

CHAMBRE DE COMMERCE ET D'INDUSTRIE DE CAEN

DÉPARTEMENT ENVIRONNEMENT
LITTORAL ET GESTION DU MILIEU
MARIN

CONTRIBUTION A L'ETUDE D'IMPACT
POUR L'EXTENSION DU PORT DE OUISTREHAM

PAR LE

CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OCÉANS
(C.N.E.X.O.)

DEPARTEMENT ENVIRONNEMENT LITTORAL ET GESTION DU MILIEU MARIN

Contrat 80/6079/F

M. MERCERON

Septembre 1980

9
F29

776
27290

R713-1-MER-C

0 ELOO 776

CHAMBRE DE COMMERCE ET D'INDUSTRIE DE CAEN

CONTRIBUTION A L'ETUDE D'IMPACT
POUR L'EXTENSION DU PORT DE OUISTREHAM

PAR

CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OCÉANS
(C.N.E.X.O.)

DEPARTEMENT ENVIRONNEMENT LITTORAL ET GESTION DU MILIEU MARIN

M. MERCERON
Septembre 1980

Copie Y. MOIGN -

S O M M A I R E

AVANT-PROPOS

INTRODUCTION

I BENTHOS

- a) Aire d'étude
- b) Méthodes
- c) Résultats
 - . granulométrie
 - . peuplements benthiques

II POLLUANTS DANS LE SEDIMENT

- a) Aire d'étude
- b) Méthodes
- c) Résultats
 - . métaux
 - . micropolluants organiques

CONCLUSIONS

Bibliographie

- Annexe : origines industrielles possibles du mercure et du chrome dans les estuaires.

AVANT - PROPOS

La Chambre de Commerce et d'Industrie de CAEN projette d'améliorer le trafic du Port de OUISTREHAM pour permettre l'accès des navires de plus fort tonnage. A cet effet, il est envisagé d'approfondir le chenal d'accès en le portant de la cote -3 m à la cote - 5,5 m par rapport au zéro marin.

Les volumes dragués vont subir une augmentation notable puisque l'on prévoit qu'ils passeront de 300.000 m³/an à 500.000 m³/an. Les dragages de premier établissement porteront sur 800.000 m³.

Le dragage et le dépôt des matériaux ne sont pas sans avoir quelque incidence sur le milieu marin. Parmi les modifications susceptibles d'être entraînées par les opérations de dragage et de rejet, les plus notables consistent *a priori* en :

- 1) une modification de la granulométrie du substrat impliquant une modification profonde des conditions de vie des êtres vivants inféodés au fond (benthos). Le benthos constitue un indicateur particulièrement intéressant puisqu'il intègre les facteurs du milieu sur un laps de temps assez long, et qu'il peut être utilisé comme un indice de la qualité de l'environnement marin indépendamment des variations à court terme.
- 2) des phénomènes de désorption et de dispersion de polluants fixés sur le matériel dragué pouvant conduire à une contamination de l'eau et de la matière vivante environnante.

La Chambre de Commerce et d'Industrie de CAEN, assistée par la Direction Départementale de l'Équipement a chargé le CNEXO de réaliser une étude des peuplements benthiques actuellement en place dans la zone d'influence et dans la zone de dépôt des dragages du port, de façon à déceler les problèmes que pourraient éventuellement poser une augmentation des volumes dragués et rejetés. Pour les mêmes raisons la C.C.I. a souhaité connaître les teneurs de sédiments à draguer en micropolluants métalliques et organiques, c'est-à-dire en métaux lourds, en pesticides, en chlorodiphényles (PCB) et en hydrocarbures totaux.

INTRODUCTION

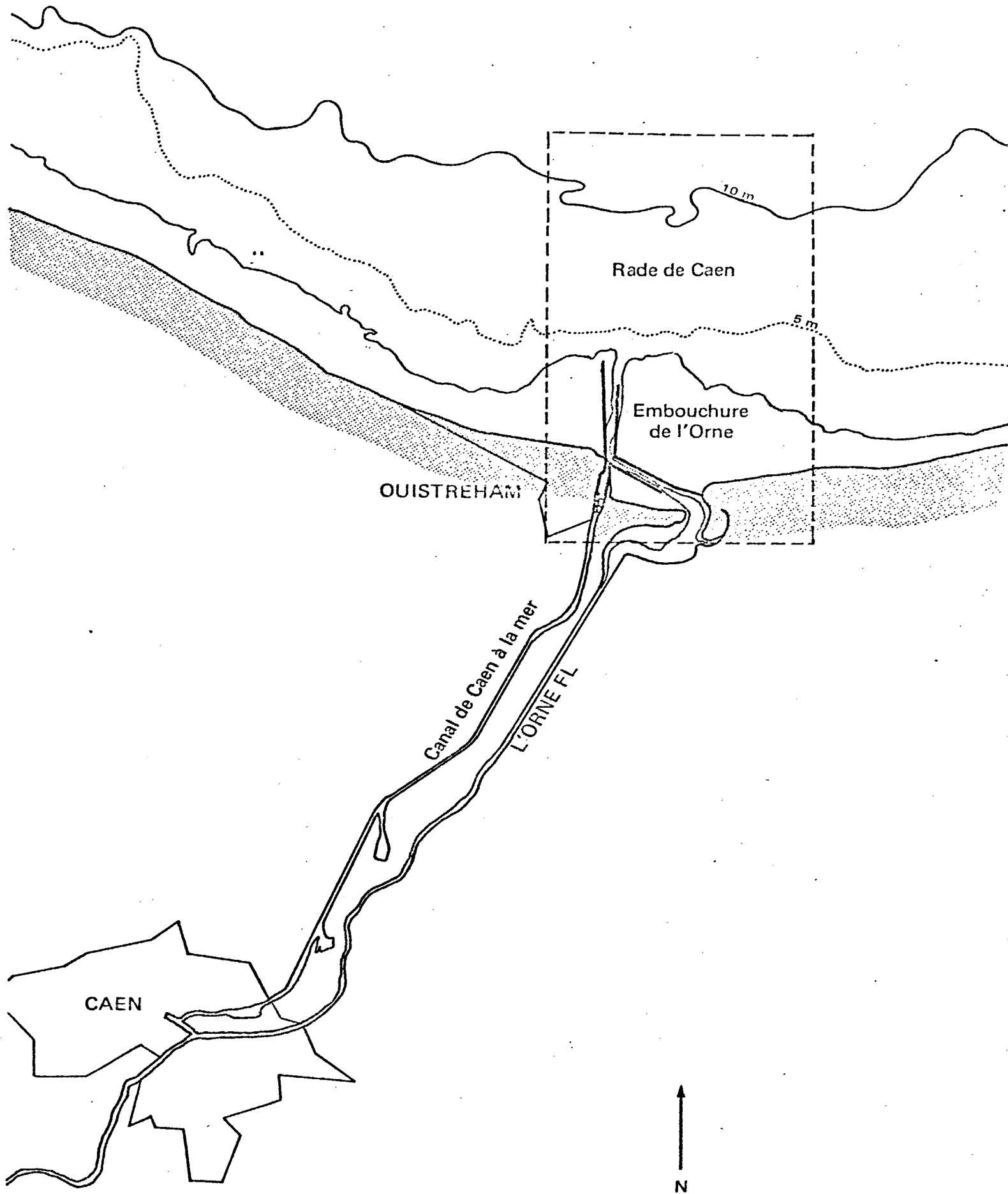
De l'agglomération de CAEN à la mer, le canal double le cours de l'Orne sur une distance d'environ 14 km. Au port de OUISTREHAM le canal communique avec la mer par deux écluses, et en aval des écluses se trouve la confluence avec l'Orne. Jusqu'au niveau des basses mers, le chenal est commun et il est encadré par deux enrochements d'axe N.S. sur une distance de 2 Km (cf. carte n°1).

Les débits de l'Orne seraient respectivement de 2 m³/s en étiage, d'environ 21 m³/s en débit moyen et de 70 m³/s en crue. Ce fleuve alimente la sédimentation en matières fines qui se produit à la fois dans le chenal commun à l'aval, et dans l'avant-port soit entre le point de confluence et les écluses.

La présente étude (carte n°2) porte sur :

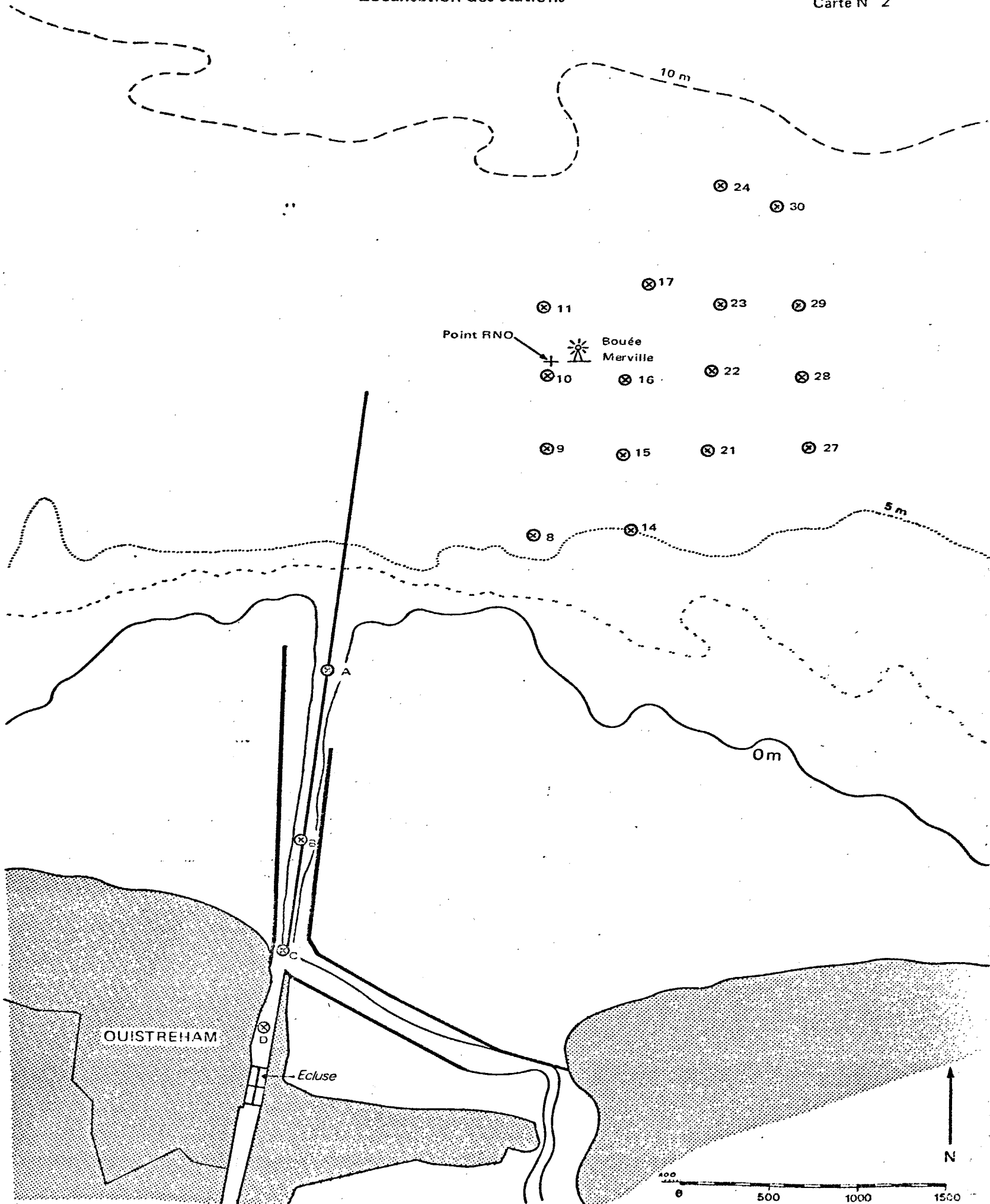
- la zone de sédimentation précitée, destinée à être draguée,
- la zone où sont actuellement effectués les rejets à la mer.

Les études de benthos portent sur les deux zones. La recherche de polluants est limitée aux sédiments du chenal et de l'avant-port ; dans la zone de rejet en mer des matériaux de dragage, la pollution des sédiments est contrôlée chaque année par le Réseau National d'Observation de la Qualité du Milieu Marin (R.N.O.), et les résultats obtenus jusqu'ici sont normaux.



Localisation des stations

Carte N° 2



I - BENTHOS

a) Aire d'étude (cf. carte n°2)

20 stations de prélèvement ont été effectuées selon la répartition suivante :

- 16 stations ont été placées de manière à couvrir la zone de dépôt des dragages. Elles sont disposées en 4 radiales d'axe nord-sud ; chaque radiale comporte 4 points équidistants de 450 m environ (stations numérotées).
- 4 stations réparties dans le chenal et l'avant-port selon un maillage légèrement plus large (stations a, b, c, d)*.

b) Méthodes

1° Sur le terrain les prélèvements ont été effectués à bord de la vedette du Service Maritime de la D.D.E., à l'aide d'une benne de type SMITH-MAC INTYRE (prélèvements de 1/10 m²). Du sédiment recueilli, une petite fraction est isolée et conservée telle quelle pour l'étude granulométrique ; le reste est tamisé immédiatement sur une maille de 2 mm et le refus de tamis est conservé à l'eau formolée pour examen ultérieur.

2° Au laboratoire

. Etude granulométrique :

100 g. de sédiment sec sont tamisés sous l'eau sur une maille de 63 μ pour en isoler les matières fines. Le reste de l'échantillon est tamisé à sec sur une colonne de tamis normalisée AFNOR et les différentes fractions sont pesées. Les paramètres granulométriques classiques (médiane, indices de classement, etc) sont calculés sur la fraction tamisée à sec.

. Etude du benthos :

à partir du refus de tamisage formolé, les animaux sont triés, déterminés, comptés et pesés selon les procédures classiques. Les valeurs obtenues sont indiquées par station ; les biomasses sont exprimées en matière organique sèche décalcifiée.

* La station d n'a pu être échantillonnée à la benne par suite du caractère trop mou du sédiment (vase molle).

L'indice de diversité utilisé est celui de SHANNON de formule :

$$H = \sum \frac{(n_i)}{N} \log_2 \frac{(n_i)}{N}$$

N = nombre total d'individus de l'échantillon.

n_i = effectif de chaque espèce représentée dans l'échantillon.

L'analyse mathématique des données consiste à disposer les stations dans un espace multidimensionnel et à calculer le coefficient de similitude pour chaque couple de stations de manière à les sérier dans un ordre représentant au mieux les affinités entre elles. Le résultat est fourni sous la forme d'un dendrogramme*.

c) Résultats

1°/ Granulométrie

- Teneurs en matières fines (voir carte n°3),
elles représentent la fraction de sédiment inférieure à 63 μ , exprimée en pourcentage pondéral du total.
- Médianes (voir carte n°4),
elles correspondent au percentile 50% de la courbe granulométrique cumulative établie sur la fraction supérieure à 63 μ .
- Indices de triage ou de classement (voir carte n°5),
ils expriment la dispersion de la granulométrie. Le rapport $\frac{P_{84}}{p_{16}}$ a été préféré à l'indice de Trask jugé moins sensible.
- Teneur en calcaire,
les travaux de LARSONNEUR (1971) indiquent pour cette zone une teneur en calcaire comprise entre 40 et 60% de l'ensemble du sédiment (galets exclus), ce qui confirme et précise nos observations visuelles directes.

- Commentaires

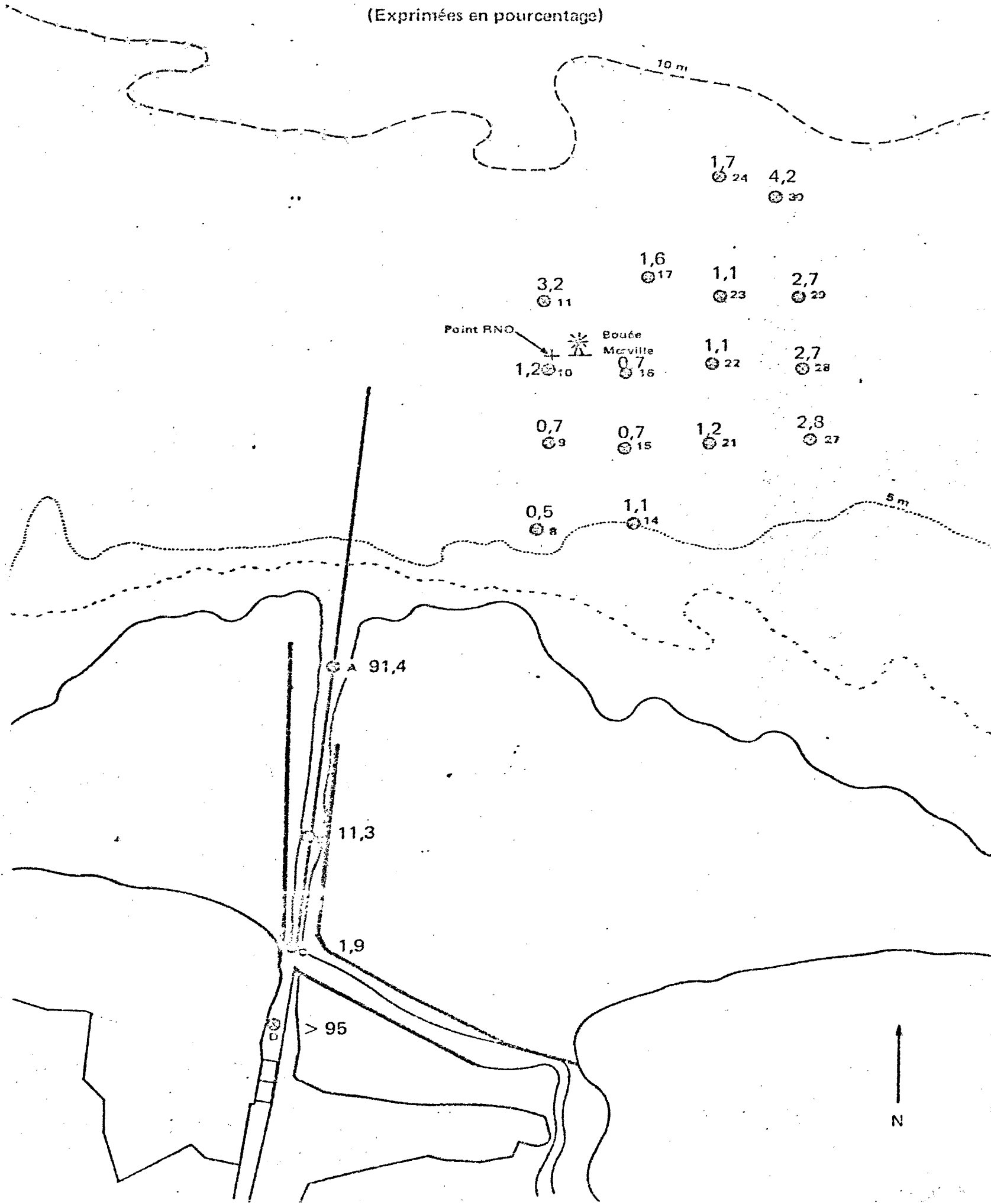
Les pourcentages en matières fines sont toujours inférieurs à 5 dans la zone de rejet et le gradient croissant qui semble exister sur un axe SSO-NNE n'a probablement pas d'implication écologique.

Un travail provisoire de DUBRULLE fait état de variations annuelles très fortes du taux de particules fines à l'embouchure de l'Orne. Dans notre zone d'étude les taux passent de 0-2% à 25-75%.

*Dendrogramme : graphique arborescent schématisant la série hiérarchisée des couples de stations dont la similitude permet le rapprochement.

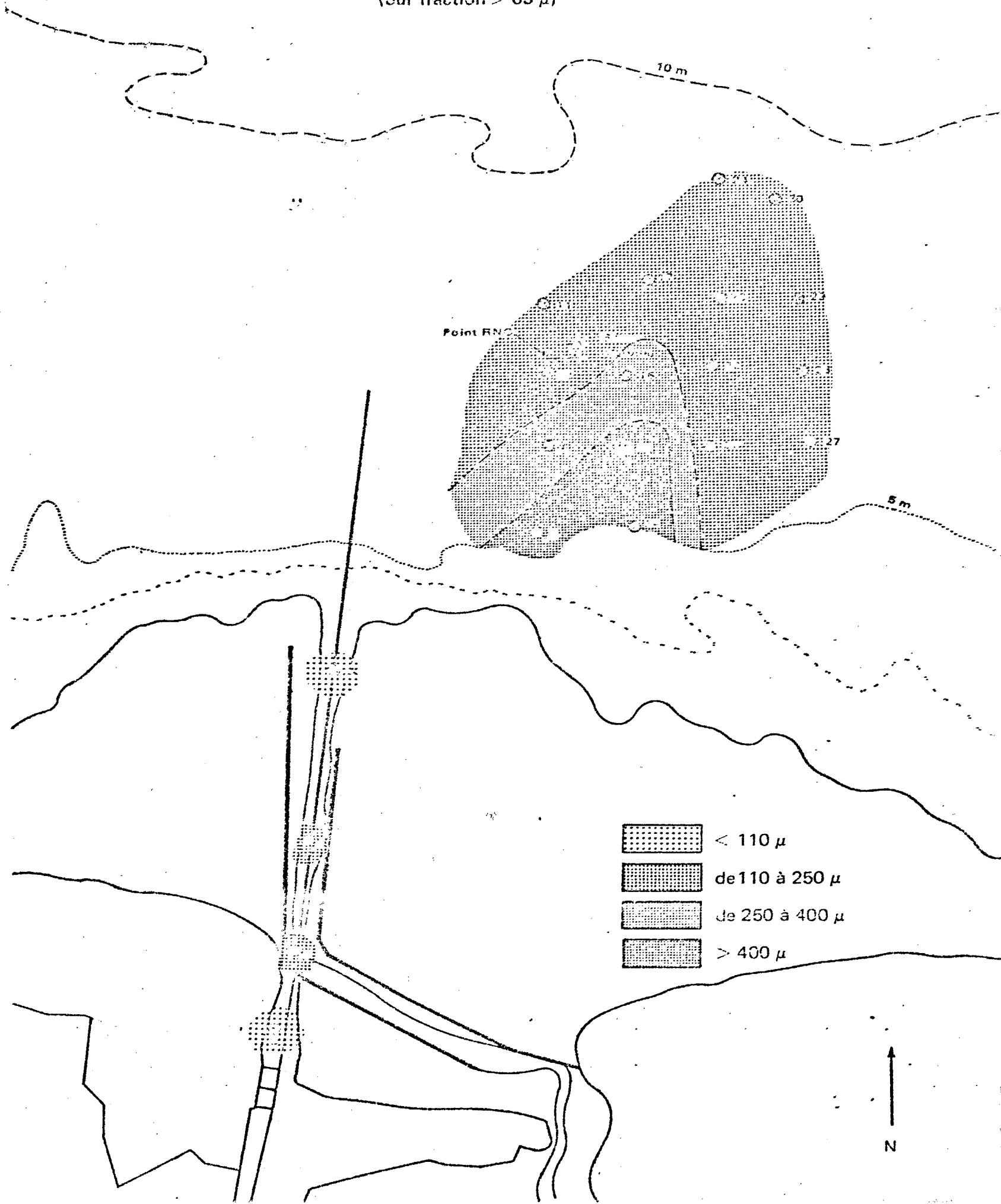
Matières fines
< 63 μ
(Exprimées en pourcentage)

Carte N° 3



Médianes granulométriques
(Sur fraction $> 63 \mu$)

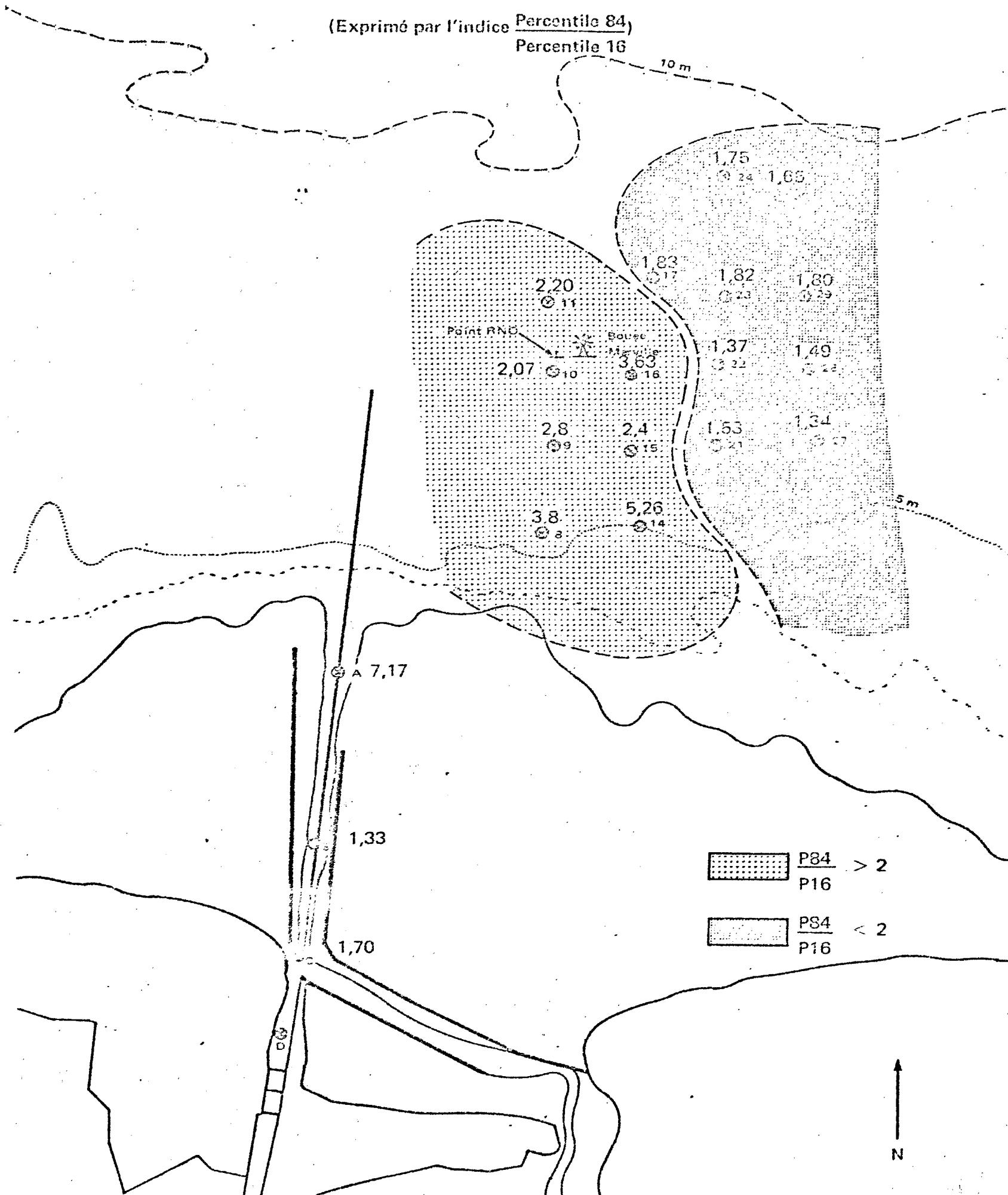
Carte N° 4





Classement du sédiment

Carte N° 5

(Exprimé par l'indice $\frac{\text{Percentile 84}}{\text{Percentile 16}}$)



 $\frac{P84}{P16} > 2$
 $\frac{P84}{P16} < 2$



A l'extrémité du chenal et dans l'avant-port les valeurs sont supérieures à 90% et indiquent des lieux de décantation. Au point de confluence ORNE/Canal, le lessivage du sédiment par la vidange de l'estuaire explique probablement la très faible valeur observée (1,9) et les 11% de la station située en aval.

2*7 Peuplements benthiques

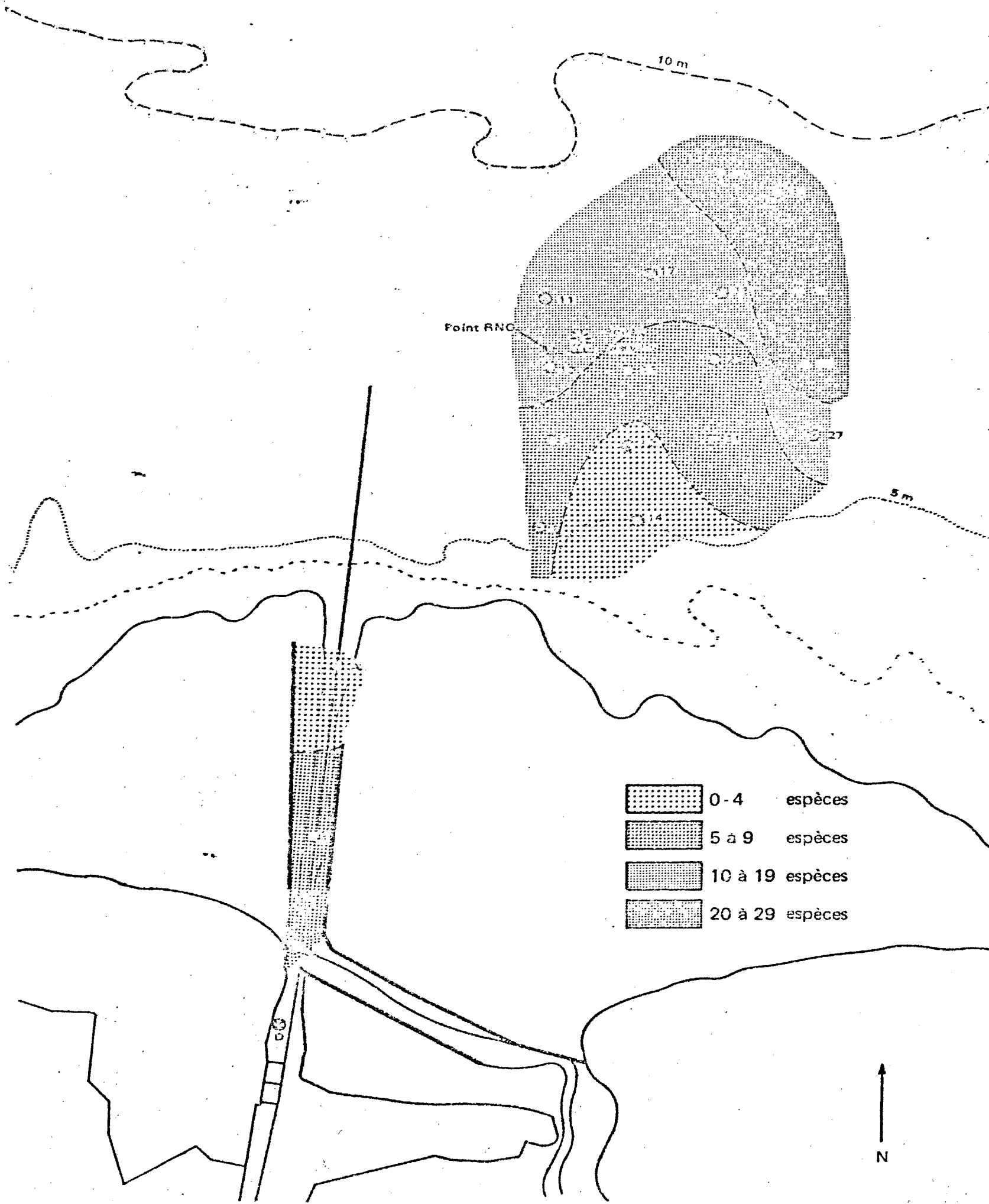
a) résultats bruts

- Nombre d'espèces par station (voir carte n°6), la carte indique le nombre d'espèces observées dans chaque prélèvement de 1/10 m² ;
- Nombre d'individus par station (voir carte n°7) - idem.
- Biomasse par station (voir carte n°8) les valeurs sont exprimées en matière organique sèche décalcifiée par 1/10 m² ;
- Indice de diversité (indice de SHANNON) (voir carte n° 9). La diversité des espèces représentées et l'abondance relative de leurs effectifs est une indication de l'état de maturité et de l'équilibre des peuplements.

- Commentaires

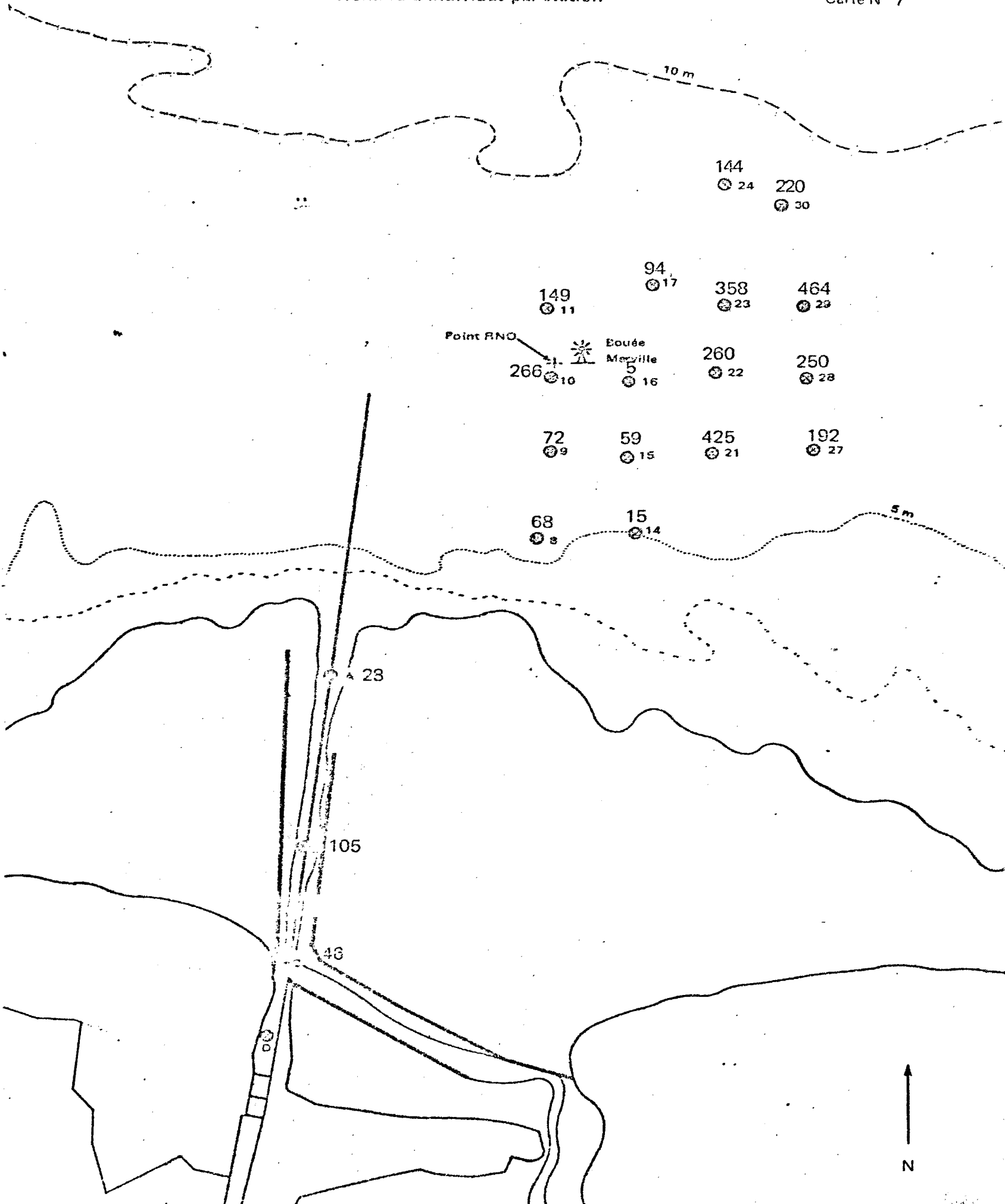
Les 4 représentations ci-dessus laissent apparaître un gradient croissant du Sud vers le N.E., avec moins de netteté cependant en ce qui concerne le nombre d'individus par station. Au total on peut dire que du Sud vers le Nord-Est on est en présence de peuplements devenant plus diversifiés et plus équilibrés (H passant de 0,37 à 3,67), et en même temps de biomasses de plus en plus importantes (de 8,8 à 255,5 mg/m²). Dans le chenal, la matière vivante paraît peu abondante (de 1,4 à 7,5 mg/m²) et peu diversifiée (H variant entre 0,89 et 1,51). Il convient d'ajouter que sur l'ensemble des stations, le poids d'Annélides représente 76% du total, celui des Bivalves 12%, celui des Echinodermes 12%, les crustacés étant négligeables.

- L'analyse mathématique des données conduit au dendrogramme représenté ci-dessous (fig. 10). Son examen associé à celui des espèces représentatives pour chaque station conduit à penser que la structure des peuplements étudiés n'est pas homogène.



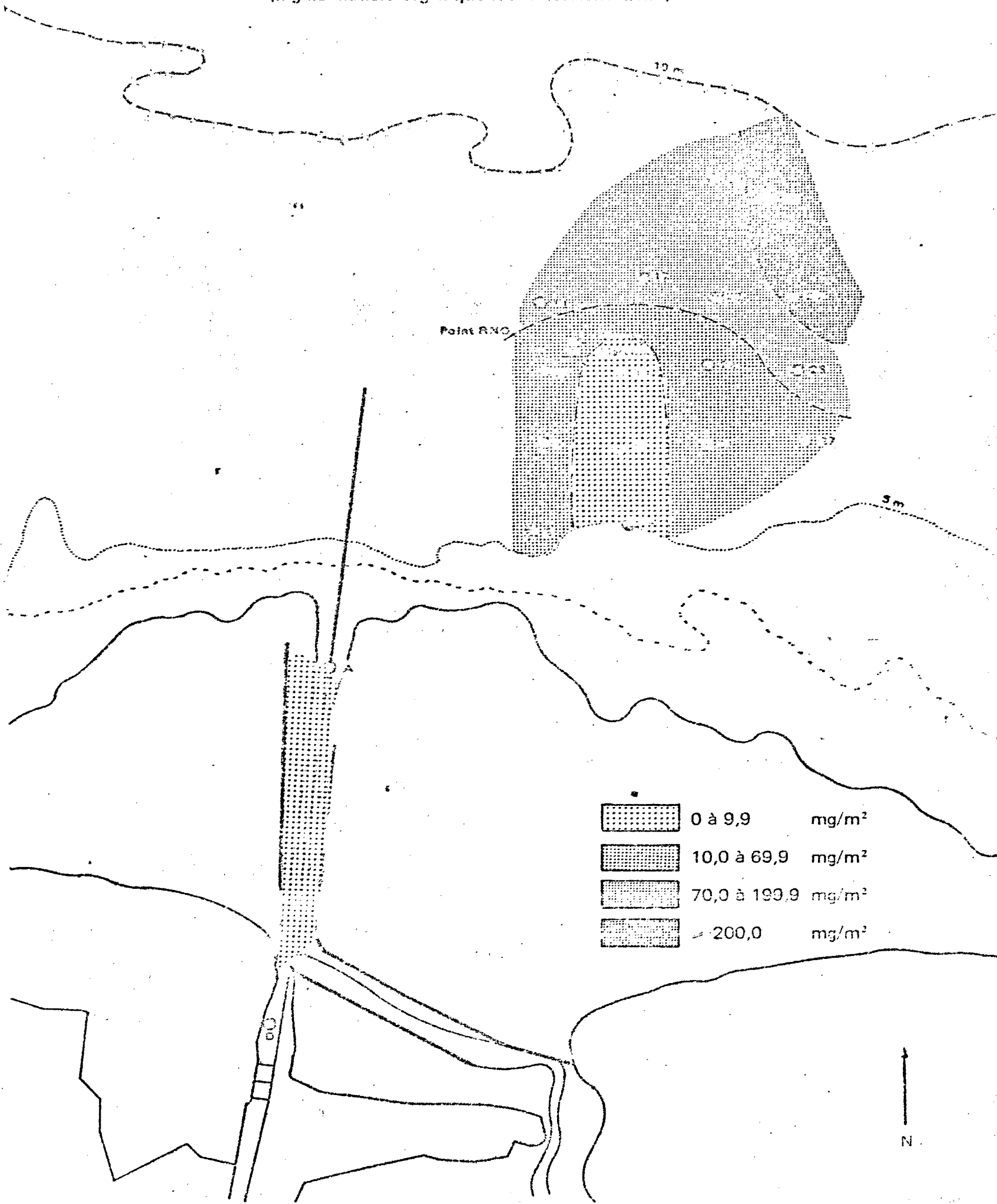
Nombre d'individus par station

Carte N° 7



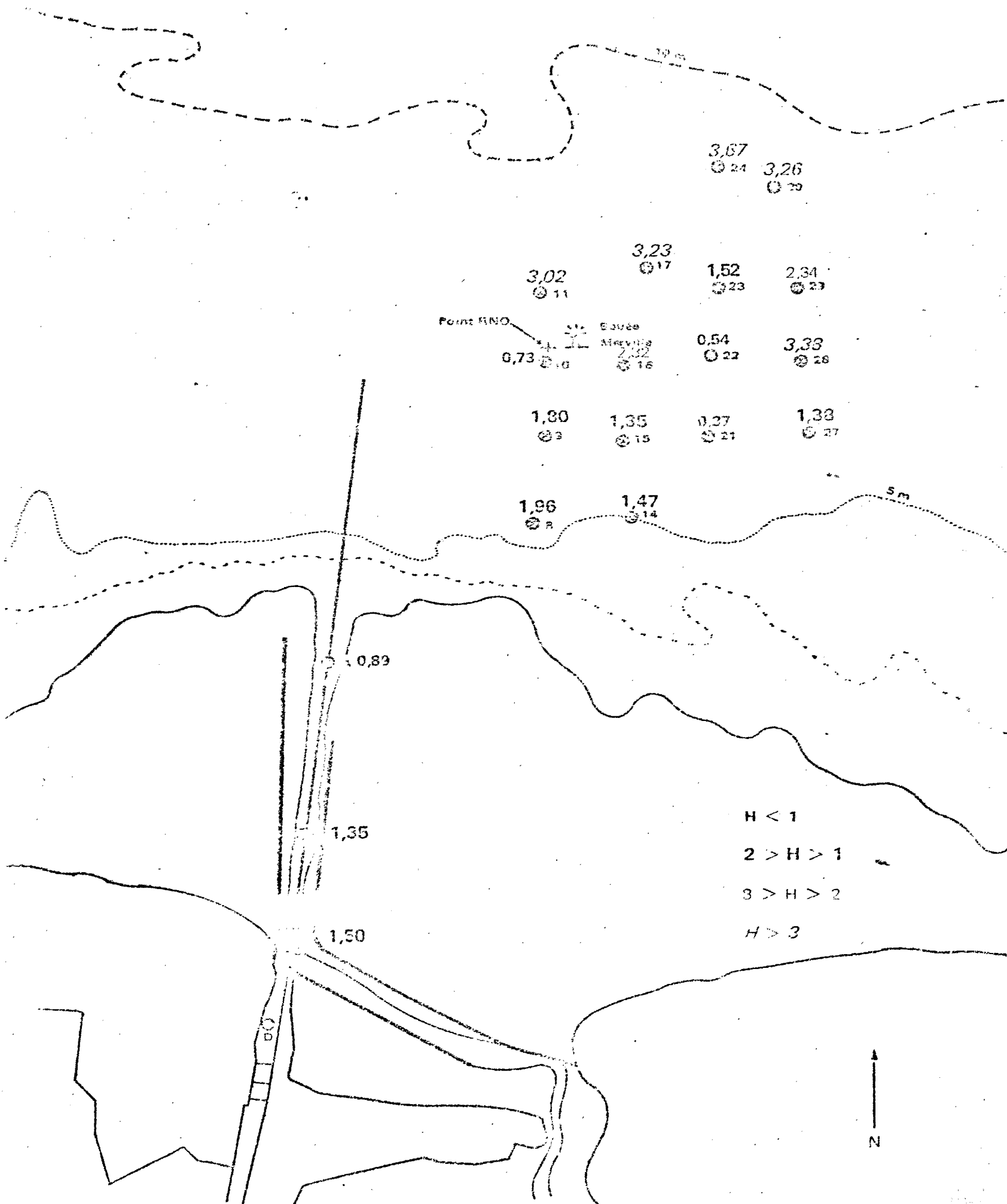
Biomasse par station
(mg de matière organique sèche décalcifiée/m²)

Carte N° 3



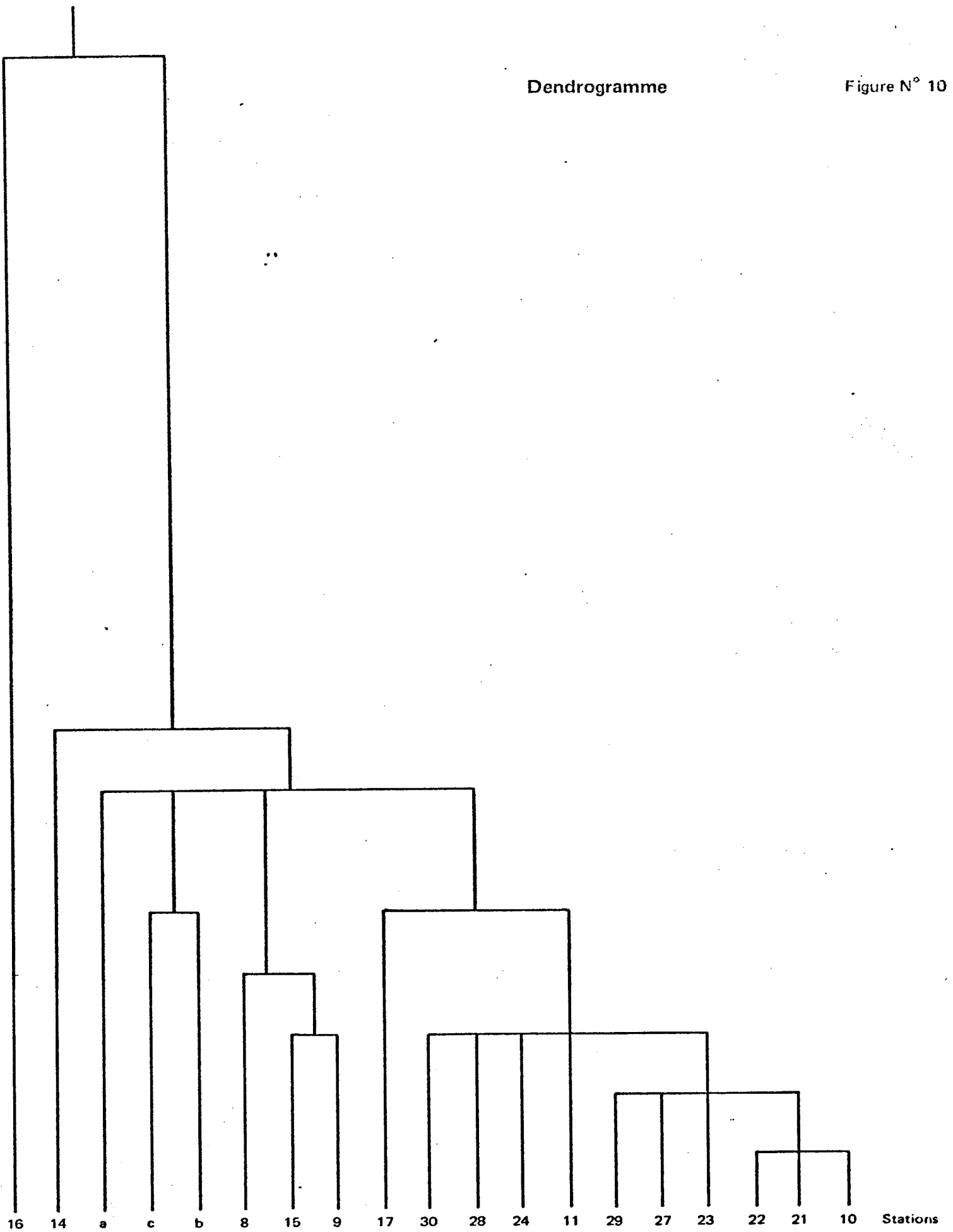
Indice de diversité
(Indice de SHANNON - H)

Carte 11-9



Dendrogramme

Figure N° 10



b) peuplements différenciés

Le tableau ci-dessous regroupe les valeurs caractéristiques observées pour les 4 peuplements distingués. Les valeurs portées sont des moyennes calculées entre stations appartenant aux mêmes peuplements. Leur distribution est figurée sur la carte n° 11.

CARACTERISTIQUES DES PEUPELEMENTS

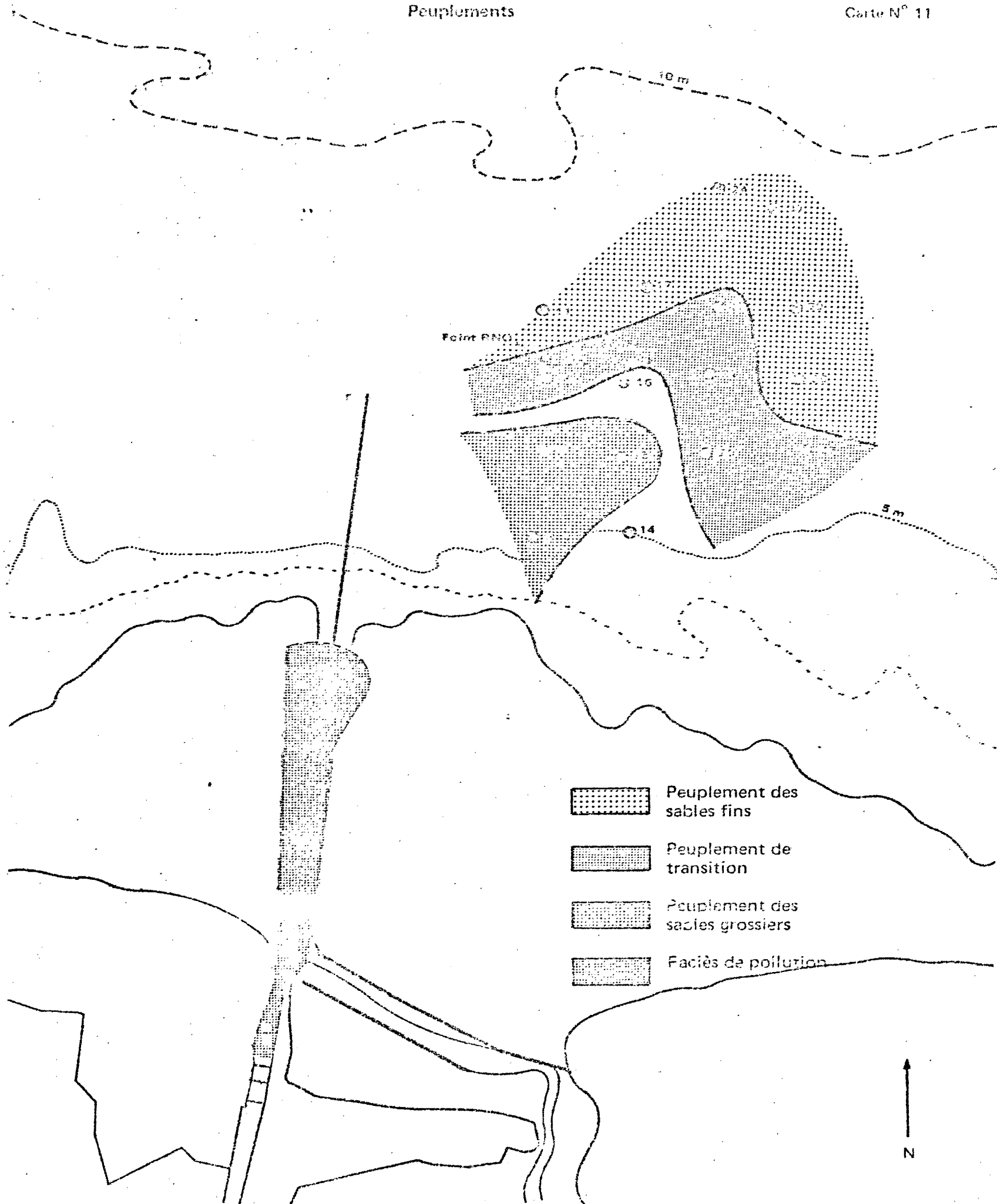
	Peuplement des Sables Fins	Peuplement de transition	Peuplement des Sables Grossiers	Faciès de pollution
Médiane granulométrique (μ)	156	159	460	120
Pourcentage de matières fines	2,7	1,5	0,6	sans signification
P 84/ P 16	1,8	1,6	3,0	sans signif.
Nombre d'espèces/ prélèvement.	22,3	11,6	6,0	5,7
Biomasse/prélèvement (mg/m ²)	158,0	49,0	20,4	5,0
Indice de diversité (H)	3,15	0,91	1,71	1,25

- le peuplement des *SABLES FINS* regroupe les 6 stations situées au NE de la zone de rejet (17, 30, 28, 24, 11, 29).

Deux espèces sont toujours présentes et caractérisent ce peuplement :

- . *Abra alba*
- . *Acrocnida brachiata*

Pectinaria koreni est inconstante, comme *Tellina tenuis*. Quoiqu'ayant des affinités moins strictes, *Eumida sanguinea* et *Mysella bidentata* sont presque toujours très bien représentées ici de même que *Lanice conchilega*.



L'ensemble de ces 6 stations représente un peuplement riche (158 g/m²) qui, avec 22 espèces représentées par prélèvement moyen, et un indice de SHANNON de 3,15, est bien diversifié. Il est inféodé à des sables fins (156 μ de médiane) exempts de contamination pétrolière significative (2,7%).

- Le peuplement des SABLES GROSSIERS est représenté par les 3 stations situées au Sud-Ouest de la zone de rejet (8, 9, 15).

Il est caractérisé par la présence de

. *Spisula solida*

représentée par des formes juvéniles. Par ailleurs *Goniada norvegica* et *Saccocirrus papillocercus* sont numériquement importantes. C'est un peuplement normalement considéré comme moins riche que le précédent (ici 20,4 g/m²) et structurellement moins stable ($H = 1,71$ et 6 espèces par prélèvement). Il se différencie également par un substrat plus grossier (460 μ de médiane) et nettement plus mal classé ($\frac{P}{P-16} = 3,0$) Il est admis que cette moins grande richesse est le reflet de conditions hydrodynamiques un peu plus fortes.

- Le troisième peuplement fait la transition entre les deux précédents (stations 10, 23, 22, 21, 27).

L'indice de SHANNON particulièrement bas ici (0,91) illustre son caractère d'instabilité marquée. Celle-ci est liée au fait que les conditions du milieu évoluent entre celles de type "Sables Fins" et celles de type "Sables Grossiers".

Les espèces rencontrées au moment des prélèvements appartiennent plutôt au groupe des Sables Fins :

Abra alba et *Tellina tenuis*

Eumida sanguinea est toujours présente quoiqu'en quantité variable, et *Lanice conchilega* est inconstante. *Magelona papillicornis* est en présence massive. Les caractères granulométriques sont très semblables à ceux des Sables Fins.

La forme irrégulière de ce peuplement de transition par rapport à la zone affectée au rejet des dépôts de dragage conduit à penser qu'elle est le reflet de conditions naturelles. Ceci implique évidemment que l'hypothèse selon laquelle les rejets n'ont pas lieu hors de la zone assignée est vérifiée.

- La quatrième unité appelée "FACIES DE POLLUTION" recouvre les 3 stations du chenal (a, b, c), auxquelles on pourrait adjoindre la station d devant les écluses.*

Le caractère pollué (par la matière organique) du peuplement est affirmé par la présence de la polychète *Capitella capitata*.

La faible valeur de l'indice de SHANNON (1,25) indique l'existence d'un stress. La biomasse est faible également (5,0 mg/m²).

Le substrat est constitué de vase molle avec, au point de confluence Orne-chenal une très forte intrusion sableuse probablement due à un effet de lessivage se produisant lors de la vidange de l'estuaire de l'Orne. On observe une répartition granulométrique hétérogène qui est probablement changeante, et dont les caractéristiques moyennes ne semblent pas significatives.

- Commentaires










Les unités de peuplements de la zone de rejet des dépôts de dragage paraissent s'ordonner le long d'un axe SSO-NNE : "Sables Grossiers" - "Zone de transition" - "Sables Fins".

Les caractéristiques de ces peuplements benthiques comparées aux références que l'on possède pour d'autres lieux font ressortir un état de santé apparemment bon, pour autant que l'on puisse en juger avec les éléments partiels dont nous disposons.

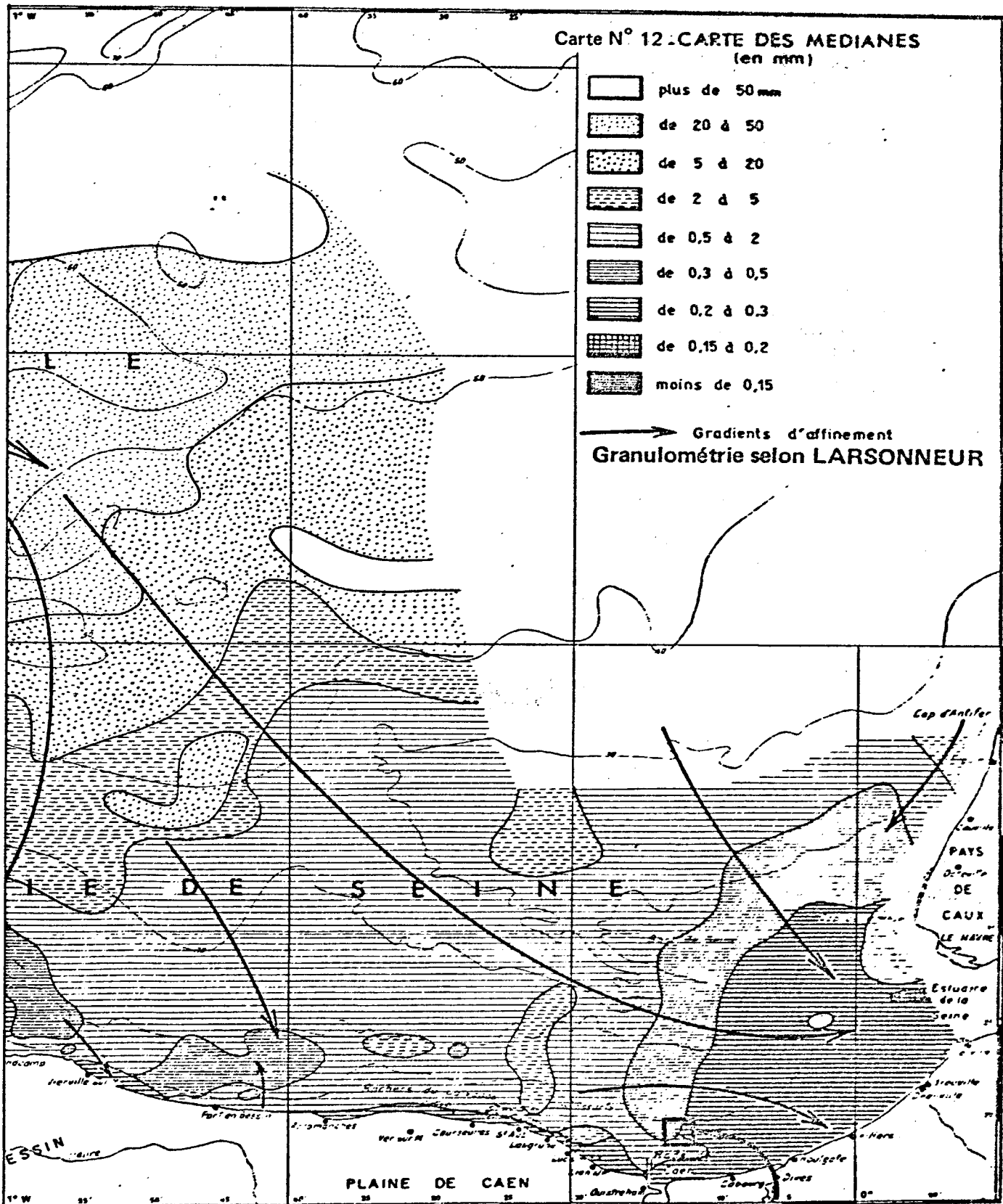
Des informations complémentaires peuvent être trouvées chez LARSONNEUR (1971) en géologie sédimentaire et chez GENTIL (1976) en écologie benthique. Le champ d'étude beaucoup plus large de ces auteurs permet de placer nos résultats dans le contexte de la Baie de Seine. Selon la carte granulométrique de LARSONNEUR (carte n°12), notre zone d'étude serait située à proximité d'une légère anomalie d'un gradient décroissant normalement d'Ouest en Est, c'est-à-dire vers l'estuaire de la Seine. La carte des peuplements benthiques de GENTIL (carte n°13) signale à l'emplacement des rejets en mer un peuplement de sables très fins à fins à *Abra alba* et *Pectinaria koreni*, à distribution d'ailleurs très large. Les espèces accompagnatrices qu'il évoque correspondent à celles observées ici. En revanche il semble étendre ce peuplement jusqu'à l'intertidal alors que nous observons par des fonds de 2 à 8 m un peuplement de type

* Elle a pu être échantillonnée au cône Berthois et visuellement semble être constituée de vase pure réductrice.

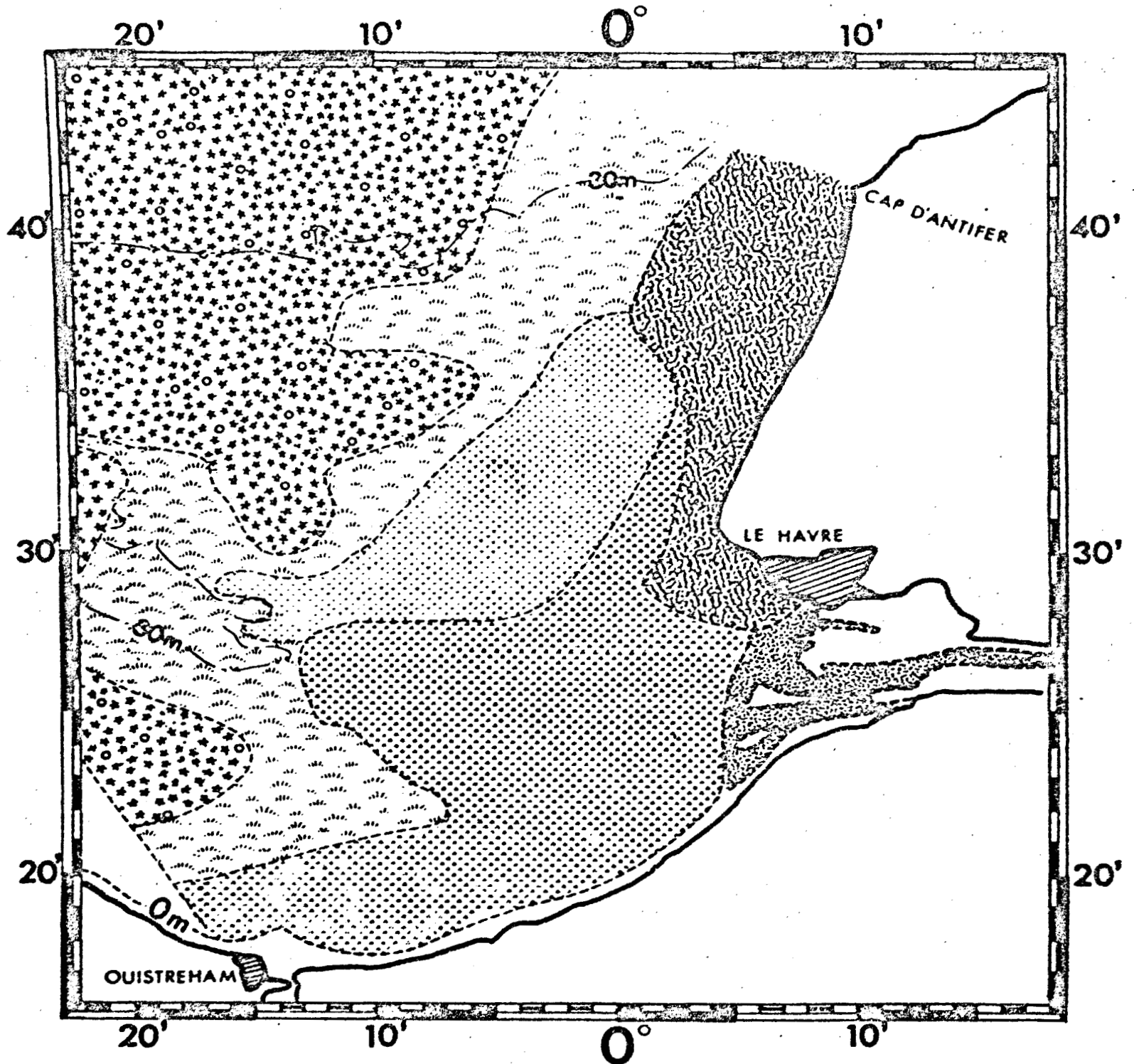
Carte N° 12 - CARTE DES MEDIANES
(en mm)

-  plus de 50 mm
-  de 20 à 50
-  de 5 à 20
-  de 2 à 5
-  de 0,5 à 2
-  de 0,3 à 0,5
-  de 0,2 à 0,3
-  de 0,15 à 0,2
-  moins de 0,15

→ Gradients d'affinement
Granulométrie selon LARSONNEUR



Carte N° 13 Peuplements benthiques (GENTIL)



- A-B : peupl. des graviers plus ou moins sableux à épibiose sessile; A : faciès à Ophiothrix fragilis
 C : peupl. à Ophelia borealis-Spisula ovalis
 D : peupl. à Abra alba-Pectinaria koreni
 E : faciès hétérogène envasé à Pista cristata du peupl. D.
 F : peupl. oligospécifique à Macoma balthica.

"Sables Grossiers". Il s'agit d'une précision dont il conviendrait, à l'occasion, de confirmer ou d'infirmer la continuité, au long de la côte.

La matière vivante benthique est un élément d'une chaîne alimentaire dont l'élément directement utilisable est celui qui peut être pêché. L'abondance relative des polychètes (76%) et des bivalves (12%) incite à penser que les poissons les plus à même de tirer parti de ce type de fond sont les poissons plats. Sans vouloir préjuger de l'importance de ces fonds dans la fertilité de la région, on notera que les cartes de pêche dressées dans le cadre du SAUM de l'estuaire de la Seine font état de zones de pêche très denses à la sole, utilisées par les pêcheurs de OUISTREHAM dans le proche N.O. de la zone des rejets ; au nord et nord-est les pêcheurs de HONFLEUR viennent pratiquer le chalutage de fond en été.

II - POLLUANTS DANS LE SÉDIMENT

a) Aire d'étude

3 stations ont été échantillonnées, dont deux dans le chenal (a et c) et une dans l'avant-port (d) (voir carte n° 2).

b) Méthodes

1°/ Prélèvement

Les prélèvements de sédiment ont été effectués au cône de type BERTHOIS. La couche superficielle a été recueillie pour l'analyse des polluants.

2°/ Méthodes d'analyse

. Les métaux suivants ont été dosés : mercure, cuivre, plomb, cadmium, zinc, nickel et manganèse. Les analyses ont porté sur la fraction inférieure à 63 μ . Le tamisage a été effectué à sec après lyophilisation, sauf pour le mercure où la dessiccation a été opérée à l'étuve à 50° C. Après minéralisation à l'acide, les échantillons ont été analysés par absorption atomique.

. Les micropolluants organiques suivants ont été dosés : lindane, D.D.E., D.D.D., D.D.T., P.C.B. et hydrocarbures totaux. Les analyses ont porté sur la totalité du sédiment.

L'extraction des pesticides et des PCB est pratiquée à l'hexane. Après préparation de l'échantillon, on précipite les composés soufrés co-extraits avec du mercure. L'analyse est faite par chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire.

Les hydrocarbures sont extraits au chloroforme. Deux analyses par spectrophotométrie en infra rouge sont pratiquées sur l'échantillon, l'une sur l'extrait non purifié, l'autre après purification sur une colonne de "Florisil". L'étalonnage est effectué à partir du mélange de deux bruts : "*Arabian light*" et "*Iranian light*".

c) Résultats

1°/ Métaux

Les valeurs observées dans la fraction fine du sédiment sont les suivantes :

Stations	a	c	d
mercure (ppm)	0,553	0,822	0,406
cadmium (ppm)	< 1	< 1	< 1
plomb (ppm)	44	58	34
cuivre (ppm)	23	22	16
zinc (ppm)	148	199	117
manganèse (ppm)	203	246	229
nickel (ppm)	14	15	12

A l'heure actuelle, il n'existe pas de critères de qualité du milieu marin en matière de polluants dans le sédiment, notamment parce que la géochimie du substrat varie d'un endroit à l'autre. Mais l'étude approfondie des données bibliographiques et l'expérience acquise sur diverses zones du littoral français permettent de dégager les plages de variation du tableau ci-dessous :

Métal	Teneurs en milieu naturel "normal"	Teneurs anormales
Mercure (ppm)	0,02 - 0,35	> 2,5
Cadmium (ppm)	0,1 - 2,0	> 10
Plomb (ppm)	10 - 70	> 500
Cuivre (ppm)	5 - 30	> 300
Zinc (ppm)	20 - 150	> 600
Chrome (ppm)	10 - 35	> 300

(Sédiments marins analysés dans leur fraction fine : < 63 μ).

D'après CABANE et JOANNY.

Le rapprochement des deux tableaux permet de constater que seul le mercure dépasse significativement les teneurs habituelles du milieu marin.

Le Réseau National d'Observation de la Qualité du Milieu Marin (R.N.O.) analyse chaque année les teneurs en polluants du sédiment en un point situé dans la zone de rejet des dépôts de dragage ; les derniers résultats confirment que cette zone présente des valeurs normales.

Métal	Teneur de la fraction fine du sédiment
Mercure (ppm)	0,250
Cadmium (ppm)	0,6
Plomb (ppm)	19,0
Cuivre (ppm)	22
Zinc (ppm)	150
Fe (%)	1,6
Manganèse (ppm)	330
Titane (ppm)	1685

D'autres analyses de métaux, sur le sédiment total, ont été faites par BOUST dans le cadre du SAUM de l'estuaire de la Seine et confirment dans l'ensemble les teneurs que nous avons observées, mercure compris. Elles font cependant état de valeurs supérieures à la plage dite "normale", pour le chrome, dans le chenal et dans l'estuaire de l'Orne (63 ppm au point a, 51 ppm en un point situé entre a et c, 62 ppm au coude de l'estuaire).

Commentaires

En résumé, les observations que nous avons effectuées dans les sédiments du chenal et de l'avant-port ne révèlent aucune valeur véritablement inquiétante. Toutefois, la comparaison des valeurs trouvées avec celles d'estuaires français non pollués fait ressortir une anomalie positive en mercure. Par ailleurs, les résultats de BOUST semblent dénoter une légère contamination en chrome de l'exutoire de l'Orne.*

* Une liste non exhaustive des sources industrielles possibles de ces deux métaux est donnée en annexe.

Durant la remise en suspension du sédiment qui a lieu pendant les opérations de dragage et de rejet des dépôts en mer, il se produit un certain nombre de phénomènes. La désorption des métaux liés aux particules minérales et organiques est particulièrement importante puisqu'elle conduit au relargage dans l'eau de certains polluants. Ceci constitue la première étape d'un cheminement du polluant qui, après un temps plus ou moins long et pour une partie variable, pourra être retrouvé dans des espèces vivantes consommables par l'homme.

Mercure et chrome sont donc des éléments à propos desquels il conviendra de rester vigilants.

2°/ Micropolluants organiques

Les concentrations en micropolluants organiques observées sur la totalité du sédiment sont groupées dans le tableau ci-dessous :

Stations	a	b	d
Lindane (ng/g)	0,6	0,3	< 0,1
DDE (ng/g)	< 0,5	< 0,5	< 0,5
DDD (ng/g)	< 0,5	< 0,5	< 0,5
DDT (ng/g)	< 0,5	< 0,5	< 0,5
PCB (ng/g)	32	6	30
Hydrocarbure* (ppm) 1	363	89	1563
2	116	39	472

* 1 = extrait non purifié

2 = extrait purifié

On constate que les teneurs en pesticides sont très basses et souvent inférieures au seuil de détection. Les PCB présentent des valeurs non négligeables qui reflètent le voisinage d'un environnement urbain et industriel. Les dichlorophényles sont en effet susceptibles de provenir d'origines diverses : plastifiants de peintures, solvants, fluides diélectriques, caloporteurs, lubrifiants, hydrauliques, lessivage de décharges, etc.

En ce qui concerne les hydrocarbures, on considère généralement que les teneurs du sédiment inférieures à 100 ppm dans des milieux à forte teneur en matière organique ont probablement comme origine la décomposi-

tion de celle-ci, et ne sont pas imputables à une pollution d'origine humaine. Les teneurs observées dans l'avant-port et le chenal dépassent nettement ce seuil en 2 stations sur 3.

La station d est située dans le port de pêche abritant quelques chalutiers et maquereautiers. D'autre part, les cargos empruntant les écluses passent également sur la station.

Pour les PCB comme pour les hydrocarbures, les teneurs minimum sont observables au point de confluence, et les teneurs maximum dans l'avant-port. Il y a tout lieu de penser que ceci est à relier au taux de pélites du sédiment qui présente la même évolution. Il s'agit probablement d'un "effet de granulométrie".

Le tableau ci-après permet de faire quelques comparaisons avec des valeurs observées dans des zones assez semblables : estuaire de la Somme et Rade de Brest.

		PCB (ng/g)	Hydrocarbures (ppm)
Estuaire de la Somme *	Extrémité du canal	84	3485
	Somme "marine"	10	70
Rade de BREST *	Zone externe	0,4 - 0,5	
	Zone NE (environ. agricole)	0,5 - 0,7	
	Zone N (environ. urbain et industriel)	18 - 180	

* D'après JOANNY 1979

* D'après le SAUM de la Rade de BREST

— Commentaires

Dans leur synthèse sur la pollution chimique des estuaires, MARTIN et al. relèvent l'absence d'études sur la dégradation des pesticides ou des PCB dans ce type de milieu. Si les phénomènes de désorption à partir des sédiments sont, semble-t-il limités, on retrouve ces complexes dans le corps de vertébrés et de mammifères marins en quantités qui

peuvent être parfois importantes. La première incorporation dans la matière vivante peut se faire par le biais d'organismes benthiques se nourrissant à partir de sédiment, ou par le phytoplancton à partir de l'eau.

CHAMBRE DE COMMERCE ET D'INDUSTRIE DE CAEN

CONTRIBUTION A L'ETUDE D'IMPACT
POUR L'EXTENSION DU PORT DE OUISTREHAM

PAR LE

CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OCEANS
(C.N.E.X.O.)

DEPARTEMENT ENVIRONNEMENT LITTORAL ET GESTION DU MILIEU MARIN

M. MERCERON

Septembre 1980

CONCLUSIONS

Cette contribution à l'étude d'impact pour l'extension du Port de OUISTREHAM comprend :

- un état du benthos de la zone de dragage et de la zone de rejet des dépôts,
- un état de la pollution chimique de la zone de dragage.

Au terme de cette étude, il apparaît que :

- le benthos de la zone de rejet est en bonne santé.
- le benthos de la zone de dragage est affecté par une pollution probablement d'origine organique.
- la pollution chimique de la dite zone de dragage (chenal et avant-port) reste relativement mineure et porte la marque de l'environnement urbain et industriel dans lequel elle s'insère.
- les éléments saillants de cette pollution sont constitués par les hydrocarbures et le mercure, dans une moindre mesure par les PCB et le chrome.

Les éléments apportés par cette étude permettent de mettre en évidence un certain nombre d'impacts biologiques liés à l'aménagement du quai RO/RO. Nous allons tenter d'en estimer les conséquences dans les paragraphes qui suivent.

Les impacts biologiques du projet envisagé sont liés :

- aux dragages qui affectent directement le développement des organismes qui vivent à l'intérieur des sédiments et qui s'accompagnent d'une augmentation sensible de la turbidité des eaux.
- aux rejets de dragages qui provoquent l'enfouissement des organismes qui vivent au fond, qui modifient les caractéristiques granulométriques du substrat et qui diminuent temporairement la transparence de l'eau.
- aux problèmes d'adsorption, de fixation, de solubilisation et de concentration par les organismes vivants, de polluants divers tels que les métaux lourds qui peuvent se trouver dans les sédiments.

- Impacts biologiques dans la zone soumise aux travaux de dragage.

Dans le chenal et l'avant-port, les résultats obtenus au cours de l'étude montrent que les peuplements qui colonisent cette zone sont pauvres et présentent une diversité faible. La présence de la polychète *Capitella capitata* indique en outre une pollution organique sensible du sédiment. L'impact des dragages et des différents travaux envisagés intéresseront donc une zone déjà fortement affectée par les activités et la qualité du milieu existantes. On peut donc raisonnablement penser que les impacts biologiques dans ce secteur resteront très limités. Le fait que les aménagements prévus (approfondissement, creusement de la fosse de garde) aboutiront à réduire la vitesse des courants et à augmenter sensiblement le taux de sédimentation vaseuse conduira vraisemblablement à accroître la teneur en matière organique du substrat, et à favoriser du fait d'une plus forte demande en oxygène, l'apparition de zones à faible teneur en oxygène au niveau du fond. Cela aura pour conséquence d'avantager les espèces inféodées aux milieux pollués. Cette réduction des teneurs de l'eau en oxygène pourrait aussi avoir des conséquences sur le comportement des métaux lourds contenus dans le sédiment. En effet, GRAMBELL et al (1976) ont démontré l'importance du pH et du potentiel d'oxydoréduction sur la mobilisation et la biodisponibilité des métaux lourds dans l'eau et le sédiment. Ces auteurs ont constaté que la présence d'un sédiment réduit et d'eau surnageante dépourvu d'oxygène favorisait le transfert de certains métaux contenus dans le sédiment vers le milieu liquide. Le devenir des métaux relargués est ensuite fonction des phénomènes de sorption, de complexation et des réactions d'oxydo-réduction qui peuvent survenir dans la masse d'eau. Il existe donc un risque potentiel de relargage des métaux que seule une étude plus complète pourrait évaluer.

- Impacts biologiques dans la zone de rejet de dragage.

La zone prévue pour rejeter en mer le matériel dragué (essentiellement des vases) est située à environ 2.5 km au Nord-Est de l'entrée de l'avant-port. Cette zone est constituée par un sédiment assez grossier et à teneur faible en éléments fins. Il apparaît cependant d'après les études réalisées par DUBRULLE (1978-1980) que ce secteur

est soumis à des variations saisonnières de la sédimentation. On constate qu'en période de crues, il y a augmentation de la sédimentation vaseuse par rapport à la situation en période d'étiage.

Les observations du L.C.H.F. montrent que dans la zone actuellement utilisée pour rejeter les produits de dragage, environ la moitié des quantités rejetées ont été entraînées en dehors de la zone de rejet. Il est donc vraisemblable que bien que le point de rejet prévu pour les matériaux issus des travaux liés à l'aménagement du quai R.O.-R.O. ait été déplacé vers le large (environ 800m) les dépôts de vases seront progressivement entraînés hors de la zone de vidage. Les implications biologiques qui résulteront de ces modifications imposées au milieu peuvent être estimées de la façon suivante :

Il apparaît en premier lieu que le sédiment est soumis périodiquement à des variations de la teneur en particules fines. Il s'agit donc d'un substrat instable qui est assez peu favorable à l'installation d'une communauté animale riche et variée. L'addition d'une quantité importante de vase produira inévitablement un enfouissement des espèces et probablement l'asphyxie de celles-ci, du moins pour ce qui concerne les individus de petite taille. Pour les autres organismes seules les espèces tolérant une fraction importante de particules fines dans le sédiment parviendront à survivre. Il est difficile de prédire dans quelles conditions pourra se faire la recolonisation des substrats perturbés, mais il est probable que compte tenu des variations importantes de la sédimentation vaseuse au cours de l'année, seul un petit nombre d'espèces pourra s'adapter à ces conditions édaphiques sévères.

Le clapage des vases au point de rejet produira un panache turbide dont la dispersion sera fonction des conditions océanographiques au moment du rejet. Les impacts que l'on peut attendre de cette augmentation temporaire et localisée de la turbidité sont vraisemblablement mineurs et ils ne devraient pas affecter de façon sensible la production primaire phytoplanctonique du site.

Il est par ailleurs probable que la sédimentation de ces particules fines alimentera des zones assez éloignées du point de rejet, contribuant ainsi à affiner le grain moyen du sédiment. Si cette con-

tamination péritique n'est pas excessive, ($\leq 60\%$), on peut en attendre un effet bénéfique qui se traduirait notamment par une augmentation de la biomasse des substrats sableux actuellement pauvres en éléments fins. Toutefois, à l'issue de cette étude, il n'est pas possible de cerner avec précision cet effet, car il n'existe pas de données disponibles sur le devenir des matériaux fins après clapage. Enfin un dernier point reste à préciser et il s'agit des possibilités de relargage de métaux (notamment du mercure) au cours des opérations de clapage. Les études faites actuellement sur ce sujet (Chen et al 1976) Lee et Plumb (1974) tendent à démontrer que si le rejet est effectué dans un milieu où les conditions d'oxygénation sont bonnes, il n'y a pas transfert du métal du sédiment vers l'eau, l'oxygène jouant le rôle de barrière vis-à-vis des composés solubles réduits. Ceci n'exclut pas toutefois une concentration des métaux dans les chaînes alimentaires par suite de l'ingestion de sédiment contaminé (cf. zooplancton et benthos). Compte tenu des teneurs relativement élevées* constatées pour le mercure, il est recommandé qu'une attention particulière soit portée sur le comportement de cette espèce chimique durant la durée des travaux sur le site de dragage ainsi qu'au point de rejet.

En résumé, et en dehors des réserves émises ci-dessus à propos du mercure, on peut raisonnablement penser que les impacts biologiques liés au projet d'aménagement du quai se limiteront à des nuisances faibles et localisées.

* rappelons que les valeurs observées atteignent 0.82 ppm. Ce sont des teneurs élevées mais non anormales (cf. p.12).

B I B L I O G R A P H I E

- CABANE F., et JOANNY M., 1979. Métaux lourds dans les sédiments. CNEXO/COB - Document interne, 7 p.
- CHEN KY et al., 1976. Research study on the effects of dispersion, settling and resedimentation on migration of chemical constituents during open water disposal of dredged materials contract report D.76.1 Env. effects tab. WES. Vicksburg. Miss.
- DUBRULLE L., 1980 (3 cartes de répartition des particules fines au large de l'embouchure de l'Orne). Document provisoire.
- GENTIL F., 1976. Distribution des peuplements benthiques en Baie de Seine. Thèse de Doctorat de 3^e cycle, Paris VI, 70 p.
- GRAMBELL R.P., et al. 1976. Physiochemical parameters that regulate mobilization and immobilization of toxic heavy metals. Dredging and its environmental effects. ASCE specialty conference.
- JOANNY M., 1979. Contrôle des micropolluants dans les sédiments de la Baie de Somme. CNEXO/COB-Documents interne, 8 p.
- LARSONNEUR C., 1971. Manche centrale et baie de Seine : géologie du substratum et des dépôts meubles. Thèse de Doctorat d'état, Caen. 394 p.
- L.C.H.F., 1980. Aménagement d'un quai Roll on Roll off. Dossier des impacts hydrauliques et sédimentologiques.
- LEE G.F., & PLUMB, R.H., 1974. Research study for the development of dredged material disposal criteria. Contract report D.74.1, D.M.R.P. 1974.
- MARCHAND M., et CAPRAIS J.C., 1979. Etude des apports et de la distribution des résidus organochlorés à haut poids moléculaire dans la Rade de Brest. Document interne, CNEXO/COB, 9 p.
- MARTIN J.M., MEYBECK M., SALVADORI F., THOMAS A., 1976. Pollution chimique des estuaires : état actuel des connaissances (juin 1974). Document CNEXO, Rapport scientifique et technique n° 22, 284 p.
- S.A.U.M. de l'Estuaire de la Seine, 1979. (cartes des teneurs en métaux lourds des sédiments de l'estuaire de la Seine et de la partie orientale de la Baie de Seine). Document provisoire.
- S.A.U.M. de l'Estuaire de la Seine, 1980 (cartes de pêche de la partie orientale de la Baie de Seine). Document provisoire.
- S.A.U.M. de la Rade de Brest, 1978. Document préparé pour le Comité Directeur.

ANNEXE

ORIGINES INDUSTRIELLES POSSIBLES DU MERCURE ET DU CHROME DANS LES ESTUAIRES

(d'après MARTIN et al.)

A/ MERCURE

- . Fabrication de chlore et de soude par électrolyse.
- . Utilisation comme catalyseur dans l'industrie de l'acétylène (chlorure de vnyle, acétaldéhyde, acétate de vnyle).
- . Fabrication d'antifongique.
- . Industrie électrique.
- . Industrie de la pâte à papier et du papier.
- . Fabrication d'explosifs.
- . Industrie pharmaceutique.
- . Energie atomique.
- . Instruments de mesure.
- . Industries utilisant des matières premières riches en mercure (pyrite, galène, blende). La combustion du charbon conduit à la libération de mercure dans l'atmosphère qui peut être ensuite réintroduit dans les rivières (2g de mercure par tonne de charbon).
- . pollution secondaire par tous les utilisateurs des produits fabriqués par les industries précédentes.

B/ CHROME

- . métallurgie (aciers spéciaux)
- . protection contre la corrosion, galvanoplastie et anodisation de l'aluminium.
- . industrie chimique et électrochimique (chromates et acides chromiques), peintures, teintures, explosifs.
- . tanneries (sels de chrome hexavalent)
- . céramiques et verreries.
- . papeteries
- . photographie.
- . etc.