

ETUDE ÉCOLOGIQUE DU SITE
COTENTIN CENTRE

1ER VOLUME :

- I. PRÉSENTATION GÉNÉRALE
- II. DOMAINE PELAGIQUE

CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OCEANS - CNEXO

Département Environnement Littoral et Gestion du Milieu Marin

Décembre 1983

ÉTUDE ÉCOLOGIQUE DU SITE
COTENTIN CENTRE

1ER VOLUME :

- I. PRESENTATION GÉNÉRALE
- II. DOMAINE PELAGIQUE

CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OCEANS - CNEXO

Département Environnement Littoral et Gestion du Milieu Marin

Décembre 1983

PLAN DU PREMIER VOLUME

I - PRESENTATION GENERALE

I.A. INTRODUCTION DISCUSSION

I.B. PRESENTATION GEOGRAPHIQUE

1. Géomorphologie

1.1. Le littoral

1.2. L'archipel des Chausey

1.3. Les hauts fonds

2. Courantologie

3. Climatologie

3.1. Données générales

conditions météo locales

3.2. Les différents types de temps rencontrés au cours des campagnes à la mer

TABLEAU DES CAMPAGNES

dates et bateaux

BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE I

II - LE DOMAINE PELAGIQUE

II.A. HYDROBIOLOGIE

Résumé

1. Matériel et méthodes

1.1. Prélèvements et analyse d'eau

1.2. Prélèvements et analyses de sédiment et seston

1.2.1. Prélèvement

1.2.2. Filtration

1.2.3. Analyse

Conclusions

Annexe : Utilisation des filtres Whatman GF/C pour la mesure de matières en suspension

II.B. PHYTOPLANCTON

1. Matériel et méthodes

1.1. Evaluation de la biomasse chlorophyllienne

1.2. Dénombrement et détermination des organismes "microplanctoniques" et "nanoplanctoniques"

1.3. Evaluation de la production primaire potentielle

2. Résultats

2.1. Répartition des différentes masses d'eau pour chaque campagne

2.1.1. Campagne des 28-29-30/04/1982

2.1.2. Campagne des 5-6-7/06/1982

2.1.3. Campagne du 1er/07/1982

2.1.4. Campagne du 16/09/1982

2.1.5. Campagne du 10/11/1982

2.1.6. Campagne du 2 au 5/06/1983

2.2. Répartition dans le temps des différents paramètres phytoplanctoniques au point site (24)

2.2.1. Période printanière : avril - juin (1982 et 1983)

2.2.2. Période estivale : juillet - septembre

2.2.3. Période hivernale : novembre

Conclusion

Bibliographie de la partie II.B.

Liste des taxons phytoplanctoniques

II.C. ZOOPLANCTON

1. Biomasse zooplanctonique

1.1. Méthodologie

1.2. Résultats

1.2.1. Variations saisonnières de la biomasse du zooplancton sur le site Cotentin Centre

1.2.2. Influence de la marée

1.2.3. Distribution géographique

1.3. Conclusion

Bibliographie de la partie II.C

Annexes

PLAN DU DEUXIEME VOLUME

III - LE DOMAINE BENTHIQUE

III.A. INTERTIDAL

1. Chausey

1.1. Présentation générale de l'archipel

1.1.1. Cadre physique et géologique

1.1.2. Cadre biologique

1.2. Méthodologie

1.2.1. Etude biosédimentaire

1.2.2. Etude phytobenthique

1.3. Résultats

1.3.1. Sédimentologie

1.3.2. Identification des peuplements zoobenthiques

1.3.3. Identification des principaux peuplements phytobenthiques

Conclusion

Bibliographie sédimentologie-zoobenthos

Bibliographie phytobenthos

ANNEXES :

Annexe 1 : sédimentologie

Annexe 2 : morphologie de la partie orientale de l'archipel de Chausey ⁵

Annexe 3 : assemblage des photographies couleur

Annexe 4 : résultats de densité pour l'ensemble des stations échantillonnées

Annexe 5 : note systématique

Annexe 6 : résultats de densité et de biomasse par espèces ou groupe d'espèces pour l'ensemble des stations échantillonnées

Annexe 7 : cartes de répartition de quelques espèces constantes ou communes en fonction de leur densité et de leur biomasse

Annexe 8 : résultats de dépouillement des films de TV sous-marine

Annexe 9 : cartographie des principales unités benthiques

2. Cotentin Centre

2.1. Sédimentologie

2.2. Phytobenthos

2.2.1. Méthodologie

2.2.2. Résultats

Conclusion

Bibliographie phytobenthos

Annexe 1 : liste systématique

Annexe 2 : profil écologique des espèces recensées

Annexe 3 : cartographie des populations végétales

Annexe 4 : droites de régression

Annexe 5 : simulation SPOT - traitement d'images

PLAN DU TROISIEME VOLUME

III.B. SUBTIDAL

1. Prospection des fonds par sonal latéral

1.1. Matériel utilisé

1.1.1. Le sonal latéral

1.1.2. La troïka

1.1.3. Le système de positionnement Motorola

1.2. Résultats

Annexe 1 : carte sonar

Annexe 2 : illustrations des principales figures sédimentaires observées par sonal latéral

2. Bivalves

2.1. Matériel et méthodes

2.1.1. Calendrier des sorties et matériel utilisé

2.1.2. Expression des résultats

2.1.3. Traitement des données

2.2. Analyse des communautés benthiques

2.2.1. Carte bio-sédimentaire

2.2.2. Analyse multi-variable

2.3. Etudes des populations de bivalves

2.3.1. *Glycymeris glycymeris* ~~var. *varanoides*~~

2.3.2. *Tapes rhomboïdes*

2.3.3. *Spisula ovalis*

2.3.4. *Venus verrucosa*

Annexe 3 : localisation des stations zoobenthos

Annexe 4 : fractions granulométriques (%)

2.4. La praire et les espèces associées : exploitation et statistiques de production

2.4.1. Caractéristiques de l'exploitation de la praire

2.4.2. La production des praires et des espèces associées sur la côte Ouest Cotentin

2.5. Conclusions

Annexe 5 : répartition spatio-temporelle des débarques de praires enregistrées à la criée de Granville

Annexe 6 : répartition spatio-temporelle des débarques d'amandes de mer enregistrées à la criée de Granville

Annexe 7 : répartition spatio-temporelle des débarques de buccins de drague enregistrées à la criée de Granville

2.5. Conclusions

Bibliographie

3. Le maërl des îles Chausey

3.1. Caractères généraux du maërl

3.1.1. Composition et nature des fonds de maërl

3.1.2. Biologie des fonds de mer

3.2. Les bancs de maërl des Chausey

3.2.1. Méthodes d'échantillonnage

3.2.2. Affinement de la cartographie existante

3.2.3. Influence du milieu sur la répartition du maërl mort

3.2.4. Influence du milieu sur la composition du maërl

3.3. Le maërl vivant des Chausey et les conditions de sa survie

3.3.1. Situation géographique

3.3.3. Relations avec le substrat

3.3.2. Relations avec l'eau du fond

Conclusion

Bibliographie

Fiche 1 : 4 espèces de méroplancton - Recherche bibliographique

Fiche 2 : Installation de *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt sur les côtes françaises en général, et sur celles du Cotentin, en particulier

I - PRESENTATION GENERALE

A. INTRODUCTION - DISCUSSION

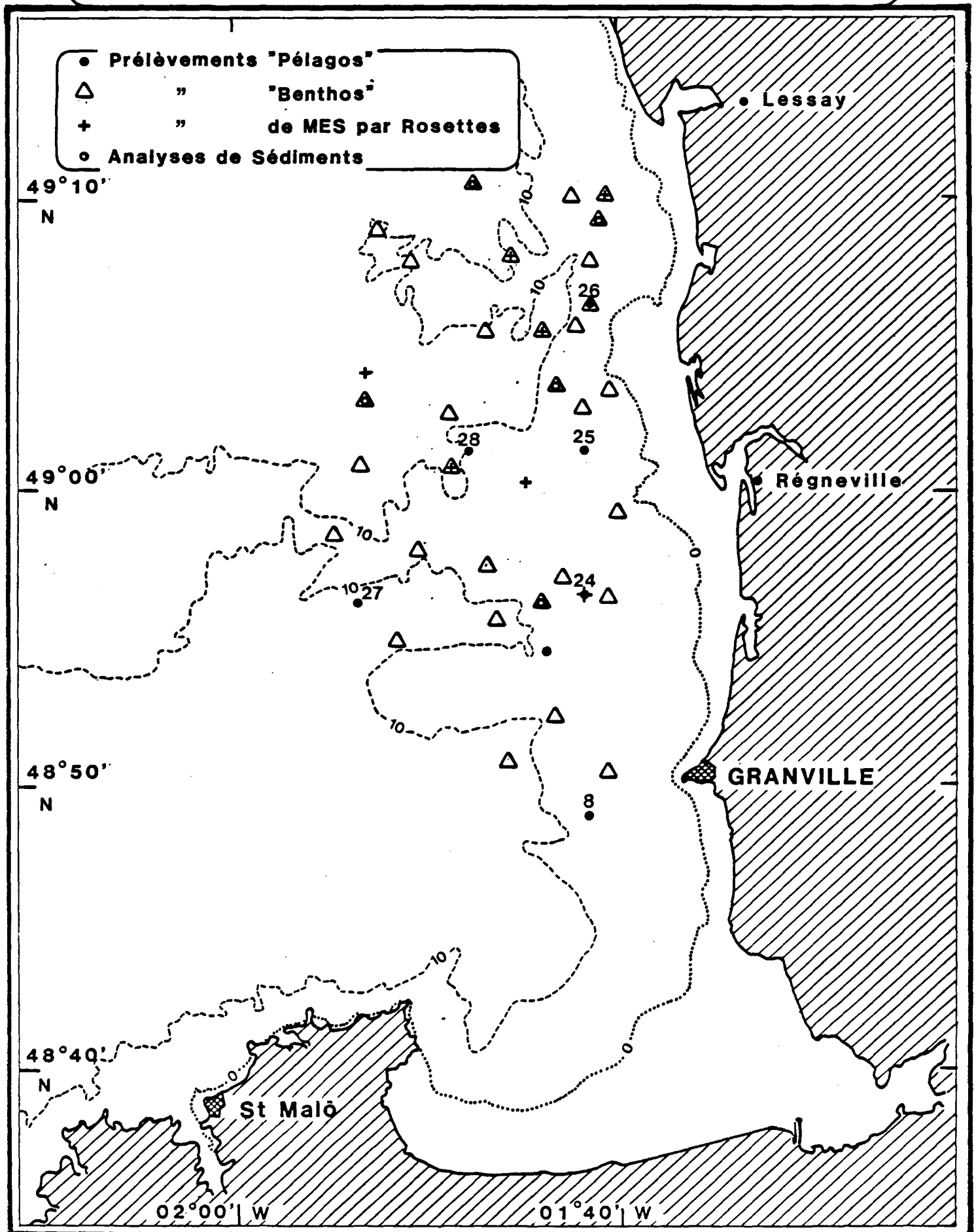
Pierre CHARDY

B. PRÉSENTATION GÉOGRAPHIQUE

Ronan LOARER

COTENTIN CENTRE

Positionnement des points étudiés



A. INTRODUCTION.

Ce document, réalisé par le Département ELGMM * du CNE XO à la demande d'Electricité de France, a pour objet d'identifier, dans le secteur "Cotentin-Centre", les composantes écologiques les plus sensibles vis-à-vis d'un projet marémoteur.

L'étude proposée n'est ni un état de référence du milieu parce que non exhaustive, ni une étude d'impact parce que sans référence à un projet technique précis. C'est une analyse générale des contraintes écologiques majeures liées à un aménagement de type barrage marémoteur.

L'enveloppe géographique du secteur désigné par EDF est une bande côtière limitée au sud par la pointe de Champeau, au nord par le havre de Saint-Germain et d'une largeur d'une douzaine de milles. Cette zone ne constitue pas une unité naturelle du point de vue océanographique ; c'est au contraire un système complexe, largement ouvert aux influences du large, du fond du golfe et de la côte, et caractérisé par une forte diversité édaphique. Cette situation implique de replacer l'étude dans le cadre plus général du golfe normand-breton, dont l'état des connaissances a fait l'objet d'une synthèse récente (rapport CNE XO, 1982). Enfin le secteur ainsi défini est caractérisé par une exploitation halieutique et conchylicole intense, d'où la nécessité de traiter "milieu" et "ressources biologiques" de manière intégrée, les deux composantes étant étroitement dépendantes l'une de l'autre.

L'état des connaissances relatives au secteur "Cotentin-Centre" est inégal selon les compartiments de l'écosystème.

- Le domaine pélagique est très mal connu ; les seules données disponibles proviennent de la campagne HYDROBIOS du N/O "Le Noroit" réalisée par le CNE XO en 1980 à l'échelle du golfe.
- Le benthos de la zone intertidale a fait l'objet de quelques observations à caractère biocenotique (ANCELLIN *et al.*, 1975 ; LUBET *et al.*, 1975) mais les données quantitatives font totalement défaut.
- Aucune étude synthétique n'a été réalisée sur l'estran des Chausey depuis BEAUCHAMP (1923) et DAVY de VIRVILLE (1956).
- La répartition des communautés benthiques subtidales est par contre bien connue à travers les travaux de RETIERE (1979) ce qui permet d'aborder ce domaine directement au niveau quantitatif et fonctionnel.

La démarche proposée se situe à trois niveaux :

- décrire de manière homogène l'ensemble des peuplements.
- quantifier les paramètres biologiques les plus importants en vue d'estimer la production naturelle de la zone.
- analyser la vulnérabilité de certaines composantes vis-à-vis d'une modification éventuelle de l'environnement.

* Environnement Littoral et Gestion du Milieu Marin.

Concernant le compartiment pélagique, la première préoccupation a été de définir les conditions moyennes de la zone en plusieurs périodes de l'année et d'identifier d'éventuelles particularités locales de nature hydrobiologique ou planctonique. La recherche d'une structure dans l'espace, une fois connues les variations au cours d'un cycle de marée, a été entreprise dans le but d'apprécier les principales influences auxquelles le secteur est soumis : influences néritiques, apports côtiers (en particulier provenant du havre de Regneville) et échanges avec le fond du golfe.

L'importance des matières en suspension, source trophique essentielle pour les filtreurs, a été appréciée en relation avec les courants de marée et la saison. Certains points particuliers du cycle géochimique des sels nutritifs, tels que les liens "phosphates - carbonates" ou "nitrates - matières en suspension", ont été examinés en tant que points à explorer dans le cadre d'une possible étude d'impact.

L'apparition des larves de bivalves dans le plancton a été analysée en fonction de la biologie des adultes et de l'évolution du système pélagique. Un rappel des facteurs écologiques agissant sur la vie larvaire permet d'apprécier la dépendance des populations benthiques vis-à-vis de cette étape.

Un effet important a été consenti sur le domaine benthique en matière de reconnaissance de peuplements et identification des systèmes à haute productivité : ceintures algales, herbiers de phanerogames marines, champs de Laminaires, sables grossiers à bivalves. En particulier le secteur des Chausey a fait l'objet d'une synthèse géomorphologique et bionomique à l'échelle de l'archipel, complétée sur le secteur nord-~~sud~~^{sud-est} par des données quantitatives issues de sorties "vérité-terrain". Par ailleurs, la capacité d'invasion de *Sargassum muticum*, espèce nouvellement introduite sur les côtes françaises, a été analysée dans le contexte de cette étude. Deux types de problèmes ont été abordés de manière approfondie dans le domaine subtidal : la communauté des bivalves et le maerl.

Les bivalves constituent à la fois une ressource essentielle à l'économie halieutique du golfe (praire) et une richesse potentielle (amande, palourde rose, spisule) dont l'exploitation est envisagée de plus en plus sérieusement. Une étude des affinités édaphiques des principales espèces a permis de mieux saisir la dépendance de cette ressource vis-à-vis du milieu. La production naturelle en poids sec et en poids frais a été estimée pour chaque population et une réflexion sur le stock (biomasse accumulée) fournit une image de la potentialité de ces fonds.

En outre, une analyse des statistiques de production de la praire dans le temps (évolution de la pêcherie) et dans l'espace (capture par secteur) a été réalisée afin d'évaluer la contribution du secteur Cotentin-Centre aux apports globaux de la pêcherie.

Le maerl, facies particulier au sein des sédiments grossiers, représente un des points forts de l'écologie du site. Sa répartition a été précisée dans le secteur. La distinction entre zone de production et zone d'accumulation, les exigences des espèces constitutives vis-à-vis de l'envasement, de la turbidité, constituent des questions essentielles dans le cadre de l'étude et ont été abordées à travers les informations bibliographiques et l'acquisition de données nouvelles sur le site.

En définitive, cette étude identifie quelques unes des questions les plus importantes soulevées par un projet marémoteur et propose sur certains points particuliers une analyse approfondie. Leur importance dépend essentiellement du sens et de l'intensité des modifications hydrodynamiques et sédimentaires induites par l'ouvrage, et par conséquent, un programme d'étude d'impact passe nécessairement par une analyse prédictive à caractère hydraulique et dynamique sédimentaire. Ce document, réunissant à la fois des éléments d'écologie descriptive et dynamique, fournit dès à présent des réponses utilisables dans un dossier de "pré-faisabilité" et des pistes sur lesquelles un effort particulier devra être consenti dans l'éventualité d'un tel aménagement.

PRESENTATION GEOGRAPHIQUE

1. GÉOMORPHOLOGIE

Le site étudié va de Granville au havre de Geffosses, soit environ 35 km de côte. Il s'étend au large, sur une trentaine de km, jusqu'à ~~2° Ouest~~ c'est-à-dire aux abords du plateau des Minquiers.

Il comprend deux unités physiques bien différenciées : le littoral et l'Archipel des Chausey. Le tout repose sur des hauts fonds ne dépassant pas 20 m (Fig. 1 et 2).

1.1. Le littoral

Il est situé dans un ensemble plus vaste caractérisé par des cordons littoraux et des havres. En effet, de la pointe de Champeaux au cap de Carteret, le littoral faisant face à l'Ouest est caractérisé par un long cordon sableux de 5 à 8 m de hauteur et dont la largeur varie de 10 à 30 mètres. Il est régulièrement interrompu par l'exutoire de "mielles" (zones marécageuses coincées entre la falaise ancienne et le cordon littoral), dont la vidange se présente sous forme de "havres". Ces havres sont "des marais maritimes caractérisés par la présence d'une slikke dénudée submergée par toutes les pleines mers et d'un schorre herbu inondé seulement aux PMVE : leur rôle d'estuaire est généralement limité, et la majeure partie de l'eau qui passe dans le chenal est celle du remplissage et de la vidange par la marée" (BCEOM, 1973). A leur débouché, le cordon littoral, déjà marqué par une érosion importante (1m/an en moyenne au Nord de Granville) s'allonge de plusieurs mètres par an, et s'épanouit en crochets successifs tandis que la rive opposée recule de plusieurs dizaines de mètres dans le même temps (havres de Régnville et de St-Germain/Ay). Cette érosion générale est caractérisée par le démaigrissement progressif de la partie moyenne de l'estran, ce qui accentue la pente de la partie supérieure qui est, à son tour, emportée par une tempête en période de PMVE. Le pied du cordon ainsi fragilisé est alors, à son tour, érodé et les matériaux ainsi libérés permettent la reconstitution d'un nouveau profil de plage, en arrière du premier. Cette érosion pourrait être, en partie, imputable à l'extraction de sable sur l'estran.

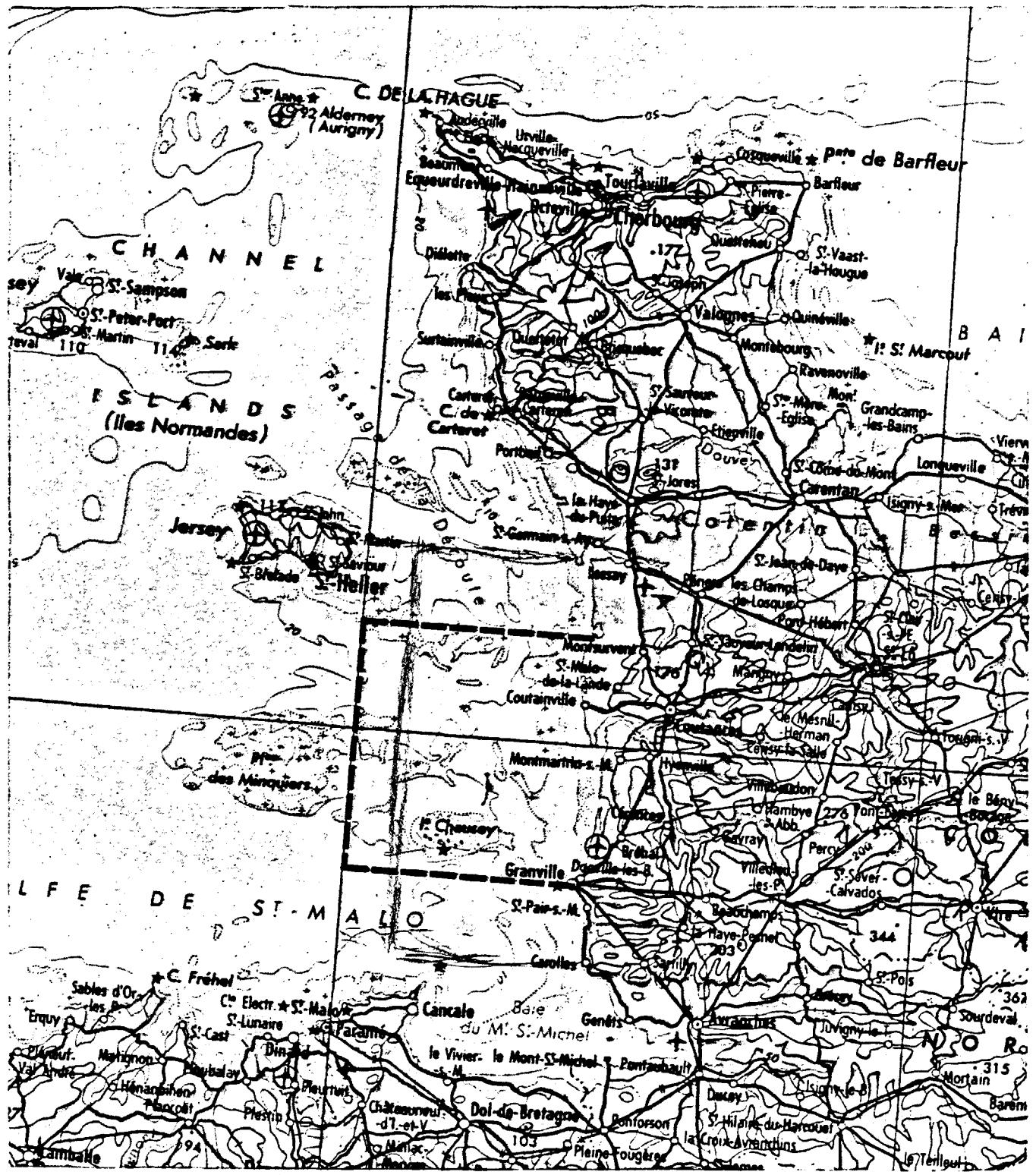
de la pointe de Champeaux au havre St Germain cf. contrat ESF -
(système pélagique unifié!)

à revoir
ou en référence

à revoir

FIGURE 1

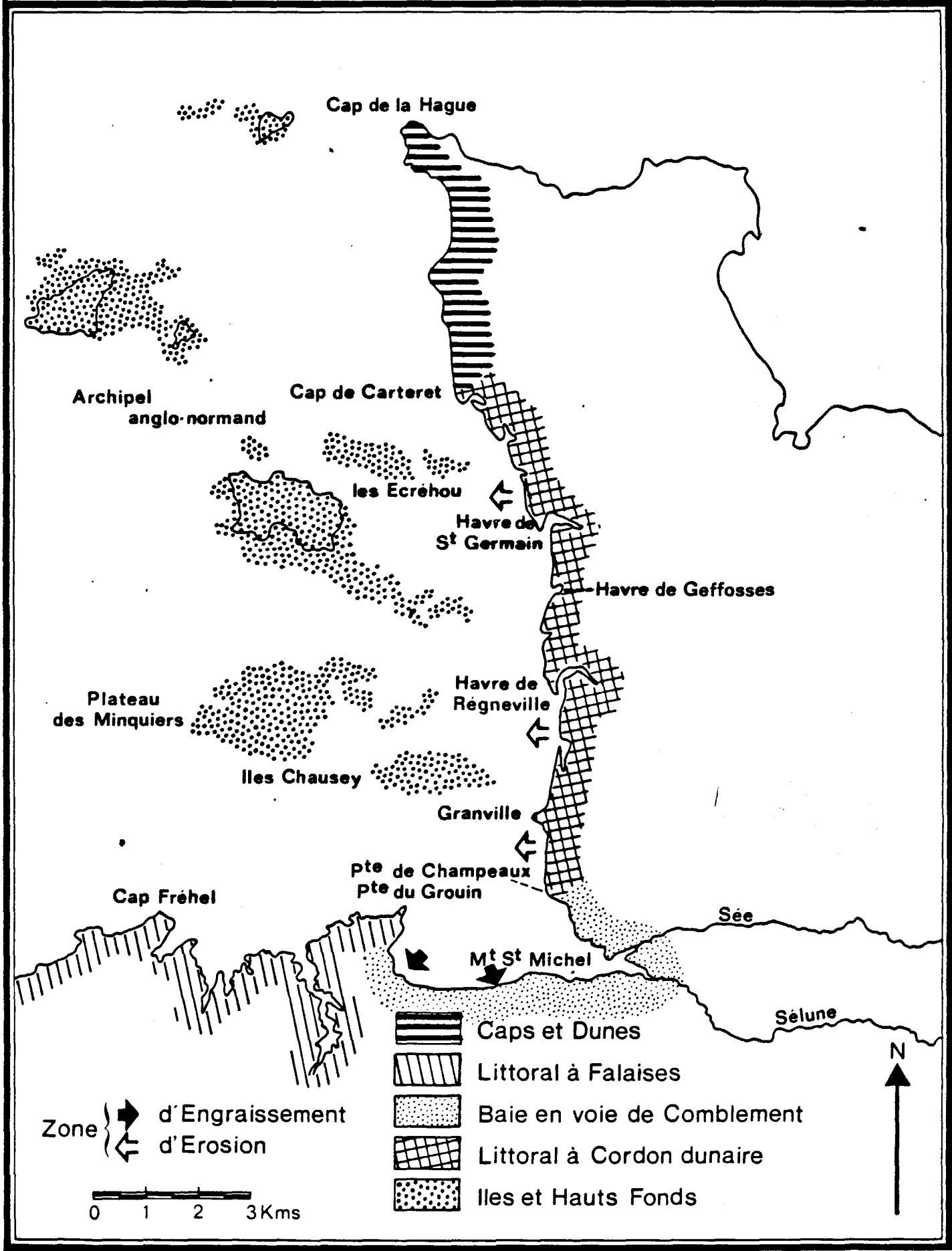
delimitation de la zone à retenir.



CARTE DE LOCALISATION

(d'après IGN - 1/1 000 000)

Fig. 2 MORPHOLOGIE LITTORALE



Ce littoral est encadré, au Sud par la Baie du Mont St Michel, qui elle, au contraire, est soumise à un phénomène d'engraissement rapide, et au Nord par une côte où le plateau qui se maintient, depuis Granville, à plusieurs kilomètres à l'intérieur, se rapproche du littoral qu'il domine en de nombreux pointes et caps, ne restant en retrait que pour laisser la place à quelques longues anses sableuses bordées de massifs dunaires comme celui de Beaubigny qui culmine à 81 m.

1.2. L'Archipel des Chausey

Constitué de multiples pointements rocheux qui lui servent d'ossature l'Archipel est un milieu original au large de Granville. Pour cette raison, il a fait l'objet d'une étude particulière ; il est présenté dans la partie III A qui lui est consacrée.

1.3. Les hauts fonds

Ils s'étendent largement en avant du littoral : l'isobathe - 20 m englobe les Iles Chausey, le plateau des Minquiers et l'île de Jersey (Fig. 3).

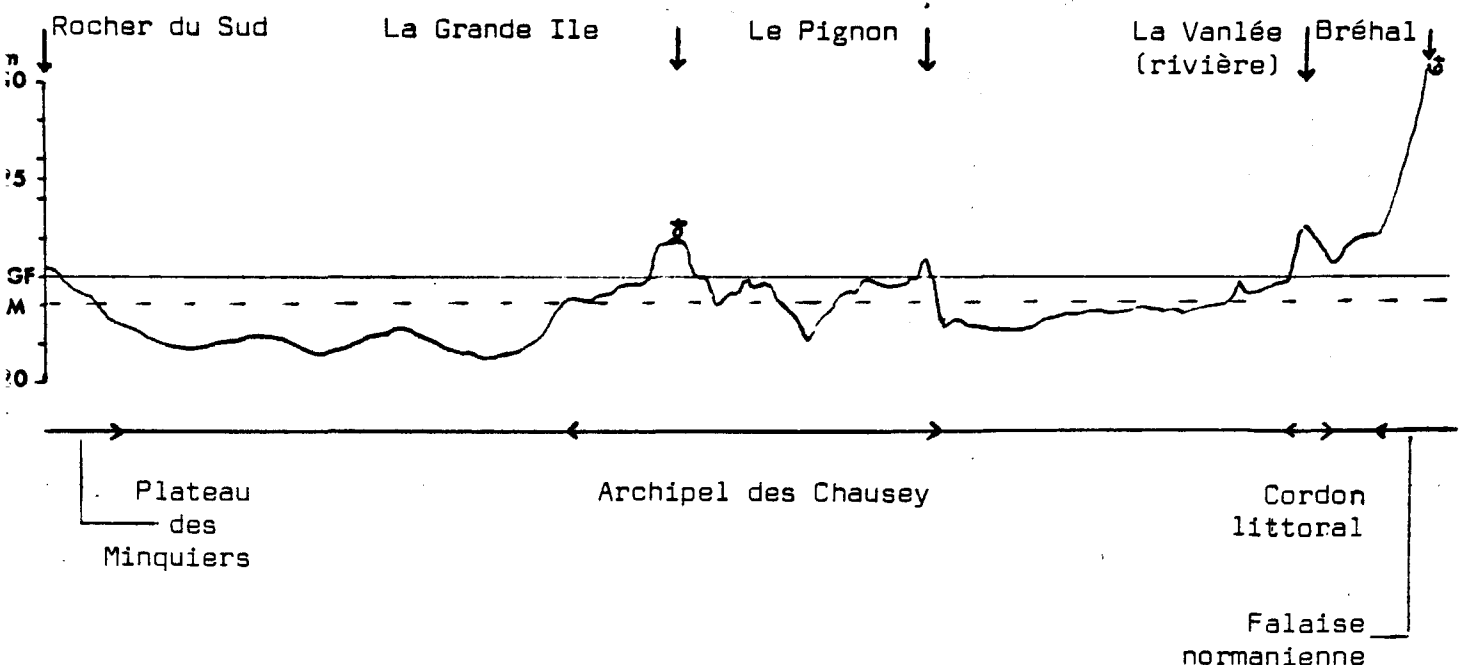
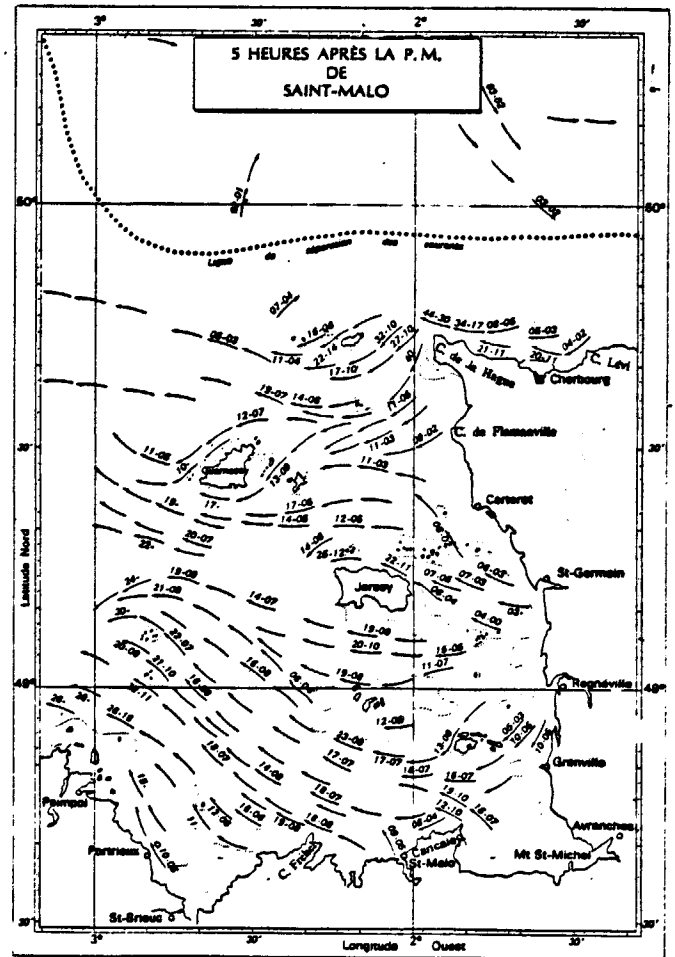
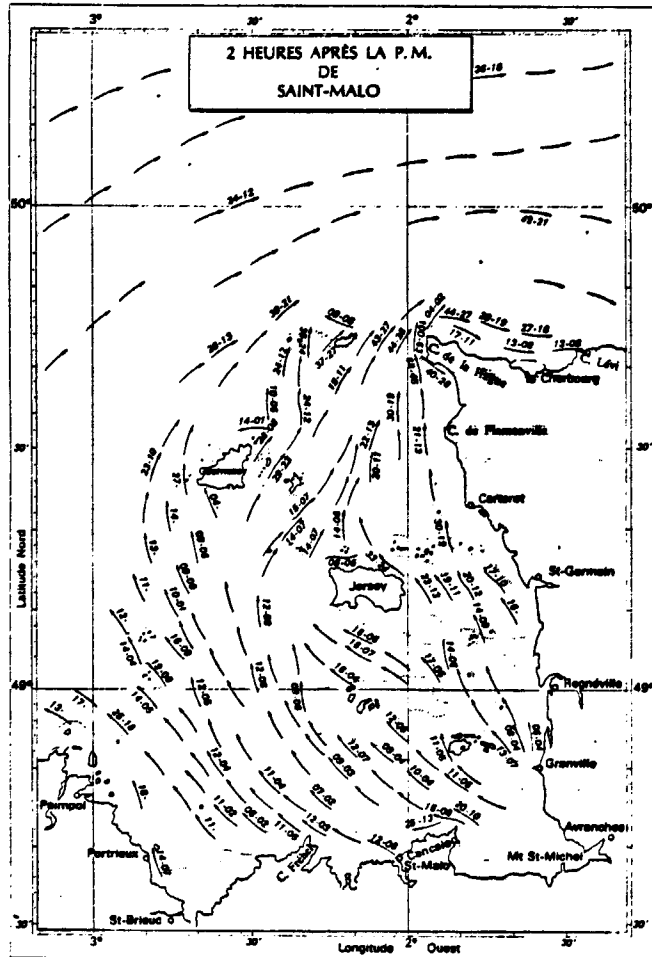
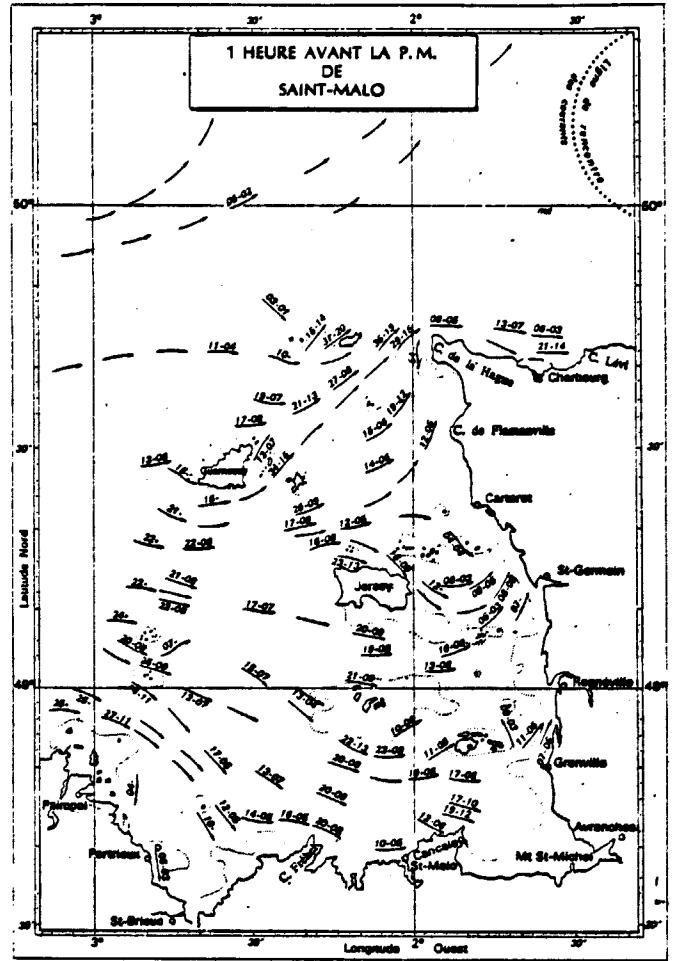
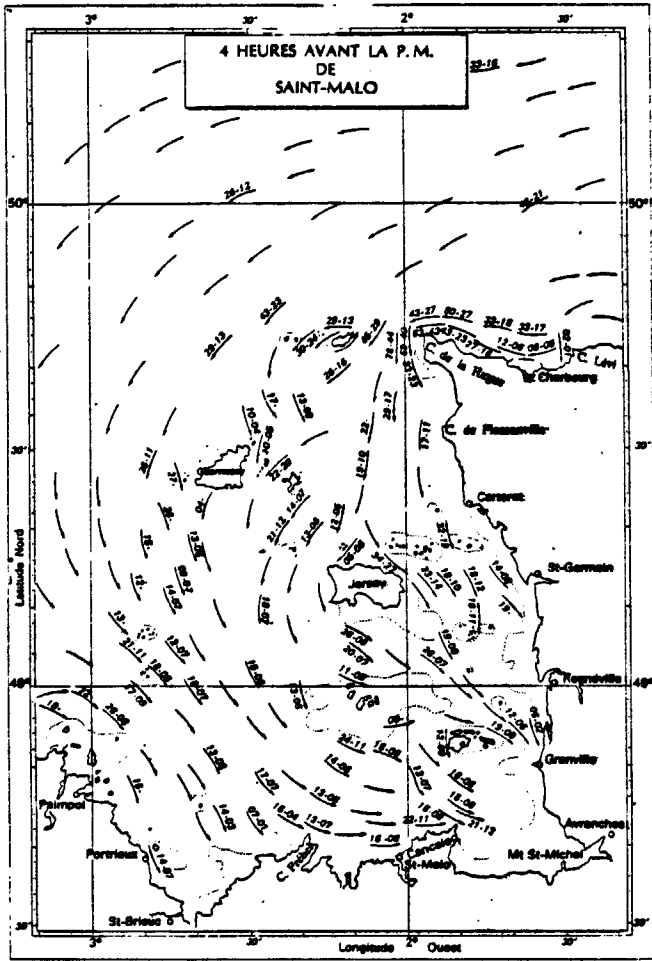


Figure 3

Profil topographique du plateau des Minquiers à Bréhal

Les courants de marée dans le golfe normano-breton (d'après l'ouvrage n° 553 du SHOM).



Le rôle protecteur de ces hauts fonds est loin d'être négligeable ; ils s'organisent en deux séries :

- Au niveau de l'isobathe - 50 m du Nord au Sud les ensembles Casquets/Aurigny, Guernesey/Sercq et les plateaux des Roches-Douvres et de Barnouic assurent l'amortissement des longues houles entrant en Manche.
- Au niveau de l'isobathe - 20 m les ensembles Ecrehou/Jersey et Minquiers/Chausey font une protection rapprochée qui perturbe considérablement la propagation de la houle, d'autant que ces flots sont reliés à la côte par un chapelet de bancs, chaussées et plateaux.

2. COURANTOLOGIE

Les eaux néritiques de la Manche occidentale subissent, selon les saisons, l'influence de deux masses d'eau : en Eté, la dérive Nord-Atlantique, chaude et relativement salée ($35,5 \text{ }^{\circ}/\text{‰}$) s'étale dans la Manche par le Sud-Ouest ; en Hiver, les eaux du Sud-Irlande, froides et moins salées ($35,2 \text{ }^{\circ}/\text{‰}$) pénètrent par le Nord-Ouest. Une action violente des courants de marée dans le golfe normand-breton favorise un brassage et une homogénéisation des masses d'eaux réduisant la variation saisonnière de la température à 9° C . Ces violents courants de marée joints à la configuration de la Baie du Mont St-Michel entraîne un marnage dépassant parfois 15 m.

"L'onde de marée venant de l'Atlantique est déjà enflée sur les fonds de la Manche lorsqu'elle subit l'influence de la digue constituée par le littoral du Cotentin. Cette barrière détermine la formation d'une onde stationnaire dont l'amplitude est à peu près double de celle de l'onde progressive passant au Nord du Cotentin.

Les courants parallèles à la côte de Bretagne, liés à cette onde stationnaire, se combinent avec des courants parallèles à la côte du Cotentin et qui sont dus à la différence d'amplitude existant entre la marée au fond du golfe normano-breton et à l'extrémité septentrionale du Cotentin. Ces courants sont semblables à ceux que donneraient une onde progressive Nord-Sud. A marée basse, le niveau de la mer est beaucoup plus bas dans la Baie du Mont St-Michel qu'au Nord du Cotentin : un courant s'établit donc du Nord au Sud pour compenser cette différence de niveau. Inversement, à marée haute, le niveau étant plus élevé au Sud qu'au Nord, le courant s'établit en sens contraire. Lorsqu'à mi-marée, les différences de niveau sont faibles entre le Nord et le Sud du golfe, ce sont les courants Ouest-Est, propres à l'onde stationnaire, qui l'emportent sur les courants Nord-Sud. Ce mécanisme est évidemment compliqué par la configuration des fonds et l'existence des îles qui déterminent des contre-courants et des tourbillons" (SHOM) (Fig. 4).

3. CLIMATOLOGIE

3.1. Données générales :

Les principaux résultats des différents paramètres météorologiques enregistrés à la station du Roc de Granville entre 1951 et , par les services de la Météorologie Nationale, figurent sous forme de moyennes interannuelles dans le tableau ci-dessous, en comparaison d'autres stations du golfe normand-breton (Tab. 1, Fig. 5)

TABLEAU 1

COMPARAISON DES DIFFERENTS PARAMETRES CLIMATIQUES A GRANVILLE, A BREHAT ET A LA HAGUE.

	GRANVILLE	BREHAT	LA HAGUE
<u>Température de l'air</u>			
Moyenne annuelle	11,0° C	11,6° C	11,3° C
Moyenne mensuelle : Minima Maxima	5,3° C en Janv. 17,6° C en Août	6,8° C en Janv./Févr. 17,1° C en Août	6,4° C en Févr. 16,7° C en Août
Amplitude	12,3° C	10,3° C	10,3° C
<u>Précipitations</u>			
Maxima	69 mm en Nov.	69 mm en Nov.	96 mm en Nov.
Minima	35 mm en Juillet	39 mm en Juin	33 mm en Juillet
<u>Jours de précipitations</u>			
Maxima	18 j en Déc. et Janv.	20 j en janvier	19 j en Janvier
Minima	11 j en Juillet	11 j en Juillet	10 j en Juin/Jullet
<u>Insolation</u>			
Minima		1 768 h	1 692 h
Maxima		54 h en Déc. 228 h en Juillet	44 h en Déc. 235 h en Juillet
<u>Brouillard</u>			
Maxima		23 Juin/Jullet	26 Juin/Jullet
<u>Vents</u>			
Fréquences des directions dominantes	<u>NW</u> : 21,7 % <u>S</u> : 20,7 %	<u>SW</u> : 21 % <u>W</u> : 19 %	<u>W</u> : 18 % <u>SW</u> : 16,5 % <u>NE</u> : 15 % <u>S</u> : 14,5 %

FIG. 5

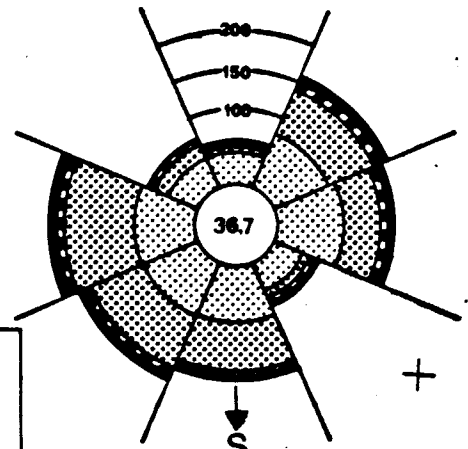
Bil of Portland

LA HAGUE

Directions et Forces des Vents (‰)
1950-1960

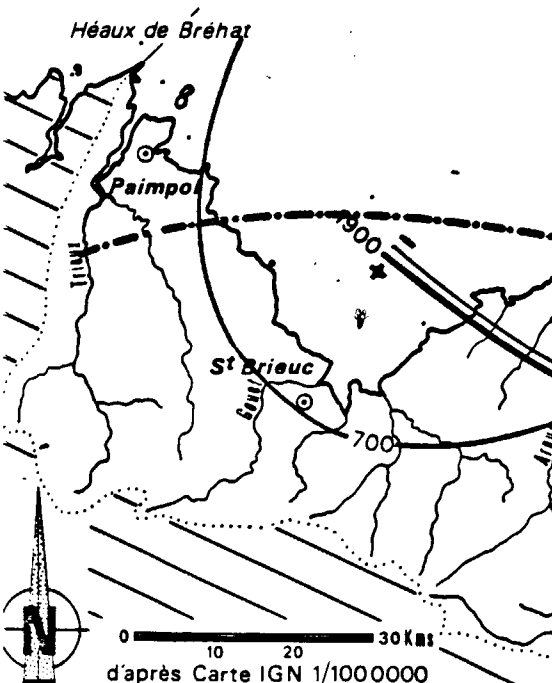
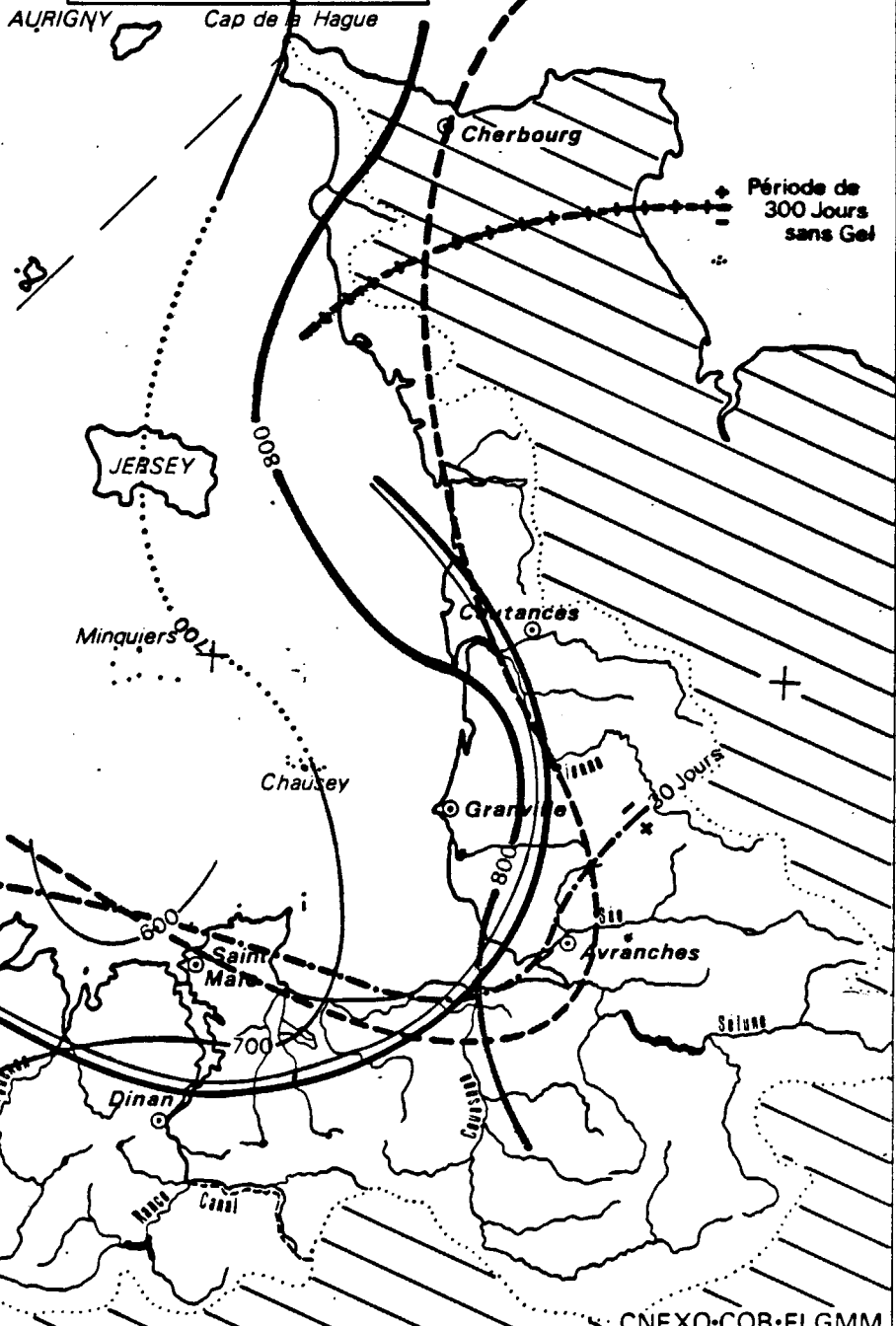
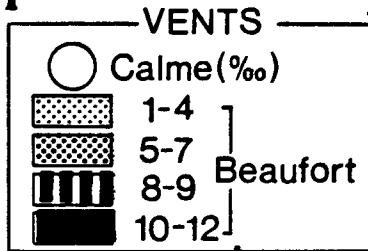
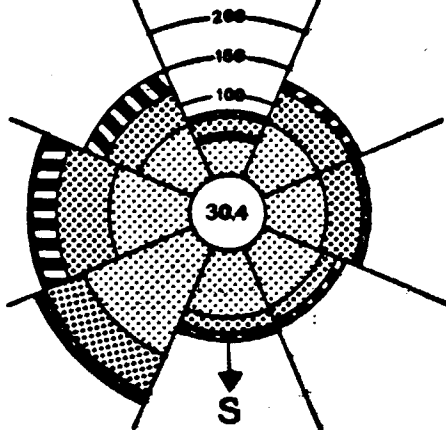
CLIMATOLOGIE

- Précipitations [mm]
- - - Jours de Précipitations
- · - · Brouillard
- == Ensoleillement [heures]
- - - Périodes sans Gel



BREHAT

Directions et Forces des Vents (‰)
1950-1960



- La température de l'air : Granville est sensiblement plus continentale que les deux autres stations observées : la moyenne annuelle y est plus faible : 11° C et surtout l'amplitude, de 12,3° C, est supérieure de 2° C à celle de la Hague ou de Bréhat. Ce caractère est surtout sensible pour les températures minimales.
- Les précipitations : Là encore, Granville apparaît relativement moins océanique que les autres stations : 615 mm contre plus de 700 à Bréhat et à la Hague. Ces deux stations sont aussi plus pluvieuses : 3,89 mm/jour de pluie en moyenne à Bréhat, 4,17 mm pour la Hague, mais 3,62 mm à Granville.
- Les vents : Comme à la Hague et à Bréhat, la prédominance du flux d'Ouest est prononcée. Cependant, les fréquences les plus importantes sont atteintes avec des vents de NW (21,7 %) tandis que les vents de vitesse > 10 m/s viennent principalement du Sud.
- Insolation : Faute de mesure, on ne peut que l'estimer proche de celle de Bréhat soit environ 1750 heures/an avec un minimum en décembre (55 h) et un maximum en juillet (230 h).
- Le brouillard : Bien que lié à des conditions locales, il peut être évalué à 25 jours/an avec un maximum en juin-juillet.
- Les gelées : Là encore, et en tenant compte des positions respectives des différentes stations, on peut estimer à 250 jours/an la période sans gelée à Granville.

Au total cette région se caractérise par un climat tempéré, océanique et humide malgré une certaine tendance à la continentalité par rapport au reste du golfe normand-breton.

3.2. Les différents types de temps rencontrés au cours des campagnes à la mer :

- 28-30 avril 1982 :

La 2ème quinzaine du mois est sèche et très ensoleillée, si les températures minimales sont inférieures à la normale, les maxima sont largement excédentaires, d'où une moyenne supérieure à la normale pour la dernière décade (10,2° C). L'insolation est excellente (+ de 70 h/jour pour cette décade), les vents de secteur NE sont modérés. Le maximum est atteint le 29 avec des vitesses de 45 km/h de NNW.

- 2-12 juin 1982 :

La première décade, marquée par les températures les plus élevées du mois (17,7° C en moyenne) ne bénéficie que d'une insolation moyenne (6-7 h/jour) due aux brouillards et brumes matinales quasi-quotidiennes.

Des ondées orageuses sont responsables de 37,7 mm de pluie (dont 12 mm pour la seule journée du 7). Les vents sont faibles de secteur Nord.

- 1-2 juillet 1982 :

La dernière décade de juin est médiocre : températures moyennes (17,1° C), précipitations quasi-quotidiennes (30,3 mm), faible insolation (5h/jour en moyenne), et les vents restent assez forts de SW : > 80 km/h le 25.

Cependant, dès le 30 juin une amélioration à tendance orageuse se fait sentir et s'amplifie début juillet : insolation : 8-9 h/jour, pluies rares et vent mollissant de secteur Nord.

- 16 septembre 1982 :

La première quinzaine du mois est chaude, sèche et ensoleillée malgré des brumes matinales fréquentes. Les températures supérieures à la normale (19,5° C en moyenne pour la deuxième décade) correspondent à une forte insolation : 10 h/jour les 15 et 16.

Les précipitations sont faibles et sous forme d'ondées orageuses, les vents faibles soufflent de NE.

- 10-11 novembre 1982 :

Le temps est doux (11,9° C en moyenne) et pluvieux (19 mm entre le 6 et le 10) durant la première décade. Les vents sont modérés de SW, à l'exception du 8 où l'on enregistre des vitesses supérieures à 70 km/h.

- 2-5 juin 1983 :

Après un mois de mai maussade et pluvieux, les températures, froides encore les premiers jours, s'élèvent dès le 3 pour dépasser les 20° C ~~dès~~ le 5 (18,3° C en moyenne pour la première décade). Les précipitations sont négligeables et l'insolation satisfaisante, en particulier les 4 et 5 (11 à 13 h/jour). Exception faite du 2 où les vents dépassent les 20 km/h, ceux-ci restent modérés (> 10 km/h) et passent au NE.

BIBLIOGRAPHIE CHAPITRE I

BESSEMOULIN J., 1969, Atlas climatique de la France - Ministère des Transports - Direction de la Météorologie Nationale.

Bulletin Climatologique Mensuel, Région Ouest, Années 1980 et 1981.

Bureau Central d'Etudes pour les Equipements d'Outre-Mer, 1973, Etude des effets économiques des attaques de la mer contre le littoral. Vol. 2 : côte occidentale du Cotentin : 47 p.

DARCHEN, J., 1974, Eléments climatologiques concernant les côtes de France métropolitaines (Mer du Nord - Manche), Monographie n° 93.

LOARER, R., 1982, Cadre géomorphologique et climatologique *in* golfe normano-breton - Bilan des connaissances - CNEXO/COB/D.ELGMM : 171 p.

SHOM, Ouvrage n° 553, Courants de marée de Cherbourg à Paimpol - îles anglo-normandes.

LE DOMAINE PELAGIQUE

A. HYDROBIOLOGIE

Patrick GENTIEN

Agnès LABBÉ

Michel LUNVEN

B. PHYTOPLANCTON

Evelyne ERARD

Marie-Pierre CRASSOUS

C. ZOOPLANCTON

Olivier ARNAL

FICHE I - LE HÂVRE DE RÉGNEVILLE

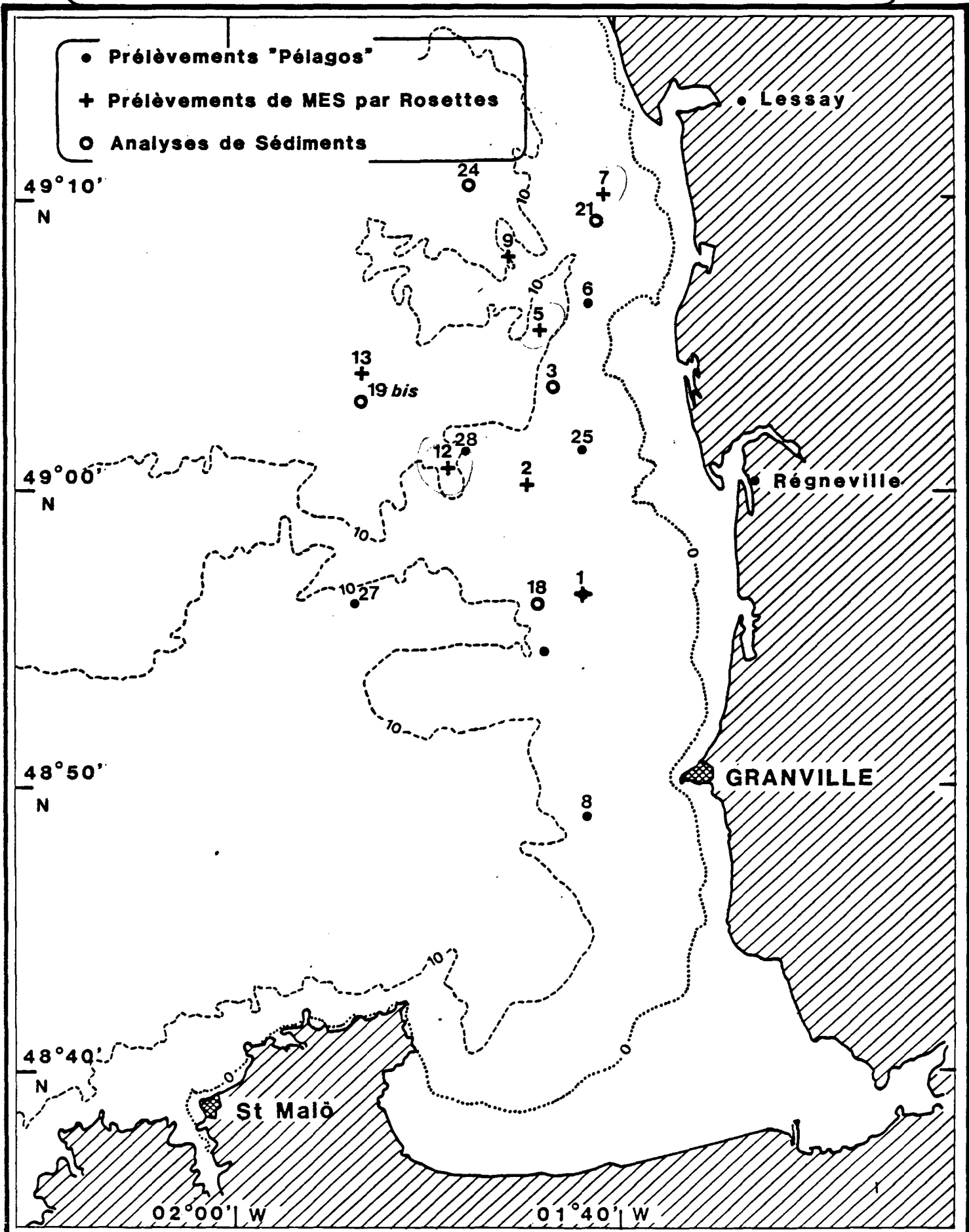
Axel ROMAÑA

HYDROBIOLOGIE



-COTENTIN CENTRE-

Positionnement des prélèvements Pélagos



HYDROBIOLOGIERésumé

Des campagnes d'études pélagiques ont eu lieu d'avril 1982 à juin 1983. Ces campagnes nous ont permis de dégager les caractéristiques des variations saisonnières des principaux paramètres hydrologiques. Ce cycle ne présente pas d'anomalies notables et met en évidence la faible influence des apports telluriques sur la zone.

Les résultats des différentes campagnes sont présentés par campagne (avril, juin, juillet, septembre, novembre 1982 et juin 1983). La découverte de l'existence d'une couche turbide limite nous a amené à l'échantillonner plus précisément et à la décrire géographiquement. D'autre part, le taux élevé de carbonates dans les sédiments a rendu nécessaire une étude préliminaire des stocks phosphorés sédimentaires. Cette étude demande à être complétée en vue d'une évaluation des risques d'un envasement éventuel.

pour en

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Prélèvements et analyses d'eau

L'eau est prélevée au moyen de bouteilles Niskin (5 litres) ou par pompage en continu. La pompe utilisée est une pompe Delasco péristaltique permettant des débits de 60 l/mn. Le flux est débullé dans un récipient de 10 litres avant d'être divisé par repompage péristaltique vers les différents appareils de mesure (turbidité HF, fluorimètre Turner 50010, autoanalyseur). La température et la salinité en continu sont mesurées par une sonde *in situ* fixée à l'embouchure du tuyau.

La température est mesurée par thermomètres RICHTER & WIESE (précision 0,05°C). La salinité est mesurée avec une précision de $\pm 0,01$ ‰. L'oxygène dissous est mesuré par la méthode Winkler. Pour les sels nutritifs, les échantillons sont préfiltrés à 20 μ et congelés immédiatement. La mesure de blanc de turbidité est effectuée pour chaque échantillon de phosphate et silicate. Les limites de détection sont les suivantes :

- azote ammoniacal	0,05 μ atg/l
- azote nitreux	0,01 μ atg/l
- azote nitrique	0,05 μ atg/l
- phosphate	0,02 μ atg/l
- silicate	0,10 μ atg/l

Les méthodes analytiques diffèrent très peu de celles décrites par AMINOT et CHAUSSEPIED dans leur "Manuel des analyses chimiques en milieu marin, CNEXO, 1983".

1.2. Prélèvements et analyses de sédiment et seston

1.2.1. Prélèvement

Le prélèvement s'effectue par pompe péristaltique DELASCO. L'eau est répartie dans des flacons de 0,5 ou 1 l. Une autre technique consiste en prélèvements par bouteilles hydrographiques ou par rosettes de bouteilles posées sur le fond. Dans ce dernier cas, huit bouteilles de 8 l sont fermées à des temps programmés de manière à échantillonner au mieux un cycle entier de marée. La rosette est mouillée à 1,5 m au-dessus du fond. Les bouteilles sont orientées à environ 45° du fond : cet angle permet une circulation constante à l'intérieur de la bouteille. Une fois remontées, les bouteilles sont entièrement vidées dans des bidons de 10 litres afin de bien homogénéiser les particules, puis l'eau est répartie dans des flacons de 500 ou 1000 ml avant d'être filtrée.

Le sédiment a été échantillonné par benne lourde SHIPEK.

1.2.2. Filtration

Les filtrations s'effectuent sur WHATMAN GFC par dépression. L'échantillon est quelquefois préfiltré sur disques nylon de 47 mm et de maille normalisée 10, 40, 80 μ qui sont placés dans des porte-filtres (type SWINEX MILLIPORE). Après le passage de chaque échantillon, on effectue un rinçage de la colonne entière avec une solution de formiate d'ammonium isotonique à l'eau de mer (68 g/l). Les filtres sont ensuite congelés immédiatement.

1.2.3. Analyse

Seston : Le filtre est séché à 70°C pendant 5 heures, afin de sublimer totalement le formiate d'ammonium et de le peser. Une simple différence de poids, après refroidissement au dessiccateur donne le poids sec de seston. On procède ensuite à une calcination à 500°C du filtre pendant 2 heures pour estimer la perte au feu qui est assimilée à la matière organique du seston. La limite de détection des matières en suspension est de 0,3 mg/l.

X Nous avons observé des ^{constantes} intercepts très importants lors de mesures préliminaires dans les régressions MOS/MES, ce qui nous a amené à tester la préparation des filtres en vue des mesures de pertes au feu, ce qui nous a permis de définir une préparation des filtres (voir annexe).

↳ prouver

Sédiment : Le sédiment est séché immédiatement après prélèvements à l'étuve à 60°C pour être ensuite tamisé sur colonne vibrante.

Les différentes analyses n'ont pas été faites systématiquement mais comprennent :

- pesée après séchage,
- calcimétrie des fractions,
- carbone et azote organiques au CHN,
- phosphates et nitrates échangeables dans une solution de 40 g/l de KCl.

COTENTIN CENTRE · 1982 ·

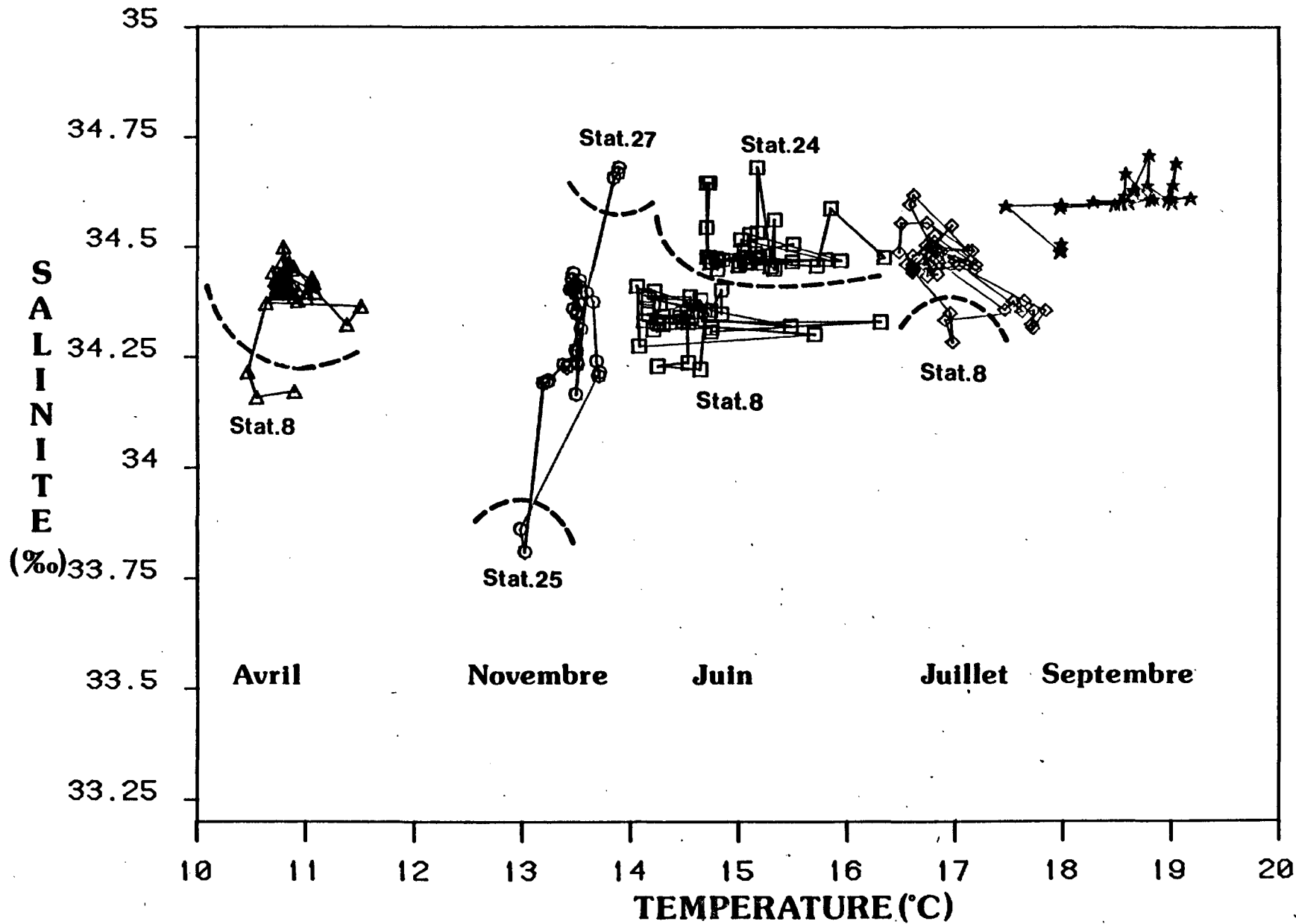


FIGURE 1

Température - salinité

La température moyenne au point fixe 24 (La Catheue) suit sans différence notable la courbe annuelle observée lors de l'étude Sud-Chausey. Sur le graphe l'intervalle de $\pm \sigma$ a été figuré.

Par contre la salinité ne suit pas une variation saisonnière nette. La moyenne de salinité sur l'année 1982 est de 34,4 ‰. En juin 1983, une salinité très faible (34,19 ‰) a été observée. La campagne de juin 1982 avait montré une salinité de 34,50 ‰. Ces deux résultats sont significativement différents au seuil de 99 %. En revanche, les salinités de novembre 1982 (34,35 ‰) et juin 1983 (34,19 ‰) ne présentent pas de différences significatives. Ces valeurs de salinité sont étroitement reliées aux données de pluviométrie. En effet, le mois de mai 1982 a été très sec (35 mm, situation normale mai 79mm) et le mois de mai 1983 pluvieux (109 mm). D'autre part, le mois d'octobre 1982 a été aussi très pluvieux (173 mm contre 96) avec des fortes précipitations dans le secteur Dinan-Granville. La gamme des salinités moyennes sur les deux années est de 34,19 à 34,60 ‰. Cette plage de variations est semblable en étendue à celle observée à Flamanville (1976 - 1978) :

- minimum : 34,64 ‰
- maximum : 35,16 ‰

Elle est beaucoup plus restreinte qu'en secteur Sud-Chausey où ont été observés :

- minimum : 33,87 ‰
- maximum : 34,80 ‰

Bien que le secteur Cotentin Centre soit très côtier, il semble donc que la station 24 soit moins influencée que le secteur Sud-Chausey par les apports telluriques, ceci malgré la présence de nombreux havres et petites rivières.

La figure 1 présente les diagrammes T.S. pour les différentes campagnes. La salinité varie assez peu au cours de l'année. En avril, juin, juillet et novembre 1982, il existe une différence de salinité moyenne entre le point 24 et le point 8, différences significatives à 0,01 respectivement de 0,17 ; 0,16 ; 0,21 et 0,13 ‰.

En juin 1982, les deux points fixes effectués aux stations 24 et 8 présentent des différences notables. On peut, en effet, noter au point 24 des variations de salinité de 0,20 ‰ non associées à des variations de température, tandis qu'à la station 8 des variations de températures de 1°C sont enregistrées sans variation concomitante de salinité. Outre la différence significative entre les moyennes de salinité, on peut donc observer que le site 24 est soumis à des apports d'eaux plus salées du large tandis que le site 8 reçoit des eaux plus chaudes probablement réchauffées sur les estrans ou dans le fond de la baie.

En novembre 1982, les points se placent sur une droite d'extrémités représentées par la station 27 et la station 25. La station 27 est la plus éloignée de la côte tandis que la station 25 est la plus susceptible, avec la

station 24, d'être influencée par la plume du havre de Régneville. Il importe cependant de ne pas tirer de conclusions quant au mélange des eaux. La position isolée de la station 25 sur le diagramme dépend certainement du moment de l'échantillonnage. Ces salinités assez faibles traduisent l'influence des apports d'eaux douces. La position et la composition de ces apports seront précisées plus bas pour la campagne de novembre 1982.

D'après ces diagrammes, on peut conclure que les échanges sont restreints dans le passage Chausey - Granville. La station 24 semble peu influencée par les apports des havres environnants. Il est malheureusement très délicat d'interpréter les différences de températures. En effet, les mesures effectuées au point fixe 8 en juin 1982 montrent bien un apport intermittent d'eaux réchauffées de 1 à 2°C, ce qui prouve l'importance dans certains cas des réchauffements diurnes.

Variations saisonnières des paramètres hydrobiologiques

La floraison printanière ayant eu lieu avant la première sortie de 1982, il est impossible de connaître les différents stocks de sels nutritifs à la fin de l'hiver.

Sur les graphes de la page 7 les valeurs moyennes observées au point site (point 24) sur un cycle de marée ont été reportées avec un intervalle de $\pm \sigma$. Les caractéristiques du cycle maintes fois décrites se retrouvent : appauvrissement des stocks au cours de l'été et début de régénération en automne.

Le stock des nitrates augmente après septembre ainsi que les phosphates. On constate qu'en septembre les valeurs d'ammonium sont déjà fortes et les silicates croissent régulièrement d'avril à novembre.

Bien que le mois de juillet 1983 ait conduit à des résultats de salinité significativement différents de juillet 1982, on n'observe pas de différences notables quant aux résultats de sels nutritifs. Ces eaux dessalées sont donc déjà appauvries en sels nutritifs avant l'arrivée sur le site.

Pour comparaison, les résultats de variations saisonnières enregistrées à Flamanville et dans la région Sud-Chausey ont été reportés sur les mêmes graphes (page 7). Le maximum thermique au point 24 peut se comparer à celui de Sud-Chausey. Flamanville est plus froid en août de 2°C. Les appauvrissements de nitrates ont eu lieu avant avril en 1982 au Cotentin Centre, alors que les deux autres régions présentent un retard. Le "bloom" aurait donc démarré très tôt en 1982. Les évolutions des silicates confirment cette hypothèse. La comparaison des évolutions d'ammonium est plus délicate. En effet, si les valeurs d'ammonium trouvées en Cotentin Centre suivent une courbe explicable, les concentrations trouvées à Flamanville sont beaucoup plus fortes et variables. En novembre 1982 (voir plus bas), nous avons trouvé une corrélation entre NH_4 et la dessalure. Or les salinités de Flamanville sont relativement élevées, donc rien ne permet d'expliquer ces fortes teneurs. Le doute sur les valeurs d'ammonium de Flamanville en 1976 - 1978 est confirmé par les valeurs beaucoup plus faibles relevées en 1983 sur ce site.

Variations saisonnières au Point 24. Comparaison avec la zone Sud Chausey et Flamanville

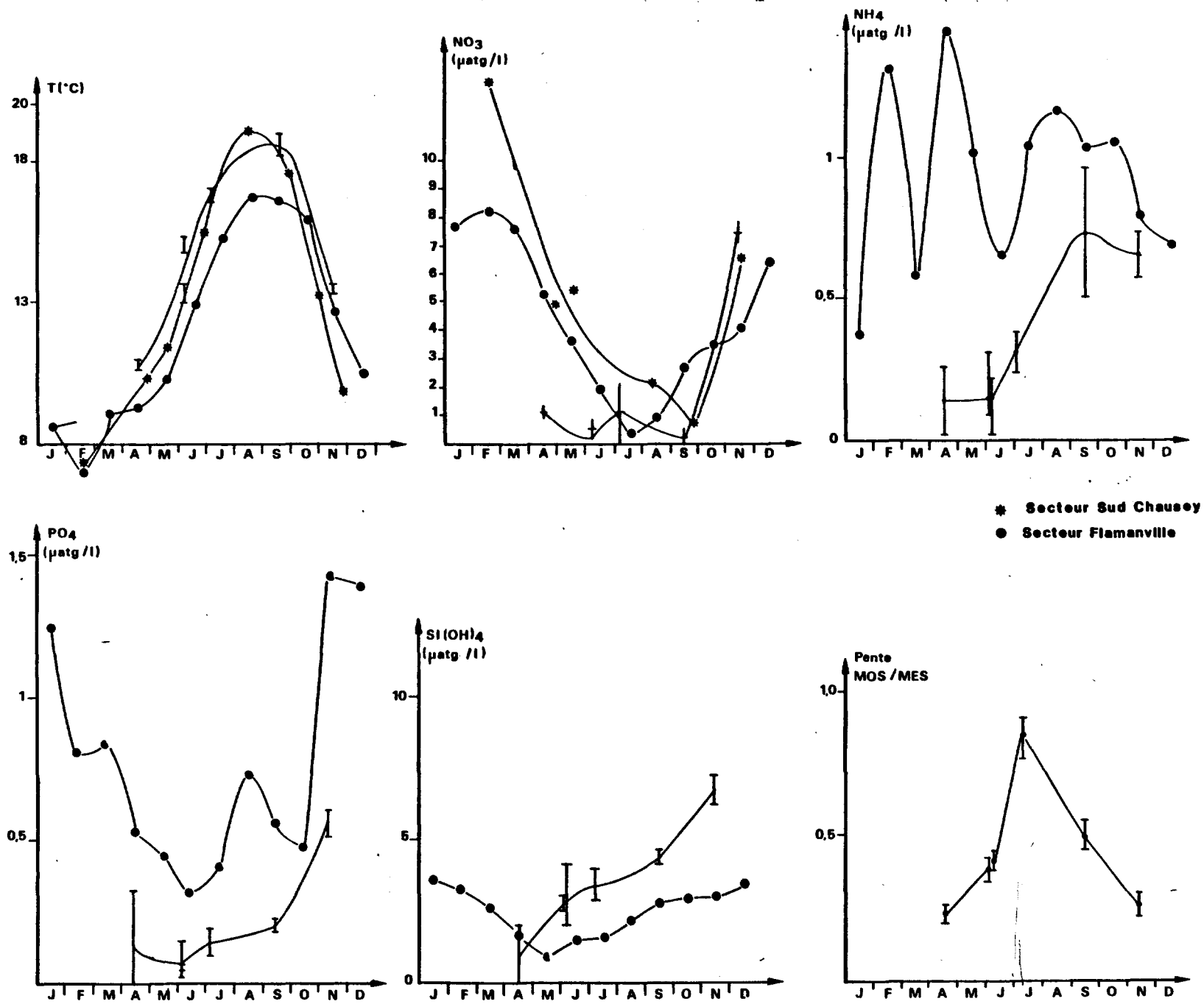


FIGURE 2

Le dernier paramètre figuré concerne la valeur de la pente de la droite de régression entre les matières organiques en suspension (M.O.S.) et les matières en suspension (M.E.S.) qui sont dans tous les cas observés très fortement corrélées. Cette pente représente la teneur en matière organique du particulaire qui varie de 22 à 85 %. En avril, le bloom a déjà eu lieu et le rapport est cependant faible. Le phytoplancton n'est donc pas responsable de la forte augmentation de la matière organique du seston qui se poursuit jusqu'en juillet et atteint 85 % pour ensuite décroître. Il est à noter qu'en novembre le taux est de 26 %, valeur analogue à celle d'avril. Ces variations concernent uniquement le point 24, précision importante car ainsi que nous allons le voir par la suite, ce rapport varie considérablement avec la situation géographique. Ce rapport nous semble intéressant car, avec le flux de matières en suspension, il régira les apports nutritifs des filtreurs benthiques et partant, leur productivité.



Avril 1982

1 kcal = 10³ cal
1 g = 10³ mg

Les stocks de sels nutritifs étant déjà très appauvris, la floraison printanière a donc vraisemblablement eu lieu. Pourtant, les teneurs en chlorophylle sont assez faibles. Les phosphates et les nitrates sont constants sur toute la zone avec des moyennes respectives de 0,05 µatg/l et 0,10 µatg/l. (fig. 3a).

La différence de salinité de 0,22 ‰ entre les stations 8 et 24 est significative à 99 %. La station 8 est moins salée et les eaux de cette station contiennent plus de nitrates et d'ammonium qu'aux autres stations. La station 24 représente une zone intermédiaire entre le Nord appauvri en ammonium et en nitrates, et le Sud dont les eaux sont plus riches en sels nutritifs azotés. Il semble que la floraison printanière soit retardée dans la zone Sud-Chausey.

Station	T°C	S (‰)	NH ₄	NO ₃	NO ₂ µatg/l	PO ₄	Sl
8	10,64	34,18	0,68	2,11	0,13	0,05	1,2
	0,23	0,03	0,06	0,14	0,01	0,02	1,2
25	11,44	34,34	<L.D.	0,08	0,07	0,07	1,2
	0,09	0,03		0,01	0,01	0,04	0,1
26	10,83	34,47	0,11	0,72	0,11	0,06	1,8
	0,03	0,02	0,08	0,24	0,03	0,03	0,9
27	11,08	34,40	<L.D.	0,53	0,09	0,05	5,0
	0,02	0,01		0,27	0,02	0,03	4,1
28	10,87	34,45	<L.D.	0,55	0,09	0,04	0,4
	0,03	0,01		0,05	0,01	0,02	0,1
24	10,81	34,41	0,14	1,04	0,11	0,04	0,7
	0,18	0,02	0,18	0,22	0,02	0,02	0,7

MES : 1,8 µatg/l
MOS : 0,66 µatg/l

Valeurs moyennes des principaux paramètres.

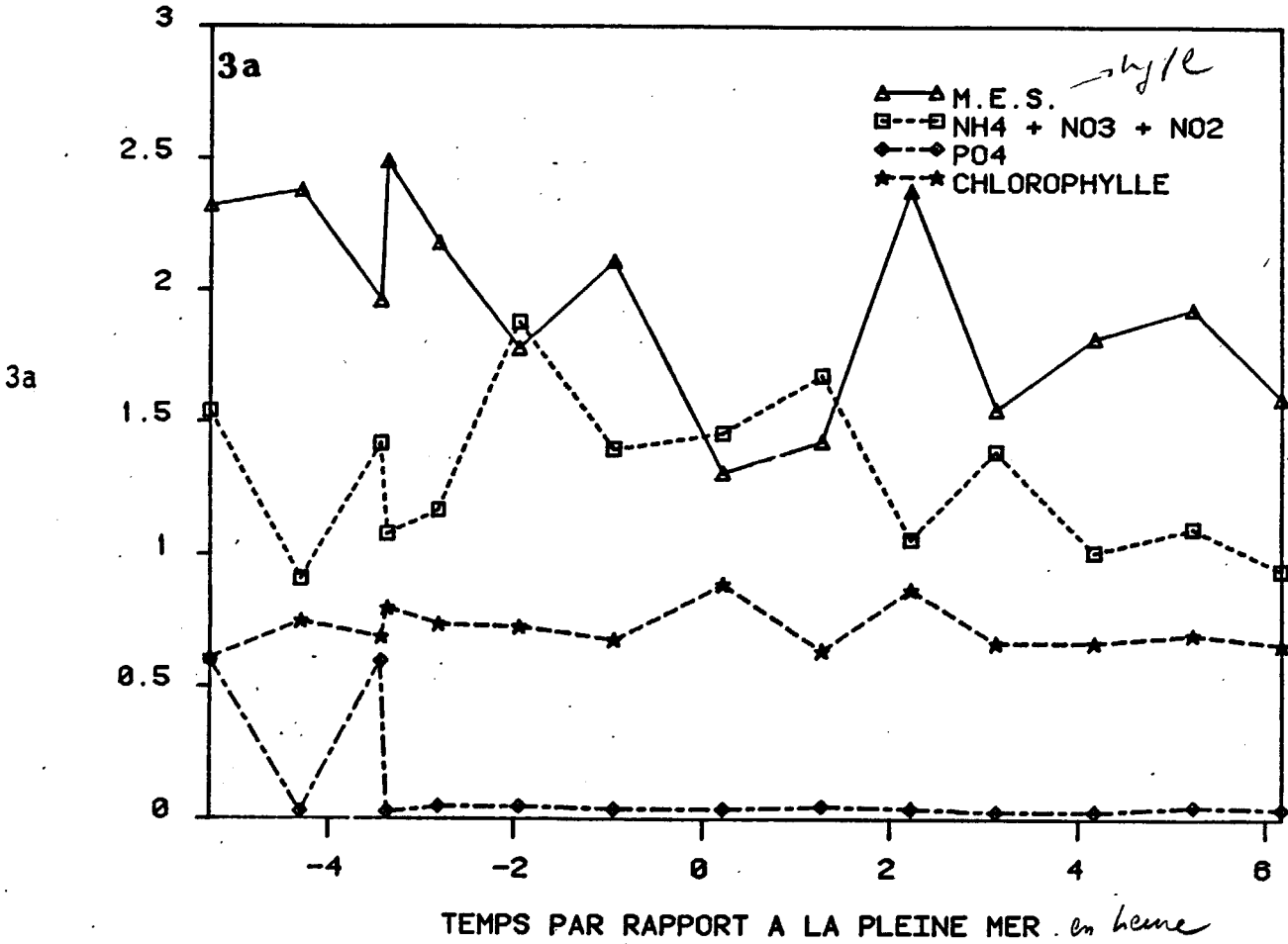
Les matières organiques en suspension sont fortement corrélées aux matières en suspension :

$$MOS = 0,22 \times MES + 0,26 \quad r = 0,77 \quad n = 50 \text{ (fig. 3b).}$$

Le pourcentage organique dans le seston est donc de 22 % avec un écart-type de 3 %. Un pic principal de turbidité se produit entre 1,5 et 3,2 heures après la pleine mer : la charge particulaire passant de 1,43 à 2,38 puis revenant à 1,55 mg/l. Le décrochement qui apparaît à peu près 3 h 30 avant la pleine mer n'est pas réel car, en fait, les trois premières mesures ont été effectuées avant la pleine mer suivante. On peut observer dans l'ensemble des variations inverses des nitrates avec les matières en suspension ; ainsi, 2 heures après la pleine mer l'augmentation de seston correspond à un minimum de sels azotés. Malheureusement, les techniques d'échantillonnage utilisées ne permettent pas de formaliser une relation possible entre ces deux paramètres. En effet, il faudrait pouvoir considérer les relations de ces deux paramètres dans les mêmes masses d'eaux et la fréquence d'échantillonnage n'est pas suffisante.

Katg/c

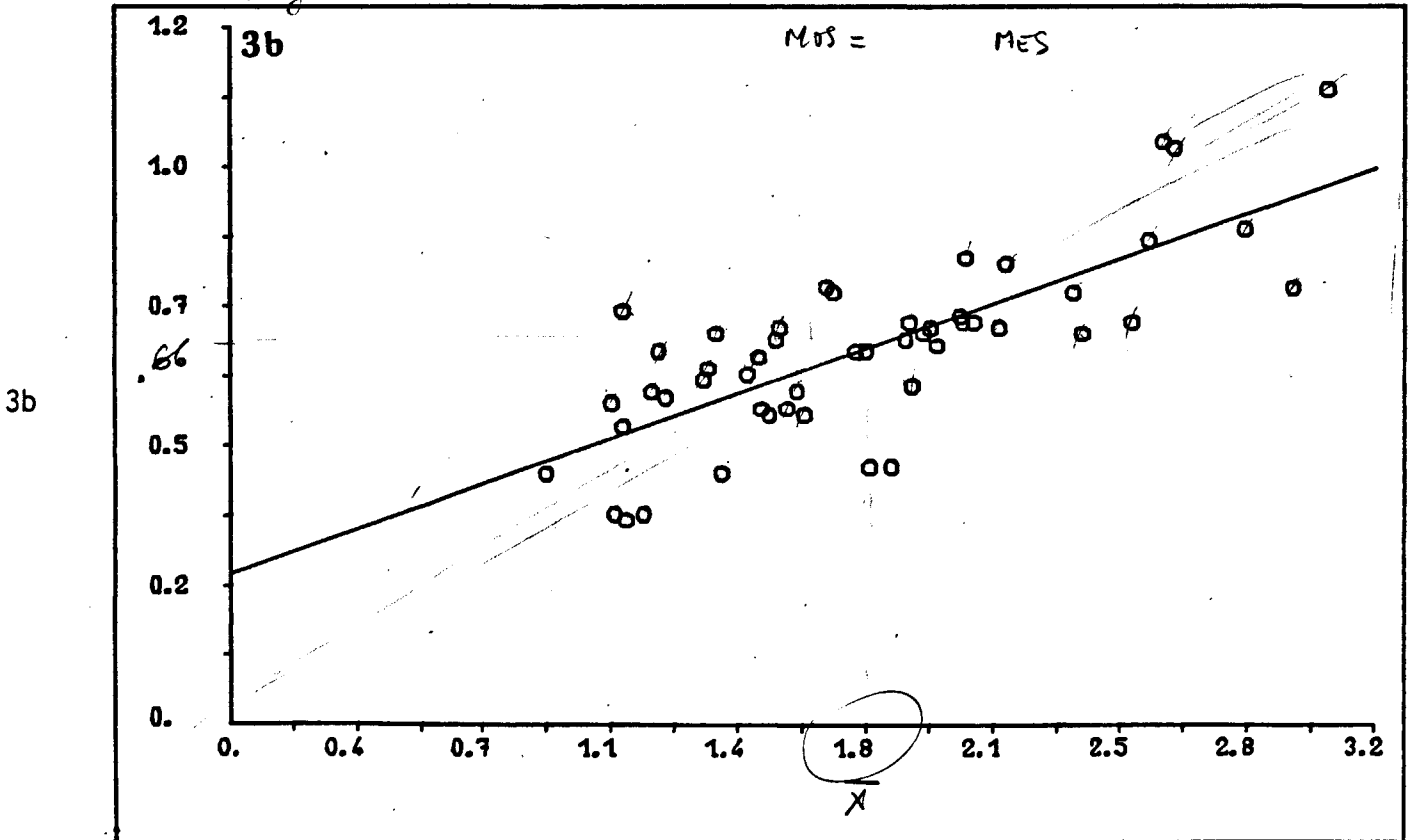
COTENTIN CENTRE AVRIL 1982



CORRELATION M.E.S. / M.O.S.

Mos/mg/l

CORREL = 0.77 Y = 0.22 X + 0.26



Figures 3a et 3b

Juin 1982

En juin 1982, deux points fixes de 13 heures (points 8 et 24) ont été effectués afin de bien vérifier les disparités entre ces deux stations. Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Station	T(°C)	S(‰)	NH	NO	NO	PO	SI
8	14,43	34,33	0,17	<LD	0,07	0,02	2,38
	0,24	0,04	0,11		0,02	0,02	0,42
24	15,98	34,50	0,30	<LD	0,07	0,04	3,30
	0,33	0,07	0,17		-	0,02	0,08
28	15,00	34,50	0,13	<LD	0,07	0,03	2,73
	0,23	0,06	0,15		-	0,02	0,27

$$MCS = 0,22 \mu\text{g}/\ell$$

$$MOS = 0,47 \mu\text{g}/\ell$$

La station 8 est plus froide et moins salée que la station 24, celle-ci étant plus riche en ammoniacque et silicates. Les nitrates et phosphates sont épuisés sur toute la zone. La figure 4a montre que les tracés de salinité des deux stations ne se recoupent pas. Les températures présentent des amplitudes de variations de l'ordre de 0,6°C. Nous avons vu, lors de la discussion des diagrammes Température-Salinité, que les deux stations se comportaient différemment. La station 24 reçoit des eaux plus chaudes, préalablement réchauffées sur les estrans ou le fond de la baie. Le maximum de température à la station 24, quatre heures avant la pleine mer, peut s'expliquer par le maximum diurne (mesure à 15 h (TU+2)). A ce moment les eaux de la station 24 proviennent du Nord, les eaux de la station 8 provenant du point 24. Les matières en suspension, au point 8, sont plus fortes entre 0 et 4 heures après la pleine mer, ceci correspond dans l'ensemble à des eaux venant du Sud et à une intensification du courant (fig. 4b).

Si l'augmentation des matières en suspension (fig. 4c) au point 24, entre 2 et 4 heures après la pleine mer peut s'expliquer par la présence d'un courant perpendiculaire à la côte et portant au large, l'augmentation précédant la pleine mer ne peut s'expliquer que par une intensification des courants portant Nord et donc par une remise en suspension des particules.

Les matières organiques sont encore très bien corrélées au point 24 (fig. 4d) aux matières en suspension :

$$MOS = 0,38 \times MES + 0,16$$

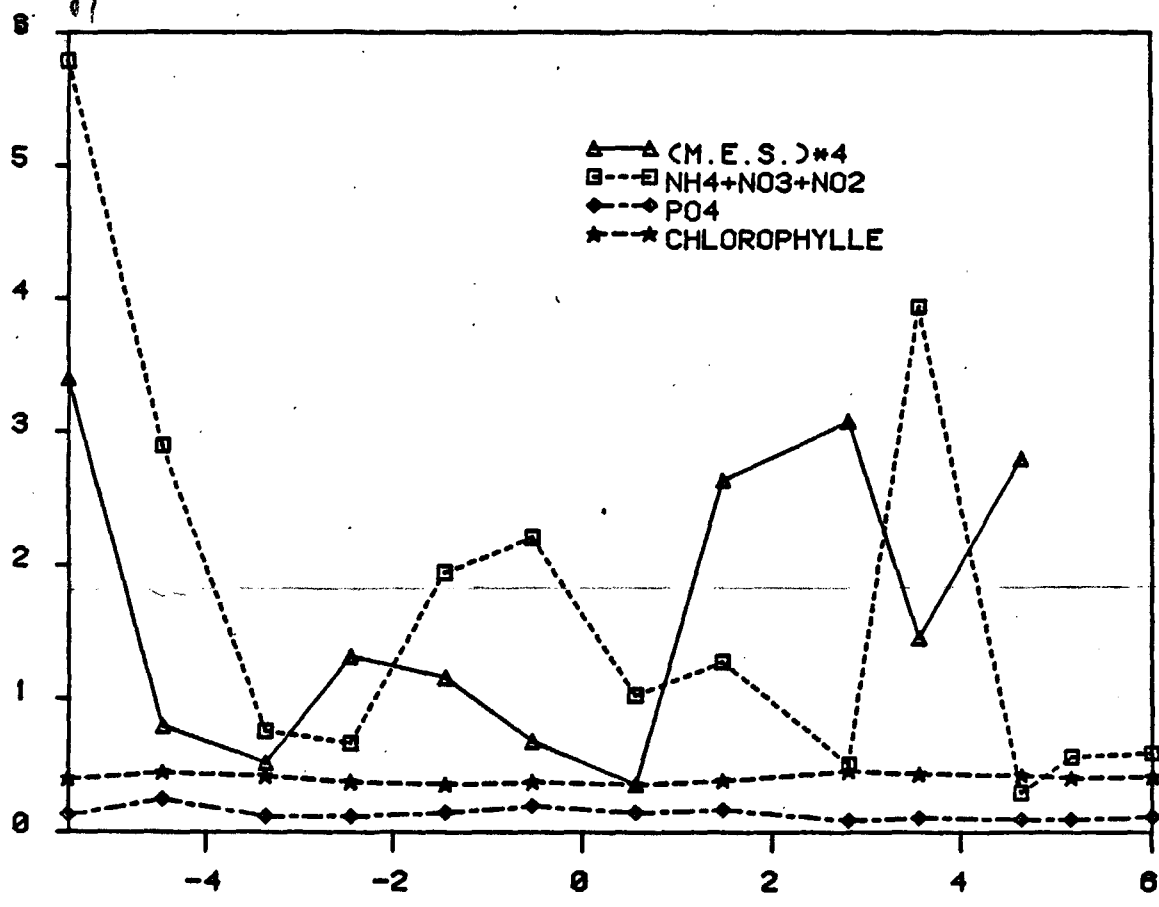
$$r = 0,94$$

$$n = 33$$

La teneur moyenne en matières organiques du seston est de 38 % avec un écart-type de 0,04, pourcentage significativement différent de celui d'avril (22 %).

µg/l

COTENTIN CENTRE JUILLET 1982 POINT FIXE 24



\bar{x} MES = 0.45 µg/l

S = 0.26

NO3 = 0.34 µg/l

Figure 5 - TEMPS PAR RAPPORT A LA PLEINE MER en heure

MES = 0.45 µg/l ?

\bar{x} MES =

Juillet 1982

$$\bar{x} / \text{MES} = 0.45 \text{ mg/l} \quad \text{OK}$$

$$s / \text{MES} = 0.34 \text{ mg/l} \quad \text{OK}$$

Station	T°C	S(‰)	NH ₄	NO ₃	NO ₂	PO ₄	Si
8	16,96	34,32	0,26	0,20	0,08	0,13	2,58
	0,04	0,03	0,08	-	0,01	0,01	0,04
25	17,73	34,33	0,20	-	0,09	0,14	3,32
	0,01	0,02	0,10	-	0,02	0,06	0,60
26	17,52	34,40	0,25	0,06	0,08	0,21	3,18
	0,42	0,05	0,04	-	0,01	0,06	0,37
27	16,82	34,47	0,36	0,22	0,08	0,15	2,80
	0,04	0,01	0,05	0,03	0,01	0,05	0,54
28	17,55	34,36	0,32	0,07	0,08	0,15	2,90
	0,08	0,01	0,09	0,05	0,01	0,02	0,05
24	16,81	34,48	0,31	1,31	0,08	0,14	3,39
	0,19	0,04	0,11	2,18	0,03	0,07	0,76

Valeurs moyennes et écarts-types des principaux paramètres.

En examinant les valeurs de température et de salinité, on peut distinguer trois zones :

1. les eaux chaudes (17,60°C) de salinité faible (34,36 ‰) au Nord (stations 25, 26, 28),
2. la zone centrale plus "océanique" (stations 27, 24) - température : 16,81°C salinité : 34,48 ‰ ,
3. la zone représentée par la station 8 (température 16,96°C et salinité 34,32 ‰).

Cette zonation pourrait être due à l'influence des Chausey sur la circulation Nord-Sud.

La constance des phosphates est encore remarquable. Au point fixe 24 les matières organiques particulaires sont très fortement corrélées à la charge particulaire (fig. 5) :

$$\text{MOS} = 0,84 \times \text{MES} - 0,04 \quad r = 0,94 \quad n = 12$$

L'écart-type sur la pente est de 0,07.

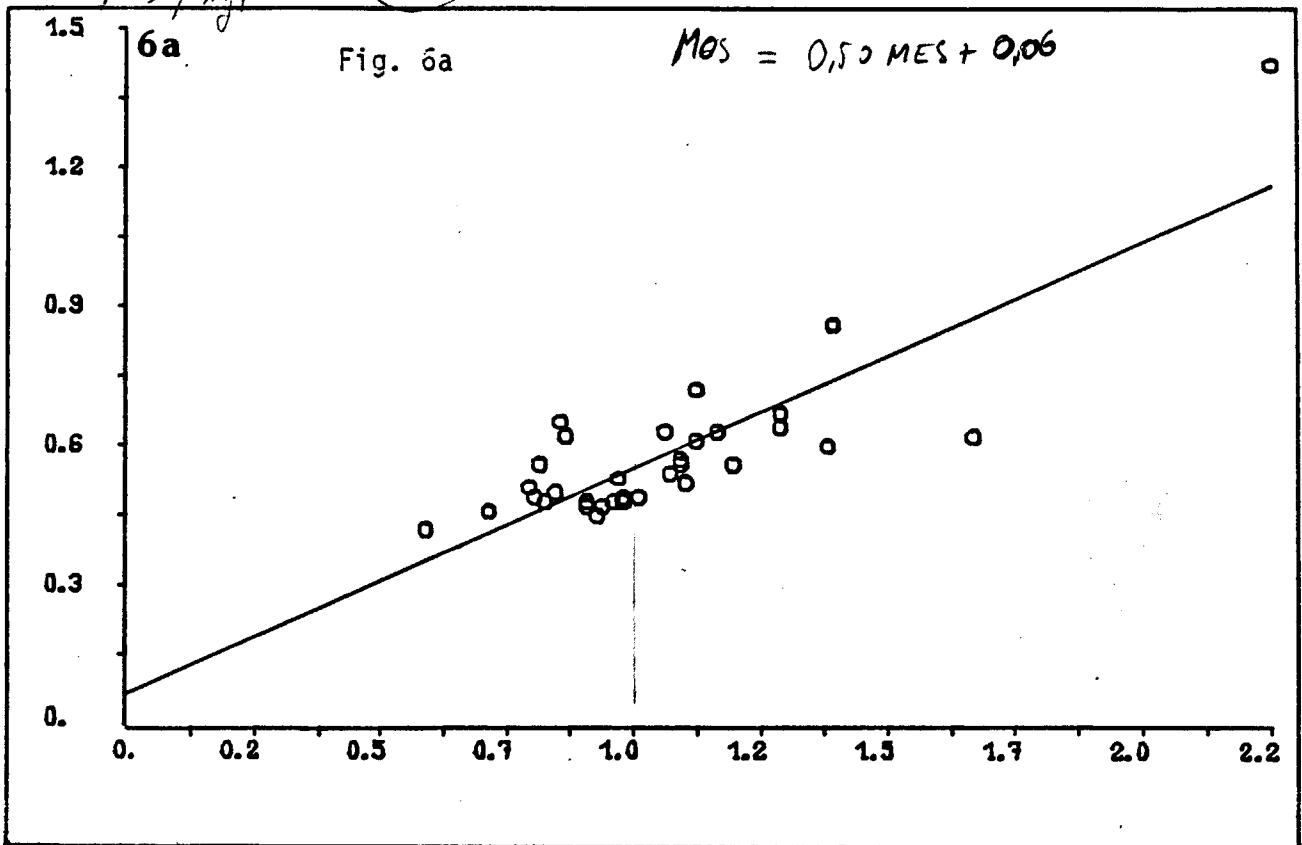
Les variations au cours du cycle de marée au joint 24 sont représentées figure 5. Le maximum de matières en suspension se produit deux heures après la pleine mer ; à basse mer un maximum secondaire peut aussi être observé. Il est cependant intéressant de noter que les eaux sont très peu turbides (maximum : 1,50mg/l) ce qui veut dire que même si le contenu énergétique est fort pour les filtreurs benthiques, le flux est très faible.

La chlorophylle est constante sur tout le cycle de marée, il n'y a donc pas d'hétérogénéité spatiale dans la distribution du phytoplancton.

Les pics de sels azotés qui se produisent à - 6 ; - 1 ; + 4 ne sont pas associés à des salinités plus faibles. Ces eaux relativement riches ne proviennent donc pas des zones 1 et 2. Il faut admettre que dans la zone représentée par les stations 24 et 27 il y a des hétérogénéités de distributions des sels qui ne sont pas en relation directe avec les matières en suspension comme le montre l'évolution de celles-ci au cours du cycle.

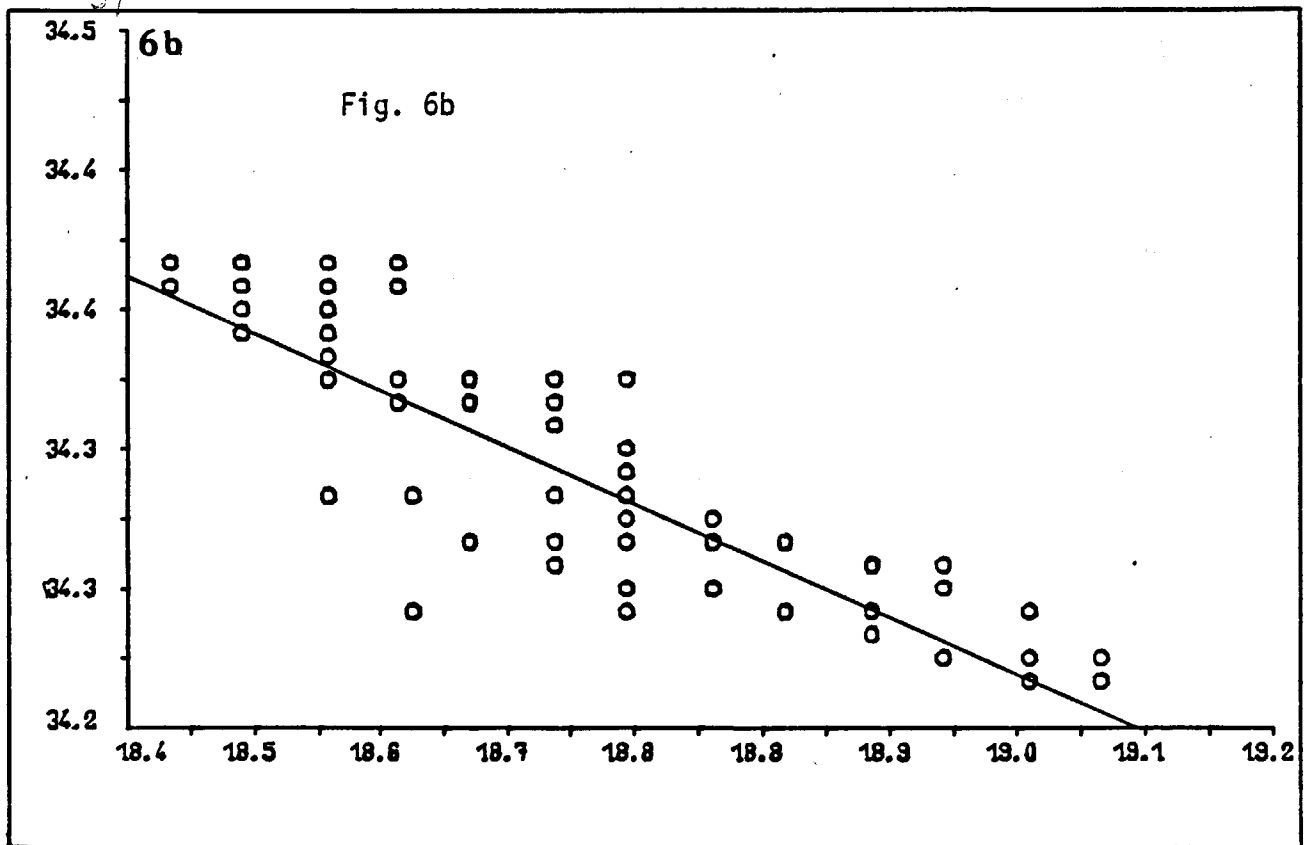
CORRELATION M.E.S / M.O.S.

MOS / mg/l r CORREL = 0.84 Y = 0.50 X + 0.06



CORRELATION TEMPERATURE / SALINITE

CORREL = -0.86 Y = -0.28 X + 39.46



Figures 6a et 6b.

Septembre 1982

Des mesures discrètes et continues ont été effectuées au point fixe 24. Le diagramme Température/Salinité est une droite d'équation :

$$S = - 0,28 \times T + 39,46 \quad r = - 0,86 \quad n = 52 \text{ (fig. 6b)}$$

L'enregistrement en continu de ces deux paramètres montre bien l'alternance en cette station, de deux masses d'eaux type ((19,03°C ; 34,22 ‰) et (18,43°C ; 34,38 ‰)). La première eau type est présente sur le site 4 heures avant la pleine mer alors que les courants portent au Sud depuis 1 h 30. Le courant, ensuite, passe au Sud-Est jusqu'à approximativement 3 heures avant la pleine mer. Par la suite, le courant tourne par l'est en perdant de son intensité pour être maximum à la pleine mer, portant NNW. Trois heures après la pleine mer nous avons un courant plus faible portant Nord-Ouest. Les eaux présentes sur le site avant la pleine mer sont donc des eaux du Nord-Ouest ou Ouest plus "océaniques". Les similarités entre la station 27 la plus au large et la station 24 sont apparues dans les campagnes précédentes. Les eaux présentes sur le site 2 à 4 heures après la pleine mer proviennent de la bande côtière. En effet, les courants portant Nord qui permettraient l'arrivée d'eaux de la station 8 sont relativement plus faibles que les courants Sud ne le sont en flot. Nous n'avons pas détecté d'influence directe du panache du havre de Régneville autour de la pleine mer.

La turbidité augmente progressivement jusqu'à 3 heures avant la pleine mer, moment où le courant portant Sud est maximum, puis décroît progressivement. Le maximum de courant de la pleine mer n'a pas d'influence sur les turbidités en surface (-1m). La première masse d'eau est une eau plus pauvre en chlorophylle. En fait, une chute du nombre des petites cellules a été observée (voir chapitre phytoplancton) à ce moment.

Les faibles courants précédant la pleine mer apportent sur le site des eaux plus riches en chlorophylle, et quand le courant s'oriente progressivement à la perpendiculaire de la côte on peut observer une décroissance en surface. Les eaux côtières de la zone Cotentin Centre et les eaux du large sont relativement plus pauvres en chlorophylle que les eaux en provenance de la zone Sud-Chausey.

Les matières organiques sont fortement corrélées au poids sec du seston :

$$MOS = 0,50 \times MES + 0,06 \quad r = 0,84 \quad n = 32 \text{ (fig. 6a)}$$

$$\bar{X}_{MES} = 1,02 \text{ mg/l} \rightarrow 0,57 \text{ mg/l MOS}$$

La pente de cette régression a pour écart-type : 0,04.

Les phosphates sont constants durant tout le cycle (0,20 ; σ 0,02). Quatre heures avant la pleine mer, on observe sur toute la colonne d'eau l'augmentation de sels azotés, de matières en suspension et une diminution de chlorophylle. Les sels azotés augmentent après la pleine mer quand les courants transportent de l'eau venant de la bande côtière.

Il n'y a pas de différences remarquables entre les enregistrements de surface et les mesures sur la colonne d'eau.

COUVERTURE de SURFACE · 10 Novembre 1982

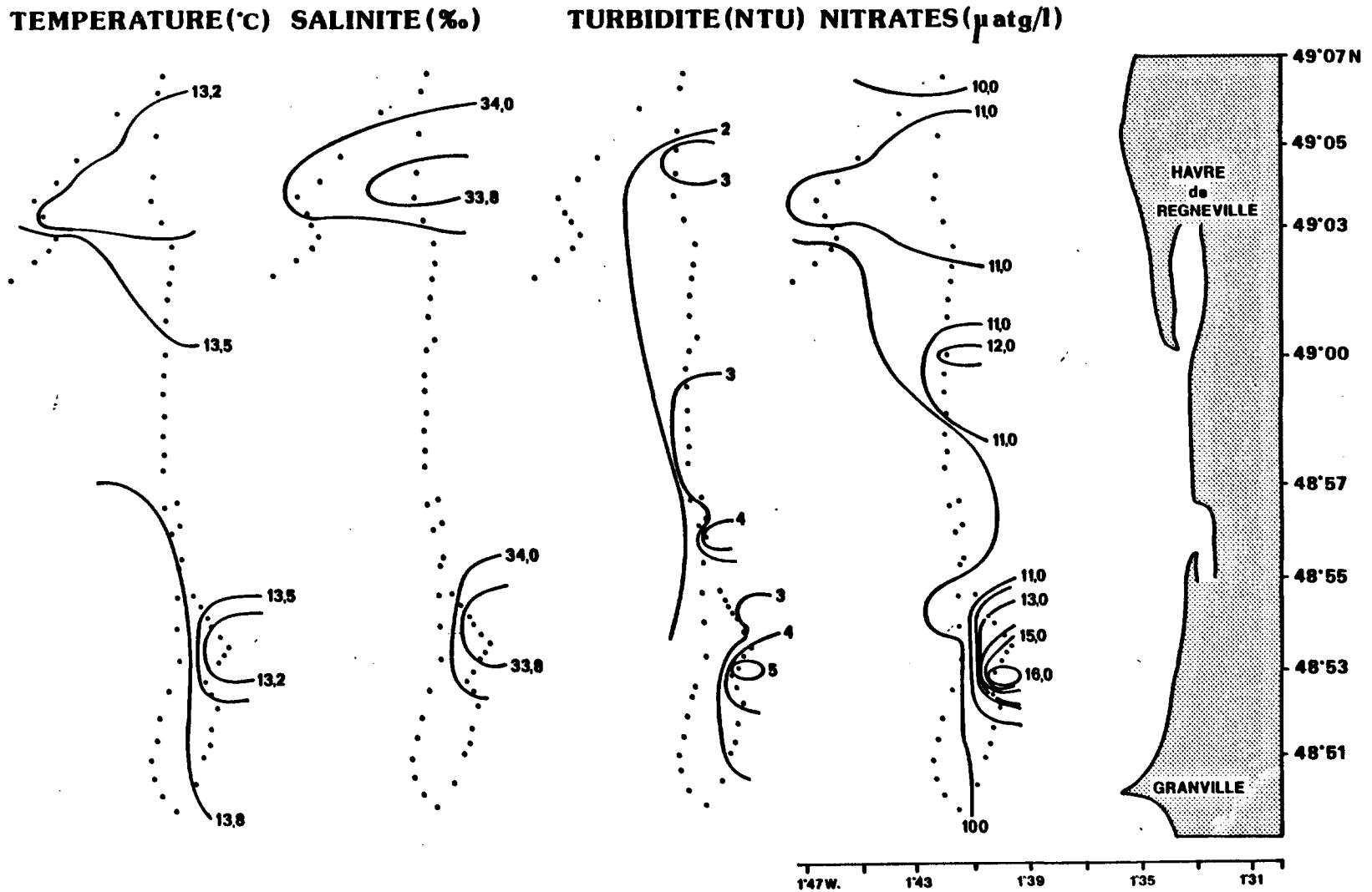
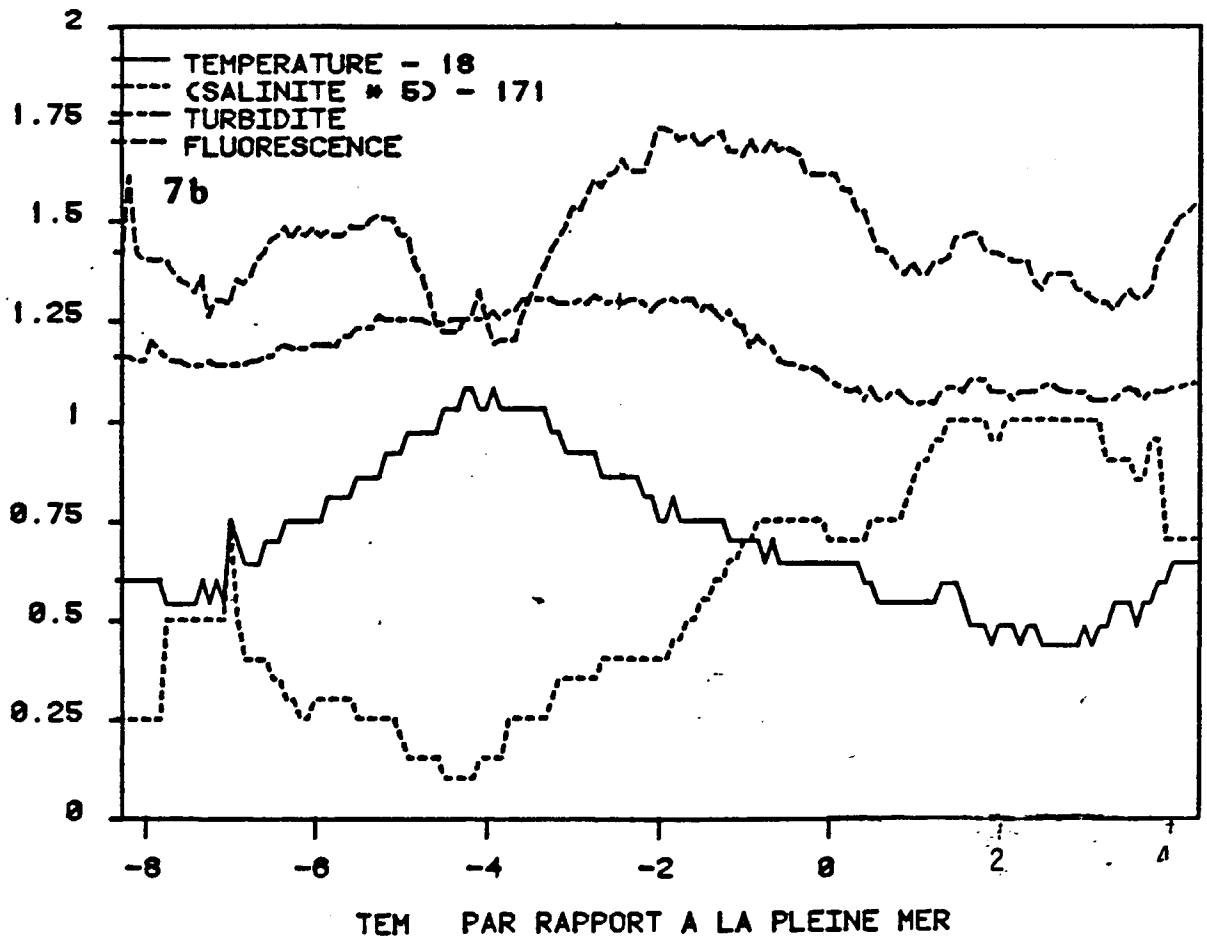
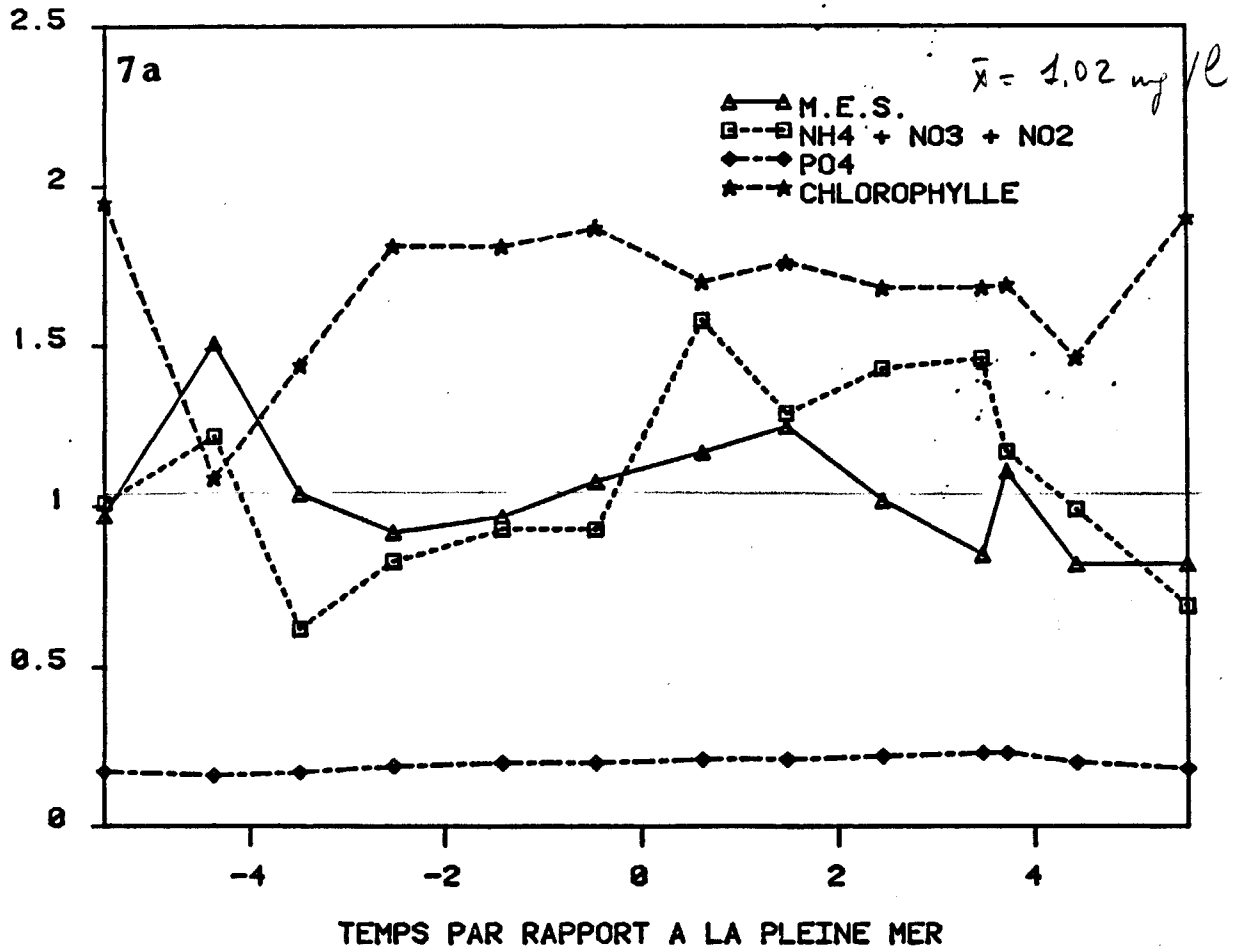


FIGURE 7

FIGURES 7a et 7b

COTENTIN CENTRE SEPTEMBRE 1982 POINT FIXE 24



Novembre 1982

Novembre est la période où la reminéralisation de l'azote et du phosphore est bien commencée (cf. courbes de variations saisonnières fig. 2).

Les résultats de la campagne de novembre regroupent les résultats de six stations et une couverture de zone.

Couverture de zone (fig. 7)

Les échelles de longitude sont décalées afin de regrouper sur la même feuille les différentes distributions. Lors de cette prospection de surface (- 1 m) de la zone littorale, des structures spatiales restreintes ont été localisées. Les températures varient de 13,2 à 13,8°C ; les salinités de 33,8 à 34.‰ : ces variations, bien que très faibles pour une zone côtière, sont significatives dans cette région comme nous l'avons reporté pour septembre 1982.

Le diagramme T.S. est linéaire sur toute la zone comme en septembre, mais ici nous avons une corrélation à pente positive :

$$S = 0,68 \times T + 24,91 \quad r = 0,71 \quad n = 28$$

Les eaux les plus côtières se refroidissent plus rapidement à l'approche de l'hiver et sont les plus dessalées. De fait, on peut observer une assez bonne correspondance des isoplètes de température et de salinité qui définissent deux zones dessalées et froides. Il n'a pas été possible de s'approcher plus près de la côte et donc de déterminer l'origine de ces panaches. Il est cependant vraisemblable que celui du Nord émane du havre de Régneville. L'origine du panache Sud est plus conjecturale mais pourrait correspondre au même panache à un autre moment de la marée. Dans ces deux taches on peut observer une augmentation en charge particulaire et en nitrates. Dans la tache qui se situe au niveau de Granville, à même température et salinité qu'au Nord, la charge en particules ainsi qu'en nitrates est beaucoup plus forte. D'ailleurs, au centre de la zone, une tache de turbidité élevée et de fortes concentrations en nitrates a été observée sans variation parallèle de salinité ou température.

Il est donc possible d'envisager que deux phénomènes sont responsables de l'augmentation de charge particulaire et de nitrate dans la zone très littorale :

1. Dilution de panaches d'eaux douces.
2. Resuspension des sédiments dans les eaux peu profondes.

Dans le cas de l'hypothèse 2, il se peut que les zones à turbidité élevée et celles riches en nitrates ne coïncident pas exactement.

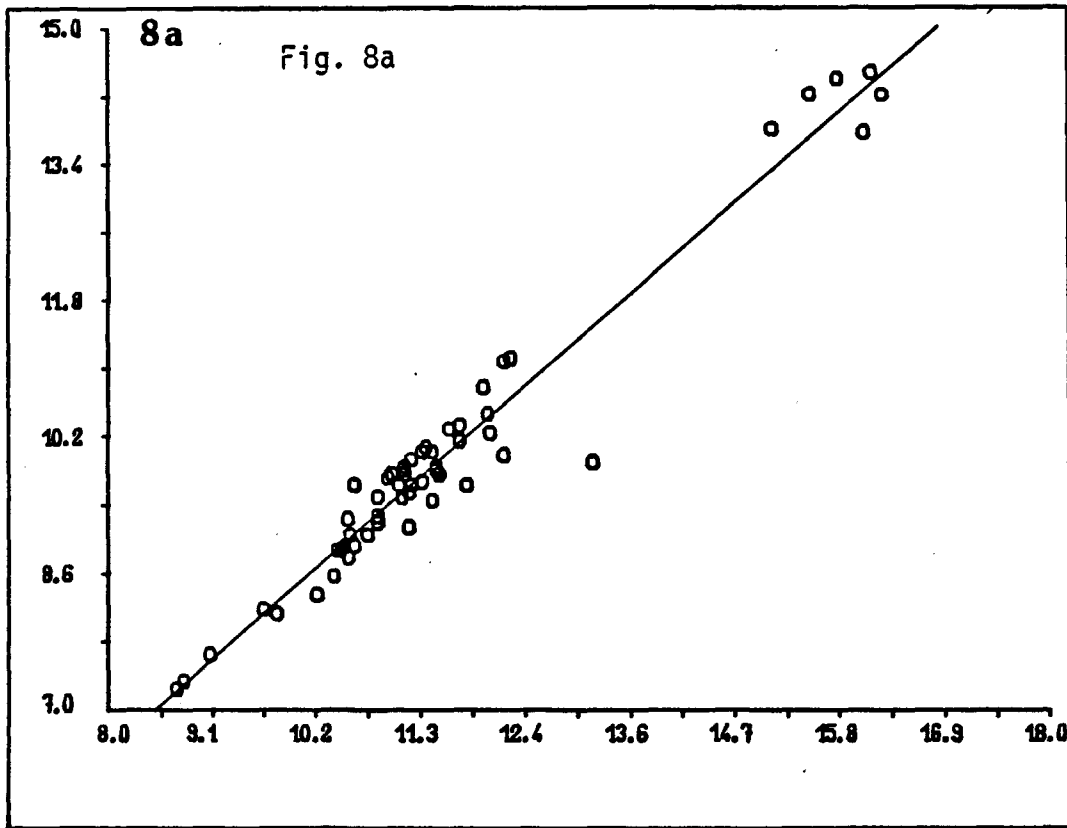
Seuls les isoplètes en nitrates ont été représentés bien que les silicates aient aussi été mesurés. Il existe, en effet, une bonne corrélation entre les silicates (de 8 à 18 µatg/l) et les nitrates (de 7 à 16 µatg/l) représentée par :

$$\{Si\} = 1,04 \times \{NO_3\} + 1,19 \quad r = 0,98 \quad n = 56 \text{ (fig. 8a)}$$

COTENTIN CENTRE NOVEMBRE 1982

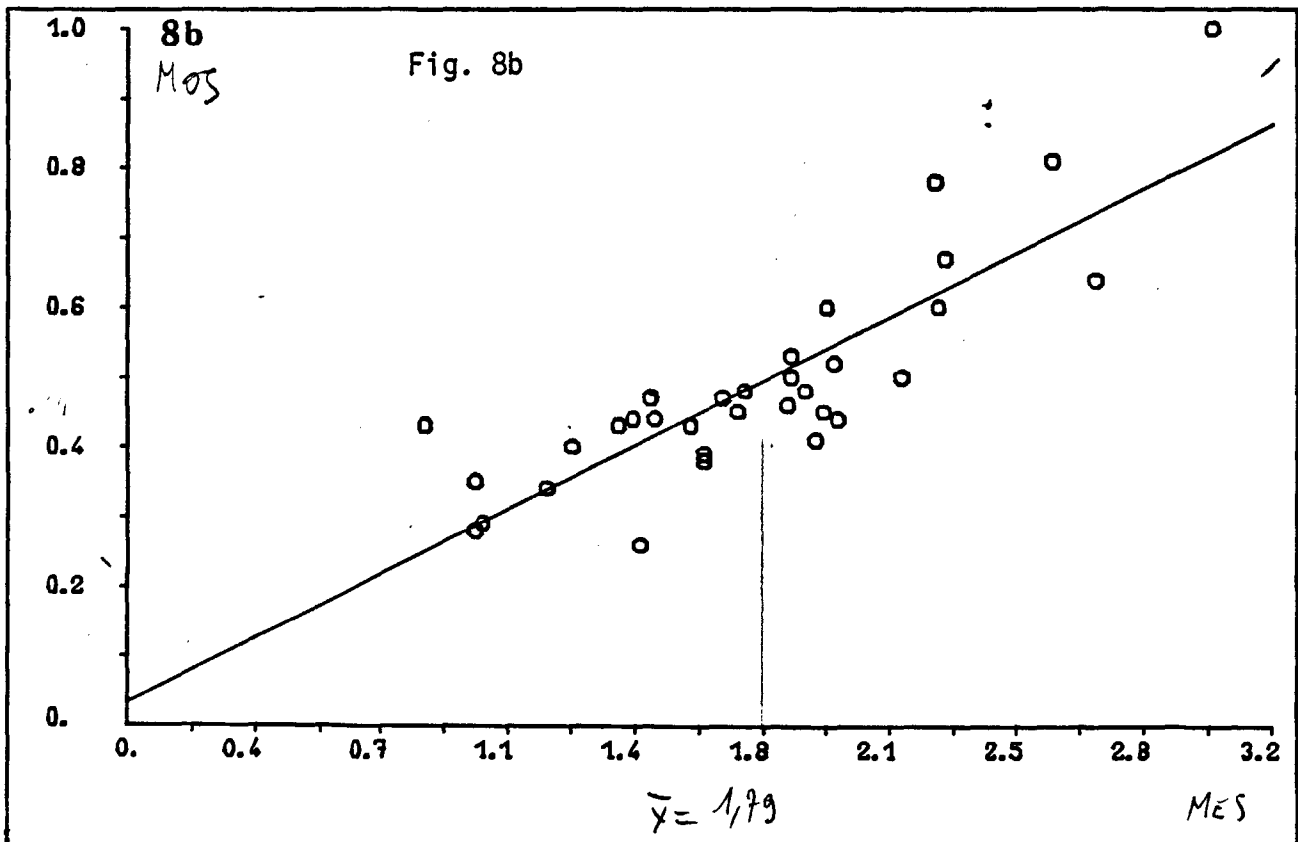
CORRELATION NITRATES / SILICATES - MESURES EN CONTINU

CORREL = 0.98 Y = 0.96 X - 1.14



CORRELATION M.E.S. / M.O.S.

CORREL = 0.85 Y = 0.26 X + 0.03



En étudiant les données des stations hydrologiques, on pourrait penser que la zone est relativement homogène en ces paramètres alors que nous avons, lors de cette campagne, pu mesurer des gradients en nitrates de 8 $\mu\text{atg/l}$ sur 2 milles nautiques.

Stations hydrologiques

La station 25 est la plus froide (13°C) et la plus dessalée (33,84 ‰). La station 27 étant la plus océanique est la plus chaude (13,88°C) et la plus salée (34,67 ‰). La station 24 est la plus proche en température et salinité de cette dernière et semble la plus océanique des stations côtières. Il convient cependant de signaler que ces conclusions pourraient être modifiées entièrement par un échantillonnage plus serré dans le temps, de toutes les stations.

Des conclusions générales concernant la reminéralisation de la matière organique peuvent cependant être présentées. Les nitrates sont la forme stable de l'azote inorganique en milieu marin ; ils présentent une constance dans la bande côtière, hors des taches repérées plus haut, représentée par les stations 8, 24, 25, 26 et 28 autour de 8,02 $\mu\text{atg/l}$. La station "océanique" 27 présente une valeur moyenne de 5,88 $\mu\text{atg/l}$, significativement différente des autres à 99 %. Le processus de reminéralisation qui aboutit aux nitrates fait intervenir les formes transitoires ammonium et nitrite. Il est intéressant de constater qu'en utilisant la salinité comme indicateur d'influence du type de la station 2 on observe une décroissance d'ammonium avec la salinité croissante :

$$\{\text{NH}_4\} = -0,58 \times S + 20,62 \quad r = -0,63 \quad n = 45$$

et une augmentation des nitrites avec la salinité.

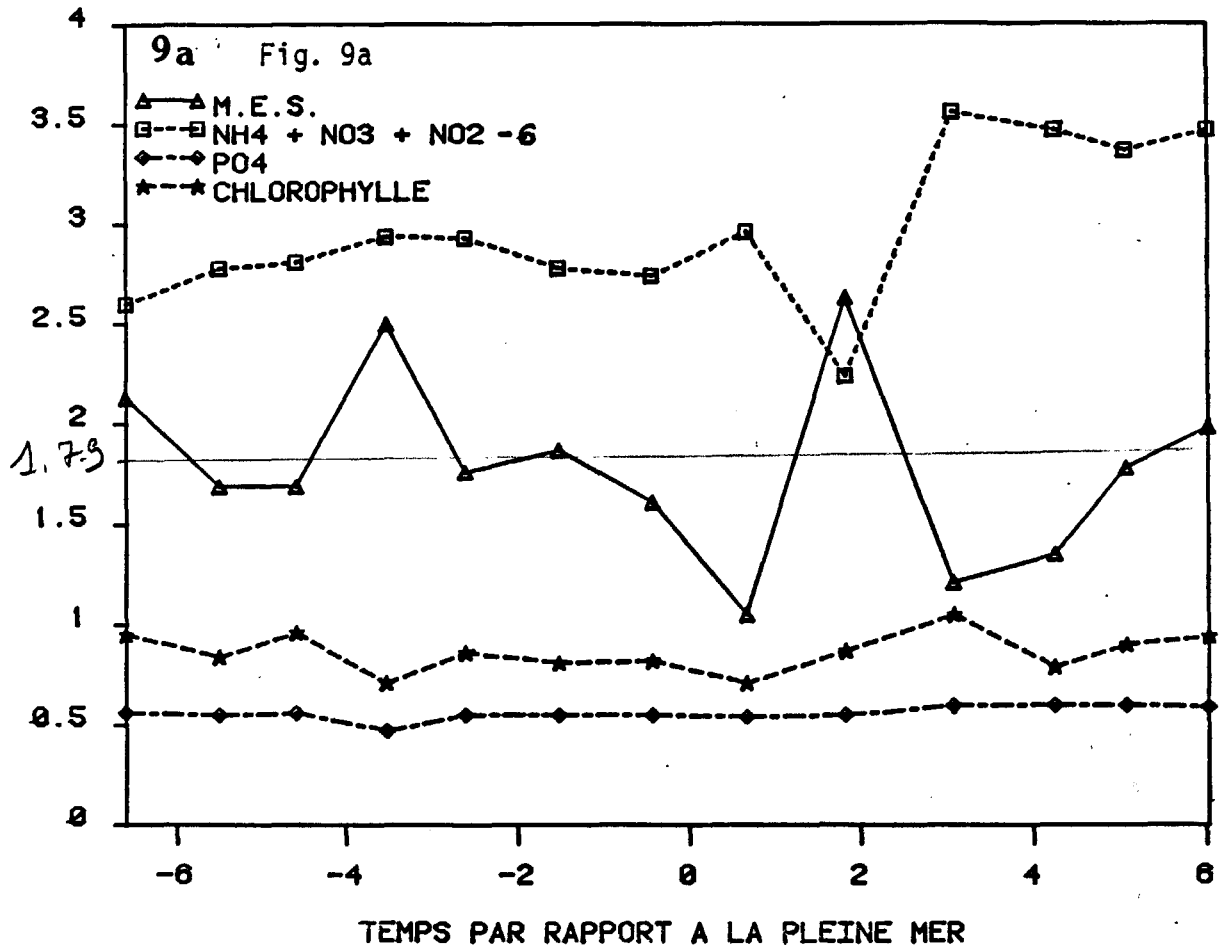
$$\{\text{NO}_2\} = 0,43 \times S - 13,82 \quad r = 0,72 \quad n = 45$$

A la station 27, la somme nitrites plus nitrates n'atteint pas les valeurs totales en sels azotés de la bande côtière. Il n'y a aucune raison pour que la reminéralisation soit moins avancée. Il est donc probable que les eaux côtières contiennent un stock plus élevé de sels azotés. La reminéralisation du phosphore est considérée plus rapide que celle de l'azote. Les quantités de phosphore dissous mesurées sont remarquablement constantes sur toute la zone

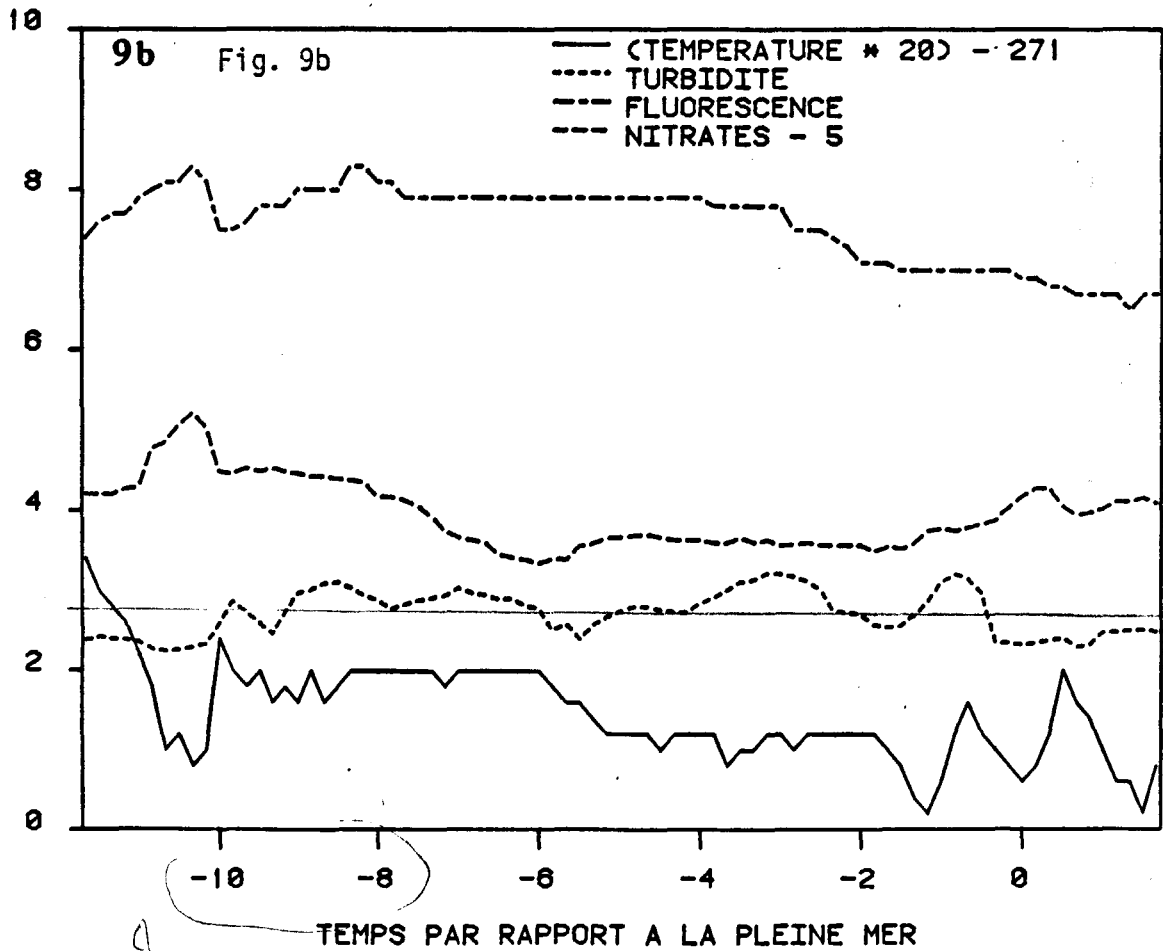
$$\bar{P\text{O}_4} = 0,59 \quad \sigma = 0,02$$

On pourrait considérer que la reminéralisation est entièrement terminée sur la zone, mais il faut rappeler que le carbonate de calcium qui est présent en grande quantité dans le sédiment a une très grande faculté de régulateur des concentrations de phosphates dissous. Ce n'est qu'en effectuant des mesures de stock phosphoré dans les sédiments que l'on pourra obtenir une idée du stock réel de phosphates.

COTENTIN CENTRE NOVEMBRE 1982 POINT FIXE 24



pt 24



Nov 82 = pt 24 :

5,7

$\overline{MES} = 1.79$

MOS = .50

Kcal

↓

C =

$$\text{Carbon} = \frac{\text{organic matter}}{2.25} \quad (\text{Hendriksen, 1975})$$

sur l'unité & station ?

Les matières organiques en suspension sont significativement corrélées aux matières en suspension :

$$\text{MOS} = 0,26 \times \text{MES} + 0,03 \quad r = 0,85 \quad n = 33 \text{ (fig. 8b)}$$

1.79

L'écart-type de la pente est de 0,03. Cette pente est significativement différente de la pente de 0,50 déduite des valeurs de septembre 1982. Ceci confirme que la reminéralisation est bien entamée, tout au moins en ce qui concerne les matières en suspension, aucune mesure des stocks sédimentaires n'étant disponible.

Point fixe 24

nov. 82

Les variations de quatre paramètres moyennés sur la colonne d'eau sont représentées sur la figure

Moy = 0.22 mg/l

Sur l'ensemble du cycle nous avons :

mg/l

Paramètres	T°C	S‰	NO ₃	NO ₂	NH ₄	PO ₄	Si	MES
Moyenne	13,51	34,35	7,54	0,78	0,68	0,58	6,75	1,79
Ecart-type	0,04	0,08	0,36	0,03	0,08	0,04	0,46	0,46

*MOS C t.lend
→ 0.50 0.25 2.82
↓ m³*

Les matières en suspension et l'ammonium sont les paramètres les plus variables sur le cycle de marée.

50 l.tal/m²

Deux pics de matières en suspension sont nettement visibles 2 heures après la pleine mer et 2 heures après la basse mer. Quatre heures avant la pleine mer les courants qui portaient Sud passent au SE en se renforçant. Deux heures après la pleine mer les courants portant Nord s'orientent perpendiculairement à la côte. Le pic - 4 h PM peut donc s'expliquer par la remise en suspension des particules lors de l'intensification du courant. Le pic + 2 h PM s'expliquerait par l'arrivée de particules remises en suspension sur l'estran à la haute mer. La décroissance des sels azotés associée à ce dernier pic s'expliquerait assez mal car nous avons vu que la bande côtière est riche en nitrates. Cependant, la présence de teneurs assez fortes en matières en suspension correspond à une augmentation de la salinité et de la température, et donc à l'arrivée d'eaux du type de la station 27, contenant moins de sels nutritifs. Les champs de courant semblent très variables dans la zone d'étude et ne sont pas très bien connus.

Enregistrements en continu en surface

Au point fixe, en surface (-1 m), on peut constater que les tracés de nitrates et silicates se ressemblent (cf. fig. 9b). La bonne corrélation trouvée entre ces deux paramètres lors de la couverture de surface se vérifie assez bien. Un peu après la pleine mer, on observe une augmentation de l'ordre de 1 µatg/l en nitrates et silicates qui correspond à de faibles chutes de température. Ce phénomène se comprend si l'on observe la tache située le plus au Nord, le panache du havre de Régneville atteignant la station 24 à ce moment. Le panache qui était collé à la côte par les courants portant SE est décollé à la pleine mer par les courants qui reviennent portant au NE. On observe donc le passage de ces eaux au point 24 autour de la pleine mer. Ces variations de sels nutritifs ne sont pas tout à fait synchronés avec les augmentations de turbidité.

Juin 1983

Trois cycles de mesures ont été effectués en trois points fixes :

- La Catheue (station 24),
- La Basse Jourdan (station 26),
- Le Pignon.

La station du Pignon a été choisie en raison de la composition des fonds qui, à cet endroit, sont des sables envasés. Le but de l'expérience était de mettre en évidence des relargages éventuels de sels nutritifs en effectuant des mesures en continu dans la couche près du fond (+ 1 m au-dessus du fond).

Résultats hydrologiques

Les valeurs moyennes et écarts-types des différents paramètres mesurés après prélèvement hydrographique sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Station	T(°C)	S(‰)	NH ₄	NO ₃	NO ₂	PO ₄	Si
24	13,35	34,169	0,20	0,56	<LD	0,15	3,05
	0,28	0,17	0,15	0,62	-	0,19	0,11
Le Pignon	13,67	34,137	0,62	0,72	<LD	0,13	4,46
	0,42	0,030	0,63	0,64	-	0,06	1,54
26	14,05	34,17	0,36	0,40	<LD	0,10	3,01
	0,35	0,13	0,35	0,56	-	0,08	0,93
28	14,08	34,35	0,15	<LD	<LD	0,04	2,58
	0,02	0,21	0,13	-	-	0,01	0,06
27	13,23	34,52	0,32	<LD	<LD	0,04	1,99
	0,22	0,08	0,06	-	-	0,01	0,70
toute la colonne d'eau	13,53	34,12	0,14	0,99	0,03	0,06	0,39
	0,14	0,41	0,12	1,72	0,05	0,02	1,22

MES

L'écart-type élevé observé à la station 8 est dû à la présence en surface d'eaux chaudes (14,50°C), plus salées, riches en ammonium, en nitrates et en silicates.

La station la plus au large (station 27) est la plus salée et la plus froide. Elle contient aussi beaucoup moins de silicates que les autres.

Les nitrites et les phosphates sont très faibles sur toute la zone. Les matières organiques en suspension sont très fortement corrélées au poids total du seston :

x		b	a	Mos	r	n	σ_p
0,49	Station 24	MOS = 0,41 x MES + 0,13	.33		r = 0,90	n = 26	$\sigma_p = 0,03$
0,71	Station 26	MOS = 0,32 x MES + 0,07	.30		r = 0,95	n = 17	$\sigma_p = 0,03$
?	Station "Pignon"	MOS = 0,61 x MES + 0,05			r = 0,93	n = 24	$\sigma_p = 0,03$

Les pentes aux stations 24 et 26 ne sont pas significativement différentes tandis qu'à la station "Pignon" le pourcentage de matière organique est beaucoup plus élevé. Cette dernière station se situant dans la "zone d'ombre" des Chauses, le sédiment y est très envasé. Cela pourrait être la raison d'une telle disparité en teneur organique moyenne.

Points fixes

Des mesures en continu ont été effectuées à 1 m du fond. Les mesures sont digitalisées toutes les minutes et enregistrées sur bandes magnétiques. Les graphes représentés sur les figures 10, 11 et 12 concernent les résultats lissés au moyen d'une moyenne mobile sur 11 valeurs adjacentes avec des facteurs de pondération de 1, 2, 4, 6, 8, 10, 8, 6, 4, 2, 1.

Les abscisses représentent le temps en minutes à partir de 0 h 00 (TU + 2) sur lequel les moments des pleine mer et basse mer ont été positionnés.

Les nitrates sont constants à des concentrations de 0,05 à 0,10 $\mu\text{atg/l}$ sur toute la zone, à tout moment et sont donc épuisés. Les silicates varient de 3 à 4,5 $\mu\text{atg/l}$.

La turbidité n'a été mesurée que sur un court laps de temps à la station "Basse Jourdan" à cause d'un défaut d'alimentation du capteur.

Les moyennes et variances aux trois stations des différents paramètres sont reportées dans le tableau ci-dessous :

Station	Température (°C)	Turbidité (NTU)	Fluorescence
La Catheue	13,45	10,42	46,56
	0,26	4,80	5,80
La Pignon	13,76	10,93	44,26
	0,22	0,93	3,30
La Basse Jourdan	14,05	-	39,80
	0,27	-	3,36

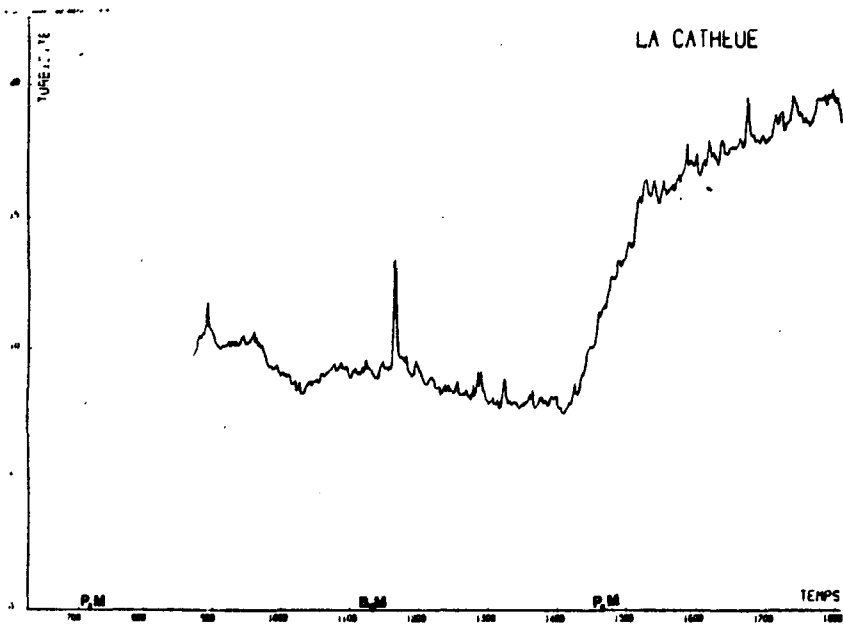
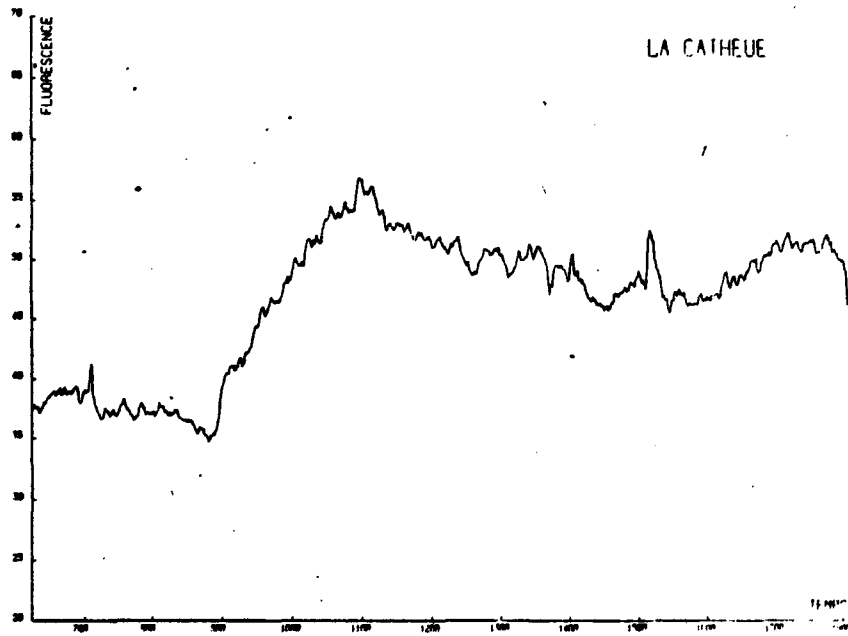
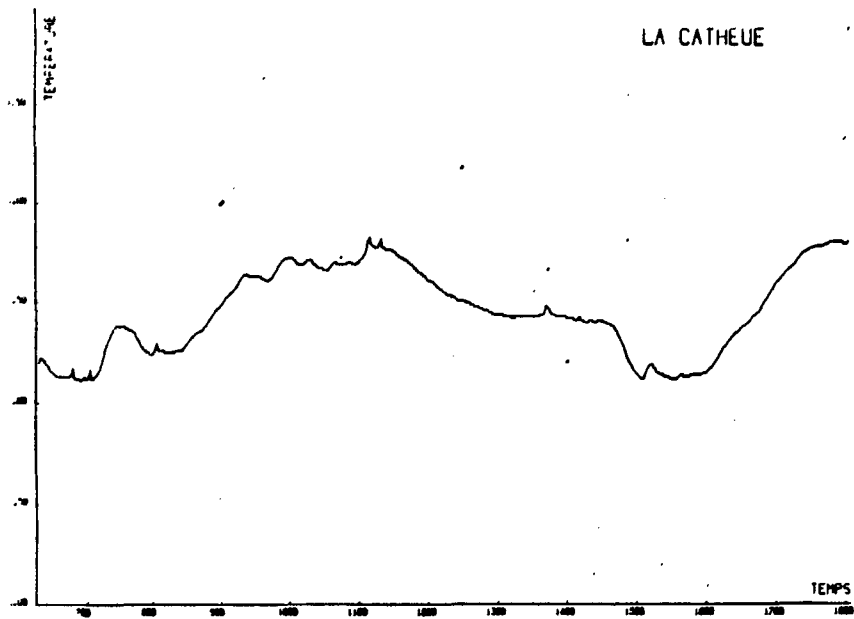


Figure 10 : Point fixe La Catheue - 2 juin 1983.
Prélèvements (1 m au-dessus du fond).

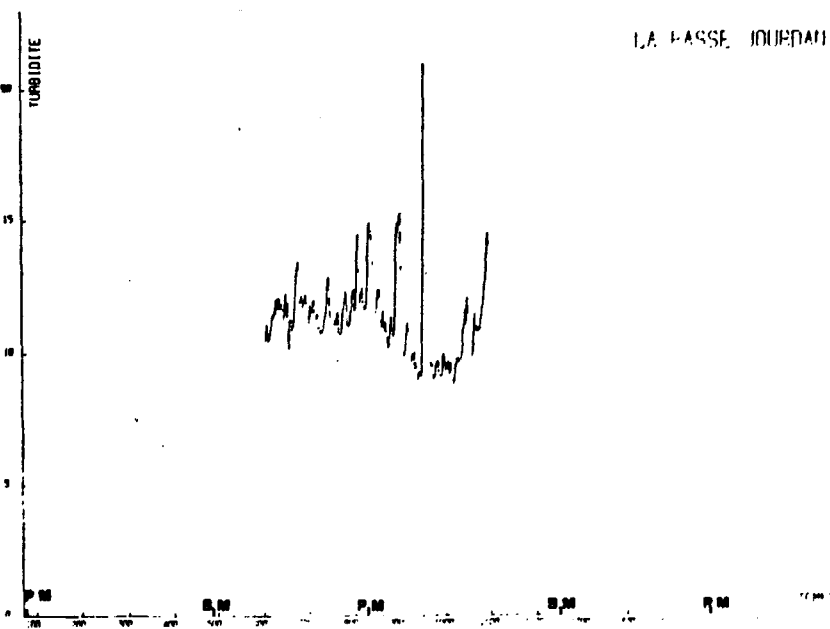
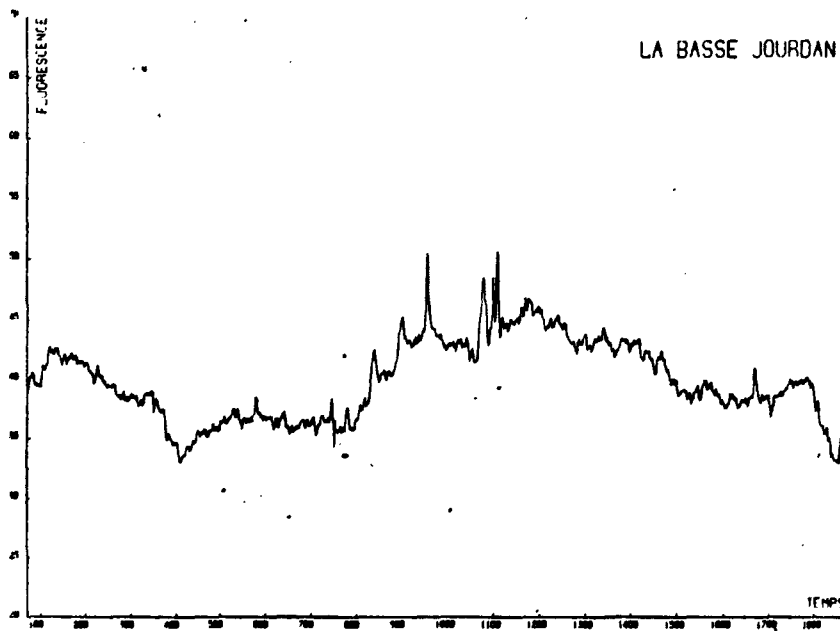
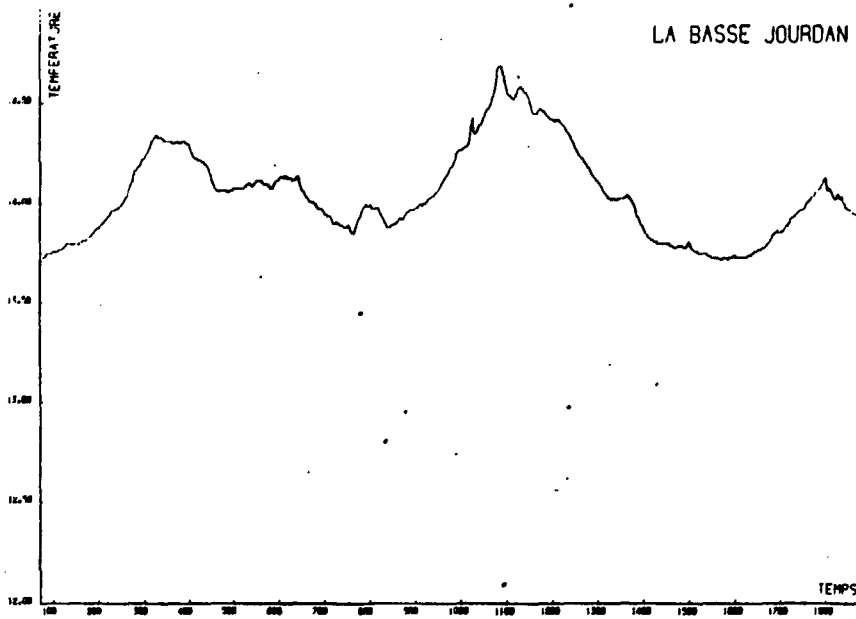


Figure 11 - Point fixe La Basse Jourdan, 4 juin 1983.

Prélèvements (1 m au-dessus du fond).

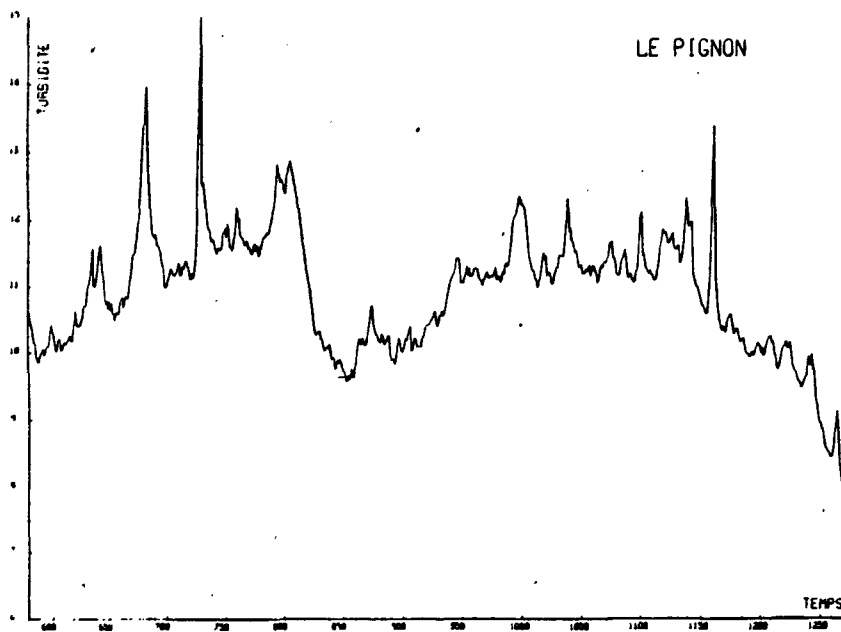
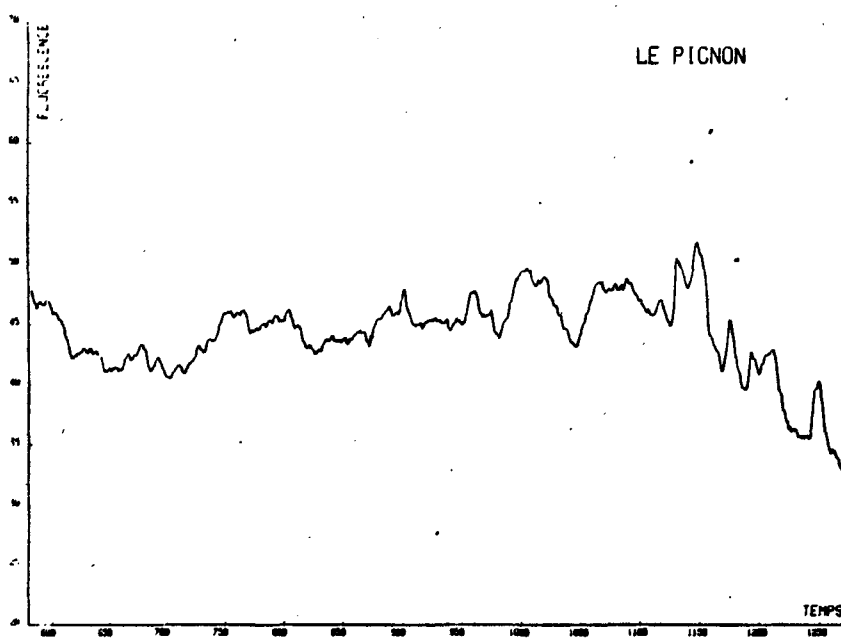
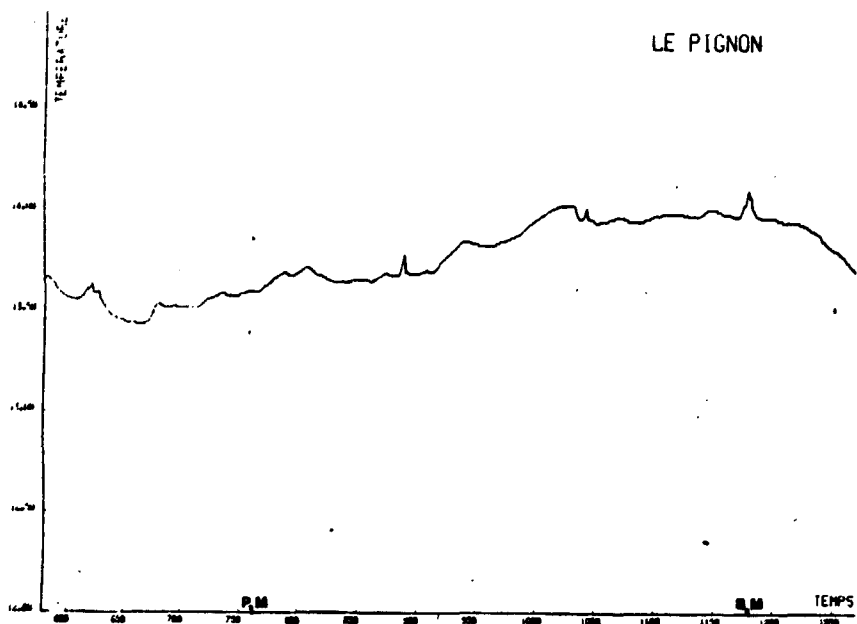


Figure 12 - Point fixe Le Pignon. 3 juin 1983.
Prélèvements (1 m au-dessus du fond).

La Basse Jourdan est la station pour laquelle on dispose des enregistrements les plus longs. Des minima de température sont observés de - 3 à la pleine mer. Les maxima se produisent durant des temps beaucoup plus restreints et ont lieu - 1 h à 1 h 30 avant la basse mer. Le maximum thermique de la journée de 14,65°C, qui a lieu à 17h30, est supérieur de 0,3 à 0,5°C aux maxima thermiques observés la nuit, ce qui démontre bien l'influence du réchauffement thermique diurne. Les eaux les plus froides viennent du Nord-Ouest. Les maxima de température apparaissent quand les courants ont porté au Nord-Ouest pendant au moins deux heures et proviennent de la bande côtière. Les eaux réchauffées sur les estrans et les hauts fonds représentent des volumes faibles : c'est la raison pour laquelle les maxima durent assez peu. Durant la journée, ces eaux ont un contenu chlorophyllien plus fort. L'enregistrement de turbidité est malheureusement tronqué, mais on peut remarquer une très forte variabilité à haute fréquence. Il ne s'agit pas de parasites, les valeurs ayant été lissées.

La Catheue (ou point site ou station 24) a en moyenne une température plus faible (- 0,6°C par rapport à la Basse Jourdan). Le maximum de température se produit entre + 3 et 6 pleine mer. D'après la rose de courant, ces eaux viennent de la frange littorale comme pour la Basse Jourdan. Ce maximum correspond à des teneurs en chlorophylle plus élevées et à des concentrations de silicates de 4 µatg/l. Les eaux provenant du Sud-Ouest sont plus froides, moins riches en chlorophylle et plus pauvres en silicates (3 µatg/l). Après la deuxième pleine mer, on observe une augmentation graduelle des turbidités qui tendrait à la basse mer suivante à des valeurs doubles de celles observées lors de la première basse mer. Ceci ne fait que confirmer la très forte variabilité en un même point. De la même manière, les valeurs de chlorophylle ne se retrouvent pas d'une pleine mer à l'autre.

La station du Pignon a été choisie en fonction de la qualité des sédiments qui sont ici fortement envasés. Cette station, d'après la composition de ses sédiments, est située dans la "zone d'ombre" des Chausey ; les courants y seraient moins forts, ce qui permet la sédimentation des particules fines. Les échanges dans la zone sont effectivement réduits comme on peut le constater d'après les variations de température qui sont de l'ordre de 0,4°C. La turbidité présente de faibles variabilités à basse fréquence et de fortes variabilités à haute fréquence contrairement à la station de la Catheue. Au Pignon le maximum de température est associé à des concentrations maximales de silicates de 4,3 µatg/l. Ce paramètre varie de 1,3 µatg/l durant le cycle.

Ces enregistrements montrent bien la variabilité assez importante des différents paramètres mesurés, ceci même dans un site qui apparaît, *a priori*, comme très peu perturbé. Les variations à l'échelle du cycle de marée seraient explicables si l'on connaissait les caractéristiques hydrodynamiques du site. Une telle analyse serait bien plus riche d'enseignement si elle avait pu être faite lors de conditions météorologiques de vent et de houle normales. En effet, ces stations ont été effectuées par un beau temps exceptionnel, ce qui ne nous a pas permis d'observer les relations entre sels nutritifs et sédiment remis en suspension par la turbulence près du fond. Il est quand même intéressant de noter que des fluctuations importantes à la période d'une heure ont pu être observées au Pignon. Les échanges de sels nutritifs entre l'eau et le sédiment ont été appréhendés d'une autre manière, décrite plus loin.

Matériel particulière

Des rosettes de huit bouteilles posées sur le fond ont été utilisées pour le prélèvement de matières en suspension. Les fermetures sont programmées de manière à suivre un cycle de marée. La figure 13a montre les positions des stations ainsi que les isoplètes de moyennes de matières en suspension. Les roses de courant disponibles ont aussi été représentées.

En juin 1983 sept stations ont ainsi été effectuées. Les stations 12 et 13, 7 et 9, 5 et 2, ont été réalisées simultanément, respectivement les 9, 10, 11 juin 1983. La station 1 a été effectuée le 12 juin. Les résultats des moyennes observées sont reportés ci-dessous :

*au-dessus
en mg/l*

Station	Valeur moyenne	Ecart-type	Maximum	Minimum	
13	2,93	2,58	8,59	0,8	→ 0,54
12	3,09	1,15	4,50	1,5	→ 1,28
9	5,18	4,72	13,20	1,9	→ 1,59
** 7	188,7	135,4	414,3	23,3	? → ?
* 5	17,24	23,70	74,30	4,0	→ 2,68
2	8,25	5,70	18,10	2,4	→ 2,02
1	6,81	5,40	19,30	1,7	→ 1,62

Jun 1983
Mes Fond

Couche limite

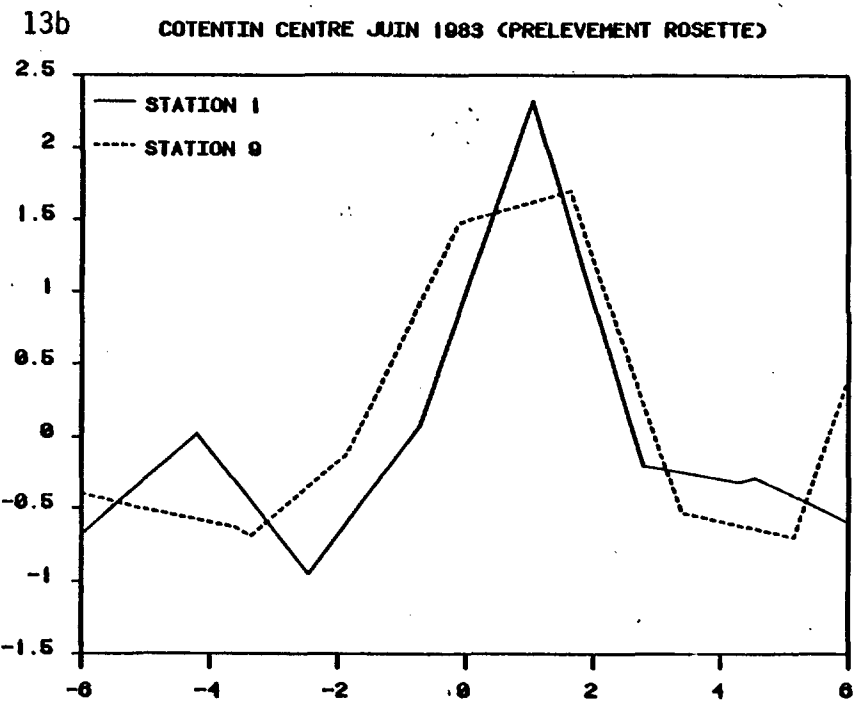
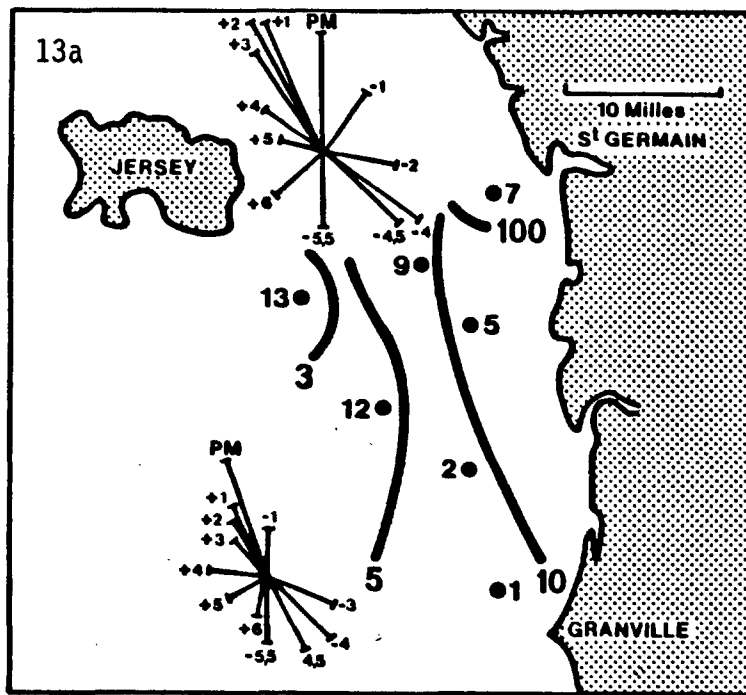
Les valeurs moyennes sont largement supérieures à celles observées dans la colonne d'eau lors de toutes les campagnes hydrologiques. On observe des hétérogénéités spatiales importantes. Les deux stations côtières (5 et 7) au Nord du Sénéquet présentent les moyennes les plus élevées, tandis que les stations côtières du Sud sont beaucoup moins chargées. De plus, on observe une décroissance des moyennes vers le large. Au vu de ces résultats, il est évident que tous les phénomènes associés aux matières en suspension dans la zone sont régis par le comportement du particulier dans la couche limite du fond. Une simple observation de la transparence de l'eau en juin nous a permis de nous rendre compte de l'existence de deux couches d'eau : la colonne d'eau très peu turbide et une couche beaucoup plus turbide d'épaisseur inférieure à 2 m au-dessus du fond.

Les matières organiques sont très fortement corrélées aux matières en suspension dans tous les cas : les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

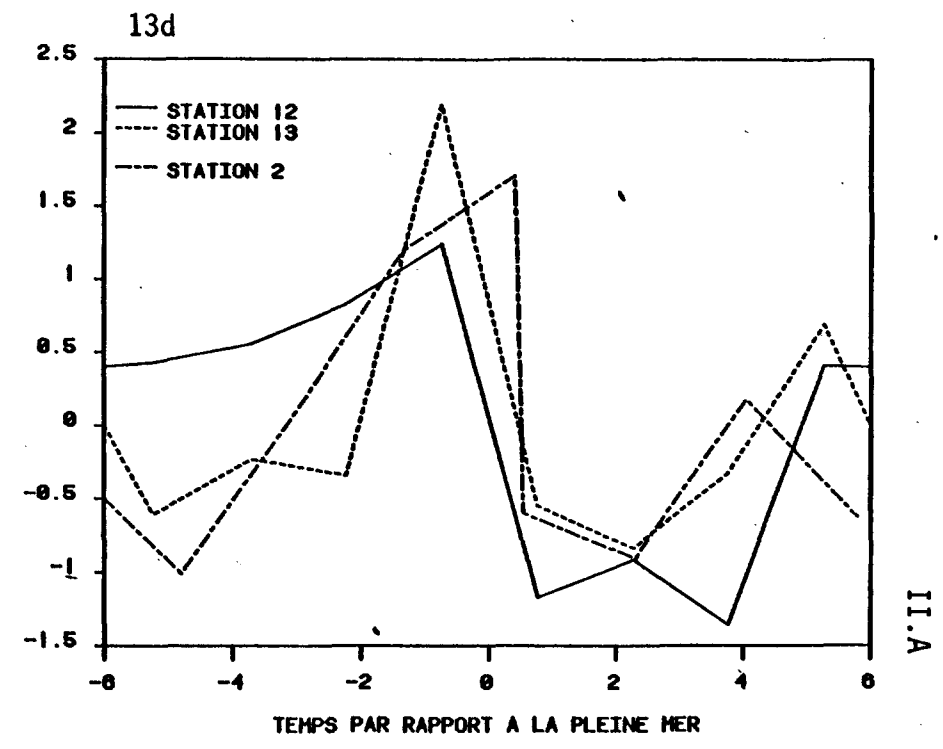
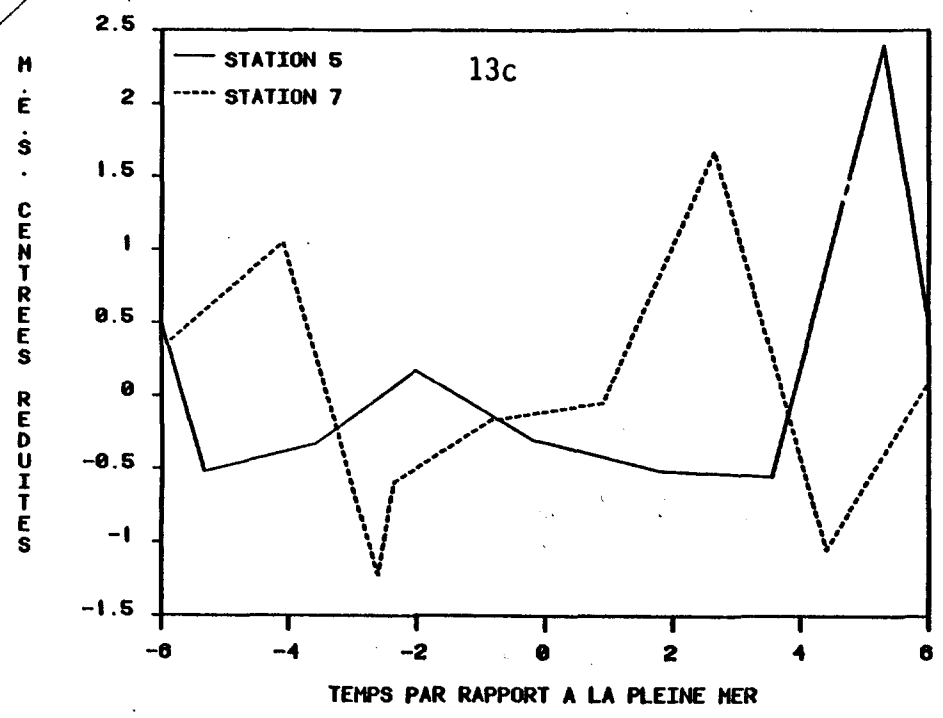
\bar{Y}/Mes	Station	r	a ^{P.K.}	b	Ecart-type pente	Seuil de sécurité
18,9	(7) ?	0,73 !	0,05	(4,38 ?)	0,02	95 %
17,24	5	0,84	0,09	1,13	0,03	99 %
8,25	2	0,94	0,17	0,62	0,03	99 %
6,81	1	0,78	0,13	0,73	0,04	95 %
5,18	9	0,99	0,20	0,55	0,01	99 %
3,09	12	0,95	0,27	0,45	0,04	99 %
2,93	13	0,98	0,27	0,25	0,02	99 %

1 → 5,7

Figures 13a, b, c, d



unites



II.A

La décroissance de la pente de régression suit une loi en puissance négative avec les matières en suspension moyennes observées au cours d'un cycle de marée, et l'intercept varie de façon linéaire avec ces mêmes moyennes. Ces variations ont été observées de façon systématique et conduisent à penser qu'il sera possible d'ajuster un modèle empirique à ces données. Les variations saisonnières du rapport MOS/MES en un point fixe permettraient donc, avec ce modèle, d'établir à partir des couleurs de l'eau observées par satellite, ou à partir de données de néphelométrie en continu, les stocks organiques disponibles aux filtreurs benthiques.

La comparaison des évolutions aux différents points est plus facile si l'on travaille les valeurs centrées réduites. Il est possible de distinguer deux groupes distincts (cf. fig. 13 b,c,d).

- les stations 5 et 7 très côtières qui présentent des moyennes élevées (respectivement 17,2 et 18,9 mg/l) *ou 188,9 ?*
- les autres stations qui présentent des valeurs inférieures à 10 mg/l.

Les deux stations 5 et 7 sont très côtières, les courants maxima y sont plus forts qu'au Sud et le sédiment est très envasé. A la station 7, les minima se produisent à - 2h30 avant la pleine mer et 4 heures après, heures auxquelles les courants sont minima. 2h30 après la pleine mer le courant est maximum, portant au Nord-Ouest : cette situation correspond à une augmentation des matières en suspension dans la couche limite. L'examen microscopique du filtre permet d'affirmer que le contenu particulaire contient beaucoup de quartz de diamètre de 120 μ . Quatre heures avant la pleine mer, les particules sont surtout composées de carbonates. Ces résultats correspondent bien aux données sédimentaires. Au Sud-Est, le sédiment est à dominance de sables fins dans les roches du Pirou et au Nord-Ouest il existe une zone de maerl (carbonates) envasés. Six heures avant la pleine mer le particulaire est surtout composé de lutites et de matières organiques, ce qui correspond bien avec un courant faible portant à W-S-W et à la bande côtière de sable fin envasé.

De la même manière, la station 5, un peu plus éloignée de la côte, présente un maximum important 5 heures après la pleine mer composé de silt, alors que le maximum secondaire, 2 heures avant la pleine mer, est composé de petits quartz et de matières organiques. Le décalage de 2 heures des maxima par rapport à la station 7 n'est pas explicable car nous ne disposons pas d'études courantométriques suffisamment fines dans ce secteur.

Il convient de noter que le maximum du transit sédimentaire s'effectue pendant 3 heures sur 12 heures. Si l'on désire connaître précisément ces transports, il faudra mesurer en continu la néphelométrie et les courants et leur variabilité d'un jour sur l'autre.

Les autres stations peuvent aussi être séparées en deux groupes : stations 1 et 9 d'une part, et stations 2, 12, 13 d'autre part. Toutes ces stations présentent un maximum autour de la pleine mer, et certaines un maximum secondaire. Aux stations 1 et 9, le maximum se produit 1 heure après la pleine

Prof-dur kop. = 10m

Mos / en buspasim

$$\left[\text{Mos ab/} \times 8_n + \text{Moscd} \times 5 \times 2_m \right]$$

mer, tandis qu'aux autres stations il se produit 1 heure avant la pleine mer. Ce décalage n'est pas explicable par manque de données de courantométrie. Cependant, on pourrait supposer que les maxima de courant se produisent à ces heures fortement variables, même sur une zone restreinte. Les décalages observés ne proviennent pas de conditions météorologiques car le temps s'est maintenu au beau fixe durant ces trois jours.

Sur l'ensemble des stations de rosettes, [dans la fraction 0-10µ] les matières organiques sont fortement corrélées au particulaire de la fraction 0-10µ :

$$MOS = 0,21 \times MES + 0,33 \quad r = 0,94 \quad n = 50$$

Au mois de juin, la fraction la plus fine ne contient donc pas plus de matières organiques, en moyenne, que les fractions supérieures.

Les matières en suspension prélevées dans la colonne d'eau et non plus dans la couche limite présentent aussi une variabilité géographique des teneurs de matières organiques. Ainsi, au mois de juin 1983, nous avons observé aux trois points fixes les corrélations suivantes \rightarrow Moyenne ?

colonne d'eau	Station 24	MOS = 0,41 x MES + 0,13	r = 0,90	n = 26	$\sigma_p = 0,03$
	Station "Pignon"	MOS = 0,61 x MES + 0,05	r = 0,93	n = 24	$\sigma_p = 0,03$
	Station 26	MOS = 0,32 x MES + 0,07	r = 0,95	n = 17	$\sigma_p = 0,03$

Les stations pélagiques 24 et 26 ne sont pas significativement différentes, tandis que la station "Pignon" présente un pourcentage de matières organiques beaucoup plus élevé. Les stations pélagiques 24 et 26 sont très proches géographiquement des stations rosettes 2 et 9, où avaient été observées, pour la couche limite, des pourcentages respectifs de 17 % et 20 %. Nous avons remarqué précédemment que la teneur organique moyenne était une fraction à puissance négative de la moyenne des matières en suspension observée sur un cycle. Les disparités observées sont donc explicables si l'on considère les valeurs moyennes observées dans la colonne d'eau et dans la couche limite :

Colonne d'eau			Couche limite		
Station	Pente	Moyenne \overline{MOS}	Station	Pente	Moyenne \overline{MES}
24	0,41	0,49	2	0,17	8,25
26	0,32	0,71	9	0,20	5,18

En cette période de calme, on peut considérer que l'épaisseur de la couche limite varie seulement en fonction de la marée. Si l'on considère une épaisseur moyenne de 2 m de la couche limite, la charge en particules de cette couche représente 70 à 80 % de la charge totale en suspension dans toute la colonne d'eau. Comme nous ne disposons pas d'enregistrements courantométriques, il est impossible d'évaluer les flux relatifs dans ces deux couches. Il sera très important de connaître le phénomène dominant dans le transport sédimentaire et donc d'effectuer des mesures fines de flux dans les deux couches.

56 à 67% de MOS

$$\frac{1,83}{0,32} = 5,72$$

5 à 6 fois + de MOS dans la 2 m de la couche du fond.

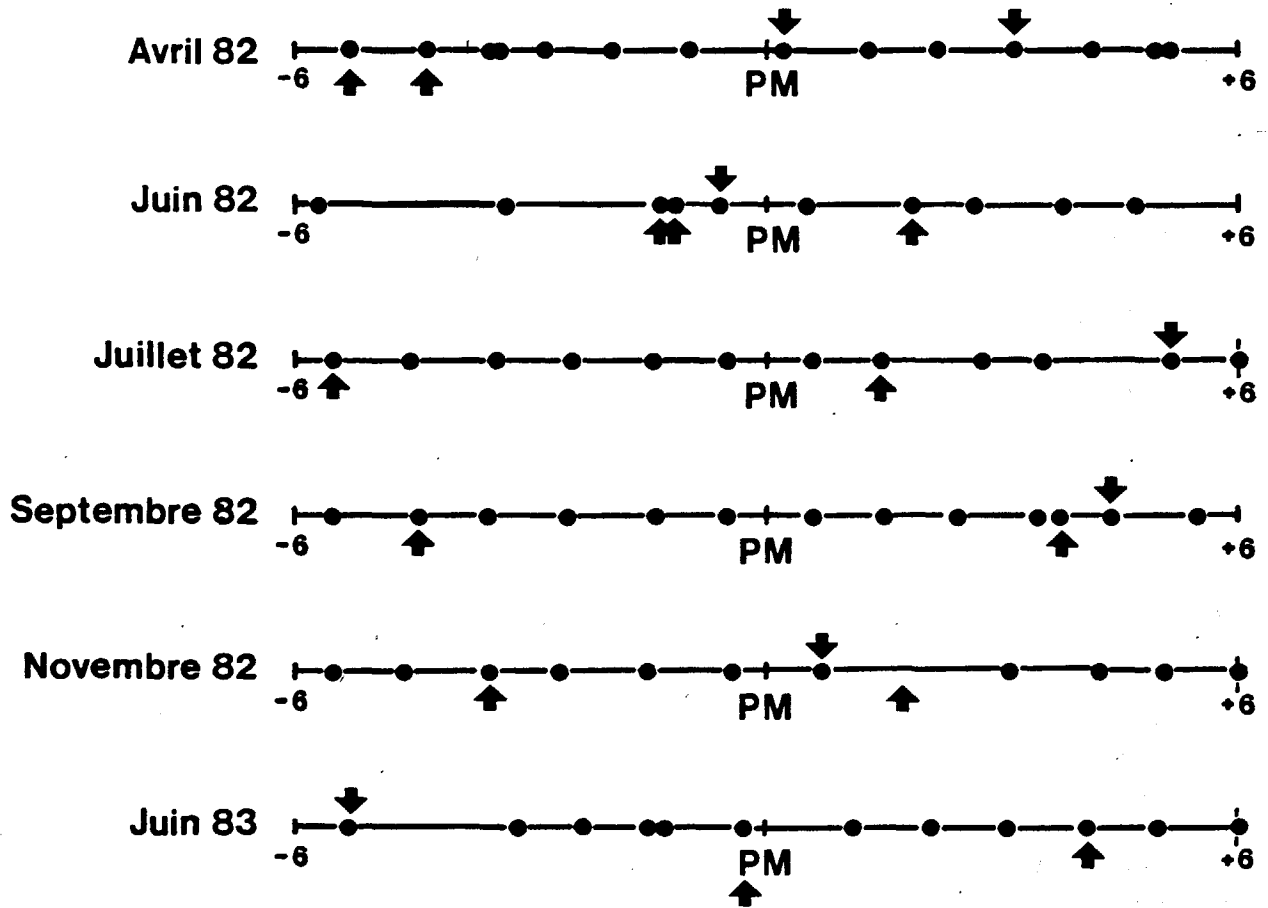


Figure 14 : Diagramme des maxima (↑) et minima des matières en suspension prélevées à la station 24 par bouteilles hydrographiques. (↓) ?

Les rosettes étant des systèmes d'échantillonnage reproductibles, elles nous ont permis de mettre en évidence une homogénéité des résultats si l'on excepte les deux stations très chargées. Ainsi, nous avons pu observer un maximum de matières en suspension autour de la pleine mer (maximum de courant), et quelquefois un maximum secondaire qui, lorsqu'il existe, a lieu 6 heures après le maximum principal (ceci correspond au second maximum de courant). Les stations côtières 7 et 5 rentrent aussi dans un schéma assez simple. En considérant les résultats de mesure du matériel particulaire prélevé à la bouteille hydrographique (cf. fig. 14) la plus proche du fond lors des différentes campagnes, il est évident que le schéma décrit au-dessus ne s'applique pas. La variabilité très grande d'occurrence des maxima ne permet pas de dégager un schéma descriptif. Le temps entre deux pics n'est pas, comme nous l'avons vu, de 6 heures, mais varie de 3 heures à 8 heures. Nous n'observons donc même pas une influence du cycle de marée sur les distributions. En fait, la méthode de prélèvement peut expliquer cette grande variabilité par le biais qu'introduit la profondeur de prélèvement dans le cas d'une distribution en deux couches. La bouteille n'étant pas déclenchée à une hauteur fixe au-dessus du fond, la profondeur d'échantillonnage dépend de l'angle du câble et donc de l'intensité du courant.

L'échantillonnage à la bouteille de la couche limite pourrait s'effectuer de manière correcte si l'on utilisait une bouteille à déclenchement par palpeur. Les mesures de matériel particulaire prélevé à la bouteille ont cependant permis d'observer une corrélation très forte à toutes saisons entre la charge et sa teneur en matières organiques, et de définir les variations de ce rapport en fonction de la saison.

Sédiment : relation avec les sels nutritifs

Deux observations nous ont amené à examiner les teneurs des sédiments en sels nutritifs.

1. Les phosphates, pour une période donnée, présentent une faible variabilité géographique, au contraire des autres sels nutritifs.
2. Existence de zones très localisées dans lesquelles les augmentations de nitrates et silicates semblent être en rapport avec les variations de turbidité.

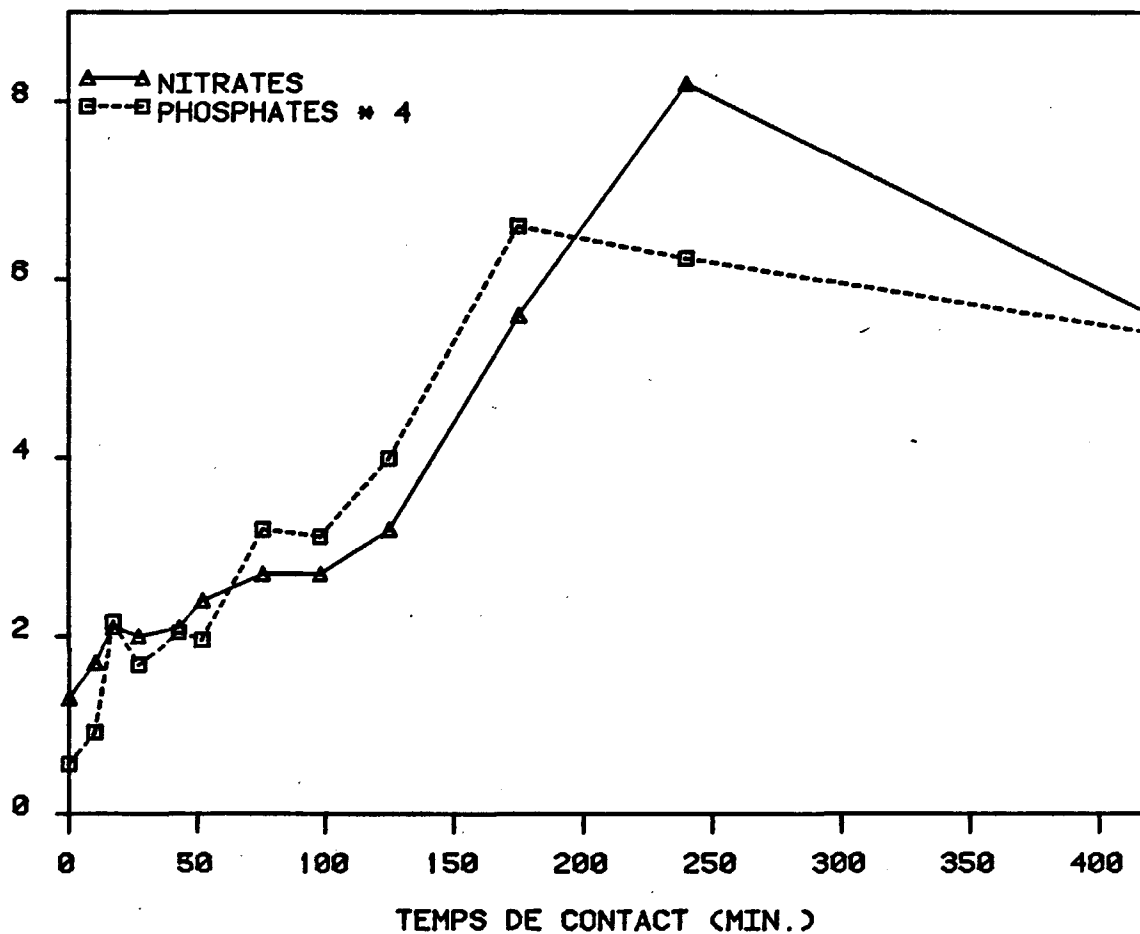
Les phénomènes d'absorption de sels nutritifs et en particulier de phosphates sur les particules sédimentaires sont assez bien connus. Ainsi, les carbonates de récifs coralliens contiennent jusqu'à 20 $\mu\text{atg/g}$ de phosphates adsorbés réversiblement (H.R. MUELLER, comm. pers.). Les sédiments de la zone du Cotentin Centre comportent une très grande proportion de carbonates biogéniques (maërl). D'autre part, la réversibilité de l'adsorption des phosphates dans les vases dépend de la teneur en fer du sédiment. Le phosphate ferrique, insoluble, est fortement lié au sédiment. Le massif du Cotentin Centre, étant du quaternaire, est ferrugineux, et il est probable que les alluvions contiennent des quantités assez importantes de fer. Tant que le sédiment reste oxique, le phosphate reste piégé en partie dans le sédiment. Dans le cas d'un envasement provoqué de la zone et d'une restriction de la turbulence près du fond (effet possible d'un barrage), le sédiment s'appauvrira probablement en oxygène. La diminution d'oxygène conduira à une transformation dans le sédiment du phosphate ferrique en phosphate ferreux qui lui est soluble, et peut donc diffuser dans l'eau. Le relargage de phosphate dans l'eau peut, très rapidement, conduire à des déséquilibres trophiques (dystrophies) en favorisant des espèces opportunistiques qui conduiront à des proliférations algales catastrophiques. Les conséquences d'une anoxie provoquée des sédiments peuvent donc être assez graves et dépendent principalement des stocks de phosphates présents dans le milieu. On sait qu'ils peuvent être importants. Ainsi PERKINS (1974)* considère qu'une partie importante du phosphate dissous dans l'eau douce arrivant en mer est perdue dans les sédiments sous forme de phosphates insolubles.

D'autre part, en ces zones peu profondes, le sédiment joue un grand rôle dans le stockage des sels nutritifs. En effet, durant la période estivale, les concentrations de phosphates dans l'eau sont à la limite de détection. Cependant, la production primaire relative à la biomasse semble se maintenir : il semble donc qu'un stock de phosphates soit disponible afin d'assurer le maintien de la production. Pour connaître la quantité de phosphates échangeables, au mois de juin, des sédiments ont été prélevés à la station du Pignon. Des aliquots ont été remis en suspension dans de l'eau de mer prélevée au même moment (donc très pauvre en nitrate et phosphate) et la cinétique d'échanges des phosphate et nitrate a été mesurée. Les résultats sont présentés figuré 15. Il est surprenant de constater qu'un sédiment qui est équilibré avec l'eau de mer peut relargages des quantités assez importantes de sels nutritifs. La diffusion simple n'est donc pas suffisante pour équilibrer les concentrations. Les phénomènes aléatoires tels que tempêtes, coups de vent, ont donc une importance très grande sur le système pélagique. D'autre part, des charriages importants, comme ceux observés par rosette aux stations très côtières 5 et 7, ont certainement pour conséquence un transport des sels reminéralisés sur les estrans à la phase eau de de mer. Il faut en effet remarquer que la cinétique d'échange est assez rapide.

*PERKINS E.J., 1974, The biology of estuaries and coastal waters, AP 1974.

Figure 15

ECHANGES SELS NUTRITIFS : SEDIMENT - EAU (JUIN 1983)



Station de pom

= g/m³

Prof. moy
libral/m²
1.90m

	MES w/l	MOS w/l	libral/m ³	
Avril 82	1.8	.66	3.74 ^{ok}	→
Juin 82	0,82	0,47	2,68 ^{ok}	→
J ^r 82	0,45	.34	1.93 ^{ok}	→
Sept 82	1.02	0.57	3,25 ^{ok}	→
Nov 82	1.79	.50	2.82 ^{ok}	→
juin 83		$\left\{ \begin{array}{l} S^u \ 0,32 \\ \text{fond} \ 1,82 \end{array} \right.$	1.92	→

ls
Soit 20,63 libral/m²

Sur 2m

Colonne

Fond $\frac{.32}{1.81} = .18$

Juin $\frac{1.82 + 2.68}{2} = 2.25$

S^u $\frac{1.31}{.32} = 5.69$

Fond. .32

M

integration sur la colonne: $\left[\begin{array}{l} M_0 \times 8 \\ \text{ha} \end{array} + \begin{array}{l} M_0 \times 5 \times 2 \\ \text{ha} \end{array} \right] \Rightarrow M_0 \times 18$

Jan	Feb	Mars	Avril	Mai	Juin	J ^r	A-t	Sept	oct	nov	Dec
50.76	50.76		67.32		40.50	34.74		58.50		50.76	50.76
		59.04		53.91			46.62				
									54.63		

La quantité de phosphate échangeable dans ce cas est de 0,02 $\mu\text{atgP/g}$ de sédiment, celle de nitrate est de 0,07 $\mu\text{atgN-NO}_3/\text{g}$ de sédiment. La quantité de phosphate échangée dépend de la teneur initiale en sels de l'eau de mer. Afin de normaliser les expériences, une extraction du sédiment par une solution d'eau distillée à 40 g/l de KCl peut être effectuée, l'échelle pratique de salinité (EPS 78) correspondant à une solution d'environ 38 g/l de KCl. Le phosphore totalement échangeable est dans ce cas de 0,02 $\mu\text{atgP-PO}_4/\text{g}$. Le contenu total en phosphore du sédiment, mesuré après acidification est de 0,09 $\mu\text{atgP-PO}_4/\text{g}$ de sédiment, soit 0,15 $\mu\text{atg/g}$ de carbonate. 60 % du phosphore contenu dans le sédiment est donc adsorbé irréversiblement.

Ces quantités de sels nutritifs, bien que faibles, jouent probablement un rôle important, mais que l'on ne peut quantifier dans l'état actuel des recherches sur cette zone. En effet, il faudrait obtenir des informations sur la profondeur de la couche de sédiment influencée par la houle et par les tempêtes. D'autre part, il est important de décrire plus précisément la couche turbulente près du fond qui permet des échanges entre la colonne d'eau et le sédiment.

Des mesures de phosphate et nitrate échangeables (équilibration dans de l'eau distillée à 40 g/l de KCl) en 5 stations benthos (voir carte Benthos) ont été effectuées par classe de taille. Le tableau ci-dessous présente les résultats en μatg du sel considéré échangé par gramme de sédiment.

Station	0 < ϕ < 63		63 < ϕ < 160		160 < ϕ < 500		500 < ϕ < 2000		2000 < ϕ < 5000		ϕ > 5000	
	PO ₄	NO ₃	PO ₄	NO ₃	PO ₄	NO ₃	PO ₄	NO ₃	PO ₄	NO ₃	PO ₄	NO ₃
21	0,21	0,16	0,25	0,15	0,17	0,15	0,21	0,14	0,15	0,17	0,21	0,07
24	0,18	0,27	0,16	0,09	0,18	0,05	0,11	0,06	0,15	0,07	0,19	0,05
19bis	-	-	0,55	0,25	0,08	0,14	0,11	0,13	0,10	0,25	0,10	0,20
18	-	-	0,52	0,69	0,11	0,24	0,08	0,20	0,09	0,10	0,08	0,11
3	0,13	0,09	0,16	0,07	0,12	0,05	0,10	0,07	0,08	0,09	0,09	0,08

Le stock de phosphate ou de nitrate échangeable n'est donc pas limité aux classes inférieures qui concernent les particules remises en suspension. D'autre part, en tenant compte des poids respectifs des différentes classes, on peut estimer la quantité de phosphate disponible par gramme de sédiment pour chaque station. Ainsi, la station 21 contient un stock utilisable de 2 $\mu\text{atgP-PO}_4/\text{g}$, la station 24 1,5 $\mu\text{atgP-PO}_4/\text{g}$ et les stations 3, 19bis et 18 contiennent de l'ordre de 1 $\mu\text{atgP-PO}_4/\text{g}$. On remarque donc une grande variabilité géographique des stocks phosphorés disponibles qui, dans l'état actuel des recherches, ne peut être corrélée avec la granulométrie, la teneur en carbonates ou la teneur en carbone organique du sédiment.

Conclusions

La zone présente, à tous moments, des disparités assez faibles de distribution des différents paramètres hydrobiologiques. Le passage entre les Chau-sey et la côte semble restreindre les échanges entre la zone Sud-Chausey et le Cotentin Centre. Les îles déterminent une zonation Nord-Sud dans le sec-teur d'investigation. On peut interpréter les faibles variations des para-mètres mesurés par les roses de courants disponibles.

La région Cotentin Centre est moins soumise aux apports telluriques, ceci malgré la présence de hâvres, que la zone Sud-Chausey. Ceci explique que l'on ait pu observer un cycle saisonnier assez régulier.

- * La caractéristique la plus marquante du site est la présence d'une couche limite, très turbide et probablement très chargée en sels nutritifs. Cette couche est soumise aux mouvements de marée et sa charge particulière dépend des intensités de courant. Le transport sédimentaire s'effectue en majorité dans cette couche qui, par ailleurs, facilite l'échange des sels nutritifs entre le sédiment et l'eau surjacente. La teneur en matières organiques du particulière est importante, car elle conditionne les flux nutritifs des filtreurs benthiques. Il semble, au vu des premiers résultats, qu'il sera possible d'ajuster un modèle empirique à ces données. Le modèle associé à des mesures de courants conduira à une évaluation des flux caloriques dis-ponibles aux filtreurs.

Outre les modifications de faune benthique occasionnées par un envasement, il est fort probable que le compactage sédimentaire engendrera un déséquilibre dans les échanges de sels nutritifs entre le sédiment et l'eau surjacente. Les 60 % de phosphates adsorbés irréversiblement dans les sédiments seraient solubilisés, créant ainsi dans l'eau un déséquilibre des phosphates relati-vement aux sels azotés. Une dystrophie pourrait donc en résulter, car cer-taines espèces opportunistiques peuvent profiter des quantités de phosphates disponibles au détriment des espèces endogènes. La quantification des stocks échangeables et adsorbés irréversiblement dans le sédiment est donc nécessaire à une évaluation du risque.

ANNEXE

Utilisation des filtres Whatman GF/C pour
la mesure de matières organiques en suspension

par M. LUNVEN

Préparation des filtres

La matière organique en suspension est fortement corrélée au poids sec du seston. Cependant, des intercepts relativement importants de 0,3 à 0,4 mg/l nous ont amené à vérifier l'effet de la préparation des filtres sur le poids estimé de matières organiques. Ceci nous a permis de définir la meilleure procédure de préparation. Les résultats de perte au feu que nous reportons ici ne concernent bien évidemment qu'un lot de filtres et varient sans doute avec différents lots, mais on peut penser que le principe de prétraitement reste le même. Il importe cependant de le vérifier par une série de blancs.

La cinétique de perte au feu de 18 filtres vierges a été examinée et est résumée dans le tableau suivant :

	1/2h	1,5h	17h	29h
Perte au feu à 450°C (mg/filtre)	-0,81	-0,17	-0,09	-0,03
Ecart-type ^{50°C}	0,10	0,07	0,02	0,01

La technique utilisée consistait en un grillage à 450° pendant 1,5 heure. En grillant le filtre pendant 20 heures, l'intercept sera réduit, à peu près, à 0,15 mg. D'autre part, l'eau de mer risque de rincer et d'éliminer certaines particules du filtre lors du passage de l'échantillon. Un test de rinçage au formiate du filtre suivi d'un séchage à 65°C pendant 5 heures a donné une perte de 0,04 avec un écart-type de 0,03. Un passage subséquent au four à 450°C donne une perte de 0,14 (σ 0,02) en 1 heure, de 0,01 ($\sigma=40,01$) en 2 heures et pas de variation de poids décelable au-delà. Donc, un simple rinçage au formiate permet l'élimination supplémentaire de 0,14 mg en 1 heure de grillage au four.

Le traitement qui était fait précédemment, et qui était d'une heure au four à 450°C, conduit donc à une surestimation de 0,39 - 0,40 mg/filtre de l'intercept. Ceci est très important car ce biais était supérieur à la limite de détection des matières en suspension. La procédure utilisée pour préparer les filtres pour l'analyse du poids sec et des matières organiques est donc la suivante :

1. rinçage à l'eau distillée filtrée à 0,22 μ ,
2. grillage des filtres à 450°C pendant 24 heures,
3. refroidissement au dessiccateur,
4. pesée des filtres à 0,01 mg,
5. stockage des filtres en boîte individuelle.

Filtration et mesures

L'échantillon d'eau est filtré avec ou sans préfiltration, et un rinçage à l'aide d'une solution à 68 g/l de formiate d'ammonium est effectué. Un grand soin est pris à cette opération, car la moindre trace de sel conduira à une surestimation de la charge particulaire. La corolle vierge est aussi rincée. Le filtre est immédiatement congelé. Au laboratoire, cinq heures à 65°C sont nécessaires pour éliminer le formiate d'ammonium. La pesée se fait à 0,01 mg. Ceci donne le poids sec de seston. Le grillage s'effectue à 450°C pendant 1 heure. Après refroidissement, la pesée à 0,01 mg donne la perte au feu, c'est-à-dire le contenu organique du seston.

La limite de détection des matières en suspension est de 0,30 mg/l. En appliquant strictement la procédure de préparation des filtres, décrites ci-dessus, on peut estimer que la limite de détection des matières organiques est aussi de 0,30 mg/l.

PHYTOPLANKTON



B. PHYTOPLANCTON

L'étude du phytoplancton, responsable de la production primaire pélagique, premier échelon de la chaîne trophique marine, est abordée dans ce travail par les trois méthodologies classiques.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Evaluation de la biomasse chlorophyllienne

La biomasse pigmentaire est représentée par le taux de chlorophylle a, pigment actif.

Dosage des pigments chlorophylliens (chlorophylle a + phéopigment a) à partir de leur extraction dans l'acétone à 90 % (Fluorimètre TURNER modèle III).

1.2. Dénombrement et détermination des organismes "microplanctoniques" et "nanoplanctoniques"

Le dénombrement, réalisé en deux étapes, ne représente qu'une fraction comprise entre 5 et 70 % (lors des floraisons phytoplanctoniques) du matériel décanté. Hormis les particules minérales, des fragments organiques divers sont aussi présents, tels que : les graines de pollen, les débris végétaux, les oeufs et pelotes fécales d'organismes zooplanctoniques, certains petits copépodes et de nombreux fragments non identifiés.

En premier lieu sont déterminés les organismes "microplanctoniques", de 5 à 100-200 μ , solitaires ou en colonies, chaque cellule constituant une unité.

En deuxième lieu, sont recensés dans la classe de taille inférieure à 5 μ des dinoflagellés (gymnodinés ...), des cryptophycés, regroupés improprement sous le terme de "nanoplancton".

En plus des organismes chlorophylliens sont dénombrés des protozoaires, tels que les ciliés dont la détermination n'a pas été effectuée.

- fixation des échantillons au lugol acide,
- comptage et détermination après sédimentation dans des cuves de 100 ml selon la méthode d'UTERMOHL,
- observation des échantillons au microscope inversé LEITZ WETZLAR.

1.3. Evaluation de la production primaire potentielle

Elle permet d'apprécier les possibilités d'élaboration de matière organique en un temps donné, par les populations reconnues selon les méthodes précédentes. Le taux de production est dépendant de la composition spécifique des échantillons, du nombre de cellules autotrophes par unité de volume, de leur état physiologique et de leur volume. Il est également dépendant des paramètres physiques comme la lumière et la température : méthode au radio-carbone de Steeman-Nielsen : incubation de quatre heures en lumière artificielle, comptage de l'activité par scintillation sur compteur Intertechnique SL 30 et/ou sur compteur Intertechnique Betamatic I.

2. Résultats

Nous avons pris en compte pour chaque campagne :

- les résultats quantitatifs obtenus à chaque point, à partir des dosages de chlorophylle, de la production primaire et des comptages des organismes phytoplanctoniques. Ces résultats ont été répertoriés sous forme de moyennes et d'écart-types, les variations sur la colonne d'eau étant insignifiante ou très aléatoires.
- les résultats qualitatifs obtenus après l'analyse de la composition floristique. Dans le cadre de l'étude, on s'est attaché à faire ressortir les espèces ou genres dominants, calculés en pourcentage et les taxons représentatifs d'un écosystème particulier.

Des résultats obtenus nous avons pu dégager :

- pour chaque campagne, la répartition spatiale des différentes masses d'eau, en accordant une attention particulière au point site (24) pour lequel un cycle de marée a été étudié,
- pour l'ensemble des campagnes, la répartition dans le temps des différents paramètres phytoplanctoniques au point site (24), échantillonnés 6 fois durant cette étude.

2.1. Répartition des différentes masses d'eau pour chaque campagne

2.1.1. Campagne des 28-29-30 avril 1982

A la suite de cette campagne printanière deux zones sont à distinguer : une au Nord et une autre au Sud :

- celle du Nord (point 25) est "productive" (chlorophylle $1,31 \text{ mg/m}^3$, production primaire $8,821 \text{ mgC/m}^3/\text{h}$). La composition floristique représentée par *Chaetoceros* spp. (*Chaetoceros curvisetum*) et *Rhizosolenia* spp. (*Rhizosolenia delicatula* et *fragilissima*) laisse supposer une masse d'eau "océanique" dans laquelle se développent des espèces printanières,
- celle du Sud (point 8) est à l'opposé, plus "pauvre" (chlorophylle $0,61 \text{ mg/m}^3$, production primaire $3,37 \text{ mgC/m}^3/\text{h}$) et constituée par une population néritique (*Thalassionema nitzschoïdes*) à tendance hivernale.

Entre ces deux zones, le point site (24) se présente comme une zone d'échanges avec des espèces océaniques et des espèces néritiques.

L'observation des variations au cours du cycle de marée du point 24 (fig.1) renforce cette dernière remarque. En effet, de pleine mer à pleine mer + 3, sous l'action des courants venant du S-SW, des espèces néritiques telles que *Licmophora* sp. (jusqu'à 76 % en surface à pleine mer), *Thalassionema nitzschoïdes* et des cyanophycées sont présentes dans les échantillons. Toutes ces espèces benthiques accrochées au substrat et à la bande côtière sont à mettre en relation avec le pic des matières en suspension.

Le phénomène inverse est observé à basse mer, les courants du large sont porteurs d'espèces plus océaniques telles que *Chaetoceros curvisetum*, *Chaetoceros* sp.1 et *Rhizosolenia delicatula*.

2. Résultats

Nous avons pris en compte pour chaque campagne :

- les résultats quantitatifs obtenus à chaque point, à partir des dosages de chlorophylle, de la production primaire et des comptages des organismes phytoplanctoniques. Ces résultats ont été répertoriés sous forme de moyennes et d'écart-types, les variations sur la colonne d'eau étant insignifiante ou très aléatoires.
- les résultats qualitatifs obtenus après l'analyse de la composition floristique. Dans le cadre de l'étude, on s'est attaché à faire ressortir les espèces ou genres dominants, calculés en pourcentage et les taxons représentatifs d'un écosystème particulier.

Des résultats obtenus nous avons pu dégager :

- pour chaque campagne, la répartition spatiale des différentes masses d'eau, en accordant une attention particulière au point site (24) pour lequel un cycle de marée a été étudié,
- pour l'ensemble des campagnes, la répartition dans le temps des différents paramètres phytoplanctoniques au point site (24), échantillonnés 6 fois durant cette étude.

2.1. Répartition des différentes masses d'eau pour chaque campagne

2.1.1. Campagne des 28-29-30 avril 1982

A la suite de cette campagne printanière deux zones sont à distinguer : une au Nord et une autre au Sud :

- celle du Nord (point 25) est "productive" (chlorophylle $1,31 \text{ mg/m}^3$, production primaire $8,821 \text{ mgC/m}^3/\text{h}$). La composition floristique représentée par *Chaetoceros* spp. (*Chaetoceros curvisetum*) et *Rhizosolenia* spp (*Rhizosolenia delicatula* et *fragilissima*) laisse supposer une masse d'eau "océanique" dans laquelle se développent des espèces printanières,
- celle du Sud (point 8) est à l'opposé, plus "pauvre" (chlorophylle $0,61 \text{ mg/m}^3$, production primaire $3,37 \text{ mgC/m}^3/\text{h}$) et constituée par une population néritique (*Thalassionema nitzschoïdes*) à tendance hivernale.

Entre ces deux zones, le point site (24) se présente comme une zone d'échanges avec des espèces océaniques et des espèces néritiques.

L'observation des variations au cours du cycle de marée du point 24 (fig.1) renforce cette dernière remarque. En effet, de pleine mer à pleine mer + 3, sous l'action des courants venant du S-SW, des espèces néritiques telles que *Licmophora* sp. (jusqu'à 76 % en surface à pleine mer), *Thalassionema nitzschoïdes* et des cyanophycées sont présentes dans les échantillons. Toutes ces espèces benthiques accrochées au substrat et à la bande côtière sont à mettre en relation avec le pic des matières en suspension.

Le phénomène inverse est observé à basse mer, les courants du large sont porteurs d'espèces plus océaniques telles que *Chaetoceros curvisetum*, *Chaetoceros* sp.1 et *Rhizosolenia delicatula*.

De pleine mer + 6 à pleine mer - 3, les échantillons ont été prélevés en soirée (de 18 h à 21 h). Le pic observé à pleine mer - 3,45, correspond à des échantillons prélevés le matin, à la pleine mer précédente : faut-il penser que le cycle nyctéméral interfère sur le cycle de marée ou bien que ce pic est dû à la variabilité entre deux cycles de marée.

Station	Chlorophylle (mg/m ³)	Production primaire (mg/C/m ³ /h)	Nombre de cellules	Espèces dominantes (pourcentage)
8	0,61 ± 0,19	3,37 ± 0,42	32 ± 7	<i>Thal nitz</i> (49,4) - <i>Rhiz spp</i> (6,8) - <i>Chae spp</i> (1,2)
24	0,72 ± 0,15	4,07 ± 1,22	36 ± 18	<i>Thal nitz</i> (18,2) - <i>Chae spp</i> (14) - <i>Rhiz spp</i> (8,5)
25	1,31 ± 0,02	8,82 ± 1,57	45 ± 5	<i>Chae spp</i> (39,7) - <i>Rhiz spp</i> (23,4) - <i>Thal nitz</i> (7,7)
26	0,57 ± 0,08	2,89 ± 0,23	33 ± 4	<i>Chae spp</i> (42,1) - <i>Thal nitz</i> (11,5)
27	0,89 ± 0,08	4,18 ± 0,47	30 ± 4	<i>Chae spp</i> (39,8) - <i>Thal nitz</i> (16,9) - <i>Rhiz spp</i> (7,8)
28	0,78 ± 0,07	4,036 ± 0,72	28 ± 2	<i>Chae spp</i> (43,2) - <i>Thal nitz</i> (13,4) - <i>Rhiz spp</i> (5,8)

Légende : *Thal nitz* = *Thalassionema nitzschooides* - *Chae spp* = *Chaetoceros curvisetum* + *Chaetoceros spp.*
Rhiz spp = *Rhizosolenia delicatula* + *Rhizosolenia fragilissima*.

COTENTIN CENTRE AVRIL 1982 POINT FIXE 24

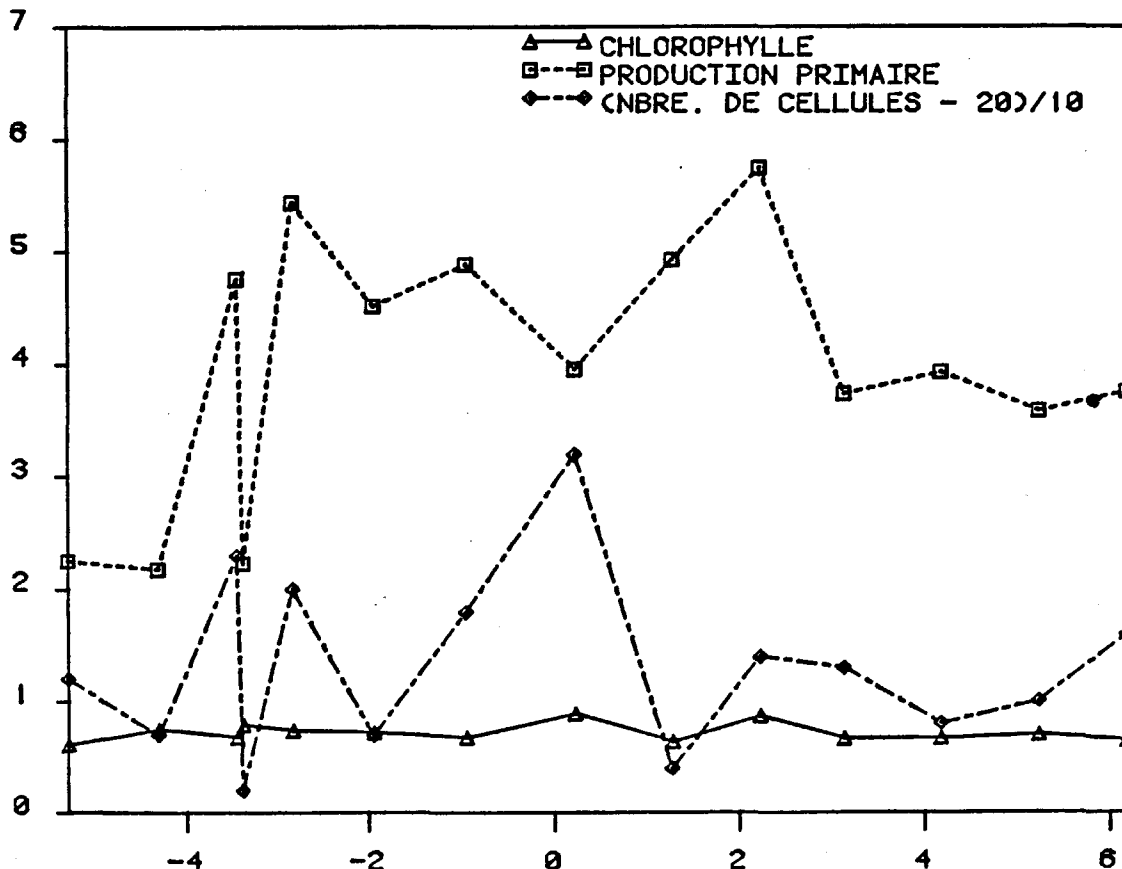


Figure 1 TEMPS PAR RAPPORT A LA PLEINE MER

2.1.2. Campagne des 5-6-7 juin 1982

Station	Chlorophylle (mg/m ³)	Production primaire (mg/C/m ³ /h)	Nombre de cellules	Espèces dominantes (pourcentage)
8	0,93 ± 0,24	2,168 ± 0,943	236 ± 64	<i>Rhiz deli</i> (de 98,7 à 99,3)
28	0,71 ± 0,65	3,088 ± 0,192	60	<i>Rhiz deli</i> (99,3)
24	0,75 ± 0,14	1,932 ± 0,459	128 ± 56	<i>Rhiz deli</i> (de 73 à 99,8)

Légende : *Rhiz deli* = *Rhizosolenia delicatula*.

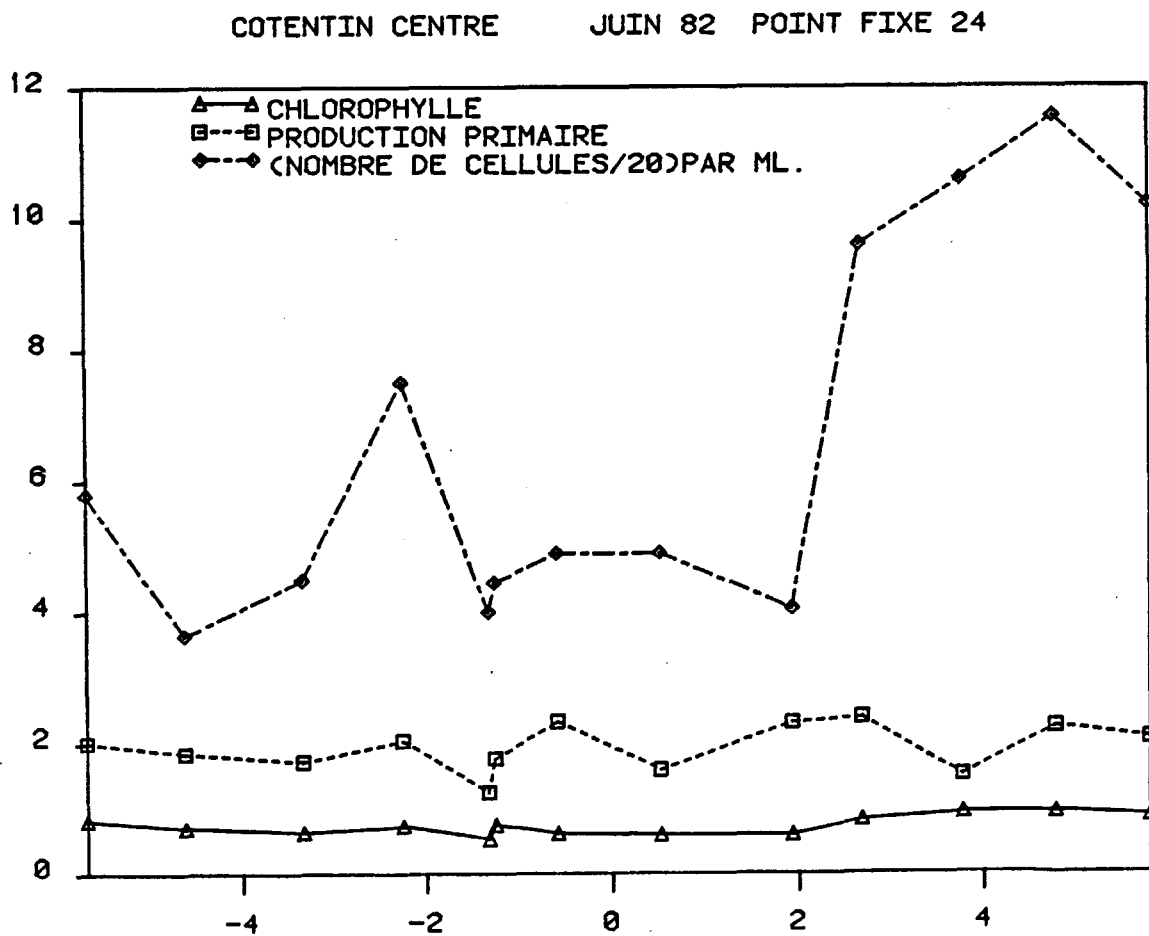


Figure 2 : TEMPS PAR RAPPORT A LA PLEINE MER

Durant cette campagne les deux points 8 et 24 sont significativement différents, le point 8 apparaissant plus productif.

Pour l'ensemble des points la remarque essentielle à noter est la forte dominance du genre *Rhizosolenia*, surtout représenté par l'espèce *Rhizosolenia delicatula*. Tous les échantillons observés ont montré des cellules en très mauvais état (faible valeur de chlorophylle). Le cytoplasme était plus ou moins altéré. Toutes les cellules ont été prises en compte pour cellules vivantes. Aussi est-il pratiquement impossible de corréler les fluctuations des valeurs du microplancton avec celles de la chlorophylle et de la production primaire.

Durant le cycle de marée au point 24 (fig. 2) les valeurs microplanctoniques plus élevées à partir de pleine mer + 2,6 n'entraînent pas une similitude pour les deux autres paramètres biologiques (mauvais état physiologique des cellules). Comme pour la campagne précédente, l'influence des courants de marée a été relevée, notamment à pleine mer + 4, période durant laquelle les courants perpendiculaires à la côte et vers le large ont apporté, avec les matières en suspension, des cellules à tendance benthique telles que *Liomphora* sp. (13,3 %), *Leptocylindrus minimum* (4,7 %) et des chlorophycées.

2.1.3. Campagne du 1er juillet 1982

P. H. B.

Station	Chlorophylle (mg/m ³)	Production primaire (mg/C/m ³ /h)	Nombre de cellules	Espèces dominantes (pourcentage)
8	0,57 ± 0,05	4,18 ± 0,25	102	<i>Chae curv</i> (38,9) - <i>Rhiz seti + deli</i> (33,7)
24	0,40 ± 0,04	2,98 ± 0,64	193 ± 56	<i>Chae perp</i> (74,2) - <i>Skel cost</i> (14,8) - <i>Rhiz deli</i> (3,0)
25	0,53 ± 0,05	4,46 ± 0,28	57	<i>Chae curv+perp</i> (49,7) - <i>Rhiz seti+deli</i> (35,5)
26	0,55 ± 0,08	4,24 ± 1,05	106	<i>Chae curv+perp</i> (70,1) - <i>Rhiz seti+deli</i> (18,3)
27	0,62 ± 0,01	3,83 ± 0,32	337	<i>Chae perp+curv</i> (85,6) - <i>Skel cost</i> (8,2) - <i>Rhiz deli</i> (3)
28	0,53 ± 0,07	3,58 ± 0,31	77	<i>Chae curv+perp</i> (50,1) - <i>Rhiz deli</i> (12,4) - <i>Skel cost</i> (8,7)

Légende : *Chae perp* = *Chaetoceros perpusillum*
Chae curv = *Chaetoceros curvisetum*
Skel cost = *Skeletonema costatum*

Rhiz seti = *Rhizosolenia setigera*
Rhiz deli = *Rhizosolenia delicatula*

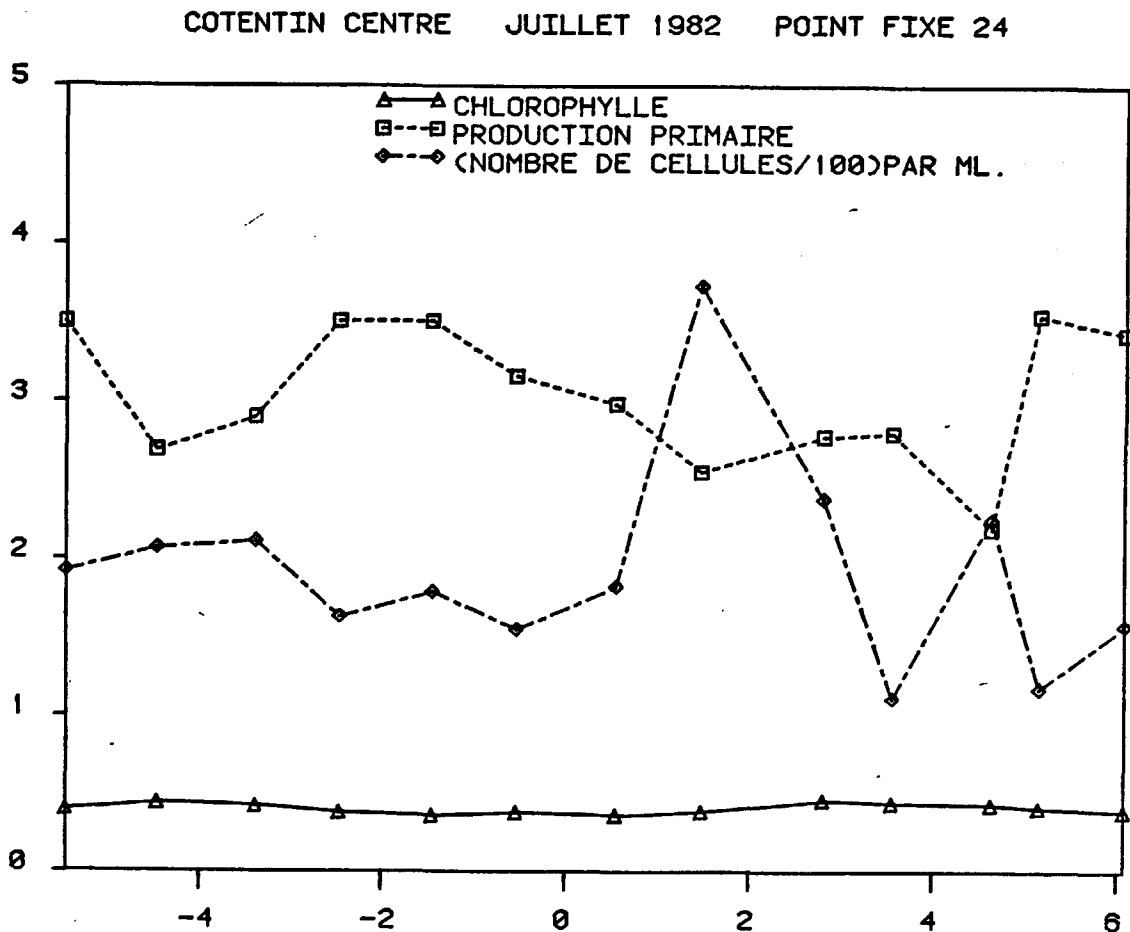


Figure 3 : TEMPS PAR RAPPORT A LA PLEINE MER

Si l'on ne tient compte que des paramètres biologiques quantitatifs, les différents points apparaissent à première vue un peu différents, exception faite du point 24, moins productif. Par contre, si nous nous attachons à la répartition d'espèces dominantes, trois zones sont à signaler, qui viennent renforcer les remarques hydrologiques :

- une zone au Nord (points 26, 25, 28) dont la composition floristique (*Chaetoceros curvesitum* et *Rhizosolenia delicatula*) indique des eaux chaudes,
- une zone centrale (points 27 et 24) pour laquelle les espèces révèlent une préférence d'eau plus froide : *Chaetoceros perpusillum* et *Skeletonema costatum*. A l'inverse, on note une diminution du pourcentage de *Rhizosolenia delicatula*,
- une zone Sud (point 8) intermédiaire, plus diversifiée, dont la prépondérance des espèces comme *Chaetoceros curvisetum*, *Rhizosolenia setigera* *Rhizosolenia delicatula* marque une tendance aux masses d'eau plus chaudes.

Le point site 24 est donc caractérisé par la dominance du genre *Chaetoceros* et en l'occurrence par *Chaetoceros perpusillum*. La présence de ces petites cellules (4-6 μ), en chaînes, explique les faibles valeurs de la chlorophylle, dont les fluctuations sont négligeables ($\bar{x} = 0,4 \pm 0,04$) lors du cycle de marée (fig. 3).

Les variations du microplancton sont, quant à elles, plus perceptibles : à pleine mer + 1,5, on relève un pic de 373 cell./ml dont 87,3 % de *Chaetoceros perpusillum*, associés à des cellules benthiques apportées par les courants de marée, et à pleine mer + 3,5 et pleine mer + 5 on note deux chutes microplanctoniques 111 et 117 cell./ml dont 69,7 et 64,3 % de *Chaetoceros perpusillum*.

2.1.4. Campagne du 16 septembre 1982

Station	Chlorophyllé (mg/m ³)	Production primaire (mg/C/m ³ /h)	Nombre de cellules	Espèces dominantes (pourcentage)
24	1,69 ± 0,25	7,31 ± 4,74	114 ± 31	<i>Rhiz spp.</i> (26,8) - <i>Skel cost</i> (24,3)

Légende : *Rhiz spp* = *Rhizosolenia delicatula* + *Rhizosolenia fragilissima* + *Rhizosolenia setigera* +
Rhizosolenia stouterforthii

Skel cost = *Skeletonema costatum*

Durant cette campagne seul le point 24 a été échantillonné, et ce durant un cycle de marée.

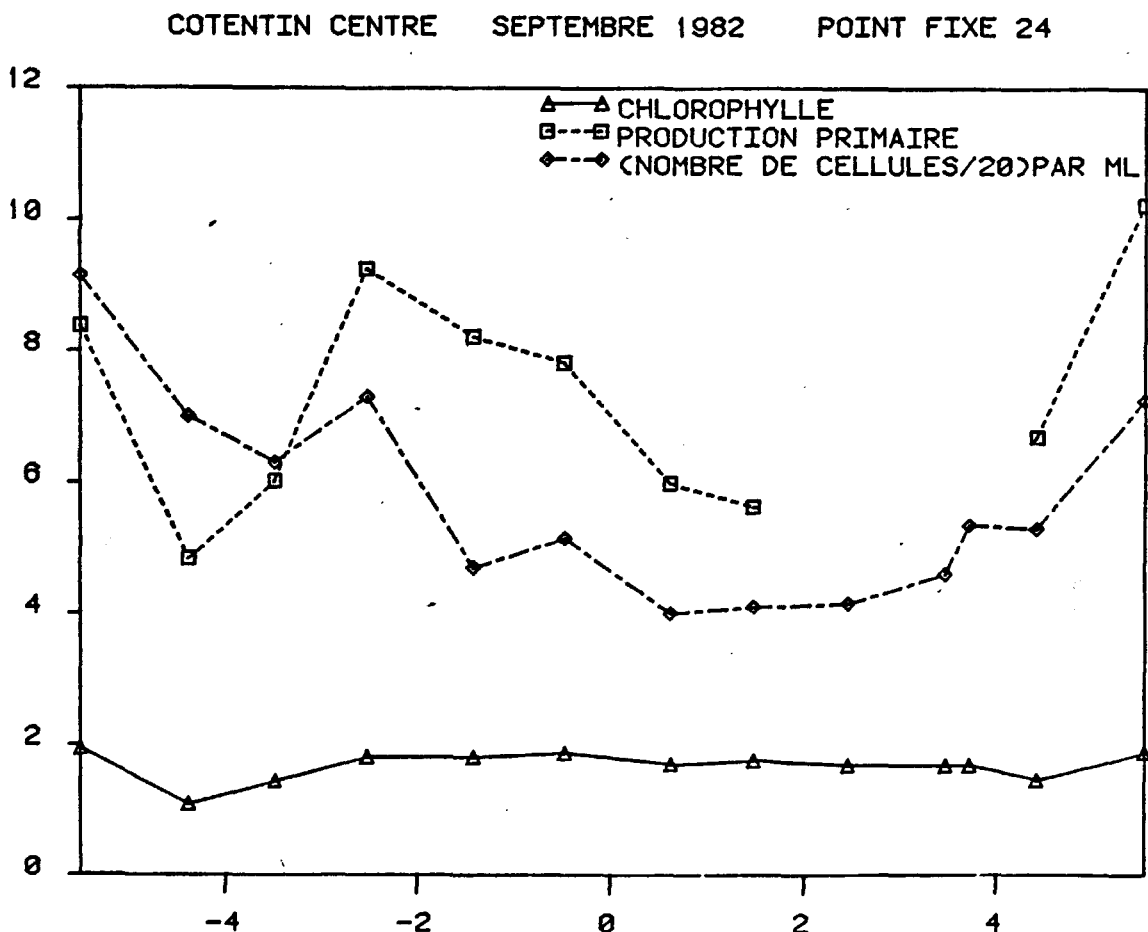


Figure 4 : TEMPS PAR RAPPORT A LA PLEINE MER

Le fait marquant à signaler est la différence de composition spécifique relative, notée entre les différents prélèvements. En effet, les deux espèces *Skeletonema costatum* et *Rhizosolenia delicatula* se succèdent alternativement durant tout le cycle et permettent de différencier deux masses d'eaux. Cette observation vient donc appuyer les marques préalablement exposées en hydrologie où :

- 4 heures avant la pleine mer les eaux sont plus chaudes et moins salées, et viennent du Nord-Ouest ; elles sont accompagnées d'espèces à tendance "océanique" comme les *Rhizosolenia spp.* (56 % dont *Rhizosolenia delicatula*),
- de 2 heures à 4 heures après la pleine mer les eaux sont moins chaudes, plus salées, plus riches en sels azotés et viennent de la bande côtière apportant des espèces à tendance néritique comme les *Skeletonema costatum* (30 %) et les *Leptocylindrus minimum* (22,8 % à PM + 3,5). L'amplitude des variations quantitatives (chlorophylle et production primaire) observée (fig. 4) est donc explicable par l'alternance des deux masses d'eaux, dans lesquelles l'espèce *Skeletonema costatum* joue un rôle prépondérant pour l'élaboration de la matière organique (corrélation production primaire/pourcentage *Skeletonema costatum* : figure 5) par rapport à l'autre espèce "compétitive" *Rhizosolenia delicatula* (corrélation production primaire/pourcentage *Rhizosolenia delicatula* (fig. 6).

Figure 5 : POINT FIIE 24 SEPTEMBRE 1983
 PRODUCTION PRIMAIRE , * SKELETONEMA COSTATUM
 CORREL = 0.82 Y= 4.43 X - 1.65

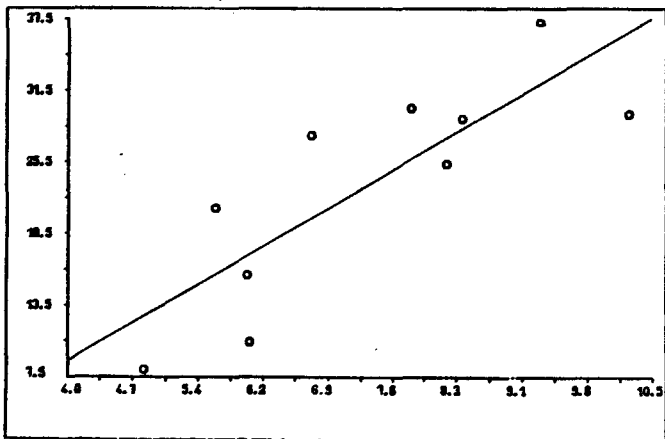
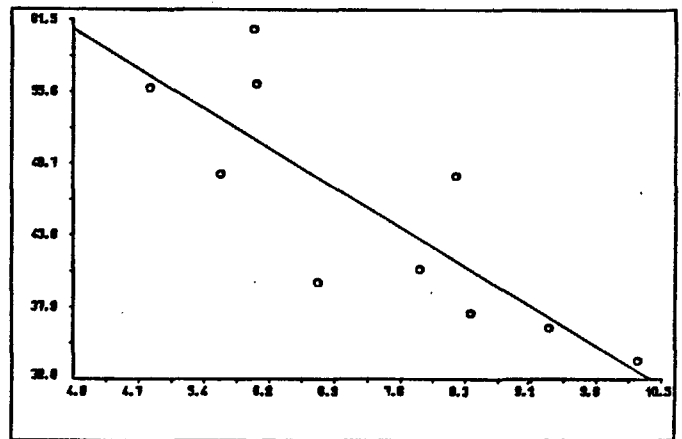


Figure 6 : POINT FIIE 24 SEPTEMBRE 1983
 PRODUCTION PRIMAIRE , * ENSEMBLE DES RHIZOSOLENIA
 CORREL = -0.82 Y= -4.31 X + 38.79



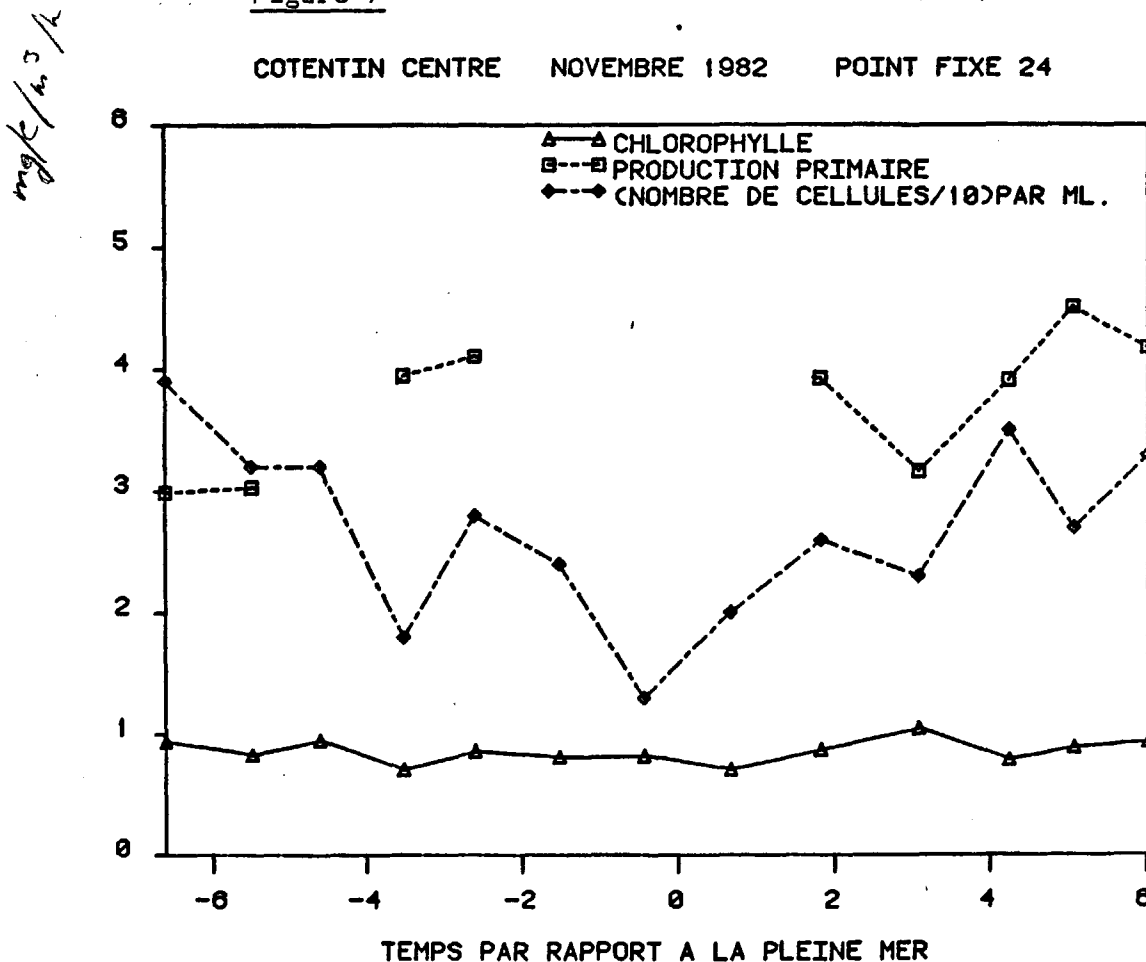
2.1.5. Campagne du 10 novembre 1982

Station	Chlorepylle (mg/m ³)	Production primaire (mg/C/m ³ /h)	Nombre de cellules	Espèces dominantes (pourcentage)
24	0,86 ± 0,11	3,75 ± 0,71	27 ± 7	<i>Thal spp</i> (31,3) - <i>Skel cost</i> (10,9) - <i>Nitz spp</i> (13,3) - <i>Para sulc</i> (8) - <i>Rhiz spp</i> - <i>Thal nitz</i>
8	0,75 ± 0,09	3,79 ± 1,11	26	<i>Thal (levo+deci)</i> (32) - <i>Skel cost</i> (20,3) - <i>Nitz clos</i> (13,4)
25	0,88 ± 0,03	4,08 ± 0,93	36	<i>Rhiz (deli+frag)</i> (24) - <i>Thal (levo+deci+gra)</i> (21,8) - <i>Skel cost</i> (15,9) - <i>Nitz clos</i> (12,1) - <i>Para sulc</i> (5,2) - <i>Thal nitz</i> (5,2)
26	0,79 ± 0,21	4,35 ± 0,38	33	<i>Skel cost</i> (30,9) - <i>Thal spp</i> (25,3) - <i>Rhiz deli</i> (14,3) - <i>Nitz clos</i> (11,6)
28	0,92 ± 0,29	5,23 ± 0,93	35	<i>Thal spp</i> (31,8) - <i>Skel cost</i> (19,8) - <i>Nitz spp</i> (10,8) - <i>Rhiz deli</i> (8,5)
27	0,69 ± 0,08	3,78 ± 0,14	28	<i>Thal spp</i> (17,5) - <i>Para sulc</i> (17,4) - <i>Nitz spp</i> (12,8) - <i>Rhiz spp</i> (9,3) - <i>Skel cost</i> (7) - <i>Thal nitz</i> (5,5)

Légende : *Thal spp* = *Thalassiosira levanderi* + *Thalassiosira decipiens* + *Thalassiosira gravida*
Skel cost = *Skeletonema costatum*
Nitz spp = *Nitzschia closterium* + *Nitzschia sp.*
Para sulc = *Paralia sulcata*
Rhiz spp = *Rhizosolenia delicatula* + *Rhizosolenia fragil* + *Rhizosolenia pungens*

Figure 7

COTENTIN CENTRE NOVEMBRE 1982 POINT FIXE 24



Lors de cette campagne, aucune hétérogénéité spatiale phytoplanctonique n'est à relier avec les observations hydrologiques, exception faite de quelques espèces néritiques benthiques comme *Fragilaria* sp. et Chlorophycée sp.6, rencontrées à la station 25, aux eaux froides et dessalées, qui proviennent du panache du havre de Régneville.

Dans l'ensemble, les espèces sont diversifiées et à dominance planctonique, comme *Thalassiosira* spp. (*Thalassiosira levanderi* et *Thalassiosira decipiens*), *Skeletonema costatum*, *Rhizosolenia delicatula* ...

La station 28 apparaît comme étant la plus "productive", à l'opposé de la station 27, plus "pauvre".

Les seules remarques à émettre, reliées à l'influence des différentes masses d'eaux, sont observées durant le cycle de marée de la station 24, où, à pleine mer - 2 et pleine mer, les courants porteurs de matières en suspension et de cellules benthiques ou tychopélagiques comme *Thalassionema nitzschoides* et *Paralia sulcata* font chuter les valeurs de la chlorophylle de 0,86 à 0,71 mg/m³.

2.1.6. Campagne du 2 au 5 juin 1983

Station	Chlorepylle (mg/m ³)	Production primaire (mg/C/m ³ /h)	Nombre de cellules	Espèces dominantes (pourcentage)
8	-	2,13 ± 2,16	203	<i>Rhiz spp</i> (<i>deli</i> 59,7) - <i>Chae spp</i> (<i>curv</i> 29,7)
Le Pignon	1,49 ± 0,40	3,78 ± 1,42	146 ± 0,7	<i>Rhiz spp</i> (<i>del</i> 83) - <i>Chae spp</i> (<i>curv</i> 8,7)
24	1,31 ± 0,15	2,69 ± 0,6	154 ± 67	<i>Rhiz spp</i> (<i>del</i> 92,4) - <i>Chae spp</i> (<i>curv</i> 5,5)
25	0,67 ± 0,13	2,47 ± 0,38	103 ± 29	<i>Rhiz spp</i> (<i>deli</i> 93,1)
27	1,09 ± 0,05	3,80 ± 0,34	275	<i>Rhiz deli</i> (97,3)
28	0,68 ± 0,08	2,43 ± 0,85	200	<i>Rhiz deli</i> (84,6) - <i>Chae spp</i> (<i>per</i> 11,5)

Légende : *Rhiz spp* = *Rhizosolenia delicatula* + *Rhizosolenia fragil* + *Rhizosolenia setigera* + *Rhizosolenia sinuolata*
Chae spp = *Chaetoceros survisetum* + *Chaetoceros didymum* + *Chaetoceros gracile*

L'hétérogénéité des masses d'eaux, relevée en hydrologie pour cette campagne, ne s'applique qu'aux stations 27 et 8.

La station 27 est la station la plus "océanique", la moins riche en silicate et celle où la population phytoplanctonique est la moins diversifiée (*Rhizosolenia delicatulata* : 97,8).

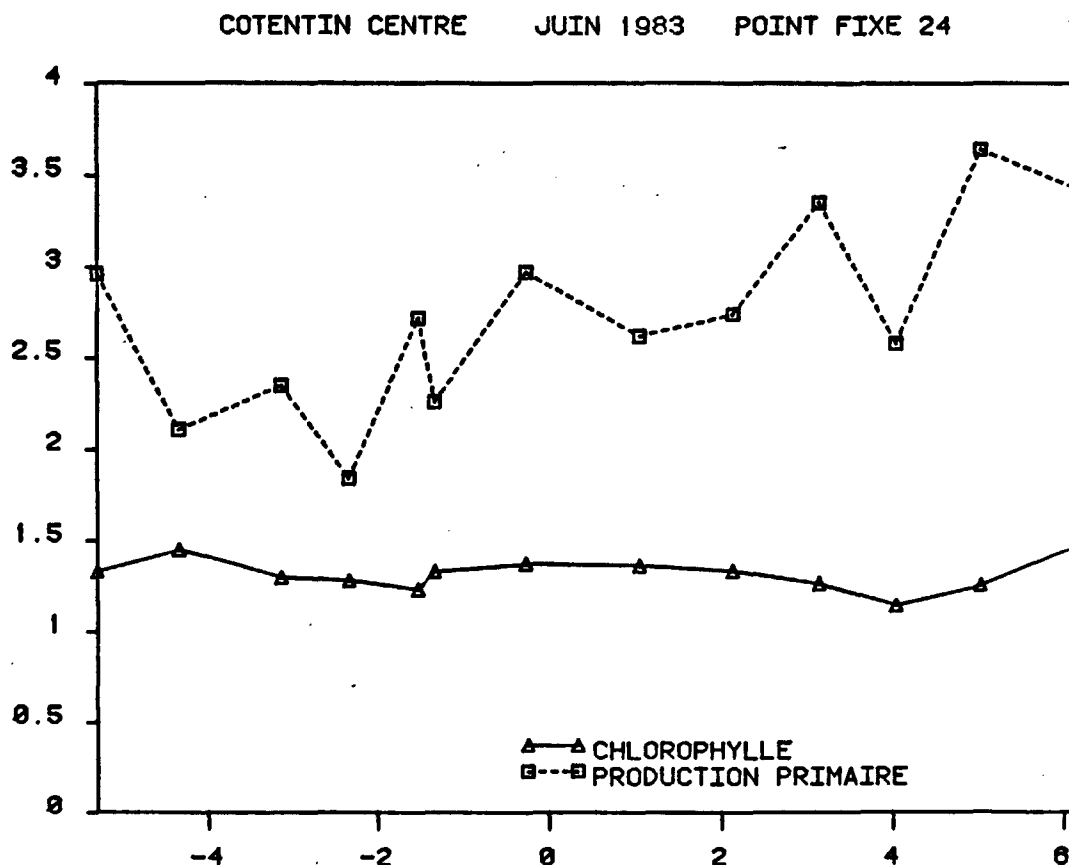


Figure 8 : TEMPS PAR RAPPORT A LA PLEINE MER

COTENTIN CENTRE JUIN 1983 POINT FIXE BASSE JOURDAN
(26)

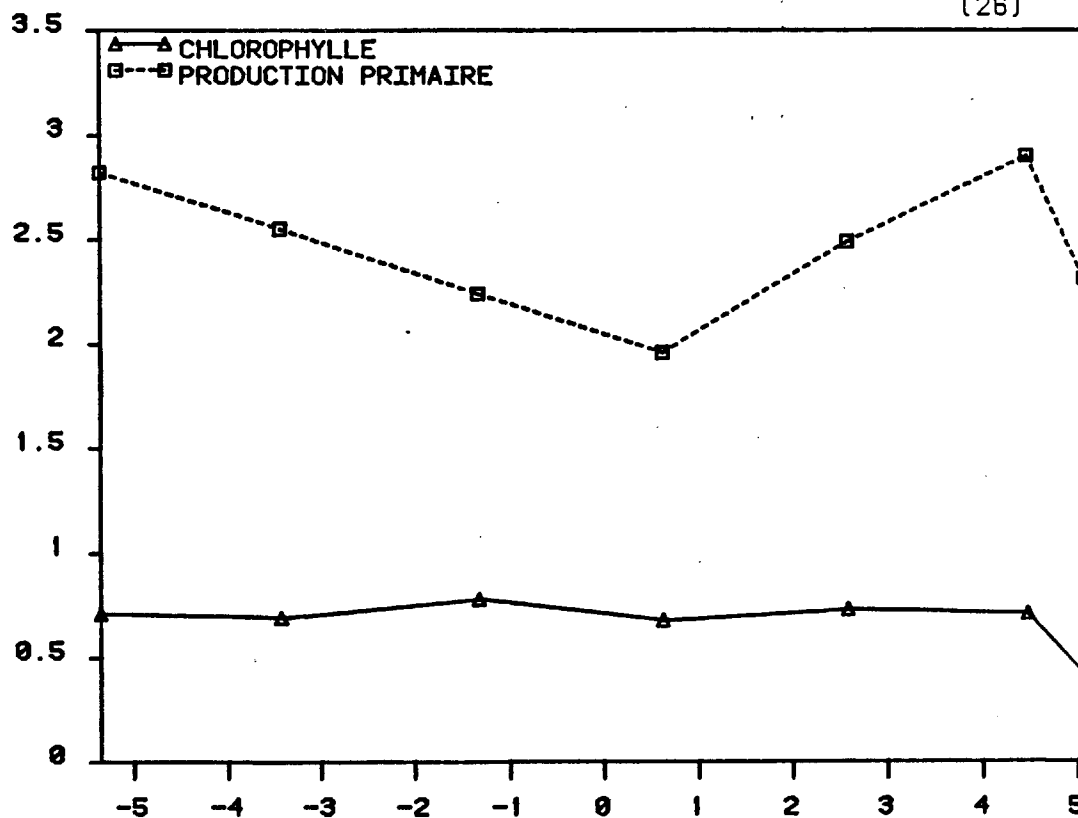


Figure 9 : TEMPS PAR RAPPORT A LA PLEINE MER

COTENTIN CENTRE JUIN 1983 POINT FIXE LE PIGNON

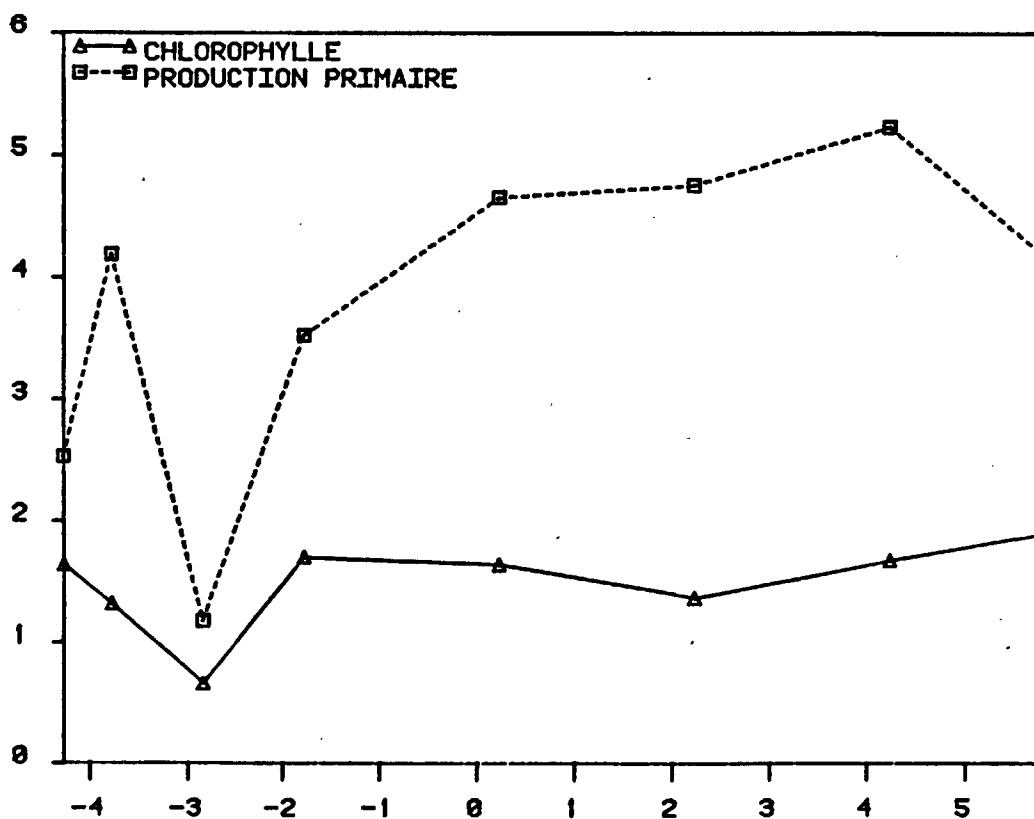


Figure 10 : TEMPS PAR RAPPORT A LA PLEINE MER

La station 8 est la station la plus néritique, la plus riche en sels et la plus diversifiée (*Rhizosolenia delicatula* : 59,7 % et *Chaetoceros curvisetum* : 29,7 %). L'amplitude des variations quantitatives est par contre plus aléatoire, puisqu'elle est liée à la fois à la composition spécifique (cellules de tailles différentes) et à l'état physiologique des populations.

Durant les trois cycles de marée des points 24, 26 et Le Pignon (fig. 8-9-10), les fortes amplitudes observées au point 24 à pleine mer - 1,5 et à la station Le Pignon à pleine mer - 2,8, correspondent à des valeurs de prélèvements réalisés à la pleine mer précédente ou suivante. Cette remarque confirme donc l'idée que la variabilité entre deux cycles de marée est plus importante que la variabilité durant un cycle.

2.2. Répartition dans le temps des différents paramètres phytoplanctoniques au point site (24)

La figure 11 est supposée représentative des variations saisonnières des paramètres phytoplanctoniques de la zone Cotentin Centre. Vu l'intervalle de temps qui sépare les campagnes nous ne pouvons que présumer du cycle saisonnier classique.

2.2.1. Période printanière : avril - juin (1982 et 1983)

D'après les résultats hydrologiques, le stock des nutriments est déjà épuisé le 25 avril 1982. Un premier développement phytoplanctonique printanier a donc été amorcé, représenté à cette date par des reliquats d'espèces hivernales comme *Thalassionema nitzschioides*, *Navicula pelagica*, *Nitzschia* sp. et des espèces printanières comme *Rhizosolenia delicatula*, *Rhizosolenia setigera* et *Rhizosolenia shrubsolei*.

Début juin, la campagne est caractérisée par la mono-spécialité de l'espèce *Rhizosolenia delicatula*, espèce responsable des blooms printaniers. Le mauvais état physiologique des cellules et les faibles valeurs quantitatives signifient donc que les prélèvements ont eu lieu après le "bloom". Cette hypothèse se confirme par la pauvreté des sels nutritifs.

2.2.2. Période estivale : juillet - septembre

En juillet prolifèrent des petites cellules : *Chaetoceros perpusillum*, peu riches en chlorophylle.

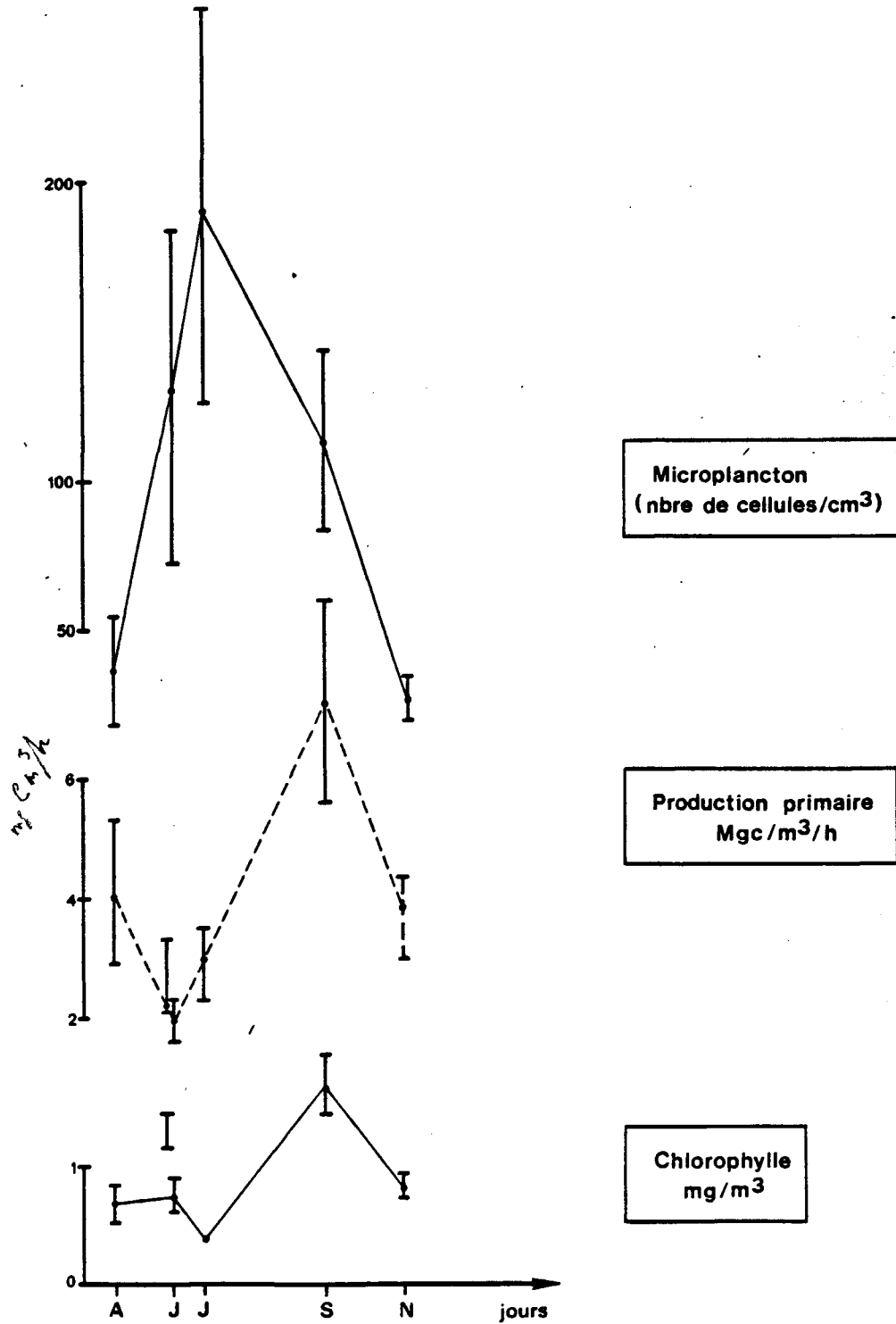
En septembre, les derniers soubresauts de la production primaire ($7,3 \text{ mg/m}^3$) et de la chlorophylle ($1,69 \text{ mg/m}^3$), accompagnés de cellules estivales comme *Rhizosolenia delicatula* et *Skeletonema costatum*, viennent clore la période estivale : la reminéralisation des sels s'effectue déjà et le nombre de ciliés s'accroît.

2.2.3. Période hivernale : novembre

Chute des trois valeurs quantitatives : la population phytoplanctonique se diversifie, indiquant ainsi la phase hivernale, avec des espèces planctoniques

**VARIATIONS SAISONNIERES (1982 et 1983)
des paramètres phytoplanctoniques au point
site 24. (moyennes)**

Figure 11



Période	Paramètres	Zone Sud-Chausey ¹ (25/04/80 - 25/06/80)	Zone Cotentin Centre (28/04/82 - 5/06/83)	Zone Flamenville (09/07/76 - 29/09/78)
Avril	Chlorophylle (mg/m ³)	1,3 à 3,9	0,53 ⁷ à 0,89	0,67 à 1,17
	prod. primaire(mgC/m ³ /h)	6,5 à 20,3	2,17 à 6,821	3,35 à 7,47
	microplancton (cm ³)	457 à 1345	22 à 52	38 à 178
Juin	Chlorophylle (mg/m ³)	1,8 à 3,2	0,41 à 1,90	0,34 à 0,89
	Prod. primaire(mgC/m ³ /h)	5,2 à 13,1	1,16 à 5,24	-
	Microplancton (cm ³)	30 à 240	73 à 354	13 à 71
Juillet	Chlorophylle (mg/m ³)	-	0,36 à 0,66	0,42 à 0,75
	Prod. primaire(mgC/m ³ /h)	-	2,19 à 4,46	0,25 à 1,00
	Microplancton (cm ³)	-	57 à 373	71 à 320
Septembre	Chlorophylle (mg/m ³)	1,2 à 1,95	1,09 à 1,89	0,32 à 0,94
	Prod. primaire(mgC/m ³ /h)	6,2 à 16,30	4,64 à 10,20	4,06 à 5,24
	Microplancton (cm ³)	94 à 320	80 à 183	11 à 130
Novembre	Chlorophylle (mg/m ³)	1,5 à 1,65	0,69 à 0,95	0,41 à 0,68
	Prod. primaire(mgC/m ³ /h)	5,2 à 5,60	2,99 à 5,23	2,05 à 2,27
	Microplancton (cm ³)	21 à 41	13 à 39	5 à 28

Tableau 1 : Evolution saisonnière des paramètres phytoplanctoniques quantitatifs.

Espèce ou groupe d'espèces	Zone Sud-Chausey (25/04/80 - 25/06/81)	Zone Cotentin Centre (28/04/82 - 5/06/83)	Zone Flamenville (09/07/76 - 29/08/78)
POPULATIONS HIVERNALES			
<i>Navicula pelagica</i>	octobre, novembre 80 février 81	avril 82 - novembre 82	février 77 et 78
<i>Thalassiosira gravida</i> <i>Thalassiosira levanderi</i>	octobre, novembre 80 février 81	novembre 82	mars 77
<u>Reliquats de populations hivernales et amorce des populations printanières</u>			
<i>Thalassionema nitzschoides</i> <i>Skeltonema costatum</i> <i>Chaetoceros perpusillum</i>	avril 80 avril 80 avril 80	avril 82 septembre 82 - nov. 82 juillet 82	avril 77 et 78 avril 77
POPULATIONS PRINTANIERES			
- souvent responsables des blooms phytoplanctoniques			
<i>Rhizosolenia fragilissima</i> <i>Rhizosolenia delicatula</i>	mai 81 mai 81	juin 82 - juin 83 juin 82 - juin 83	mi-mai 77 mi-mai 78
- accompagnatrices des populations dominantes			
<i>Cerataulina pelagica</i>	mai 81	avril 82	mai 77 - mai 78
POPULATIONS ESTIVALES			
<i>Chaetoceros</i> spp. (<i>socialis</i> + <i>curvisetum</i>) <i>Rhizosolenia</i> spp. (<i>delicatula</i> + <i>shrubsolei</i> + <i>setigera</i> + <i>stolterfothii</i>) <i>Skeltonema costatum</i> <i>Leptocylindrus minimus</i>	août 80 juin 81 septembre 80 août 80 septembre 80	avril 82-juil.82-juin 83 juillet 82 septembre 82 septembre 82	juillet-août 76-77 juillet-août 76-77 juin-juillet 77

Tableau 2 : Classement saisonnier des espèces phytoplanctoniques (période d'abondance maximale).

comme *Thalassiosira decipiens*, *Thalassiosira levanderi*, *Skeletonema costatum*, *Thalassionema nitzschoïdes* et *Paralia sulcata*.

Si nous comparons l'évolution saisonnière des paramètres phytoplanctoniques aussi bien quantitatifs (tableau 1) que qualitatifs (tableau 2) de la zone Cotentin Centre à celles des zones voisines Sud-Chausey (Rapport CNEXO/EDF, 1983), et Flamanville (Rapport CNEXO/EDF, 1979) on s'aperçoit :

- que durant la période printanière la zone Cotentin Centre évolue dans un même ordre de grandeur que la zone Flamanville. Ces deux zones sont soumises à l'influence des eaux océaniques,
- que durant la période hivernale les valeurs de la zone étudiée fluctuent comme celles de la zone Sud-Chausey : l'influence des apports telluriques est très importante,
- que le même stock d'espèces principales caractérise les différentes périodes saisonnières.

Conclusion

Globalement, dans la limite de l'étude, la zone Cotentin Centre se présente comme :

- une zone soumise à l'action de courants importants qui interfèrent sur les fluctuations dues au cycle de marée,
- une zone intermédiaire entre les deux autres zones étudiées dans l'ensemble du golfe normano-breton : Flamanville et Sud-Chausey (cf. Tableau 1),
- une zone où la connaissance taxonomique est primordiale pour expliquer les variations quantitatives. L'importance de la composition floristique et de l'état physiologique des populations interfèrent sur l'amplitude des variations saisonnières,
- une zone où, du point de vue spécifique, les espèces phytoplanctoniques sont essentiellement néritiques. L'influence du panache du havre de Régneville et des apports telluriques au point site (24) sont secondaires,
- une zone qui, comparée aux autres sites de la Manche occidentale : Roscoff (J.R. GRALL, 1972), Flamanville (CNEXO/EDF, 1979), Sud-Chausey (CNEXO/EDF, 1983) présente un cycle saisonnier normal avec une même diversité spécifique, avec cependant de plus faibles variations annuelles (explicable par la durée de l'étude). Le minimum de diversité est observé durant les poussées phytoplanctoniques de juin 1982 et 1983 et le maximum durant l'automne en novembre 1982.

Dans l'hypothèse de la construction d'une usine marémotrice, et grâce à l'expérience accumulée par les chercheurs canadiens (Etude de la baie de Fundy, GORDON, 1979) et britanniques (Etude de l'estuaire de la Severn et du chenal de Bristol, *in* GORDON, 1979), il est possible d'évaluer les incidences sur les populations planctoniques de la zone Cotentin Centre :

- diminution de la turbidité et stratification de la colonne d'eau qui favoriseront la pénétration de la lumière et donc la photosynthèse phytoplanctonique, et qui pourrait aboutir aux risques d'eutrophisation,
- sélection des espèces phytoplanctoniques les plus ou les moins tolérantes. J. CHAVAILLON.(1938) a montré le passage de certaines espèces phytoplanctoniques de la Rance, du domaine pélagique au domaine benthique, et inversement, sur l'influence de l'exondation et des courants de marée.

BIBLIOGRAPHIE

CHAVAILLON J., 1938, A et B,

A. Le phytoplancton de la France maritime, d'après les notes posthumes de L. MAUGIN. *Bull. Lab. Marit. Dinard*, fasc. 20 : pp. 35-60.

B. Premières observations sur les Diatomées du phytoplancton de la Rance. *Bull. Lab. Marit. Dinard*, fasc. 20 : pp. 61-63.

CNEXO/EDF, 1979, Phytoplancton - Production primaire. Etude écologique du site de Flamanville, rapport général, juin 1979 : pp. 3-114.

CNEXO/EDF, 1981, Phytoplancton - Etude écologique d'avant projet du site marémoteur du golfe normano-breton, rapport final, 1ère année (1980) : pp. 56-79.

CNEXO/EDF, 1983, Phytoplancton - Etude écologique d'avant-projet du site marémoteur du golfe normano-breton (deuxième année : 1980-1981), milieu pélagique : pp. 3.1 à 3.20.

GORDON D.C., and LONGHURST A.R., 1979, The environmental aspects of tidal power prospect in the Upper Reaches of the Bay of Fundy, *Marine Pollution Bulletin*, vol. 10 : pp. 38-45.

GRALL J.R., 1972, Relation entre la pollution organique et la structure des communautés phytoplanctoniques à Roscoff (thèse).

LORENZEN C.J., 1966, A method for the continuous measurement of in vivo chlorophyll concentrations. *Deep Sea Press*, 13 : pp. 223-227.

STEEMANN-NIELSEN E., 1952, The use of radioactive carbon (C^{14}) for measuring organic production in the sea. *J. Cons. perm. int. Explor. mer*, 18 : pp. 117-140.

UTERMOHL H., 1958, Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton - Method. *Mitt. int. Verein. Limnol*, 9 : pp. 1-38.

COTENTIN CENTRE : LISTE DES TAXONS PHYTOPLANCTONIQUESBACILLARIOPHYCEAECentrales

Actinoptichus senarius Ehrenberg
Biddulphia alternans (Bail) Van Heurck
Biddulphia aurita (Lyngbye) de Brebisson
Cerataulina pelagica Cleve (Hendey)
Chaetoceros sp. Ehrenberg
Chaetoceros curvisetum Cleve
Chaetoceros didymum Ehrenberg
Chaetoceros gracile Schütt
Chaetoceros perpusillum Cleve
Chaetoceros sociale Lauder
Chaetoceros teres Cleve
Chaetoceros sp.1 Cleve
Coscinodiscus sp. Ehrenberg
Ditylum brightwellii (T. West) Gran ex. Van Heurck
Guinardia flaccida (Castracane) Peragallo
Lauderia borealis Gran
Leptocylindrus danicum Cleve
Leptocylindrus minimum Gran
Paralia sulcata (Ehrenberg) Cleve
Rhizosolenia sp. Brightwell
Rhizosolenia delicatula Cleve
Rhizosolenia fragilissima Bergon
Rhizosolenia faeroensis Ostenfeld
Rhizosolenia pungens Cleve
Rhizosolenia setigera Brightwell
Rhizosolenia shrubsolei Cleve
Rhizosolenia stolterfothii H. Peragallo
Schroderella delicatula Peragallo (Pavillard)
Skeletonema costatum Greville
Thalassiosira sp. Cleve
Thalassiosira decipiens (Gran ex. Van Heurck) Jorgensen
Thalassiosira gravida Cleve
Thalassiosira levanderi Goor
Thalassiosira rotula Meunier

Pennales

Asterionella japonica Cleve & Muller ex. Gran
Fragilaria sp. Lyngbye
Grammatophora sp. Ehrenberg
Gyrosigma sp. Hassal
Licmophora sp. Agardh
Navicula sp. Bory
Navicula pelagica Cleve
Nitzschia sp. Hassal

Nitzschia closterium (Ehrenberg) Wm. Smith
Nitzschia delicatissima Cleve
Nitzschia seriata Cleve
Nitzschia sp. 1
Pleurosigma sp. Wm. Smith
Rhaphoneis surirella (Ehrenberg) Grunow
Stauroneis membranacea (Cleve) Hustedt
Thalassionema nitzschioides Hustedt

DINOPHYCEAE

Dinoflagellé indéterminé
Exuviella sp.
Gymnodinium sp. Stein
Gymnodinium lohmannii Paulsen
Gyrodinium sp. Kof. u. Swezy
Minuscula bipes Lebour
Peridinium sp. Ehrenberg
Prorocentrum micans Ehrenberg
Pronoctiluca sp. 1
Torodinium robustum Kof. u. Swezy

SILICOFLAGELLATEAE

Dictyocha speculum (Ehrenberg) Haeckel

CHLOROPHYCEAE

Chlorophycée indéterminée
 Chlorophycée sp. 6

EUGLENOPHYCEAE

Euglène indéterminé

CYANOPHYCEAE

Cyanophycée indéterminée

CILIES

Tintinnidés, etc.

NANOPLANCTON

Cryptophycés, Gymnodinés, etc.

CELLULES INDETERMINEES

Cellules indéterminées, Cellules centriques, Cellules pennées

ZOOPLANCTON



C. ZOOPLANCTON

1. BIOMASSE ZOOPLANCTONIQUE

1.1. Méthodologie

Les échantillons destinés à la mesure de la biomasse zooplanctonique sont filtrés sur soie préalablement pesée, rincés et congelés immédiatement à bord pour conservation.

Avant chaque analyse au laboratoire la soie est décongelée, séchée à 60°C pendant 48 heures puis pesée (précision $\pm 0,1$ mg). Les résultats s'expriment en mg de poids sec par unité de volume d'eau de mer échantillonnée, soit en mg/m^3 .

Sur chaque échantillon une analyse complémentaire est effectuée à l'autoanalyseur CHN (chromatographie en phase gazeuse) pour déterminer la teneur (%) du poids sec en carbone et azote organiques (précision $\pm 0,3$ %).

Calendrier des campagnes en mer

Les campagnes d'échantillonnage en mer se sont déroulées aux dates suivantes :

28-30/04/1982	16/09/1982
2/06/1982	10/11/1982
6-7/06/1982	2-5/06/1983
1-2/07/1982	

Sur le site "Cotentin Centre" étudié, six points géographiques ont été échantillonnés. Ces points se répartissent sur l'ensemble de la zone (fig. 1).

1.2. Résultats

Les résultats d'analyse sont contenus dans les tableaux en annexe.

1.2.1. *Variations saisonnières de la biomasse du zooplancton sur le site Cotentin Centre (fig. 2)*

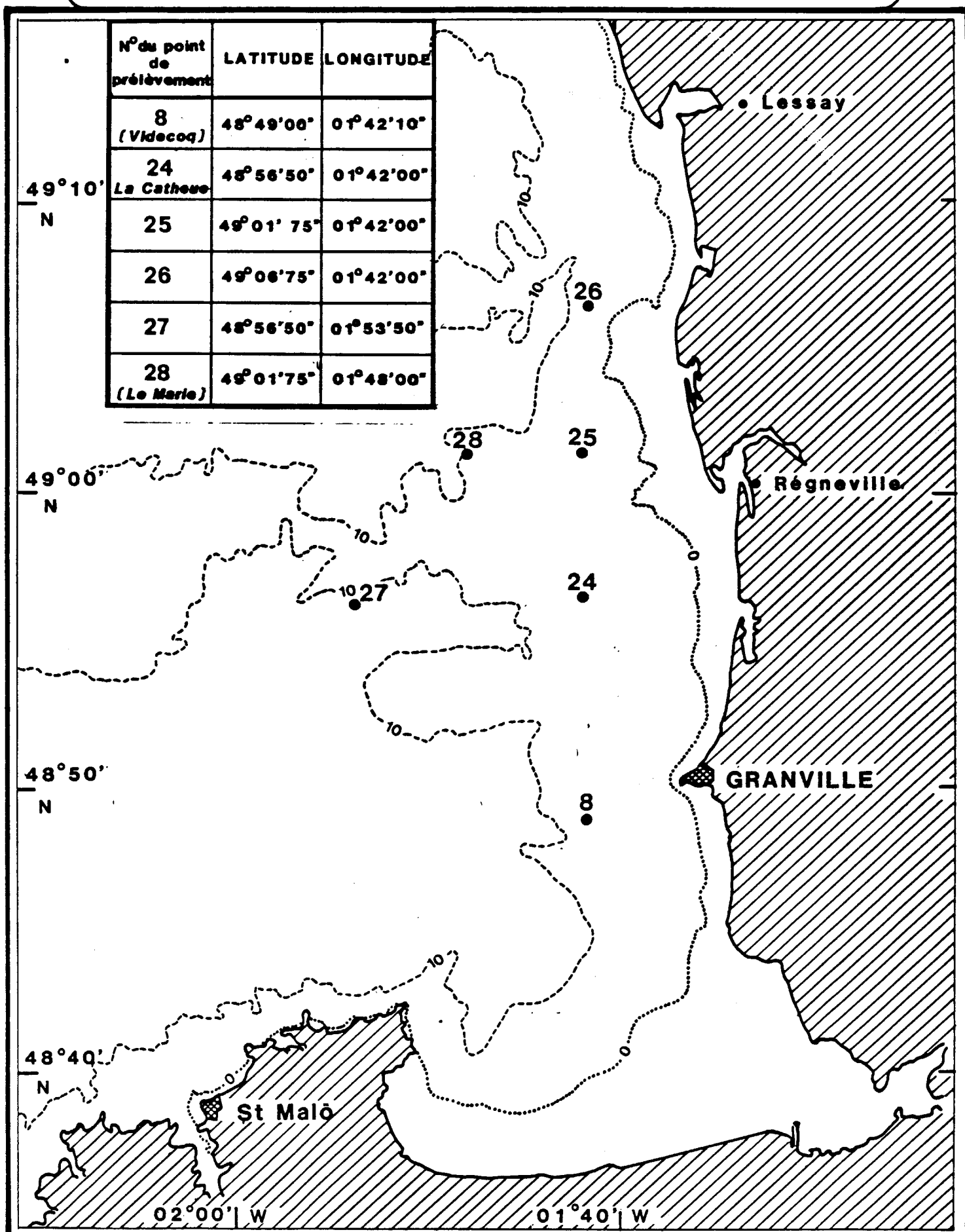
Les valeurs moyennes par campagne du poids sec, du carbone et de l'azote organiques présentent des variations saisonnières identiques. Le poids sec est compris entre un minimum de 12 mg/m^3 en novembre 82 et un maximum de 52 mg/m^3 en juin 82. Le poids de carbone organique varie de la même façon entre 3 mg/m^3 en novembre 82 et 23 mg/m^3 en juin 82. Ceci s'explique par la faible amplitude des variations des teneurs : 30 à 40% pour le carbone et 7 à 12 % pour l'azote.

- COTENTIN CENTRE -

Répartition géographique du Poids sec (mg/m³)

- Position des points de prélèvements -

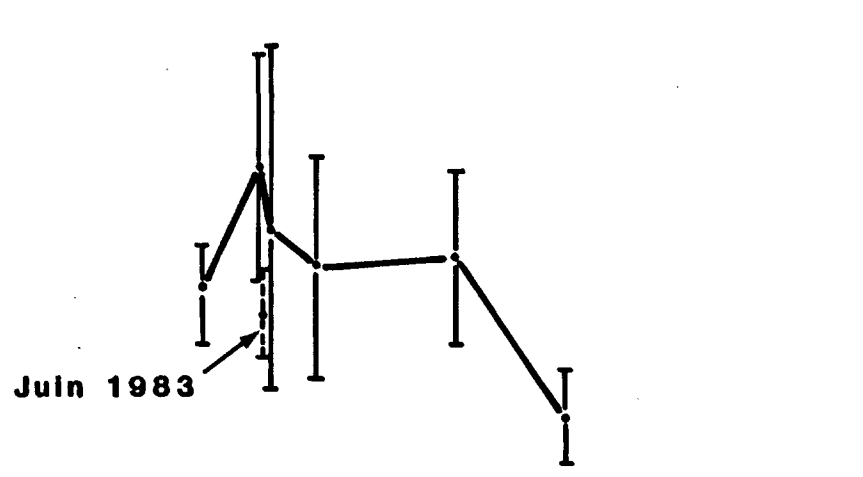
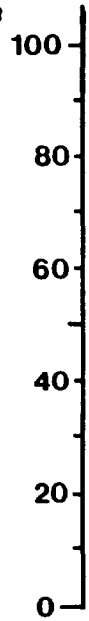
N° du point de prélèvement	LATITUDE	LONGITUDE
8 (Videcoq)	48°49'00"	01°42'10"
24 La Cathese	48°56'50"	01°42'00"
25	49°01'75"	01°42'00"
26	49°06'75"	01°42'00"
27	48°56'50"	01°53'50"
28 (Le Marie)	48°01'75"	01°48'00"



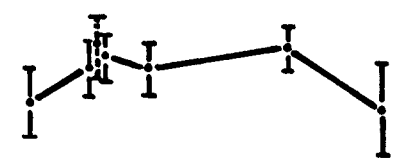
Variations saisonnières des principaux paramètres de la biomasse Zooplanctonique

(moyennes par campagne)

Poids sec
mg/m³

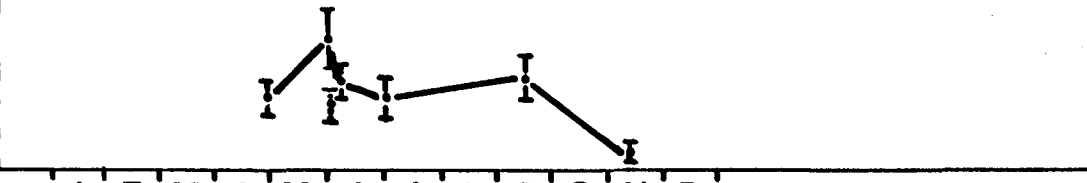
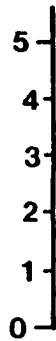


Teneur en C.O.



Poids en C.O.

mg/m³



J F M A M J J A S O N D 1982

Le poids sec, comme le carbone et l'azote organiques, présente des variations saisonnières de type classique. Sur la base des campagnes réalisées concernant le site Cotentin Centre, on peut distinguer :

- un maximum d'abondance printanier ($\geq 50 \text{ mg/m}^3$ de poids sec), lié au bloom phytoplanctonique,
- une richesse estivale, autour de 40 mg/m^3 ,
- une pauvreté hivernale inférieure à 10 mg/m^3 .

La comparaison avec les résultats obtenus sur les secteurs de Flamanville au Nord et Sud-Chausey au Sud permet de situer nos résultats. A Flamanville les valeurs de poids sec mesurées sont comprises entre 15 mg/m^3 (novembre 76 et 77) et 60 mg/m^3 (juin 78) ; elles sont du même ordre de grandeur. La zone Sud-Chausey, et plus particulièrement la partie baie du Mont-St-Michel, est plus pauvre en zooplancton. On note toutefois (tableau 1) que la station 8, commune aux études Sud-Chausey et Cotentin Centre, peut présenter un poids sec relativement important.

Dates	Points 1-2-3-4 Baie du Mont-St-Michel	8 Devant-Granville	24 Site Cotentin Centre	27 Nord Cotentin Centre
7-11/05/1981	<10	-	-	-
29-30/04/1982	-	49	33	30
1/08/1982	-	55	-	-
2/08/1983	-	71	25	34,4
7/08/1982	-	-	45	42
25/08/1981	<30	=60	-	-
2/07/1982	-	-	37	-

Tableau 1 : Résultats de poids sec (mg/m^3) du zooplancton.

Du point de vue de l'abondance globale (biomasse) du zooplancton, le site Cotentin Centre est proche du site de Flamanville. La baie du Mont-St-Michel apparaît plus pauvre, et possède des caractéristiques particulières.

1.2.2. Influence de la marée (fig. 3 à 10)

Le marnage et les courants de marée jouent un rôle important dans ce secteur et contribuent à la dispersion des résultats. Des mesures ont été effectuées en points fixes pour tenter d'établir une éventuelle relation entre les variations de la biomasse et les cycles des courants de marée (pleine mer de référence : St-Malo).

La superposition des variations aux points fixes, obtenue pour toutes les campagnes ne montre pas de manière évidente l'existence d'un cycle de la biomasse lié au cycle de marée.

L'évolution de la biomasse moyenne annuelle donne cependant une tendance générale :

- biomasse faible vers PM-5 avec une variabilité plus faible des résultats, correspondant à des courants de marée portant vers le Sud, au maximum de leur vitesse ; cette dérive entraîne des eaux venant du Nord, globalement pauvres en zooplancton,
- biomasse moyenne annuelle plus élevée vers PM+3 ; à ce moment les courants sur le site portent vers le Nord, et l'on se trouve proche du maximum de flot.

Cette tendance, qui est l'esquisse d'un cycle du poids sec en liaison avec la courantologie sur le site doit, pour être confirmée, faire l'objet d'un échantillonnage plus poussé.

Le carbone organique présente le même type de variations, mais apparaît plus stable au cours du cycle de marée.

1.2.3. Distribution géographique

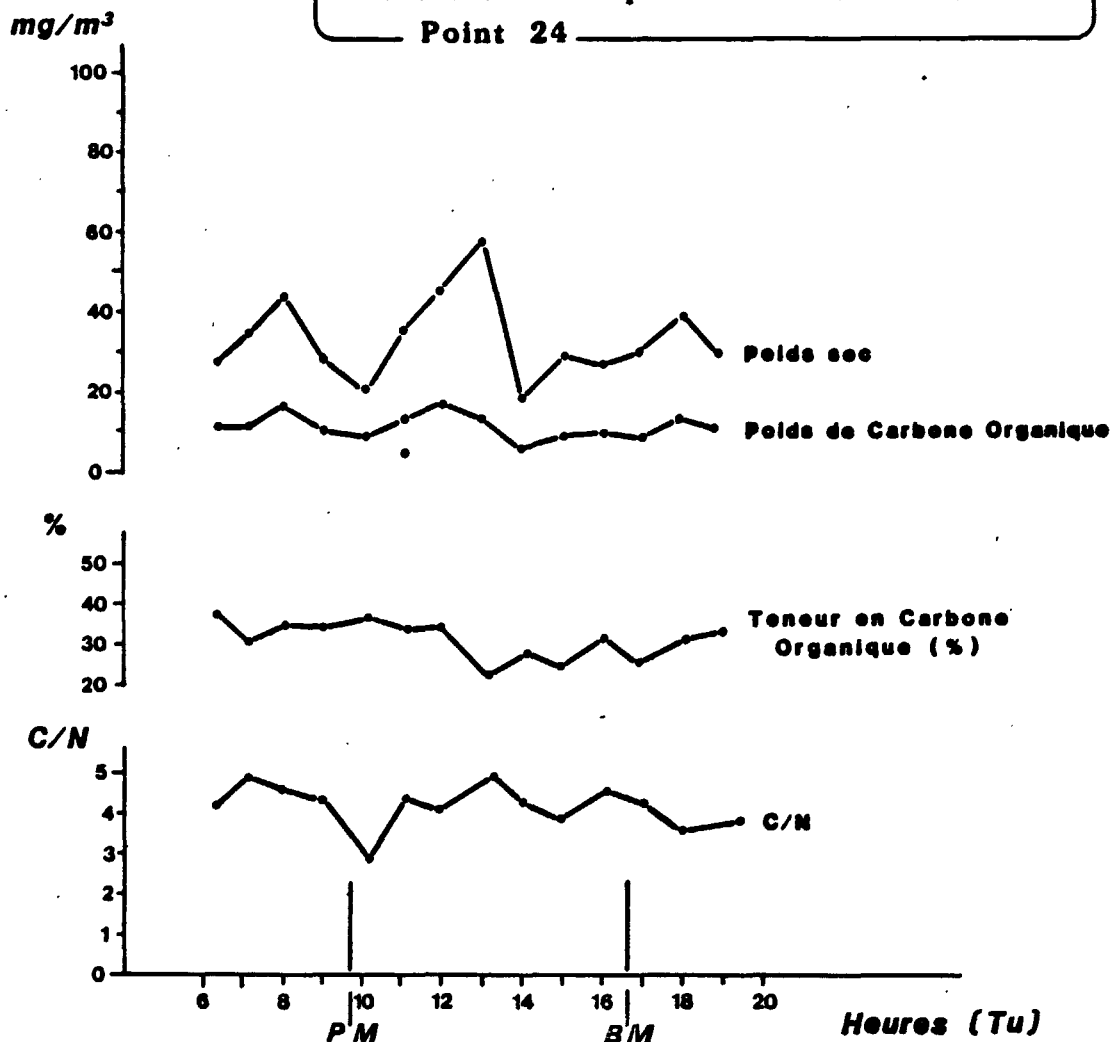
La distribution géographique de la biomasse (fig. 11 à 13) a permis de mettre en évidence :

- en avril 1982 aucune différence significative sur l'ensemble du site,
- en juin 1983, au moment où la biomasse est la plus élevée, et en juillet 1982, un gradient Sud-Nord décroissant,
- en novembre 1982, un gradient Sud-Nord, avec une tâche d'abondance sur la zone Nord du site, et de faibles valeurs au Sud.

Au regard de ces résultats, il apparaît que sur le site Cotentin Centre le poids sec du zooplancton est distribué selon un gradient Nord-Sud. Le sens de ce gradient est déterminé par les variations relativement importantes du poids sec dans la baie du Mont-St-Michel par rapport à sa plus grande stabilité, liées au caractère océanique mis en évidence sur le site de Flamanville.

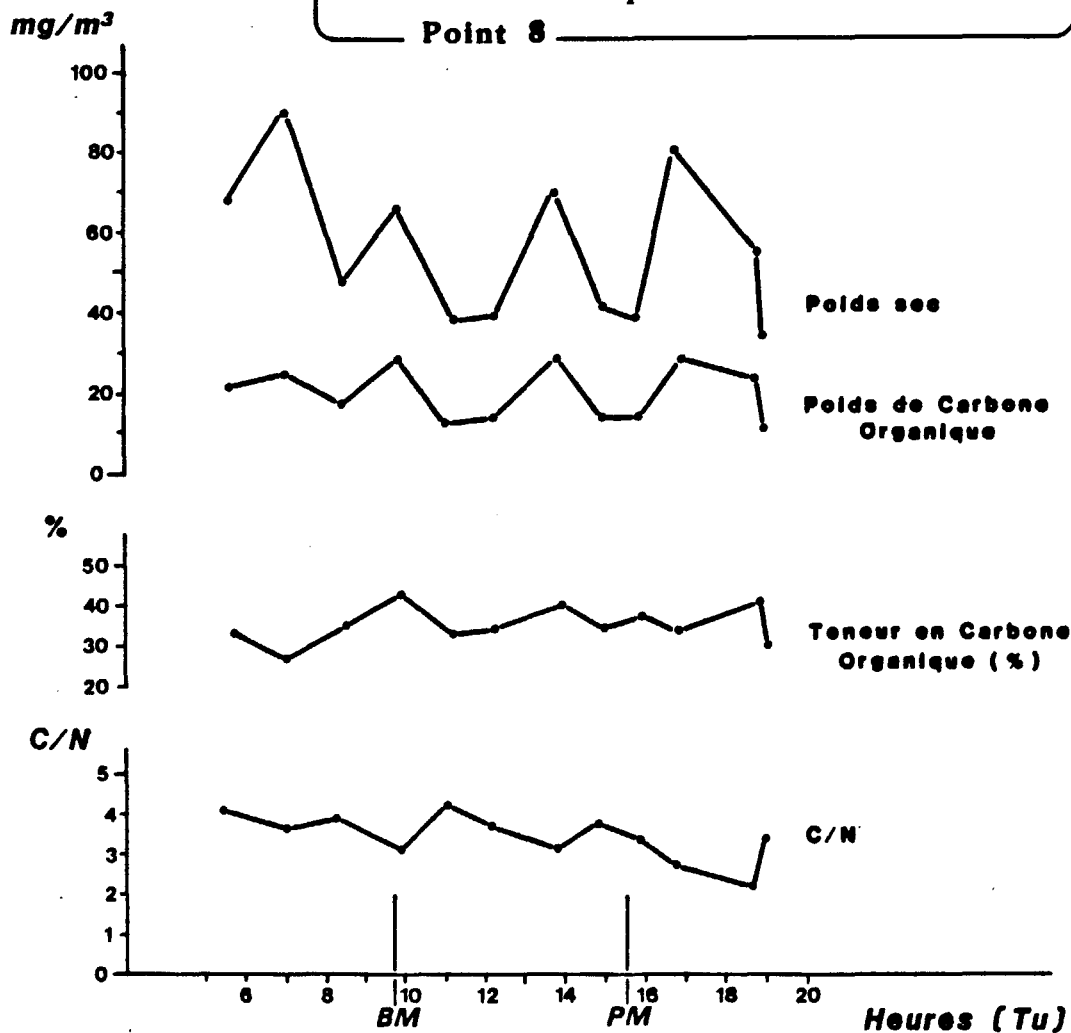
Biomasse de Zooplancton le 29 Avril 1982
Point 24

Fig: 3



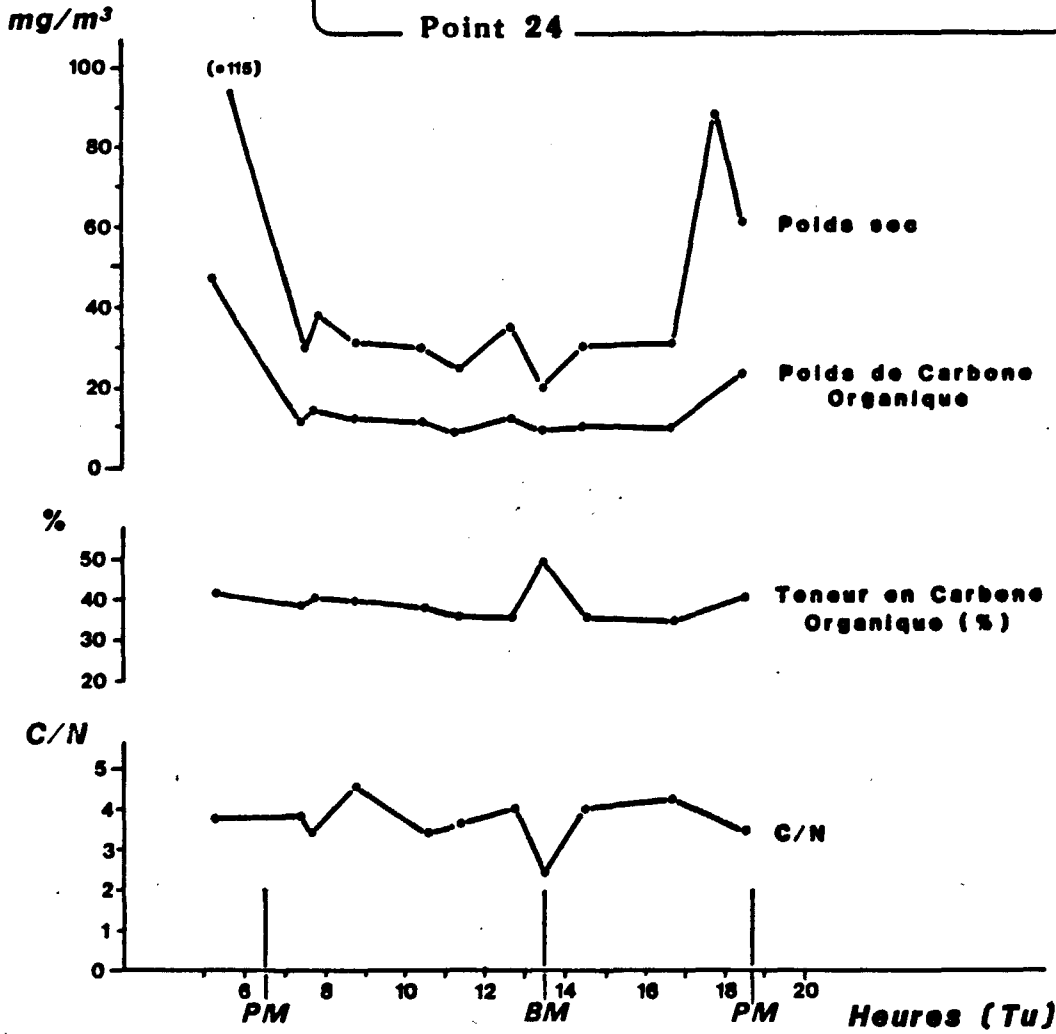
Biomasse de Zooplancton le 2 Juin 1982
Point 8

Fig: 4



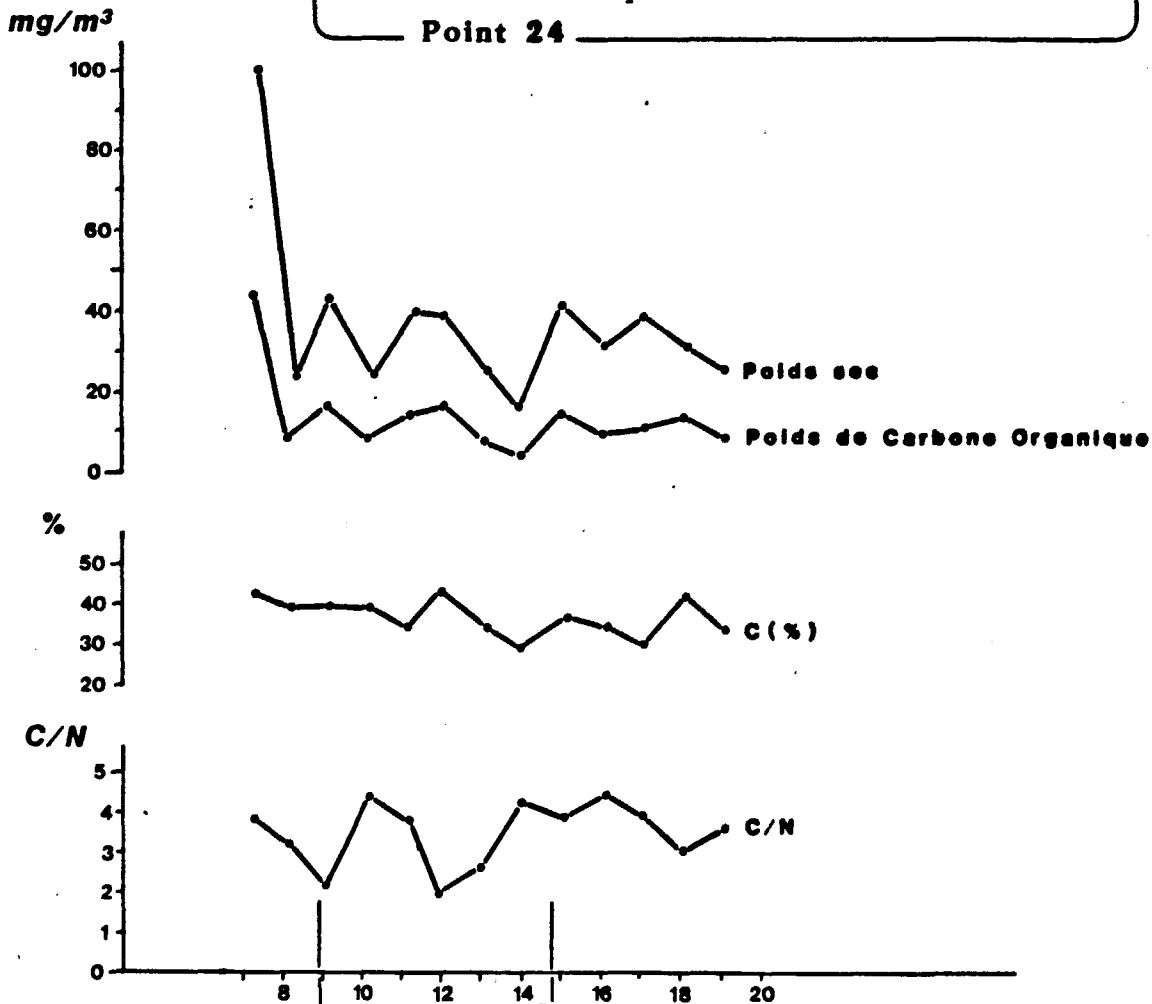
Biomasse de Zooplancton le 7 Juin 1982
Point 24

Fig: 5



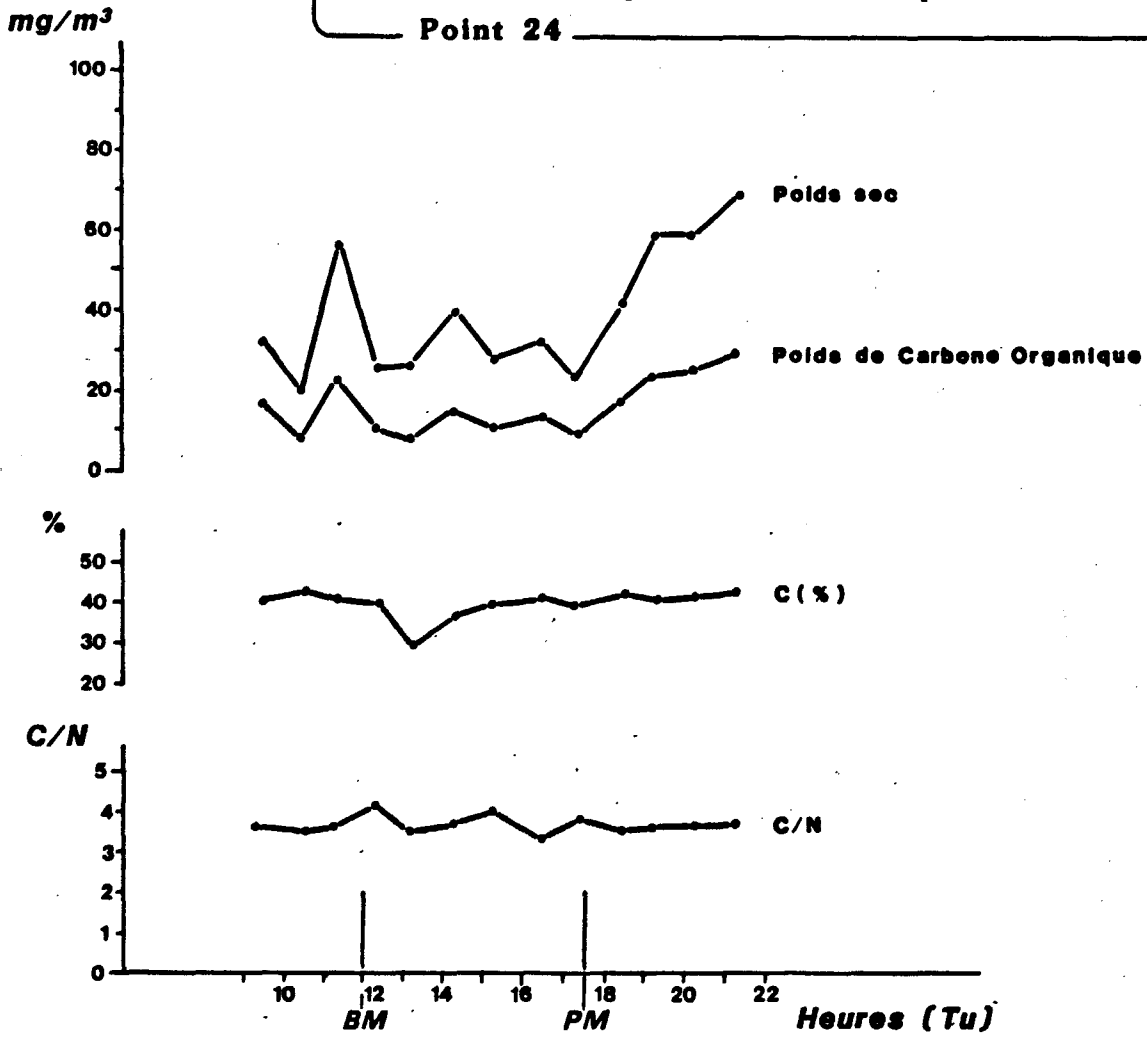
Biomasse de Zooplancton le 1^{er} Juillet 1982
Point 24

Fig: 6



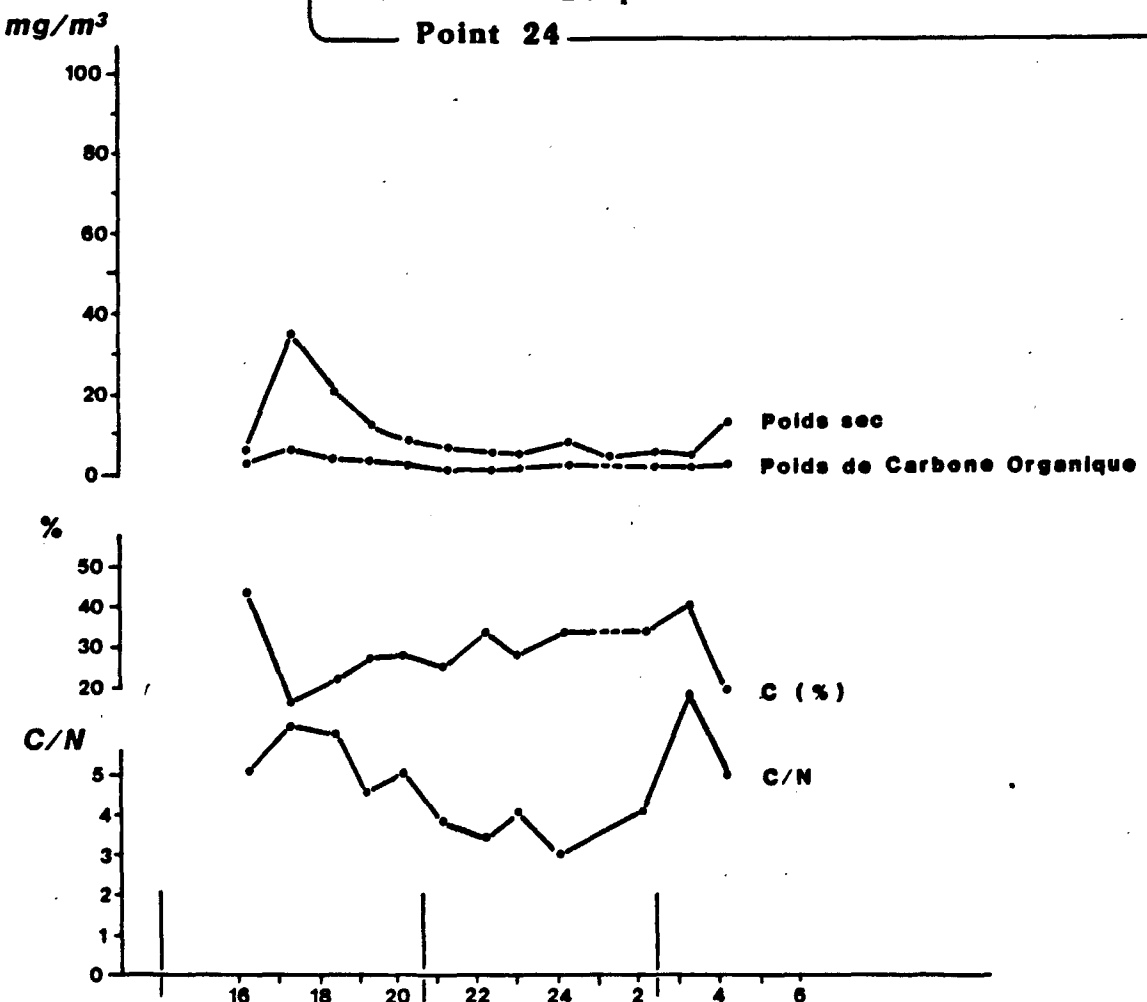
Biomasse de Zooplancton le 16 Septembre 1982
Point 24

Fig: 7



Biomasse de Zooplancton le 11 Novembre 1982
Point 24

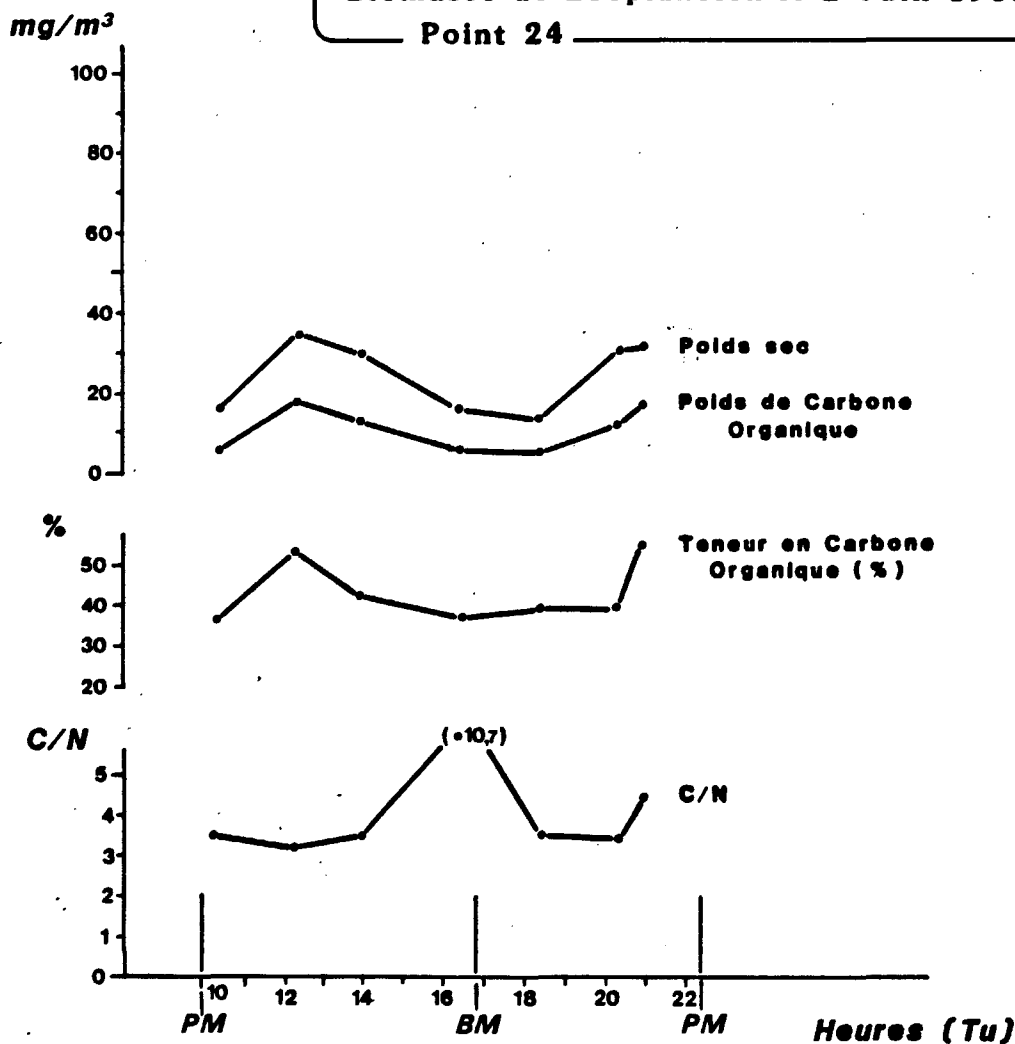
Fig: 8



Biomasse de Zooplancton le 2 Juin 1983

Point 24

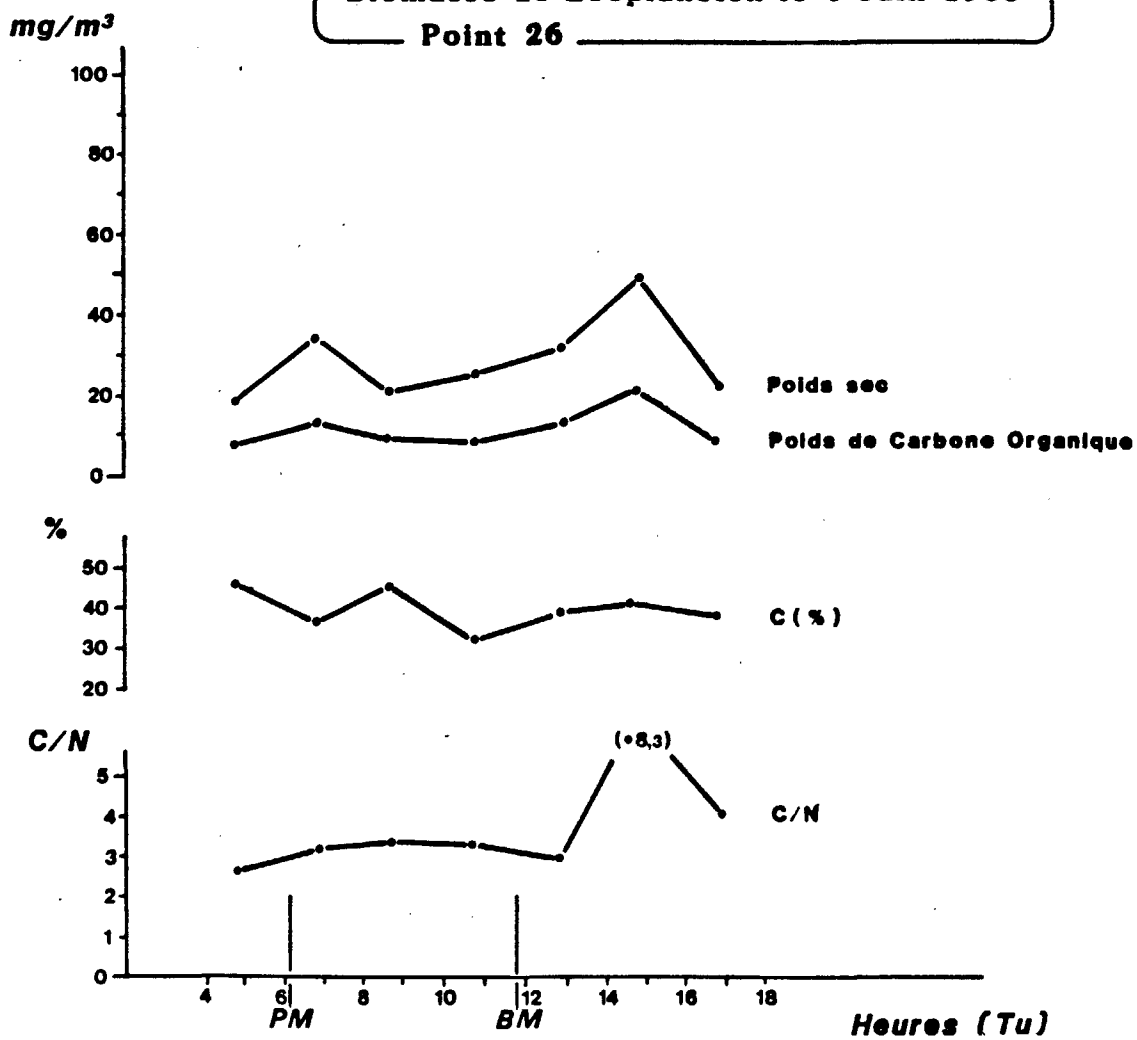
Fig: 9



Biomasse de Zooplancton le 4 Juin 1983

Point 26

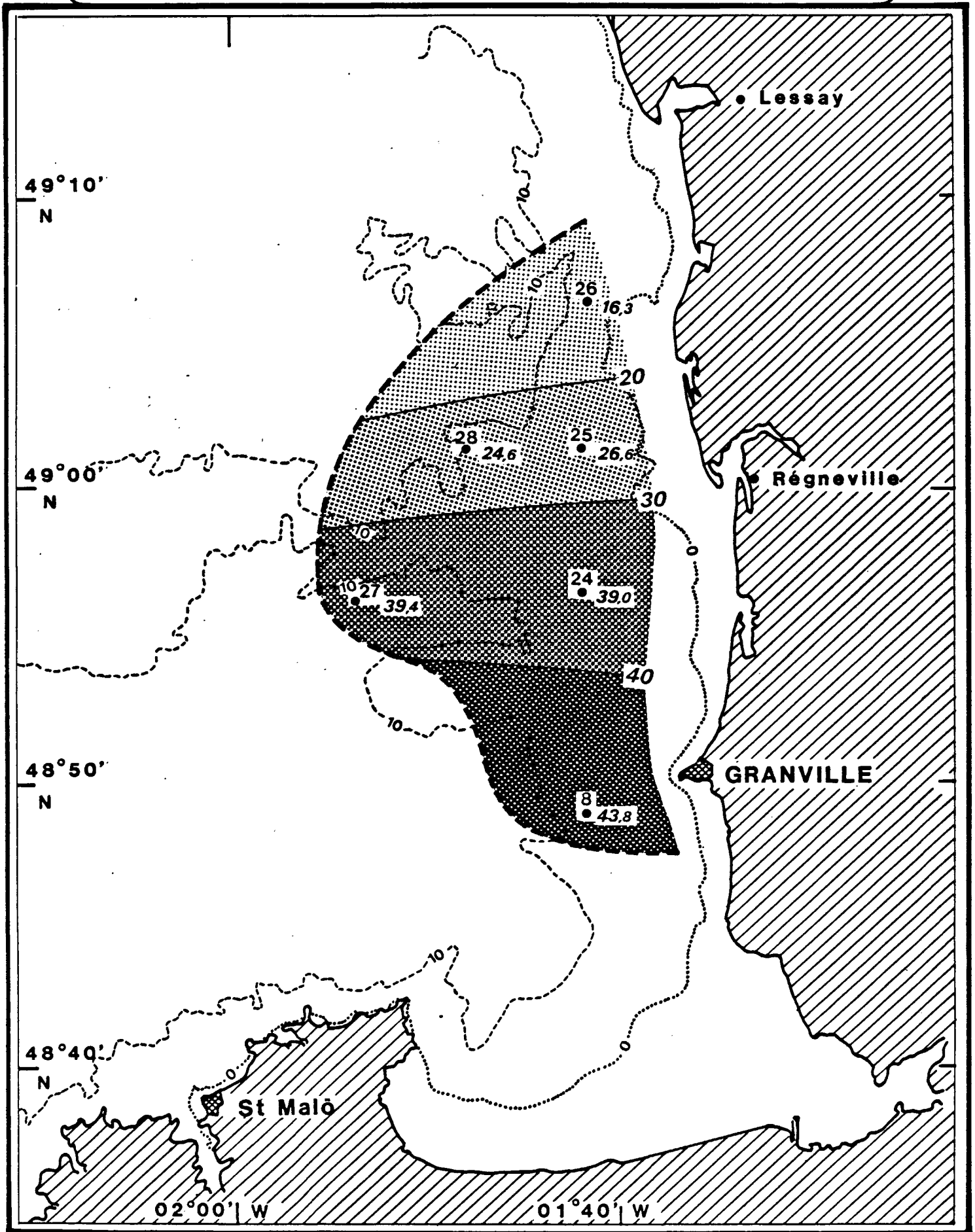
Fig: 10



-COTENTIN CENTRE-

Répartition géographique du Poids sec (mg/m³)

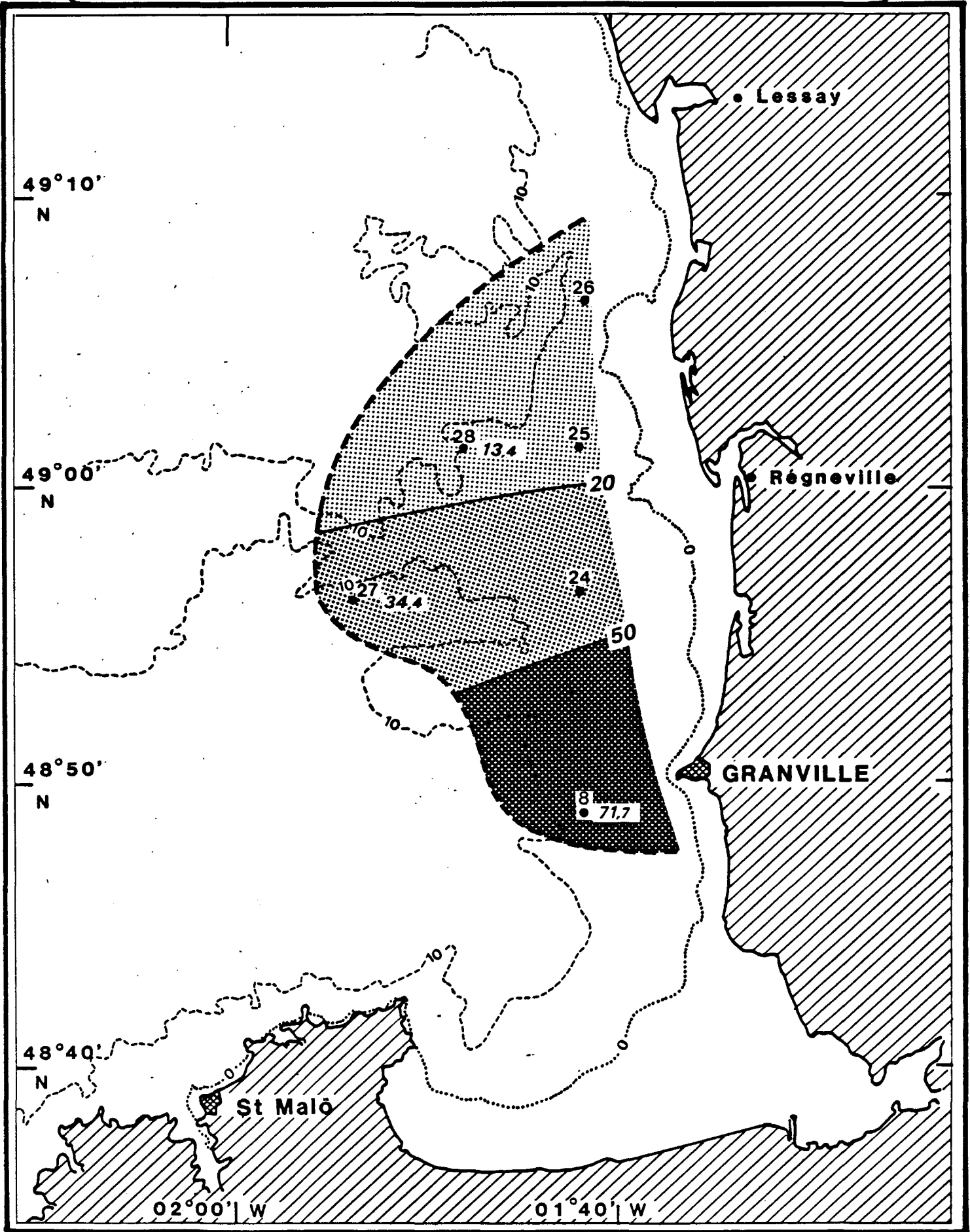
.le 2 Septembre 1982 .



COTENTIN CENTRE

Répartition géographique du Poids sec (mg/m³)

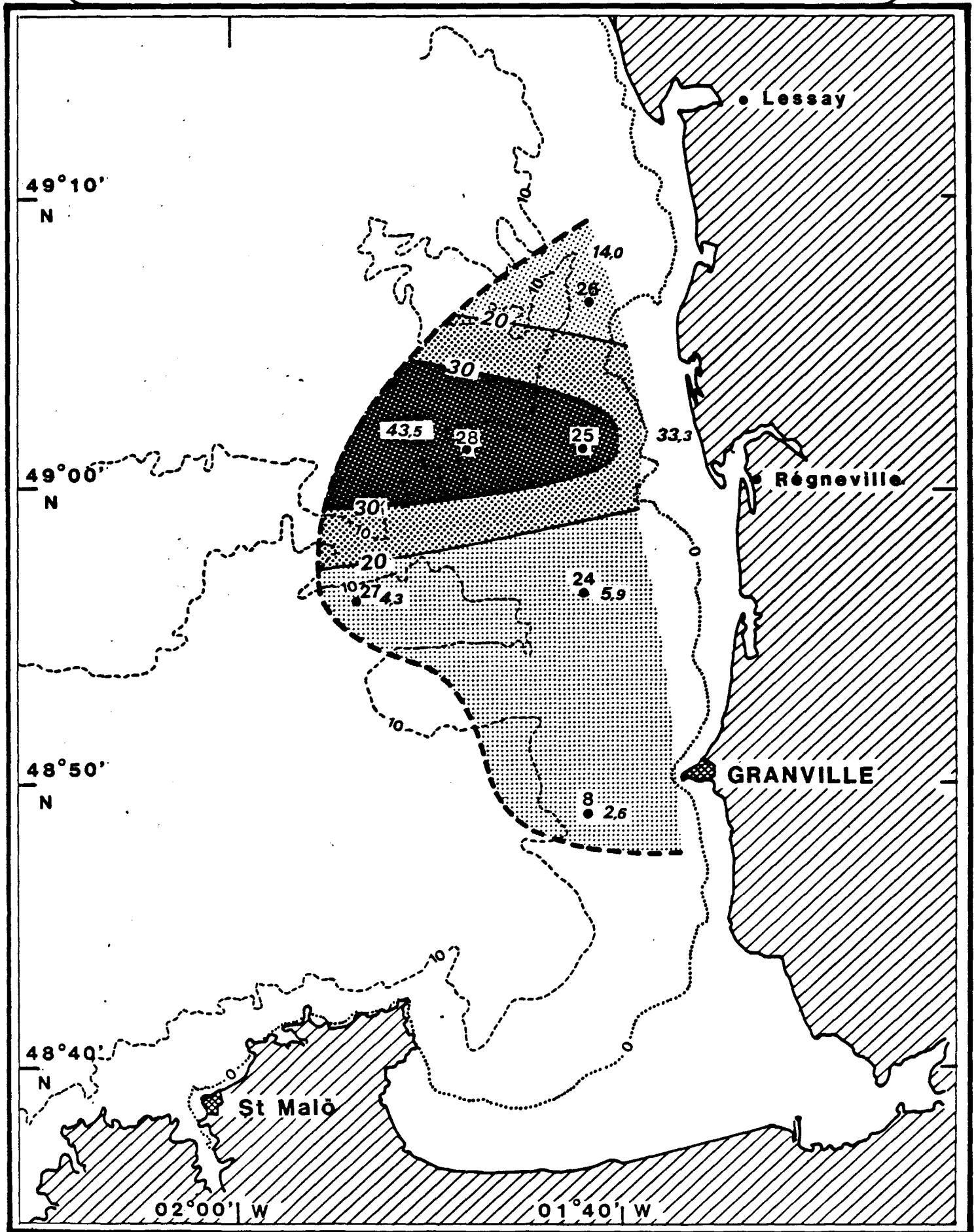
. 5 Juin 1983 .



-COTENTIN CENTRE-

Répartition géographique du Poids sec (mg/m³)

.le 10 novembre 1982.



1.3. Conclusion

Le site Cotentin Centre apparait aussi "riche" en zooplancton total que le site de Flamanville. Il se différencie de la baie du Mont-St-Michel caractérisée par une variabilité saisonnière plus grande.

Néanmoins, compte tenu de la courantologie générale de la zone, ce site apparait comme une transition entre le caractère océanique reconnu à Flamanville et le caractère continental de la zone Sud-Chausey. Le gradient Nord-Sud de répartition observé pour la biomasse s'explique de cette façon.

Les courants de marée constituent une source supplémentaire de variations, du même ordre de grandeur.

Le site Cotentin Centre est un site ouvert, sensible aux apports de régions périphériques, et susceptible de présenter une diversité de situations. Une étude plus fine du zooplancton sur ce site devra reposer sur une approche utilisant une maille spatio-temporelle plus serrée.

Bibliographie

COB/ELGMM, 1979, Etude écologique de projet sur le site de Flamanville. Rapport final 2ème année, CNEXO pour EDF, juin 1979.

COB/ELGMM, 1979, Etude écologique d'avant-projet sur le site marémoteur Sud-Chausey. Rapport final 2ème année, CNEXO pour EDF, septembre 1983.

BIOMASSE DU ZOOPLANCTON SUR LE SITE DU COTENTIN CENTREavril 1982

Date	Heure	Point	Poids sec mg/m ³	%C	Poids C mg/m ³	%N	Poids N mg/m ³	C/N
28.04.82	12h00	8	46,7	48,1	22,5	11,6	5,4	4,1
	14h00	24	73,2	44,2	32,3	9,0	6,6	4,9
	15h15	25	21,4	28,5	6,1	5,7	1,3	5,0
	17h10	24	31,8	41,8	13,2	9,4	3,0	4,4
29.04.82	6h20	24	26,2	38,3	10,0	9,1	2,4	4,2
	7h10	24	33,4	31,5	10,0	6,4	2,1	4,9
	8h00	24	43,1	34,1	14,2	7,4	3,2	4,6
	9h00	24	26,9	34,0	0,1	7,8	2,1	4,4
	10h10	24	19,6	35,9	7,0	12,5	2,5	2,9
	14h05	24	34,3	33,0	11,3	7,3	2,5	4,5
	12h00	24	43,8	34,0	14,9	8,0	3,5	4,2
	13h05	24	56,2	21,0	11,8	4,0	2,2	5,2
	14h00	24	16,1	27,5	4,4	6,2	1,0	4,4
29.04.82	15h00	24	27,5	24,8	6,2	6,2	1,7	4,0
	16h00	24	25,6	31,7	8,2	6,8	1,7	4,7
	17h00	24	29,0	24,8	7,2	5,6	1,6	4,4
	18h00	24	38,4	30,9	11,9	8,1	3,1	3,8
	18h50	24	28,2	32,4	9,1	8,0	2,3	4,0
30.04.82	6h15	27	31,6	36,2	11,4	9,2	2,5	3,9
	7h30	28	29,7	31,3	0,3	7,0	2,1	4,5
	8h40	24	40,3	33,4	13,5	2,8	1,1	11,9

BIOMASSE DU ZOOPLANCTON SUR LE SITE DU COTENTIN CENTREjuin 1982

Date	Heure	Point	Poids sec mg/m ³	%C	Poids C mg/m ³	%N	Poids N mg/m ³	C/N
2.06.82	5h50	8	68,1	83,4	22,7	8,1	5,4	4,2
	7h00	8	91,3	27,7	25,3	7,5	6,8	3,7
	8h35	8	48,1	35,8	17,2	9,1	4,4	3,9
	9h55	8	67,0	43,6	29,2	14,2	9,5	3,1
	11h15	8	38,0	33,7	12,8	7,9	3,0	4,3
	12h10	8	40,7	34,4	14,0	9,1	3,7	3,8
	13h50	8	70,4	40,6	28,8	12,8	9,0	3,2
	15h00	8	41,2	35,5	14,6	9,4	3,9	3,8
	15h50	8	38,0	37,4	14,2	11,4	5,4	3,3
	16h50	8	80,7	35,5	28,6	13,0	10,5	2,7
	18h50	8	54,0	42,4	22,9	18,9	10,0	2,2
	18h55	8	32,4	31,2	10,1	9,1	2,9	3,4
6.06.82	11h05	28	41,7	37,8	15,7	10,5	4,4	3,6
7.06.82	5h25	24	115,0	41,5	47,7	10,8	12,4	3,8
	7h45	24	37,7	39,3	14,8	11,4	4,3	3,4
	8h45	24	31,2	39,0	12,2	6,8	2,1	4,6
	10h30	24	29,2	37,4	10,5	10,9	3,2	3,4
	11h25	24	24,6	35,0	8,6	9,8	2,4	3,6
	12h40	24	34,9	35,4	12,3	8,9	3,1	4,0
	13h30	24	19,3	49,1	9,5	20,9	4,0	2,3
	14h30	24	30,0	34,5	10,3	8,8	2,6	3,9
	16h40	24	30,9	34,6	10,7	8,2	2,5	4,2
	17h40	24	87,5	-	-	-	-	-
18h30	24	60,3	39,8	23,9	11,8	7,1	3,4	

BIOMASSE DU ZOOPLANCTON SUR LE SITE DU COTENTIN CENTRE

juillet 1982

Date	Heure	Point	Poids sec mg/m ³	%C	Poids C mg/m ³	%N	Poids N mg/m ³	C/N
1.07.82	7h20	24	101,9	43,0	43,8	11,4	11,6	3,8
	8h20	24	23,9	29,7	9,5	12,5	3,0	3,2
	9h15	24	43,7	39,5	17,3	19,1	8,3	2,1
	10h20	24	24,2	38,7	9,4	8,8	2,1	4,4
	11h25	24	40,9	34,3	14,0	8,9	3,6	3,8
	12h00	24	39,2	43,1	16,9	21,9	8,6	2,0
	13h10	24	25,4	34,3	8,7	13,1	3,3	2,6
	14h00	24	16,3	29,2	4,7	6,8	1,1	4,3
	15h15	24	42,4	35,6	15,1	9,1	3,8	3,9
	16h10	24	30,2	33,9	10,2	7,5	2,3	4,5
	17h10	24	39,3	29,9	11,7	7,8	3,1	3,8
	18h15	24	30,6	42,4	13,0	14,0	4,3	3,0
19h20	24	25,7	33,9	8,7	9,5	2,4	3,6	
2.07.82	5h15	24	39,0	34,6	13,0	10,7	4,2	3,2
	6h30	8	43,8	40,9	17,0	16,9	2,4	2,4
	8h15	25	26,6	18,1	4,8	3,6	0,9	5,0
	9h30	26	16,3	25,5	4,0	5,4	0,8	4,7
	10h30	28	24,6	27,9	7,0	5,9	1,4	4,7
	11h55	27	39,4	39,6	16,0	15,2	6,0	2,6

BIOMASSE ZOOPLANCTONIQUE SUR LE SITE DU COTENTIN CENTREnovembre 1982

Date	Heure	Point	Poids sec mg/m ³	%C	Poids C mg/m ³	%N	Poids N mg/m ³	C/N	
10.11.82	9h40	27	4,3	29,4	1,3	5,3	0,2	5,5	
	10h45	28	43,5	14,7	6,4	4,3	1,9	3,4	
	11h50	26	14,0	24,8	3,5	6,9	1,0	3,6	
	12h50	25	33,3	18,7	6,2	1,5	0,5	12,5	
	14h50	8	2,6	-	-	-	-	-	
	16h10	24	5,9	43,2	2,5	8,7	0,5	5,0	
	17h15	24	36,2	16,6	6,01	2,7	1,0	6,1	
	nuit	18h20	24	20,3	21,6	4,4	3,6	0,7	6,0
	"	19h15	24	12,3	27,2	3,3	6,0	0,7	4,5
	"	20h15	24	8,7	28,3	2,5	5,6	0,5	5,0
	"	21h15	24	7,0	25,3	1,4	6,6	0,5	3,6
	"	22h20	24	5,2	34,2	1,8	9,9	0,5	3,4
	"	23h05	24	5,0	27,8	1,4	6,9	0,3	4,0
	"	0h15	24	7,1	33,6	2,4	11,1	0,8	3,0
"	1h10	24	4,6	-	-	-	-	-	
"	2h20	24	5,8	33,9	1,97	8,3	0,5	4,1	
"	3h15	24	5,6	46,4	2,4	5,8	0,3	7,0	
"	4h10	24	13,9	19,0	2,6	3,8	0,5	5,0	

septembre 1982

Date	Heure	Point	Poids sec mg/m ³	%C	Poids C mg/m ³	%N	Poids N mg/m ³	C/N
	9h30	24	42,4	40,1	17,0	11,1	4,7	3,6
	10h25	24	17,8	43,3	7,5	12,0	2,1	3,5
	11h25	24	56,2	40,6	22,8	11,2	6,3	3,6
	12h20	24	24,7	40,0	9,9	9,4	2,3	4,2
	13h15	24	25,5	28,8	7,3	8,3	2,1	3,5
	14h20	24	39,5	37,0	14,6	9,9	3,9	3,7
	15h25	24	27,0	40,0	10,8	10,1	2,7	4,0
	16h30	24	31,8	41,8	13,3	12,8	4,1	3,3
	17h25	24	22,6	39,7	9,0	10,3	2,3	3,8
	18h30	24	40,9	41,9	17,1	12,1	4,9	3,5
	19h20	24	58,6	40,6	23,8	11,4	6,7	3,6
	20h15	24	58,6	41,3	24,2	11,5	6,7	3,6
	21h20	24	67,7	42,0	28,4	11,4	7,7	3,7

BIOMASSE ZOOPLANCTONIQUE SUR LE SITE DU COTENTIN CENTRE

novembre 1982

Date	Heure	Point	Poids sec mg/m ³	%C	Poids C mg/m ³	%N	Poids N mg/m ³	C/N
10.11.82	9h40	27	4,3	29,4	1,3	5,3	0,2	5,5
	10h45	26	43,5	14,7	6,4	4,3	1,9	3,4
	11h50	26	14,0	24,8	3,5	6,9	1,0	3,6
	12h50	25	33,3	18,7	6,2	1,5	0,5	12,5 ↙
	14h50	8	2,6	-	-	-	-	-
	16h10	24	5,9	43,2	2,5	8,7	0,5	5,0
	17h15	24	36,2	16,6	6,01	2,7	1,0	6,1
	18h20	24	20,3	21,6	4,4	3,6	0,7	6,0
	19h15	24	12,3	27,2	3,3	6,0	0,7	4,5
	20h15	24	8,7	26,3	2,5	5,6	0,5	5,0
nuit	21h15	24	7,0	25,3	1,4	6,6	0,5	3,6
	22h20	24	5,2	34,2	1,8	9,9	0,5	3,4
	23h05	24	5,0	27,8	1,4	6,9	0,3	4,0
	0h15	24	7,1	33,6	2,4	11,1	0,8	3,0
	1h10	24	4,6	-	-	-	-	-
	2h20	24	5,8	33,9	1,97	8,3	0,5	4,1
	3h15	24	5,6	46,4	2,4	5,8	0,3	7,0
	4h10	24	13,9	19,0	2,6	3,8	0,5	5,0

septembre 1982

Date	Heure	Point	Poids sec mg/m ³	%C	Poids C mg/m ³	%N	Poids N mg/m ³	C/N
	9h30	24	42,4	40,1	17,0	11,1	4,7	3,6
	10h25	24	17,8	43,3	7,5	12,0	2,1	3,5
	11h25	24	56,2	40,6	22,8	11,2	6,3	3,6
	12h20	24	24,7	40,0	9,9	9,4	2,3	4,2
	13h15	24	25,5	28,8	7,3	8,3	2,1	3,5
	14h20	24	39,5	37,0	14,6	9,9	3,9	3,7
	15h25	24	27,0	40,0	10,8	10,1	2,7	4,0
	16h30	24	31,8	41,8	13,3	12,8	4,1	3,3
	17h25	24	22,6	39,7	9,0	10,3	2,3	3,8
	18h30	24	40,9	41,9	17,1	12,1	4,9	3,5
	19h20	24	56,6	40,6	23,8	11,4	6,7	3,6
	20h15	24	56,6	41,3	24,2	11,5	6,7	3,6
	21h20	24	67,7	42,0	28,4	11,4	7,7	3,7

BIOMASSE DU ZOOPLANCTON SUR LE SITE DU COTENTIN CENTRE

(Cryos)

juin 1983

Date	Heure	Point	Poids sec mg/m ³	%C	Poids C mg/m ³	%N	Poids N mg/m ³	C/N
	10h20	24	16,5	37,0	6,1	10,4	1,7	3,5
	12h25	24	35,1	54,3	18,9	17,0	6,0	3,2
	14h00	24	30,7	42,8	13,14	12,1	3,7	3,5
	16h20	24	16,4	37,5	6,15	3,5	0,6	10,7
	18h20	24	14,8	39,9	5,9	11,4	1,7	3,5
	20h20	24	32,1	40,1	12,8	11,8	3,8	3,4
	21h00	24	32,4	55,6	18,0	12,5	4,0	4,4
	20h50	25	30,5	48,4	14,8	16,3	5,0	3,0
	4h50	26	18,3	46,5	8,5	17,0	3,1	2,7
	6h50	26	34,3	37,4	12,8	11,6	4,0	3,2
	8h40	26	21,4	45,5	9,2	13,5	2,9	3,4
	10h45	26	24,9	32,4	8,1	9,6	2,4	3,4
	12h50	26	32,1	39,2	12,6	13,1	4,2	3,0
	14h50	26	49,1	41,4	20,3	5,0	2,4	8,3
	16h40	26	22,6	37,8	8,5	9,2	2,1	4,1
	7h10	28	13,4	47,8	6,4	15,0	2,0	3,2
	8h20	27	34,4	44,2	15,2	11,3	3,9	3,9
	10h45	8	71,7	46,4	33,3	9,8	7,0	4,7

Dates	Points 1-2-3-4 Baie du Mont-St-Michel	8 Devant Granville	24 Site Cotentin Centre	27 Nord Cotentin Centre
7-11/05/1981	<10	-	-	-
29-30/04/1982	-	45	33	30
1/06/1982	-	55	-	-
2/06/1983	-	71	25	34,4
7/06/1982	-	-	45	42
25/06/1981	<30	≈60	-	-
2/07/1982	-	-	37	-

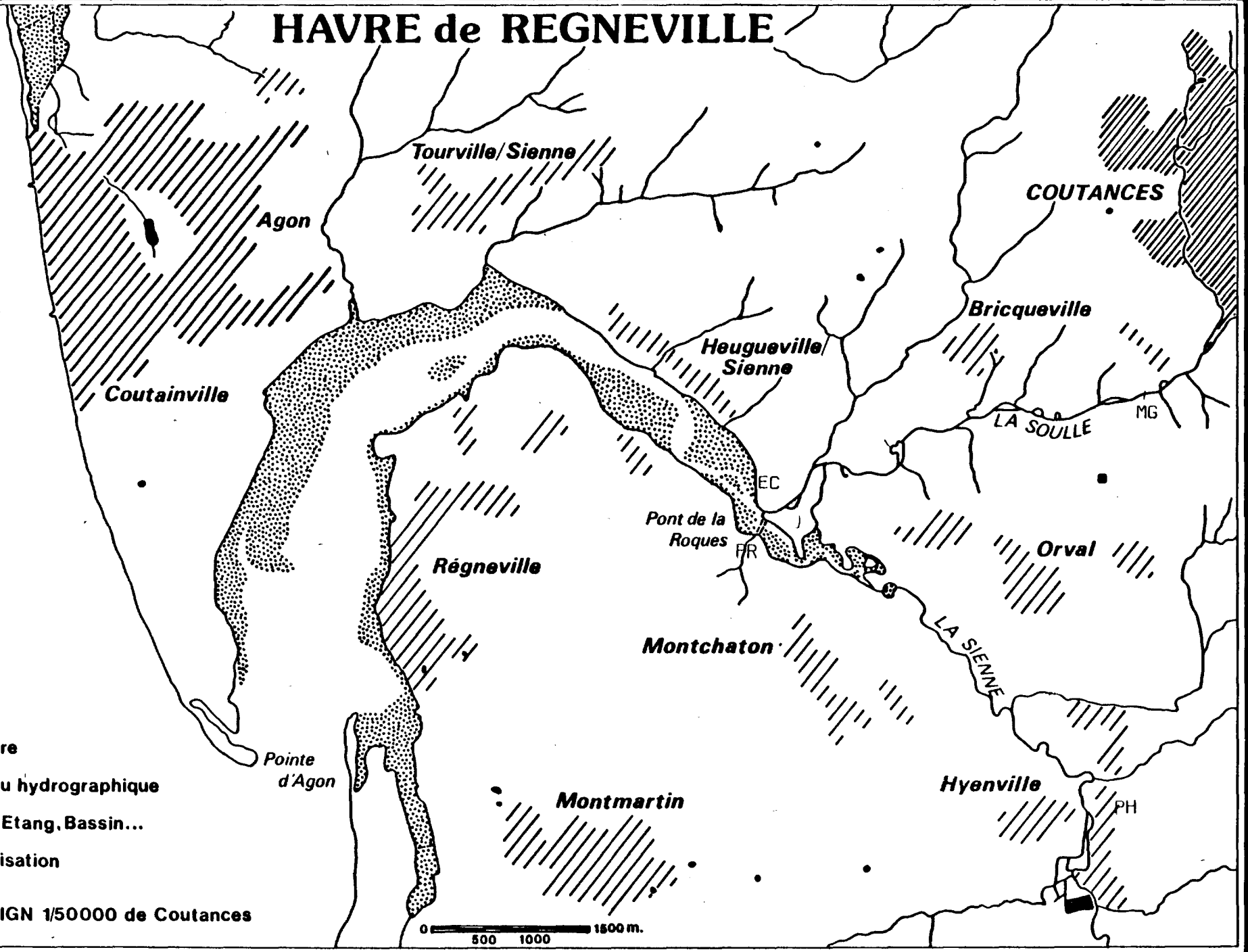
FICHE I





HAVRE DE REGNEVILLE

Programme d'études sur
la qualité des eaux
et les problèmes liés à
l'implantation d'une usine
marémotrice

L.A. ROMANA

HAVRE de REGNEVILLE



-  Schorre
-  Réseau hydrographique
-  Mare, Etang, Bassin...
-  Urbanisation

d'après Carte IGN 1/50000 de Coutances

0 500 1000 1500 m.

INTRODUCTION

La mise en place, sur les côtes du Cotentin, d'un barrage destiné à la production marémotrice d'électricité, va modifier profondément l'environnement. En particulier, (cf. carte 1) il limitera d'une façon importante les échanges entre la mer ouverte et les apports aboutissant au Havre de Regneville, notamment ceux de la Siame, le ruisseau des Vaux, la Sienne; la Souilles et le Canal de Passerin. Le débit moyen du havre est de $7,1 \text{ m}^3/\text{s}$, le débit d'étiage étant de $0,81 \text{ m}^3/\text{s}$. Il importe donc de connaître la qualité et la quantité des différentes pollutions atteignant le havre.

DEROULEMENT DU PROGRAMME D'ETUDES

La pollution au niveau du havre concerne trois paramètres de qualité des eaux :

- la pollution organique (papeteries, abattoirs, égouts, agriculture), ayant pour conséquence une baisse des taux en oxygène dissous,
- la pollution bactérienne (égouts),
- probablement une pollution par organochlorés et pesticides.

Vis-à-vis de la présence d'un barrage, il faut trouver une réponse aux quatre questions suivantes :

1. Importance et variation saisonnière dans les apports des différents polluants.
2. Comportement de ces polluants au niveau du Havre et quantité évacuée en mer par unité de temps.
3. Evaluation du stockage des polluants au niveau du futur bassin, ce qui présuppose une bonne connaissance des échanges entre le bassin et la mer.

4. Impact de l'augmentation des teneurs en polluants au niveau du bassin (si cette augmentation a lieu), sur les concentrations dans le Havre.

Pour tenter de répondre à la première question, nous avons mis en place un programme d'études concernant les paramètres suivants :

- | | |
|--------------------------|--|
| - Température | - Phosphates |
| - Salinité | - Silicates |
| - Matières en suspension | - Carbone et azote organique
particulaire (CHN) |
| - Perte au feu | - Organochlorés |
| - Oxygène dissous | - Pesticides |
| - DBO ₅ | - Germes Test |
| - Ph | |
| - Nitrates | |
| - Nitrites | |
| - Ammonium | |
| - Azote organique total | |

Le problème se pose lorsqu'on tente de faire une évaluation du flux de ces polluants nécessitant de nombreux déplacements. Afin d'optimiser l'effort, depuis le 1er janvier 1983, deux campagnes par mois sont effectuées, avec prélèvements de l'ensemble des paramètres précédents, et ceci sur quatre points géographiques (carte).

- . MG (Moulin de Gruet) sur la rivière Souilles, juste à l'aval de la ville de COUTANCES, un des principaux pollueurs du Havre de Regneville.
- . EC (Ecluse) sur la rivière Souilles avant son déversement sur le Havre de Régneville, au niveau du Pont de la Rogue.
- . PH (Pont de Hyenville) sur la Sienne, à la limite amont de pénétration de la marée dynamique.

. PR (Pont de la Rogue), déjà à l'intérieur de l'estuaire, point influencé par la marée.

Pour le moment, l'ensemble de prélèvements prévu sur une année n'est pas complet. Les campagnes de mesure ont eu lieu aux dates indiquées sur le tableau I.

TABLEAU I

CAMPAGNES	DATES
1	12-1-83
2	26-1-83
3	10-2-83
4	23-2-83
5	10-3-83
6	24-3-83
7	7-4-83
8	20-4-83
9	4-5-83
10	25-5-83
11	8-6-83
12	22-6-83
13	5-7-83
14	20-7-83
15	3-8-83
16	17-8-83
17	7-9-83
18	21-9-83
19	5-10-83

Par ailleurs, les informations sur les débits, nécessaires au calcul des flux, fournies par le SRAE de CAEN (Service Régional pour l'aménagement des eaux), ne sont pas disponibles.

C'est pour cela qu'il ne nous est pas possible de présenter dans ce rapport des bilans complets comme il était souhaitable. L'ensemble des résultats sera publié dans un rapport à paraître au mois de mars 1984.