

ETAT DE LA POLLUTION PAR LES HYDROCARBURES
DANS L'ABER BENOIT

par

G. ALLEN, L. D'OZOUVILLE, J. L'YAVANC

Centre National pour l'Exploitation des Océans
Centre Océanologique de Bretagne
B.P. n° 337 - 29273 BREST CEDEX

R E S U M E

L'Aber Benoît, estuaire de la côte Nord-Ouest de la Bretagne, a été pollué par les nappes d'hydrocarbures, provenant du pétrolier "Amoco-Cadiz". Une étude préliminaire pour étudier les caractéristiques hydrologiques de l'estuaire, ainsi qu'une campagne de prélèvement d'eau et de sédiments superficiels pour le dosage des hydrocarbures, se sont déroulées en mai 1978. Il en ressort, d'une part que l'Aber Benoît se comporte bien comme un estuaire, et d'autre part que 2 mois après l'échouage, de fortes teneurs en hydrocarbures ont été trouvées, tant dans l'eau, que dans le sédiment superficiel et jusqu'à 30 cm de profondeur. Les dosages des hydrocarbures dans l'eau montrent une homogénéité relative sur toute la tranche d'eau et sur toute la longueur de l'estuaire. Des bancs de sables perpendiculaires au chenal semblent former de véritables pièges pour les hydrocarbures car c'est à ces endroits que l'on trouve les plus fortes teneurs d'hydrocarbures dans le sédiment superficiel du chenal.

A B S T R A C T

The Aber Benoît, a small estuary on the North West coast of Brittany was polluted by oil from the Amoco Cadiz oil spill. Preliminary results from water and sediment samples taken in the estuary in May 1978, show that two months after the initial spill, high concentrations of hydrocarbures existed in the water and sediments of the estuary.

The Aber Benoît shows a well developed salt wedge and upstream increasing suspended sediment concentrations. Oil was dispersed more or less evenly throughout the water column, in the entire length of the estuary. In the bottom sediments, oil had accumulated to depths of 30 cm. Sand bars appear to induce a trapping of oil in the estuary channel.

M O T S - C L E S : Estuaire, Sédiment, Pollution Hydrocarbures.

K E Y W O R D S : Estuary, Sediment, Oil spill.

1. SITUATION GEOGRAPHIQUE DE L'ABER BENOIT

L'Aber Benoît (fig. 1) situé sur la côte Nord-Ouest de la Bretagne, se trouve à 8 km à l'Est du point de naufrage du pétrolier Amoco Cadiz. Entre la tourelle le "Chien" (en aval) et le pont de Tariég, sa longueur est de 10 km. Le pont de Tariég marque la limite amont de la marée dynamique.

L'embouchure de cet estuaire est tournée à l'Ouest et est limitée sur sa rive droite par la presqu'île Sainte-Marguerite qui forme une barrière naturelle orientée Nord-Sud. Une telle morphologie et les vents d'Ouest à Sud-Ouest sont la cause de la pénétration des nappes d'hydrocarbures dans l'Aber Benoît dès les premiers jours qui ont suivi le naufrage de l'Amoco Cadiz.

2. MORPHOLOGIE DE L'ABER BENOIT

Les renseignements bathymétriques actuels ne concernent que l'embouchure de l'Aber Benoît et ne peuvent être fiables, du fait des extractions de sables effectuées régulièrement dans toute la partie aval.

Au cours de deux sorties sur l'Aber, des sondages sommaires ont été effectués avec un plomb de sonde. Les informations concernant les variations d'amplitude de la marée de l'Aber Benoît étant inexistantes, la réduction des sondes au zéro hydrographique a été effectuée à partir de l'annuaire des marées du Service Hydrographique de la Marine. Brest a été choisi comme port de référence. Une correction en heure pour les pleines mers et basses mers a été apportée.

Cette bathymétrie est donc très imprécise mais elle permet cependant de dresser une coupe longitudinale des fonds depuis l'embouchure jusqu'au point de mesures situé le plus en amont (fig. 2).

Les fonds sont faibles à l'embouchure (4 m), mais dans l'estuaire descendent rapidement à environ 10 m, puis remontent en pente douce jusqu'à environ 300 m en aval du pont de Tréglonou (fonds de 3 m découvrant). Les fonds retombent brutalement à 3 m environ jusqu'au pont de Tréglonou, et ensuite, remontent lentement jusqu'au dernier point de mesure en amont, où l'on trouve des fonds de 3 m découvrant. Les caractéristiques géomorphologiques de l'Aber permettent de subdiviser l'estuaire en 3 parties, de l'aval vers l'amont.

2.1. Zone aval : de l'embouchure à Loc Majan (fig. 3A)

Zone caractérisée par un estran sableux ou caillouteux bien développé.

2.2. Zone intermédiaire : de Loc Majan au pont de Tréglonou (fig. 3B)

Zone plus étroite à variation de pente rapide, essentiellement rocheuse puis sableuse sur l'estuaire.

2.3. Zone amont : du pont de Tréglonou au fond de l'Aber Benoit (pont de Tariég)

(fig. 3C)

En se déplaçant vers l'amont de l'Aber, le marais devient de plus en plus important.

Une couverture aérienne détaillée au 1/5000ème permet de déceler qu'à chaque changement d'orientation du chenal un banc de sable perpendiculaire au thalweg obstrue partiellement le chenal et forme de véritables pièges à sédiments (fig. 4).

3. CARACTERISTIQUES HYDROLOGIQUES ET SEDIMENTOLOGIQUES DE L'ABER BENOIT

3.1. Généralités

Pour essayer de suivre la pollution de l'eau et des sédiments, il est nécessaire de rappeler quelques notions de la dynamique estuarienne (fig. 4).

Un estuaire est une zone de mélange des eaux fluviales et marines. Ce mélange engendre des gradients de densité qui se manifestent par une concentration des eaux plus douces en surface et d'eaux plus salées au fond. Cette stratification entraîne généralement un mouvement résiduel des eaux du fond vers l'amont et des eaux de surface vers l'aval.

Ce mouvement résiduel de sens opposé peut provoquer un piégeage des sédiments en suspension au niveau du point nodal (zone où les vitesses résiduelles de l'écoulement fluvial et de celles liées à l'intrusion saline au fond s'annulent) (fig. 4).

Ce point crée une zone d'accumulation des sédiments, appelée bouchon vaseux et qui se déplace dans l'estuaire en fonction des marées et du débit fluvial.

3.2. Hydrologie

Une campagne de mesures hydrologiques a été effectuée le 31 mai 1978, par faible débit (fig. 5). Deux profils instantanés (PM-BM) ont été exécutés pour mesurer les variations spatiales de la salinité et des matières en suspension. Sept stations ont été choisies pour prélever de l'eau à deux niveaux : surface et fond.

3.2.1. Salinité

3.2.1.1. à pleine mer

La partie aval de l'Aber montre sur toute la tranche d'eau un caractère marin assez prononcé (fig. 6) : salinité de surface égale à 34,82 ‰ et salinité au fond égale à 34,97 ‰.

Le gradient vertical et longitudinal est faible, puisque l'on trouve une salinité de surface de 32,64 ‰, et de fond de 32,86 ‰ à la station F, située au milieu de l'estuaire.

La stratification devient plus importante vers l'amont : salinité de 22,29 ‰ à la surface et 23,89 ‰ au fond, à la station N, dernier point de mesure.

3.2.1.2. à basse mer

La partie aval présente un caractère marin moins prononcé, salinité de 32,59 ‰ en surface et de 33,94 ‰ au fond. Le gradient vertical est plus fort et augmente très rapidement vers l'amont. Il en est de même pour le gradient longitudinal. On constate une dessalure à la station F. En conclusion l'intrusion saline pénètre profondément dans l'Aber à pleine mer et est repoussée en aval à basse mer. Ce mouvement représente une oscillation d'environ 5 km par marée.

3.2.2. Matières en suspension

3.2.2.1. à pleine mer

Les résultats montrent une turbidité faible dans l'Aber, valeurs variant entre 4 mg/l en aval et 17 mg/l en amont. On peut noter une accumulation de sédiments à la station F (22,6 mg/l), laissant présager l'existence d'un bouchon vaseux (fig. 7).

3.2.2.2. à basse mer

On note une turbidité plus forte en aval (7 mg/l) et on constate toujours une plus forte concentration de sédiments à la station F (24,2 mg/l), ces valeurs augmentant plus en amont.

Le caractère estuarien de l'Aber Benoît est donc démontré par ces premiers résultats : existence d'un coin salé, oscillation de la salinité, matières en suspension et un éventuel bouchon vaseux.

4. POLLUTION PAR LES HYDROCARBURES DANS L'ABER BENOIT

4.1. Répartition de la pollution dans l'Aber Benoît

Plusieurs survols aériens (avions-hélicoptères), ont permis de faire la cartographie des zones polluées en tenant compte des surfaces déjà nettoyées (fig. 8). Il apparaît que :

- au-delà du pont de Tréglonou vers le fond de l'Aber, la pollution est relativement faible.

- entre l'entrée de l'Aber et le pont de Tréglonou, l'orientation des rives par rapport aux vents et aux courants explique la répartition géographique de la pollution et permet de comprendre pourquoi certains secteurs ont été peu atteints. Si l'on considère une coupe transversale (fig. 9), on observe que les hydrocarbures, soit sur les rochers, soit sur les marais, ont tendance à s'écouler par gravité et ruissellement sur la vase quand la mer descend.

Au flot, il y a une remise en suspension de ce pétrole qui, d'ailleurs, peut s'effectuer avec un certain retard. Il faut noter qu'un simple choc dans l'eau provoque une remise en suspension du pétrole fixé sur le fond vaseux.

4.2. Mesure des hydrocarbures dans l'Aber Benoit

Le dosage des hydrocarbures a été effectué par le B.R.G.M. avec la méthode suivante :

- séchage du sédiment à l'étuve à la température de 40°C,
- extraction au Soxhlet de 100 g de sédiment sec par le chloroforme, puis filtration de l'extrait sur Na_2SO_4 anhydre. Après évaporation, l'extrait total est pesé à sec. Repris ensuite dans CHCl_3 , l'extrait est passé sur du Florisil activé. Après évaporation le résidu d'hydrocarbures totaux est pesé et exprimé en ppm.⁺

4.2.1. Hydrocarbures dans l'eau

Un profil instantané a été effectué à pleine mer le 17 mai 1978 en quatre stations et à trois profondeurs : surface, mi-profondeur, fond (fig. 5).

Les résultats des mesures montrent une certaine homogénéité sur toute la tranche d'eau et sur toute la longueur de l'estuaire. Les valeurs varient entre 0,1 et 0,5 ppm (fig. 10).

On remarque cependant une forte teneur d'hydrocarbures (1,1 ppm) au fond à la station A, probablement due à la descente brutale du fond. Il faut noter aussi à la station F une teneur très élevée de 4,8 ppm à mi-profondeur.

4.2.2. Hydrocarbures dans le sédiment

Des prélèvements de sédiments superficiels ainsi que des carottages de 0,20 à 0,30 m ont été effectués le même jour en six stations (fig. 5).

Le résultat des analyses (fig. 11) montre de fortes teneurs d'hydrocarbures dans le sédiment superficiel, surtout dans les échantillons prélevés en aval des bancs de sable (fig. 12) cités précédemment.

On remarque principalement une très forte valeur (2260 ppm) au pont de Tréglonou. A cet endroit, il existe un affouillement profond d'environ 3 m. L'eau étant piégée, les hydrocarbures semblent se décanter dans le sédiment sableux.

Il existe aussi une forte valeur (1470 ppm) à la station K, située très en amont au pied du marais. Le sédiment est vaseux et l'on remarque à basse mer le ruissellement des hydrocarbures.

L'analyse des carottes fait ressortir des teneurs d'hydrocarbures plus faibles et une percolation du pétrole dans le sédiment, au moins jusqu'à 30 cm (longueur des carottes).

⁺ La teneur exprimée correspond en fait aux hydrocarbures totaux et au soufre libre co-extrait.

5. CONCLUSION

- Les résultats de la campagne hydrologique font ressortir que l'Aber Benoît est un véritable estuaire. Il existe un faible gradient de salinité sur la tranche d'eau, mais ce gradient est beaucoup plus marqué sur la coupe longitudinale de l'estuaire. La pénétration de l'intrusion saline en amont à pleine mer est repoussée en aval à basse mer ce qui engendre probablement un courant résiduel. Une faible quantité de sédiments en suspension et une concentration de la turbidité au point F laissent présager un bouchon vaseux.

- Les dosages des hydrocarbures dans l'eau montrent une homogénéité relative sur toute la tranche d'eau et sur toute la longueur de l'estuaire avec cependant une forte concentration au point F.

Un lien étroit existe probablement entre ces deux résultats. Les hydrocarbures mélangés à la matière en suspension oscillent de l'aval vers l'amont. Ces suspensions sont déposées sur le sédiment superficiel à basse mer et une partie seulement est remise en suspension au flot. Des bancs de sable, perpendiculaires au chenal et le fermant partiellement agissent comme de véritables pièges pour les matières en suspension.

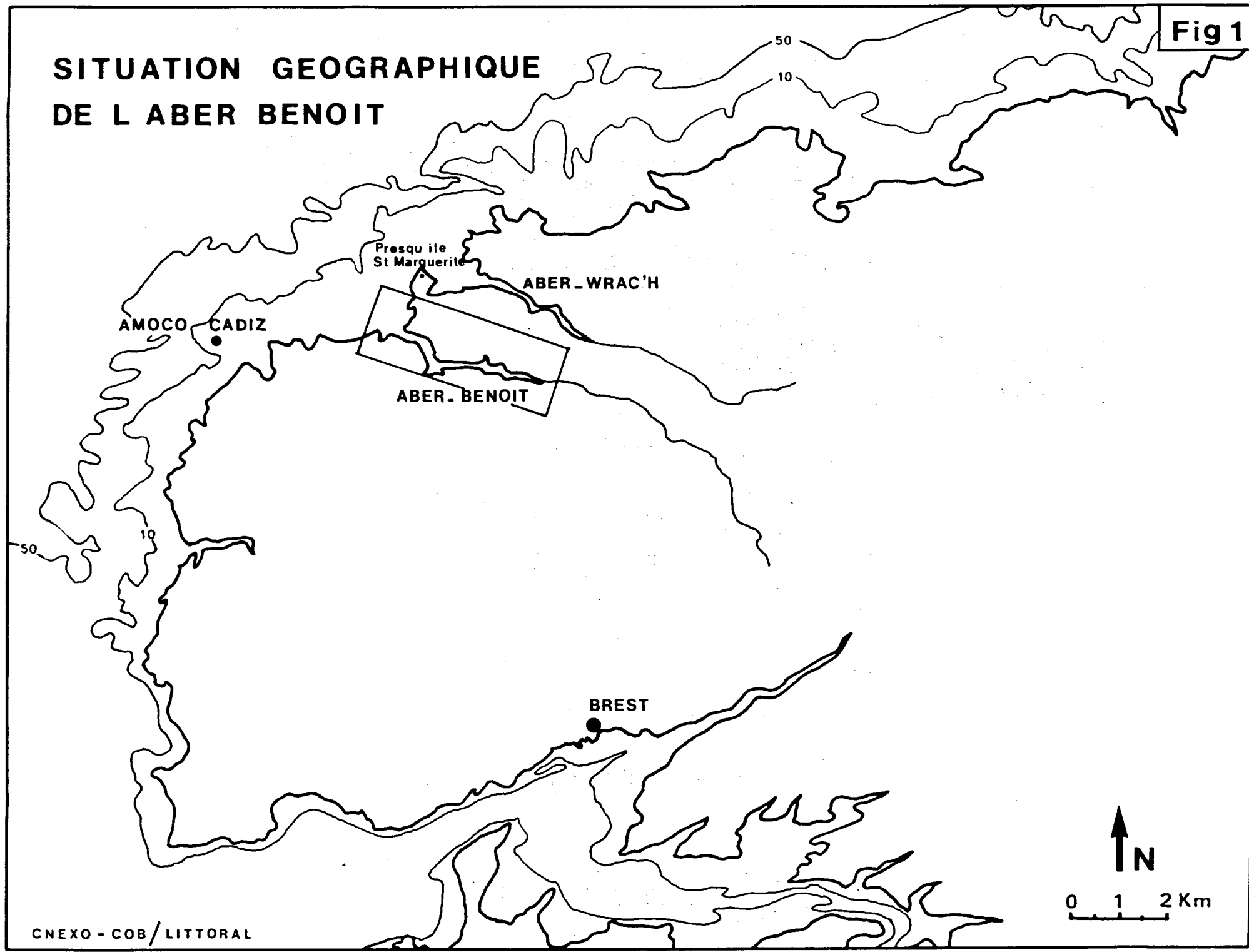
Le résultat de la campagne de prélèvement d'hydrocarbures dans le sédiment superficiel du chenal confirme l'importance de ces bancs de sable. Les plus fortes teneurs d'hydrocarbures ont été trouvées à ces endroits.

Par contre des mesures d'hydrocarbures plus fines devront permettre de faire la différence entre les hydrocarbures ayant pour origine l'Amoco Cadiz et ceux issus de l'activité organique in situ.

Par la suite il faudra envisager des mesures de courantologie et d'hydrologie en fonction des crues, des étiages et du coefficient de la marée. Cette étude permettra de mieux appréhender la dynamique estuarienne de l'Aber, de calculer le temps de renouvellement des eaux et en conséquence la vitesse de décontamination de l'Aber.

Fig 1

SITUATION GEOGRAPHIQUE DE L ABER BENOIT



103

BATHYMETRIE

Coupe longitudinale de l'ABER BENOIT

0 1Km

Tlle le Chien
St A

St M

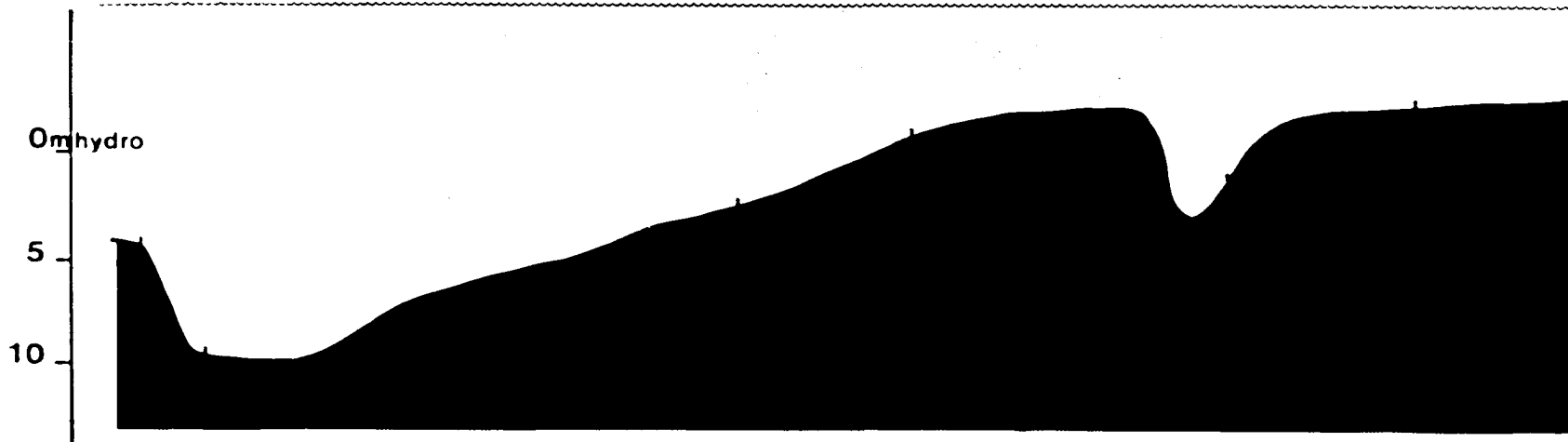
St F

Pont de Tréglonou

St N

104

P.M V.E

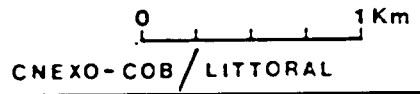
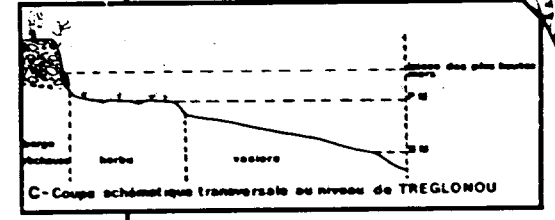
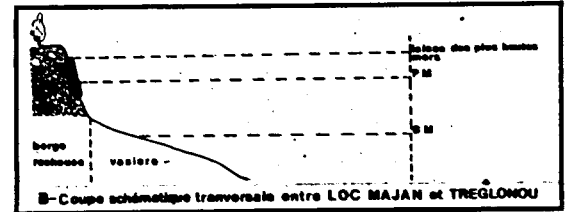
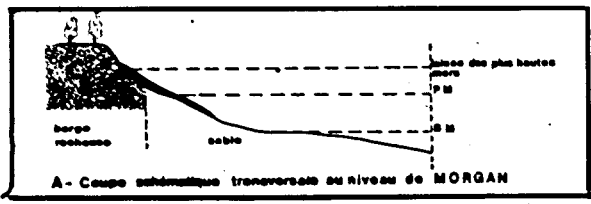
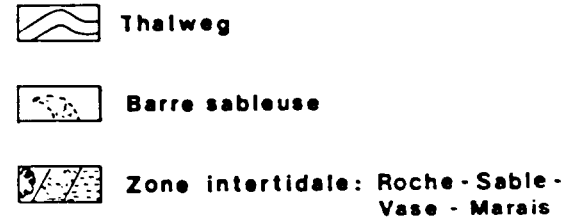
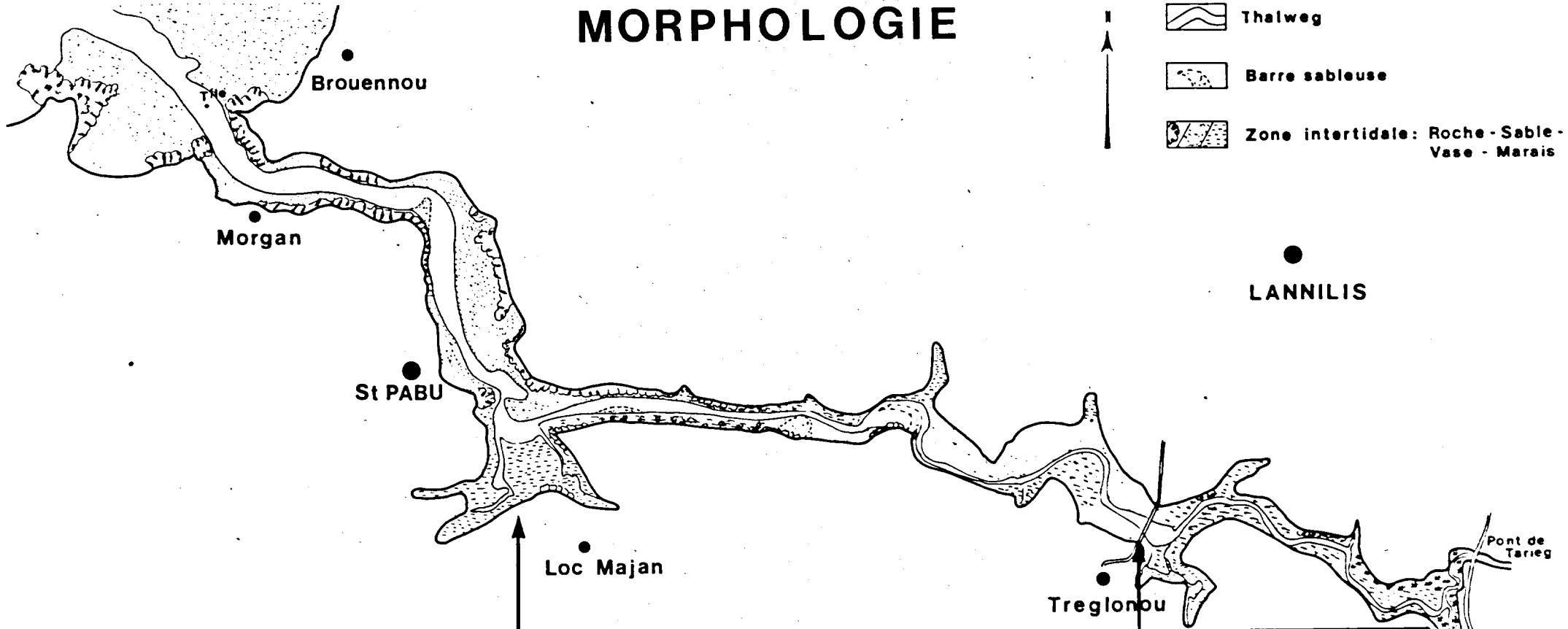


Aval

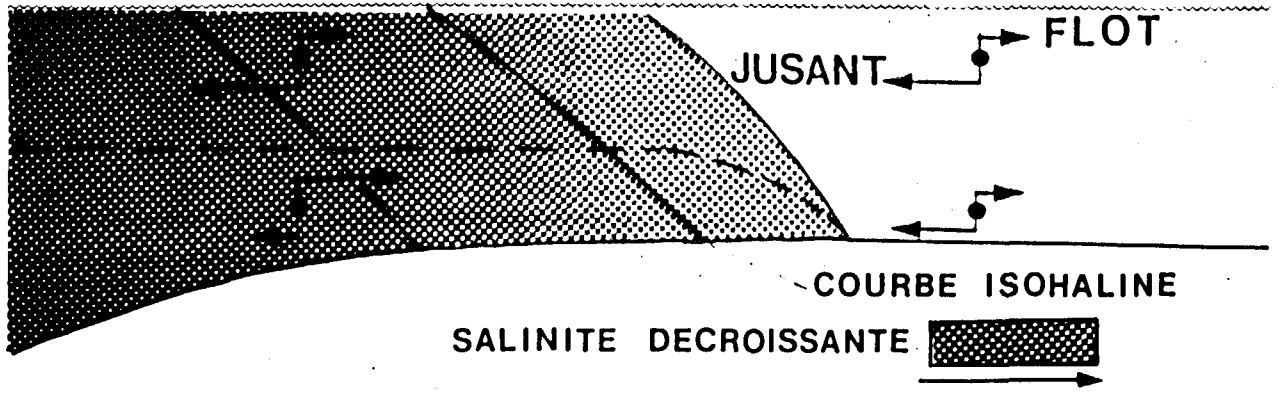
Amont

Fig 3

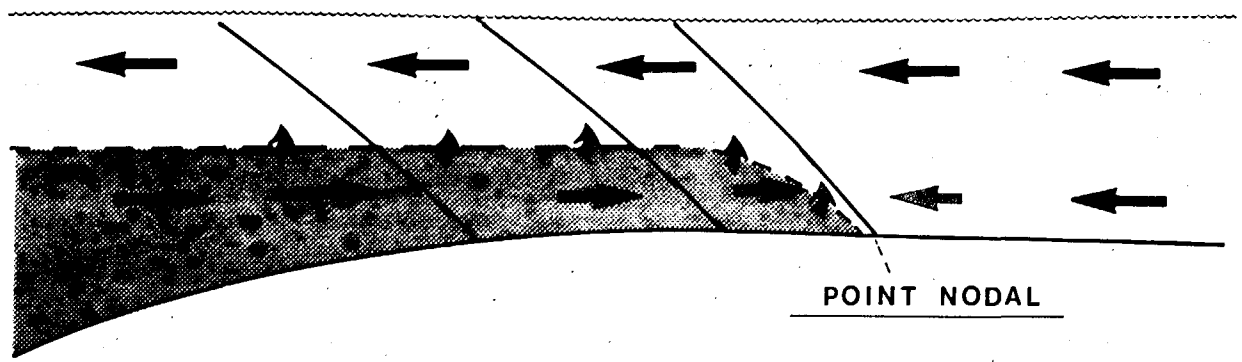
ABER BENOIT MORPHOLOGIE



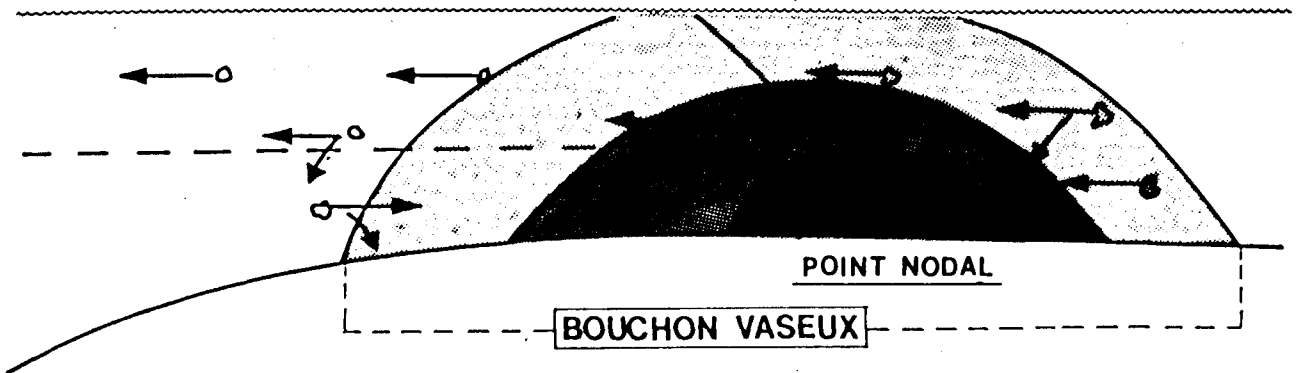
DYNAMIQUE ESTUARIEENNE



MOUVEMENT DE L'EAU AU COURS DE LA MAREE



MOUVEMENT RESIDUEL

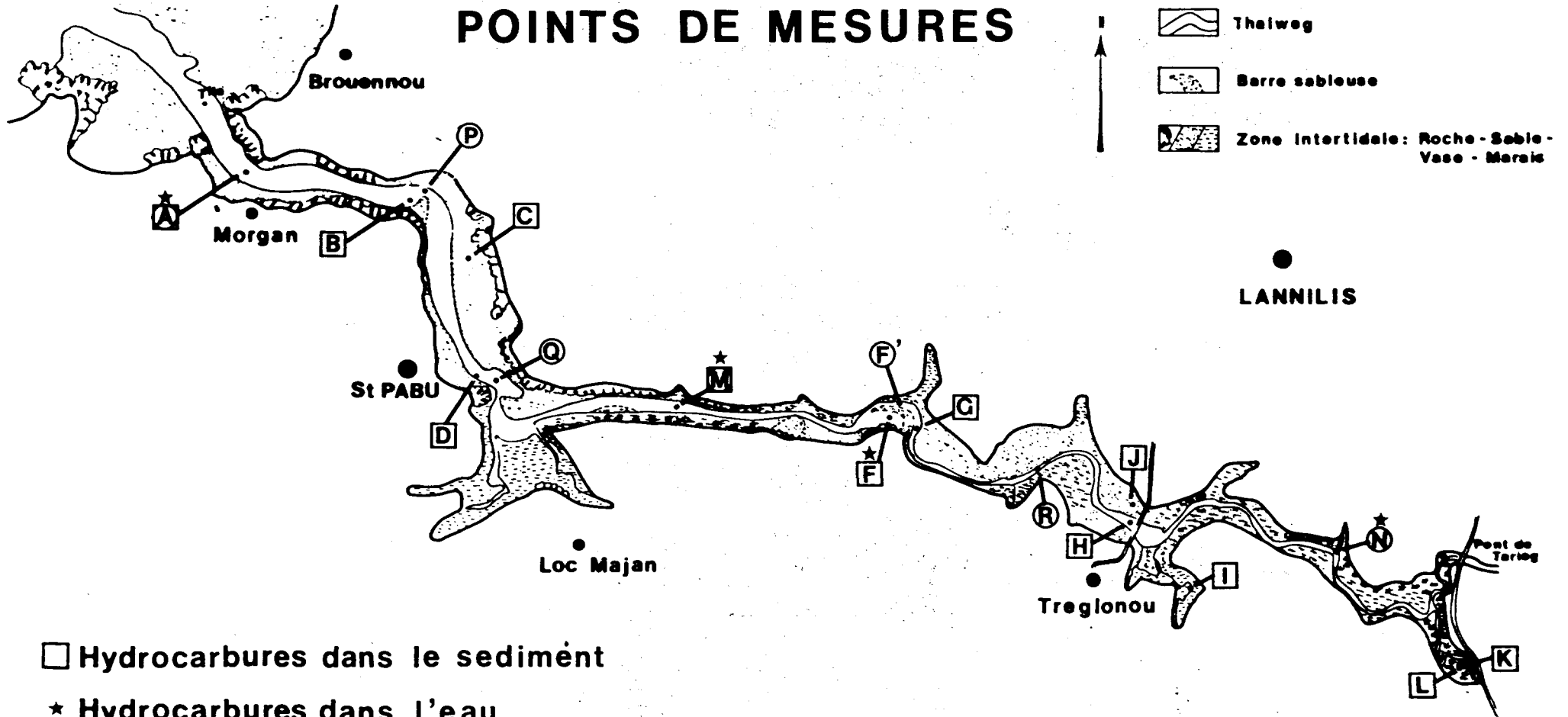


MOUVEMENT ET ACCUMULATION DES PARTICULES EN SUSPENSION

Fig 5

ABER BENOIT

POINTS DE MESURES



□ Hydrocarbures dans le sédiment

★ Hydrocarbures dans l'eau

○ Stations hydrologiques

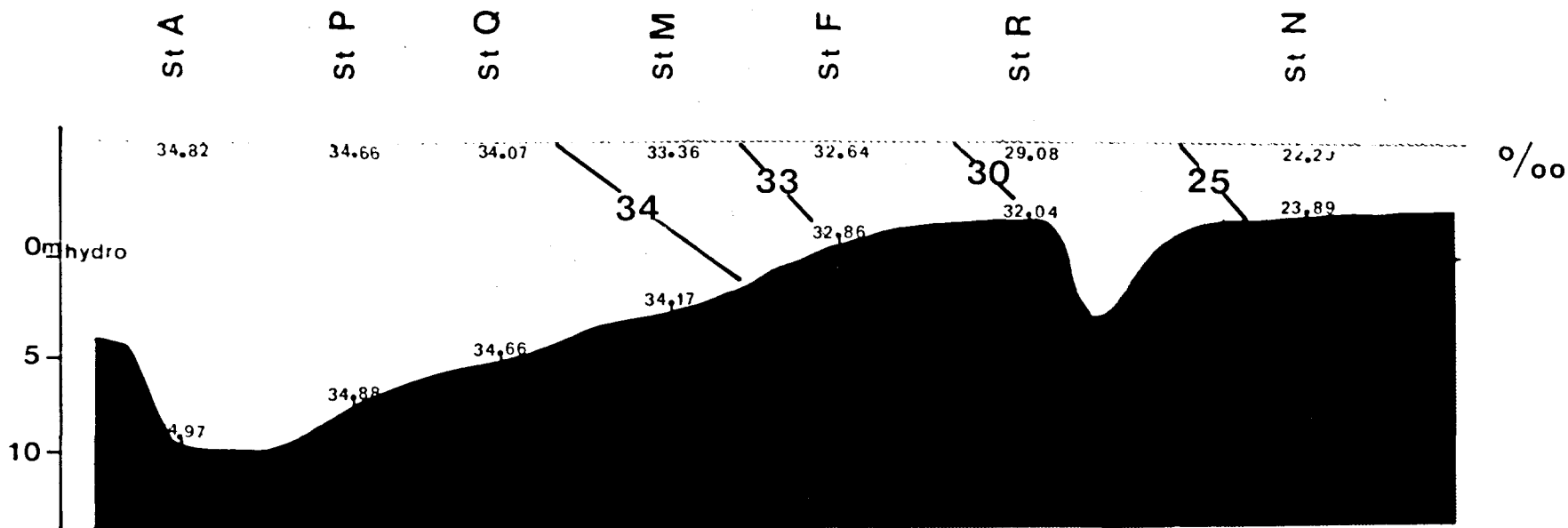
SALINITE

Journée du 31 Mai 1978 (Coef. 59)

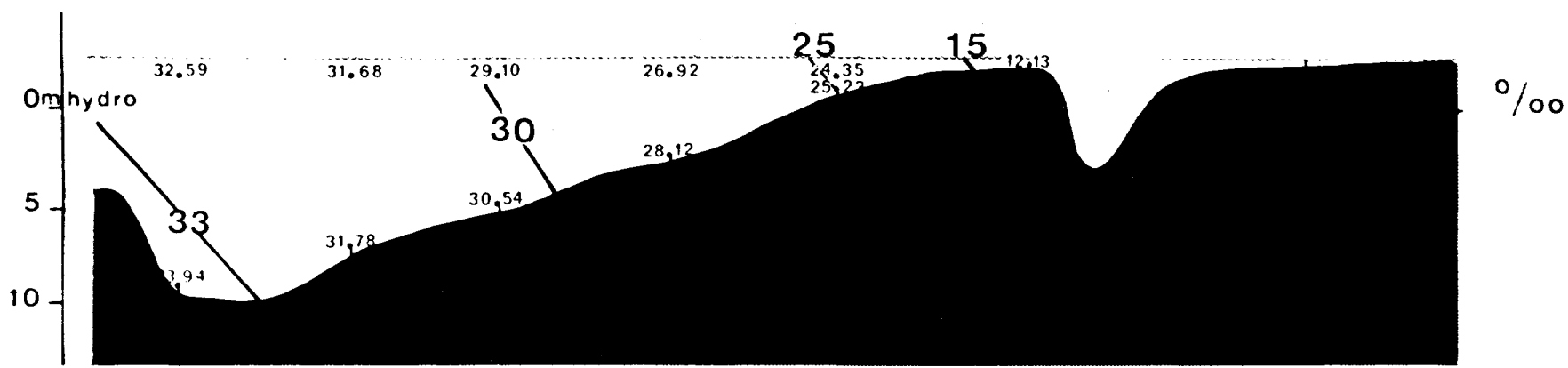
Coupe longitudinale de l'ABER BENOIT P. M

0 1Km

108



B. M



Aval

CNEXO-COB/LITTORAL

Amont

MATIERES EN SUSPENSION

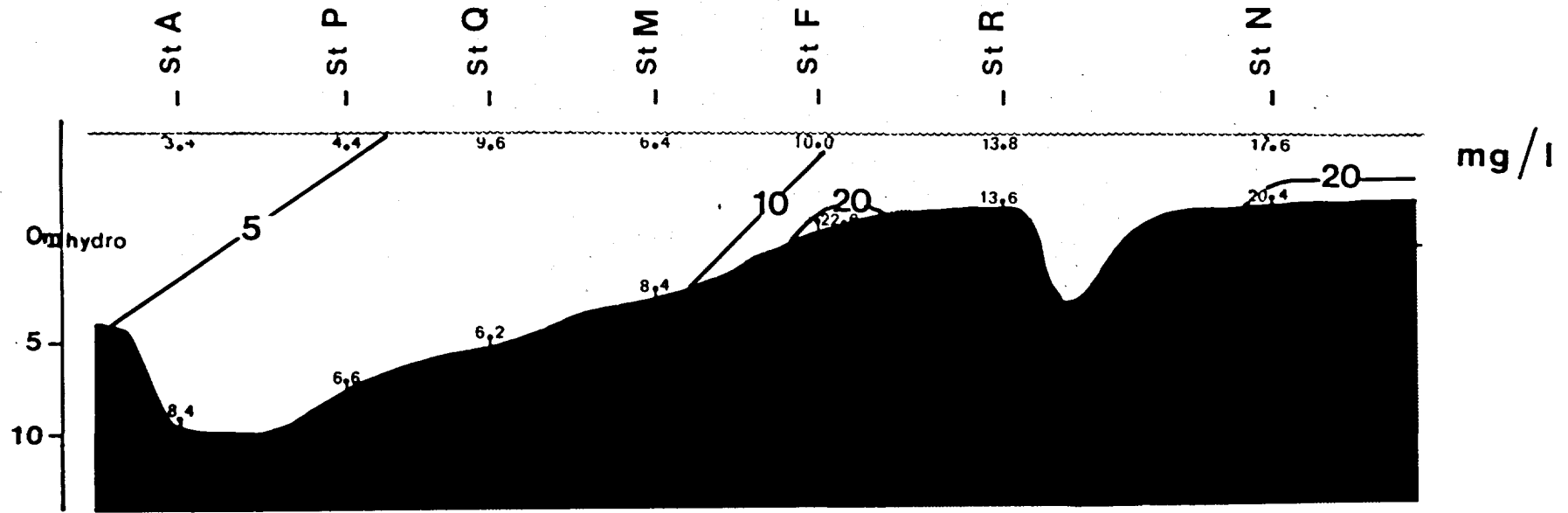
Journée du 31 Mai 1978 (Coef. 59)

Fig 7

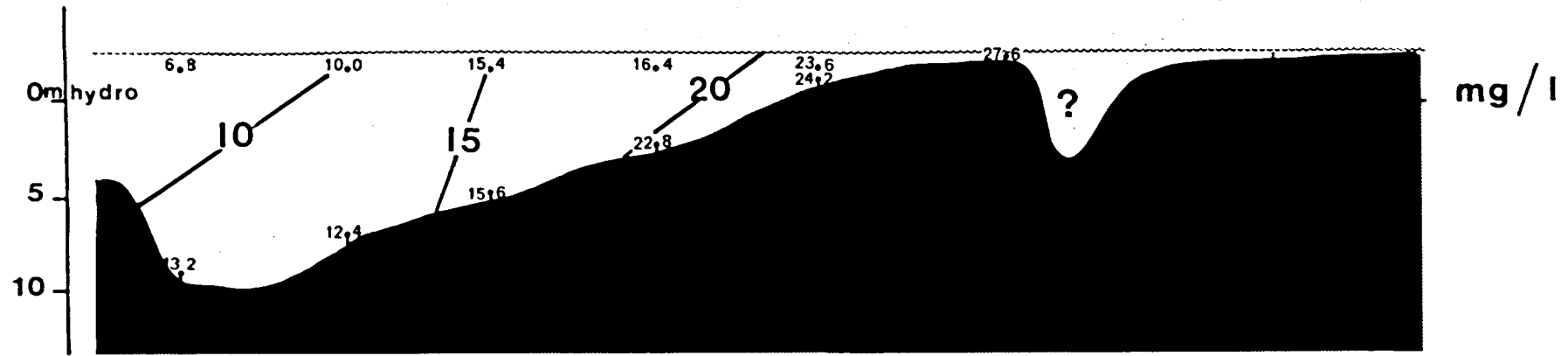
Coupe longitudinale de l'ABER BENOIT P.M

0 1 Km

109



B.M



Aval

CNEXO-COB/LITTORAL

Amont

ABER BENOIT

ZONES POLLUEES

(Reconnaissance du 18 avril 1978)

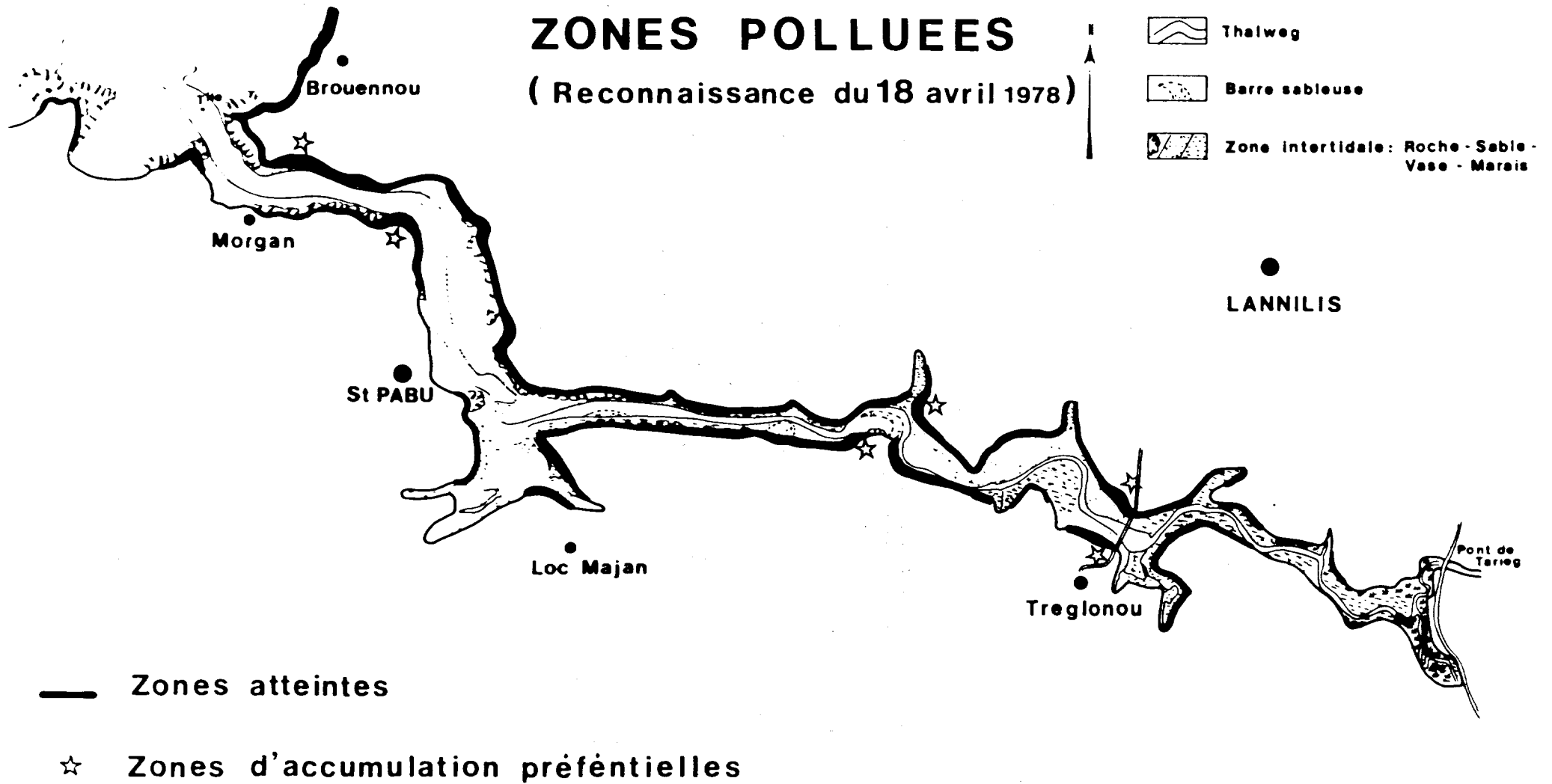
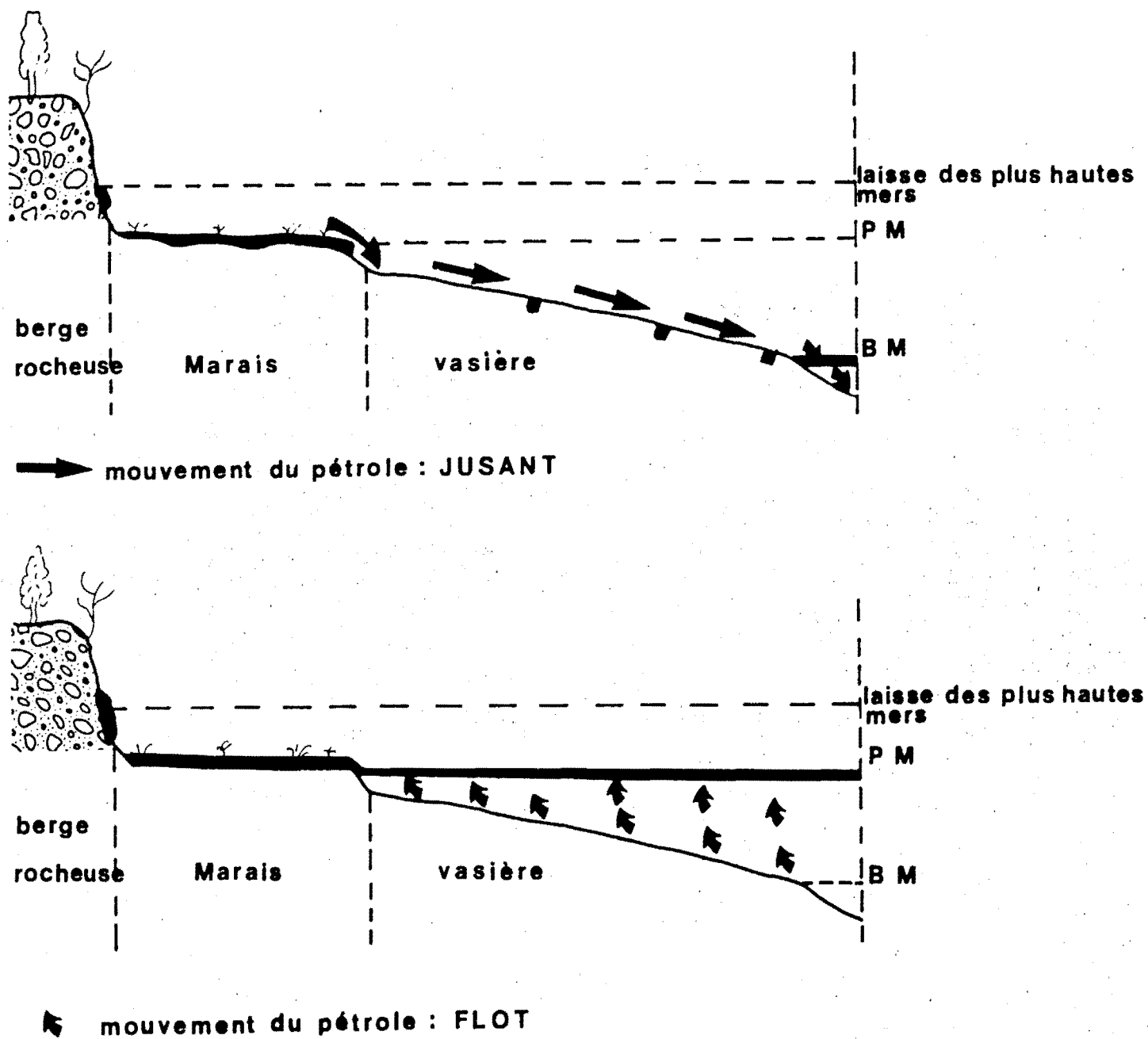


Fig.9



Coupe schématique transversale au niveau de TREGLONOU

HYDROCARBURES DANS L'EAU (Coef. 47)

Journée du 17 Mai 1978

Coupe longitudinale de l'ABER BENOIT P.M

0 1Km

112

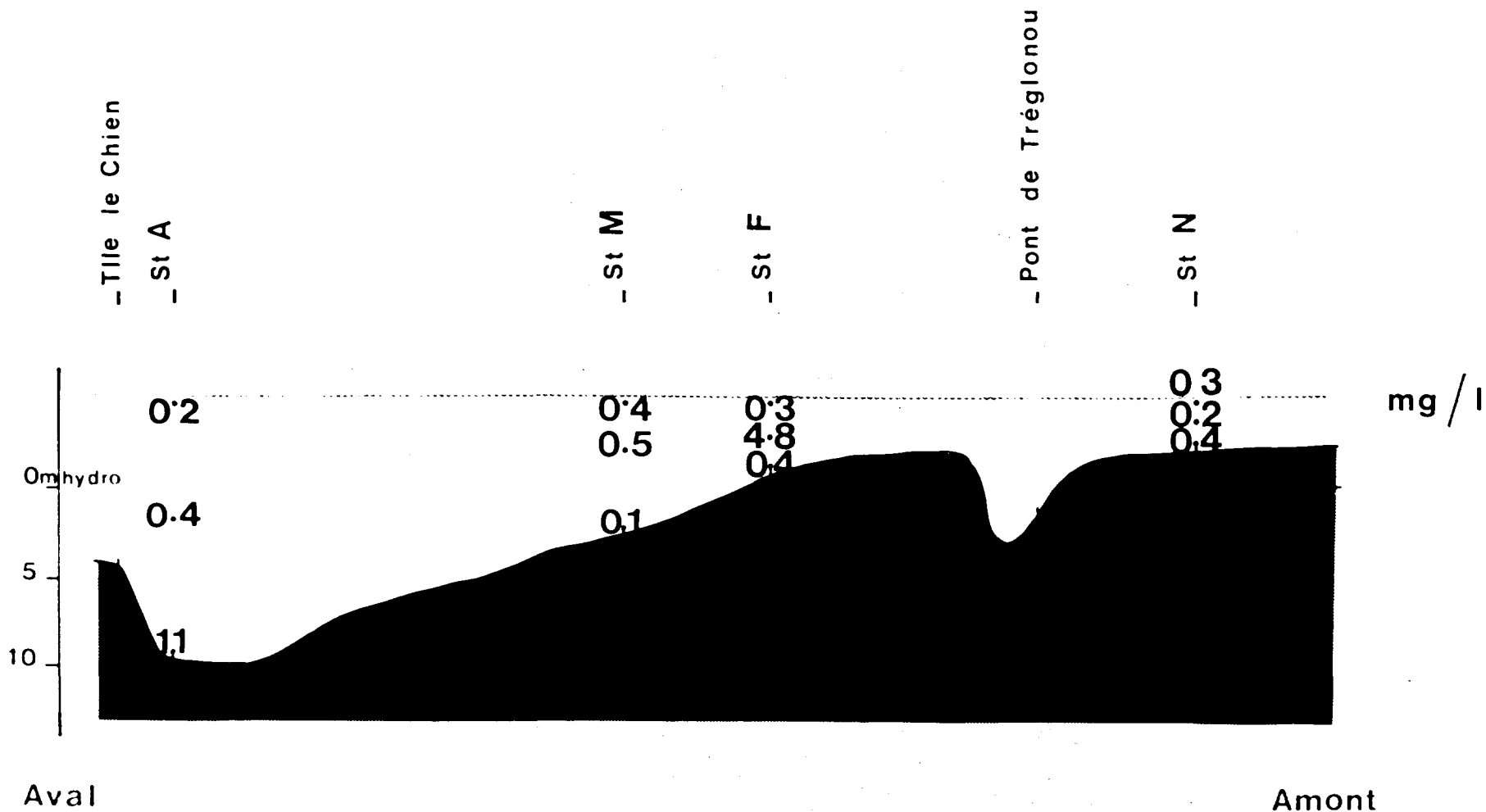
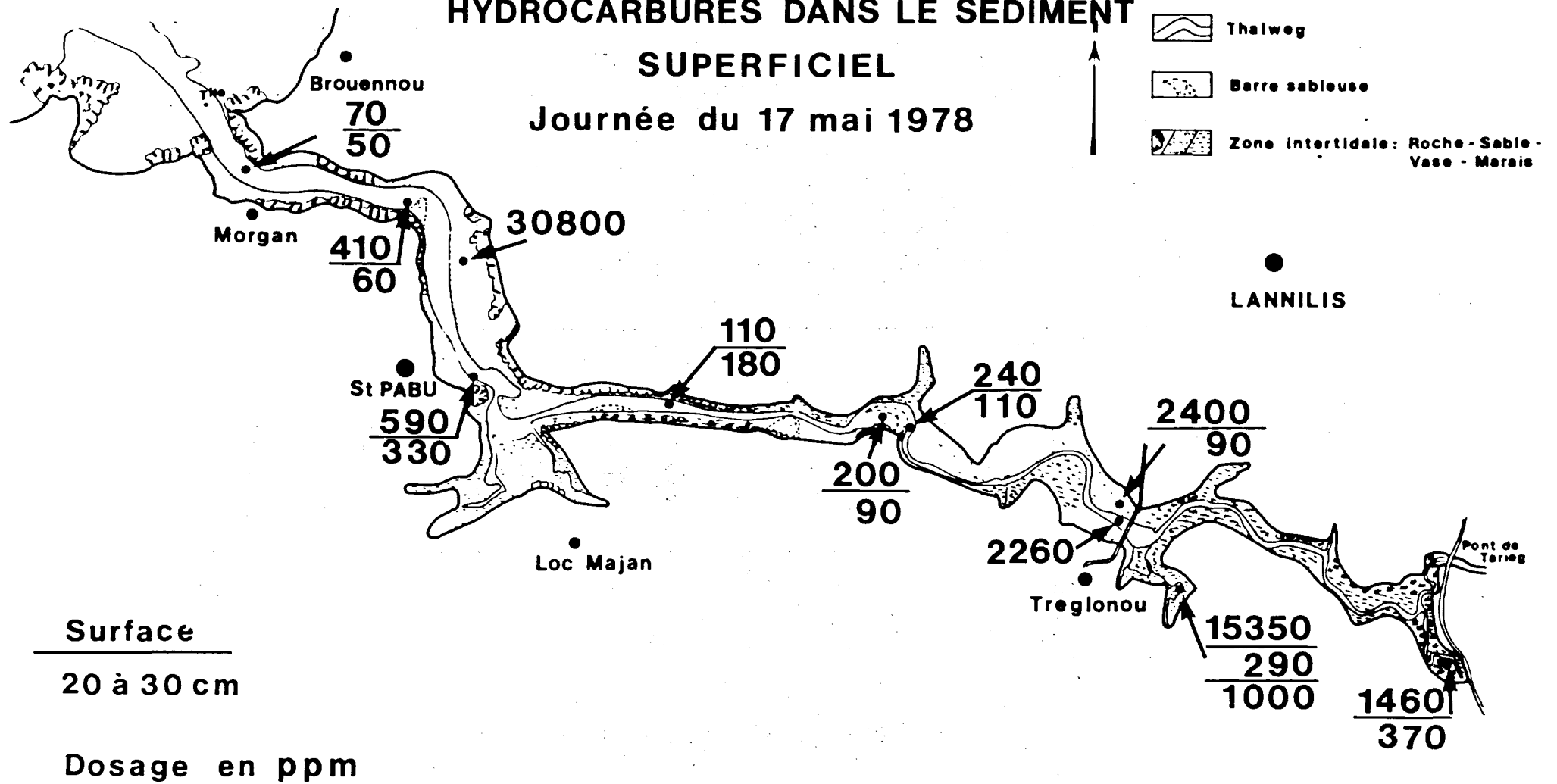


Fig 11

ABER BENOIT HYDROCARBURES DANS LE SEDIMENT SUPERFICIEL

Journée du 17 mai 1978



Surface

20 à 30 cm

Dosage en ppm

0 1 Km

CNEXO-COB/LITTORAL

HYDROCARBURES DANS LE SEDIMENT (CHENAL)

Journée du 17 Mai 1978

Coupe longitudinale de l'ABER BENOIT

0 1Km

114

