

Impacts sédimentologique et biologique de la gestion des sédiments dans le bassin maritime de la Rance

Sedimentary and biological impacts of the management of sediments in the marine basin of the Rance

Alain Jigorel

INSA de Rennes, GRGC – Equipe Géologie de l'Ingénieur et de l'Environnement, Département Génie Civil, 20 avenue des Buttes de Coësmes, CS 14315, 35043 RENNES CEDEX.

Tél : 02.23.23.83.12

Fax : 02.23.23.83.11

Email : Alain.Jigorel@insa-rennes.fr

François Lang, Dominique Melec

Association COEUR, B.P. 332, 22106 DINAN CEDEX.

Tél : 02.96.87.16.50

Fax : 02.96.87.91.11

Email : coeur@wordonline.fr

Maurice Ledrappier

EDF – CIH –

TECHNOLAC

Tél : 05.55.18.11.30

Fax : 05.55.18.13.06

Email : maurice.ledrappier@edf.fr

Résumé

L'envasement naturel de l'estuaire de la Rance est modifié par la présence de 2 barrages et par le mode de fonctionnement de l'usine marémotrice. Un marnage réduit et des durées d'étales prolongées favorisent le dépôt de sédiments fins dans les anses et dans le secteur amont de l'estuaire. Les vases recouvrent désormais les sables sur des surfaces importantes, favorisant ainsi l'uniformisation des fonds et la réduction de la diversité des biocénoses.

Les apports sédimentaires sont partiellement gérés depuis 1996 dans le site de Lyvet, selon un concept original de piégeage des sédiments dans une fosse. Le suivi réalisé montre que la méthode mise en oeuvre est très efficace et a un faible impact sur la faune benthique. La fosse constitue un nouvel habitat qui est rapidement colonisé. Le volume de sédiments piégés, après 20 mois de fonctionnement, atteint 50 000 m³ dans une fosse de 80 000 m³. Ce piège contribue à accroître la richesse spécifique du site et à restaurer le rôle fonctionnel de la vasière. Au fur et à mesure de son remplissage, les espèces nouvelles disparaissent pour laisser place au peuplement d'origine.

L'expérience menée dans le site de Lyvet montre qu'il est possible de gérer la totalité des apports dans le bassin maritime, par l'extraction des sédiments dans quelques sites à taux élevés de sédimentation (26 mm.an⁻¹).

Abstract

The natural phenomenon of siltation is changed in the Rance estuary by of the presence of two dams and the operational method of the tidal power generation plant. Reduced tidal range and the prolonged periods of slack water favour the deposit of fine sediments in

creeks and in upstream section of the estuary. Over large areas silts cover the previously existing sand deposits; this favours a uniform mud bed and a reduction in the biocenosis diversity.

The sediment input has been partially controlled since 1996 at the Lyvet site, using an original concept of a trench silt trap. Follow up studies have shown that this method is very efficient and has a minimal impact on the benthic fauna.

The trench constitutes a new habitat that is rapidly colonised. The volume of sediment trapped reached 50 000 m³ after 20 months of operation – trench volume being 80 000m³. This trap contributes to a growth in the specific richness of the site and to the restoration of the functional role of the mudflat. As the trap fills, the new species disappear leaving in their place the original population.

To maintain a natural equilibrium it is necessary to control the excess sediment input. The experiment carried out at the Lyvet site shows that it is possible to control the total input into a maritime basin by the extraction of sediments, in some sites at increased rates of sedimentation (26 mm.yr⁻¹).

Mots clés : Barrages, impacts, sédimentation, gestion, biocénoses

Keywords : Dams, impacts, sedimentation, management, biocenosis

Introduction

De nombreux estuaires sont soumis à un phénomène naturel d'envasement qui résulte notamment de la présence d'un "bouchon vaseux". Le phénomène est amplifié dans l'estuaire de la Rance par l'impact des aménagements successifs, notamment la construction de l'écluse du Châtelier au 19^{ème} siècle puis la construction du barrage de l'usine marémotrice en 1963. Ces ouvrages ont profondément modifié les paramètres hydrodynamiques et hydrosédimentaires de l'estuaire. Ils favorisent respectivement l'accumulation de sédiments fins organiques dans la Rance fluviale et de tangles dans le bassin maritime. Les qualités naturelles de ces milieux très riches ne pourront être maintenues de façon durable, sans une gestion adaptée de apports sédimentaires. Le bassin maritime connaît aujourd'hui une extension rapide de ses vasières et un comblement total de sa partie amont qui évolue vers un marais salé.

Soucieuse de l'évolution de l'estuaire et de ses conséquences économiques, sociales et culturelles, l'association CŒUR (Comité des Elus et Usagers de la Rance) avait initié dès 1995 un programme d'études et d'expérimentations visant à extraire et à valoriser les sédiments de la Rance. Les premières expérimentations notables d'extraction et de valorisation ont été effectuées en 1996 dans le cadre de la première phase (1996 – 1998) du Contrat de Baie de la Rance, sous la maîtrise d'ouvrage de EDF et la maîtrise d'œuvre de EDF - CIH. Le programme a ensuite été développé pendant la seconde phase du Contrat de Baie (1998-2003). Deux chantiers d'extraction ont été réalisés en 2000-2001 : l'un dans la Rance fluviale (plaine de Taden) et l'autre dans le bassin maritime, à l'aval immédiat de l'écluse du Châtelier.

Cet article présente les études sédimentologiques et biologiques réalisées avant et après les travaux d'extraction de 90 000 m³ de sédiments dans le site de Lyvet (bassin maritime).

1. Présentation du site et du programme d'extraction des sédiments

La construction du barrage de la Rance a permis de créer un réservoir de 184.10^6 m^3 pour une superficie correspondante de 22 km^2 à la cote + 13,50 m des cartes marines. Ce "bassin maritime" est limité au nord par l'usine marémotrice et au sud par l'écluse du Châtelier. Il a une longueur voisine de 20 km et présente une morphologie très découpée en relation avec la nature pétrographique des roches. La succession de "plaines" et de détroits résulte de la juxtaposition de micaschistes, gneiss et granulite de la série métamorphique de St Malo (Brun, 1985). L'altérabilité relative de ces roches détermine à la fois la morphologie de l'estuaire et les pentes de ses berges qui sont faibles au niveau des plaines, et très abruptes dans les détroits.

La répartition actuelle et la nature des dépôts sédimentaires sont déterminés par la morphologie du bassin maritime et par l'hydrodynamisme qui résulte du fonctionnement de l'usine marémotrice.

Les sédiments présents dans le bassin maritime comportent des matériaux détritiques grossiers, des sables et enfin des sédiments fins appelés localement marre ou marne et qui ont des caractéristiques de vases. Les dépôts détritiques grossiers, sables et graviers, sont rencontrés uniquement à l'aval de Port Saint Jean dans le secteur le plus profond de l'estuaire. Ils laissent place à des sables de plus en plus fins sur les pentes latérales. Ceux-ci sont toujours recouverts par des dépôts très fins de type vase dans les anses et dans le bras de Chateauneuf. L'examen comparé des cartes sédimentologiques établies par Ruellan (1956) et le L.C.H.F (1982) montre une extension progressive des vases. De ce fait, tout le secteur amont de l'estuaire, compris entre l'écluse du Châtelier et la plaine de Mordreuc, est comblé par des sables fins et des vases. Le chenal y est très envasé et le maintien de la navigation nécessite la réalisation périodique de dragages et de chasses hydrauliques (Bonnot-Courtois et Lafond, 1991; Bonnot-Courtois, 1993). On peut considérer que le linéaire compris entre Lyvet et Morgrève est aujourd'hui dans sa phase terminale de comblement. La vasière est colonisée par de nombreux îlots de végétation halophyte qui témoigne d'une évolution rapide vers un marais salé.

L'association CŒUR avait proposé dès 1995, dans le cadre de la préparation du Contrat de Baie, de procéder à une expérimentation de gestion des apports sédimentaires pour préserver la richesse patrimoniale et la biodiversité de ce site reconnu d'intérêt national. Le principe retenu a consisté à extraire $10\ 000 \text{ m}^3$ de sédiments fins dans le site de Lyvet pour créer une fosse destinée à piéger les apports. Le piège réalisé en 1996 a fonctionné de façon remarquable (Jigorel et Pitois, 1998). EDF a ensuite réalisé, durant la seconde phase du Contrat de Baie, une extension de la fosse pour piéger des quantités plus importantes de sédiments.

Un programme d'extraction de $90\ 000 \text{ m}^3$ de sédiments fins dans le méandre à l'aval immédiat de l'écluse du Châtelier, a été réalisé en 1999, sous la maîtrise d'ouvrage de EDF, GEH Ouest et la maîtrise d'œuvre de EDF – CIH. Le dossier de demande d'autorisation et d'enquête publique a été établi par le groupement Saunier-Techna – INSA de Rennes – Université de Rennes 1.

Les études sédimentologiques ont été réalisées par l'équipe Géologie de l'Ingénieur et de l'Environnement de l'INSA de Rennes. Elles avaient pour but :

- de déterminer les volumes et la répartition des sédiments,
- de connaître les principales caractéristiques des matériaux,
- d'assurer le suivi du fonctionnement du piège créé par l'extraction des vases.

Les études biologiques ont été faites par l'association CŒUR.

2. Méthodes d'étude

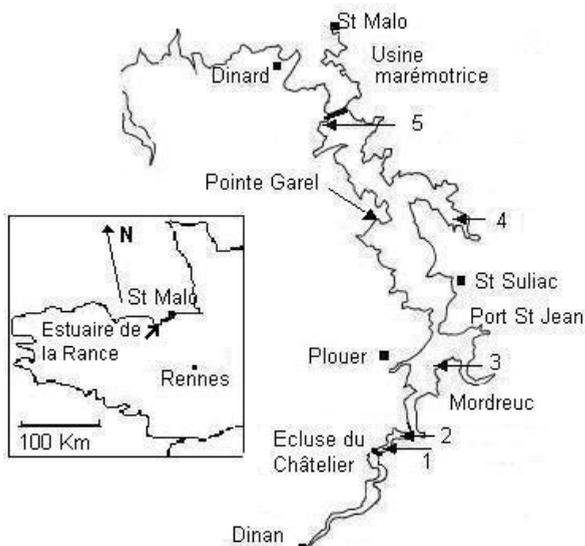


Figure 1 : L'estuaire de la Rance – Sites étudiés : 1 - Lyvet 2 - Morgrève 3 - Ville Ger 4 - Chateaufneuf 5 - La Richardais

Les épaisseurs de vases ont été mesurées sous eau dans le chenal et dans le piège par l'emploi combiné d'une sonde de profondeur et d'une perche graduée avec embout adapté. La sonde donne la hauteur d'eau tandis que le refus d'enfoncement de la perche indique la cote du fond qui correspond au platier rocheux. Les mesures à la sonde et à la perche doivent être faits en même temps car le fonctionnement de l'usine marémotrice crée dans ce site des phénomènes de seiches qui font varier le niveau du plan d'eau dans un temps très court.

Les épaisseurs de sédiments ont été déterminées par sondage à la tarière et par fonçage d'une perche graduée, dans six profils transversaux avec un point de mesure tous les 30 mètres. Les sondages à la tarière ont concerné un profil sur deux et dans chacun des sondages, les prélèvements pour analyses ont été faits en surface, à 50 cm de profondeur, à mi-hauteur et à 50 cm du fond.

Les analyses des 75 échantillons unitaires prélevés ont porté sur la granulométrie, la minéralogie, la teneur en eau, la masse volumique apparente des sédiments secs ou densité sèche.

Les analyses granulométriques ont été réalisées au granulomètre Laser Cilas 1180 après destruction de la matière organique par H₂O₂ et dispersion mécanique du sédiment dans une solution d'hexamétaphosphate de sodium. La classification retenue est celle communément utilisée en sédimentologie :

Argile	: 0 - 2 µm	Sables grossiers	: 0,2 - 2 mm
Limons	: 2 - 20 µm	Graviers	: 2 - 20 mm
Sables fins	: 20 - 200 µm	Cailloux	: 20 - 200 mm

Les teneurs en matière organique ont été évaluées par dosage du carbone organique. Les teneurs en carbonates ont été déterminées par attaque à l'acide chlorhydrique à chaud et pesée différentielle. La masse volumique des vases a été déterminée au pycnomètre selon la méthode à la paraffine.

Le suivi du remplissage a comporté six séries de mesures pendant la période avril 2001 (fin des travaux de curage) mai 2003. Elles ont été faites tous les 5 mètres à partir d'un bateau déplacé le long d'une corde tendue entre les deux rives.

Les mesures des vitesses de sédimentation et/ou d'érosion des vasières sont effectuées tous les trimestres dans 5 sites qui comportent chacun 2 ou 3 stations pour tenir compte de l'hétérogénéité du milieu : morphologie de la vasière, distance au chenal de navigation, végétalisation éventuelle.

Le principe repose sur la mesure de la variation relative du niveau de la vasière à l'aide d'une barre posée sur deux supports en PVC enfoncés dans le sédiment sur une profondeur de 1 mètre. Cette méthode est comparable à celle utilisée dans les marais salés (Boumans et Day, 1993). La mesure consiste à déterminer à l'aide d'un régllet d'une précision de 0,5 mm, la longueur h au dessus de la barre horizontale, d'une tige en aluminium de 10 mm de diamètre posée sur le sédiment. Pour éviter l'enfoncement de la tige dans la vase molle, celle-ci est abaissée sur un disque en polyéthylène de 60 mm de diamètre posé sur la vase. La variation du niveau de la vasière est donnée par la moyenne des 17 mesures effectuées sur une longueur de 2 m dans chaque station.

Le suivi biologique a été effectué tous les trimestres dans trois stations situées dans la zone d'extraction des sédiments (figure 5). Dans chaque station 3 échantillons sont récoltés à l'aide d'une benne Van Veen d'une surface de 500 cm². La totalité des prélèvements est tamisé à une maille carrée de 1 mm. Les individus sont identifiés et dénombrés au laboratoire. Les densités sont exprimées en nombre d'individus par mètre carré. Les biomasses sont déduites de la perte de poids par calcination au four à 550 ° C et exprimées en g.m⁻².

3. Etat initial du site de Lyvet

Le secteur étudié comprend de la rive gauche vers la rive droite :

- un secteur envasé d'une largeur de 30 mètres et situé derrière l'enrochement du chenal de navigation,
- le chenal de navigation très envasé sur ses bords latéraux mais relativement peu dans son axe central. Sa largeur est réduite à 12-15 mètres alors qu'elle était de 30 m à l'origine,

- un vaste méandre en rive droite qui forme une vasière très plane en phase terminale de comblement et parsemée de nombreux îlots de végétation halophyte,
- le piège à sédiments expérimental créé en 1996 et situé dans la partie amont de la vasière. Celui-ci est largement comblé et l'épaisseur moyenne des sédiments accumulés pendant 3 ans (juin 1996 – juin 1999) était de 2,4 m. Le volume des dépôts a été estimé à 5 000 m³.

A l'aval immédiat du piège expérimental, les épaisseurs de sédiments varient légèrement en relation avec la topographie de surface en raison de la présence de petits chenaux, mais surtout en relation avec les irrégularités du substratum rocheux formé de micaschistes. Le platier rocheux apparaît globalement incliné de la berge vers le chenal. L'épaisseur maximale des sédiments atteint 3,5 m à l'emplacement d'un ancien chenal bien visible sur les profils bathymétriques (figure 2). L'épaisseur moyenne des sédiments est de 2,8 m et leur volume total est de 75 000 m³ dans l'aire à draguer.

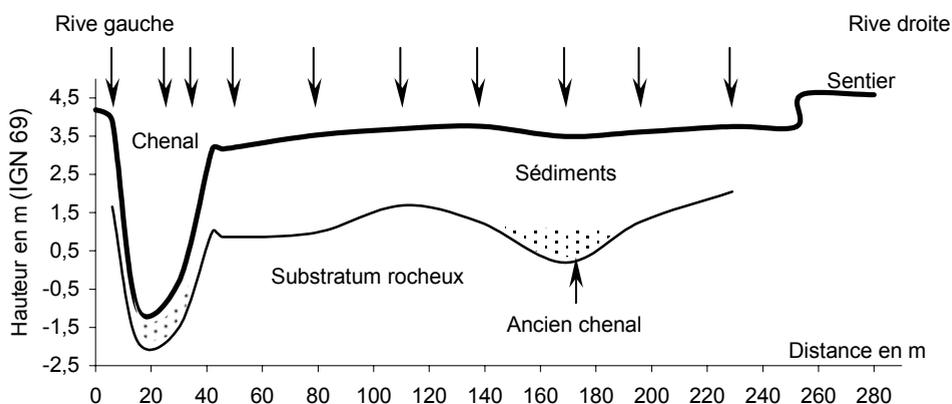


Figure 2 : Exemple de profil bathymétrique dans la vasière de Lyvet. ↓ Emplacement des sondages □ Sables moyens.

3.1 Caractéristiques des sédiments

Les sédiments présentent un gradient granulométrique décroissant du chenal vers les rives d'une part et du fond vers la surface d'autre part. En portant l'ensemble des résultats des analyses granulométriques sur un diagramme triangulaire de texture, les points représentatifs des échantillons apparaissent alignés sur une droite qui rejoint le pôle S au segment A-L. La texture varie donc globalement en fonction de l'importance relative de la fraction sableuse fine. Le gradient granulométrique transversal traduit la diminution des vitesses de courant qui est déterminée par la distance au chenal, tandis que le gradient vertical témoigne d'une évolution de la sédimentation dans le temps.

Une sédimentation fine argilo-limoneuse s'est progressivement substituée à la sédimentation sableuse fine d'origine.

Par ailleurs les sédiments accumulés dans le piège expérimental ont une teneur en fines plus faible. Le piège, de dimension réduite est peu favorable à la décantation des fines. Les sédiments sont mis en place sous l'action d'un courant. Le piège fonctionne sur le plan sédimentologique, comme le chenal.

Le grain moyen des sédiments est situé dans la fraction 10-20 μm pour 60 % des échantillons. Les dépôts à dominante sableuse ont un grain moyen compris entre 20 et 60 μm . Les sables grossiers, quantitativement peu importants, sont toujours rencontrés au dessus du substratum mais aussi parfois intercalés dans les vases. Dans ce cas, ils comblent vraisemblablement d'anciens chenaux.

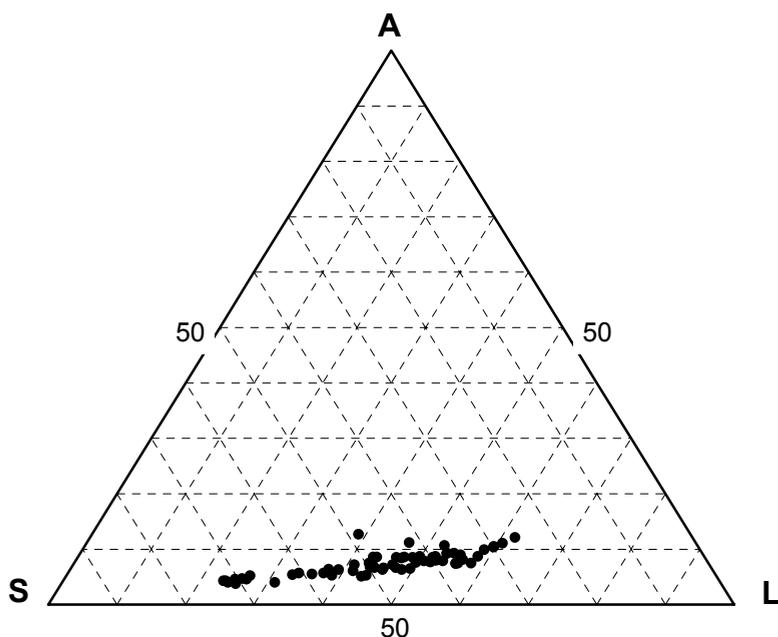


Figure 3 : Caractéristiques granulométriques des sédiments de la vase de Lyvet.
Argile : 0 – 2 μm Limons : 2 – 20 μm Sables : > 20 μm

Les examens au Microscope Electronique à Balayage (MEB) montrent que la fraction sableuse des vases est constituée de fragments lithiques, de minéraux et de bioclastes. Les minéraux les plus abondants sont le quartz, les feldspaths et les micas tandis que les minéraux accessoires sont les minéraux lourds : tourmaline, andalousite, staurotide et hydroxydes de fer. La dominance de bioclastes calcaires témoigne d'une prépondérance des apports marins. Quelques fragments biogènes siliceux (frustules de diatomées, spicules d'éponge...) sont également observés. La fraction fine a un aspect phylliteux et comporte des argiles véritables, d'abondants débris biogènes issus de l'attrition des tests calcaires et siliceux et une fraction organique peu importante (2 % de carbone organique).

La nature minéralogique des sédiments montre une origine mixte détritique et biogène. La fraction détritique provient du remaniement des formations d'altération des roches métamorphiques locales et des limons quaternaires (Estéoule et al, 1971). La fraction biogène est surtout carbonatée et d'origine marine. La teneur moyenne en carbonates est importante, voisine de 27 %. Les caractéristiques minéralogiques des sédiments montrent bien la prédominance des apports marins dans l'estuaire.

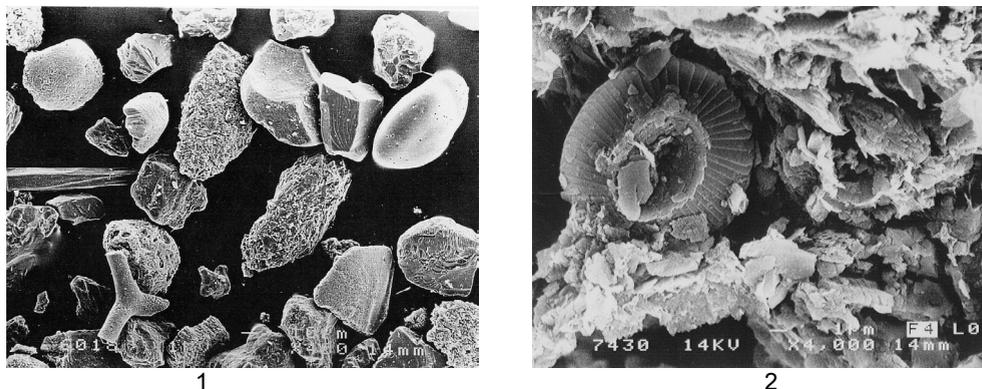


Figure 4 : Examen au MEB des sédiments du site de Lyvet. 1 – Fraction sableuse fine. 2 – Fraction fine argilo limoneuse.

Les vases molles de surface ont une densité sèche comprise entre 0,4 et 0,5 et une teneur en eau élevée qui fluctue entre 150 et 200 % (exprimée par rapport au poids sec des sédiments). Après leur dépôt, les vases se compactent rapidement et à 50 cm de profondeur leur densité sèche est toujours supérieure ou égale à 0,7. Au delà, les vases et sédiments sont plus fermes et la densité sèche fluctue de 0,9 à 1,3 en fonction de leur teneur relative en sables fins. La densité sèche moyenne des sédiments prélevés à plus de 50 cm est de 1,07 (35 mesures) et parallèlement les teneurs en eau sont à des valeurs voisines de 60 %.

3.2 Faune benthique

Le peuplement inféodé à la vasière de Lyvet est constitué d'espèces caractéristiques des zones estuariennes (tableau I) Parmi celles-ci, trois sont dominantes : l'annélide polychète *Nereis diversicolor*, le mollusque bivalve *Scrobicularia plana* et le crustacé isopode *Cyathura carinata* (Lang, 2000). Cet inventaire conforte le classement défini par Retiere (1979). Le site de Lyvet se situe dans la zone estuarienne à salinité faible du bassin maritime. Plusieurs auteurs (Costil et al, 1997 ; C.O.E.U.R., 2002) ont souligné que la structure de ce peuplement peut être profondément modifiée par des événements ponctuels tels que les fortes crues du fleuve et les vidanges du barrage hydroélectrique de Rophemel qui est situé dans la partie amont du bassin versant. Ceux-ci entraînent la réduction des effectifs voire la disparition d'une ou plusieurs populations. La cinétique de reconquête du milieu est surtout conditionnée par la stratégie de

reproduction propre à chaque espèce : elle est rapide pour les espèces à phase larvaire pélagique, lente pour les autres.

ANNELIDES	MOLLUSQUES		CRUSTACES		INSECTES
Oligochètes spp.	Bivalves	Gastéropodes	Isopodes	Amphipodes	
<i>Nereis diversicolor</i>	<i>Abra tenuis</i>	<i>Hydrobia ulvae</i>	<i>Cyathura carinata</i>	<i>Corophium sp.</i>	Larves de Diptère
<i>Polydora antennata</i>	<i>Scrobicularia plana</i>		<i>Idotea chelipes</i>	<i>Orchestia gammarellus</i>	
<i>Streblospio Shrubsolei</i>					

Tableau I : Organismes inventoriés dans la vasière de Lyvet.

4. Evolution du site après l'extraction des sédiments

L'étude a comporté après les travaux de dragage, le suivi de la sédimentation dans le piège, l'évaluation de l'érosion des vasières et enfin le suivi de la colonisation du fond par la faune benthique.

4.1 Sédimentation dans le piège

Les mesures bathymétriques faites dans les 3 profils montrent que la sédimentation a été optimale dans les profils 2 et 3 pendant le premier semestre de fonctionnement du piège (tableau II). Les dépôts ont été moindres dans le profil P1 à l'entrée du piège car les courants de jusant ont sans doute remis en suspension une partie des sédiments pendant les phases de vidange de la fosse. La photographie aérienne met bien en évidence la présence de chenaux plus profonds dans ce secteur (figure 5).

Après 1 an de fonctionnement, le piège a continué de se combler, mais les apports ont progressivement diminué dans le temps. Les dernières mesures réalisées après 25 mois montrent une légère diminution de l'épaisseur moyenne dans les 3 profils. Cette évolution témoigne d'une érosion et/ou d'une compaction progressive des sédiments. Le piège est aujourd'hui dans sa phase terminale de comblement et la fosse résiduelle n'a plus un volume suffisant pour favoriser la décantation des matières en suspension. Certains courants de jusant sont sans doute assez forts pour provoquer une érosion partielle des dépôts. Il est vraisemblable que le piège stocke encore épisodiquement des sédiments, mais ceux-ci peuvent être partiellement érodés pendant certains cycles de marées.

L'évolution dans le temps des volumes de sédiments (figure 6) montre un remplissage très rapide du piège pendant les 6 premiers mois de fonctionnement, puis un ralentissement relatif. La première phase de comblement a été favorisée par la morphologie du fond de la cuvette. La fosse a constitué à la fois un piège efficace et un bassin de décantation pendant toute la durée des étales. Au fur et à mesure du remplissage, les apports sédimentaires en provenance du chenal ont été moindres car la fosse a atteint un niveau topographique plus élevé que le chenal. La diminution progressive de la tranche d'eau est également un facteur moins favorable à la décantation des matières en suspension.

Les analyses granulométriques montrent que les sédiments ont une texture de plus en plus fine. Le grain moyen qui fluctuait de 15 à 25 μm durant la première année est désormais uniforme et voisin de 10 μm . Le remplissage terminal du piège se fait actuellement à une vitesse de plus en plus lente et proche de celle mesurée sur la vasière avant la création du piège.

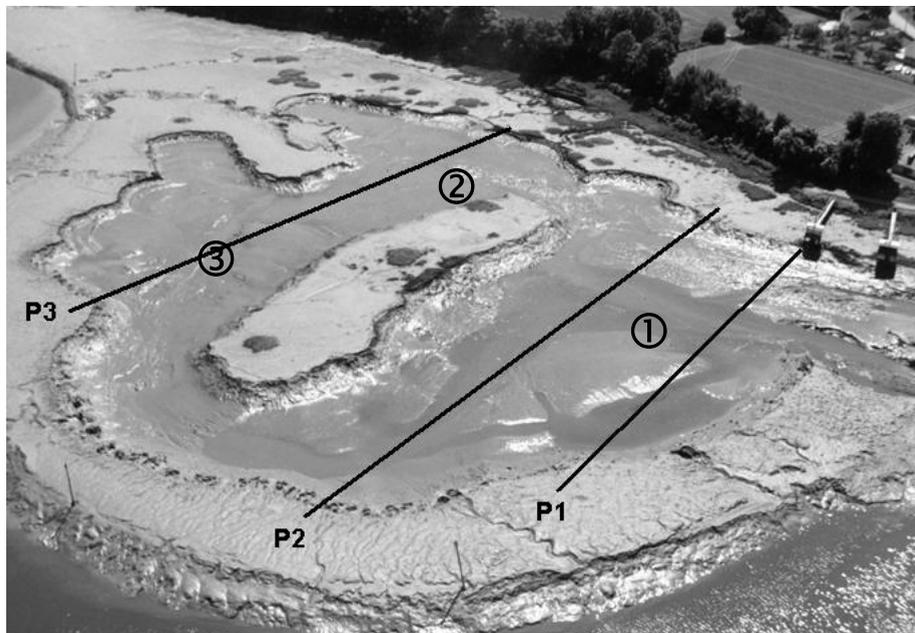


Figure 5 : Vue aérienne du piège. Situation des profils bathymétriques et des stations d'étude de la faune benthique.

Profil	Epaisseurs moyennes des sédiments en cm					
	08/06/01 (2 mois)	19/07/01 (5,5 mois)	21/03/01 (1 an)	03/07/02 (15 mois)	26/11/02 (20 mois)	05/05/03 (25 mois)
1 (amont)	16	58	160	158	205	195
2	40	87	139	172	188	180
3 (aval)	41	84	127	150	164	160
Volume en m^3	9 600	21 600	37 400	43 300	49 150	47 250

Tableau II : Evolution des épaisseurs moyennes de sédiments dans les 3 profils et du volume total des sédiments dans le piège.

4.2 Erosion de la vasière

Le creusement du piège expérimental (10 000 m^3) en 1996 puis son agrandissement (80 000 m^3) en 2000 ont entraîné une érosion immédiate de la

vasière périphérique. Pendant la période d'efficacité maximale du piège agrandi (avril 2001-décembre 2002) la vitesse d'érosion a été de 11 mm.an⁻¹ dans la partie médiane de la vasière et de 117 mm.an⁻¹ dans le secteur situé entre le piège et le chenal. Au total, la vasière s'est abaissée respectivement de 25 mm et 500 mm dans ces deux stations alors qu'elle a continué de s'élever légèrement à proximité de la berge. Il est clair que la forte érosion de la bordure du piège est due aux courants de surverse induits par le flot. L'impact du piège de Lyvet sur la vasière de Morgrève n'a pu être établi faute de mesures. La station de Morgrève avait été détruite pendant les travaux de curage en 2000. Il apparaît toutefois que la vitesse moyenne d'envasement à Morgrève est stable et voisine de 26 mm.an⁻¹ depuis 1999.

LYVET

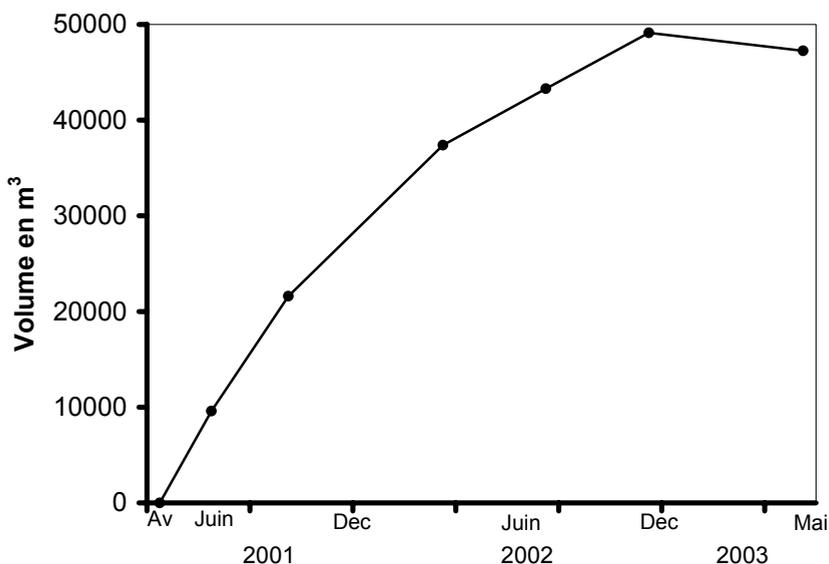


Figure 6 : Evolution des volumes de sédiments accumulés dans le piège de Lyvet. Période avril 2001 – juin 2003.

Ce taux d'envasement est tout à fait comparable à celui mesuré à Lyvet avant travaux et est en parfait accord avec ceux déduits de la datation au ²¹⁰Pb des dépôts, à une profondeur comprise entre 15 et 35 cm à Lyvet (Bonnot-Courtois et al, 2002). Par ailleurs, les résultats des mesures dans les 5 sites montrent :

- un gradient d'envasement décroissant de l'amont vers l'aval,
- des remises en suspension périodiques de sédiments fins dans la partie basse de certaines vasières qui se déposent ensuite en partie haute. L'élévation des vasières se fait par paliers à l'occasion d'un nombre limité de "cycles de marées",

- la vitesse maximale d'envasement semble constante et voisine de 26 mm.an^{-1} dans le secteur amont de l'estuaire où transite le bouchon vaseux.

4.3 Colonisation du piège par la faune benthique

Le suivi biologique réalisé à la fin des travaux d'extraction a permis de préciser la cinétique de colonisation par la faune benthique du piège. Lors du premier relevé effectué en juin 2001, 4 espèces ont été recensées dans les trois stations dont les trois espèces dominantes du peuplement de la vase (*Nereis diversicolor*, *Scrobicularia plana* et *Cyathura carinata*). La faune s'est ensuite enrichie notamment d'espèces nouvelles dans ce site. La cinétique de colonisation diffère selon les espèces. Ainsi, les effectifs de *Scrobicularia plana* atteignent des densités relativement importante dès le mois de septembre 2001. Après une phase de stabilisation en hiver et printemps 2002, les densités augmentent nettement en juillet 2002 et sont alors sensiblement supérieures à celles de la vase voisine. Depuis le mois d'octobre 2002, les effectifs diminuent régulièrement (figure 7a).

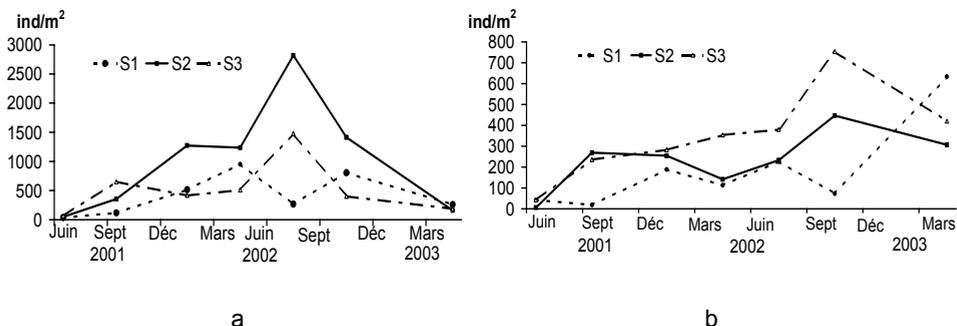


Figure 7 : évolution des effectifs de *Scrobicularia plana* (a) et *Nereis diversicolor* (b) dans les trois stations.

Le développement de *Nereis diversicolor*, est similaire la première année à celui de *Scrobicularia plana*. Par contre, les effectifs ont ensuite continué de croître pour atteindre des valeurs proches de celles de la vase (figure 7b).

Parmi les espèces nouvelles du site, nous pouvons citer l'annélide polychète *Nephtys hombergii*, les mollusques bivalves *Ruditapes philippinarum* et *Cerastoderma edule*. Les deux premières sont rencontrées ponctuellement avec de faibles densités, tandis que la coque *Cerastoderma edule* est toujours présente depuis septembre 2001 dans les stations 2 et 3 situées dans la partie aval du piège. Les densités de la coque chutent sensiblement depuis octobre 2002 (figure 8a).

L'évolution des biomasses traduit une colonisation rapide du piège. Les biomasses maximales ont été enregistrées en juillet 2002 dans les deux stations aval puis elles ont diminué pour atteindre en avril 2003 des valeurs comparables à celles mesurées dans la vase.

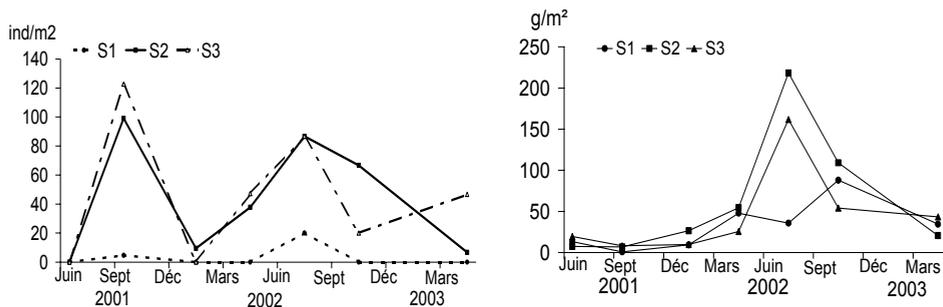


Figure 8 : Evolution des effectifs de *Cerastoderma edule* (a) et de la biomasse totale dans les trois stations du piège (b)

Discussion

La partie amont du bassin maritime est aujourd'hui dans sa phase terminale de comblement et cela se vérifie par l'extension rapide des îlots de végétation halophyte en aval du Châtelier. La vitesse de sédimentation y est très importante, voisine de 26 mm.an^{-1} et de ce fait tout le secteur compris entre Lyvet et Morgrève allait devenir à court terme un marais salé.

Le maintien d'un équilibre naturel passe nécessairement par la gestion des apports sédimentaires. Ces apports ne peuvent en l'état actuel des connaissances, être évalués avec précision. Toutefois les différents usagers de l'estuaire s'accordent à dire que le volume total de sédiments à draguer serait aujourd'hui supérieur à 1 million de m^3 . Ils ont donc proposé un programme d'extraction des sédiments puis de gestion des apports afin d'assurer la sauvegarde du milieu.

Le concept de piège à sédiment permet de répondre à cet objectif. Il présente par ailleurs plusieurs avantages au regard des méthodes traditionnelles de dragage. Les interventions sont limitées à des aires très réduites et de ce fait la richesse du milieu est préservée. Les suivis biologiques réalisés à Lyvet montrent que l'impact du chantier est restreint dans l'espace et dans le temps. Le piège est colonisé par toutes les espèces de la vase 3 mois après la fin des travaux. La technique d'extraction retenue et la période de réalisation du chantier ont été des facteurs favorables. L'extraction par aspirodragage avant la période de reproduction a facilité une colonisation rapide. Le piège constitue en outre un milieu nouveau qui présente des caractéristiques intermédiaires entre le chenal et la vase. Il favorise temporairement l'accroissement de la richesse spécifique du site. Toutefois, les espèces nouvelles et notamment la coque *Cerastoderma edule* tendent à disparaître au fur et à mesure du comblement du piège.

La gestion des sédiments selon le concept du piège peut concerner des volumes importants. Les volumes extraits à Lyvet depuis 1990 s'élèvent à $100\,000 \text{ m}^3$ et la quantité totale de sédiments piégés est aujourd'hui de $55\,000 \text{ m}^3$. Le piège a donc permis de gérer au total $155\,000 \text{ m}^3$ sur une surface réduite qui n'excède pas 3 hectares. Son curage périodique est nécessaire car il se comble rapidement en moins de 2 ans. Son efficacité permet d'assurer la gestion de $25\,000 \text{ m}^3$ de sédiment par an dans ce seul site.

Le site de Lyvet présente des conditions hydrodynamiques particulièrement favorables qui ne peuvent se retrouver à l'identique dans d'autres vasières. Il semble toutefois opportun d'implanter d'autres pièges dans les anses soumises à un fort envasement. Le choix devra s'appuyer sur des critères morphologiques, sédimentologiques et biologiques. Le modèle hydrosédimentaire développé par EDF Division Recherche et Développement devrait constituer un outil précieux d'aide à la décision (Guesmia et al, 2001).

La démarche entreprise pour assurer la gestion des apports sédimentaires dans le bassin maritime de la Rance s'inscrit parfaitement dans le cadre d'une politique de développement durable.

Bibliographie.

Bonnot-Courtois C., Lafond L.R., 1991 - Caractérisation et comportement des vases dans l'estuaire de la Rance. *Rapport EDF/Lab. de Géomorphologie EPHE*. 107 p.

Bonnot-Courtois C., 1993 - Analyse comparée des effets de dragage et de chasse hydraulique sur l'envasement à l'amont du bassin maritime de la Rance. *La Houille Blanche*, 8 : p 539-550.

Bonnot-Courtois C., Caline B., L'Homer A., Le Vot M. 2002 - La Baie du Mont Saint Michel et l'Estuaire de la Rance. *CNRS, EPHE TotalFinaElf*. Mémoire 26. 256p

Boumans R.M.J., Day Jr., J.W., 1993. High precision measurements of sediment elevation in shallow coastal areas using a sedimentation-erosion-table. *Estuaries* 16: 375-380.

Brun J., - La vallée de la Rance. In Durand et Lardeux (éd.) : *Bretagne ; Guides Géologiques Régionaux ; éd. Masson, 2^e édition*, 209 p.

C.O.E.U.R., 2002 - Bilan à 18 mois. Curage 2000-2001. Site de Lyvet. *Rapport C.O.E.U.R.*, 64 p.

Costil K., Lang F., Jigorel A., 1997 - Etudes des compartiments sédimentaires et biologiques de la plaine de la Ville Ger. *Rapport d'étude. Université de Rennes I - INSA de Rennes - Comité des Elus et des Usagers de la Rance*. 53 p.

Estéoule J., Estéoule-Choux J., Perret P., 1971 - Constitution minéralogique et origine des limons de la côte nord-est de la Bretagne. *C.R. Acad. Sc. Paris*. t. 273, p.1355-1358.

Guesmia M., Cheviet C; Macur O., 2001 – Modélisation Hydrodynamique et hydrosédimentaire. Etude des scénarios de gestion de l'estuaire. *Rapport EDF*, 93 p.

Jigorel A, Pitois F., 1998 - Gestion expérimentale des apports sédimentaires dans l'estuaire de la Rance, France. *Actes du 8ème Congrès International de AIGI. Vancouver. Canada 21 - 25 septembre 1998*. Volume 5. p 3859-3865.

Lang, F., 2000 - Suivi des Peuplements d'Invertébrés Benthiques des vasières exondables en Rance maritime. *Rapport C.O.E.U.R./Univ. Rennes I*, 49 p.

LCHF, 1982 - Etude sédimentologique de l'estuaire de la Rance. *Rapport Général Institution interdépartementale pour l'Aménagement de la Rance Propre*. DDE Ille et Vilaine. 21 p.

Retiere, C., 1979 -Contribution à la connaissance des peuplements benthiques du golfe normando-breton. *Thèse d'Etat, Univ. Rennes I*, 431 p.

Ruellan A., 1956 - La Rance maritime et ses abords. Etude morphologique. *Mem. Labo Géomorphologie EPHE*. 7. 101 p.