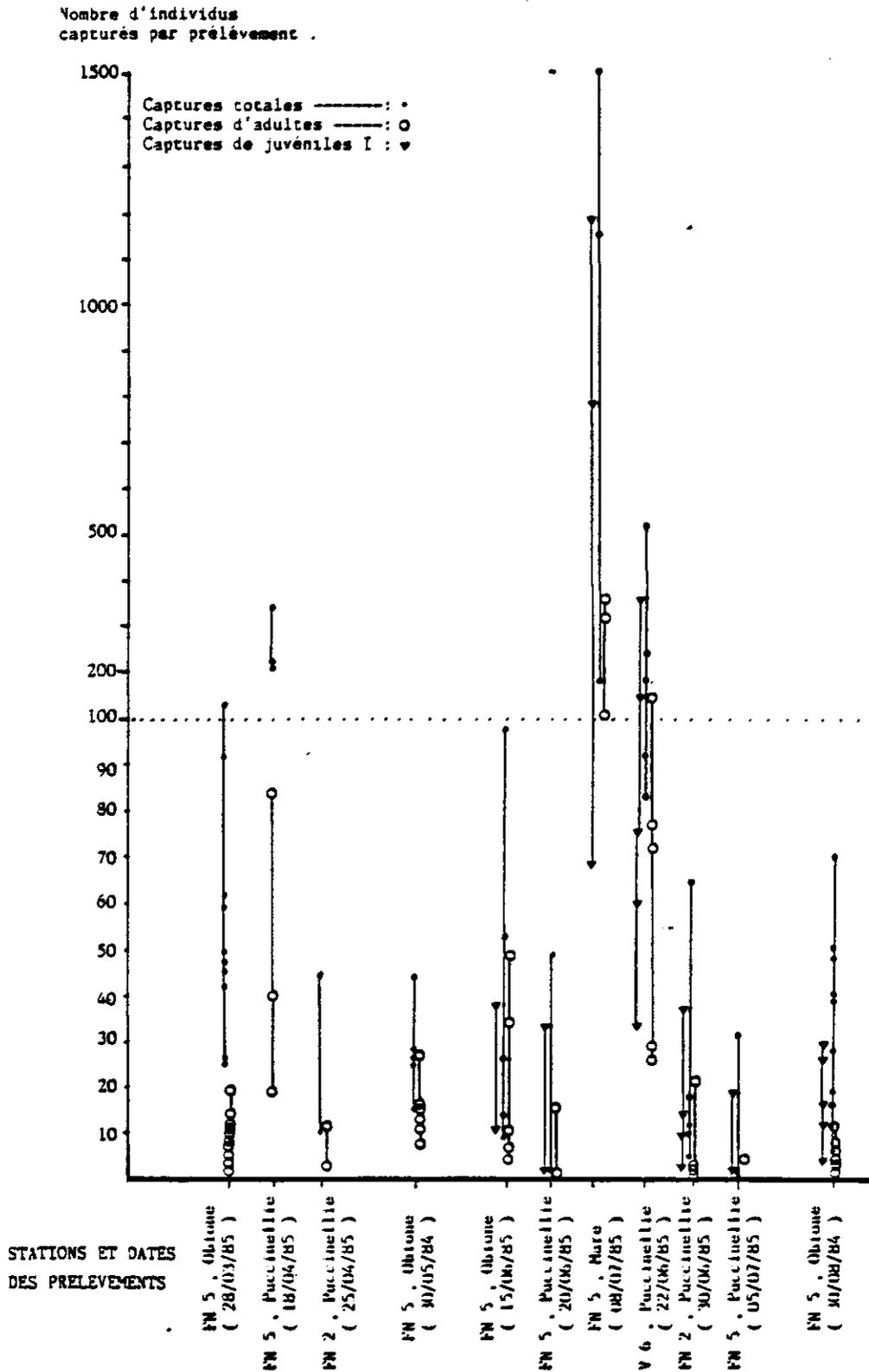


Fig. 10: Echantillonnage d'*Orchescia gammarellus* par prélèvements de sols : comparaison, en fonction des stations et des dates de prélèvements, des nombres d'individus capturés, (pour chacune, il est distingué les captures totales, les captures d'adultes et celles de juvéniles I) .

distinctes pour caractériser chaque station et pour comparer les valeurs obtenues avec les rangs d'abondance des captures Barbers.

Pour chaque prélèvement unitaire, on distingue : les juvénile I, les jeunes individus (Juvéniles II et Intermédiaires), les adultes mâles, femelles et totaux (Voit tableaux en annexe), le tableau 6 indique pour chaque station les densités d' *Orchestia* , (nombre d'individus au mètre carré), calculées ou extrapolées, le nombre de prélèvements unitaires étant variable (3,5 ou 70 par station).

Les prélèvements effectués au niveau de la station FN5, sous la couverture monospécifique d'Obione, indiquent une fourchette assez large mais relativement stable dans le temps avec des valeurs plus élevées au printemps, (les prélèvements ont été effectués sur deux années, mais à des périodes différentes, afin de couvrir le printemps et l'été.). En mars, les individus intermédiaires dominent, ils sont remplacés par les adultes en juin, période où les juvéniles I apparaissent, (figure 10).

Les deux micro-milieus distingués au niveau de cette station présentent au contraire de l'Obione, des densités variant considérablement dans le temps mais en sens opposés, (figure 10).

- Les touffes de Puccinellies situées sur de petites éminences au sein de la couverture d'Obiones, contiennent une quantité d'individus très importante, au début de printemps, voir tableau 6, en juin par contre les valeurs sont faibles, globalement inférieures à celles de l'Obione.

- A l'opposé, on note une concentration importante d'individus adultes et juvéniles I, au niveau des substrats exondées et fissurées (asséchées à partir de cette période). Ces densités des adultes y sont 10 fois supérieures à celle de la couverture d'Obione, celle de Juvénile I jusqu'à 40 fois, mais les valeurs paraissent très variables d'un prélèvement à l'autre.

Ces données traduisent des migrations verticales des individus liées à des facteurs hydriques et microclimatiques : la localisation dans la puccinellie correspondant au printemps, sur un schorre très humide, à un milieu plus ouvert que la couverture d'Obione, et donc plus sensible à un réchauffement rapide (les *Orchestia* situés dans les graminées sont plus actifs que ceux capturés sur les Obiones).

Ces touffes de graminées sont de plus l'habitat préférentiel de divers autres Arthropodes du schorre (Aranéides, Carabiques et Staphylins: voir page) pour cette même période.

La localisation estivale correspond à la recherche d'un milieu au substrat présentant un maximum d'humidité, les microfissures étant colonisées par les plus jeunes individus, par contre les ressources trophiques sont peu importantes (pas de végétation et très peu de débris), l'importance des échanges entre micro-milieus est inconnue.

Les prélèvements effectués au niveau du Puccinellietum primaire, (Station FN2) nous indiquent des abondances globales d'*Orchestia* inférieures à celles observées sur l'Obione : si les jeunes individus sont présents dans tous les prélèvements, les adultes se localisent au niveau des microdépressions où la Puccinellie est plus haute.

Les valeurs obtenues ici sont beaucoup plus faibles que celles obtenues au Puccinellietum primaire du Vivier (PHILIPPOT, 1985) où les densités d'*Orchestia gammarellus* sont environ 10 fois plus élevées (station V 6). Si les salinités sont comparables entre les stations (10 à 15 ‰), le taux d'humidité de la tange au niveau du Vivier, environ deux fois plus élevé paraît déterminant ici.

Les cinq prélèvements effectués au niveau de la station FN 7, (tableau 25), où la Puccinellie et l'Obione sont très intriquées, nous donnent des densités d'*Orchestia gammarellus* beaucoup plus faible (environ le tiers de la station FN 2); comme au niveau de celle-ci, les jeunes individus sont plus dispersés que les adultes, certains prélèvements ne contenant aucun individu.

Stations	Obiones (FN5)				Touffes de Puccinellies (FN5)		Mare (FN5)	FN2	V6	FN 7
	01.04.85	30.05.84	15.6.85	25.8.84	18.4.85	20.8.85	4.7.85	28.6.85	20-30.6.85	10.7.85
Juveniles I	1	0	162	116	0	113	6733	128	1338	42
Juveniles II et Inter-médiaires	482	128	50	167	2123	0	187	36	182	18
Adultes ♂	15	28	102	19	117	7	1130	22	352	2
Adultes ♀	80	118	104	40	360	50	1523	30	348	8
Adultes totaux	95	148	206	59	477	57	2653	52	700	10
Totaux	578	227	418	342	2600	170	9503	216	2220	70

Tableau 6 : Densité d' *Orchestia gammarellus*
au niveau de diverses stations du schorre,
valeurs calculées à partir d'un nombre variable de prélèvements
par station
(3.5 ou 10 fois 0.1 m carré)
et extrapolées à 1 mètre carré.
LE VIVIER (V6) . D'APRES PHILIPPOT. (1985)

Si ces données partielles permettant seulement de calculer des fourchettes de densité par milieu et restant insuffisantes du point de vue strictement statistique, elles permettent de confirmer l'importance de l'occupation de divers milieux sur le schorre et montrent qu'un milieu hétérogène peut être exploité par *O. gammarellus* en fonction de circonstances saisonnières.

La comparaison des classements de ces diverses stations en fonction des rangs décroissants de densité d'*Orchestia* et ses rangs d'abondance relative dans les pièges Barber, montre une similitude entre les deux méthodes d'échantillonnage (voir tableau 7) en particulier pour les captures d'adultes de juillet et de jeunes, dans une moindre mesure.

	STATIONS	F7	F2	V6	F5	Fm	
Captures par piégeage	Captures totales d'adultes (1984)	772	1314	3330	3559	4337	
	% et rangs correspondants	5.8 5	9.9 4	25.0 3	26.7 2	32.8 1	
	Captures d'adultes de juin 1984	374	395	1584	1267	1558	
	% et rangs correspondants	7.2 5	7.6 4	30.8 1	24.5 3	30.1 2	
	Captures d'adultes de juillet	145	394	1008	974	1860	
	% et rangs correspondants	3.3 5	9.0 4	23.0 2	22.2 3	42.5 1	
	Captures totales de juvéniles I	1249	1828	4554	953	3714	
	% et rangs correspondants	10.6 4	15.5 3	38.6 1	8.0 5	31.5 2	
	Capt. de juv. I de juillet 1984	592	1090	2872	680	2925	
	% et rangs correspondants	7.2 5	13.3 3	35.2 2	8.3 4	35.8 1	
	Biocénomètre	Rangs de densités décroissantes Juvéniles I (% et rang)	0.5 5	1.5 4	15.9 2	1.9 3	80.1 1
		Adultes (% et rangs)	0.3 5	1.4 4	19.3 2	5.7 3	73.3 1

TABLEAU 7: COMPARAISON DES RANGS DE DENSITES DECREOISSANTES
ET DES RANGS D'ABONDANCE DE CAPTURES
PAR PIEGEAGE.

Par contre, les différences de densité entre stations sont beaucoup plus importantes que les différences d'abondances des captures. (voir schéma) et en conséquence les écarts de densités relatives sont plus important que les écarts d'abondances relatives de captures (voir tableau 7 et figure 11).

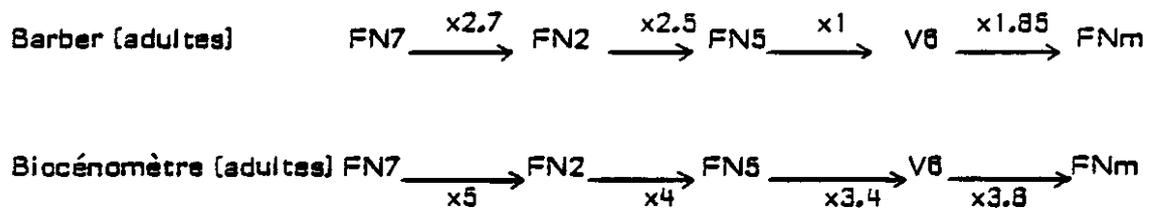


FIGURE 1 :PROPORTIONNALITE DES NOMBRES D'ADULTES
d' *orchestia*
CAPTURES DANS CINQ STATIONS
A PARTIR DE PIEGEAGE BARBER ET DE
PRELEVEMENTS DE SOL.

Les captures relatives d'adultes dans les pièges des stations V6 et FN5 sont proches, mais correspondent à des densités triples pour V6.

Les captures de Juvéniles I par piégeage sont identiques pour V6 et FNm et correspondent de même à des densités très différentes (4 x plus importantes pour FNm).

Les grandes variabilités des densités au niveau des mares elles-mêmes liées au type de variations d'humidité de ce type de milieu, peuvent expliquer ces différences.

Au niveau des prairies halophiles des suivis de densités beaucoup plus importants seraient nécessaires afin de comparer finement les deux méthodes, et de tester la stabilité des densités stationnelles en fonction des années.

Les abondances de capture dans les pièges, malgré ces restrictions, sont représentatives des niveaux d'abondances réelles des *Orchestia gammarellus* sur les prairies halophiles.

Le tableau 8 ou sont indiqué les rapports des nombres d'adultes sur les nombres de jeunes, obtenus au niveau de chaque station pour les deux méthodes d'échantillonnage, nous permet de constater que celles-ci nous donnent des résultats comparables.

Stations	FN 7	FN 2	FN 5	V 6	FN m
Captures par piègeages	0.24	0.36	1.43	0.35	0.53
Captures par biocénomètres	0.24	0.40	1.27	0.52	0.40

Tableau 8: Rapport du nombre d'adultes sur le nombre de juvéniles I, obtenus par deux méthodes d'échantillonnages (piégeage Barber et prélèvements de sols).

Ce tableau souligne de plus, un défaut de juvéniles I, au niveau de la station FN 5, ce fait est à mettre en relation avec l'importance des densités d'individus de ce stade aux niveaux des substrats des mares temporaires et correspond à une localisation préférentielles des femelles adultes en phases de reproduction.

Les résultats obtenus grâce au piégeage sont donc, ici aussi, conforme à la réalité de terrain : l'abondance relative des juvéniles I, portés par les femelles, peut être estimée grâce au piégeage.

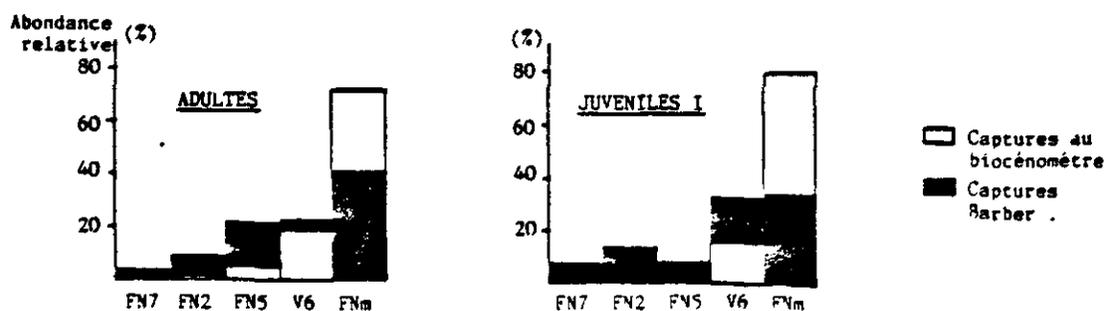


Fig. 12 : Comparaison pour 5 stations des captures d'*Orchestia gammarellus* adultes et juvéniles I, en fonction de la méthode d'échantillonnage utilisée.

III) ANALYSES DES ROLES DES FACTEURS DU MILIEU DANS LES DISTRIBUTIONS DES *ORCHESTIA* EN BAIE DU MONT-ST-MICHEL.

a) *Orchestia mediterranea*.

Les répartitions de cette espèce dans la baie apparaissant ici comme très conformes aux données établies par divers auteurs : JACQUET (1949) pour les Côtes de Normandie, AMANIEU (1969) pour le bassin d'Arcachon, WILDISH (1970) pour les estuaires de la côte sud de l'Angleterre et DEN HARTOG (1963) pour l'estuaire du Rhin : *O. mediterranea* est une espèce caractéristique de la haute-slikke, où elle recherche les milieux abrités (touffes de graminées et fissures). La répartition de cette espèce vers le haut de l'estran, est, en baie du Mont-Saint-Michel, limitée aux zones les plus fréquemment submergées par la marée ; celles-ci correspondent d'après nos estimations, à des substrats submergés par des coefficients compris entre 60 et 85. (fréquence de submersions de 50 à 18 % des marées) et en conséquence à des zones à salinité élevée. (toujours supérieure à 18 ‰), et régulièrement humidifiée. (même en périodes estivales de mortes eaux) ; par contre, les sols y sont relativement secs entre les périodes de submersion. (de 30 à 70 %). Les maximas de densité observées dans les milieux, correspondent à des concentrations d'individus dans les substrats (microfalaises des criches), ou dans les touffes de graminées (Genet, Le Vivier).

L'extension de cette espèce sur les prairies de bas schorres, ne paraît de même possible qu'aux niveaux des prairies susceptibles d'être submergées en période estivale. (station V 3 du Vivier), la station FN 2, plus haute et non submergée en juin, juillet n'est colonisée que par *O. gammarellus*. De plus, les stations V 4 et V 5, au substrat beaucoup plus humides que V 2 et V 3, au printemps comme en été, mais nettement moins régulièrement submergées par le flot. (moins de 17 % des marées), sont largement dominées par *O. gammarellus*, ce qui s'oppose aux données de DEN HARTOG (1963), qui considère que c'est le taux d'humidité élevé d'une station qui permet à *O. mediterranea* de se maintenir au détriment de son concurrent.

Par contre, cet auteur remarque que le fait qu'*O. mediterranea* soit en limite nord de répartition dans nos régions, peut expliquer le peu de compétitivité de cette espèce vis-à-vis *O. gammarellus*.

En zone méditerranéenne, *O. mediterranea* domine numériquement celle-ci sur les schorres et les hautes slikkes (ELKAIM, 1974).

L'influence conjointe d'humectations régulières et d'un substrat dénudé induisant un microclimat propice, paraît déterminant pour le maintien de populations importantes d'*O. mediterranea*, cependant l'influence du facteur trophique est inconnu, le régime alimentaire de cette espèce n'ayant pas été étudiée.

De plus, cette espèce est indirectement favorisée par le pâturage, qui induisant les couverts ras, très défavorable à *O. gammarellus* sur le schorre même, réduit la concurrence éventuelle avec cette espèce au niveau des bas schorres (en particulier au niveau des microfalaises), le problème des ressources trophiques disponibles se pose alors, ce type de milieu étant peu riche en lasses organiques.

b) *Orchestia gammarellus*.

Nous avons constaté, dans les chapitres précédents que les concentrations maximales *O. gammarellus* dépendaient de milieux à couvert végétal important, ou, en périodes estivales, de structures abris de types fissures. Nous avons de même démontré que les abondances relatives des captures par pièges Barber, témoignent des niveaux d'abondances de cette espèce dans les divers types de prairies, pour les zones aux densités importantes, l'incertitude est cependant plus importante, l'influence du couvert, (Obione ou Puccinellies), devenant alors déterminant. (à captures égales les densités sous Obiones sont plus faibles).

Ceci nous permet d'analyser dans les grandes lignes, les corrélations pouvant exister entre les niveaux de captures totales et les variations des principaux facteurs du milieu.

Ces stations les plus riches correspondent aux schorres à Puccinellies non broutés et à Obione, aux recouvrements maxima (100 %) et à végétation touffue (hauteurs supérieures à 10 cm). Diverses autres associations sont colonisées, en particulier : les formations à *Scirpus maritimus*, les pelouses à *Agrostis* et *Juncus* ; les ceintures d'*Agropyrum* de hauts schorres et les Sportinaires de bas schorres. Par contre, les pelouses sèches à *Festua rubra* et les *Puccinellietum* en tapis ras sont très peu peuplés, il en est de même pour la phragmitaie de Genêts. Ces observations sont en accord avec celles de DEN HARTOG (1963), qui constate qu'*O. gammarellus* est largement répandu dans les diverses associations végétales des schorres.

Cette hiérarchie d'abondance dans les divers convertis végétaux, correspondent à une préférence pour les prés salés non broutés caractéristiques, nous permet de constater que parallèlement, les populations d'*O. gammarellus* de ces biotopes vivent sur des sols aux salinité variées (de 10 à 28 ‰), correspondant à un éventail de fréquence de submersion de même important (marées recouvrantes variant de 20 à 5 % des marées totales). Des plus, des populations non négligeables se maintiennent sur les très hauts schorres (station Mm, RTm, RT 8), sur des sols déssalés (de 1 à 5 ‰) et recouverts rarement par la mer (fréquences inférieures à 2 %), si ces milieux conservent une certaine humidité en période estivale.

Hauteur du tapis végétal dominant (cm) .

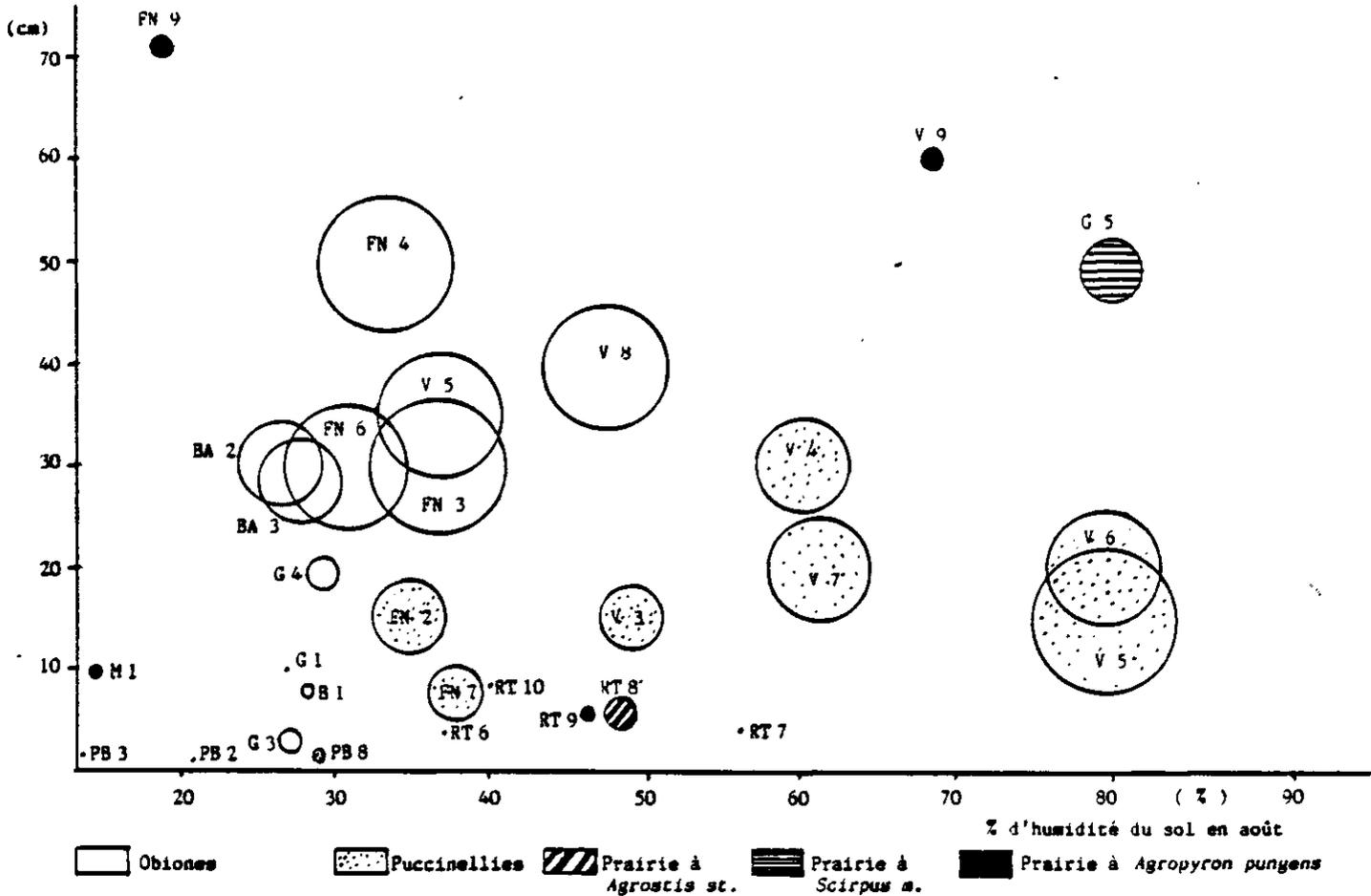


Fig. 13: Importances relatives des captures d'*Orchestia gammarellus* au niveau de diverses stations des schorres, en fonction des humidités minimales des sols et des hauteurs et natures des couverts végétaux .

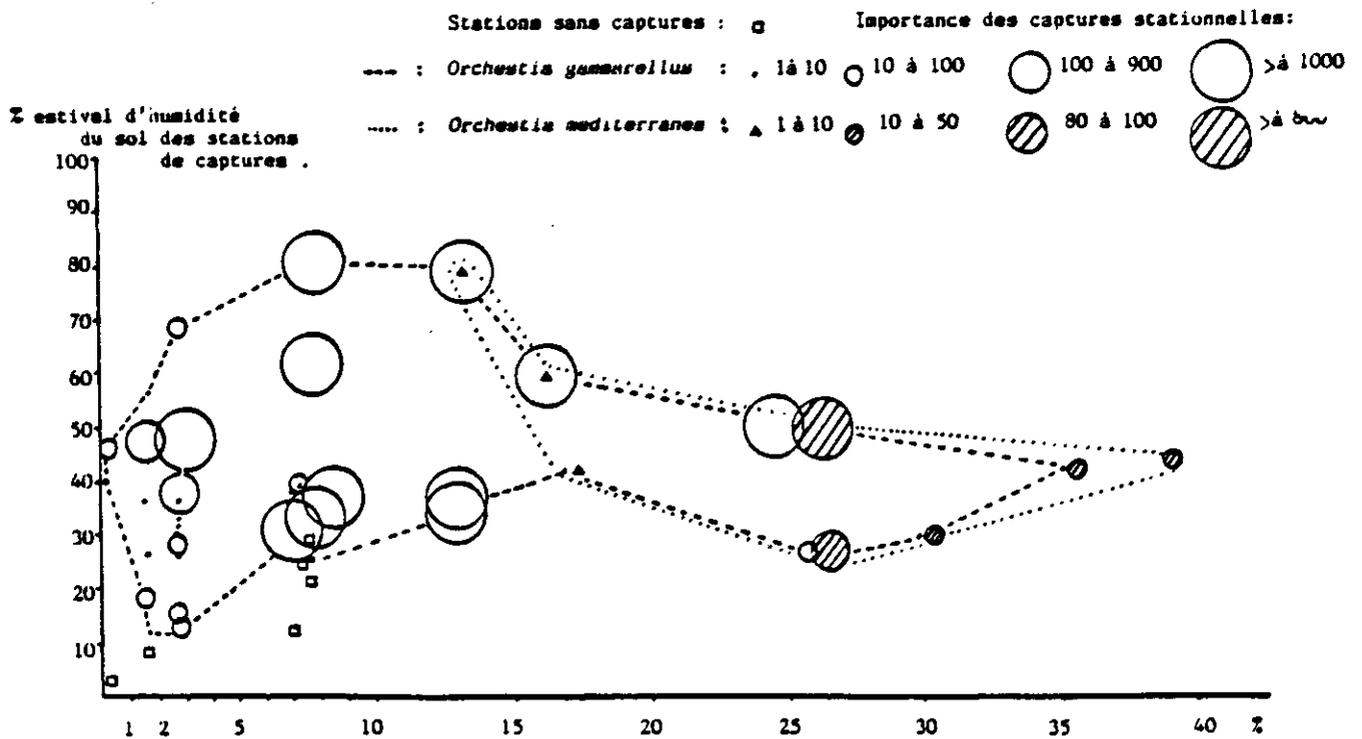


Fig. 14 : Importances des captures d'*Orchestia* , en fonctions du pourcentage d'humidité estivale et de la fréquence de submersion des stations de captures .

L'influence du facteur hydrique paraît donc ici déterminante, nous avons déjà constaté que le *Puccinellietum* primaire du Vivier, très hydromorphe contient un peuplement plus dense que celui de Ferme-Neuve, correspondant à un milieu toujours plus sec.

La figure nous indique qu'au Vivier les variations des abondances de capture d'*O. gammarellus* sur les prairies à Puccinellies, sont parallèles au niveau d'humidité estival des sols. Par contre, la station V 8. (Obiones), toujours plus sèche capture proportionnellement plus d'individus que les zones graminéennes voisines plus humides. Il en est de même à Ferme-Neuve, où les pièges sous couvert d'Obione (stations FN 3 à FN 6), capturent plus d'individus que les zones riches en graminées (FN 2 et FN 7) pour les valeurs d'humidité estivales comparables, (ce qui est confirmé par des différences de densité). La figure 13 permet de même de situer les stations aux captures les plus importantes, en fonction des natures des couverts végétaux, de leurs hauteurs, et de l'humidité estivale des tangles, (voir de même la figure 14).

Au sein d'une même couverture végétale, l'humidité estivale (minimale), du sol est corrélée avec l'importance des captures annuelles. Les couverts d'Obiones induisent des captures plus importantes pour des densités plus faibles que celles des couverts de Puccinellies. L'hétérogénéité des zones à Obiones (refuges estivaux ou hivernaux), et l'importance du couvert (induisant un microclimat plus stable), augmente les potentialités d'accueil de ces milieux.

IV) CONCLUSIONS.

L'analyse des distributions de captures et des répartitions spatio-temporelles des *Orchestia* des schorres de la baie du Mont-Saint-Michel ne constitue qu'une première étape permettant d'évaluer l'importance qualitative et quantitative de ces populations dans les divers faciés de ces milieux littoraux .

En complément à cela , il est nécessaire de développer des expérimentations permettant de définir les rôles précis de ces espèces dans les processus de biodégradations des matières organiques produites par les biocénoses littorales .

Ce type de problèmes a essentiellement été étudié par divers auteurs américains et ont eu pour objet l'espèce néartique *Orchestia grillus* , caractéristique des associations à Spartines du littoral Américain (LOPEZ and all , 1977 ; DAIBER , 1982 ; THOMPSON , 1984) . Ces auteurs ont démontré que les *Orchestia* consomment en priorité les micro-organismes dégradant les litières de Spartines et secondairement les végétaux en décomposition ; l'action des *Orchestia* (dilacération des détritits) stimulant en retour l'activité métabolique des bactéries et augmentant leur biomasse dans les détritits . La figure 15 (d'après LOPEZ and all , 1977) , résume les diverses interactions existant entre les *Orchestia* , la microflore et les détritits .

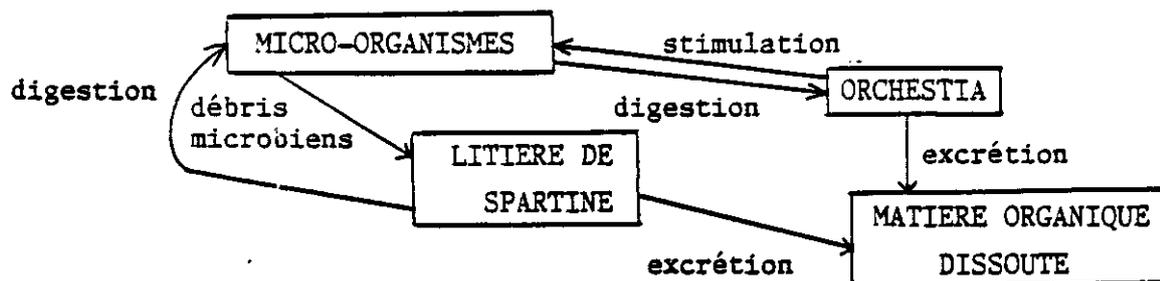


Fig. 15 : Modèle détaillant les interactions entre les *Orchestia* la litière de Spartine et la microflore associée à celle ci ; d'après LOPEZ and all , (1977) .

Bien que les régimes alimentaires des *Orchestia* Européens vivant au sein des prairies halophyles n'ait jamais été étudiés sous cet angle , le schéma précédent peut constituer une base de réflexion pour l'analyse des interactions litière d'halophytes - *Orchestia* et permettre de définir les voies de recherches à développer .

Orchestia mediterranea , espèce dont la biologie est peu connue , présente comme nous venons de le voir , des populations importantes au niveau de trois faciés différant par leurs conditions de milieu et leurs végétations . Ces milieux constituent des zones de référence ou les interactions populations-milieu peuvent être analyser :

- Spartinaie de haute-slikke de Genêts , biotope caractéristique de l'espèce ;
- micro-falaises des criches des prairies rases de Polder-Bertrand , ou existe une population relativement dense de cette espèce ;
- bas-schorre du transect du Vivier-sur-Mer , ou les deux espèces d'*Orchestia* cohabitent , ce qui permet d'aborder les problèmes liés à la concurrence inter-spécifique .

Ce même type de recherches doit être entreprit pour *Orchestia gammarellus* en priorité au niveau des ceintures végétales ou cette espèce présente des populations importantes : *Puccinellietum* primaire du Vivier (station V 5 ou V 6) , et *Obionetum* de Ferme-Neuve (stations FN 3 à FN 5 , ce qui correspond dans les deux cas aux zones d'études de la productivité primaire) .

L'étude des interactions litières-Amphipodes necessite la connaissance de différents paramètres relatifs aux populations en places et à leurs préférendum trophiques :

- suivis annuels des densités des différents stades et de leurs micro-localisations .
- estimation des pourcentages relatifs de microflore et de débris végétaux ingérés pour chaque espèce et dans chaque milieux ..

En compléments à ceci , des études correspondant à diverses spécialités peuvent être intégrés à se schémas :

- modalité de dégradation des litières des différents halophytes;
- importances des populations microbiennes associées à ces débris ;
- importances des exportations de débris et de matières organiques particulières vers l'estran .

Les mesures de ces divers paramètres , au niveau des stations types , caractéristiques des couvert végétaux dominants sur les schorres , permettrat d'évaluer et d'inclure le rôle des populations d'*Orchestia* dans les flux de matières organiques transitant entre les schorres et les slikkes , et donc contribuer à l'analyse globale des relations entre prairies d'halophytes et estran vaseux .

BIBLIOGRAPHIE

ALLAIN G., 1966 -

Recherches préliminaires à l'étude de la faune entomologique estivale des marais salants de la presqu'île Guérandaise .

D.E.S.S., Nantes : 1-134.

AMANIEU M., 1967 -

Recherches écologiques sur les faunes des plages abritées et des étangs saumâtres de la région d'Arcachon .

Thèse Doct. Fac. Sci., Bordeaux : 1-270 .

BIGOT L., 1965 -

Essaie d'écologie quantitative sur les Invertébrés de la "sansouire" Camarguaise .

Mém. soc. Zool. Fr., 34 : 1-100 .

BIGOT L., 1983 -

Contribution à l'étude des peuplements des Invertébrés de milieux extrêmes : la plage et les dunes vives des côtes de la Bretagne .

In : Contribution à l'étude des peuplements des Invertébrés des milieux extrêmes : la plage et les dunes vives des côtes Françaises .

Rapport Minist. Envir. Cadre de Vie , Miss. Et. Rech., contrat 79/97 : 1-246 .

BIGOT L. et GAUTHIER G., 1981 -

Originalité et intérêts écologiques de la communauté ripicole et pélophile de surface .

Bull. Mus. His. Nat. MArseille, 41 : 13-30 .

BRO LARSEN E., 1951 -

Studies on the soil fauna of Skallingen .

Oikos , 3 : 166-192 .

CAMERON G.N., 1972 -

Analysis of Insect trophic diversity in two salt marsh communities.

Ecology , 53 , 1 : 58-78 .

CANARD A., 1984 -

Contribution à la connaissance du développement , de l'écologie et de l'éco-physiologie des Aranéides de landes Armoricales .

Thèse Doct. état , Rennes : 1-389 .

- CANSELA DA FONSECA J.P , 1965 -
 L'outil statistique en biologie du sol . I . Distribution de fréquence et tests de significations .
Rev. Ecol. Biol. Sol , 2 , 3 : 299-332 .
- CAUSSANEL C. , 1962 -
 Observations écologiques et éthologiques sur une Cicindèle littorale *Cylindera trisignata* Lat. et Dej. race *Atlantica* Barthe (Coléoptère *Cicindelidae*) .
P. v. Soc. Linn. Bordeaux , 99 : 126-132 .
- CHARNIAUX-COTTON H. , 1956
 Croissance, régénération et déterminisme endocrinien des caractères sexuels d'*Orchestia gammarella* (Pallas) Crustacé Amphipode .
 Thèse Doct. Fac. Sci. Paris : 1-559 .
- CHEVREUX E. et FAGE L. , 1925 -
 Faune de France : Amphipodes .
 Lechevalier p. édit. Paris .
- DAIBER F.C. , 1982 -
 Animals of the Tidal Marsh .
 Van Nostrand Reinhold Co., New York and London : 1-422 .
- DAVIS L.V. et GRAY I.E. , 1966 -
 Zonal and seasonal distribution of Insects in north Carolina salt marshes .
Ecol. Monogr. , 36 : 275-295 .
- DRACH A., BENEST G. et CANSELA DA FONSECA J.P., 1981-
 Analyse comparative de différents types de pièges basée sur l'étude de deux peuplements de Carabiques (Col. Carabidae).
Rev. Ecol. Biol. Sol , 18 , 1 : 91-114.
- DUNCAN K.W., 1969 -
 The ecology of two species of terrestrial Amphipoda (Crustacea: Family *Talitridae*) living in waste grassland.
Pedobiologia , 9 : 323-341 .
- ELKAIM B., 1974 -
 Contribution à l'étude d'un estuaire atlantique marocain : l'estuaire du Bou Regreg .
 Thèse Doct. Univ. Bordeaux, I, 2 ème partie : 1-342 .
- ELLIOTT J.M., 1971 -
 Some Methods for the Statistical Analysis of sample of Benthic Invertebrates .
Freshwater biological association , Scientific Publication N°. 25 : 1-144 .

EVANS P.D., RUSCOE C.N.E. et TREHERNE J.E., 1971 -

Observation on the Biology and submergence behaviour of some littoral Beetles.
J. Mar. Biol. Ass. U. K. , 51 : 375-386 .

FOSTER W.A. et TREHERNE J.E., 1976 -

Insects of marines salt-marshes : problems and adaptations .

In : *Marine Insects*, Cheng L. Edit., Amsterdam and Oxford, North-Holland Publishing Company : 5-42 .

FOUILLET P., 1981 -

Contribution à l'étude des peuplements de Carabiques des vases salées, (cas de l'herbu de la baie du Mont-Saint-Michel).

D.E.A. Eco-Ethologie, Rennes : 1-70.

FOUILLET P., 1984 -

Les peuplements de Carabiques des vases salées de la baie du Mont-Saint-Michel .

Contrat C.C.E. 608 ENV F (SD) , *Minist. Env.* , *Mis.Étu.Rec.*, *Lab. Evol. Syst. Nat. Mod. MNHN* , *Faculté des Sciences* , Rennes : 1-79 .

GAUTHIERS G., 1977 -

Etude écologique des communautés de Tréhidés ripicoles halophiles en Camargue laguno-marine .

Thèse 3^{ème} cycle Doct. Spécialité Ecologie Méditerranéenne .

GUILLON L.M., 1984 -

Les schorres de la baie du Mont Saint-Michel . Unités de végétation et facteurs du milieu .

Contrat C.C.E. 608 ENV F (SD), *Minis.Env.*, *Lab.Evol.Syst.Nat.Mod.MNHN*, Rennes .

HAECK J., 1971 -

The immigration and settlement of Carabids in the new Isselmeer Polders .

In : *Dispersal and dispersal power of Carabids Beetles* , *Miscellaneous papers 8* , *Landbouwhogeschool* , *Wageningen The Netherlands* :33-52.

HARTOG C. den , 1963 -

The Amphipods of the deltaic region of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt in relation to the hydrography of the area . Part II : the Talitridae .

Neth. J. Sea Res., 2 ,(1): 40-67 .

HEALY B., 1975 -

Fauna of the salt marsh , North Bull island , Dublin .

Prog. R.I.A., 75 b : 225-244 .

HEEDT P.F. et BONGERS W., 1967-

A biocenological investigation of salt marshes on the south coast of the isle of Terschelling .

Tijdschelling voor Entomologie, 110 ,(6): 107-131 .

HEYDEMANN B., 1977-

Responses to animals to spatial and temporal environmental heterogeneity within salt marshes .

In : Ecological processes in coastal environments . Jefferies R.L. and Davy A.J. Edit., Blackwell Scientific Publications : 145-163 .

HOFFMANN M., 1950-

Faune de France 52 : Coléoptères Curculionides .

Lechevalier P. Edit., Paris .

JACQUET J., 1949 -

Recherches écologiques sur le littoral de la Manche . Les prés salés et la Spartine de Townsend, les estuaires, la tanguie .

Encyclop. Biogéogr. et Ecol., Lechevalier P. Edit., Paris .

KNEIB R.T., 1982 -

Habitat preference , predation and the intertidal distribution of Gammaridean Amphipods in a north Carolina salt marsh.

Exp. Mar. Biol. Ecol., 59 ,(2-3): 219-230 .

LACHAUX A., 1982 -

Biologie ecologie d'*Orchestia gammarellus* (Pallas), utilisation à des fins de nutrition en aquaculture.

D.E.A. Ecologie-éthologie et aménagement, Rennes : 1-40 .

LAGARDERE J.P., 1966 -

Recherches sur la biologie et l'écologie de la macrofaune des substrats meubles de la côte des Landes et de la côte Basque .

Bull. cent. Etud. Rech. scient. Biarritz, 6 (2): 143-209.

LECORDIER C., 1969 -

Observations sur les Cicindèles de la baie du Mont-Saint-Michel .

L'Entomologiste, 25 (1-2) : 15-19 .

LINCOLD R.J., 1979 -

British Marine Amphipoda : *Gammaridea* :

British Museum , London .

LOPEZ G.R., LEVINTON J.S et SLOBODKIN L.B., 1977 -

The effect of grazing by the detritivore *Orchestia grillus* on *Spartina* litter and its associated microbial community .

Oecologia , 30 : 111-127 .

LOUIS M., 1971 -

Evolution d'une population d'*Orchestia gammarella* (Pallas) de l'île de Bailleron (Golfe du Morbihan) d'octobre 1969 à décembre 1970 .

D.E.A. Biologie Animale , Montpellier .

LOUIS M., 1977 -

Etude des populations de Talitridés des étangs littoraux méditerranéens .

I-Variations des effectifs au sein des différentes phases et interprétation .

II-Identification des cohortes , cycles et fécondité .

Bull. Ecol., 8 (1) : 63-74 et 75-86 .

LUFF M.L., 1975 -

Some features influencing the efficiency of pitfall traps .

Oecologia , 19 : 345-357 .

MARPLES T.G., 1966 -

A radionuclide tracer study of Arthropod food chains in a *Spartina* salt marsh ecosystem .

Ecology , 47 : 270-277 .

MEIJER J., 1974 -

A comparative study of the immigration of Carabids into a new polder .

Oecologia , 16 (3) : 185-208 .

MEIJER J., 1980 -

The development of some elements of the Arthropod fauna of a new polder .

Oecologia , 45 (2) : 220-235 .

PAYNE K.T., 1972 -

A survey of the *Spartina* feeding Insects in Poole Harbour , Dorset .

Entomologist's mon. Mag. , 108 : 66-79 .

PHILIPPOT Y., 1985 -

Contribution à l'étude des populations de deux crustacés Amphipodes des schorres de la Baie du Mont-Saint-Michel : *Orchestia gammarella* (Pallas) et *Orchestia mediterranea* Da Costa .

D.E.A. Ecologie-éthologie aménagement , Rennes : 1-38 .

PHILLIPS N.W., 1979 -

The relative importance of bacterial and fungal biomass and *Spartina* organic matter in the nutrition of two species of salt marsh Amphipods .

Biol. Bull. Mar. Biol. Lab., Woods Hole, 157 (2) : 389 .

- RANWELL D.S., 1975 -
Ecology of salt marshes and sand dunes .
Chapman and Hall Edit., London : 1-257 .
- RICHARD L., 1982 -
Contribution à l'étude des Coléoptères de landes , évolution d'un peuplement après incendie .
Thèse 3^{ème} cycle Ecologie , Rennes 1-148 .
- RICOU G., 1967 -
Etude biocénotique d'un milieu naturel : la prairie permanente paturée .
Thèse doct. Ing., Paris : 1-154 .
- RIESTMA C.S., VALIELA I. et SYLVESTER-SERIANNI A., 1982 -
Food preferences of dominant salt marsh herbivores and detritivores .
Mar. Ecol., 3 (2) : 179-189 .
- SALMON J., 1959 -
Contribution à la biologie des eaux saumâtres:étude bionomique de la partie terminale de la rivière l'Ic à Binic (côtes du nord).
Bul. Soc. Sci. Bretagne , 34 : 81-126 .
- SOELEN J. van et MARKUSS M.M., 1983 -
Notes on the distribution of some Insects species living in the stems of *Aster tripolium* L. (Compositae) .
Entomologische Berichten , 43 (1-VIII) : 124-127 .
- STEBBINGS R.E., 1971 -
Some ecological observations on the fauna in a tidal marsh to woodland transition.
Proc. Trans. Entomol. Soc., 4 : 83-88 .
- SUDD J.H., 1972 -
The distribution of Spiders at Spurn Head (E.Yorkshire) in relation to flooding .
J. Anim. Ecol. , 41 (1) : 63-70 .
- TEAL J.M., 1962 -
Energy flow in the salt marsh ecosystem of Georgia .
Ecology, 43 : 614-624 .
- THIELE H.U., 1977 -
Carabid beetles in their environments .
Zoophysiology and Ecology 10 , Springer Verlag Edit. , Berlin, 1-362 .

THOMPSON L.S., 1984 -

Comparaison of the diets of the tidal marsh Snail *Melampus bidentatus* and the Amphipode *Orchestia grillus* .
Nautilus , 98 (1) : 44-53 .

VERDIER P. et QUEZEL P., 1951 -

Les populations de Carabiques dans la région littorale Languedocienne , leurs rapports avec le sol et sa couverture végétale .
Vie et Milieux , 2 : 69-94 .

VINCE S.W., VALIELA I. et TEAL J.M., 1981 -

An experimental study of the structure of herbivorous Insects communities in a salt marsh .
Ecology , 62 (6) : 1662-1678 .

WILDISH D.J., 1970a -

Some factors affecting the distribution of *Orchestia* Leach in estuaries.
J.Exp. Mar. Biol. Ecol., 5 : 276-284 .

WILDISH D.J., 1970b -

Polymorphism in *Orchestia mediterranea* Da Costa. (Amphipode , Talitridé) .
Crustaceana , 19 (2) : 113-118 .

WILDISH D.J., 1979 -

Reproductives consequences of the terrestrial habits in *Orchestia* (Crust. Amphipode).
Int. J. Invertebr. Reprod., 1 (1) : 9-20 .

WILLIAMSON D.I., 1951 -

On the distinctive characters of *Orchestia mediterranea* (Da costa) and *Orchestia gammarella* (Pallas) .
Rep. Dove. Mar. Labo. Ser., 3 : 63-65 .

ANNEXES

TABLEAUX 9-25

Tableau 9 : Transect du Vivier-sur-Mer : détails des captures d'Arthropodes obtenues par piégeage Barber au niveau des neuf stations de ce schorre (en 1984).

N.D : espèces non déterminées . Ab. rel : Abondance relative

GROUPES	ESPECES	STATIONS	V 1	V 2	V 3	V 4	V 5	V 6	V 7	V 8	V 9	TOTAUX	Ab. rel
Amphipodes	<i>Orchestia mediterranea</i> (adultes)		22	37	835	8	3	0	0	0	0	905	1.80
	<i>Orchestia gammarellus</i> (adultes)		0	6	1024	2212	4874	3330	2278	3653	89	17466	35.30
	<i>Orchestia</i> sp. (juvéniles II & intermédiaires)		14	12	173	379	531	246	39	66	11	1471	3.00
	<i>Orchestia</i> sp. (juvéniles I)		0	21	3999	7835	7570	4554	1831	1661	12	27483	55.60
Isopodes	Oniscoïdes (totaux)		0	0	0	0	0	0	0	0	122	122	0.20
Arachnides	Aranéides (totaux)		22	80	129	163	101	111	149	100	57	912	1.80
Coléoptères	Carabiques (totaux)		12	59	79	62	129	327	85	192	16	962	1.90
	Staphylins (totaux)		0	1	5	2	0	4	3	7	8	30	0.06
	Autres Coléoptères (totaux)		7	13	3	7	3	5	15	26	20	99	0.
	Larves de Carabiques (totaux)		3	3	2	3	3	2	1	0	7	24	0.05
Staphylins (détails des captures par familles)	<i>Aleocharidae</i>		-	1	4	-	-	4	2	-	-	11	0.02
	<i>Tachyporidae</i>		-	-	1	2	-	-	-	-	4	7	0.01
	<i>Oxytelidae</i>		-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	0.00
	<i>Stenidae</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0.00
	<i>Staphylinidae</i> (N.D)		-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0.00
	<i>Targius</i> (<i>Paratargius</i>) <i>scar</i>		-	-	-	-	-	-	1	6	2	9	0.02
<i>Siilphidae</i>	<i>Phosphaga atrata</i>		-	-	-	-	-	1	-	4	10	15	0.02
<i>Pselephidae</i>	TOTAUX		-	-	-	-	-	-	-	16	5	21	0.05
<i>Hydrophilidae</i>	<i>Helophorus</i> sp.		-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0.00
<i>Hydraenidae</i>	<i>Ochthebius</i> sp.		-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	0.00
<i>Aethicidae</i>	<i>Aethicus</i> sp.		-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	0.00
<i>Cryptophagidae</i>	<i>Atomaria</i> sp.		-	-	-	-	-	4	13	6	4	27	0.05
<i>Heteroceridae</i>	<i>Heterocerus sariticus</i>		7	13	1	5	2	-	-	-	-	28	0.05
<i>Coccinellidae</i>	Larves		-	-	2	2	1	-	-	-	-	5	0.01

Tableau 10 : Transect de Polder-Bertrand ; détails des captures d'Arthropodes obtenues par piégeage Barber en 1984 au niveau des neuf stations de ce schorre .

N.D : espèces non déterminées

GROUPES	ESPECES	STATIONS	PB 1	PB 2	PB 3	PB 4	PB 5	PB 6	PB 7	PB 8	PB 9	TOTAUX	%
Amphipodes	<i>Orchestia mediterranea</i> (adultes)		92	2	0	0	0	0	0	0	0	94	4.10
	<i>Orchestia gammarellus</i> (adultes)		12	0	11	0	3	5	3	28	2	64	2.30
	<i>Orchestia</i> sp. (intermédiaires & juvéniles II)		15	7	58	4	8	0	4	24	1	121	5.28
	<i>Orchestia</i> sp. (juvéniles I)		8	0	0	0	0	0	0	4	0	12	0.52
Arachnides	Aranéides (totaux)		63	169	138	82	77	28	17	15	22	611	26.66
Coléoptères	Carabiques (totaux)		73	120	157	151	91	110	97	52	124	975	42.54
	Staphylins (totaux)		8	2	26	11	18	40	13	19	24	161	7.02
	Autres Coléoptères (totaux)		12	12	17	21	33	29	37	16	38	215	9.38
	Larves de Carabiques (totaux)		3	5	11	2	4	3	6	1	4	39	1.70
Staphylins (détails des captures)	<i>Aleocharidae</i>		7	2	25	10	17	40	12	17	24	154	6.71
	<i>Oxytelidae</i> (<i>Bledius</i> sp.)		1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.04
	<i>Staphylinidae</i> (<i>Lechrobium</i> sp.)		-	-	1	-	-	-	-	2	-	3	0.13
	<i>Staphylinidae</i> (<i>Psephenus</i> sp.)		-	-	-	1	1	1	-	-	-	3	0.13
<i>Psephenidae</i>	N.D		-	-	1	1	-	1	-	-	-	3	0.13
<i>Hydrophilidae</i>	<i>Helophorus</i> sp.		-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	0.04
<i>Hydraenidae</i>	<i>Ochthebius</i> sp.		1	-	1	-	-	-	-	-	-	2	0.08
<i>Scarabaeidae</i>	<i>Aphodius</i> sp.		1	1	3	-	1	-	-	1	3	10	0.44
<i>Anthicidae</i>	<i>Anthicus</i> sp.		-	1	5	4	7	3	23	7	17	67	2.92
<i>Cryptophagidae</i>	<i>Atomaria</i> sp.		-	-	-	2	4	2	1	-	5	14	0.61
<i>Lathridiidae</i>	<i>Corticaria</i> sp.		-	1	1	9	9	12	4	4	6	46	2.00
<i>Heteroceridae</i>	<i>Heterocerus flexuosus</i>		3	1	1	-	-	1	-	1	-	7	0.30
	<i>Heterocerus saritimus</i>		5	7	2	-	-	1	1	-	-	16	0.70
<i>Coccinellidae</i>	<i>Coccinella undecimpunctata</i>		2	1	1	2	11	6	2	1	4	30	1.30
	Larves		-	-	-	2	-	3	6	2	2	15	0.65
<i>Chrysomelidae</i>	<i>Halictini</i> N.D		-	-	-	1	-	-	-	-	1	2	0.08
<i>Curculionidae</i>	<i>Eusomus saepecola</i>		-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	0.08
Hyménoptères	Chalcidiens		-	-	-	40	320	122	110	70	89	751	//
Homoptères	<i>Cicadellidae</i>		-	-	23	10	-	25	32	38	28	156	//
Hétéroptères	<i>Saldidae</i>		10	7	2	5	2	1	1	1	-	29	//

Tableau 11: Transect de Ferme-Neuve ; détails des captures d'Arthropodes obtenues par piégeage Barber, en 1984, au niveau des neuf stations de ce transect.

N.D : Espèces non déterminées. % : abondance relative.

GROUPES	ESPECES	STATIONS	FN 1	FN 2	FN 3	FN 4	FN 5	FN 6	FN 7	FN 8	FN 9	TOTAUX	%
Amphipodes	<i>Orchestia mediterranea</i> (adultes)		18	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0.05
	<i>Orchestia gammarellus</i> (adultes)		7	1314	4298	4072	3559	3581	772	3	81	17687	44.13
	<i>Orchestia</i> sp. (juvéniles II & intermédiaires)		0	65	269	343	297	241	30	1	84	1330	3.32
	<i>Orchestia</i> sp. (juvéniles I)		0	1828	2897	1883	953	4131	1249	0	61	13002	32.44
Isopodes	Oniscoides (totaux)		0	0	0	0	0	0	0	0	220	220	0.55
Arachnides	Aranéides (totaux)		14	215	198	138	126	256	198	134	23	1302	3.25
Insectes	Carabiques (totaux)		141	445	2297	2508	660	143	85	2	27	6308	15.74
Coléoptères	Staphylinins (totaux)		1	6	4	10	6	2	8	6	14	57	0.14
	Autres Coléoptères (totaux)		2	11	10	6	19	15	18	14	35	130	0.32
	Larves de Carabiques		0	2	3	4	3	0	2	6	2	22	0.05
Staphylinins (détails des captures par famille & espèces)	<i>Aleocharidae</i>		1	3	-	2	-	1	4	-	-	11	0.03
	<i>Astilbus canaliculatus</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	7	7	0.02
	<i>Tachyporidae</i>		-	-	-	1	1	1	-	-	-	3	0.00
	<i>Stenidae</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0.00
	<i>Staphylinidae</i>		-	1	-	1	-	-	-	-	1	3	0.00
	<i>Paederus</i> sp.		-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	0.00
	<i>Lathrobium</i> sp.		-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0.00
	<i>Targius (Paratargius) acer</i>		-	-	-	2	2	1	1	-	2	8	0.02
<i>Silphidae</i>	<i>Phosphaga atrata</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	11	11	0.03
<i>Psephenidae</i>	N.D (totaux)		-	-	-	3	-	-	1	1	11	16	0.04
<i>Hydraenidae</i>	<i>Ochthebius</i> sp.		-	-	-	-	2	-	2	-	-	4	0.01
<i>Scarabeidae</i>	<i>Aphodius</i> sp.		-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	0.01
<i>Elateridae</i>	N.D (totaux)		-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	0.01
<i>Cryptophagidae</i>	<i>Atomaria</i> sp.		-	-	-	2	15	15	14	13	-	59	0.15
<i>Heteroceridae</i>	<i>Heterocerus maritimus</i>		-	-	3	-	-	-	-	-	-	3	0.00
<i>Coccinellidae</i>	<i>Coccinella undecimpunctata</i>		-	-	-	-	-	-	1	-	1	2	0.00
	Larves N.D		1	9	-	-	-	-	-	-	-	10	0.02
<i>Curculionidae</i>	<i>Eusomus salsicola</i>		1	2	7	1	2	-	-	-	-	13	0.03
	Autres espèces N.D		-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	0.00

Tableau 12 : Transect de Roche-Torin ; détails des captures d'Arthropodes obtenues par piégeage Barber, en 1984 , au niveau des dix stations de ce transect .

N.D.: Espèces non déterminées. % : Abondance relative.

GROUPES	ESPECES	STATIONS	RT 1	RT 2	RT 3	RT 4	RT 5	RT 6	RT 7	RT 8	RT 9	RT 10	TOTAUX	%
Amphipodes	<i>Orchestia gammarellus</i> (adultes)		0	0	0	0	0	1	4	230	24	6	265	6.59
	<i>Orchestia</i> sp. (juvéniles II & intermédiaires)		1	1	0	0	0	0	0	38	3	5	48	1.19
	<i>Orchestia</i> sp. (juvéniles I)		0	0	0	0	0	0	0	29	2	11	42	1.04
Isopodes	Oniscoides (totaux)		0	0	0	0	53	0	0	0	0	1	54	1.34
Arachnides	Aranéides (totaux)		65	32	42	54	21	77	128	134	199	136	888	22.10
Coléoptères	Carabiques (totaux)		830	631	69	64	22	17	0	8	19	6	1666	41.46
	Staphylins (totaux)		48	60	17	7	10	11	2	2	6	7	170	4.23
	Autres Coléoptères (totaux)		53	74	55	222	100	67	9	90	86	35	791	19.69
	Larves de Carabiques (totaux)		55	29	9	0	0	0	0	0	0	1	94	2.34
Staphylins (détails des captures par familles et espèces)	Aleocharidae (totaux)		13	24	6	4	6	11	2	-	3	4	73	1.82
	Tachyporidae (totaux)		2	-	-	-	3	-	-	-	-	-	5	0.12
	<i>Bledius unicornis</i>		32	34	1	-	-	-	-	-	-	-	67	1.67
	<i>Bledius tricornis</i>		-	1	8	-	-	-	-	-	-	-	9	0.22
	Staphylinidae (totaux N.D)		1	1	2	3	-	-	-	1	2	3	13	3.23
	Staphylinidae (<i>Paederus</i> sp.)		-	-	-	-	1	-	-	1	1	-	3	0.07
Silphidae	N.D. (totaux)		-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	3	0.07
Pselaphidae	N.D. (totaux)		-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	2	0.05
Hydrophilidae	<i>Helophorus</i> sp.		-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	3	0.07
Hydraenidae	<i>Ochthebius</i> sp.		-	-	1	-	-	-	-	1	-	1	3	0.07
Histeridae	N.D. (totaux)		-	-	-	-	-	-	-	5	11	9	25	0.62
Carabidae	<i>Aphodius</i> sp.		1	1	1	5	-	1	1	7	1	5	23	0.57
	<i>Rhyssalus germanicus</i>		2	1	1	16	-	-	-	-	-	-	20	0.50
Cantharidae	N.D. (totaux)		-	-	-	-	-	3	1	6	18	2	30	0.75
Anthicidae	<i>Anthicus</i> sp.		-	-	-	6	13	-	-	-	-	-	19	0.47
Cryptophagidae	<i>Atomaria</i> sp.		1	-	-	-	3	28	1	16	12	14	75	1.87
Lathridiidae	<i>Corticaria</i> sp.		1	1	-	-	1	3	1	-	3	-	10	0.25
Heteroceridae	<i>Heterocerus flexuosus</i>		1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.02
Coccinellidae	<i>Coccinella undecimpunctata</i>		1	2	1	6	4	13	1	-	-	-	28	0.70
Chrysomelidae	Halticini (espèce a)		2	4	4	-	5	10	-	7	4	1	37	0.92
	Halticini (espèce b)		-	2	2	7	8	8	4	43	27	-	101	2.51
	Autres espèces N.D. (totaux)		-	1	2	8	5	-	-	-	-	-	16	0.40
	Espèce N.D.		-	-	4	41	3	-	-	-	-	-	48	1.19
Curculionidae	<i>Eusomus saisiscola</i>		43	60	15	72	-	-	-	-	-	-	190	4.73
	<i>Cneorrhinus piagiatus</i>		-	1	22	57	21	1	-	-	-	-	102	2.54
	Espèces N.D. (totaux)		1	1	-	4	36	-	-	2	9	2	55	1.37
Homoptères	Cicadellidae		49	79	13	2	-	-	-	-	-	-	143	///

Tableau B : Transect du Mézeray ; détails des captures d'Arthropodes obtenues par piégeage Barber en 1984 , au niveau des sept stations de ce transect .

N.D. : Espèces non déterminées .

GROUPES	ESPECES	STATIONS	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	TOTAUX	%
Amphipodes	<i>Orchestia gammarellus</i> (adultes)		14	11	1	2	1	1	6	36	2.44
	<i>Orchestia</i> sp. (juvéniles II & intermédiaires)		47	45	1	2	0	0	4	99	6.72
	<i>Orchestia</i> sp. (juvéniles I)		11	0	0	0	0	0	0	11	0.75
Arachnides	Aranéides (totaux)		40	84	77	104	98	112	121	636	43.18
Coléoptères	Carabiques (totaux)		8	39	41	51	51	15	14	219	14.87
	Staphylins (totaux)		4	17	5	4	14	21	34	99	6.72
	Autres Coléoptères (totaux)		22	76	56	29	58	69	54	364	24.71
	Larves de Carabiques (totaux)		0	4	3	2	0	0	0	9	0.61
Staphylins : (détails des captures par familles)	Aleocharidae (totaux)		3	15	2	1	6	11	15	53	3.60
	Tachyporidae (totaux)		-	-	-	2	-	-	-	2	0.14
	Omaliidae (totaux)		1	-	-	-	-	-	-	1	0.07
	Oxytelidae (totaux)		-	1	-	-	1	-	-	2	0.14
	Stenidae (totaux)		-	-	-	-	1	-	2	3	0.20
	Staphylinidae (<i>Paederus fuscipes</i>)		-	1	2	-	6	-	4	13	0.88
	Staphylinidae (<i>Astenus</i> sp.)		-	-	-	-	-	-	3	3	0.20
	Staphylinidae (totaux N.D)		-	-	1	1	-	10	10	22	3.60
Pselaphidae	Totaux N.D.		-	1	1	-	-	-	-	2	0.14
Hydrophilidae	<i>Helophorus</i> sp.		-	-	-	-	1	-	-	1	0.07
Hydraenidae	<i>Ochthebius</i> sp.		1	-	7	1	1	-	5	15	1.02
Histeridae	Totaux N.D.		-	-	-	-	-	3	3	6	0.41
Scarabéidae	<i>Rhyssalus germanicus</i>		-	1	-	-	-	2	-	3	0.20
	<i>Aphodius</i> sp.		-	4	2	4	1	11	22	44	2.99
Cantharidae	Totaux N.D.		-	-	-	-	1	-	1	2	0.14
Anthicidae	<i>Anthicus</i> sp.		-	-	1	-	-	-	-	1	0.07
Cryptophagidae	<i>Atomaria</i> sp.		-	15	6	-	8	5	11	45	3.05
Lathridiidae	<i>Corricaria</i> sp.		1	4	10	6	8	2	3	34	2.30
Coccinellidae	<i>Coccinella undecimpunctata</i>		2	29	17	6	5	7	3	69	4.68
	Larves (totaux)		-	3	5	4	22	12	2	48	3.26
Chrysomelidae	Totaux N.D.		2	-	-	-	-	-	-	2	0.14
	Halticini (totaux)		1	11	6	8	11	23	1	61	4.14
Curculionidae	<i>Eusocus saisiscola</i>		15	8	1	-	-	-	-	24	1.63
	Totaux N.D.		-	-	-	-	-	4	3	7	0.47

Tableau 14: Transect de Genêts ; détails des captures d'Arthropodes obtenues par piégeage Barber en 1984 , au niveau des sept stations de ce transect .

N.D. : espèces non déterminées.

GROUPES	FAMILLES & ESPECES	G 1	G 2	G 3	G 4	G 5	G 6	G 7	TOTAUX	%
Amphipodes	<i>Orchestia mediterranea</i> (adultes)	9	4	0	8	0	0	0	21	0.49
	<i>Orchestia gammarellus</i> (adultes)	0	0	157	48	1023	1	0	1229	28.76
	<i>Orchestia</i> sp. (juvéniles II & intermédiaires)	2	3	127	9	444	0	0	185	4.33
	<i>Orchestia</i> sp. (juvéniles I)	0	0	51	44	549	0	0	644	15.07
Isopodes	Oniscoïdes	0	0	0	0	0	0	15	15	0.35
Arachnides	Aranéides (totaux)	94	110	123	74	99	46	31	577	13.50
Coléoptères	Carabiques (totaux)	253	628	151	47	12	124	141	1356	31.73
	Staphylins (totaux)	3	2	24	3	13	25	28	98	2.29
	Autres Coléoptères (totaux)	0	0	45	3	9	6	17	80	1.87
	Larves de Carabiques (totaux)	10	27	14	4	4	3	6	68	1.59
Staphylins : (détails des captures par familles)	Aleocharidae (totaux)	3	1	12	2	1	3	1	23	0.54
	Tachyporidae (totaux)	-	-	9	-	-	4	9	22	0.51
	Oxytelidae : <i>Oxytelus</i> sp.	-	-	-	-	-	1	4	5	0.12
	Oxytelidae : <i>Bledius tricornis</i>	-	-	2	-	-	-	-	2	0.05
	Staphylinidae : <i>Paederus fuscipes</i>	-	-	-	-	5	2	-	7	0.16
	Staphylinidae : totaux espèces N.D.	-	1	1	1	5	-	10	18	0.42
Silphidae	<i>Phosphage atrata</i>	-	-	-	-	-	-	3	3	0.07
Hydraenidae	<i>Ochthebius</i> sp.	-	-	-	-	1	-	-	1	0.02
Scarabeidae	<i>Aphodius</i> sp.	-	-	-	-	2	-	-	2	0.04
Cantharidae	Espèce N.D.	-	-	-	-	-	-	1	1	0.02
Cryptophagidae	<i>Atoaria</i> sp.	-	-	-	2	3	-	-	5	0.12
Lathridiidae	<i>Corticaria</i> sp.	-	-	2	1	-	-	-	3	0.07
Heteroceridae	<i>Heterocerus flexuosus</i>	-	-	41	-	2	-	-	43	1.00
	<i>Heterocerus maritimus</i>	-	-	1	-	-	-	-	1	0.02
Coccinellidae	<i>Coccinella undecimpunctata</i>	-	-	1	-	-	-	-	1	0.02
Curculionidae	Espèce N.D.	-	-	-	-	-	-	1	1	0.02
Dytiscidae	Espèce N.D.	-	-	-	-	1	-	1	2	0.04
	Espèce N.D.	-	-	-	-	-	2	3	5	0.12

Tableau 15: Transect du Vivier-sur-Mer ; détails des captures d'*Orchestia* obtenues en 1984 ,
en fonctions des stations , des périodes , des espèces et des stades .

ESPECES	MOIS	MAI		JUN		JUILLET		AOÛT		SEPTEMBRE		TOTAUX
	STATIONS	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	
<i>Orchestia mediterranea</i> (adultes)	V 1	/	0	/	6	/	6	/	10	/	/	22
	V 2	/	10	/	16	/	4	/	7	/	/	37
	V 3	12	14	238	151	205	118	46	46	4	1	835
	V 4	0	0	1	0	2	4	1	0	0	0	8
	V 5	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	3
	TOTAUX		12	25	239	173	207	132	48	63	5	1
<i>Orchestia gammarellus</i> (adultes)	V 2	/	1	/	2	/	2	/	1	/	/	6
	V 3	19	21	165	124	343	159	154	28	6	5	1024
	V 4	78	26	307	194	561	385	561	39	39	22	2212
	V 5	253	183	1243	655	936	462	219	236	204	81	4472
	V 6	94	210	1149	435	620	386	132	86	141	77	3330
	V 7	277	6	1005	235	227	95	223	143	25	42	2278
	V 8	640	432	996	577	457	435	62	2	27	7	3653
	V 9	12	16	12	10	23	7	1	0	4	4	89
	TOTAUX		1373	895	4877	2232	3167	1931	1352	535	446	238
<i>Orchestia sp.</i> (juvéniles I)	V 2	/	0	/	0	/	13	/	8	/	/	21
	V 3	/	0	/	22	2383	822	665	60	52	47	4051
	V 4	/	0	/	235	1962	1807	3477	165	150	39	7835
	V 5	/	0	/	286	3176	1706	1508	322	470	102	7570
	V 6	/	0	/	578	1712	1160	390	105	453	156	4554
	V 7	/	0	/	270	540	231	613	93	70	14	1831
	V 8	/	0	/	310	637	658	31	0	22	3	1661
	V 9	/	0	/	0	10	0	2	0	0	0	12
	TOTAUX		/	0	/	1701	10420	6397	6686	753	1217	361
<i>Orchestia sp.</i> (juvéniles II & intermédiaires)	V 1	/	0	/	0	/	0	/	14	/	/	14
	V 2	/	0	/	0	/	0	/	12	/	/	12
	V 3	/	0	/	0	0	31	100	28	15	14	188
	V 4	/	0	/	0	0	63	104	40	134	38	379
	V 5	/	0	/	0	0	0	73	25	304	129	531
	V 6	/	0	/	0	0	0	16	2	145	93	256
	V 7	/	0	/	0	0	0	10	5	15	9	39
	V 8	/	0	/	0	0	0	1	1	51	13	66
	V 9	/	0	/	0	0	0	1	0	5	5	11
TOTAUX		/	0	/	0	0	94	305	127	669	301	1496

Tableau 16: Transect de Ferme-Neuve ; détails des captures d'*Orchestia* obtenues en 1984 ,
en fonctions des stations , des périodes , des espèces et des stades .

ESPECES	MOIS	MAI		JUIN		JUILLET		AOÛT		SEPTEMBRE		TOTAUX
	STATIONS	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	
<i>Orchestia mediterranea</i> (adultes)	FN 1	/	1	/	4	5	7	1	0	//	//	18
	FN f	/	/	/	4	/	2	/	1	/	/	7
	FN cr	/	/	12	37	/	61	/	35	42	/	187
<i>Orchestia gammarellus</i> (adultes)	FN 1	/	0	/	0	4	2	1	0	/	/	7
	FN 2	40	98	303	92	266	128	98	40	190	59	1314
	FN 3	131	382	943	77	897	442	314	88	751	273	4298
	FN 4	225	581	863	347	727	614	284	78	204	149	4072
	FN 5	234	540	1028	239	689	285	72	22	377	73	3559
	FN 6	152	479	805	373	489	606	79	368	182	48	3581
	FN 7	38	34	207	167	64	81	66	37	30	4	772
	FN 8	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3
	FN 9	0	1	4	0	14	4	5	34	6	13	81
TOTAUX		821	2115	4155	1295	3150	2162	919	667	1740	619	17643
<i>Orchestia gammarellus</i> (adultes)	FN ca	/	/	60	18	9	20	45	4	/	/	156
	FN m	/	/	639	919	894	966	736	183	/	/	4337
	FN f	/	/	/	1740	/	746	/	662	/	/	3148
	FN cr	/	/	562	1190	/	1180	260	287	/	/	3479
<i>Orchestia gammarellus</i> (juvéniles I)	FN 1	/	0	/	0	0	0	0	0	/	/	0
	FN 2	/	19	/	36	740	350	387	42	196	58	1828
	FN 3	/	24	/	30	566	553	356	127	1182	59	2897
	FN 4	/	0	/	0	491	635	209	55	177	316	1883
	FN 5	/	0	/	0	329	351	85	30	71	87	953
	FN 6	/	140	/	85	1235	2008	110	310	161	82	4131
	FN 7	/	20	/	307	282	310	230	100	0	0	1249
	FN 9	/	0	/	0	0	0	3	58	0	0	61
	TOTAUX		/	203	/	458	3643	4207	1380	722	1787	602
<i>Orchestia gammarellus</i> (juvéniles II & intermédiaires)	FN 2	/	0	/	0	0	10	9	7	31	8	65
	FN 3	/	0	/	0	0	0	34	18	139	78	269
	FN 4	/	0	/	0	0	0	71	18	99	155	343
	FN 5	/	0	/	0	0	0	11	6	141	139	297
	FN 6	/	0	/	0	0	0	30	9	81	121	241
	FN 7	/	0	/	0	0	0	13	12	5	1	30
	FN 8	/	0	/	0	0	0	0	0	0	1	1
	FN 9	/	0	/	0	0	0	1	19	20	44	84
	TOTAUX		/	0	/	0	0	10	169	89	516	547

Tableau 17 : Transects de Polder-Bertrand , de Roche Torin , du Mézeray , de Genêts et du
Bec d'Andaine ; détails des captures d' *Orchestia* obtenues en 1984 en fonctions
des stations , des périodes et des espèces .

ESPECES	MOIS	MAI		JUN		JUILLET		AOÛT		SEPTEMBRE		TOTAUX	
	STATIONS	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b		
<i>Orchestia mediterranea</i> (adultes)	G 1	/	1	0	0	0	0	2	4	/	2	9	
	G 2	/	0	0	1	0	0	0	3	/	0	4	
	G 4	/	0	1	0	0	0	0	2	4	1	8	
	PB 1	0	12	55	12	1	0	11	1	/	0	92	
	PB 2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	
	TOTAUX												
<i>Orchestia gammarellus</i> (adultes)	PB 1	0	3	7	2	0	0	0	0	/	0	12	
	PB 3	0	3	0	0	1	2	1	0	1	3	11	
	PB 5	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3	
	PB 6	1	1	0	0	0	0	0	0	2	1	5	
	PB 7	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	
	PB 8	0	5	0	0	3	2	4	4	9	1	28	
	PB 9	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	
	TOTAUX		3	14	7	2	7	4	6	4	12	5	64
	PB m	/	/	16	6	7	5	0	2	/	/		36
	RT 6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	RT 7	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	4
	RT 8	10	25	124	35	12	21	1	0	2	0	0	230
	RT 9	1	2	5	6	0	5	3	1	0	1	0	24
	RT 10	2	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	6
	TOTAUX		13	29	129	46	13	27	4	1	2	1	265
	RT m	/	/	117	39	1	93	9	13	/	/		272
	M 1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	11	0	14
M 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	3	11	
M 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
M 4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	
M 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
M 6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
M 7	0	0	2	0	0	2	1	0	1	0	0	6	
TOTAUX		0	3	4	0	0	2	1	0	21	5	36	
M m	/	/	27	19	15	39	17	7	/	/		124	
G 3	/	47	8	2	1	0	37	12	46	4	0	157	
G 4	/	5	7	5	6	4	4	6	7	4	0	48	
G 5	/	68	179	183	83	56	82	125	126	121	0	1023	
G 6	/	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
TOTAUX		/	120	194	190	90	61	123	143	179	129	1229	
BA 1	/	84	94	16	198	192	2	1	14	6	0	523	
BA 2	/	84	291	127	330	294	80	33	18	11	0	1184	
BA 3	/	147	465	301	332	266	102	37	27	9	0	1539	
TOTAUX		/	315	850	444	860	752	184	71	59	26	3246	

Tableau 18: Prélèvements de sols au niveau de la station FN 2 (*Puccinellietus* primaire) ; détails des captures d'Archropodes (30 / 06 / 85) .

D.IM' : Densité estimée (nombre d'individus pour 1 M² = nombre d'individus pour 10 prélèvements)

N.D. : Espèces non déterminées . % : abondances relatives

GROUPES	FAMILLES & ESPECES PRELEVEMENTS	1	2	3	4	5	D.IM'	%
Amphipodes	<i>Orchestia gammarellus</i> : juvéniles I	2	9	36	3	14	128	15.57
	// // : juvéniles II & intermédiaires	3	0	8	5	2	36	4.38
	// // : adultes mâles	0	0	8	3	0	22	2.68
	// // : adultes femelles	0	1	13	0	1	30	3.65
	// // : adultes totaux	0	1	21	3	1	52	6.33
	// // : totaux tous stades	5	10	65	11	17	216	26.28
Coléoptères Carabiques	<i>Dichirotrichus gustavii</i>	14	40	18	10	29	222	27.00
	<i>Pogonus chalceus</i>	4	2	1	2	1	20	2.43
	<i>Emphanes normannus</i>	0	0	0	2	0	4	0.49
	Totaux Carabiques	18	42	19	14	30	246	29.93
	Larves de Carabiques	2	1	3	2	1	18	2.19
Coléoptères	<i>Heteroceridae</i> : <i>Heterocerus</i> sp. (larves)	0	0	0	1	1	4	0.49
	<i>Curculionidae</i> : <i>Eusomus saicicola</i> (larves)	0	0	0	0	1	2	0.24
	<i>Curculionidae</i> : <i>Eusomus saicicola</i> (adultes)	4	3	0	1	1	18	2.19
Homoptères	<i>Ciccadellidae</i> : espèce a	0	1	0	1	1	6	0.73
	<i>Ciccadellidae</i> : espèce b	1	62	0	0	1	128	15.57
	<i>Ciccadellidae</i> : larves (espèce b)	4	0	2	0	12	36	4.38
Hétéroptères	Espèce N.D.	1	0	0	0	0	2	0.24
Diptères	Adultes (espèces N.D.)	4	0	0	0	1	10	1.22
	Larves	1	1	0	1	4	14	1.70
Lépidoptères	Espèce N.D.	1	0	0	0	0	2	0.24
	Larves N.D.	1	2	0	1	1	10	1.22
Hyménoptères	Chalcidiens N.D.	1	0	0	0	0	2	0.24
Aranéides	<i>Lycosidae</i> : <i>Pardosa monticola</i>	0	1	0	0	1	4	0.49
	<i>Lycosidae</i> : <i>Pardosa</i> sp.	4	15	3	3	6	62	7.54
	<i>Lycosidae</i> : <i>Arctosa fulvilineata</i>	0	1	0	0	0	2	0.24
	<i>Theridiidae</i> : <i>Enoplognatha schaufussi</i>	0	1	0	1	0	4	0.49
	<i>Linyphiidae</i> : <i>Erigone longipalpis</i>	1	1	1	0	0	6	0.73
	<i>Linyphiidae</i> : <i>Erigone atra</i>	0	0	0	0	1	2	0.24
	<i>Linyphiidae</i> : <i>Erigone</i> sp.	3	3	3	3	1	26	3.16
	<i>Linyphiidae</i> : <i>Centromerita bicolor</i>	1	0	0	0	0	2	0.24
	Aranéides totaux	9	22	7	7	9	108	13.14

Tableau 19 : Prélèvements de sols au niveau de la station FN 5 (Obionex , 30 / 08 / 84) ; détails des captures d'Arthropodes .
D.1M² : Densité (nombre d'individus pour 1 M² = 10 prélèvements) .

GROUPES	FAMILLES & ESPECES PRELEVEMENTS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	D.1M ²	Z
Amphipodes	<i>Orchestia gammarellus</i> : juvéniles I	4	8	10	16	26	9	12	0	28	3	116	25.05
	// // : juvéniles II & intermédiaires	16	8	13	22	16	24	21	5	32	10	167	36.07
	// // : adultes mâles	0	1	2	5	2	4	1	0	3	1	19	4.10
	// // : adultes femelles	7	2	2	7	4	3	5	1	7	2	40	8.64
	// // : totaux adultes	7	3	4	12	6	7	6	1	10	3	59	12.74
	// // : totaux tous stades	27	19	27	50	48	40	39	6	70	16	342	73.87
Coléoptères Carabiques	<i>Dichirotrichus gustavii</i>	0	3	0	3	0	1	1	1	0	0	9	1.94
	<i>Pogonus chaiceus</i>	0	0	2	0	0	2	1	0	0	0	5	1.08
	<i>Esphanes normannus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.22
	Totaux Carabiques	0	3	2	3	0	3	3	1	0	0	15	3.24
Homoptères	Cicadellidae : totaux	0	0	0	4	1	0	0	0	2	0	7	1.51
Hétéroptères	Espèce a	1	1	2	0	0	0	0	1	0	0	5	1.08
	Espèce b	0	0	1	0	1	0	1	0	4	0	7	1.51
Aranéides	Lycosidae : <i>Pardosa</i> sp.	11	6	9	8	9	8	12	5	12	7	87	18.79

Tableau 20 : prélèvements de sols au niveau de la station FN 5 (Obionex , 30 / 05 / 84) ; détails des captures d'Amphipodes et de Carabiques .
D.1M² : densité estimée (nombre d'individus pour 1 M² = nombre d'individus pour 10 prélèvements) .

GROUPES	ESPECES PRELEVEMENTS	1	2	3	4	5	6	D.1M ²	Z
Amphipodes	<i>Orchestia gammarellus</i> : juvéniles I	0	0	0	0	0	0	0	0.00
	// // : juvéniles II & intermédiaires	13	17	16	9	15	7	128	43.99
	// // : adultes mâles	3	4	3	5	2	0	28	9.62
	// // : adultes femelles	12	23	8	11	9	8	118	40.55
	// // : totaux adultes	15	27	12	16	11	8	146	50.17
	// // : totaux tous stades	28	44	28	25	26	15	274	94.16
Coléoptères Carabiques	<i>Pogonus chaiceus</i>	0	2	0	1	1	0	7	2.40
	<i>Esphanes normannus</i>	0	1	0	3	0	0	7	2.40
	<i>Esphanes cinisus</i>	0	0	0	1	0	0	2	0.69
	Totaux carabiques	0	3	0	5	1	0	15	5.49

Tableau 21 : Prélèvements de sols au niveau de la station FN 5, (Obionex , 15 / 06 / 85) ; détails des captures d'Arthropodes .

D.I.M' : Densité estimée (nombre d'individus pour 1 M² = nombre d'individus pour 10 prélèvements).

N.D. : Espèces non déterminées . % : Abondances relatives .

GROUPES	FAMILLES & ESPECES PRELEVEMENTS	1	2	3	4	5	D.I.M'	%
Amphipodes	<i>Orchestia gammarellus</i> : juveniles I	10	10	12	11	38	162	27.36
	// // : juveniles II & intermédiaire	0	6	0	8	11	50	8.45
	// // : adultes mâles	3	6	3	17	22	102	17.23
	// // : adultes femelles	1	4	4	17	26	104	17.56
	// // : totaux adultes	4	10	7	34	48	206	34.80
	// // : totaux tous stades	14	26	9	53	97	398	67.23
Coléoptères Carabiques	<i>Dichirocricus gustavii</i> (& totaux)	1	0	1	0	0	4	0.68
	Larves de Carabiques	1	0	0	0	0	2	0.38
Coléoptères	Staphylinidae : <i>Targius ater</i> (adultes)	0	0	3	0	0	6	1.01
	Staphylinidae : <i>Targius ater</i> (larves)	0	0	1	0	0	2	0.38
	Hydraenidae : <i>Ochthebius sp.</i> (adultes)	5	1	1	0	2	18	3.04
	Hydraenidae : <i>Ochthebius sp.</i> (larves)	0	2	0	1	1	8	1.35
	Curculionidae : <i>Eusomus saicicola</i> (adulte)	0	0	2	2	0	8	1.35
	Curculionidae : <i>Eusomus saicicola</i> (larves)	0	0	1	0	0	2	0.38
Homoptères	Cicadellidae : Espèce a	4	0	1	1	1	14	2.36
	Cicadellidae : Espèce b	1	0	0	1	0	4	0.68
Hétéroptères	Adultes N.D.	2	0	0	0	0	4	0.68
	Larves N.D.	2	0	1	2	7	24	4.05
Diptères	Adultes N.D.	1	0	1	1	2	10	1.69
Lépidoptères	Adultes N.D.	2	0	0	0	1	6	1.01
	Larves N.D.	1	1	3	0	0	10	1.69
Hyménoptères	Proctotrypoïdes N.D.	2	0	0	0	0	4	0.68
	Ichneumonides N.D.	1	0	0	0	0	2	0.38
Aranéides	Lycosidae : <i>Pardosa sp.</i>	4	1	1	0	2	16	2.70
	Tetragnathidae : <i>Pachygnatha dejeani</i>	0	0	0	1	0	2	0.38
	Linyphiidae : <i>Erigone atra</i>	1	0	0	0	0	2	0.38
	Linyphiidae : <i>Erigone sp.</i>	4	4	1	9	5	46	7.77
	Totaux Aranéides	9	5	2	10	7	66	11.15

Tableau 22: Prélèvements de sols au niveau de la station FN 5 (Obionnes) ; détails des captures d'Arthropodes : (28/03/85)

D.1M³ : Densité (nombre d'individus pour 1 M³ = nombre d'individus pour 10 prélèvements) .

N.D. : Espèces non déterminées . % : Abondances relatives .

GROUPES	FAMILLES & ESPECES PRELEVEMENTS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	D.1M ³	%
Amphipodes	<i>Orchestia gammarellus</i> : juvéniles I	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.13
	// // : juvéniles II & intermédiaires	23	13	84	32	111	40	41	51	46	41	482	62.76
	// // : adultes mâles	0	1	0	2	4	1	1	2	3	1	15	1.95
	// // : adultes femelles	2	13	7	8	15	8	3	9	10	5	80	10.42
	// // : totaux adultes	2	14	7	10	19	9	4	11	13	6	95	12.37
	// // : totaux tous stades	25	27	92	42	130	147	45	62	80	79	729	94.92
Coléoptères Carabiques	<i>Dichirotrichus gustavii</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	3	0.39
	<i>Ephanes normannus</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0.26
	Totaux Carabiques	0	0	0	0	0	2	2	0	0	1	5	0.65
Coléoptères	Aleocharidae (totaux)	0	0	0	0	0	1	0	0	1	8	10	1.30
	Hydrsenidae : <i>Ochthebius</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.13
Lépidoptères	Larves N.D.	0	0	0	2	0	0	1	0	0	2	5	0.65
Aranéides	Lycosidae : <i>Pardosa</i> sp.	0	0	1	1	1	1	1	0	4	4	13	1.69
	Linyphiidae : <i>Erigone longipalpis</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	0.65
	Totaux Aranéides	2	0	1	1	1	1	1	0	5	6	18	2.34

Tableau 23: Prélèvements de sols au niveau d'une mare temporaire (station FN 4) ; détails des captures d'arthropodes .

D.1M³ : densité estimée ; (nombre d'individus pour 1 M³ = nombre d'individus pour 10 prélèvements) .

N.D. : Espèces non déterminées . % : Abondances relatives

GROUPES	FAMILLES & ESPECES PRELEVEMENTS	1	2	3	D.1M ³	%
Amphipodes	<i>Orchestia gammarellus</i> : juvéniles I	67	776	1177	6733	67.71
	// // : juvéniles II & intermédiaires	16	12	7	117	1.18
	// // : adultes mâles	73	166	100	1130	11.36
	// // : adultes femelles	28	202	227	1523	15.32
	// // : adultes totaux	101	368	327	2653	26.68
	// // : totaux tous stades	184	1156	1504	9480	95.34
Isopodes	<i>Sphaeroma</i> sp. (totaux)	54	14	0	227	2.28
Décapodes	<i>Carcinus maenas</i>	23	0	0	77	0.77
Coléoptères Carabiques	<i>Pogonus chalceus</i>	12	1	3	53	0.53
	<i>Ephanes normannus</i>	1	5	0	20	0.20
	Totaux Carabiques	13	6	3	73	0.73
	Larves de Carabiques	1	1	4	20	0.20
Coléoptères Staphylins	Staphylinidae : <i>Targius acer</i>	1	0	0	3	0.03
	Aleocharidae : totaux .	1	0	0	3	0.03
Hétéroptères	Saldidae	0	1	0	3	0.03
Diptères	Espèces N.D.	2	0	1	10	0.10
Hyménoptères	Chalcidiens N.D.	1	1	0	7	0.07
Aranéides	Lycosidae : <i>Pardosa</i> sp.	0	1	2	10	0.10
	Linyphiidae : <i>Erigone</i> sp.	0	1	0	3	0.30
	Linyphiidae : <i>Erigone</i> sp.	1	1	0	7	0.07
	Aranéides (totaux)	1	3	2	20	0.20

Tableau 24 : Prélèvements de sols au niveau des touffes de Puccinellies de la station FN 5 ; Détails des captures .

D.LM² : densité (nombre d'individus pour 1 M² = nombre d'individus pour 10 prélèvements) .

N.D : Espèces non déterminées . % : abondances relatives .

GROUPES	DATES DES PRELEVEMENTS		18 / 04 / 85					20 / 06 / 85				
	FAMILLES & ESPECES	PRELEVEMENTS	1	2	3	D LM ²	%	1	2	3	D LM ²	%
Amphipodes	<i>Orchestia gammarellus</i> : (juvéniles I)		0	0	0	0	0.00	0	33	1	113	15.52
	// // : juvéniles II & intermédiaires		170	142	325	2123	62.57	0	0	0	0	0.00
	// // : adultes mâles		10	19	6	117	3.45	0	1	1	7	0.96
	// // : adultes femelles		30	65	13	360	10.61	0	15	0	50	6.87
	// // : adultes totaux		40	84	19	477	14.05	0	16	1	57	7.83
	// // : totaux tous stades		210	226	344	2600	76.63	0	49	2	170	23.35
Coléoptères Carabiques	<i>Dichirotrichus guscavii</i>		18	28	43	297	8.75	32	16	19	223	30.63
	<i>Pogonus chalceus</i>		5	4	2	37	1.09	0	2	0	7	0.96
	<i>Emphanes sinicus</i>		0	1	0	3	0.09	3	1	0	13	1.78
	<i>Emphanes normannus</i>		1	1	4	20	0.59	0	0	0	0	0.00
	Totaux Carabiques		24	34	49	357	10.52	35	19	19	243	33.38
	Larves de Carabiques		2	1	1	13	0.38	0	0	0	0	0.00
Coléoptères	Staphylinidae : <i>Targius ster</i> (adultes)		0	3	0	10	0.29	6	5	0	37	5.09
	Staphylinidae : <i>Targius ster</i> (nymphes)		0	0	0	0	0.00	3	4	0	23	3.16
	Staphylinidae : <i>Targius ster</i> (larves)		16	9	0	83	2.45	3	0	0	10	1.37
	Aleocharidae : (totaux)		16	8	5	96	2.84	5	1	0	20	2.75
	Tachyporidae :		0	0	1	3	0.09	0	0	0	0	0.00
	Pselaphidae :		0	1	0	3	0.09	1	0	0	3	0.41
	Hydraenidae : <i>Ochthebius sp.</i>		0	0	0	0	0.00	2	2	0	17	2.33
	Cryptophagidae : <i>Acomaris sp.</i>		0	0	0	0	0.00	1	0	0	3	0.41
	Heteroceridae : <i>Heterocerus flexuosus</i>		0	1	0	3	0.09	0	0	0	0	0.00
	Coccinellidae : <i>Coccinella 7-punctata</i>		0	0	0	0	0.00	1	0	0	3	0.41
Curculionidae : <i>Eusomus saicicola</i> (larves)		5	11	0	53	1.56	0	0	0	0	0.00	
Hemiptères	Cicadellidae : (totaux , larves)		0	0	0	0	0.00	7	4	2	43	5.90
Hétéroptères	Espèce N.D		0	0	0	0	0.00	1	0	0	3	0.41
Diptères	Larves N.D		7	1	2	33	0.97	1	0	2	10	1.37
Lépidoptères	Larves N.D		0	0	0	0	0.00	0	0	1	3	0.41
Hyménoptères	Proctotripoïdes N.D		0	0	0	0	0.00	2	1	0	10	1.37
	Chalcidiens N.D		0	0	0	0	0.00	0	0	2	7	0.97
Aranéides	Lycosidae : <i>Pardosa monticola</i>		0	0	0	0	0.00	0	2	0	7	0.97
	Lycosidae : <i>Pardosa sp.</i>		10	3	3	53	1.56	0	2	3	17	2.33
	Lycosidae : <i>Arctosa fulvilineata</i>		2	1	3	20	0.59	1	0	1	7	0.97
	Lycosidae : <i>Arctosa sp.</i>		1	3	0	13	0.38	0	0	0	0	0.00
	Dicrynidae : <i>Argenna pecula</i>		0	1	0	3	0.09	0	0	0	0	0.00
	Theridiidae : <i>Enoplognatha schaufussi</i>		0	0	0	0	0.00	0	1	0	3	0.41
	Linyphiidae : <i>Erigone longipalpis</i>		2	0	0	7	0.20	0	0	1	3	0.41
	/ / / : <i>Erigone atra</i>		0	0	0	0	0.00	0	1	0	3	0.41
	/ / / : <i>Erigone sp.</i>		0	0	0	0	0.00	0	0	3	10	1.37
	/ / / : <i>Oedocharax fuscus</i>		2	0	0	7	0.20	0	0	0	0	0.00
	/ / / : <i>Oedocharax retusus</i>		3	1	5	30	0.88	6	2	2	33	4.53
	/ / / : <i>Oedocharax sp.</i>		0	0	1	3	0.09	0	0	5	17	2.33
	/ / / : <i>Silometopus sp.</i>		1	0	0	3	0.09	0	0	0	0	0.00
/ / / : <i>Lepthyphantes sp.</i>		0	0	0	0	0.00	3	4	0	30	4.12	
Aranéides (totaux)		21	9	12	140	4.13	10	12	15	123	16.94	

Tableau 25: Prélèvements de sols au niveau de la station FN 7, (10/07/85) ; détails des captures d'Arthropodes .

D.lm³: densité (nombre d'individus pour 1 M³ = totaux x 2) . % : Abondance relative

N.D : espèces non déterminées

GROUPES	FAMILLES & ESPECES	PRELEVEMENTS	1	2	3	4	5	TOTAUX	D.lm ³	%
Amphipodes	<i>Orchestia gammarellus</i> : juvéniles I		2	1	0	18	0	21	42	4.56
	// // : juvéniles II & intermédiaires		0	1	0	8	0	9	18	1.95
	// // : adultes mâles		0	0	0	1	0	1	2	0.20
	// // : adultes femelles		0	0	0	4	0	4	8	0.87
	// // : totaux adultes		0	0	0	5	0	5	10	1.08
	// // : totaux tous stades		2	2	0	31	0	35	70	7.60
Coléoptères Carabiques	<i>Dichirotrichus gustavii</i>		5	4	13	6	5	33	66	7.17
	<i>Eaphanes sinicus</i>		0	5	6	10	3	24	48	5.21
	<i>Eaphanes normannus</i>		0	0	3	4	0	7	14	1.52
	Totaux Carabiques		5	9	22	20	8	64	128	13.91
	Larves de Carabiques		0	0	2	1	0	3	6	0.65
Coléoptères	Aleocharidae: totaux N.D		0	7	31	13	13	64	128	13.91
	Silphidae : <i>Blitophaga opeca</i>		0	1	0	1	0	2	4	0.40
	Hydrophilidae : <i>Helophorus</i> sp.		0	2	2	0	2	6	12	1.30
	Hydraenidae : <i>Ochthebius</i> sp.		6	27	28	36	5	102	204	22.17
	Cantharidae : totaux N.D		1	0	0	0	0	1	1	0.20
	Cryptophagidae : <i>Atosaria</i> sp.		1	0	0	0	0	1	2	0.20
	Lathridiidae : <i>Corticaria</i> sp.		0	1	1	0	1	3	6	0.65
	Coccinellidae		1	0	0	0	0	1	2	0.20
Homoptères	Cicadellidae : adultes N.D		0	1	1	1	0	3	6	0.65
	Cicadellidae : larves N.D		1	0	0	0	2	3	6	0.65
Hétéroptères	Larves N.D		0	0	0	1	0	1	2	0.20
Diptères	Adultes N.D		6	1	0	0	0	7	14	1.52
	Larves N.D		0	7	0	0	0	7	14	1.52
Lépidoptères	Adultes N.D		0	1	0	1	0	2	4	0.40
	Larves N.D		2	2	0	0	0	5	10	1.08
Hyménoptères	Chalcidiens N.D		0	0	1	2	0	3	6	0.65
	Formicidae : <i>Lasius</i> sp.		0	0	0	0	1	1	2	0.20
Aranéides	Clubionidae : <i>Agroeca</i> sp.		1	1	1	0	0	3	6	0.65
	Lycosidae : <i>Pardosa</i> sp.		0	6	8	4	1	19	38	4.13
	Lycosidae : <i>Arctosa</i> sp.		1	1	2	0	1	5	10	1.08
	Theridiidae : <i>Enoplognatha schaufussi</i>		1	0	0	0	0	1	2	0.40
	Tetragnathidae : <i>Pachygnatha</i> sp.		1	1	0	1	0	3	6	0.65
	Linyphiidae : <i>Erigone acra</i>		1	0	0	0	0	1	2	0.20
	/ / / : <i>Erigone longipalpis</i>		1	1	1	2	0	5	10	1.08
	/ / / : <i>Erigone</i> sp.		15	6	9	9	15	54	108	11.73
	/ / / : <i>Oedothorax fuscus</i>		1	1	1	0	0	3	6	0.65
	/ / / : <i>Oedothorax retusus</i>		0	2	0	0	0	2	4	0.40
	/ / / : <i>Oedothorax</i> sp.		0	4	6	2	0	12	24	2.60
	/ / / : <i>Silomecopus curtus</i>		2	1	2	2	0	7	14	1.52
	/ / / : <i>Silomecopus</i> sp.		0	0	23	8	0	31	62	6.74
	Aranéides. (totaux)		24	24	53	28	17	146	292	31.74