

Envasement de l'estuaire de la Vilaine : impact des conditions météorologiques et hydrodynamiques sur l'évolution des fonds

Louis Robert Lafond

Professeur des Universités, EPHE, Laboratoire de Géomorphologie U.P.XI

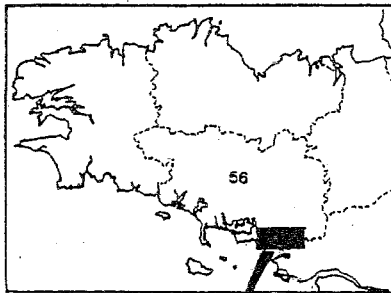
Pierre Farnole

Directeur du cabinet ERAMM (Sophia Antipolis)

Résumé

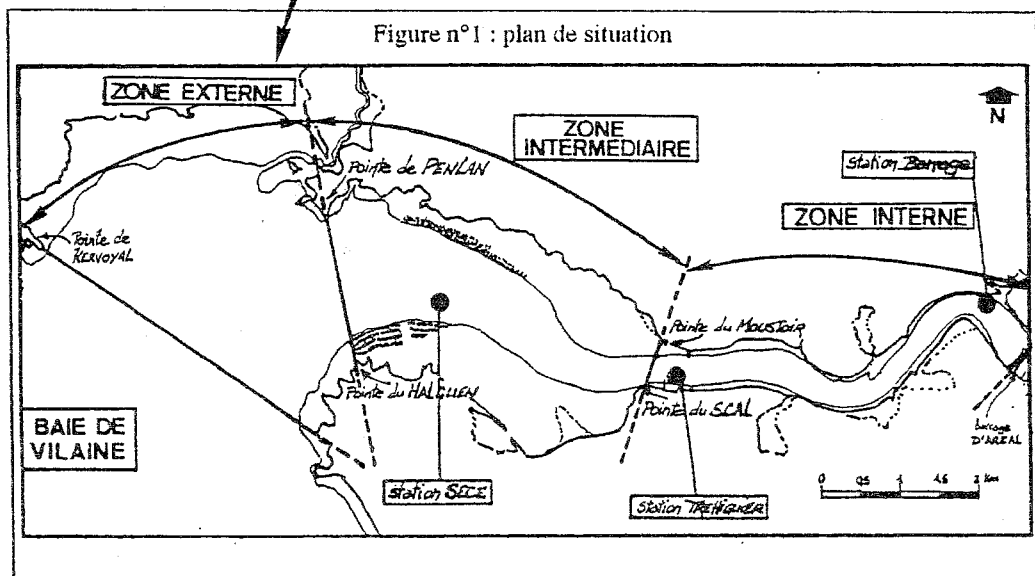
L'objectif de cette contribution est de faire le point sur l'envasement de l'estuaire de la Vilaine 25 années après la mise en service du barrage d'Arzal. Des campagnes de mesures courantologiques et hydrologiques ont permis d'étudier l'influence des débits d'étiage et de crue sur l'hydrologie de l'estuaire et de corrélérer cette évolution avec l'envasement de l'estuaire. L'envasement est aussi étudié par traitement numérique des levés bathymétriques et reproduction de l'évolution spatio-temporelle des dépôts estuariens. Les volumes de sédiments déposés dans l'estuaire correspondent à 16 millions de m³ de vases depuis la construction du barrage.

1. Introduction



L'Institution d'Aménagement de la Vilaine (IAV), créée en 1961, a construit et exploite le barrage d'Arzal destiné initialement à limiter les risques d'inondations en basse Vilaine, mais dont le rôle dans une gestion multi-usages de l'eau s'est développé.

Figure n°1 : plan de situation



La construction du barrage a créé une retenue de 40 millions de m³ d'eau douce mais a interrompu la remontée des eaux marines, modifiant le fonctionnement hydrosédimentaire du système estuarien pour aboutir à un envasement en aval de l'ouvrage. L'étude tend à définir les causes de l'envasement, à préciser l'évolution naturelle en l'absence d'interventions (*option zéro*) et à indiquer les mesures envisageables pour limiter les effets de l'envasement.

2. Historique

L'estuaire fonctionnel actuel n'a plus qu'une quinzaine de kilomètres de long entre la mer et le barrage (Figure n°1), alors que la marée naturelle remontait au delà de Redon, sur plus de cinquante kilomètres. Avant la construction du barrage, la sédimentation la plus importante se produisait au confluent de l'Oust donc très en amont. Depuis la construction du barrage, le maximum de sédimentation se situe dans la zone aval, comme les études primitives l'avaient prévu sans toutefois souligner l'ampleur que le phénomène pouvait atteindre (LCHF 1964). L'envasement s'est manifesté par l'extension et l'exhaussement des zones découvrantes, la continentalisation des étiers, le rétrécissement et la méandrisation du chenal principal. Ralenti à l'extérieur par l'agitation marine, l'accrétion est surtout sensible dans le cours fluvio-maritime compris entre Tréhiguier et le barrage. L'état initial, dressé en 1960 à partir d'études en nature et en modèle réduit avant la construction du barrage, avait permis de décrire le fonctionnement de l'estuaire et de souligner l'origine purement marine des vases déposées en aval de Redon (LAFOND 1961). On sait depuis que la sédimentation accrue en aval du barrage provient du dépôt des matières en suspension du bouchon vaseux et de la crème de vase très mobile sous l'influence des courants. Les chasses hydrauliques suggérées dans les études initiales en vue de contrer ce phénomène n'ont pas été mises en œuvre et sont maintenant difficiles à programmer en raison des contraintes d'exploitation de l'usine des eaux de Férel, située juste en amont du barrage.

3. Hydrologie de l'estuaire

Les campagnes de mesures hydrologiques ont été réalisées sur 3 stations réparties entre le barrage et le débouché en mer (Figure n°1) :

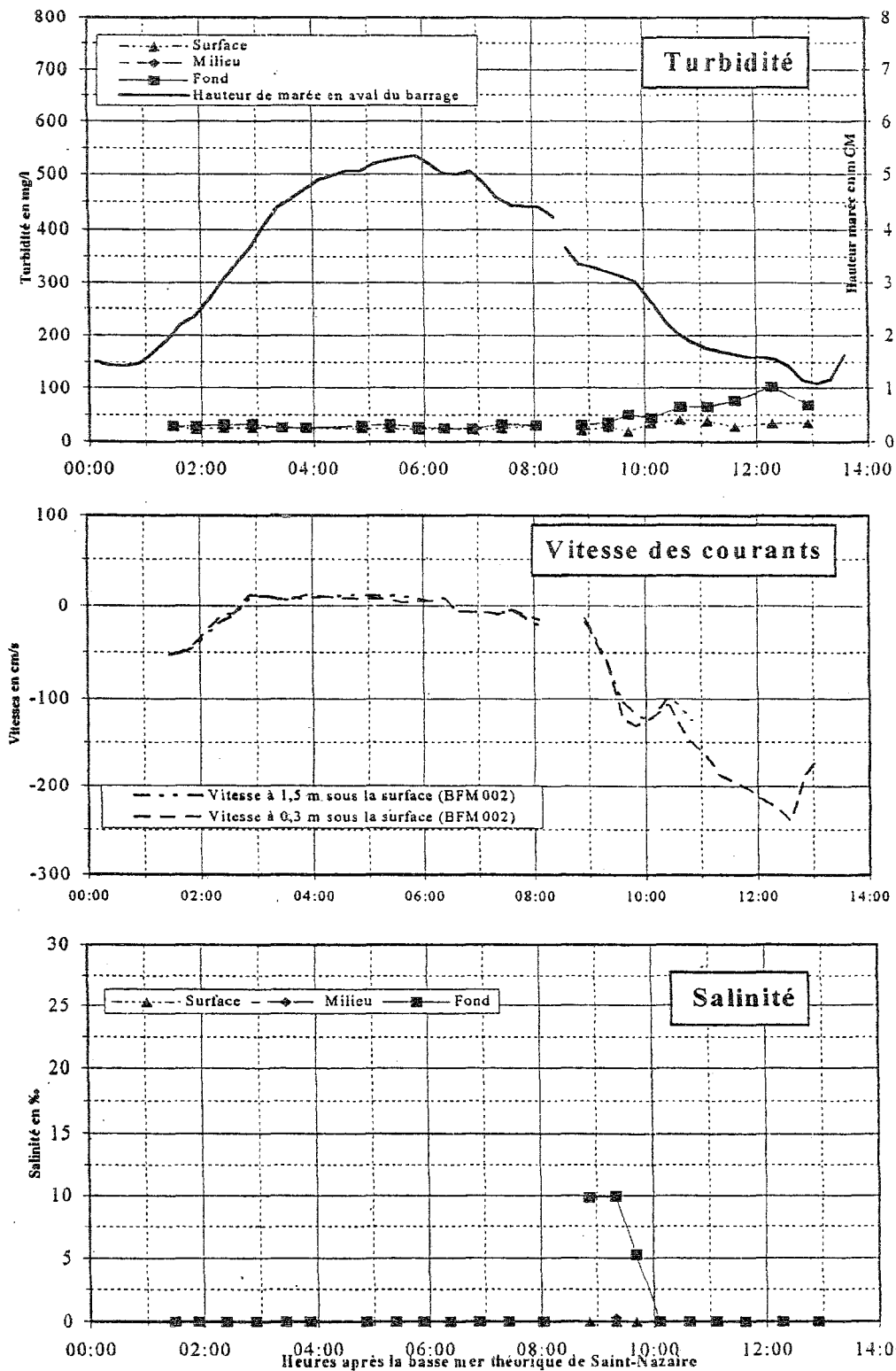
- station barrage (800m en aval du barrage),
- station Tréhiguier (extrémité du ponton),
- station Sécé (au droit du petit Sécé).

Celles-ci ont été réalisées en périodes de ME et de VE pour deux situations: en débit d'étiage et en débit de crue de la Vilaine.

3.1 Débit de crue

Lors de la très forte crue de janvier 1995, les mesures hydrologiques en marée de Grande Vive-Eau (>100) indiquent une forte chute de salinité dans l'estuaire (7‰ taux maximum) avec un courant de vidange qui renforce mais aussi prolonge l'action du jusant jusque dans la zone intermédiaire de l'estuaire (Sécé). En aval du barrage, la vitesse maximale du jusant atteint 2,4m/s sans une augmentation forte de la turbidité qui reste relativement basse (le maximum est voisin de 400mg/l) (Figure n°2).

Figure n°2 : Station Barrage - le 1&3/03/95 - Coef. 101 & 102 - Débit de crue



Cela signifie qu'une grande part de la charge solide a déjà été évacuée au cours des jours précédents dans la phase croissante de la crue et à son maximum. Le débit maximal atteint par la Vilaine est évalué à $1850\text{m}^3/\text{s}$ au barrage à partir de mesures instantanées effectuées 20km en amont. Ce débit très élevé a conduit à une importante érosion des fonds de l'estuaire.

3.2 Débit d'étiage

En période d'étiage, le contraste est très net par rapport aux conditions de crue. Le jusant et le flot sont ré-équilibrés sous l'influence de la marée. Il en résulte des variations de salinité très marquées à proximité du barrage, mais faibles à Tréhiguier et au Sécé (Figure n°3). Curieusement, on enregistre une chute de salinité prolongée en VE à proximité du barrage en surface alors que celui-ci est maintenu fermé; sans doute en raison de l'écoulement d'une lentille d'eau saumâtre accumulée en aval du barrage. Aux stations Tréhiguier et Sécé, la stratification de la colonne d'eau a plus une origine thermique que saline. En ME, la turbidité est très faible, quasi-nulle en raison de l'absence d'agitation. Ce n'est qu'en VE et en flot que l'on note un pic modéré de turbidité sur le fond (360mg/l) à Tréhiguier.

Le bilan sédimentaire dans ces conditions hydrométéorologiques (période sèche et calme), très faiblement positif, est insuffisant pour être représentatif des causes de l'envasement. En effet, il manque les conditions d'agitation indispensables à la remise en suspension des vases et leur transport par les courants.

4. Bilan morpho-sédimentaire de l'estuaire

Le suivi de l'évolution des fonds, en comparant des levés bathymétriques effectués à des périodes différentes, permet de quantifier les apports de vase dans l'estuaire.

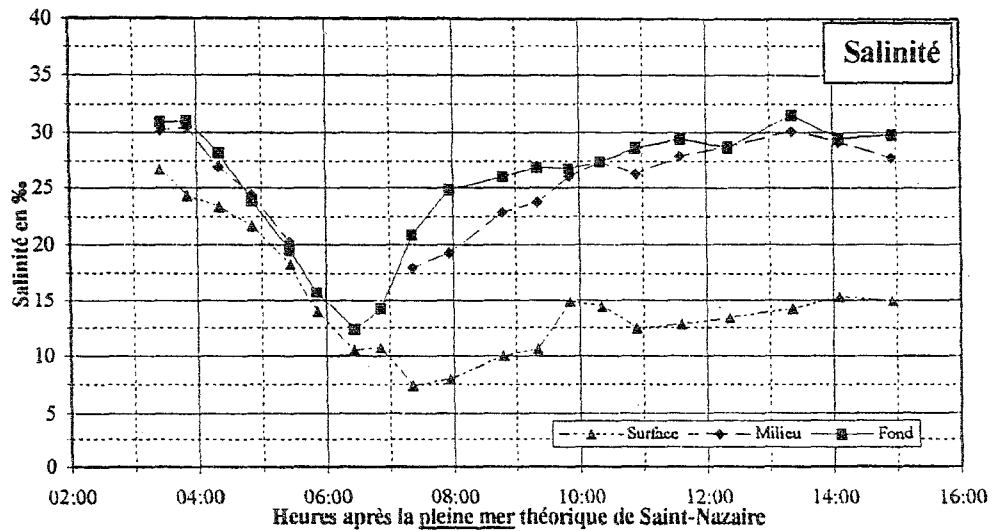
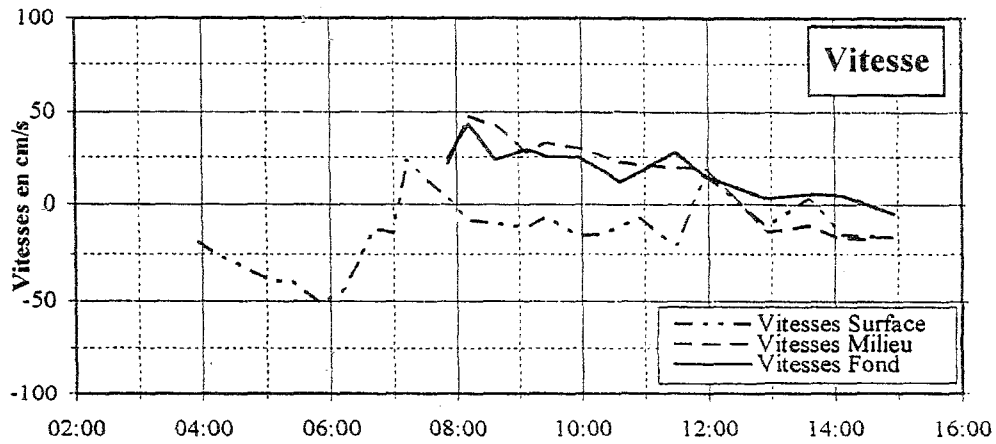
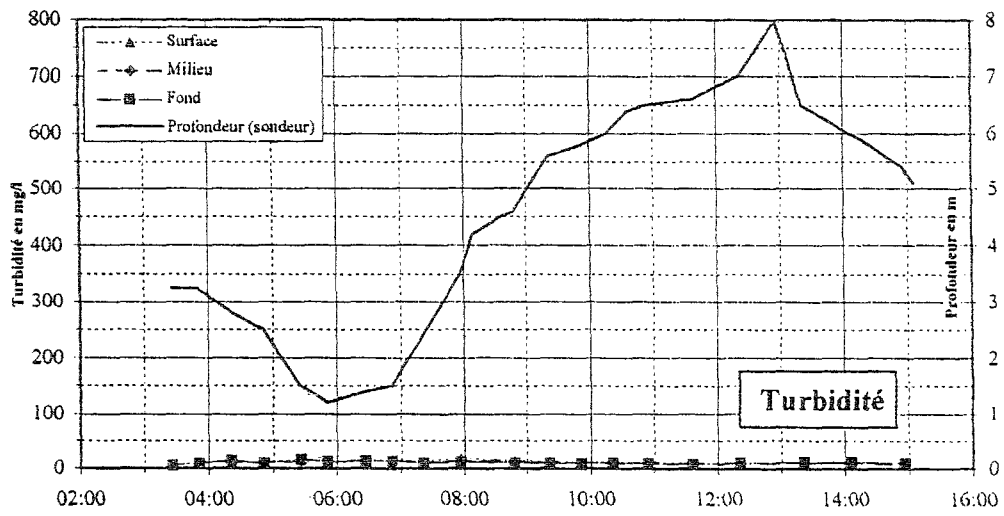
4.1 Méthodologie

Le logiciel utilisé pour traiter numériquement les levés bathymétriques est DGM, version 3. Ce modèle numérique à 3 dimensions permet de représenter la morphologie des fonds et d'en suivre l'évolution. Les sources sont des fichiers numériques X,Y,Z, provenant de relevés hydrographiques. Le maillage utilisé est de 10m par 10m dans la zone intermédiaire et dans la zone externe et de 5m par 5m dans la zone interne ce qui donne une excellente précision dans les traitements numériques (erreur comprise entre 0,1% et 0,5%). Les imprécisions sont plutôt liées à une couverture inégale des levés qui ne permet pas la prise en compte de la totalité de la zone intertidale. Seul, les derniers levés réalisés en 1995 fournissent une couverture spatiale assez complète de l'estuaire.

4.2 Résultats

La zone interne entre Tréhiguier et le barrage, totalise un volume de 8 millions m^3 de vase qui se sont déposés de 1960 à 1994, notamment sur les rives convexes des méandres et dans le chenal (Figure n°4 & Figure n°5). Si le colmatage est surtout lié à des conditions prolongées d'étiage entre 1989 et 1992, le retour des crues entraîne une érosion estimée à $650\,000\text{m}^3$ entre 1992 et 1994. L'évolution récente serait donc plus liée aux variations de débit de la Vilaine qu'à l'impact du barrage proprement dit, un nouvel équilibre ayant eu tendance à s'établir au cours des premières années de fonctionnement de l'ouvrage. L'incidence sur l'envasement des périodes successives d'étiage et de crue observés depuis 1989 conduit à admettre qu'il existe un nouvel équilibre dynamique de l'estuaire.

Figure n°3 : Station Barrage - le 11/07/95 - Coef. 92 - Débit d'étiage



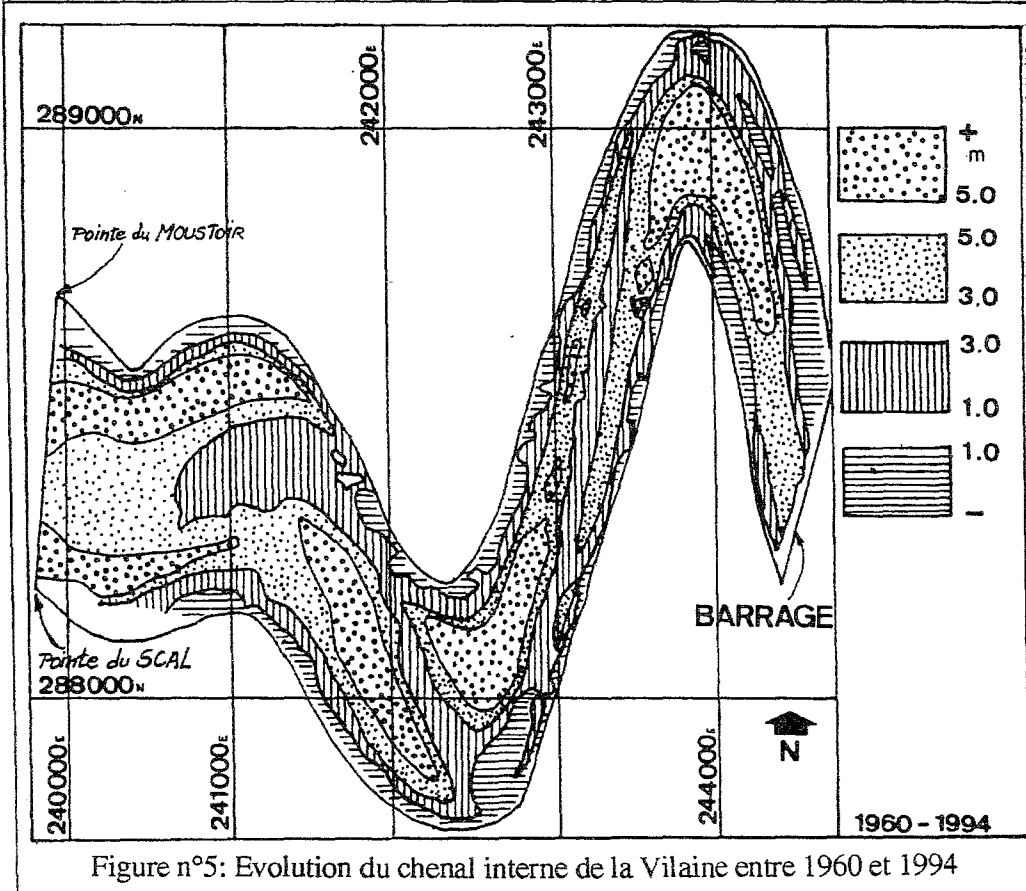
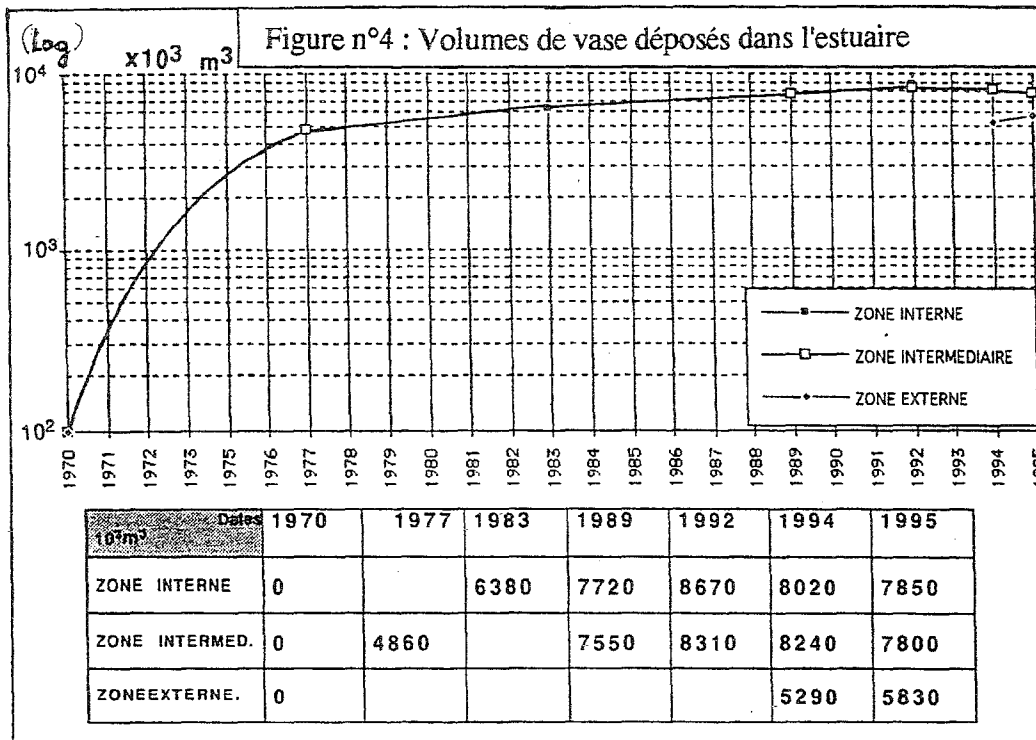


Figure n°5: Evolution du chenal interne de la Vilaine entre 1960 et 1994

La zone intermédiaire entre Tréhiguier et Penlan, totalise un volume de 8 200 000 m³ de vase entre 1960 et 1994, mais sur une superficie deux fois plus importante que la zone interne. Ici aussi, l'arrivée de vase est massive au cours des premières années puis elle tend à s'équilibrer au stade actuel avec des échanges avec l'extérieur ou la partie interne de l'estuaire selon les conditions hydrodynamiques.

La zone externe entre Penlan et la Pointe de Kervoyal, totalise un dépôt de vase de 5 millions de m³ depuis 1960, mais la répartition est très irrégulière, forte dans certaines fosses mais quasi-nulle dans la zone mytilicole de Cromenach.

La très forte crue de janvier 1995 est à l'origine d'un effet de chasse, notamment dans le secteur de Tréhiguier : le chenal a été creusé et les berges attaquées aboutissant à l'exportation d'un volume total de 820 000m³ dont 540 000m³ sont stockés à l'extérieur entre les pointes de Penlan et du Halguen. Cette crue a provoqué un niveau d'érosion que l'on peut considérer comme proche de la situation extrême.

5. Conséquences de l'option zéro

L'option zéro consiste à ne pas intervenir sur l'état actuel de l'estuaire, ni sur son fonctionnement ni sur les aménagements. Elle conduit à accepter l'évolution du milieu naturel vers un nouvel état d'équilibre qui se traduira par un exhaussement des fonds et une extension du couvert végétal. On notera que la rive sud en amont de Tréhiguier est particulièrement menacée. La colonisation végétale se caractérise par une zonation des espèces présentes dans les marais maritimes qui varie en fonction des périodes d'immersion. Les niveaux les plus bas et les plus exposés seront colonisés par la spartine, puis progressivement par des salicornes, l'obione et la glycérie pour les niveaux les plus hauts.

Du point de vue de l'envasement, on constate que la situation des fonds en 1995, après la très forte crue, est analogue à celle de 1989, avant la grande période sèche. Le bilan global des dépôts entre périodes sèches (1989-1992) et crues modérées (1992-1994), est faiblement positif de l'ordre de 200 000m³/ans ce qui équivaut à une quasi-stabilité. Le scénario de l'option zéro doit donc admettre une situation fluctuante dont les extrêmes peuvent se situer à plusieurs années d'intervalle. La situation future dépendra de la périodicité et de la fréquence des conditions de débits de la Vilaine ainsi que des conditions hydrodynamiques extérieures.

6. Principales mesures envisagées

Pour limiter les effets de l'envasement dans l'estuaire et en dehors d'un retour aux conditions d'équilibre antérieures à la construction du barrage, des mesures peuvent être envisagées, notamment dans la zone interne de l'estuaire :

- *gestion des chasses hydrauliques au barrage
- *aménagement d'un bassin de chasse indépendant
- *dragages d'entretien du chenal
- *réaménagement du port de Tréhiguier

6.1 Gestion des chasses hydrauliques au barrage

Des lâchers d'eau ont été envisagés dès le départ mais n'ont jamais été réalisés. Ils seraient réalisables à condition de disposer d'une réserve suffisante sans que la marée ne remonte en amont du barrage car l'intrusion d'eau salée est incompatible avec le fonctionnement de l'usine d'eau potable de Férel. On ne peut donc compter que sur le débit propre de la Vilaine. L'efficacité des chasses est démontrée par les crues récentes de la Vilaine, cependant elles sont difficilement réalisables en période sèche où la tendance à l'envasement est justement la plus accentuée.

6.2 Aménagement d'un bassin de chasse indépendant

La création d'un bassin de chasse indépendant, en aval du barrage, aurait l'avantage de fonctionner soit avec de l'eau de la retenue soit avec de l'eau de l'estuaire. Le volume du bassin serait de l'ordre de 300 000 m³ pour obtenir un débit efficace de l'ordre de 200 à 300 m³/s sur une durée de 20 minutes. Cependant, des contraintes existent vis à vis du choix du site, de la navigation, de l'environnement. Ce bassin, s'il est alimenté en eau estuarienne, risque en outre de se colmater rapidement.

6.3 Réalisation de dragages

La réalisation de dragages d'entretien du chenal de navigation entre Tréhiguier et le barrage d'Arzal serait très favorable dans la situation actuelle, compte tenu du curage du chenal provoqué par la forte crue de 1995. En conséquence, Le volume à draguer pourrait être réduit au volume moyen annuel des dépôts c'est à dire autour de 200 000m³. Le problème qui se pose est le devenir des matériaux dragués.

6.4 Réaménagement du port de Tréhiguier

Le port mytilicole de Tréhiguier agit directement sur l'envasement du secteur depuis la construction du ponton flottant. Celui-ci doit donc être réaménagé pour réduire l'envasement et améliorer son fonctionnement.

6.5 Conclusion

Toutes les solutions envisagées ne peuvent, à elles seules, résoudre le problème d'envasement général de l'estuaire de la Vilaine, mais leur mise en place peut en atténuer localement les effets. Il conviendrait donc d'étudier, dans le futur, les avantages et inconvénients de chacune, et éventuellement de les combiner.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

* Lafond L.R. (1961) ; Etude minéralogique des argiles actuelles du bassin de la Vilaine ; *Bull. de la Soc. Géol. de France* ; 6ème série, t III ; p 175-185

* L.C.H.F. (1964) ; ; *Aménagement du bassin de la Vilaine, barrage d'Arzal, étude sédimentologique* ; rapport général; 79 P

* Maillocheau F. (1980) ; *L'envasement de la Vilaine en aval du barrage d'Arzal* ; Trav. Labo. Géol. Mar. Univ. de Nantes ; 65 P

* Merceron M. (1985) ; *Impact du barrage d'Arzal sur la qualité des eaux de l'estuaire et de la baie de la Vilaine* ; rapport IFREMER DERO/EL ; 31 P