

La Vilaine maritime, de Redon à Pénestin

Ensemble de notes rédigées pour accompagner une visite organisée en collaboration entre le Cercle agro-résol des ingénieurs agronomes des Pays de Loire et l'Institution d'Aménagement de la Vilaine (document à diffusion restreinte)

Plan du fascicule

1 Le bassin versant de la Vilaine : généralités	p. 2-3
2 La navigation : historique et usages actuels	p. 4-5
3 L'hydrologie et l'occupation du lit majeur : gestion des zones inondables	p. 6-9
4 Le barrage d'Arzal : rôles, mode de gestion	p. 10 à 12
5 Le transport solide : évolution des sédiments dans la basse vallée	p. 13 à 16
6 L'alimentation en eau potable : l'usine du Drezet	p. 17-18
7 La mytiliculture	p. 19 à 21

Principales références

Institution d'Aménagement de la Vilaine, MENOZZI M.J. et RAPILLARD M., 2011. *L'estuaire de la Vilaine*. PUR, Rennes, 160 p.

Site Internet de l'Institution d'Aménagement de la Vilaine ; adresse en septembre 2014 : <http://www.eptb-vilaine.fr> ; la plupart des photographies sont issues de documents publiés sur ce site.

Rédaction : Francis Trocherie, avec la collaboration de Jean-Luc Jégou, Directeur Général des Services de l'Institution d'Aménagement de la Vilaine

Le bassin versant de la Vilaine : généralités

La Vilaine prend sa source à Juigné à 190 mètres d'altitude. Elle parcourt 225 km jusqu'à l'estuaire et traverse 59 communes. La superficie de son bassin versant avoisine 11 000 km².

Le nom de la Vilaine pourrait provenir de « Vicinonia », nom d'une déesse gauloise nommée « la victorieuse », si l'on se réfère à l'Histoire des Francs écrite au 6^{ème} siècle par Grégoire de Tours. D'autres étymologies, parfois issues de légendes, sont aussi évoquées.



D'abord orienté Est-Ouest, son cours suit sur sa majeure partie une dépression Nord-Sud creusée dans des plateaux inclinés vers l'Atlantique et parcourus par des ondulations caractéristiques d'un relief appalachien, l'érosion ayant attaqué des lanières de roches alternativement dures et tendres d'orientation armoricaine (NW – SE).

De Rennes à St Malo de Phily, se succèdent des défilés creusés dans des schistes roses. Puis vient le bassin de Guipry, largement cultivé, ouvert au Sud par la trouée de Corbinière. A partir de Langon, la vallée s'élargit et la pente devient très faible. La Vilaine est bordée par des marais et prairies inondables. A Redon, elle reçoit son principal affluent, l'Oust, et son cours s'incline vers le Sud-Ouest. A hauteur de Béganne, à l'aval de son affluent le Trévelo, sa vallée se resserre.

Sur les crêtes, la lande domine. Y poussent châtaigniers, pins maritimes plantés au 19^{ème} siècle, chênes vestiges de la forêt de Brocéliande.

Dans les dépressions, les terres cultivées sont le plus souvent occupées par de grasses prairies avec des pommiers, des champs de maïs séparés par des palis ou talus. Les zones plus basses, inondables, sont le domaine de marais, de prairies humides utilisées pour le pâturage et la fauche, ou encore des peupleraies. Dans le secteur de Redon, la quasi-totalité du lit majeur a été classée en zone spéciale de conservation dans le cadre du réseau « Natura 2000 », compte tenu de son intérêt du point de vue de la biodiversité. De nombreuses espèces d'intérêt communautaire sont en effet présentes, comme la loutre, certaines chauves-souris et libellules.

Le débit de la Vilaine est très variable, du fait de son substrat peu perméable limitant l'infiltration des eaux de pluie. De quelques m³/s en étiage à son aval, il peut dépasser 1 800 m³/s en période de crues. Avant la construction du barrage d'Arzal, environ 10 000 hectares étaient inondés pendant la moitié de l'année car la marée remontait jusqu'à Beslé, à 70 km de l'embouchure.

Le barrage d'Arzal a été construit en 1970 pour empêcher les remontées d'eau salée, et réduire ainsi l'impact des inondations dans le secteur de Redon, faciliter la navigation et constituer une réserve pour l'eau potable.

Peuvent être distinguées d'une part la Vilaine salée et la Vilaine douce (aval - amont du barrage), d'autre part la Vilaine maritime, à l'aval de Redon, et la Vilaine fluviale, pour ce qui est du caractère de la navigation.

Celle-ci concerne dorénavant uniquement la navigation de loisir et de tourisme ; près de 20 000 passages de bateaux – c'est un maximum - sont enregistrés chaque année à l'écluse d'Arzal.

L'usine de Férel, située sur la retenue du barrage d'Arzal, alimente en eau potable environ 1 million de consommateurs situés sur un vaste territoire, comprenant Saint-Nazaire, Vannes, Redon et bientôt Rennes. Elle délivre un volume de près de 20 millions de m³ par an et des pointes de 100 000 m³ par jour.

La pêche sur la Vilaine est surtout pratiquée par des pêcheurs à la ligne et des pêcheurs amateurs aux engins : plus de 200 licences de pêches aux engins sont délivrées dans le secteur des marais de Redon.

Dans ce même secteur, près de 400 chasseurs traquent le gibier d'eau.

L'estuaire de la Vilaine a depuis la fin du 19^{ème} siècle été propice à la mytiliculture, étant donné sa richesse en production naturelle de coquillages. Du fait de la construction du barrage d'Arzal, l'envasement de plusieurs secteurs propices à la mise en place de bouchots a obligé les mytiliculteurs à changer de zones d'exploitation en s'éloignant de l'embouchure immédiate de la Vilaine.

La navigation : historique et usages actuels

En 1160, le cartulaire de Redon, recueil de chartes (actes juridiques) de la fin du 8^{ème} au 12^{ème} siècle, mentionne déjà la navigation sur la Vilaine.

Au 14^{ème} siècle, la Vilaine est draguée pour que les navires calant moins de 4 mètres puissent remonter jusqu'à Redon. Le transport par bateau concerne surtout du vin, du sel de Guérande et du fer d'Espagne. La navigation est moins aisée entre Redon et Rennes.

Vers 1540, François 1^{er} autorise la canalisation de la Vilaine entre Messac et Rennes ; son cours est aménagé avec la construction de 10 écluses.

En 1720, un incendie de la ville de Rennes induit un besoin important de matériaux de construction, et la Vilaine devient l'axe principal d'acheminement du tuffeau de Loire. De nombreux aménagements sont alors réalisés (chemins de halage, curage, restauration des écluses...). Des navires de 20 tonneaux remontent jusqu'à Redon. Ils doivent alors transférer leurs marchandises dans des barques de 5 tonneaux jusqu'à Messac. De là, des bateaux de 15 tonneaux peuvent remonter jusqu'à Rennes.

Environ 800 bateaux sont accueillis par le port de Redon chaque année à la fin du 18^{ème} siècle. A cette époque, le port de Redon connaît une grande prospérité, avec en particulier le transport des bateaux de la Compagnie des Indes. C'est l'un des plus importants chantiers de construction de la province pour les bateaux marchands ; des quais de granite sont construits ainsi que de belles demeures d'armateurs. Cependant, l'envasement rapide de la Vilaine est un handicap permanent.

Au 19^{ème} siècle, Redon deviendra le carrefour des voies navigables de Bretagne intérieure. Un projet, conçu sous Louis XVI, sera repris et développé par Napoléon, plus particulièrement pour relier les arsenaux bretons par voie d'eau intérieure. Ainsi, le canal de Nantes à Brest sera construit entre 1804 et 1842. Le canal Ille et Rance est ouvert en 1833. La liaison entre les deux canaux est établie en haut du port de Redon, en même temps qu'ont lieu la dérivation de l'Oust et la construction d'un bassin à flot. Celui-ci est ouvert au commerce en 1855 et terminé en 1859.

Le transport de la houille, des engrais, de la chaux et de poteaux de mine est surtout concerné. Des navires pratiquant la pêche à la morue fréquenteront pendant quelques années, vers 1820, le port de Redon.

Vers 1880, 80 000 tonnes de marchandises transitent par le port. L'industrie se développe dans le pays de Redon, mais les exportations ne représentent que les trois-quarts des importations.

Avant la motorisation des bateaux, la navigation de l'embouchure à Redon s'effectue avec les marées. En général, deux marées sont nécessaires pour que les voiliers atteignent Redon. Des pilotes, pêcheurs de Billiers, peuvent embarquer à l'embouchure de la Vilaine pour effectuer le voyage.

Outre l'envasement du chenal d'accès et du port, qui oblige à des dragages annuels coûteux, plusieurs coudes accentués sur la Vilaine à l'aval de Redon constituent des handicaps pour le développement de la navigation. A partir de 1881, le remorquage des plus grands voiliers est

organisé. Il est arrêté en 1915, car il est devenu non rentable. La concurrence du chemin de fer, celle des ports de Lorient et de Saint-Nazaire entraînent une baisse du trafic ; les caboteurs disparaissent vers 1925.

Le barrage d'Arzal a considérablement modifié les conditions hydrauliques, puisqu'il permet de maintenir un tirant d'eau important jusqu'à l'amont de Redon indépendamment de la marée. Des travaux connexes de rescindement de méandres, de reprofilage et de dévasement de la rivière ont en outre facilité la navigation. En revanche, le passage de l'embouchure de la Vilaine, qui se situe



entre la pointe de Penlan en rive droite et la pointe du Halguen en rive gauche, est très délicat : la profondeur d'eau est faible, et des brisants peuvent se produire sur ces hauts-fonds, particulièrement par houle d'ouest lors du jusant.

En outre, les conditions du transport solide des vases ont totalement changé du fait de la création du barrage, ce qui induit des difficultés de navigation en basses eaux, et nécessite des dragages réguliers.

Pendant quelques années, la navigation commerciale a été relancée suite à la construction du barrage. Etaient acheminés par voie d'eau du sable, des engrais, du bois. Le dernier bateau transportant des granulats de Saint-Nazaire à Redon a cessé son activité en 2013.

La construction du barrage d'Arzal a surtout entraîné un grand développement de la plaisance, qui devient un atout économique important de la région. Le port d'Arzal-Camoël accueille 1200 bateaux, celui de la Roche-Bernard 600, celui de Foleux 400, et celui de Redon, 160.



L'hydrologie et l'occupation du lit majeur : gestion des zones inondables

Evènements anciens marquants :

1772 : chaussée de St Nicolas impraticable

1783 : inondation imputée aux meuniers installés en bordure de rivière

1809 : inondations extraordinaires

1825 ; 1836 : quais de Redon couverts

1936 : cote la plus élevée connue à Redon

Etudes récentes :

Le rapport Talureau (ingénieur en charge du projet du barrage d'Arzal), en 1965, fait état de 8 500 hectares inondés en permanence l'hiver, et de 15 à 18 000 hectares inondés périodiquement.

Entre 2002 et 2005, une étude des crues du bassin de la Vilaine est entreprise : compréhension des phénomènes, simulation d'aménagements, outils de prévision des crues en s'appuyant sur les données des crues de janvier 1995, décembre 1999, décembre 2000, janvier 2001 et mars 2001.

Ces crues correspondent aux données suivantes à Rieux, aval immédiat de Redon, pour un bassin versant de 10 100 km² :

<i>date</i>	<i>débit (m³/s)</i>	<i>période de retour</i>	<i>cote</i>
Janvier 95	1190	10 à 20 ans	5,50
Décembre 99	1024	10 à 20 ans	5,07
Décembre 00	922	5 à 10 ans	4,69
Janvier 01	1115	10 à 20 ans	5,21
Mars 01	914	5 à 10 ans	4,79

Les crues interviennent lors d'un flux d'Ouest océanique. Deux grandes familles de phénomènes sont distinguées :

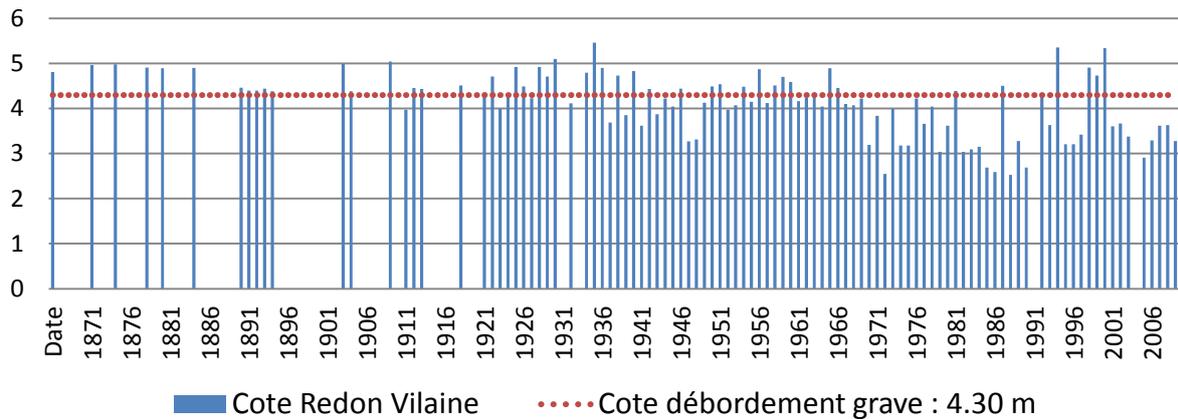
- champ pluviométrique orienté SW – NE, avec une période de retour fortement décroissante ; l'Oust et la Vilaine aval sont principalement affectés ;
- épisodes « à noyaux » : le bassin versant de la Vilaine présente plusieurs zones concentrant de fortes périodes de retour, à partir desquelles le champ pluviométrique décroît fortement.

Les crues historiques les plus fortes sont : Janvier 1936, mars 1941, octobre 1966, janvier 1995, décembre 1999, décembre 2000, janvier 2001 et, à un niveau moindre, mars 1937, février 1943, février 1988, fin janvier-début février 2001, mars 2001.

En général, il s'agit d'épisodes pluvieux de longue durée (5 à 10 jours), précédés d'un pic de précipitations plus ponctuel.

Il y a souvent concomitance entre les ondes de crues de la Vilaine et celles de ses affluents. Celle de l'Oust est généralement en avance d'une douzaine d'heures sur celle de la Vilaine.

Historique des inondations à Redon



Le barrage d'Arzal bloque l'onde de marée qui engendrait des inondations fréquentes sur le secteur redonnais par concordance entre une marée haute à fort coefficient et une crue de la Vilaine ou de l'Oust. Il n'est vraiment efficace que lorsque le débit de la Vilaine est inférieur à 800 m³/s, mais il permet de réduire fortement la fréquence des crues et la durée des inondations en toutes zones.

En ce qui concerne l'évolution du climat, une élévation de 60 cm du niveau de l'Océan entraînerait, selon le modèle hydraulique, un rehaussement de 7 cm du niveau d'une crue similaire à celle de janvier 2001 à Redon, et une

augmentation d'une demi-journée de la durée de submersion.

Des mesures de prévention des crues ont été mises en œuvre :

- 8 plans de prévention du risque inondation (PPRI) sur le bassin de la Vilaine ont été élaborés par l'Etat et annexés aux plans locaux d'urbanisme (PLU) ;
- Des plans communaux de sauvegarde permettent d'anticiper et de mieux gérer la crise ;
- L'annonce des crues a été transformée en prévision des crues en 2005 avec le site internet Vigicrues ;
- La population est mieux informée avec notamment la pose de 200 repères de crues (100 nouveaux sont prévus) dont 28 à Redon ;

- Des diagnostics d'entreprises, d'équipements publics et de maisons ont été conduits pour déterminer les mesures techniques et organisationnelles visant à limiter les conséquences des inondations vis-à-vis des enjeux humains.



Ainsi, quelques secteurs urbains ont fait l'objet d'aménagements pour protéger des habitations et entreprises : construction de murets, rehausses amovibles, pompage des eaux pluviales... Les nouveaux bâtiments installés dans des zones inondables constructibles comportent des pilotis.

En 2014, les pompiers ont installé des cylindres en PVC remplis d'eau sur le quai Duguay Trouin, ce qui a permis d'éviter l'inondation du quartier du port.

En amont de Redon, quelques secteurs ont été aménagés à l'amont d'agglomérations comme Chateaubriant pour diminuer les pics de crues en inondant des zones de prairies par la construction de retenues sèches (murets édifiés sur le lit majeur d'affluents de la Vilaine depuis chaque berge).

Mais pour ce qui concerne la ville de Redon, l'essentiel de la protection contre les inondations est assuré par le fonctionnement du barrage d'Arzal et la grande surface des zones de prairies humides sur lesquelles les flux d'eau peuvent s'étaler en limitant l'élévation du niveau des eaux dans les secteurs urbanisés.

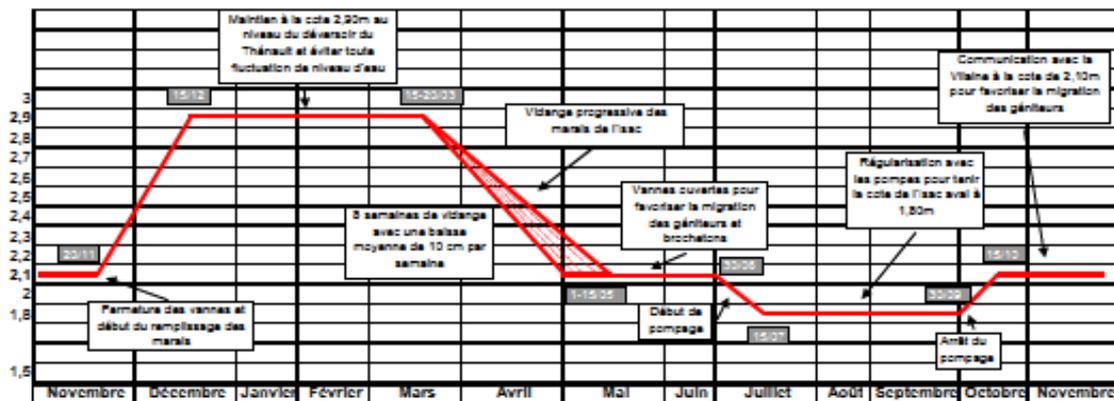


Le site des marais de Redon et de Vilaine, d'une superficie de 9 500 hectares, a fait l'objet en 2007 d'un classement en zone spéciale de conservation du réseau « Natura 2000 » au titre de la Directive européenne « habitats-faune-flore » de 1992. Ce secteur est occupé à plus de 80 % par des parcelles exploitées par des agriculteurs dont l'orientation principale est la production laitière.

6 000 hectares sont des prairies naturelles fauchées ou pâturées, 650 hectares des prairies ensencées (fétuque, ray-grass) ; 700 hectares situés plus en hauteur sont cultivés, essentiellement en maïs.

Les plantations de peupliers et résineux restent limitées (environ 200 hectares).

Un affluent de la Vilaine à l'aval de Redon, l'Isac, comporte aussi de vastes zones de prairies humides dans son lit majeur. Il a été aménagé à hauteur de son confluent par un vannage, qui permet de régler le niveau des eaux dans le marais, en fonction des usages et de considérations écologiques.



Les exploitants agricoles de ces zones inscrites dans le réseau « Natura 2000 » peuvent contracter des mesures agro-environnementales telles que prévues par le programme de développement rural hexagonal (PDRH). Il s'agit principalement :

- soit de pratiquer la fauche ou le pâturage extensif, en limitant l'apport fertilisant,
- soit de pratiquer une fauche retardée ou un pâturage extensif, sans aucune fertilisation,

afin de préserver les habitats, la faune et la flore spécifiques de ces secteurs.

Le barrage d'Arzal : rôles, mode de gestion

Après de nombreux débats, le barrage d'Arzal a été construit en 1970 avec deux objectifs principaux :

- réduire les crues au niveau de Redon
- mettre en valeur agricole les marais.

D'autres buts ont été poursuivis en parallèle :

- constituer une réserve d'eau potable
- développer la navigation commerciale et l'activité économique autour du port de Redon
- créer une liaison routière entre Bretagne Sud et Loire Atlantique.

Depuis, la rédaction du SAGE de la Vilaine à la fin des années 90 a précisé quelques nouveaux objectifs :

- assurer la sécurité et le confort de la navigation de plaisance
- mettre en œuvre une gestion écologique des marais
- garantir le respect des équilibres estuariens (une épidémie étant survenue en 1980 sur les poissons de l'estuaire).

Le barrage a été construit de 1965 à 1970. C'est un des premiers cas de barrage construit sur de la vase. Après mise en place de deux cordons d'enrochements, 4000 drains enfoncés de 10 mètres de profondeur furent remplis de sable pour rendre la vase plus plastique et permettre de disposer des matériaux durs au-dessus. Des affaissements ont toutefois eu lieu, et il a fallu armer la digue avec des treillis métalliques et des câbles placés entre les lits d'enrochements.

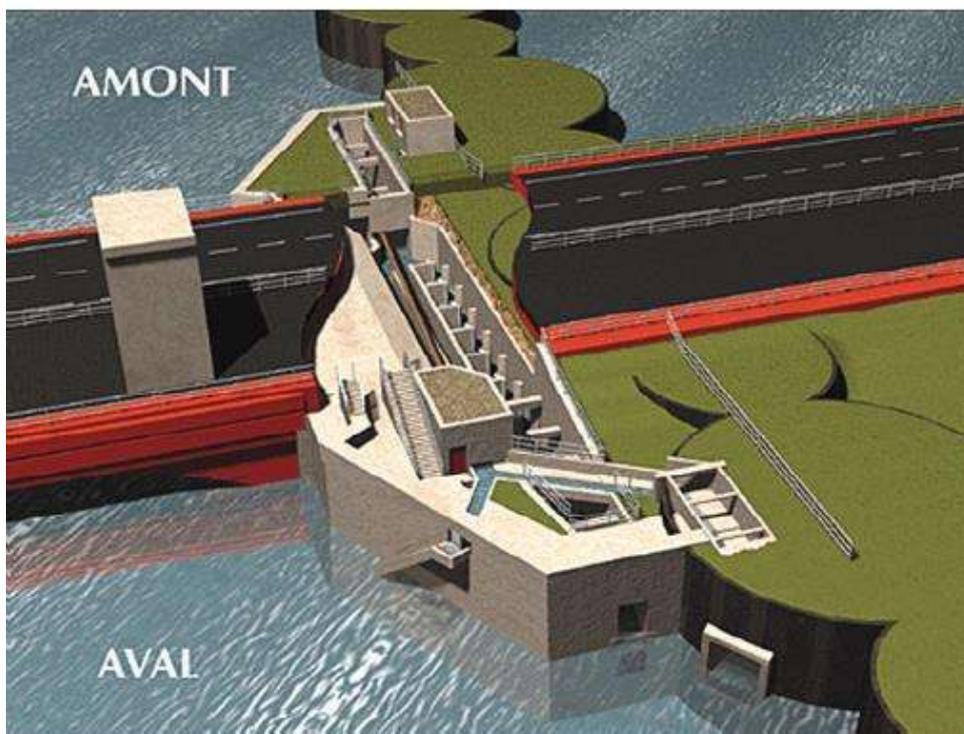


Le règlement d'eau du barrage distingue les situations suivantes :

- à partir de 250 m³/s, une pré-alerte est transmise sur le sous-bassin versant de Guipry-la Chapelle de Brain puis Redon. La navigation est interdite sur le bief amont du barrage, et le niveau minimal est compris entre 0 et 0,8 NGF ;
- entre 100 m³/s et 200 m³/s, se produit le début du remplissage des marais de Redon ; l'état de vigilance est adopté. Les lâchers des vannes sont ajustés pour suivre la courbe des marées et l'objectif de niveau sur le bief amont ;
- de 10 à 100 m³/s, la situation est considérée comme normale ; le principal souci est le maintien de la réserve d'eau potable, et l'objectif de niveau est compris entre 1,6 et 2,3 NGF ;
- de 2,5 à 10 m³/s, le barrage est fermé et le nombre d'éclusées réduit ;
- en dessous de 2,5 m³/s, le barrage et l'écluse sont fermés pour maintenir la réserve d'eau potable ; le niveau du plan d'eau est en dessous de 1,8 NGF et la perte de son niveau est estimée à 1 cm/jour.

Lorsque le barrage fonctionne, les vannes qui sont situées à proximité de la passe à poissons sont ouvertes en priorité, de façon à assurer un débit d'attrait.

La passe à poissons a été construite en 1996. Elle est composée d'une série de bassins successifs, qui conduisent les poissons dans une chambre comportant un dispositif vidéo pour le comptage des poissons de mars à juillet. Ce sont surtout les muets, aloses et lamproies marines qui empruntent ce dispositif, les saumons étant rares sur ce fleuve. Plusieurs rampes comportant des brosses ont également été installées pour assurer la migration des civelles, dont le nombre est en diminution.



La mise en œuvre de l'écluse de navigation pose le problème de l'intrusion des eaux salines. Un siphon permet de rejeter à l'aval du barrage les eaux salées qui se concentrent dans une fosse à l'amont de l'écluse, mais il entraîne une perte de 250 000 m³/jour pour 10 000 m³/jour d'eau de mer rentrant dans le bief. En moyenne, 27 millions de m³ sont ainsi rejetés à l'aval du barrage entre juin et septembre, diminuant d'autant la réserve d'eau potable. L'implantation d'une deuxième écluse, fonctionnant en limitant l'entrée d'eau de mer à l'amont du barrage en tenant compte des courants de densité, est à l'étude.

L'usine du Drezet à Férel, installée en 1972, utilise actuellement près de 20 millions de m³ par an sur les 50 millions de m³ de la retenue. Conçue au départ pour alimenter en eau potable la presqu'île de Guérande, elle distribue dorénavant de l'eau sur un périmètre beaucoup plus vaste, s'étendant sur trois départements.

Le transport solide : évolution des sédiments dans la basse vallée

La basse vallée de la Vilaine, depuis Beslé sur Vilaine (20 km à l'amont de Redon) a été sous l'influence des marées depuis plus de 5 000 ans. Auparavant, le cours d'eau charriait depuis la haute vallée des sédiments grossiers qui se déposaient dans le secteur de Massérac, à l'aval de Beslé ; ces apports à forte perméabilité constituent une strate qui accueille dorénavant une nappe phréatique utilisée pour l'alimentation en eau potable du secteur d'Avessac.

Le cours d'eau ayant perdu peu à peu de sa compétence (capacité à entraîner des sédiments), les vases, principalement d'origine marine (voir plus loin), se sont déposées à chaque grande marée sur le lit et les rives de la Vilaine.

Dès lors que la navigation a été pratiquée sur le fleuve, l'envasement des berges a été un souci permanent, en particulier au niveau du port de la ville de Redon. Des dragages réguliers étaient entrepris, mais cette situation a fortement handicapé le développement de la navigation avant la construction du barrage d'Arzal.

Des levés bathymétriques réalisés en 1866 et 1960 permettent de connaître l'intensité des dépôts dans l'estuaire de la Vilaine : en près de 100 ans, se sont déposés entre le barrage d'Arzal et Tréhiguier en moyenne 1 à 3 mètres de sédiments (en couleur vert médian).



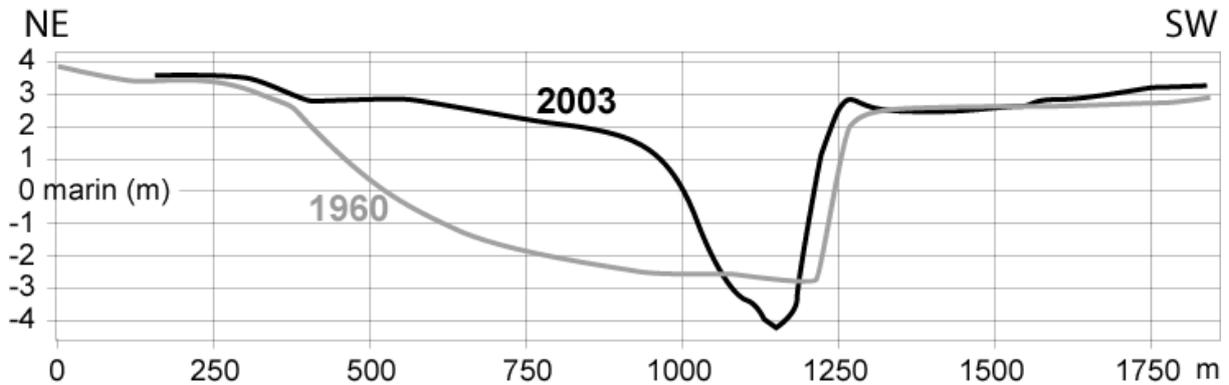
Une étude réalisée en 1960 par le Laboratoire Central d'Hydraulique de France (LCHF) a montré que les vases de la Vilaine entre Redon et l'estuaire étaient d'origine presque exclusivement marine. L'érosion est faible dans le massif armoricain, ce qui est confirmé par les mesures de matières en suspension effectuées par l'IAV depuis, la moyenne des valeurs s'établissant à 20 mg/l.

La création du barrage d'Arzal a entraîné une diminution de 70 % du volume oscillant de l'estuaire, qui passe de 33 millions de m³ à 7 millions de m³ pour une marée moyenne de coefficient 70.

Il s'ensuit un moindre entraînement des sédiments, qui se déposent principalement à l'aval immédiat du barrage - limite de l'intrusion saline - et sur les bords de l'estuaire ; la baie de Kervoyal et la rive Nord de l'estuaire constituent les zones de dépôt préférentielles, en particulier après les tempêtes.

Ainsi, plus de 16 millions de m³ de sédiments se sont déposés dans l'estuaire entre 1960 et 1992.

L'évolution du profil de l'estuaire au niveau du banc du Strado (en rive droite à l'aval immédiat de Tréhiguier) est illustrée sur la figure suivante.



La Loire n'apporte qu'une quantité négligeable de matières : une simulation d'une crue décennale de la Loire conjuguée avec un vent du Sud conduit à estimer que les apports de la Loire représentent moins de 2 % des apports annuels de sédiments par la marée dans l'estuaire de la Vilaine.

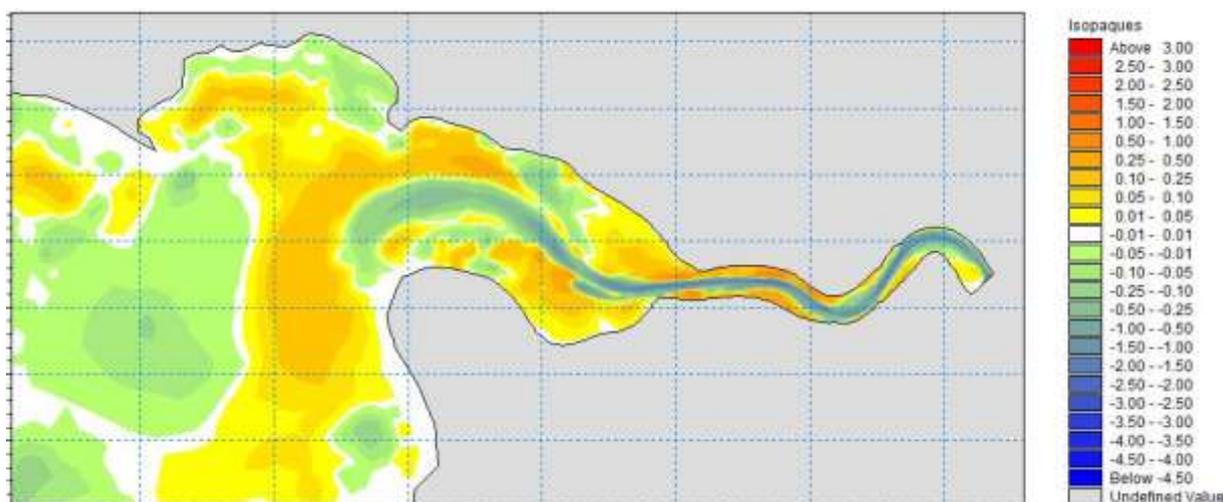
Ces derniers apports dépendent du coefficient de marée, de la hauteur et de la fréquence des vagues, de l'importance des courants. Les exportations sont liées à l'intensité et à la durée des crues.

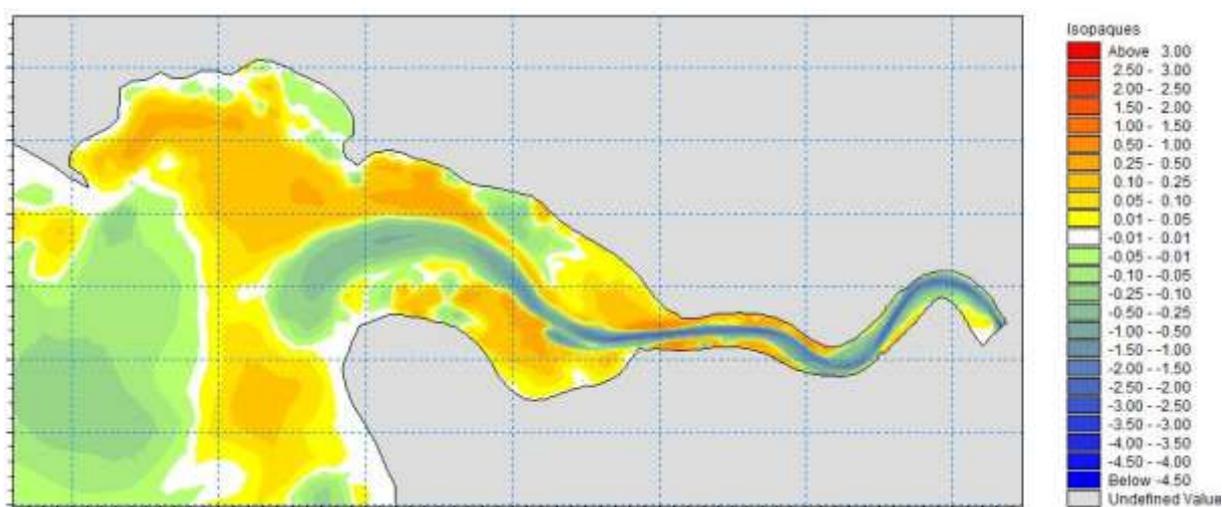
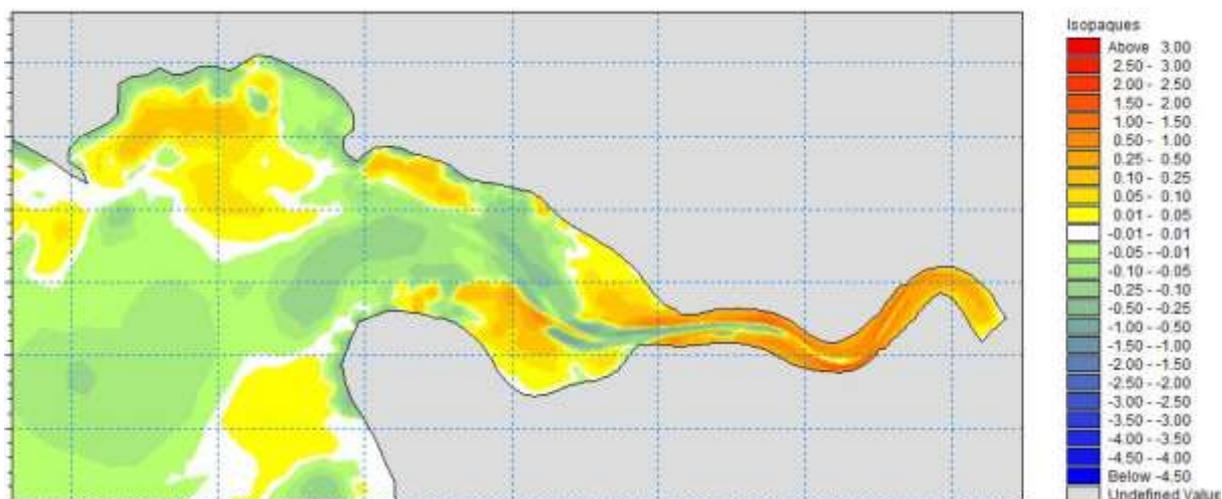
Une modélisation hydrodynamique en deux dimensions de l'estuaire permet de simuler les phénomènes et de donner des ordres de grandeur des dépôts et de l'érosion.

De mars 2007 à mars 2008, année de débits forts de la Vilaine, le bilan des sédiments s'établit à 420 000 tonnes d'exportations. En revanche, lors des années de débits faibles de la Vilaine, les apports dominent nettement et dépassent souvent 100 000 tonnes.

L'occurrence des débits de crue, composée avec celle des houles fortes, est un critère pour classer les années et établir des scénarios.

Ainsi, les trois cartes suivantes illustrent les zones de dépôts et d'érosion des sédiments dans le cas de 5 années « normales », de 5 années sèches (faible débit de la Vilaine), et de 5 années énergétiques (fortes crues et houle moyenne à forte). Les valeurs sont exprimées en mètres.

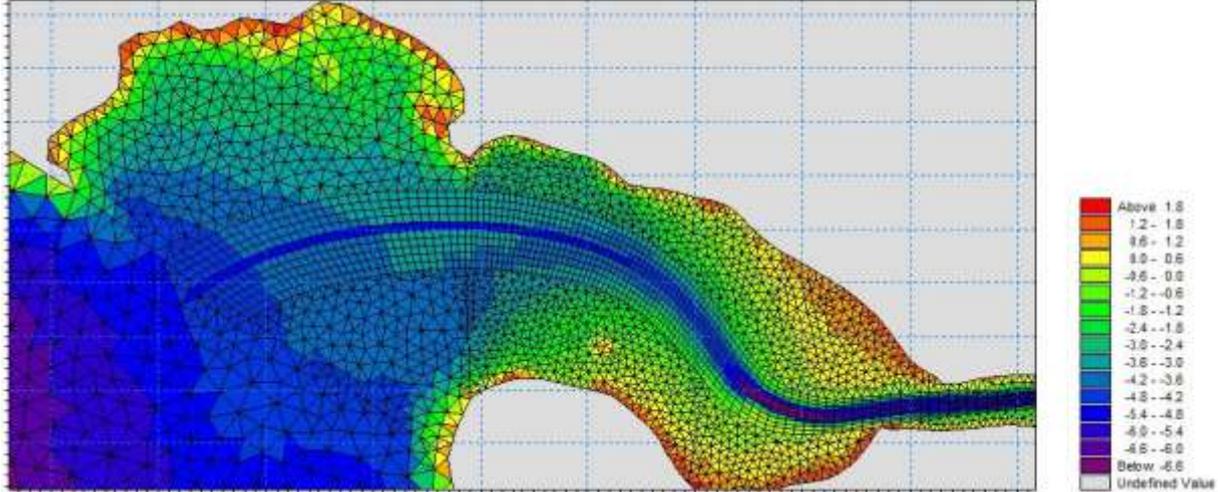




En raison des difficultés de navigation dans plusieurs secteurs, l'IAV a acheté un bateau rotodévaseur qui drague chaque année les dépôts pour maintenir les usages (mytiliculture, pêche, plaisance), à proximité du barrage et de la digue du port de Tréhiguer.



Un projet de création d'un chenal de 100 mètres de large et de 1,5 mètres de profondeur sous la cote marine a été mis à l'étude. Il reviendrait à draguer 370 000 m³ de sédiments pour sa mise en place, et 120 000 m³ chaque année ou tous les deux ans, dès que la cote remonte à 1 mètre sous la cote marine. Le coût s'élèverait entre 6 et 9 millions d'euros TTC pour le dragage initial, et entre 2 à 3 millions d'euros pour chaque dragage d'entretien.



L'alimentation en eau potable : l'usine du Drezet

L'usine du Drezet, située en rive gauche de la Vilaine à l'amont immédiat du barrage d'Arzal, a été inaugurée en 1972 et a fait depuis l'objet de nombreuses améliorations, tant sur le plan du traitement de l'eau que sur celui de la qualité architecturale et paysagère du site.



Sa production est très variable dans l'année ; de l'ordre de 30 000 m³ par jour en période creuse, elle dépasse 80 000 m³ par jour en période estivale.

Trois périmètres de protection ont été définis :

- Le périmètre immédiat, correspondant à un cercle de 100 mètres de diamètre autour de l'ouvrage de prise d'eau ; la navigation y est interdite ;
- Le périmètre rapproché, composé d'une bande de 50 mètres sur chaque rive ; toute construction y est interdite ;
- Le périmètre éloigné, complétant le précédent par deux bandes de 250 mètres au-dessus de celles de 50 mètres du périmètre rapproché ; toutes les activités pouvant avoir une incidence sur la qualité d'eau de la Vilaine y sont réglementées.

La prise d'eau comporte un dégrillage statique ; 4 groupes électropompes de 1600 m³/h conduisent l'eau jusqu'à un ouvrage de répartition qui distribue l'eau sur trois tranches de traitement, qui peuvent fonctionner de façon indépendante.

La chaîne de traitement comporte de nombreuses étapes :

- Une pré-ozonation pour oxyder les matières organiques ; elle peut être remplacée par une injection de dioxyde de chlore dans la conduite d'amenée ;
- Une reminéralisation avec du gaz carbonique et du lait de chaux ;
- Une floculation-décantation, grâce à des décanteurs à lit pulsé ; du sulfate d'alumine ou du chlorure ferrique apporté en sortie du prétraitement aide à l'agglomération des grosses molécules ; un polymère organique et du charbon actif en poudre injectés dans le pulsateur améliorent la floculation et adsorbent les pesticides ;

- Une filtration sur sable, qui permet de retenir les particules fines ; de l'acide phosphorique et de l'eau de chaux sont injectés en amont des filtres et corrigent le pH ;
- Une post-ozonation oxyde les matières organiques non retenues par les filtres et stérilise l'eau ;
- Une filtration sur charbon actif en grains affine le traitement en fixant des molécules susceptibles de provoquer goût et odeur avant apport d'eau de chaux pour corriger le pH et ajout de chlore ou de dioxyde de chlore pour limiter le développement biologique dans les canalisations et réservoirs.

Les boues obtenues par la décantation sont déshydratées par épaissement et centrifugation. Elles sont alors évacuées vers une plate-forme de stockage avant valorisation forestière.

Les problèmes qui se posent pour l'exploitation de cette station sont :

- En hiver, la forte teneur en matières organiques de la Vilaine ;
- En été, la salinité de l'eau prélevée augmente avec le fonctionnement des écluses de navigation, induisant l'augmentation de sous-produits de désinfection ;

Un programme de 25 millions d'euros est lancé pour rénover des ouvrages anciens, sécuriser et fiabiliser l'usine, respecter la valeur guide en matière organique (directive européenne), et anticiper les problèmes relatifs aux micropolluants émergents (médicaments, perturbateurs endocriniens).

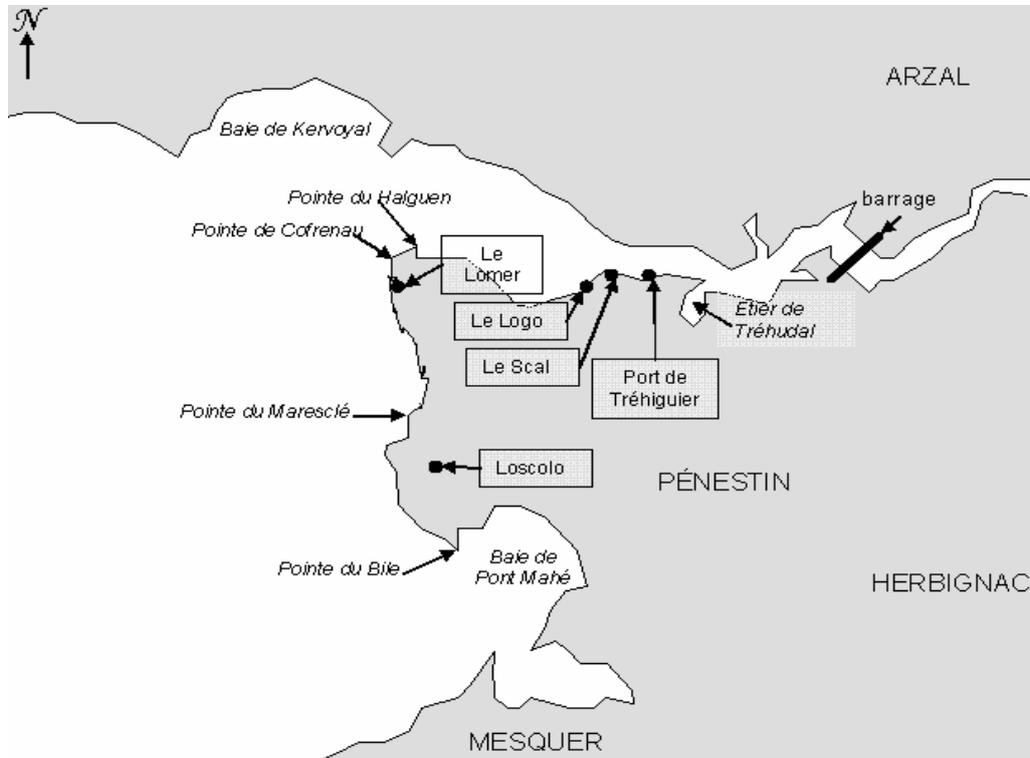
L'usine du Drezet alimente environ un million de personnes, réparties sur trois départements ; des interconnexions sont prévues avec Rennes et Nantes, ce qui augmentera la sécurité de l'alimentation en eau potable d'un large secteur.

Les changements climatiques déjà observés, et le développement de l'urbanisme sur le littoral conduisent à élaborer des stratégies pour faire face à l'aggravation de certains problèmes. Ainsi, en presqu'île de Guérande, les phénomènes « d'eau colorée » sont de plus en plus fréquents dans les habitations desservies par un réseau en fonte grise datant des années 50. Il s'agit du développement d'un biofilm constitué majoritairement d'oxyde de fer, qui se décroche surtout lors des variations de débit, correspondant à des changements de fréquentation touristique.



Les remèdes évoqués sont la réduction de la concentration en chlorures de l'eau provenant du Drezet par d'autres sources (nappe de Campbon, usine de Sandun à Guérande), la construction d'une écluse limitant l'intrusion des eaux salines dans la retenue d'Arzal, la projection d'une peinture polyuréthane dans les conduites en fonte du réseau (350 km sont concernés).

La mytiliculture



Les bouchots à moules ont été implantés à partir de la fin du 19^{ème} siècle dans l'estuaire de la Vilaine, principalement entre la pointe du Scal et la pointe du Halguen sur la rive Sud.

Quelques rivalités ont opposé les cueilleurs qui récoltaient les moules en pêchant à pied et les cultivateurs qui demandaient des concessions.

La mise en place des bouchots est aussi contestée à l'époque car elle provoque un envasement important (2 mètres en vingt ans, selon les dires), ce qui handicape la navigation des grands voiliers. Les moulières à plat sont particulièrement défavorables de ce point de vue, et elles sont peu à peu abandonnées pour ne laisser la place qu'aux seules lignes de pieux.

Peu à peu les parcs s'étendent sur les secteurs du Halguen et de la baie du Bile. La côte entre les deux zones est occupée par les concessions à partir de 1960. Malheureusement le parasite *Mytilicola* dévaste la totalité des moules de la rive Nord en 1956.

Une filière ostréicole se développe aussi à la fin du 19^{ème} siècle en coexistant avec la mytiliculture dans l'embouchure de la Vilaine. Une partie des anciens marais salants situés sur les bords de la Vilaine est transformée en claires à huîtres dans les années 30, et des parcs à huîtres plates sont créés dans l'étier de Billiers. Suite à la calamité liée au parasite *Mytilicola*, des huîtres portugaises sont introduites en Vilaine, et des parcs de captage de naissain sont mis en place dans la baie de Kervoyal et autour de Tréhudal.

L'huître portugaise disparaît dans les années 70, bientôt remplacée par l'huître japonaise dont la culture ne se développe pas dans l'embouchure de la Vilaine, mais qui se reproduit naturellement.

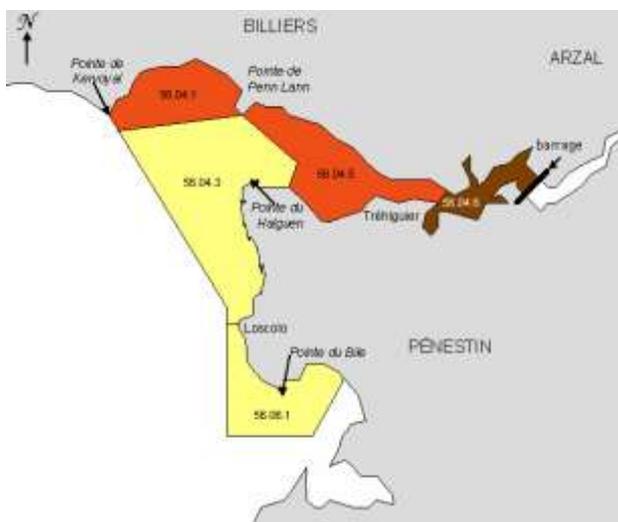
Les parcs ostréicoles de la baie de Kervoyal sont remplacés en 1972 par un lotissement mytilicole comprenant 70 concessions pour une longueur de 28 km de bouchots.

A cette époque, la mytiliculture occupe 30 pêcheurs mytiliculteurs qui exploitent 200 hectares pour l'élevage et 18 hectares pour le captage, et produisent 3 000 tonnes par an. Ces chiffres ont peu évolué depuis. La production représente un vingtième de la production nationale pour un chiffre d'affaires de l'ordre de 4 millions d'euros. La figure suivante localise les lieux d'élevage actuels.



Les moules se reproduisent au printemps. Les larves (naissain) se posent sur un support (cordes ou pieux dans les parcs). Une moule filtre 4 litres d'eau par heure, et atteint la taille commercialisable après 12 à 18 mois.

La qualité microbiologique des zones d'élevage est déterminée par numération de germes témoins de contamination fécale (*Salmonella* sp, *Escherichia coli*). La qualité chimique est évaluée par dosage de métaux lourds (Pb, Cd, Hg..). Dans les zones A, l'eau de mer peut être utilisée telle quelle. Dans les zones B (en brun sur la figure suivante), elle doit être utilisée après passage dans une réserve ou subir un traitement la rendant plus propre à l'élevage.



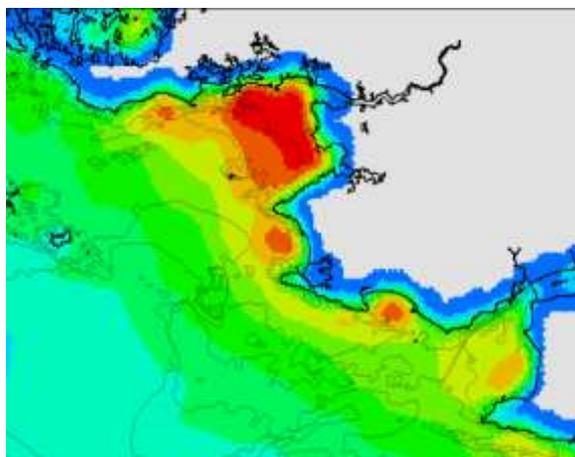
Les espèces d'algues toxiques sont recherchées avec une fréquence bimensuelle dans les parties comestibles des coquillages :

- *Dinophysis* sp, qui produit des toxines diarrhéiques
- *Alexandrium minutum*, qui produit des toxines paralysantes
- *Pseudo-nitzschia* sp, qui produit des toxines amnésiantes

Les zones d'élevage ont été fermées 10 jours par an en moyenne depuis 20 ans.

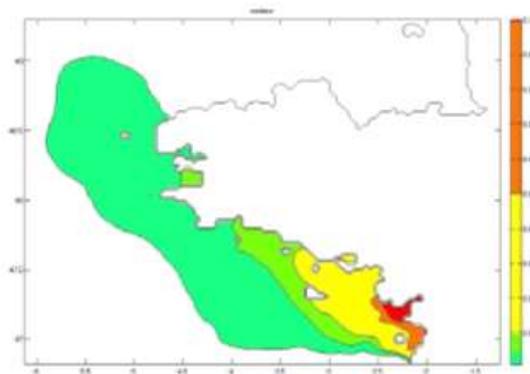
Cette contamination préoccupe les mytiliculteurs, qui se plaignent aussi de l'envasement des zones, handicapant le pompage et entraînant une turbidité de l'eau ainsi qu'un moindre apport de nutriments. En outre, selon eux, les lâchers d'eau du barrage diminuent trop fortement et rapidement la salinité de l'eau.

Les apports en azote et phosphore sont à l'origine d'un important développement d'algues dans l'embouchure de la Vilaine, mesuré par le taux de chlorophylle a représenté sur la figure suivante.



Celui-ci est nettement plus élevé que dans l'embouchure de la Loire, alors que les rapports entre les débits et les flux d'azote et de phosphore sont équivalents dans les deux fleuves. Ce sont sans doute les conditions hydrodynamiques de l'embouchure de la Vilaine (moindre hauteur d'eau, stratification plus stable...) qui l'expliquent.

Le panache de la Loire influence nettement la qualité des eaux de l'embouchure de la Vilaine, comme le montre la figure suivante, représentant l'évolution de la concentration d'un traceur injecté dans l'estuaire de la Loire.



Aussi la modélisation du développement algal conclut-elle qu'une diminution seule des apports en nutriments de la Vilaine aura peu d'effet sur la biomasse du phytoplancton, et qu'il faut cumuler la réduction des apports en phosphore et en azote des deux fleuves pour observer des effets significatifs sur les algues.