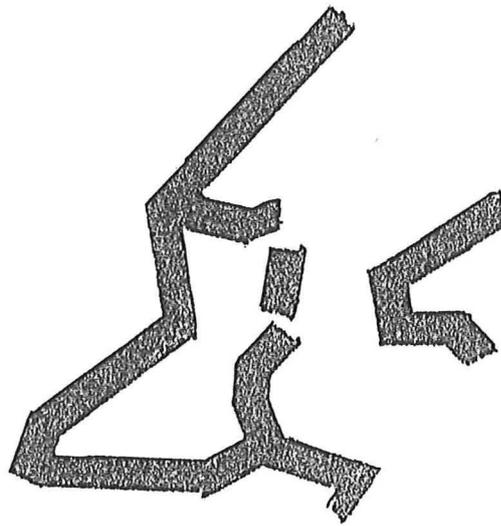


HYDROBIOLOGIE DANS LA RADE DE SAINT-PIERRE
SAINT-PIERRE ET MIQUELON

Jacques BERTRAND et Herlé GORAGUER



Rapport préliminaire

Octobre 1989



Saint-Pierre et Miquelon

DRV/CSRU

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE POUR L'EXPLOITATION DE LA MER

IFREMER
B.P. 4240
Quai de l'Alysse
97500 SAINT PIERRE ET
MIQUELON

DIRECTION DES RESSOURCES VIVANTES

DEPARTEMENT CONTROLE ET SUIVI DES RESSOURCES
ET DE LEUR UTILISATION

Laboratoire de Saint-Pierre et Miquelon

AUTEUR (S) :		CODE :
Jacques BERTRAND et Herlé GORAGUER		N° _____
TITRE		date : 26-10-1989
Hydrobiologie dans la rade de Saint-Pierre Saint-Pierre et Miquelon		tirage nb :
		Nb pages : 26
		Nb figures : 13
		Nb photos :
CONTRAT (Intitulé)		DIFFUSION
N° 88/1210677/NF		libre <input type="checkbox"/>
		restreinte <input checked="" type="checkbox"/>
		confidentielle <input type="checkbox"/>

Rapport préliminaire

RÉSUMÉ

La rade de Saint-Pierre est le siège d'activités humaines variées. Une étude hydrobiologique réalisée de juin 1988 à juin 1989 met en évidence les conséquences des rejets des eaux usées urbaines sur l'ensemble des autres utilisations de l'eau de mer dans la zone portuaire.

ABSTRACT

Various human activities come in the Saint-Pierre harbour. An hydrobiological study carried during one year from june 1988 to june 1989 shows the effects of waste water for the other sea water uses in the harbour area.

mots-clés : environnement - qualité - eau de mer

key words : environment - quality - sea water

© IFREMER - Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, 1989



SOMMAIRE

1 Présentation de la zone d'étude

- 1.1 Climatologie
- 1.2 Description de la zone portuaire

2 Matériel et méthodes

- 2.1 Plan d'échantillonnage
- 2.2 Protocole de prélèvement et d'analyse
 - 2.2.1 Le courant
 - 2.2.2 Paramètres physico-chimiques
 - 2.2.3 Le seston
 - 2.2.4 Paramètres microbiologiques

3 Résultats

- 3.1 Marées et courants
- 3.2 Paramètres physico-chimiques
 - 3.2.1 Température
 - 3.2.2 Salinité
 - 3.2.3 pH
 - 3.2.4 Oxygène dissous
 - 3.2.5 Transparence de l'eau
 - 3.2.6 Huiles minérales et mousses
- 3.3 Le seston
 - 3.3.1 Seston total
 - 3.3.2 Seston organique
- 3.4 Microbiologie

4 Discussion

Conclusion

Comme dans de nombreuses zones portuaires, les eaux de la rade de Saint-Pierre font l'objet d'utilisations diverses. Des observations ponctuelles sur ces eaux ont montré que les perspectives d'implantation de projets nouveaux, voire la simple pérennisation de la situation actuelle, seraient de nature à poser des problèmes de compatibilité entre ces différentes utilisations. La reconnaissance de ce nouvel "espace sensible" a conduit à l'établissement, par le laboratoire "Contrôle et Suivi des Ressources et de leur Utilisation" de la station IFREMER de Saint-Pierre et Miquelon, d'un état hydro-biologique de cette zone.

L'étude dont les résultats sont présentés dans le présent rapport est fondée sur un suivi annuel, de juin 1988 à juin 1989, de stations d'observations réparties sur l'ensemble de la rade de Saint-Pierre.

1 Présentation de la zone d'étude

1.1 Climatologie

Situé par 47° de latitude nord et 56° de longitude ouest, à une vingtaine de kilomètres de l'île de Terre-Neuve, Saint-Pierre et Miquelon bénéficie d'un climat frais et humide dont les caractéristiques sont régulièrement enregistrées par la station locale de la Météorologie Nationale. Un rappel de la climatologie moyenne à Saint-Pierre ainsi que des principales données climatologiques de la période au cours de laquelle a été réalisée la présente étude sont présentés ci-dessous.

La température moyenne de l'air varie entre un peu plus de 15°C environ au milieu de l'été et -3°C en février (Fig. 1). Après des valeurs très proches de la moyenne de juillet à novembre 1988, la température de l'air au cours de l'hiver 1989 a généralement été de 1 à 2°C inférieure aux températures moyennes pour cette période de l'année.

L'ensoleillement moyen à Saint-Pierre et Miquelon est stable de mai à septembre. Il diminue ensuite jusqu'à un minimum en décembre-janvier. La période de plus fort ensoleillement est également, pour une grande partie, celle au cours de laquelle les brouillards sont les plus fréquents. En juillet 1988, un ensoleillement nettement inférieur à la moyenne pluriannuelle est associé à une couverture en brouillard égale à la moyenne interannuelle pour ce mois.

C'est au cours de la période hivernale que le vent atteint sa vitesse moyenne annuelle la plus élevée. Sauf en juin et surtout en novembre 1988, le vent a été plutôt inférieur aux moyennes interannuelles au cours de l'année d'étude.

Les précipitations totales de juin 1988 à mai 1989 se situent à un niveau proche de la moyenne annuelle sur 55 ans (1342 mm contre 1288 mm). En fait, la pluviosité a été particulièrement forte en juin 1988 et généralement inférieure aux moyennes correspondantes pour les autres mois.

Les caractéristiques générales du temps au cours de la période d'étude sont présentées dans le tableau 1 (dans le texte).

Année	Mois	Résumé du temps
1988	mai	assez doux, peu pluvieux
	juin	très pluvieux, peu ensoleillé
	juillet	très pluvieux, très peu ensoleillé, peu venteux
	août	peu pluvieux, peu venteux
	septembre	peu pluvieux, assez bon ensoleillement
	octobre	peu venteux
	novembre	venteux
	décembre	frais, très faibles précipitations, bon ensoleillement

1989	janvier	frais, ensoleillé, venteux
	février	frais, peu venteux
	mars	froid, bon ensoleillement, peu venteux
	avril	très peu pluvieux, peu ensoleillé, peu venteux
	juin	peu pluvieux, peu ensoleillé, venteux en deuxième décade

Tabl. 1 - Résumé du temps à Saint-Pierre et Miquelon en 1988-1989 (d'après Météorologie Nationale, station de Saint-Pierre et Miquelon).

1.2 Description de la zone portuaire

La zone portuaire de Saint-Pierre peut être décomposée en deux parties : la grande et la petite rade (Fig. 2). Dans la description suivante seuls seront évoqués les principaux traits de ces zones susceptibles de relation directe avec la notion de "qualité de l'eau".

La grande rade, limitée à l'est par l'île aux Marins et à l'ouest par le littoral de l'île de Saint-Pierre s'ouvre largement vers le large par deux passes orientées respectivement vers le nord-est et vers le sud-est. Dans le nord-ouest de cette rade, le quai en eau profonde accueille les plus grands navires et notamment les bâtiments pétroliers approvisionnant en carburants l'île de Saint-Pierre. Les réservoirs de stockage de carburants de l'île sont situés à proximité de ce quai.

C'est également dans cette rade, en bordure de la digue du nord-est qu'est localisée la prise d'eau de mer destinée à l'alimentation de la principale entreprise de pêche.

En période de fonctionnement de l'usine, le débit des prélèvements y est estimé à environ 250 m³/h d'eau destinée au lavage et au convoyage des poissons dans les ateliers de transformation ainsi qu'à l'entretien de ces ateliers. Cette eau est rejetée au pied du môle frigorifique avec les déchets de poissons non absorbés par la farineuse.

La petite rade est limitée par la digue du nord-est ainsi que par les digues du sud-est. Outre les rejets évoqués ci-dessus, cette rade reçoit, répartis en une douzaine de points du littoral, la grande majorité des émissaires urbains de la ville de Saint-Pierre. Tous ces réseaux sont mixtes, transportant simultanément les eaux pluviales ainsi que les eaux usées de la ville qui sont rejetées directement à la mer.

Enfin, le Barachois, partie la plus abritée du port et composante de la petite rade, est également utilisé comme plan d'eau pour l'évolution des dériveurs et planches à voile de l'école de voile de Saint-Pierre.

2 Matériel et méthodes

2.1 Plan d'échantillonnage

L'objectif de l'étude était de fournir une image des masses d'eau de la rade dans le cadre d'une réflexion sur la compatibilité des activités actuelles dans la zone portuaire ainsi que sur des projets d'aménagement et d'extension du port, impliquant éventuellement un déplacement de la prise d'eau des entreprises de pêche.

Dans la petite rade, les stations d'observation ont été définies essentiellement dans le but de caractériser les masses d'eau en présence et de suivre la dilution des effluents urbains (Fig. 2). La position des stations dans la grande rade a été ajustée de façon à couvrir les zones sur lesquelles l'implantation d'une prise d'eau de mer était reconnue techniquement envisageable par la Direction de l'Équipement de Saint-Pierre ainsi que par les responsables de la société Interpêche.

Sur les stations 6 à 9, 11 et 12, 14 et 16, seules des mesures de courant (vitesse et direction) ont été effectuées. A chacune des autres stations, outre des mesures de courants, quelques paramètres physico-chimiques ainsi que la charge en particules en suspension (seston) étaient systématiquement évalués en complément à des analyses microbiologiques.

Les observations ont été conduites pendant un an, de juin 1988 à juin 1989, à raison de deux séries d'observations par mois pendant l'été et d'une série par mois pendant les autres mois. Les observations étaient généralement réalisées le matin, la couverture totale de la zone étant effectuée en 2 h 30 environ. Les opérations de terrain ont été effectuées à bord d'une embarcation mise à disposition du laboratoire par la Direction de l'Équipement de Saint-Pierre.

De plus, l'évolution du courant entre les musoirs des jetées du nord-est et du sud-est (stations 4 et 18) a été suivie heure par heure pendant un cycle complet de marée le 1er septembre 1989.

2.2 Protocole de prélèvement et d'analyse

Les protocoles adoptés pour les prélèvements et les analyses ont été définis selon les normes recommandées par la CEE et par la France pour les eaux destinées à la consommation humaine et à l'utilisation dans les entreprises agro-alimentaires.

2.2.1 Le courant

A chaque station, la vitesse et la direction du courant ont été mesurées à l'aide d'un courantomètre à main (modèle SENSORDATA SD-4A) à une profondeur de 3 mètres sous la surface.

Après recalcul, la vitesse est exprimée en noeuds et la direction en degrés par rapport au nord géographique.

2.2.2 Paramètres physico-chimiques

Les prélèvements ont été réalisés au seau plongé jusqu'à un mètre sous la surface de l'eau.

Les protocoles utilisés pour l'étude des paramètres physico-chimiques sont indiqués dans le tableau 2 (dans le texte).

Paramètre	Méthode	Expression des résultats
pH	électrométrie au laboratoire	1/10 d'unité pH
oxygène dissous	méthode de Winkler	ml/l
salinité	mesure densimétrique au laboratoire	o/oo
température	relevé in situ au thermomètre à renversement	1/10°C
transparence	disque de Secchi	mètre
tensio-actifs (mousses)	examen visuel de la surface de l'eau	présence/absence
huiles minérales	examen visuel de la surface de l'eau	présence/absence

Tabl. 2 - Méthode d'évaluation des paramètres physico-chimiques.

2.2.3 Le seston

Les prélèvements de seston ont été réalisés dans les mêmes conditions que ceux qui étaient destinés à l'évaluation des paramètres physico-chimiques.

Le seston total a été obtenu par filtration sur membrane (filtre Whatman GF/C de 0.45 micromètre de porosité). Les filtres étaient séchés à 60°C pendant 12 heures. Les résultats obtenus par différence de poids sont exprimés en mg/l.

Pour estimer la charge en seston organique, les filtres traités selon le protocole évoqué ci-dessus ont été passés au four à 400°C pendant une heure. Les résultats obtenus par différence de poids sont exprimés en mg/l.

2.2.4 Paramètres microbiologiques

Certains agents pathogènes portés par l'homme et les animaux à sang chaud et notamment les salmonelles et les virus, peuvent être déversés dans les réseaux d'égout et se retrouver dans le milieu marin. Leur nombre est souvent limité et leur mise en évidence difficile. Ces germes étant normalement rejetés par voie intestinale, la recherche de germes témoins de contamination fécale et de mise en évidence facile constitue un excellent indicateur de l'état du milieu.

Les coliformes fécaux, essentiellement représentés par la bactérie *Escherichia coli*, sont toujours présents dans les fèces et en concentration plus forte que les germes pathogènes auxquels ils peuvent être éventuellement associés. Leur identification et leur comptage s'effectue aisément en utilisant une méthode de dénombrement indirect par calcul statistique après répartition d'un inoculum et de ses dilutions dans un milieu de culture spécifique liquide. Le nombre le plus probable (N.P.P.) de coliformes présents dans l'échantillon analysé est donné à l'aide d'une table et suivant les résultats obtenus.

Pour la présente étude, seuls les coliformes totaux et les coliformes fécaux ont été recherchés. Les prélèvements ont été effectués in situ en flacon stérile au milieu de la colonne d'eau (environ 5 mètres sous la surface) et traités au laboratoire dans les quatre heures suivant le prélèvement.

- Les coliformes totaux

La numération des coliformes totaux a été réalisée par la méthode de dilution avec fermentation en substrats liquides. L'opération a été réalisée à trois niveaux de dilution et incubation à 37°C. Le dénombrement a été effectué selon la méthode N.P.P.

- Les coliformes fécaux ont été recherchés à partir des tubes ayant donné un résultat positif à la manipulation précédente, par repiquage sur milieu de confirmation et incubation à 44°C. Les dénombrements ont été effectués par la méthode N.P.P.

3 Résultats

3.1 Marées et courants

Le courant général au large de Saint-Pierre et Miquelon résulte principalement de la rencontre de la branche côtière du courant du Labrador qui s'écoule vers l'ouest au sud de Terre-Neuve et du Gulf Stream qui s'écoule en direction opposée. Ce courant résultant y subit de fortes variations saisonnières.

Ainsi, sa direction générale est vers l'ouest en été et vers le sud en hiver.

Les courants de marée ne deviennent sensibles qu'à proximité des côtes (Anon., 1979). Le marnage à Saint-Pierre varie de 1 à 2 mètres. Dans la zone portuaire de Saint-Pierre, les courants sont faibles et dépendent en partie du vent régnant. Ainsi, les instructions nautiques (Anon., 1979) signalent la présence de tourbillons à l'entrée du port par fort vent de sud-est.

Les différents relevés effectués au cours de la présente étude ont tous été réalisés par des vents inférieurs à 20 noeuds. Les courants estimés ne dépassaient généralement pas 0,2 noeuds et aucune vitesse supérieure à 1,3 noeuds n'a été enregistrée.

Le courant de marée dans le chenal limité par l'île de Saint-Pierre et l'île aux marins suit un mouvement général de la passe du nord-est à la passe du sud-est de la pleine mer à environ deux heures après la basse mer (courant de jusant). Il s'inverse pendant les quelques heures précédant la pleine mer (courant de flot).

En flot, le courant pénètre dans le port entre les musoirs de la passe du sud-est. La situation entre les musoirs de la passe du nord-est apparaît plus complexe, vraisemblablement variable suivant les conditions climatologiques du moment avec création de tourbillons. Un contre-courant a été identifié dans l'anse à Rodrigue pendant cette période.

En jusant, un courant sortant s'écoule entre les musoirs des jetées de la passe du sud-est. Bien que, comme au moment du flot, la situation y paraisse moins stable, les mouvements d'entrée d'eau dans l'enceinte portuaire se feraient plutôt par les musoirs de la passe du nord-est à ce moment de la marée. L'onde de courant pénétrant dans l'anse à Rodrigue se scinde en deux branches longeant respectivement la digue du nord-est vers l'est et le littoral vers le nord-est, créant un contre-courant quelquefois perceptible devant le quai en eau profonde.

La représentation des courants déduite de ces observations (Fig. 3 et 4) exprime des tendances générales en accord avec la modélisation de Péchon (1989) (Fig. 5).

3.2 Paramètres physico-chimiques

3.2.1 Température

La température moyenne de l'eau de l'océan Atlantique à la latitude de Saint-Pierre et Miquelon est d'environ 8°C (Sverdrup *et al.*, 1942). Dans les eaux le long de la façade est du continent nord-américain, le courant du Labrador entraîne un abaissement sensible de cette température. Ainsi, la température moyenne annuelle de l'eau de mer à Saint-Pierre se situe entre 4 et 6°C.

Comme la majorité des eaux situées du côté ouest des océans Atlantique et Pacifique dans l'hémisphère nord, les eaux baignant l'Archipel se trouvent dans une zone de grande amplitude de variations thermiques annuelles ($>14^{\circ}\text{C}$) (Schott, 1942 dans Ivanoff, 1972). La température y varie entre un maximum de 12 à 15°C au milieu de l'été et 0 à -1°C en hiver, avec des écarts aux moyennes mensuelles de l'ordre de 1 à 2°C (Fig. 6).

A partir de relevés effectués dans la rade de Saint-Pierre en août-septembre 1988, Mancel et Delannoy (1989) notent que, sur point fixe, la température de l'eau peut subir des variations de l'ordre de 7°C en quelques heures et que ces fluctuations s'effectuent généralement au rythme des marées. Aucune variation de ce type n'a pu être déduite de nos observations. En effet, pour chaque série d'observations, les écarts entre les différentes stations sont généralement très faibles (moins de 1°C) (Tabl. 3). On note toutefois deux cas où, sur la station 1 la température a été supérieure de 1 à 2°C à la moyenne (le 26 juillet 1988 et le 6 avril 1989) et un cas à la station 2 où la température était inférieure à la moyenne (le 13 décembre 1988). L'allure générale de la courbe moyenne des températures de l'eau à Saint-Pierre de juin 1988 à juin 1989 est présentée sur la figure 7.

3.2.2 Salinité

La salinité des eaux océaniques de surface est fonction essentiellement des phénomènes d'évaporation et de précipitation qui concentrent ou au contraire diluent les eaux de surface et des phénomènes de mélange entre les eaux superficielles et les eaux sous-jacentes. De plus, la fonte et la formation des glaces peuvent jouer un rôle important.

Ainsi, alors que la salinité moyenne est supérieure à 35 o/oo au milieu de l'océan Atlantique à la latitude de Saint-Pierre, elle peut être inférieure à 32 o/oo dans les régions proches de l'Archipel (Lellan, 1968 dans Ivanoff, 1972).

Dans la zone portuaire de Saint-Pierre, la salinité moyenne a varié de 32 à 35 % suivant les séries d'observation réalisées dans le cadre de la présente étude (Fig. 8). La valeur moyenne particulièrement basse enregistrée le 26 juillet 1988 est due en grande partie à la très faible salinité mesurée sur la station 1 ($25,9$ o/oo) (Tabl. 4). Il apparaît en outre que la salinité varie suivant la localisation des stations, cette dernière tendant à augmenter du fond du Barachois vers le large.

3.2.3 pH

Le pH des eaux de mer de surface varie généralement entre 8 et $8,3$. Il peut être légèrement inférieur dans certaines eaux côtières. Dans le port de Saint-Pierre, le pH se situe généralement entre $7,6$ et 8 à toutes les stations. Une exception apparaît cependant à la station 1 (le 26 juillet 1988 et le 2 mars 1989), le pH descendant alors à la valeur de $7,2-7,3$ (Tabl. 5).

3.2.4 Oxygène dissous

Dans les eaux de mer superficielles, il y a généralement saturation et la quantité d'oxygène dissous dépend essentiellement de la température. Ainsi, elle varie entre 8 ml/l environ aux hautes latitudes et 4,5 ml/l au voisinage de l'équateur. Par ailleurs, les eaux de surface peuvent être sursaturées en oxygène par suite de la photosynthèse et de l'agitation de l'eau.

Les mesures d'oxygène dissous n'ont pu être commencées qu'à partir du 15 septembre 1988. La teneur en oxygène dissous est relativement faible en été (aux environs de 5 ml/l). Elle se stabilise pendant les autres saisons aux environs de 8 à 9 ml/l (Fig. 9). De plus, les stations sur lesquelles la teneur moyenne en oxygène dissous est la plus élevée sont celles qui sont le plus exposées aux houles du large (Tabl. 6).

3.2.5 Transparence de l'eau

Les eaux de la zone portuaire de Saint-Pierre sont toujours assez claires. La visibilité du disque de Secchi étant généralement supérieure à la distance au fond, peu de variation sur ce paramètre ont été enregistrées (Tabl. 7).

3.2.6 Huiles minérales et mousses

Les observations de la surface de l'eau n'ont permis de déceler qu'en une seule occasion la présence de mousse (le 29 juin 1988 à la station 4). En revanche, des irisations de la surface de l'eau dues à des huiles minérales ont été détectées fréquemment, particulièrement dans la petite rade (Tabl. 8).

3.3 Le seston

On appelle seston l'ensemble des particules de dimension généralement inférieure à une centaine de microns et dénuées de mobilité propre suffisante pour lutter contre les courants. Le seston est composé essentiellement de particules vivantes telles que des bactéries et du phytoplancton, de détritiques de petite taille et de particules minérales de dimension telle que leur vitesse de sédimentation est très lente.

Dans les eaux du large, la teneur en seston varie de quelques dizaines à quelques centaines de microgrammes par litre. Dans les zones côtières, la teneur en seston est très variable. Elle est liée essentiellement à l'activité photosynthétique et biologique, aux apports terrigènes ainsi qu'à l'activité humaine.

3.3.1 Seston total

L'évolution du seston total observée dans le port de Saint-Pierre en 1988-1989 peut être décomposée en trois périodes (Fig. 10). D'un niveau relativement élevé en début d'été 1988, la teneur en particules a diminué jusqu'à une valeur proche de zéro au milieu du mois de septembre 1988. La reprise de production sestonique en automne était le plus souvent localisée sur un petit nombre de stations généralement différentes selon les séries d'observation (Tabl. 9). Enfin, la charge en seston est restée très faible de février à juin 1989.

3.3.2 Seston organique

L'évolution du seston organique au fil de la période suit une courbe proche de celle qui a été identifiée pour le seston total (Fig. 11). Comme cela a déjà été identifié pour d'autres paramètres, les valeurs relativement élevées du 26 juillet 1988 et du 6 avril 1989 sont accusées par les valeurs atypiques observées sur la station 1 (Tabl. 10). Si pour cette station, la teneur moyenne en seston organique apparaît légèrement supérieure à la moyenne générale, toutes les autres stations sont globalement assez homogènes face à ce paramètre.

3.4 Microbiologie

Le milieu marin peut comporter une population microbienne accidentelle polluante dont la principale source est constituée par des rejets d'eaux usées résultant de l'activité humaine. L'étendue de la zone polluée par de tels rejets dépend de la quantité et de la qualité des effluents ainsi que de la capacité de dilution et de dispersion des eaux réceptrices. Il faut aussi tenir compte du temps de survie des micro-organismes dans le milieu marin.

La charge bactérienne dans la rade de Saint-Pierre subit de fortes variations suivant les saisons (Fig. 12 et 13). Dans le Barachois où la présence de germes coliformes a été observée toute l'année, les concentrations les plus élevées ont été relevées en été et en automne (Tabl. 11 et 12).

La teneur en coliformes décroît progressivement du fond du Barachois vers la grande rade. Dans la grande rade, la contamination est généralement plus élevée dans la direction de la passe du sud-est que dans celle de la passe du nord-est. C'est dans cette dernière passe, le long du littoral de l'île aux Marins que les valeurs les plus faibles ont été observées. Ainsi, aucune présence de coliformes fécaux n'a été détectée sur la station 10.

Sur la station 5 qui correspond à la prise d'eau de la principale entreprise de pêche, la contamination bactérienne est fréquente mais elle se maintient généralement à un niveau assez faible.

4 Discussion

Les études de courants réalisées dans la rade de Saint-Pierre au cours des récentes années permettent de dégager plusieurs grands phénomènes concernant les masses d'eau en présence. Dans la petite rade, et en particulier dans le Barachois, les courants sont très faibles et le renouvellement des eaux y est peu important. Ce résultat est confirmé par les résultats des différentes analyses réalisées dans le cadre de la présente étude.

Ainsi, cette zone du Barachois apparaît particulièrement sensible aux apports terrigènes. Les eaux de pluie, mais surtout les eaux de ruissellement ont à Saint-Pierre un pH assez faible (voisin de 6 pour les eaux de ruissellement). La présente étude a montré que l'arrivée massive de ces eaux pendant les épisodes pluvieux peut modifier sensiblement les caractéristiques physico-chimiques de l'eau au fond du Barachois. De plus, la présence de germes bactériens est constante dans ce secteur et la charge bactérienne de l'eau diminue du fond du port vers les passes.

Dès la sortie des jetées, la charge microbienne de l'eau subit une forte réduction. Toutefois, conséquence d'un flux résultant de courant portant vers le sud-est, des concentrations bactériennes encore relativement élevées peuvent être observées dans le secteur de l'anse à Bertrand.

Le courant de flot longeant les digues du port s'oriente en direction du quai en eau profonde et crée un vaste tourbillon au milieu du chenal avant de s'éloigner vers le large. Cette phase de la marée conduit donc le flux de contamination par les eaux du port essentiellement vers la rive droite du chenal, protégeant ainsi le littoral de l'île aux Marins.

Conclusion

Outre les épisodes pluvieux qui peuvent modifier les caractéristiques de l'eau dans les zones les plus confinées du port, la charge bactérienne générée par les rejets des eaux usées de la ville de Saint-Pierre constitue l'élément majeur de variation de qualité des eaux dans la rade de Saint-Pierre.

Considérant la situation actuelle de ces rejets et en référence à la notion de qualité des eaux, les conclusions suivantes peuvent être dégagées de la présente étude.

Bien que les eaux qui y sont pompées ne correspondent pas aux normes de qualité requises pour des eaux utilisées dans les entreprises alimentaires (Décret n° 89-3 du 3 janvier 1989), la prise d'eau actuelle des entreprises de pêche apparaît placée au meilleur endroit disponible à proximité immédiate des ouvrages portuaires.

Dans le cas d'un déplacement éventuel de cette prise, la meilleure zone d'implantation définie en référence à la qualité bactériologique de l'eau se situe dans la passe du nord-est, du côté de l'île aux Marins, dans le nord-est de la bouée au Flétan (station 10).

En revanche, la zone littorale à proximité du quai en eau profonde apparaît peu propice à l'implantation d'une prise d'eau de mer destinée à la consommation humaine. En effet, outre le fait de contenir la principale zone de manipulation et de stockage des hydrocarbures de l'Archipel, ce secteur se situe directement sur la trajectoire des veines de courant susceptibles de véhiculer les plus grandes charges bactériennes en période de flot.

Il est toutefois évident qu'une réflexion sur les problèmes de qualité de l'eau de mer utilisée par les entreprises de pêche devrait inclure des scénarios impliquant un traitement de cette eau. Dans un tel cas de figure, l'ensemble des contraintes d'investissement et d'exploitation liées au positionnement de cette prise d'eau devraient être réévaluées.

La charge bactérienne relevée dans le fond du Barachois atteint un niveau très élevé, particulièrement en été, en référence aux normes conseillées par les textes réglementaires concernant les eaux de baignade (Directive du Conseil des Communautés Européennes du 8 décembre 1975 concernant les eaux de baignade). Ce point mériterait une attention particulière compte-tenu de la localisation de l'école de voile de Saint-Pierre.

La qualité bactériologique d'une partie des eaux de la rade de Saint-Pierre pourrait également inciter à porter une attention particulière aux conditions d'exercice de la pêche à pied et de réimmersion dans ce secteur d'animaux marins destinés à la consommation. En effet, des analyses effectuées au cours des récentes années par l'IFREMER sur des invertébrés (moule, oursin) pêchés dans la rade ont montré que la qualité de ces animaux n'était pas toujours conforme aux normes sanitaires en vigueur.

La présence occasionnelle de traces d'hydrocarbures dans la zone portuaire rappelle la nécessité d'une vigilance constante lors des manipulations des huiles minérales tant à bord des bateaux qu'à terre.

Enfin, le tableau présenté ci-dessus est largement déterminé par l'existence de rejets des eaux usées de la ville (domestiques et industrielles) directement dans la zone la plus confinée mais aussi la plus active de la rade. Tous les points évoqués justifieraient d'une nouvelle approche dans le cadre d'une réflexion plus générale sur l'utilisation des eaux de la zone portuaire, incluant particulièrement une réorganisation de l'évacuation de ces eaux usées.

Références bibliographiques

- Anon., 1979.- Instructions nautiques : Terre-Neuve, Labrador et baie d'Hudson, détroit de Davis - EPSHOM, Brest.
- Anon., 1983.- Instructions nautiques : Terre-Neuve - MPO, Ottawa.
- IVANOFF I., 1972.- Introduction à l'océanographie, propriétés physiques et chimiques de l'eau de mer - Vuibert, Tome 1 : 208 p.
- MANCEL Y. et DELANNOY B., 1989.- Mesure des courants dans la rade du port de Saint-Pierre (Archipel de Saint-Pierre et Miquelon) - Note technique EDF HE-45/88.14 (accessibilité restreinte) : 90 p.
- PECHON Ph., 1989.- Impact de l'extension du port de Saint-Pierre sur les courants - Note technique EDF HE-42/89.04 (accessibilité restreinte) : 30 p.
- SVERDRUP H.U., JOHNSON M.W. et FLEMING R.H., 1942.- The oceans, their physics, chemistry and general biology - Prentice-hall, Inc. :1087 p.

Station	1	2	3	4	5	10	13	15	17	18	moyenne
Date											
-mm/jj/aa	-----										
6/29/88											
7/19/88	9.4	8.5	8.2	8.4	8.3	8.7	9.0	8.7	8.9	9.0	8.7
7/26/88	12.0	10.5	9.9	9.8	10.1	9.5	9.8	9.9	10.0	10.0	10.2
8/16/88	13.8	13.7	14.1	14.4	14.2	14.4	13.5	13.6	14.2	13.7	14.0
9/15/88	11.1	10.9	11.2	11.6	11.8	11.2	11.3	11.1	11.4	11.3	11.3
9/20/88	11.3	11.2	11.0	11.2	10.4	10.8	11.1	11.6	11.6	11.3	11.2
10/18/88	7.4	7.1	7.0	7.1	7.2	7.2	7.1	7.6	7.1	7.1	7.2
11/ 9/88	7.8	8.0	7.8	7.9	7.8	8.2	8.3	8.2	8.2	8.1	8.0
12/13/88	.9	.3	1.8	2.0	2.1	2.2	2.7	2.6	2.6	2.7	2.0
1/24/89	-.8	-.8	-.3	-.2	-.2	-.2	.0	-.1	-.1	-.2	-.3
3/ 2/89	-.8	-.8	-.8	-.8	-.8	-.8	-.9	-.9	-.9	-.9	-.8
4/ 6/89	.8	-.3	-.5	-.5	-.6	-.5	-.5	-.5	-.5	-.5	-.4
4/28/89	1.5	1.6	1.1	1.2	.6	.6	.8	.8	.8	.7	1.0
5/30/89	4.1	3.1	3.0	3.1	3.1	3.2	3.6	3.1	3.1	3.5	3.3
6/14/89	6.0	5.6	4.8	4.8	5.3	5.2	5.4	5.2	5.4	5.1	5.3

Tabl. 3 - Température (en °C) de l'eau dans la rade de Saint-Pierre (juin 1988-juin 1989).

Station	1	2	3	4	5	10	13	15	17	18	moyenne
Date											
-mm/jj/aa	-----										
6/29/88	32.5	32.5	32.5	32.5	33.8	33.8	32.5	32.5	32.5	32.5	32.7
7/19/88	33.8	33.8	32.5	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.7
7/26/88	25.9	32.5	32.5	33.8	33.8	32.5	32.5	32.5	32.5	32.5	32.1
8/16/88	33.8	35.1	35.1	35.1	35.1	35.1	33.8	33.8		33.8	34.5
9/15/88	32.5	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.7
9/20/88	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8
10/18/88	35.1	35.1	35.1	33.8	33.8	32.5	32.5	33.8	33.8	33.8	33.9
11/ 9/88	33.8	33.1	35.1	35.1	34.4	35.1	35.1	35.1	34.4	35.1	34.6
12/13/88	32.5	32.5	32.5	32.5	33.1	33.1	33.1	33.1	32.5	33.8	32.9
1/24/89	33.8	33.2	33.8	33.8	33.8	34.5	34.5	33.8	33.8	33.8	33.9
3/ 2/89	32.5	32.5	33.8	33.8	33.8	35.1	35.1	34.4	34.4	34.4	34.0
4/ 6/89	31.2	32.5	33.8	33.8	33.8	35.1	35.1	35.1	34.5	34.5	33.9
4/28/89	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	35.1	33.9
5/30/89	33.8	35.1	35.1	35.1	35.1	35.1	35.1	35.1	35.1	35.1	35.0
6/14/89	33.8	34.4	34.4	35.1	34.4	35.1	35.1	35.1	35.1	35.1	34.8

Tabl. 4 - Salinité (en o/oo) de l'eau dans la rade de Saint-Pierre (juin 1988-juin 1989).

Station	1	2	3	4	5	10	13	15	17	18	moyenne
Date											
-mm/jj/aa	-----										
6/29/88	7.8	7.8	7.7	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
7/19/88	7.7	7.7	7.6	7.7	7.7	7.6	7.7	7.6	7.7	7.6	7.7
7/26/88	7.2	7.4	7.5	7.6	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.6	7.6
8/16/88	7.6	7.9	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0		8.0	7.9
9/15/88	7.8	7.8	7.8	7.8	7.9	7.8	7.9	7.8	7.8	7.9	7.8
9/20/88	7.7	7.7	7.8	7.8	7.7	7.8	7.8	7.8	7.8	7.7	7.8
10/18/88	7.7	7.8	7.8	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.8	7.9	7.8
11/ 9/88	7.5	7.6	7.7	7.5	7.6	7.5	7.6	7.7	7.6	7.7	7.6
12/13/88	7.7	7.6	7.6	7.7	7.6	7.6	7.7	7.7	7.7	7.6	7.7
1/24/89	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.8	7.7	7.7	7.8	7.8	7.7
3/ 2/89	7.3	7.6	7.5	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.6	7.6
4/ 6/89	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
4/28/89	7.9	8.0	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9
5/30/89	7.9	7.9	7.8	7.8	7.8		7.9	7.9	7.9	7.9	7.9
6/14/89	7.9	7.9	7.8	7.9	7.9		7.9	7.9	7.9	7.9	7.9
moyenne	7.7	7.7	7.7	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8

Tabl. 5 - pH de l'eau dans la rade de Saint-Pierre (juin 1988-juin 1989).

Station	1	2	3	4	5	10	13	15	17	18	moyenne
Date											
-mm/jj/aa	-----										
6/29/88											
7/19/88											
7/26/88											
8/16/88											
9/15/88	3.6	3.5	4.6	4.9	4.9	4.9	4.9	6.0	4.9	5.1	4.7
9/20/88	3.0	4.5	4.4	4.6	4.5	4.8		4.7	4.9	4.7	4.4
10/18/88	6.4	6.9	7.0	6.7	7.2	7.1	6.9	7.2	7.0	7.1	6.9
11/ 9/88	6.8	6.6	9.8	7.1	7.1	6.9	7.2	7.8	8.2	7.0	7.5
12/13/88	9.1	9.0	8.4	7.3	8.6	8.3	8.4	10.4	9.1	8.5	8.7
1/24/89	9.0	9.5	8.9	8.2	9.0	9.4	10.2	9.9	10.4	9.4	9.4
3/ 2/89	7.8	7.6	6.2	5.9	8.1	8.5	8.8	9.1	9.1	7.5	7.9
4/ 6/89	9.5	9.2	9.5	9.4	9.3	9.2	8.9	9.1	10.2	8.8	9.3
4/28/89	9.4	9.0	7.7	8.7	9.1	9.0	11.6	8.4	8.8	9.5	9.1
5/30/89	8.6	8.4	8.5	8.4	8.1	8.3	8.3	8.4	8.3	8.4	8.4
6/14/89	9.7	8.8		8.5	9.8	9.5	9.9	9.3	9.2		9.3
moyenne	7.5	7.5	7.5	7.2	7.8	7.8	8.5	8.2	8.2	7.6	

Tabl. 6 - Teneur en oxygène dissous (en ml/l) de l'eau dans la rade de Saint-Pierre (juin 1988-juin 1989).

Station	1	2	3	4	5	10	13	15	17	18
Date										
-mm/jj/an-	-----									
6/29/88	>2	>7	>7.5	>9	>10	10.5	>7	>6.5	>10	8
7/19/88	>2	>7	>7.5	9	8	>9	>7	>6.5	9	>6.5
7/26/88	>2	4.5	>7.5	9	>9.5	>9	>7	6.5	9	>6.5
8/16/88	>2	6.5	>7.5	8	>7.5	>9	>7	>6.5	7.5	7
9/15/88	>2	>7	>7.5	>9	>9.5	9.5	>7	>6.5	>10	>6.5
9/20/88	>2	>7	>7.5	>9	>9.5	>9	>7	>6.5	>10	>6.5
10/18/88	>2	>5.5	>6.5	8	>8.5	>9	>7	>6.5	8	>6.5
11/ 9/88	>2	>7	>6.5	>9	>8.5	>9	>7	>6.5	>10	>6.5
12/13/88	>2	>7	>6.5	>9	>8.5	>9	>7	>6.5	>10	>6.5
1/24/89	>2	>7	>6.5	8	>8.5	>9	>7	>6.5	>10	>6.5
3/ 2/89	>2	>7	>6.5	>9	>8.5	>9	>7	>6.5	>10	>6.5
4/ 6/89	>2	>7	>6.5	>9	>8.5	>9	>7	>6.5	>10	>6.5
4/28/89	>2	>7	7	7	6	>9	>7	>6.5	>10	>6.5
5/30/89	>2	>7	>6.5	>9	>8.5	>9	>7	>6.5	>10	>6.5
6/14/89	>2	7	>6.5	>9	>8.5	>9	>7	>6.5	>10	>6.5

Tabl. 7 - Transparence (en mètres) de l'eau dans la rade de Saint-Pierre (juin 1988-juin 1989).

Station	1	2	3	4	5	10	13	15	17	18
Date										
-mm/jj/an-	-----									
6.29/88	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-
7/19/88	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-
7/26/88	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
8/16/88	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-
9/15/88	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/20/88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/18/88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/ 9/88	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-
12/13/88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/24/89	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-
3/ 2/89	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
4/ 6/89	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+
4/28/89	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
5/30/89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/14/89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabl. 8 - Irisations en surface (+ : présence ; - : absence) de l'eau dans la rade de Saint-Pierre (juin 1988-juin 1989).

Station Date -mm/jj/aa	1	2	3	4	5	10	13	15	17	18	moyenne
6/29/88	26.2	27.0	26.4	26.7	26.6	26.6	27.4	27.0	26.0	27.6	26.8
7/19/88	25.5	25.7	26.2	27.8	24.3	25.3	25.4	25.0	3.5	26.2	23.5
7/26/88	16.2	10.3	8.5	5.8	23.8	25.3	28.3	4.8	28.2	11.8	16.3
8/16/88	5.7	6.6	24.4	26.8	3.2	2.9	2.7	9.3		5.2	9.6
9/15/88	1.5	1.6	1.6	.6	1.2	1.0	1.6	1.5	1.2	1.1	1.3
9/20/88	4.7	3.9	1.3	1.4	4.2	3.4	3.0	2.2	2.1	2.1	2.8
10/18/88	4.3	15.3	7.4	2.0	6.7	2.4	7.4	5.7	4.7	9.0	6.5
11/ 9/88	3.5	15.3	5.8	10.8	7.4	9.4	7.4	7.5	9.5	14.5	9.1
12/13/88	11.2	6.3	5.2	10.0	8.8	24.1	13.1	7.3	6.3	5.3	9.8
1/24/89	9.5	4.8	7.1	7.2	12.5	9.7	12.2	8.1	6.0	11.9	8.9
3/ 2/89	4.5	3.0	4.2	3.9	3.3	3.6	5.7	4.5	5.2	4.4	4.2
4/ 6/89	9.2	4.7	3.5	4.6	3.1	5.0	4.8	3.6	3.6	4.3	4.6
4/28/89	3.4	2.6	2.9	2.4	2.3	3.2	1.7	2.5	4.5	4.2	3.0
5/30/89	3.9	2.4	2.3	3.2	3.7	2.6	5.5	3.9	2.9	4.9	3.5
6/14/89	3.6	2.6	3.0	2.5	2.7	5.6	2.0	2.7	2.4	4.1	3.1
moyenne	8.9	8.8	8.7	9.0	8.9	10.0	9.9	7.7	7.6	9.1	

Tabl. 9 - Teneur en seston total (en mg/l) de l'eau dans la rade de Saint-Pierre (juin 1988-juin 1989).

Station Date -mm/jj/aa	1	2	3	4	5	10	13	15	17	18	moyenne
6/29/88	4.9	6.0	6.1	5.8	6.3	6.8	7.0	7.1	6.7	7.0	6.4
7/19/88	6.2	7.1	7.6	7.3	6.1	6.3	6.5	7.0	1.2	7.4	6.3
7/26/88	11.3	6.6	5.3	3.0	7.1	9.1	9.2	3.1	8.6	6.4	7.0
8/16/88	4.9	4.0	7.8	7.9	3.0	2.4	2.0	4.2		2.0	4.2
9/15/88	.9	1.3	1.0	.5	1.0	.8	1.2	1.2	.9	1.0	1.0
9/20/88	2.5	2.1	1.2	1.3	2.4	2.1	2.4	2.2	1.7	1.8	2.0
10/18/88	2.0	3.8	2.3	1.3	2.3	1.7	2.7	2.3	1.7	3.0	2.3
11/ 9/88	.5	3.1	2.1	2.7	1.6	2.6	2.1	1.7	2.9	3.0	2.2
12/13/88	1.7	1.5	3.2	1.9	2.4	4.6	2.9	3.0	3.2	3.5	2.8
1/24/89	1.8	.9	.9	1.4	2.4	1.8	1.9	2.6	.8	2.1	1.7
3/ 2/89	1.5	.9	1.3	2.2	1.1	1.2	2.3	1.6	1.4	1.5	1.5
4/ 6/89	7.4	2.9	2.4	2.2	2.5	3.1	2.9	3.0	2.4	2.5	3.1
4/28/89	.8	.3	.6	.7	.7	.6	.5	.6	1.4	1.1	.7
5/30/89	.7	.7	.6	1.4	.9	.8	1.7	1.2	1.1	1.3	1.0
6/14/89	1.1	.7	.8	.7	.6	1.7	.6	.5	.2	1.2	.8
moyenne	3.2	2.8	2.9	2.7	2.7	3.0	3.1	2.8	2.4	3.0	

Tabl. 10 - Teneur en seston organique (en mg/l) de l'eau dans la rade de Saint-Pierre (juin 1988-juin 1989).

Station	1	2	3	4	5	10	13	15	17	18	moyenne
Date											
-mm/jj/aa	-----										
6/29/88	> 4800	480	46	186	30	0	0	46	150	920	> 666
7/19/88	> 4800	480	480	2200	186	0	0	186	18	186	> 854
7/26/88	> 4800	2200	920	40	0	0	0	920	186	920	> 999
8/16/88	> 4800	920	150	46	7	0	46	46	0	14	> 603
9/15/88	300	300	186	0	0	0	0	14	0	7	81
9/20/88	2200	186	186	920	0	0	7	30	0	7	354
10/18/88	> 4800	480	920	46	0	0	0	86	186	42	> 656
11/ 9/88	920	2200	186	186	86	7	0	7	42	18	365
12/13/88	480	920	86	300	42	0	0	0	15	0	184
1/24/89	2200	920	18	86	7	0	0	7	0	0	324
3/ 2/89	150	30	86	0	0	0	7	7	7	480	77
4/ 6/89	920	46	30	46	0	7	0	0	7	0	106
4/28/89	86	186	42	7	7	0	18	7	46	42	44
5/30/89	46	186	86	86	7	0	0	7	186	186	79
6/14/89	2200	300	46	18	0	0	18	7	7	18	261
moyenne	> 2233	656	231	278	25	1	6	91	57	189	

Tabl. 11 - Concentration en coliformes totaux (en nb/100 ml) de l'eau dans la rade de Saint-Pierre (juin 1988-juin 1989).

Station	1	2	3	4	5	10	13	15	17	18	moyenne
Date											
-mm/jj/aa	-----										
6/29/88	920	86	18	46	7	0	0	46	28	300	145
7/19/88	2200	86	86	480	0	0	0	42	0	18	291
7/26/88	> 4800	300	86	7	0	0	0	14	46	86	> 534
8/16/88	2200	150	28	18	0	0	7	7	0	6	242
9/15/88	186	86	30	0	0	0	0	0	0	7	31
9/20/88	2200	14	86	300	0	0	0	18	0	0	262
10/18/88	> 4800	42	86	7	0	0	0	18	46	7	> 501
11/ 9/88	920	300	86	22	30	0	0	7	42	18	143
12/13/88	30	186	86	18	15	0	0	0	7	0	34
1/24/89	86	480	0	86	7	0	0	7	0	0	67
3/ 2/89	22	15	0	0	0	0	0	0	0	30	7
4/ 6/89	15	7	0	18	0	0	0	0	0	0	4
4/28/89	0	7	6	7	0	0	0	0	0	6	3
5/30/89	7	18	18	7	0	0	0	0	7	7	6
6/14/89	150	46	18	0	0	0	18	0	7	0	24
moyenne	> 1236	122	42	68	4	0	2	11	12	32	

Tabl. 12 - Concentration en coliformes fécaux (en nb/100 ml) de l'eau dans la rade de Saint-Pierre (juin 1988-juin 1989).

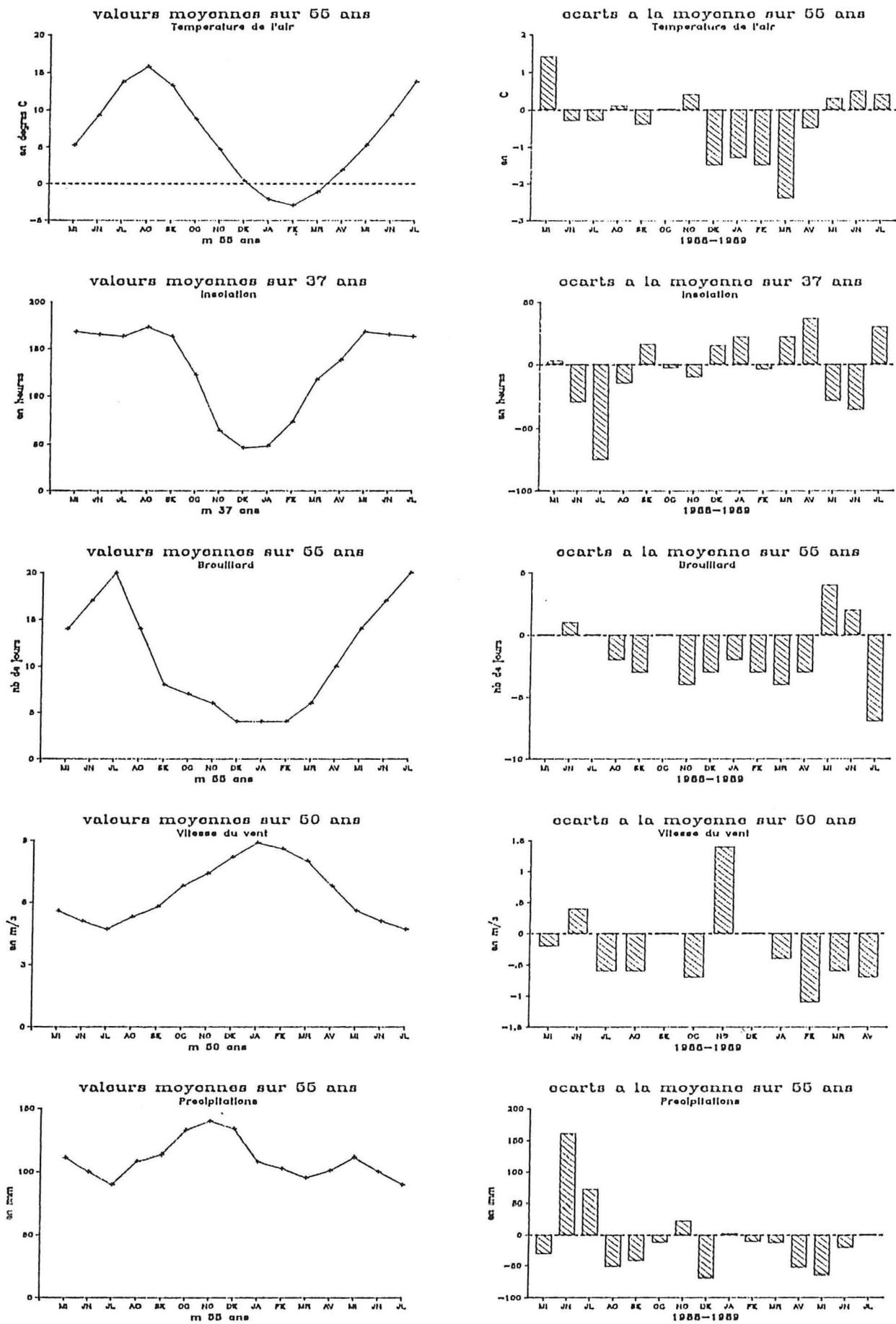
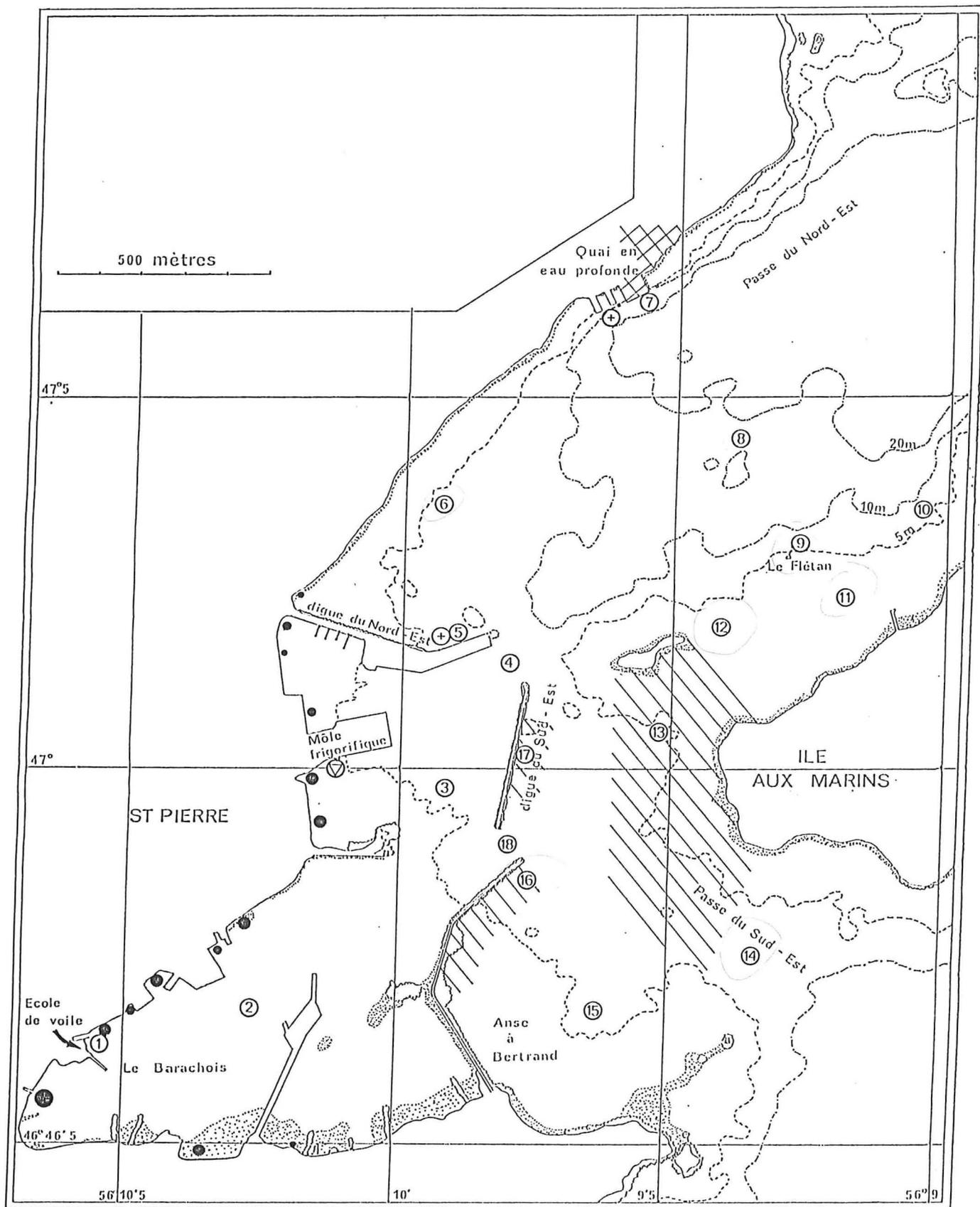


Fig. 1 - Données météorologiques (d'après relevés de la Météorologie Nationale).



- | | | | |
|---|------------------------------------|-----|--|
| ⊕ | Prise d'eau entreprises de pêche | ⊖ | Rejets d'eau entreprises de pêche |
| ⑤ | Station de prélèvements et mesures | /// | Zone potentielle pour prise d'eau entreprises de pêche |
| ● | Rejets urbains | ⊗ | Hydrocarbures (déchargement-stockage) |

Fig. 2 - Carte de situation

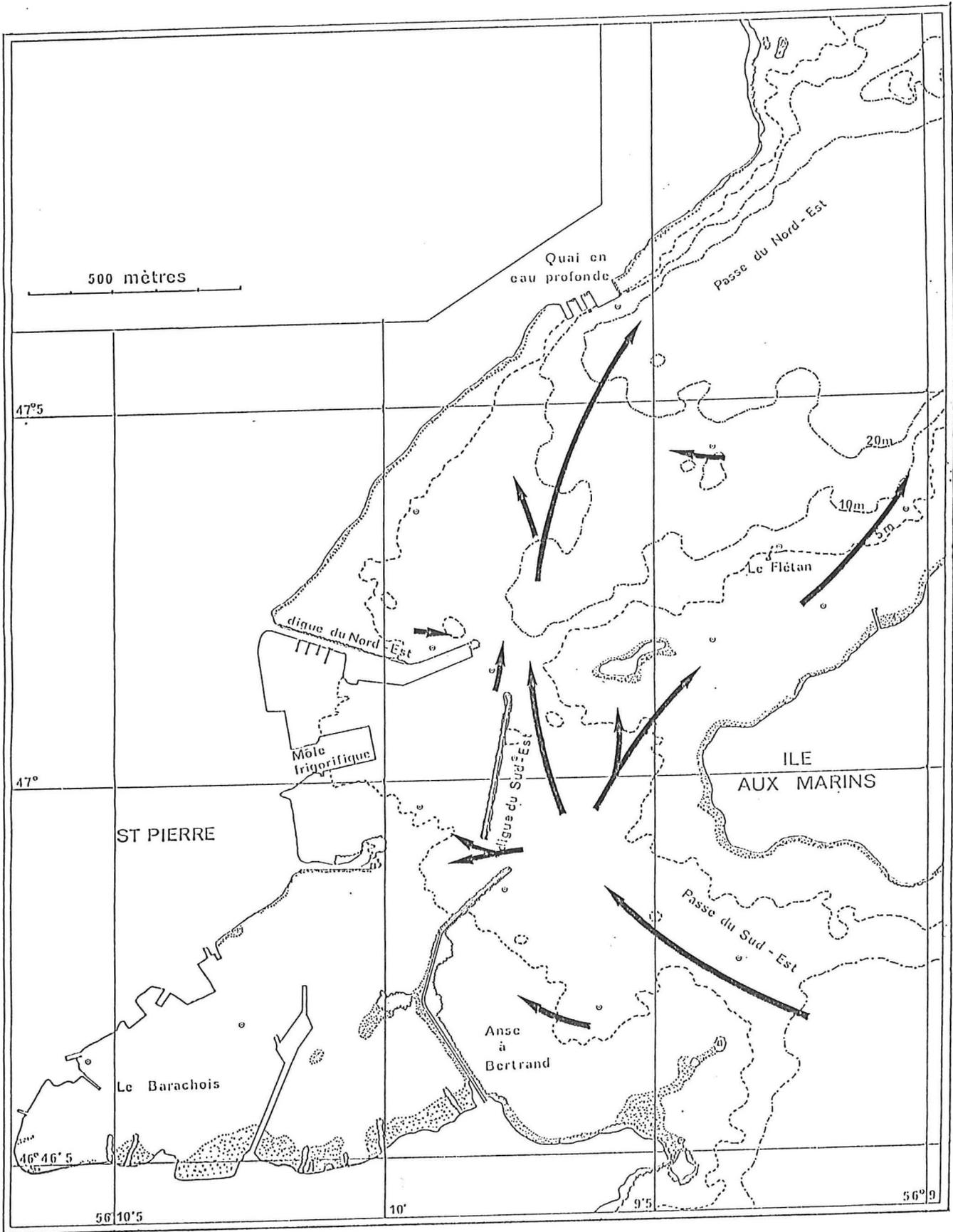


Fig. 3 - Trajectoires du courant de flot.

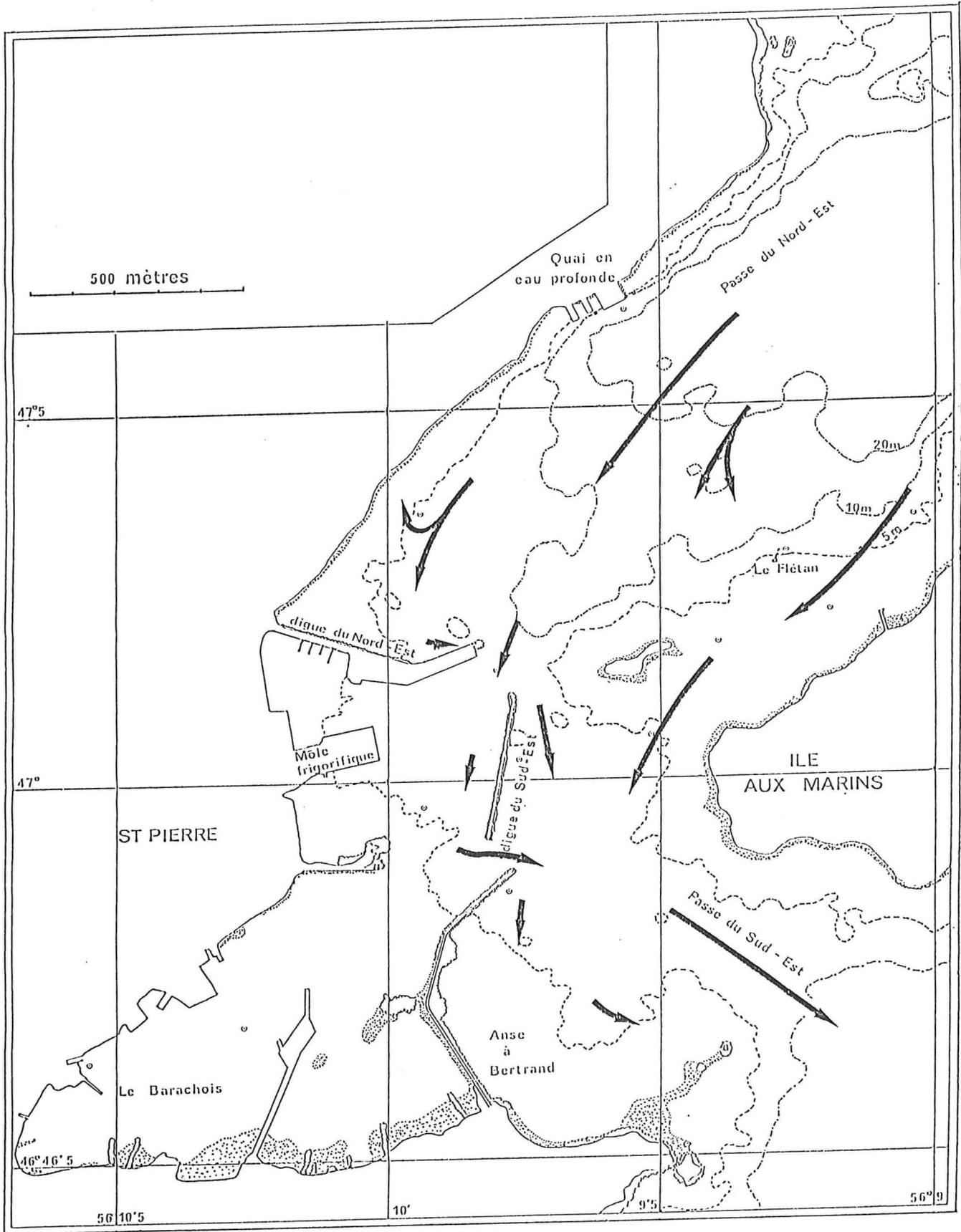


Fig. 4 - Trajectoires du courant de jusant.

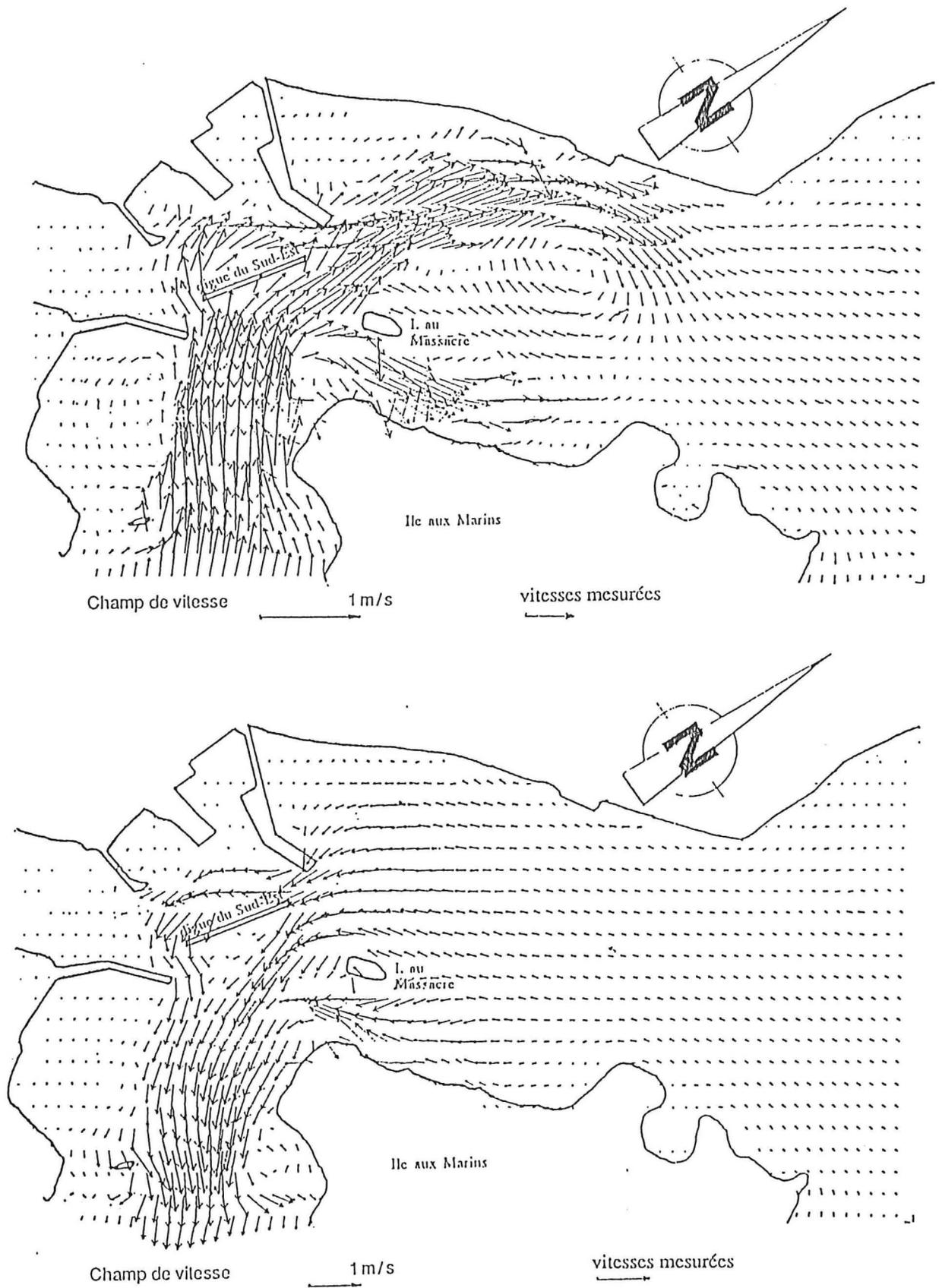


Fig. 5 - Courant au maximum de flot (en haut) et de jusant (en bas) (d'après Péchon, 1989).

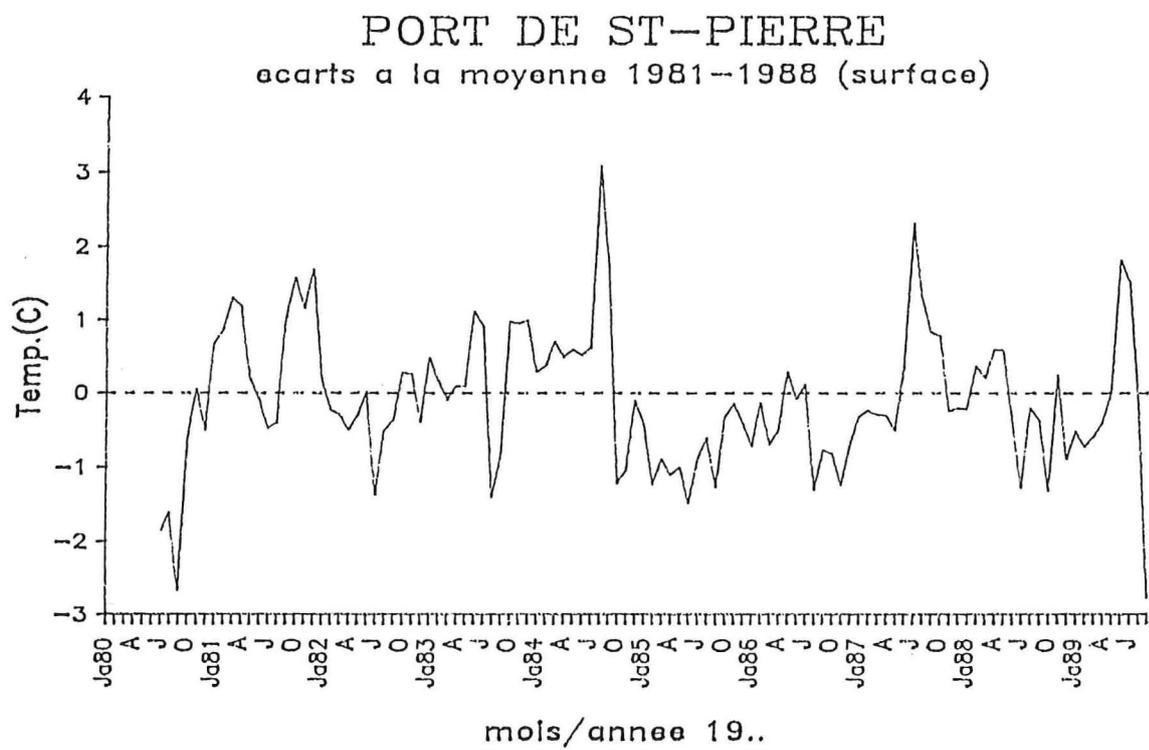


Fig. 6 - Ecart aux moyennes mensuelles 1981-1988 des températures de surface au quai en eau profonde de Saint-Pierre de juillet 1980 à septembre 1989.

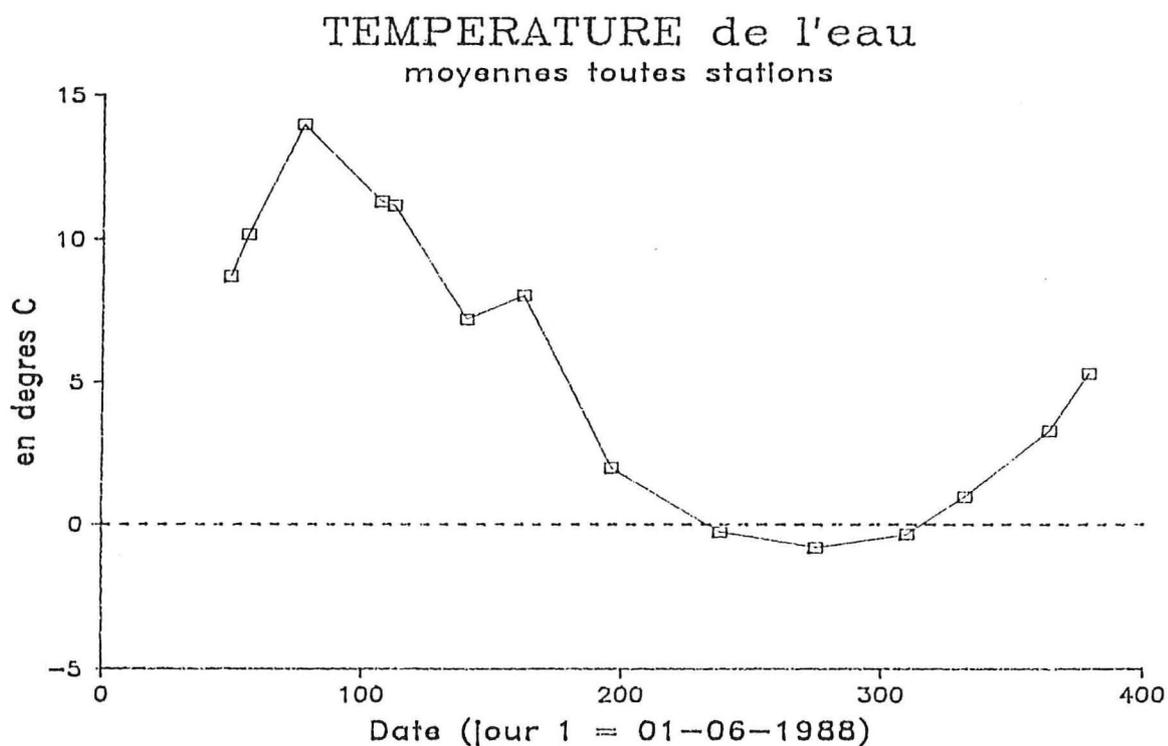


Fig. 7 - Evolution de la température de l'eau dans la rade de Saint-Pierre (moyenne des stations échantillonnées, juin 1988 à juin 1989).

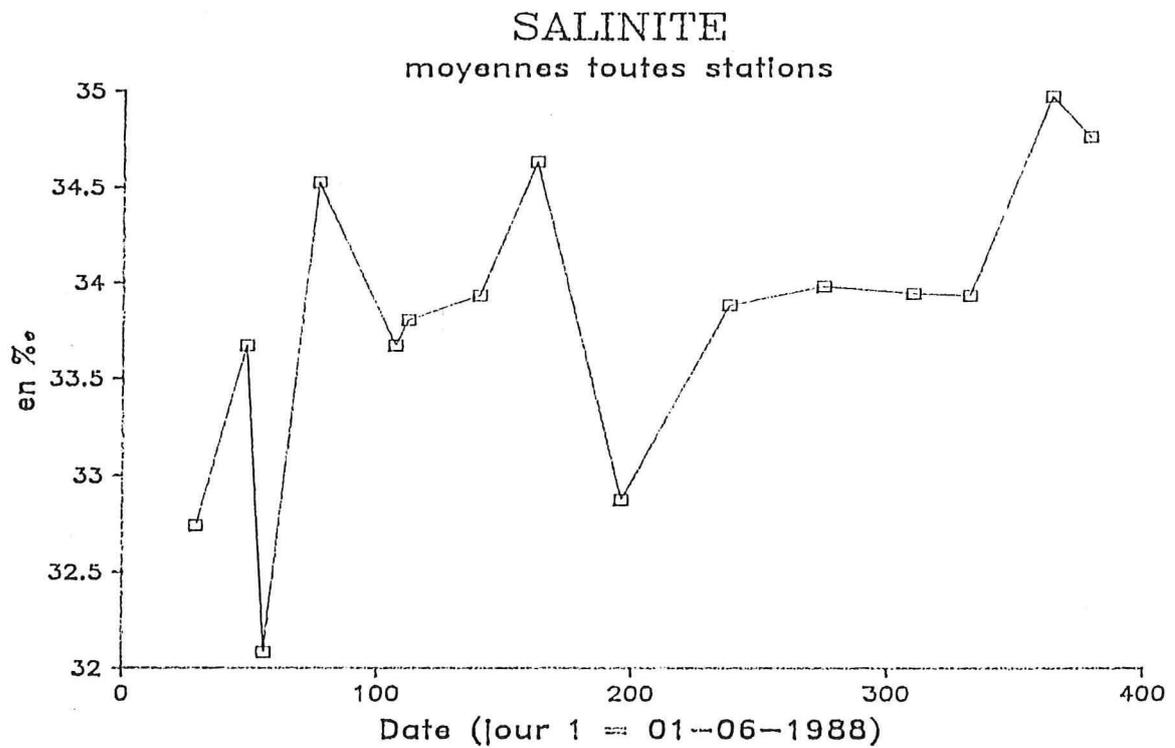


Fig. 8 - Evolution de la salinité de l'eau dans la rade de Saint-Pierre (moyenne des stations échantillonnées, juin 1988 à juin 1989).

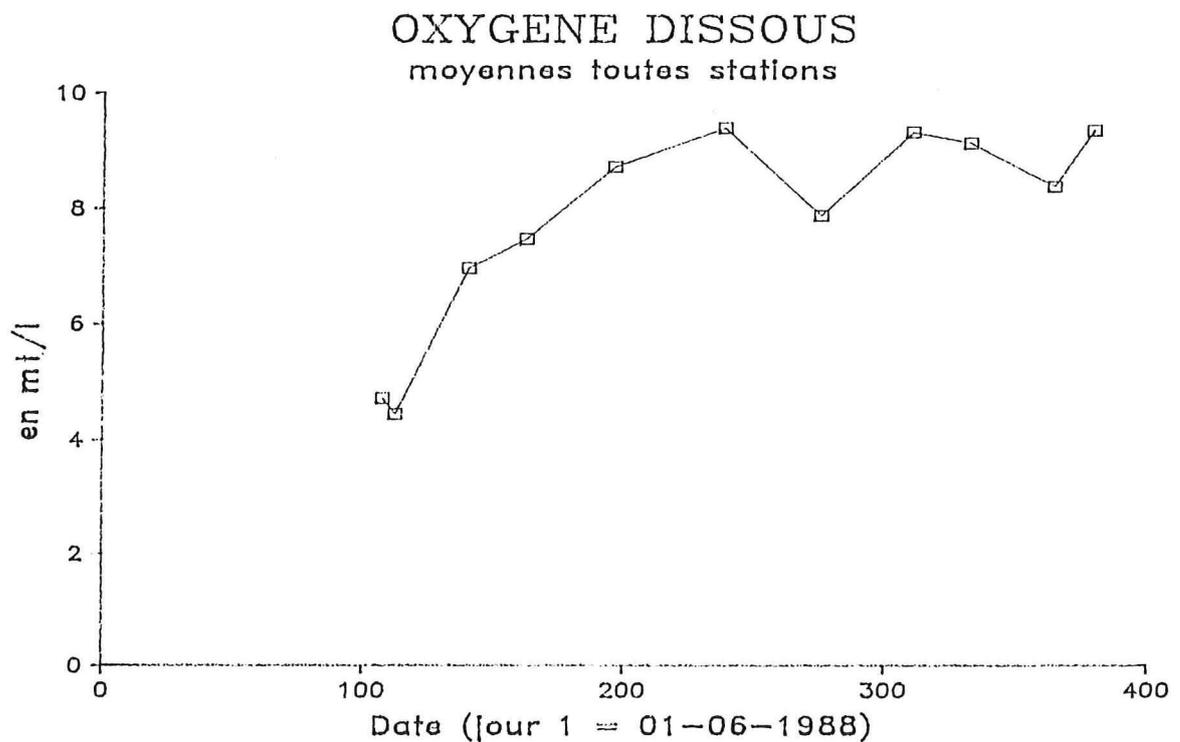


Fig. 9 - Evolution de la teneur en oxygène dissous de l'eau dans la rade de Saint-Pierre (moyenne des stations échantillonnées, juin 1988 à juin 1989).

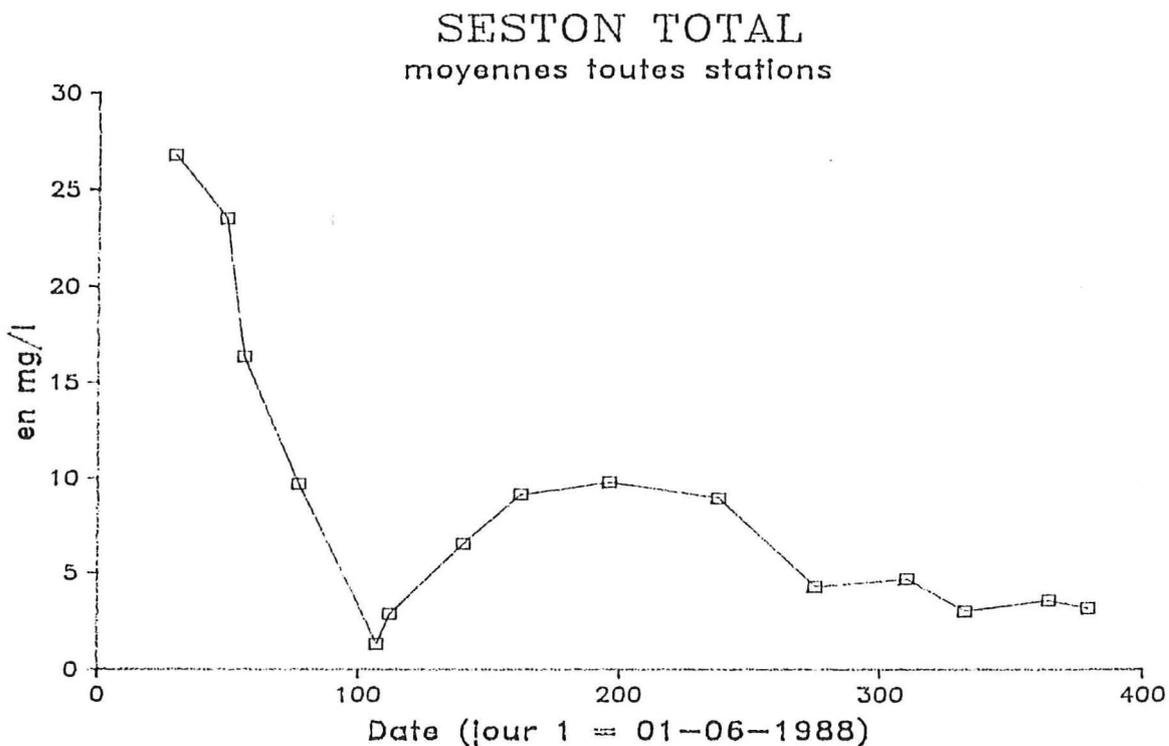


Fig. 10 - Evolution de la teneur en seston total de l'eau dans la rade de Saint-Pierre (moyenne des stations échantillonnées, juin 1988 à juin 1989).

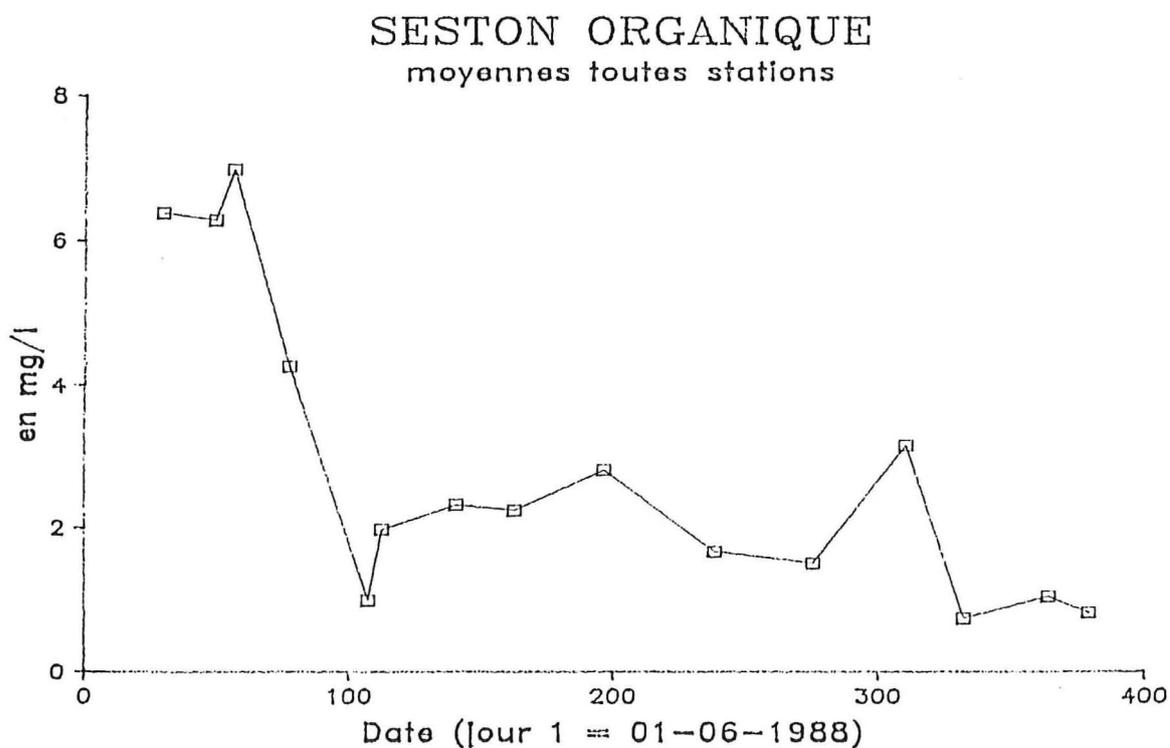


Fig. 11 - Evolution de la teneur en seston organique de l'eau dans la rade de Saint-Pierre (moyenne des stations échantillonnées, juin 1988 à juin 1989).

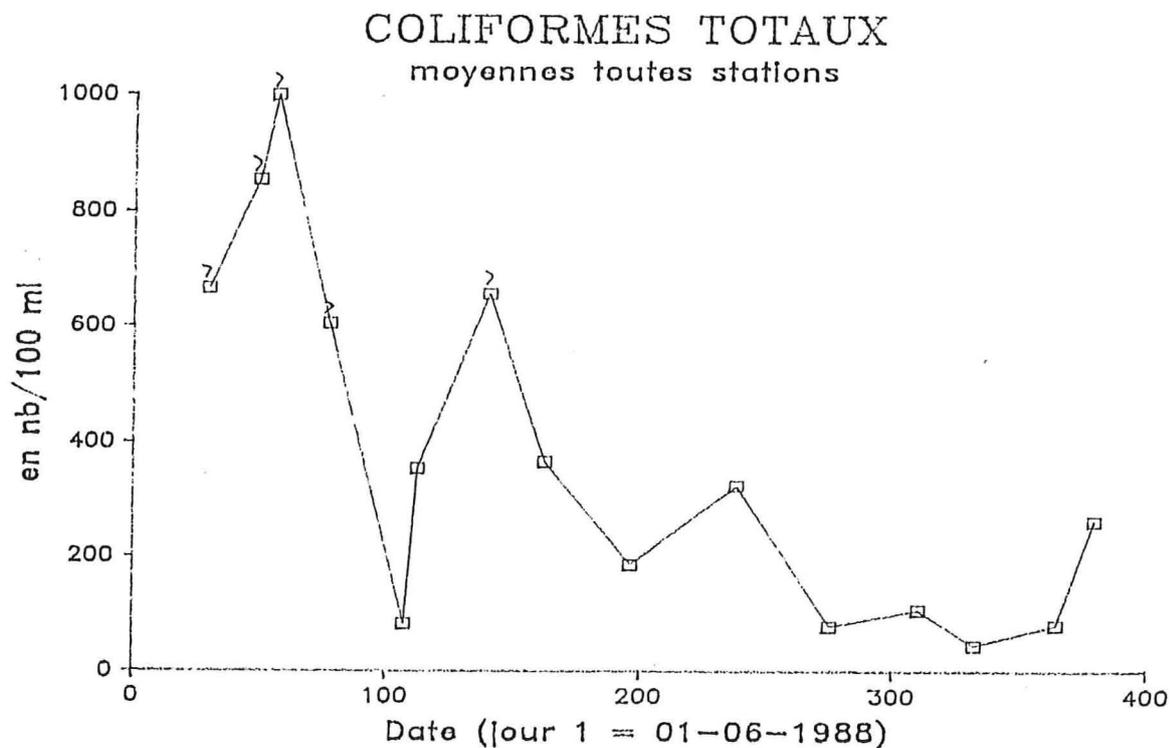


Fig. 12 - Evolution de la concentration en coliformes totaux de l'eau dans la rade de Saint-Pierre (moyenne des stations échantillonnées, juin 1988 à juin 1989).

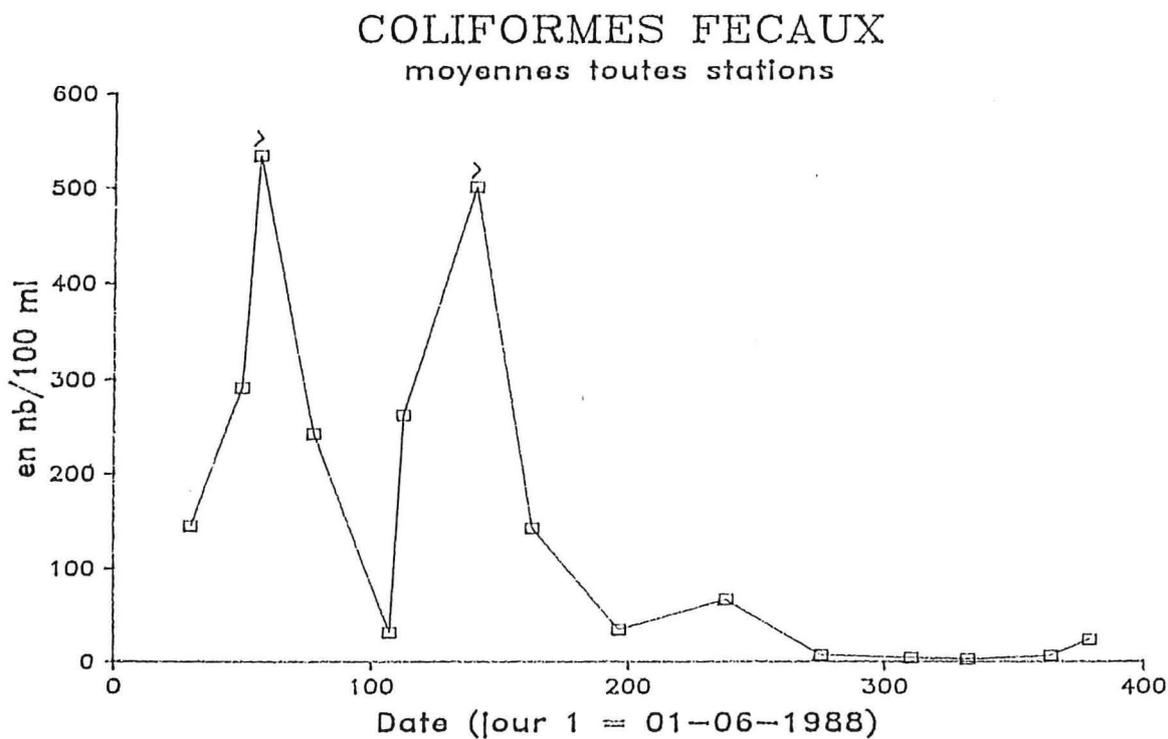


Fig. 13 - Evolution de la concentration en coliformes fécaux de l'eau dans la rade de Saint-Pierre (moyenne des stations échantillonnées, juin 1988 à juin 1989).