

Une démarche progressive pour l'estuaire de la Loire

LES SCÉNARIOS

études prospectives aval



1 2 3



Programme Interrégional Loire Grandeur Nature Pays de la Loire 2000-2006

GIP
Loire
Estuaire

Préambule

Dans les années 1990, la dégradation de l'estuaire - remontée de l'onde de marée et du sel, développement du bouchon vaseux, abaissement des lignes d'eau,... - et les contraintes apportées aux usages ont conduit à une véritable prise de conscience des acteurs du territoire. Une volonté politique commune s'est alors construite pour considérer l'estuaire dans toutes ses fonctions, qu'elles soient économiques, urbaines ou environnementales.

Pour répondre aux questions posées - Comment évolue l'estuaire ? Est-il possible d'intervenir ? - deux programmes d'études ambitieux ont été lancés afin de se donner les moyens d'agir. Trois axes principaux ont été développés :

- « investir » l'estuaire, mieux connaître et reconnaître le système estuarien, pour appréhender collectivement son évolution, fonder des logiques d'intervention et aider à la prise de décision,
- définir des objectifs pour la Loire estuarienne, construire un consensus,
- explorer progressivement des actions de restauration en multipliant les approches, en mobilisant compétences et expertises.

Cette démarche s'est construite au cours de deux plans Loire Grandeur Nature successifs (1995-2000 et 2000-2006). Fin 2006, un principe d'intervention a été acté lors du conseil d'administration du GIP Loire Estuaire du 8 décembre 2006, sous la forme d'un scénario de restauration, dit « morphologique ».

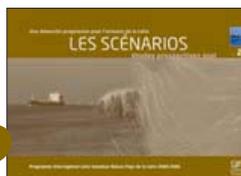
Un premier document sur les objectifs précise les attentes des acteurs.

1



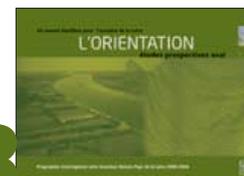
Ce deuxième document expose les scénarios, illustrant les logiques d'intervention possibles, au regard d'une situation tendancielle, traduisant l'absence d'intervention.

2



Le dernier document, construit à partir de l'évaluation des scénarios, éclaire le « débat » sur l'orientation donnée pour la suite de la démarche.

3



sommaire

L'obligation de recherche pour un estuaire peu connu

page 4

L'évolution des attentes et la recherche de scénarios

page 6

L'évolution de l'estuaire à 40 ans

page 8

Le scénario déconnexion

page 10

Le scénario morphologique

page 12

Les enseignements de la démarche

page 14

Les compétences et savoir-faire mobilisés

page 15

L'obligation de recherche pour un estuaire peu connu

La connaissance du fonctionnement estuarien est la composante forte des deux programmes d'études successifs :

- 1995-2000 : modélisation prospective de la Loire estuarienne, des Ponts-de-Cé à Saint-Nazaire
- 2000-2006 : études prospectives aval, de Nantes à Saint-Nazaire

Développée pour répondre aux questions posées sur la dégradation de l'estuaire, cette connaissance constitue un appui essentiel pour l'exploration de leviers d'intervention.

Cet investissement important est structuré et nourri par les acquisitions et les analyses de données, les modélisations mathématiques et la mobilisation d'experts.

Une approche scientifique au service de la décision politique

La grille d'indicateurs constitue le premier outil de suivis de l'évolution de l'estuaire sur le long terme, dans toutes ses composantes (physiques, biologiques, humaines,...). Accessible à tout public, elle est un moyen de sensibilisation et de prise en considération des questions estuariennes.

Vers une connaissance renouvelée de l'estuaire

Au travers des acquis scientifiques, les mécanismes déterminants et notamment hydro sédimentaires sont mieux approchés, apportant autant d'éclairages sur les causes des dégradations constatées que sur les leviers envisageables pour y remédier.

L'exigence d'une réponse globale, la prise en considération de tous les usages, de l'environnement, de l'urbain,... ont nécessité de multiplier et de croiser les angles de vue : explicitation des fonctionnalités écologiques, approche sociale de l'estuaire, historique des évolutions et des aménagements.

Un estuaire mesuré et inventorié

Depuis 2000, les acquisitions de données et les inventaires se succèdent donnant une meilleure couverture à la fois spatiale et temporelle du fonctionnement de l'estuaire.

En premier lieu axées sur l'hydraulique et la dynamique sédimentaire, **les campagnes de mesures fournissent la matière première pour analyser les processus, caler et valider les modèles numériques, construire les suivis.**

Les compartiments du milieu vivant (benthos, poissons, oiseaux, végétation) sont croisés au travers d'un outil explicitant le rôle fonctionnel des différents milieux de l'estuaire et leur dépendance aux paramètres déterminants (sel, vase, température, submersion,...).

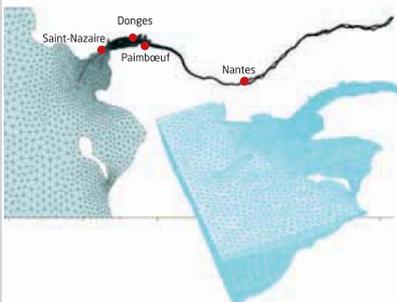


▲ Inventaire du benthos

Un estuaire « modélisé »

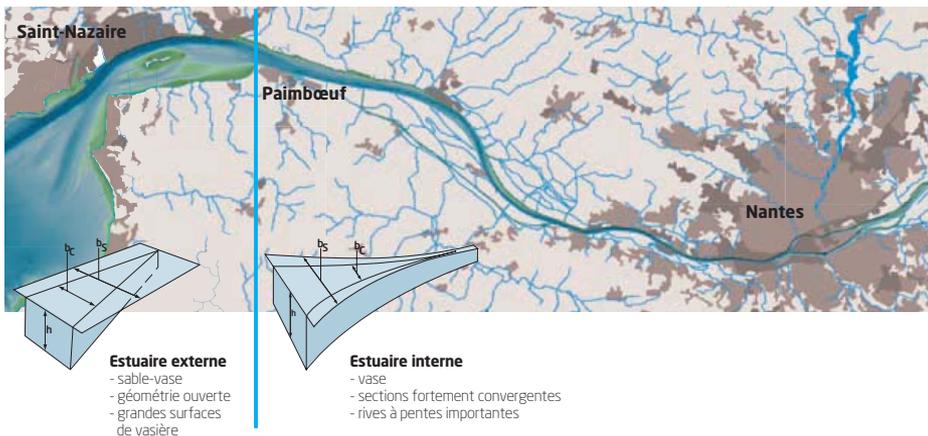
En 1995, un modèle numérique 1D (une dimension) est construit sur 140 km pour évaluer de possibles leviers de restauration. En 2006, l'estuaire est modélisé en trois dimensions. Plus proche de la nature, ce type de modèle reproduit plus fidèlement les processus hydro sédimentaires. Il apporte une compréhension nouvelle des mécanismes déterminants dans les dégradations constatées :

- piégeage des sédiments dans l'estuaire interne (bouchon vaseux, crème de vase),
- rôle de la crème de vase sur la propagation de la marée.



▲ Maillages 2D et 3D des outils de modélisation

▼ Différenciation géométrique estuaire interne - estuaire externe



Un nouveau regard porté sur la géométrie de l'estuaire

Des scientifiques européens ont apporté une expertise nouvelle sur la géométrie de l'estuaire, abordée sous la forme de deux entités distinctes :

- **un estuaire interne, en amont de Paimbœuf**, à dominante vaseuse. Sa forme convergente amplifie l'onde de marée et la déforme, renforçant les courants de flot par rapport à ceux de jusant.

Cette asymétrie de la marée induit une plus forte capacité de piégeage des sédiments dans ce bief lors des débits faibles, sous la forme du bouchon vaseux et de la crème de vase.

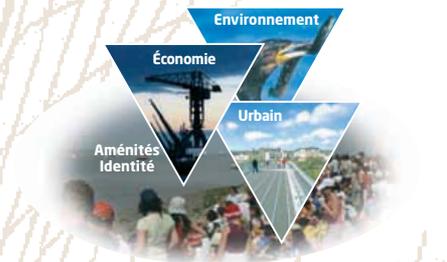
- **un estuaire externe, en aval de Paimbœuf**, plus sableux, avec des surfaces importantes de vasières. Son chenal nord, très profond, constitue un autre piège à sédiments pour des débits de Loire moyens et forts.

L'évolution des attentes et la recherche de scénarios

Pour remédier aux dégradations et satisfaire aux nouveaux usages du fleuve, les acteurs ont formalisé, en 1995, des premiers objectifs volontaristes, quantifiés, encadrant la recherche de leviers d'intervention. Le relèvement de la ligne d'eau de basse mer à Nantes, à son niveau de 1900, exprimait ainsi la volonté d'offrir aux projets urbains un environnement fluvial plus favorable.

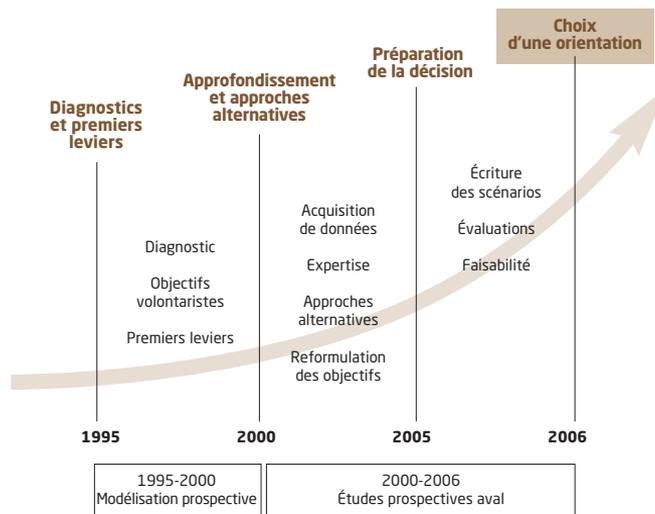
L'exploration successive des scénarios de restauration et l'évaluation des réponses apportées ont naturellement conduit à réinvestir la question des objectifs. La meilleure connaissance des usages, l'évolution des préoccupations et des projets ont également nourri cette réflexion sur les attentes et les niveaux d'exigence vis-à-vis d'une intervention volontariste sur l'estuaire.

Les objectifs peuvent aujourd'hui être synthétisés sous la forme d'un rééquilibrage entre quatre grandes fonctions : l'économique, l'urbain, l'environnement et les aménités.



▲ Rééquilibrage des fonctions de l'estuaire de la Loire

L'amorce de débats auprès d'un public plus large d'usagers, en 2006, a constitué une nouvelle ouverture pour poursuivre cette réflexion sur les objectifs donnés et les moyens d'agir.



▲ Des premières questions posées à la prise de décision : progression des deux programmes d'étude

Des premiers leviers étudiés à l'orientation

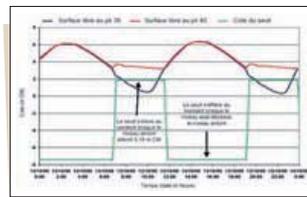
En 1995, les premiers leviers imaginés ont été testés et combinés pour construire des scénarios. Ils se sont attachés à intervenir prioritairement sur le lit mineur pour relever la ligne d'eau et réduire l'intrusion de la mer. Parmi ces leviers, l'ouvrage de déconnexion est alors ressorti comme le plus efficace. Son coût et le caractère radical de l'intervention ont conduit cependant à rechercher une alternative plus progressive.

Pour cette raison, de nouveaux leviers ont été explorés dans le cadre du second programme engagé en 2000. Plusieurs équipes, de niveau européen, ont alors été mobilisées en parallèle sous la forme d'un concours d'idées. Les approches développées ont révélé qu'une alternative au scénario de déconnexion était possible en agissant sur la morphologie de l'estuaire.

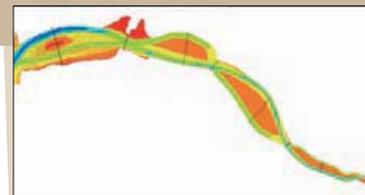
Apportant une réponse d'une autre nature aux objectifs initialement fixés, cette approche est également apparue comme fondamentalement différente en terme d'intervention et de calendrier de mise en œuvre.

In fine, deux scénarios contrastés ont été écrits et évalués entre 2005 et 2006 : le scénario déconnexion et le scénario morphologique.

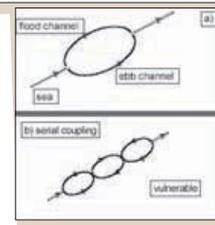
L'approche hydro sédimentaire dominante dans les études a alors été complétée par des analyses juridiques, économiques, sociales. Ainsi, tous les éléments d'évaluation et de faisabilité des scénarios vont éclairer la décision politique quant à l'orientation à retenir pour l'estuaire.



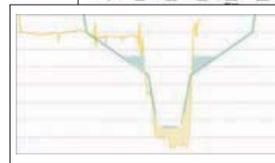
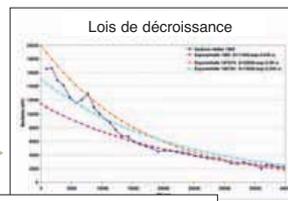
▲ L'ouvrage de déconnexion



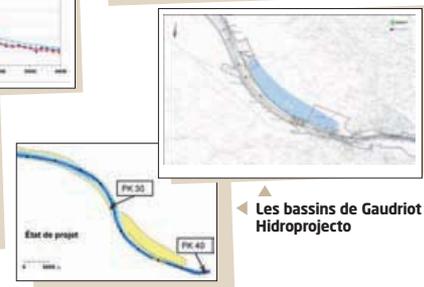
▲ Les boucles de Delft Hydraulics



La loi des sections du comité d'experts



▲ Les bassins de Gaudriot Hydroprojecto



L'évolution de l'estuaire à 40 ans

Les dégradations constatées vont-elles perdurer ? Le temps va-t-il, au contraire, permettre à l'estuaire de se rééquilibrer naturellement ?

Pour anticiper ce que sera l'estuaire dans 40 ans, une situation tendancielle a été construite puis évaluée. À cette échelle de temps, elle constitue la situation de référence pour les autres scénarios étudiés.

Une poursuite des dégradations

À 40 ans, les évolutions constatées sur l'estuaire au cours du 20^e siècle vont se prolonger :

- abaissement de la ligne d'eau de basse mer à l'aval de Nantes de 15 à 20 cm du fait de la poursuite de l'érosion naturelle du chenal de Nantes. En amont, le retour du sable (hypothèse qui reste à confirmer) permettrait de contrebalancer cette dynamique par un relèvement de la ligne d'eau de basse mer de l'ordre de 40 cm au niveau du pont de Bellevue,
- élévation du niveau de la mer de 13 cm sur la façade maritime, amplifiée dans l'estuaire pour atteindre une élévation de la pleine mer de 20 cm à Nantes,
- légère progression de l'intrusion du sel et de la turbidité vers l'amont lors des étiages,
- perte de surfaces de vasières.

Plus globalement, cette situation montre l'incapacité de l'estuaire à se restaurer par lui-même.

C'est l'ensemble des usages et des fonctions écologiques majeures de l'estuaire qui est affecté par la persistance de ces déséquilibres.

Ainsi, cette perspective a confirmé la nécessité d'agir, constituant de fait, un réel outil d'aide à la décision.

Une situation inacceptable : paroles d'acteurs ou d'usagers

■ « L'estuaire est tellement dégradé au niveau de la qualité des eaux, que l'on se protège des vases. On ne veut pas faire entrer de vase. On a mis des barrières étanches entre l'estuaire et les zones humides. Si les oiseaux peuvent passer au-dessus, ce n'est pas le cas des poissons ! (...) On a vraiment une fragmentation et une compartimentation des lieux qui limitent la richesse biologique. »



■ « Comment penser que certaines espèces de poissons, qui à l'époque parcouraient 3,5 km dans un bouchon vaseux qui était à peu près propre, réussiraient à faire 35 km dans une zone atrophiée à ce niveau-là ! »

■ « La vase, c'est la bête noire. Ça recouvre les prés, surtout en bordure de Loire. Ça bouche les douves, les étiers. Certaines années, des prés d'îles ont eu 5 à 10 cm de vase. »

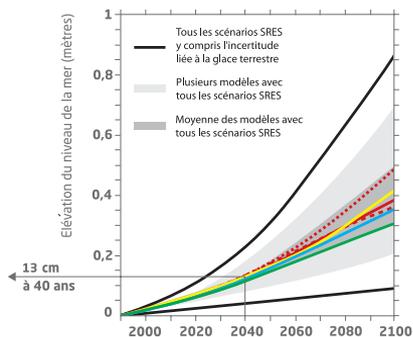
■ « Le sel nuit à la végétation. Il la brûle. Autrefois, quand il y avait une bonne marée qui passait, l'herbe poussait quand même. Maintenant, il faut faire attention pour inonder les prés. Il y a des périodes où il ne faut pas le faire parce que l'eau est trop salée. (...) Avec la salinité, la qualité des terrains a diminué. »

■ « L'eau, c'est un décor extraordinaire, et donc cela donne de la valeur aux sites. (...) Évidemment, il faut changer le régime de la Loire à Nantes, remonter le fil de l'eau. Ça paraît évident. »

■ « De toute façon il faut intervenir ! Il faut repenser l'aménagement, le développement au travers d'un projet qui serait un exemple... un projet fédérateur qui serait un modèle. »



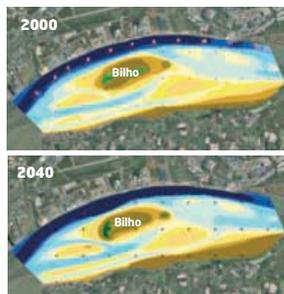
La construction de la situation tendancielle à 40 ans



▲ Élévation du niveau de la mer

Les évolutions climatiques

Les hypothèses formulées par le GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat), dans son rapport de 2001, évaluent à 13 cm l'élévation du niveau de la mer sur la façade atlantique, à l'échéance 2040. Les évolutions de l'hydrologie - intensité et durée des événements extrêmes (étiage et crue) - faute de quantification, n'ont pu être intégrées.

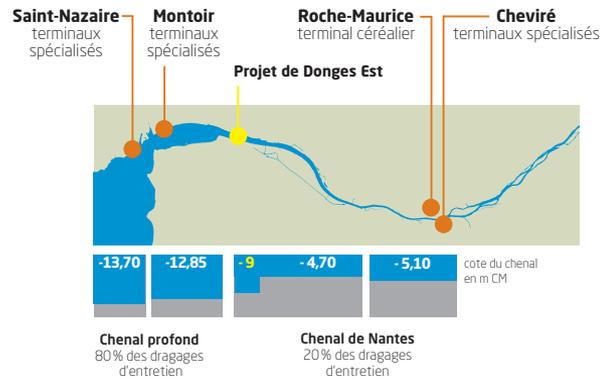


▲ Évolution morphologique prévisible au sud Bilho

Les évolutions morphologiques

La géométrie prévisible de l'estuaire en 2040 a été bâtie en prolongeant les tendances passées et actuelles, étudiées à partir de documents historiques (cartes des fonds, photographies aériennes). Cette géométrie intègre :

- une hypothèse de retour du sable en amont de Nantes, fruit d'une érosion régressive sur la section en amont de Chalonnes-sur-Loire,
- une tendance à l'érosion du chenal de Nantes jusqu'à Cordemais et une tendance à la sédimentation de Cordemais à Paimbœuf,
- plus aval, au sud de Bilho, les vasières s'exondent, se continentalisent et les petits chenaux qui les alimentent s'approfondissent.



▲ Terminaux portuaires et cotes nominales des chenaux d'accès

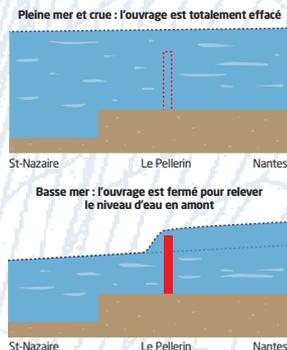
Les évolutions anthropiques

Le projet portuaire de Donges Est (phase 1) a été intégré ainsi que les pratiques de dragage du port autonome de Nantes Saint-Nazaire pour maintenir le chenal de navigation à sa cote nominale.

Le scénario déconnexion

Un ouvrage de régulation hydraulique

Issu des premières réflexions (1995), le scénario déconnexion a été conçu pour agir, en premier lieu, sur la remontée de la ligne d'eau de basse mer dans l'agglomération nantaise et sur la réduction du volume oscillant pénétrant dans l'estuaire. **Ce principe hydraulique a conduit à définir un ouvrage géré à la marée**, localisé sur le site de la Martinière, commune du Pellerin. Fermé à marée basse pour relever la ligne d'eau, il doit s'effacer lors du flot pour permettre le passage des bateaux, des poissons migrateurs et des crues.



Les questions de faisabilité ont été déterminantes et ont conduit à un cahier des charges contraignant.

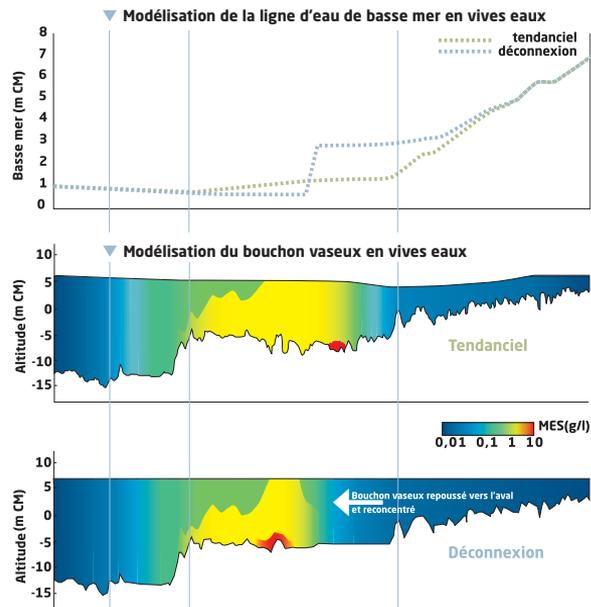
Les études attestent de la possibilité de concevoir et de réaliser un tel ouvrage, mais la réponse hydro sédimentaire de l'estuaire est contrastée :

- la ligne d'eau à Nantes est relevée à la cote recherchée (3 m CM), avec cependant une baisse significative des basses mers à l'aval de l'ouvrage,
- le recul de la salinité, de l'ordre de 2 km en vives eaux, reste modéré,
- reconcentré à l'aval de l'ouvrage, le bouchon vaseux est piégé et amplifié dans l'estuaire interne.

Localisation des interventions



Les principaux résultats hydrosédimentaires



Un investissement majeur pour une réponse en demi teinte

Le relèvement de la ligne d'eau, en offrant une meilleure perception de la Loire à Nantes, répond en partie aux enjeux urbains. Pour autant, les attentes qui portaient sur le développement des activités associées à un plan d'eau (loisir, nautisme...) ne sont pas satisfaites.

La dégradation à l'aval de l'ouvrage, notamment par le piégeage du bouchon vaseux, a des incidences sur les potentialités écologiques des vasières, le transit piscicole, l'entretien des prairies... Ces éléments confirment les craintes formulées par les usagers.

L'ouvrage permet le passage des bateaux, mais contraint le chenalage et affiche la place nantaise comme un port de fond d'estuaire dont l'accès dépend du fonctionnement du seuil. Difficilement mesurable, cette condition présente un risque potentiel de fragilisation de l'activité portuaire nantaise.

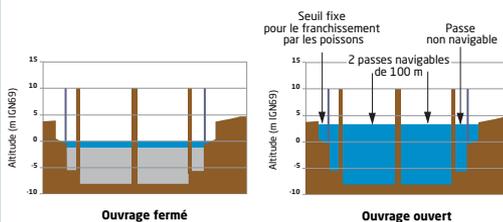
Un ouvrage complexe

Le cahier des charges a pris en compte l'ensemble des contraintes de localisation, de conception, de réalisation et de maintenance. Les solutions techniques ont ainsi pu être identifiées et évaluées.

Le contexte géologique difficile a nécessité d'optimiser les techniques de fondation, ainsi que les logiques d'implantation pour accéder à la Loire depuis les deux rives, en phase chantier.

La franchissabilité du seuil par les navires chenalant jusqu'à Nantes, sans possibilité d'arrêt durant cette remontée de l'estuaire, s'est traduite par la nécessité de deux passes navigables de 100 m de large, et d'une gestion de leur manœuvre garantissant l'ouverture effective de l'ouvrage lorsque le navire s'engage à Nantes ou à Saint-Nazaire.

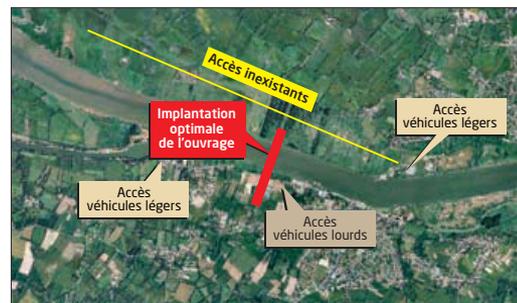
▼ Géométrie de l'ouvrage



Le franchissement par les poissons migrateurs a conduit à intégrer des seuils latéraux créant une lame d'eau à marée basse autorisant le passage de espèces qui en ont la capacité.

La présence de fortes turbidités, l'obligation d'écoulement des crues en phase chantier, ont amené à imaginer une réalisation de l'infrastructure en partie immergée, sans batardeau.

En conclusion, l'ouvrage est réalisable, mais au prix d'une construction particulièrement délicate, de logiques de maintenance importantes, d'un coût d'investissement et de fonctionnement lourd.



▲ Contraintes de localisation

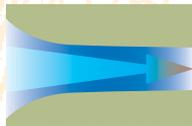
Le scénario morphologique

Agir sur la morphologie pour redonner de l'espace au fleuve

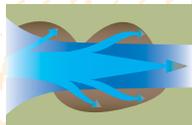
La recherche d'un scénario plus progressif, agissant sur les mécanismes déterminants dans la dégradation de l'estuaire, a mis en évidence la possibilité de modifier sa morphologie pour restaurer un fonctionnement plus favorable aux usages actuels.

Les nouveaux leviers développés visent à diminuer les mécanismes de piégeage de sédiments dans l'estuaire interne, tout en restaurant des milieux naturels.

Etat actuel :
progression rapide du flot



Levier étudié :
stockage du flot sur les vasières



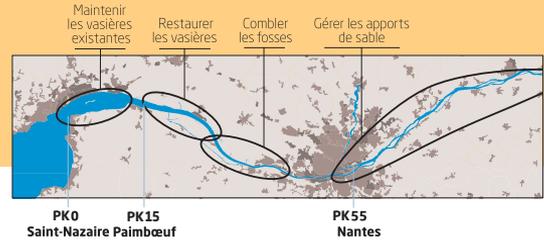
Le développement de vasières latérales permet de freiner l'intrusion de la marée, diminuant les courants de flot par rapport aux courants de jusant, qui maintiennent aujourd'hui le sédiment dans l'estuaire. La capacité de piégeage des vases à l'étiage est donc affaiblie, entraînant une réduction du bouchon vaseux.

Le comblement des surprofondeurs dans le chenal de Nantes agit également sur les mécanismes de piégeage et de déplacement du bouchon vaseux.

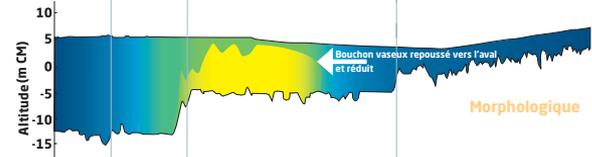
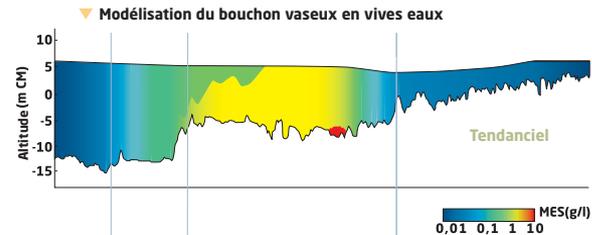
La réponse hydro sédimentaire de ce scénario confirme la pertinence de ces leviers :

- la turbidité est diminuée sur toute l'emprise du bouchon vaseux dont le front est repoussé vers l'aval,
- les tendances à la dégradation de la ligne d'eau de basse mer sont contrecarrées, avec un relèvement du niveau de 40 à 60 cm,
- la salinité reste stable vis-à-vis de la situation tendancielle.

Localisation des interventions



Les principaux résultats hydrosédimentaires



Concilier perspectives de développement et restauration de l'estuaire

La restauration de milieux menacés - les vasières, qui jouent un rôle majeur dans les fonctionnalités écologiques de l'estuaire - accompagne l'amélioration du régime hydro sédimentaire favorable à l'ensemble des usages.

Le scénario n'entrave pas les perspectives de développement économique associées à l'estuaire, facilitant même certaines d'entre elles, comme la pêche, par l'amélioration des fonctions de nourricerie.

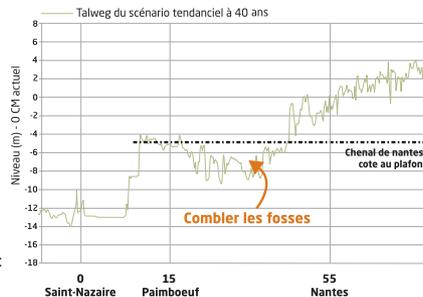
Le scénario morphologique répond ainsi à l'impératif de rééquilibrage des différentes fonctions de l'estuaire et inverse les tendances à la dégradation. En cela, il apparaît plus acceptable pour les usagers de l'estuaire, s'inscrivant dans des logiques de développement durable et de principe de précaution.

Les questions posées par le scénario morphologique

Le scénario prévoit le comblement de fosses et la création de deux vasières de 176 et 340 hectares, de part et d'autre du chenal de Nantes, implantées sur des zones aujourd'hui devenues prairies ou schorres. Les analyses conduites sur les fonctionnalités écologiques de ces milieux montrent l'intérêt qui résulte de cette transformation en privilégiant des fonctions premières de nourricerie pour les poissons, d'alimentation et de repos pour les oiseaux migrateurs. Les études préopérationnelles doivent s'attacher à conforter la faisabilité de ces vasières, sur le plan juridique, des usages, notamment agricole, et des résultantes écologiques globales. Ces études doivent également optimiser l'organisation spatiale et la géométrie de ces milieux, afin d'améliorer leur tenue dans le temps et de minimiser les risques d'envasement.

L'étude du scénario a également montré l'intérêt d'agir en amont pour gérer les apports de sable et de développer des actions correctrices au sud Bilho pour freiner la dégradation des vasières.

Comblement des fosses ►



La nécessité d'une première phase expérimentale

La capacité de prédiction dans un estuaire, limitée par l'état de la connaissance scientifique sur ces systèmes complexes, renforce la nécessité d'une approche progressive.

Une première phase expérimentale avec une vasière d'environ 100 hectares et un comblement de fosses à l'aval de Nantes permettra de valider les leviers in situ et de préciser l'ensemble du programme d'intervention, sur la base de suivis.

Il s'agira, par cette expérimentation, d'amorcer le processus d'inversion des tendances constatées et prévues.



▲ Recréation de vasières

Les enseignements de la démarche

Depuis 1995, la mise en œuvre des deux programmes successifs d'étude a représenté un véritable investissement dans la connaissance, traduisant un choix politique fort d'investir le territoire estuarien.

Les acquisitions de données et leur analyse, les modélisations, les expertises, le développement d'indicateurs, constituent un premier socle qui s'est structuré dans le temps, dans un souci permanent de développer un accès du public à ces acquis.

La meilleure compréhension des mécanismes de dégradation de l'estuaire et de ses évolutions prévisibles a permis d'éclairer cette démarche progressive de recherche de scénarios, jusqu'à une prise de décision.



Les programmes opérationnels à venir nécessitent de maintenir cette exigence de connaissance et de compréhension en multipliant les approches scientifiques pour à la fois conforter les logiques de restauration avancées et développer les bases d'un suivi.

La prise en compte de l'estuaire dans sa globalité s'est imposée dans le processus de décision : **considération des différents usages et fonctions tour à tour confrontés et conciliés tout au long de la démarche, impératifs de cohérence d'action entre amont et aval, entre mer et estuaire, entre lit mineur et lit majeur** (zones humides et réseaux hydrauliques).

Cette progression dans la réflexion collective, sous la forme d'une démarche ouverte, est sans doute un second gage de réussite pour la conduite des projets à venir.

Compétences et savoir-faire mobilisés



ACQUISITION DE DONNÉES

- **Hydraulique** : HOCER - Société de Services et d'ingénierie, DHI Eau & Environnement
- **Sédimentologie** : IN VIVO Environnement, Pôle analytique des eaux - Laboratoire d'Analyse de Brest Océan, Philippe CLABAUT - expert indépendant, Jean-Marie FROIDEFOND - Université de Bordeaux-1 - UMR EPOC - CNRS 5805
- **Topographie** : France Ingénierie Topographie, AeroVista Géomatique
- **Géologie** : BRGM
- **Milieu vivant** : CREOCEAN, Laboratoire du Centre d'Etudes Avancés de Blanes (Espagne), Ouest Aménagement

ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES DONNÉES

SOGREAH, DHI Eau & Environnement

EXPERTISE HYDRO SÉDIMENTAIRE

Pierre Le HIR - IFREMER, Jean BERLAMONT - Université de Leuven (Belgique), Job DRONKERS - expert indépendant (Pays-Bas), Jean-Noël GAUTIER - Agence de l'eau Loire Bretagne, Bernard LATTEUX - expert indépendant

ÉTUDE ET EXPLORATION DES SCÉNARIOS - MODÉLISATIONS

- **Scénario déconnexion** : BCEOM, DHI Eau & Environnement
- **Scénarios alternatifs** : SOGREAH, DHI Eau & Environnement, DELFT Hydraulics (Pays-Bas), GAUDIROT - Hidroprojecto (France - Portugal), Wallingford (Grande-Bretagne)

FAISABILITÉ TECHNIQUE DE L'OUVRAGE DE DÉCONNEXION

- **Géologie** : COFIVA, SEGG, SISMOCEAN
- **Conception** : INGEROP, SPRETEC, FISHPASS

ÉVALUATION

- **Economique** : TREND Consultants
- **Sociale** : TASSILI
- **Juridique** : SETEC Organisation, UGGC et associés Agence de l'eau Loire Bretagne, Bernard LATTEUX - expert indépendant
- **Flore** : Frédéric BIORET - Université de Bretagne Occidentale
- **Avifaune** : Loïc MARION - CNRS, Didier MONTFORT - Ouest Aménagement
- **Benthos - poissons** : Anne-Laure BARILLE - BIO-LITTORAL, Christophe BESSINETON - expert indépendant

MÉTHODE - ANIMATION

- **Animation du groupe sur les objectifs** : Anne REFABERT
- **Analyse fonctionnelle de l'ouvrage de déconnexion** : Anne REFABERT
- **Réalisation d'un film** : Herback production
- **Site Internet** : AKT3

MAÎTRISE D'OUVRAGE DES ÉTUDES

L'équipe du GIP Loire estuaire, soutenue par les instances de suivis et les différents partenaires du programme :

- La région des Pays de la Loire
- L'Etat (préfecture de Région, direction régionale de l'équipement, direction régionale de l'environnement)
- L'association communautaire de l'estuaire de la Loire
- Le département de Loire-Atlantique
- Nantes Métropole
- La communauté d'agglomération de la région nazairienne et de l'estuaire
- L'agence de l'eau Loire Bretagne
- Le port autonome Nantes - Saint-Nazaire
- Les voies navigables de France
- L'université Nantes Ports
- Le conseil supérieur de la pêche- L'équipe pluridisciplinaire du Plan Loire Grandeur Nature
- Le secrétariat du Plan Loire (DIREN Centre)



22 rue de la Tour d'Auvergne - 44200 Nantes
TEL : 02 51 72 93 65 - FAX : 02 51 82 35 67 - MEL : gip@loire-estuaire.org
Site Internet : www.loire-estuaire.org

Juin 2007

Rédaction : GIP Loire Estuaire - Réalisation : Studio Complices - Crédits photos : Bernard-ECAV, BIO-LITTORAL, GIP Loire Estuaire
Illustrations : GIP Loire Estuaire
Tirage : 1000 exemplaires - ISSN : en cours

