



## CREATION D'ILES ARTIFICIELLES DANS L'ESTUAIRE DE LA LOIRE

B. GALLENNE

PORT AUTONOME DE NANTES SAINT-NAZAIRE-18 quai Ernest Renaud-  
44000 NANTES

### **ABSTRACT**

*The discharge of 7 million cubic meter of dredged material in the LOIRE estuary took place in 1977 during the creation of the methane terminal channel.*

*This discharge was preceded by a multidisciplinary survey conducted so as to identify and comply with the various conditions for the preservation of the environment (lateral muddy bank) : evolution of sedimentation, current studies hydrosedimentary survey on a scale model, study by radioactive tracers, stability of the banks, inventory of benthos.*

*After discharge of the material, a program was conducted to monitor the evolution of the area up to the present time, so as to evaluate the positive and negative consequences.*

*Globally, the policy implemented in the LOIRE can serve as a model for the discharge of dredged material inside estuaries : hydraulic regulation of these areas by formation of islands.*

### **1. PRESENTATION GENERALE DU SITE**

L'étude des remblais hydrauliques en estuaire que nous examinons se situe dans la partie aval de l'estuaire de la LOIRE (Fig. 1).

Cette zone a toujours constitué la section de la Loire la plus difficile à régulariser : entre le goulet d'étranglement Saint-Nazaire - Mindin et le goulet des Brillantes-Moutons, le fleuve présente une surlargeur très importante, provoquant des phénomènes hydrauliques et sédimentologiques particuliers. De nombreux bancs de sable émergeant et divaguant l'encombraient, créant une gêne considérable pour la navigation.

En 1917, La Raffinerie de DONGES est créée. Il importait, pour rendre la navigation moins aléatoire, de stabiliser le chenal. Cette stabilisation fut décidée par la loi d'utilité publique de 1933 qui décidait le transfert du chenal en rive nord en s'appuyant sur une digue de calibrage : la digue de Montoir. Ce chenal, réalisé

Cette modification de tracé, entre autres conséquences, a eu pour effet la manifestation de phénomènes de sédimentation accélérée des zones riveraines, qui n'étaient plus balayées par les flux hydrauliques principaux : A la place du chenal Sud sableux, une zone plus riche en matériaux vaseux favorable à une vie biotique s'est progressivement mise en place de la cote -6 à la cote -2.

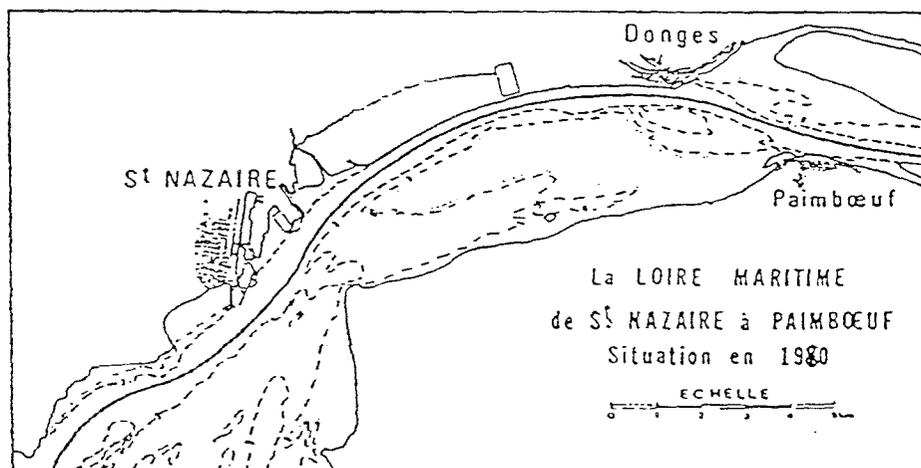
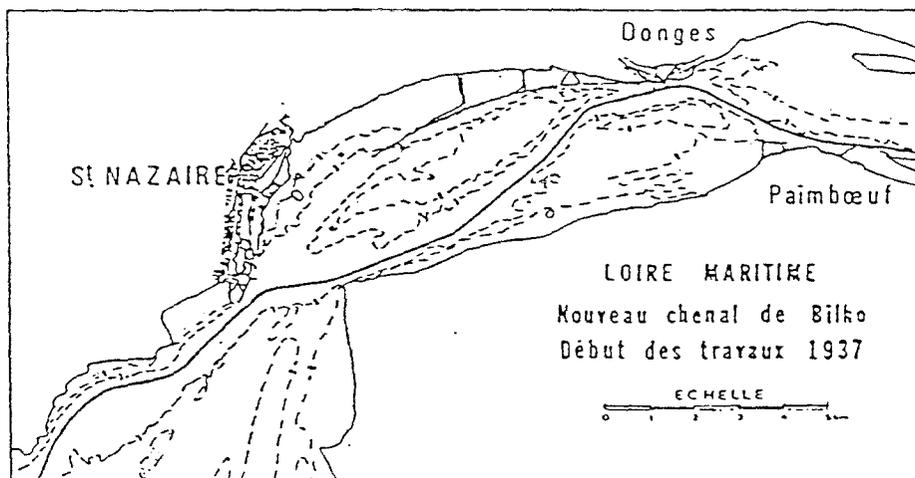
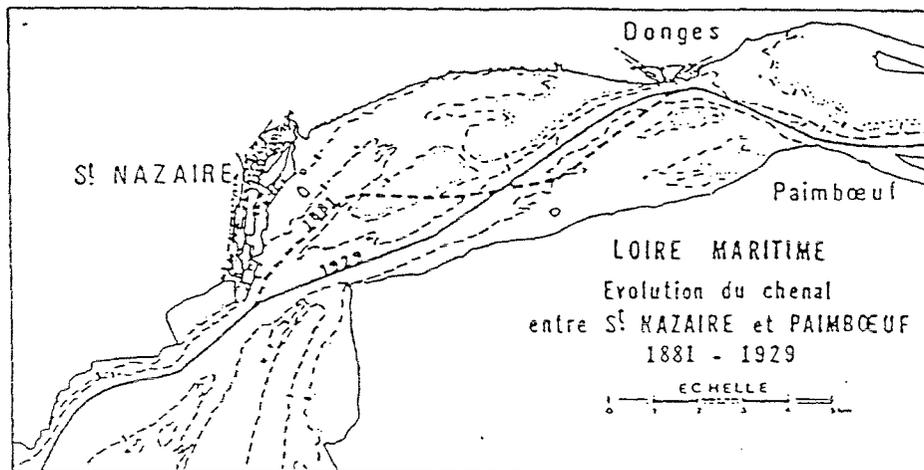


Fig. 1 : Evolution historique de la partie aval de l'estuaire

## 2. LE PROJET METHANIER ET LE DEPOT DE DRAGAGE

La décision d'implanter en juillet 1976 le terminal méthanier de MONTOIR, 1976-1981, a été capitale car elle a eu un impact considérable sur l'aménagement portuaire de la Basse-Loire.

Ceci a nécessité d'importants travaux d'approfondissement et d'élargissement du chenal pour la réception des navires méthaniers de 125 000 m<sup>3</sup> à MONTOIR ; le chenal a été ainsi approfondi à - 13,25 m et sa largeur a été portée de 220 à 300 m.

Le contrat de dragage de l'ensemble du chenal sur 15 km, représentant un volume de 53 millions de m<sup>3</sup> était dévolu en février 1978 au groupe BOS & KALIS. La réalisation de la zone d'évitage des méthaniers à MONTOIR en novembre 1979 devait être traitée à la drague aspiratrice stationnaire : le dépôt prévu avait une longueur de 3 km et 400 m de large, et un volume de 7 millions de m<sup>3</sup>, il émergeait à la cote +7,5 m.

### 1. Les contraintes générales du milieu naturel

Parmi les orientations données à la politique d'aménagement général de la Basse-Loire, une attention particulière a été portée au maintien à l'état naturel d'un maxima de linéaire des rives de l'estuaire. Une règle d'alternative d'aménagement a été formulée comme suit : si une rive était aménagée en zone d'activité industrielle, le domaine terrestre de la rive opposée devrait être maintenu à l'état naturel.

Dans cette conception d'aménagement, la zone aval de l'estuaire interne devait impérativement conserver son identité naturelle. Pour ce faire, il convenait de tenter de s'opposer à la tendance naturelle à l'envasement progressif du chenal Sud.

### 2. Evolution historique de la zone avant le dépôt

L'analyse des plans bathymétriques au cours des cinquante dernières années montre que les résultats constatés n'étaient que la conséquence des aménagements entrepris à la suite des lois d'aménagements de 1903 et 1933.

Parmi les faits importants :

L'ancien chenal sud s'est remblayé assez rapidement jusqu'à des cotes voisines de -1 à -2, de Mindin à la Tourelle de Sécé. Cette action s'est ralentie énormément dans les dernières années. Le maximum d'engrèvement a été de 2,2 millions de m<sup>3</sup> entre 1936 et 1949, 1 entre 1949 et 1969 et 0,3 entre 1969 et 1977.

Le banc sableux de BILHO est demeuré stable.

Le seuil amont des Brillantes est resté relativement en équilibre depuis 1940, variant entre 0 et +0,5.

### 3. Mise en place d'un groupe de travail

En juillet 1978, un groupe de travail a été chargé de conduire les études permettant d'améliorer les connaissances sur la zone Sud de l'estuaire interne Mindin - Corsept.

Ce groupe de travail pluridisciplinaire regroupait les techniciens du Port Autonome, les Laboratoires d'Hydraulique, le C.E.A., les Laboratoires Universitaires Nantais (Géologie, Biologie, Phytogéographie), IFREMER et divers Services administratifs.

Il avait pour objectifs de prendre des dispositions pour conserver les conditions du maintien du milieu vivant de la zone Sud, d'aménager éventuellement les dispositions prévues et d'apprécier l'évolution probable du secteur.

#### 3.1 *Etude du régime hydraulique général*

Le régime hydraulique général de la zone a pu être établi à partir de campagnes de mesure in situ (courantomètres immergés et flotteurs), d'études sur modèles hydrauliques physiques (trajectographie) et sur modèles mathématiques.

On note la prépondérance de la pénétration du flot par le Sud du banc et celle du jusant dans le chenal Nord. L'étude des vitesses montre que les données sont équivalentes entre les résultats nature et modèles : vitesses maximales de 1,20 à 1,50 m/s en vives eaux et 0,60 à 0,80 m/s en mortes eaux.

L'influence du débit fluvial est négligeable, exception faite des crues exceptionnelles décennales qui augmentent le courant de jusant de 50 %. On note l'existence de courants traversiers au niveau du banc.

### 3.2 Conclusions et décisions

La mise en place sur environ 3 km des 7 millions de m<sup>3</sup> du dépôt de BILHO a créé une île artificielle séparant les deux chenaux Sud et Nord. Ce dépôt aura diverses conséquences dans l'ensemble de la section aval de l'estuaire.

#### a) sur le plan hydraulique :

Le dépôt joue un rôle de calibrage important, il contribue à supprimer les courants traversiers au niveau du banc et favorise les courants longitudinaux de flot et jusant dans la zone Sud.

#### b) sur le plan sédimentaire :

Lors de la mise en place du dépôt, il y a eu accentuation temporaire de l'envasement par libération de sédiments fins. Ces sédiments fins participent à l'hydraulique générale de l'estuaire, les tendances générales sont, en jusant, une concentration des particules vers Saint-Nazaire et le chenal extérieur et, en flot, devant Paimboeuf.

A plus long terme, la tendance du ralentissement de l'envasement naturel de la zone Sud pourrait être maintenue par le fait du renforcement des courants de jusant favorisant une augmentation de l'auto-dragage.

#### c) sur le plan biologique :

Durant la période de la mise en place du dépôt, une perturbation a été apportée au biotope affecté par l'emprise du dépôt. A court terme, il doit s'établir sur les talus à pente douce du dépôt une colonisation du milieu intertidal.

La décision fut prise de décaler le dépôt de 200 m vers le Nord et de 400 m vers l'Est pour :

- favoriser la meilleure circulation hydraulique en évitant les courants traversiers et favoriser les échanges entre les eaux fluviales plus nutritives que les eaux marines.

- éviter les glissements de vase dans le chenal Sud tout en conservant une pente la plus faible possible permettant la recolonisation.

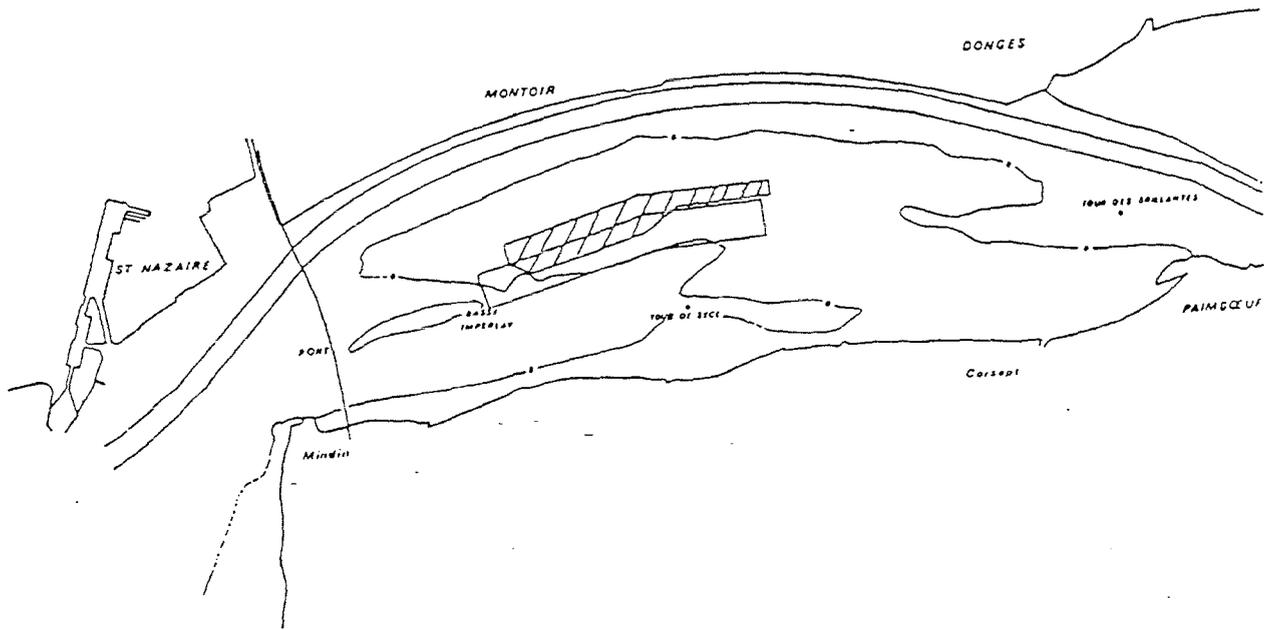


Fig. 2 : Position du banc de BILHO par rapport au projet de base choisi

### 3. LA MISE EN DEPOT DES MATERIAUX 1979-1981

La mise en dépôt des matériaux a débuté en novembre 1979 par la drague à désagrégateur "JOKRA" avec conduite flottante de 550 mm et conduite immergée de 750 mm. C'est dans la partie amont que le refoulement commença. Au préalable, un relais émergeant à basse mer a été nécessaire pour installer la conduite immergée. Le chantier démarra avec la mise hors d'eau d'une île. Une fois atteintes une surface et une cote (+7) suffisantes, les engins de refoulement ont été transportés.

Ce point amont a présenté des difficultés de mise hors d'eau en raison de la différence de granulométrie des matériaux rencontrés qui étaient extraits en première phase de la zone d'évitage. La poursuite du chantier a donc été assurée plus en aval, ce qui constitue, en fait maintenant le coeur du banc de BILHO actuel, le point amont fut abandonné sans conséquence sur la géométrie générale du dépôt.

La section de refoulement concernée était constituée par une digue d'enclosure réalisée par l'avancement des matériaux mis en place avec protection de film PVC. Le refoulement des matériaux s'est donc fait en premier temps à pleine mer et basse mer pour éviter leur dispersion en analysant la durée des étales de courant. Les matériaux étaient consolidés à basse mer par bull.

Des enrochements de protection ont été implantés dans la partie terminale amont du dépôt en raison des clapots de 1 à 2 m. Le chantier fut clos en février 1981.

#### 4. CONSEQUENCES SEDIMENTOLOGIQUES DE LA MISE EN PLACE DU DEPOT 1981-1987

##### 1. Evolution de la bathymétrie

###### *A court terme:*

La mise en place du banc a provoqué, comme les études hydrauliques et par traceurs l'avaient annoncée, une dispersion d'une partie des matériaux les plus fins en particulier vers l'aval. Cependant, on aboutit à une augmentation de la sédimentation dans l'ensemble de la zone. C'est très net lorsque l'on analyse l'évolution des fonds entre 1977 et 1981.

###### *A moyen terme:*

L'évolution bathymétrique peut être suivie sur 10 ans en examinant les cartes de 1977 et 1987.

On peut noter d'une façon globale une stabilité du seuil amont et l'individualisation de deux chenaux dans l'ensemble de la zone :

- le chenal de Mindin est plus rectiligne, on note une extension des vasières Sud, une réduction de la largeur du chenal, un maintien des cotes les plus basses. Il y a eu diminution de la section mouillée et augmentation des vitesses de fond.
- le chenal oblique DONGES-Montoir a pris plus d'individualité en séparant nettement le banc de BILHO du banc des Brillantes

## 2. Evolution des sédiments

Le suivi de la nature des sédiments a été réalisé en 1981, puis en 1984. Les modifications essentielles portent surtout sur la répartition, des sables et des vases, les variations dans les faciès intermédiaires étant plus difficiles à saisir en raison de l'hétérogénéité du milieu

## 5. DEVENIR DE LA ZONE A LONG TERME

L'évolution de la zone à long terme est envisageable selon diverses variantes :

- La conservation du secteur en l'ETAT Actuel,
- La reprise éventuelle des matériaux ETAT 80,
- L'extension du dépôt vers l'amont.

Nous allons examiner les avantages et inconvénients des trois scénarii.

### 1. Reprise éventuelle des matériaux - Retour à l'ETAT 1980

Cette hypothèse avait été retenue éventuellement par des membres du groupe de travail à son origine : en cas de perturbation du milieu, on se retrouve à l'ETAT 0 avec un banc de BILHO émergeant (Cote +2m à +3m).

Cette solution aurait comme avantage d'augmenter temporairement la superficie des zones marnantes de l'aval de 10 à 15% compte tenu des talus actuels du banc.

Elle aurait comme inconvénient immédiat de supprimer la population végétale originale qui colonise l'île, et de réduire considérablement les intérêts ornithologiques qui trouvent leur siège sur l'île : reposoirs à pleine mer pour de nombreuses espèces d'oiseaux.

Du point de vue sédimentaire, le fait de supprimer le banc de BILHO n'améliorera pas le transit dans le chenal sud. Au contraire, l'état des fonds pourrait se dégrader dans le chenal sud dans la mesure où le rôle de guidage et l'unité des 3 chenaux seraient perturbés, on aurait retour à la divagation des 3 "chenaux" sud.

## 2. Conservation du site en ETAT 1989 et évolution probable

L'extrapolation des courbes d'évolution sédimentaire conduit à estimer que d'ici l'an 2000, le volume de dépôt sera de 1,5 à 2 millions de m<sup>3</sup> et les hauteurs moyennes de dépôt seraient de l'ordre de 1cm/an.

L'évolution sédimentaire de la zone sud de BILHO a été suivie dans les études sur modèle physique au cours des deux essais longs (une vingtaine de cycles annuels).

La sédimentation serait surtout importante dans la partie aval où des dépôts de 2 à 4 m d'épaisseur apparaissent dans les zones profondes marquant encore l'ancien chenal.

A long terme, on peut prévoir un état des fonds à la cote +5CM entre le banc de BILHO et la rive Sud. Il ne subsisterait qu'une petite fosse de flot à MINDIN (cul de sac) et l'on noterait une évolution oblique du chenal au niveau des BRILLANTES.

## 3. L'extension du dépôt (Fig. 3)

Dans la position actuelle du banc de BILHO, le courant de jusant balaye les bancs Sud du chenal entre Paimboeuf et Donges puis vient se déverser dans le chenal de navigation. Puis à l'approche de la basse mer, la zone Sud de BILHO se vidange, entraînant ainsi un dépôt assez localisé à MONTOIR.

L'extension du banc vers l'amont, qui avait été une des solutions retenues lors de la mise en place du banc peut être jugée souhaitable.

Elle permet de diviser l'estuaire en deux avec deux chenaux, Nord et Sud, parcourus par des courants suffisants pour maintenir naturellement le chenal Sud en son état.

L'extension du banc vers l'amont fait actuellement l'objet de propositions pour atteindre un compromis entre les divers objectifs recensés dans le secteur : extension des zones marnantes des vasières, extension de la population ornithologique, et augmentation de la qualité des populations végétales.

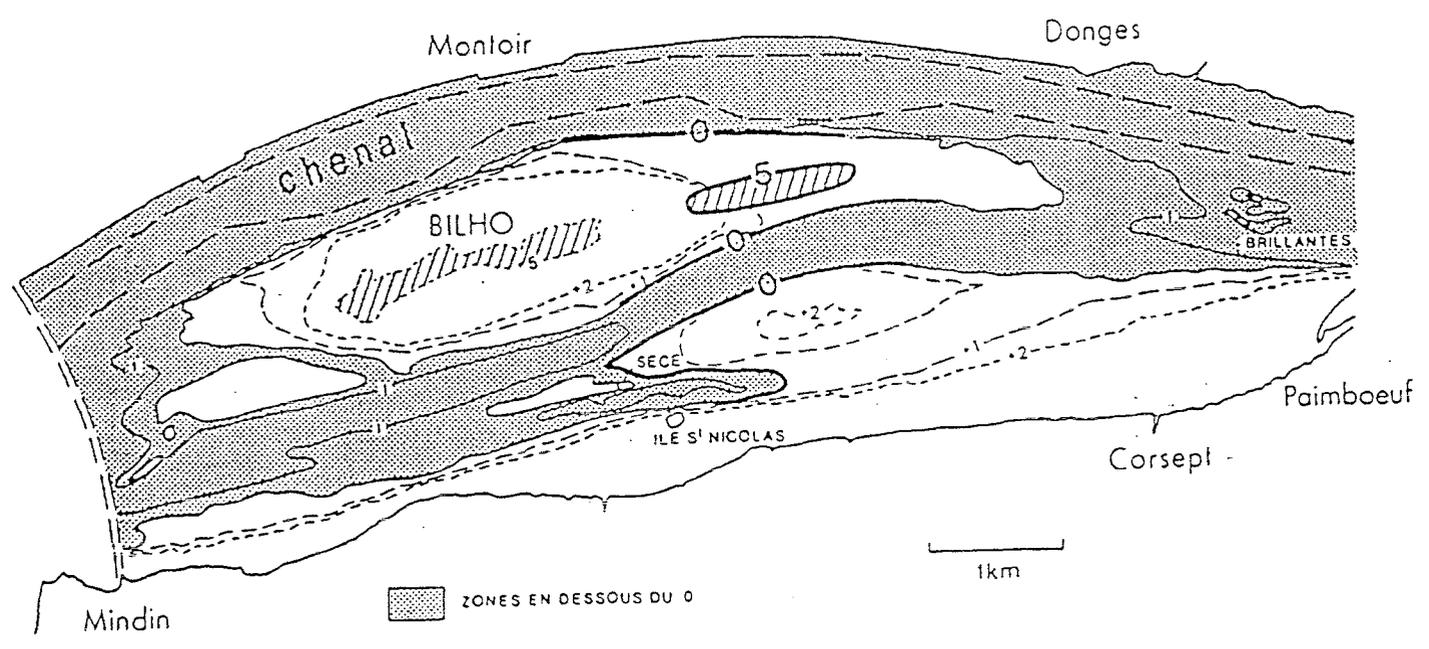


Fig. 3 : Projet d'extension du banc de BILHO