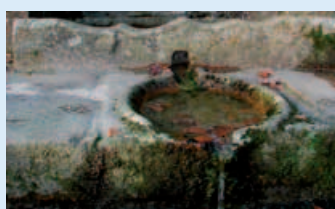


Eaux littorales, miroir de nos actes ?

Dour ha Stêriou Breizh

Eau & Rivières
de Bretagne



Dour ha Stêriou Breizh

Eau & Rivières

de Bretagne

Eau & Rivières est une association loi 1901, créée en 1969 par des pêcheurs de saumon et des naturalistes inquiets de la disparition de ce magnifique poisson des rivières bretonnes. Elle s'appelait alors « Association Pour la Protection et la Production du Saumon en Bretagne » (A.P.P.S.B.).

Devenue par la suite « Eau & Rivières de Bretagne », l'association a élargi son action et sa réflexion à l'ensemble des problèmes de gestion et de protection de l'eau et des milieux naturels, de la source à la mer.

Que faisons-nous ?

Eau & Rivières agit au quotidien et sur le terrain pour la sauvegarde des milieux naturels et des paysages, si riches mais si fragiles en Bretagne, pour que soit respecté le droit à une eau de qualité pour tous, de la source au robinet. Elle mène une activité d'éducation et d'information particulièrement importante, exerce un contre pouvoir, et participe activement à la vie publique pour faire reculer la pollution et progresser la protection des rivières, de l'eau, et des paysages. Les pollutions de l'eau perturbent l'économie de la région, sont dangereuses pour la santé des bretons, et appauvrissent la diversité biologique et notre patrimoine naturel.

L'association est agréée par l'Etat :

- au titre de la protection de la nature (article L. 141-1 du code de l'environnement) par un arrêté du ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement du 17 février 1998 ;
- au titre de la défense et de l'information des consommateurs (article L. 411-1 du code de la consommation) par un arrêté du préfet des Côtes d'Armor du 16 novembre 2007 ;
- au titre de l'éducation nationale (décret 92-1200 du 6 novembre 1992) par une décision du Recteur de l'Académie de Rennes du 17 décembre 2007 ;
- au titre de l'éducation populaire (décret 2002-571 du 22 avril 2002) par un arrêté de la Directrice Départementale de la Jeunesse et des Sports des Côtes d'Armor du 29 octobre 2007.

Elle est membre de la fédération nationale (« France Nature Environnement ») et européenne (« Bureau Européen de l'Environnement ») des associations de protection de la nature.

Libre de toute appartenance politique et confessionnelle, Eau & Rivières de Bretagne œuvre dans les quatre départements bretons, la Manche et la Loire-Atlantique, aidée d'une équipe d'une quinzaine de permanents. L'association s'appuie également sur un réseau d'adhérents fort de plus d'un millier de personnes, et rassemble une centaine d'associations locales réparties dans le grand ouest.

L'efficacité et l'indépendance d'Eau & Rivières dépendent de chacun de vous. En lui apportant votre soutien, vous permettez à l'association de poursuivre son action en toute liberté.

www.eau-et-rivieres.asso.fr

Venelle de la caserne - 22200 Guingamp - Tél./Fax 02 96 21 38 77

E-mail : erb@eau-et-rivieres.asso.fr



XI^e colloque régional

Eaux littorales, miroir de nos actes ?

Saint-Martin-des-Champs - Jeudi 4 décembre 2008

Sommaire

Des sources à la mer	5
Eau et Rivières de Bretagne	
Les eaux littorales bretonnes, perturbations et impacts écologiques	7
Laurent Chauvaud, Chercheur CNRS au Laboratoire Environnement MARin de l'Institut Européen de la Mer	
Historique et origines, suivi, enseignements du programme contre les marées vertes Prolittoral	17
Sylvain Ballu, Chargé de mission PROLITTORAL	
Les communes littorales, des victimes ?	27
Par Yvette Doré, maire d'Hillion et Alain Lafrogne, adjoint en charge du développement durable	
Renforcer la politique de l'eau pour sauver le littoral : le bassin de l'IC, un (mauvais) exemple ?	33
Par Marcel Le Floc'h ancien secrétaire général d'Eau & Rivières de Bretagne, membre de l'association « De la source à la mer »	
La qualité des eaux de baignade, un nouvel Everest	39
M. Olivier Barrière, Chargé de mission Environnement Europe de l'association Surfrider Foundation	
L'ostréiculture, sentinelle des écosystèmes côtiers	43
Marcel Le Moal, Conchyliculteur, Membre du comité régional Conchyliculture	
Le Parc Naturel Marin outil de protection de la qualité des eaux ?	53
Patrick Pouline, chargé de mission Qualité de l'eau au Parc Marin d'Iroise	
Gérer le littoral breton : Un nécessaire « nouveau contrat social »	55
Yves Lebahy Professeur agrégé de Géographie Master d'aménagement maritime et littoral – UBS Lorient Membre de l'association « Géographes de Bretagne »	

Des sources à la mer

Par sa géographie, par son histoire, par sa culture, mais aussi par son économie, la Bretagne est la terre... de la mer.

Pourtant pendant longtemps, des frontières aussi artificielles que tenaces ont séparé la mer, des rivières qui s'y jettent. Frontières administratives, frontières économiques, mais aussi frontières culturelles de nos esprits trop cartésiens qui veulent mettre en « cases » des milieux naturels au contraire étroitement imbriqués. D'un côté donc la mer, de l'autre les milliers de cours d'eau qui tels des veines et des artères irriguent le pays breton... et nourrissent la mer !

Après que nos esprits aient d'abord été frappés par les marées noires spectaculaires venues de la mer, nos consciences sont aujourd'hui -et à juste titre- heurtées par les marées vertes dont l'origine remonte à la source de nos rivières. Ces inquiétantes marées, qu'elles soient noires ou vertes, impactent les écosystèmes fragiles du littoral, et bouleversent nos économies côtières, tourisme et conchyliculture, pour ne citer que les plus importantes.

Cette interdépendance étroite entre les rivières et la mer, entre les secteurs économiques de l'intérieur de la région et ceux de son littoral, entre les exigences de qualité environnementale des uns et les pressions polluantes des autres, nous oblige à un triple effort : dépasser les égoïsmes territoriaux pour réfléchir et organiser globalement notre développement des sources à la mer, surmonter les conflits d'intérêt pour être capables de bâtir ensemble un avenir meilleur pour notre littoral, anticiper les évolutions à venir pour mieux les réguler et assurer ainsi une gestion durable les espaces côtiers et leurs activités.

Cet effort collectif est indispensable. Il l'est pour que le capital extraordinaire que constitue le littoral breton, capital de biodiversité, capital économique, capital de bien être pour des millions d'habitants et de vacanciers, ne soit pas dévalué.

Ni par la cupidité de quelques uns, ni par la faiblesse des autres, ni par notre indifférence individuelle ou collective.

Que ce onzième colloque organisé par Eau & Rivières de Bretagne contribue à faire émerger cette grande ambition régionale.

EAU & RIVIERES DE BRETAGNE

Les eaux littorales bretonnes, perturbations et impacts écologiques

Laurent Chauvaud, Chercheur CNRS au Laboratoire
Environnement MARin de l'Institut Européen
de la Mer

La zone côtière peut-être définie de façon très pragmatique comme la zone de transition entre la Terre et la Mer. Elle comprend donc le continuum aquatique qui s'étend depuis les rivières jusqu'à l'océan ouvert, en passant par les estuaires ou deltas, les plaines côtières, le plateau continental et la pente continentale. Plusieurs de ses caractéristiques en font une zone particulièrement importante à étudier :

Si elle ne couvre que 7 % de l'hydrosphère en surface et 0.5 % en volume, la zone côtière joue un rôle fondamental dans les cycles biogéochimique du carbone et des éléments associés : 1/3 de la production primaire globale, de 50 % à 80 % de la production nouvelle marine, et près de 50 % de la dénitrification. Si elle ne joue qu'un faible rôle dans la séquestration de carbone, la zone côtière représente le lien le plus important entre la Terre et la Mer. De ce point de vue, le transfert de carbone organique produit au niveau de la zone côtière vers l'intérieur de l'océan constitue une pompe biologique auxiliaire dont l'importance est estimée à 20 % de la pompe biologique océanique globale. Par ailleurs, les nutriments qui ne sont pas utilisés au niveau de la zone côtière contribuent à la pompe biologique du milieu océanique à proprement parler. Si la zone côtière constitue une richesse estimée supérieure à celle de l'océan ouvert ou de l'écosystème terrestre global, elle est forcément la zone la plus soumise aux pressions d'origine anthropique. Plus de la moitié de la population mondiale vit à moins de 60 km des côtes et utilise la zone côtière comme source de nourriture, exploite ses ressources renouvelables et non-renouvelables, l'utilise comme ressource énergétique et moyen de transport, enfin comme lieu de décharge et d'activités récréatives.

Soumis à une telle pression anthropique, les écosystèmes côtiers sont le siège d'agressions multiples. L'eutrophisation est encore souvent étudiée sous l'angle de la réponse d'un écosystème à une perturbation unique, le plus souvent liée à un apport excessif de composés azotés et phosphorés, en relation avec les activités agricoles, industrielles et urbaines sur les bassins versants. Cloern (2001) a proposé une nouvelle conception de l'eutrophisation, et de ce que devrait-être, selon lui, une approche complète de cet aspect du changement global. C'est cette approche qui est suivie en Bretagne. Le modèle de

Cloern considère l'enrichissement en sels nutritifs comme un parmi sept autres facteurs de stress : le changement climatique, la sur-pêche, les contaminants, l'invasion d'espèces exotiques, l'aquaculture, maladies et les aménagements hydrauliques. Il met en évidence l'importance des propriétés physiques, chimiques et biologique d'un écosystème, dont l'ensemble constitue un filtre qui va moduler la sensibilité d'un écosystème côtier à l'une ou l'autre des perturbations. Il met l'accent sur la multiplicité des réponses, écologiques et biogéochimiques, d'un écosystème à toute combinaison de l'un ou l'autre des facteurs de stress. Il replace enfin le problème dans une perspective humaine, en posant directement la question des impacts sur la zone côtière en tant qu'habitat pour l'humanité (socio-économie, santé) et réclame le développement d'outils d'aide à la décision, dans une perspective de restauration des écosystèmes perturbés.

La démarche scientifique suivie en Bretagne s'est inscrite dans cette optique. et elle a mis en évidence qu'aucun écosystème de nos régions ne demeure indemne de tout impact. Nous nous proposons de montrer comment les études réalisées le long du littoral breton ont intégré la diversité des perturbations comme par exemple la prolifération d'espèces invasives, qui font aujourd'hui partie intégrante du fonctionnement de ces écosystèmes.

De façon générale les communautés benthiques montrent une forte sensibilité aux changements climatiques en cours, mais également un retour vers la normale lorsque des mesures de gestion sont prises (eutrophisation, effluents urbains). Nous montrons également que la biodiversité bretonne est toujours sous la menace des activités anthropiques anciennes (Pêche) ou nouvelles (extraction, Climat) et que les processus d'introduction d'espèces sont toujours actifs (aquaculture, climat). Finalement nous nous attacherons à montrer comment les agressions subies par les marges continentales peuvent impacter de façon subtile, masquée et parfois paradoxales le fonctionnement des écosystèmes côtiers. C'est cette constatation qui rend difficile voir illusoire toute prédiction de l'avenir proche de ces systèmes dont l'importance socio-économique est croissante. Enfin, vous trouverez dans les pages qui suivent une présentation des travaux publiés par mon laboratoire, ils illustrent partiellement tout ce travail de recherche entrepris par la communauté scientifique de Bretagne.

La coquille Saint-Jacques et la crépidule, deux modèles biologiques d'étude des réponses de la faune benthique aux fluctuations de l'environnement en rade de Brest – Acquis scientifiques du Contrat de Baie – Rade de Brest.

Laurent Chauvaud, Jacques Grall
Institut Universitaire Européen de la Mer, UMR CNRS 6539, LEMAR, Technopôle Brest-Iroise,
Place N. Copernic, 29280 Plouzané, France ; lac@univ-brest.fr

Les résultats présentés ici ont été acquis lors des travaux menés dans le cadre des études scientifiques préliminaires au contrat de Baie-Rade de Brest. Toutefois, dans ce chapitre qui s'intéresse à l'écologie de la coquille Saint-Jacques et de la crépidule, nous avons inclus les résultats récents acquis en rade de Brest depuis la fin de ce programme. Ces derniers, portant sur l'étude du couplage pélagos/benthos, sont inclus ici puisqu'ils sont le fruit de travaux motivés par les conclusions formulées à la suite du Contrat de Baie et effectués dans le cadre de l'opération pilote « Coquille Saint-Jacques ».

Les travaux de recherche effectués sur les populations et peuplements benthiques dans le cadre du Contrat de Baie "rade de Brest" s'inséraient dans contexte scientifique particulier : La coquille Saint-Jacques, *Pecten maximus* (L.), constitue l'une des ressources traditionnelles de la rade de Brest, malgré le déclin de sa pêcherie dont la production est passée de 1500-2600 tonnes dans les années 50 à 100-300 tonnes à partir de 1963. La décroissance des captures de coquilles Saint-Jacques restait, au début du programme, inexpiquée.

Parmi les hypothèses proposées au début de ce programme pour expliquer ce phénomène, les unes faisaient appel à un mécanisme naturel d'oscillation du volume de la population, fréquemment observé chez les Bivalves et particulièrement chez les Pectinidés, d'autres désignaient l'hydroclimat comme principal responsable de l'effondrement du stock en 1963, les dernières se référaient à des causes d'origine anthropique, soit par surexploitation du gisement (mode de gestion inadapté), soit par dégradation du biotope. Agissant individuellement ou en synergie, les facteurs de causalité suggérés n'avaient jusqu'alors fait l'objet d'aucune analyse permettant de les hiérarchiser, et aucun d'entre eux ne pouvait être rejeté a priori. Toutefois, les moyens humains et scientifiques disponibles au début de ce programme ont conduit à mettre l'accent sur les causes anthropiques

ayant pu perturber directement le stock de coquilles Saint-Jacques, pour ne retenir que la surpêche et les changements de biotope comme axes de recherches principaux. La surpêche du stock a été démontrée au bout d'un an de travail (Boucher et Fifas, 1995) et nous invitons les lecteurs à lire cette publication pour une description détaillée de l'évolution de l'effort de pêche exercée sur le stock de coquille Saint-Jacques depuis l'ouverture de cette pêcherie en rade de Brest. Nous mettrons ici l'accent sur les changements de biotope que nous chercherons à mettre en relation avec l'enrichissement en azote de l'écosystème.

Place des écosystèmes côtiers dans l'océan mondial : Les sciences de l'environnement ont été en partie motivées lors des années 80 et 90 par la volonté de comprendre les changements globaux des enveloppes terrestres incluant la multitude d'impacts de la population humaine sur les écosystèmes de notre planète. Le défi reste aujourd'hui de taille car les composantes d'un changement global telle que l'évolution du climat, les cycles biologiques et les populations biologiques présentent tous des fluctuations naturelles propres. Et, les perturbations anthropiques se superposent à ces changements naturels (Cloern, 1996 et Cloern, 2000). La distinction entre fluctuations naturelles et perturbations anthropiques reste une difficulté majeure pour la compréhension du fonctionnement des systèmes.

Parmi les écosystèmes perturbés, la zone côtière présente un intérêt particulier. Elle représente 8 % de l'hydrosphère mais elle est pourtant le siège du tiers de la production totale de carbone organique marin (Wollast, 1991) ainsi que la moitié de la production nouvelle (Berger *et al.*, 1989). Le coût économique des perturbations anthropiques est important tant au niveau des stocks exploités (gènes aquacoles, fortes mortalité d'espèces à intérêt commercial par proliférations phytoplanctoniques toxiques ou anoxie), qu'au niveau touristique (marées vertes, plages et eaux littorales insalubres) et enfin qu'au niveau de

l'aménagement littoral (traitement des eaux,...).

Perturbations anthropiques des écosystèmes côtiers : Les perturbations d'origine anthropique affectant les écosystèmes côtiers sont de natures diverses. A l'échelle planétaire, la surpêche, les modifications des faciès géologiques littoraux, les pollutions chimiques ou organiques sont quelques uns des exemples de perturbations d'origine anthropique modifiant de manière transitoire ou chronique tant les compartiments pélagiques que benthiques. En particulier, l'accroissement des activités industrielles, agricoles et domestiques a pour conséquence directe une augmentation des rejets organiques ou minéraux aboutissant dans les écosystèmes marins littoraux peu profonds. C'est cette augmentation des rejets animaux ou domestiques qui est aujourd'hui reconnue comme principal facteur perturbateur du pélagos, du benthos et du couplage entre les deux compartiments.

- *Au niveau pélagique*, dans les écosystèmes côtiers des pays développés, l'accroissement des apports anthropiques de composés azotés et phosphorés a entraîné une diminution sensible des rapports Si/N et Si/P (Smayda, 1990), les apports de silicium dissous demeurant un phénomène naturel lié à l'érosion des roches siliceuses constitutives des bassins versants (Meybeck, 1984). Il résulte souvent de cet enrichissement un accroissement important de la biomasse chlorophyllienne en période productive (Nixon, 1995), une limitation de la croissance des diatomées par le silicium (e.g. la baie de Chesapeake ; Conley & Malone, 1992), ainsi que l'émergence de floraisons non-siliceuses, parfois toxiques, dans un contexte de production nouvelle (Smayda, 1990 ; Billen *et al.*, 1991).
- *Au niveau benthique*, la sédimentation des blooms printaniers et estivaux entraîne une augmentation substantielle des flux de matière organique au niveau du substrat. Cette augmentation stimule, dans un premier temps, la croissance et la reproduction des organismes benthiques (Davies et Paynes, 1984). Plusieurs études dans les mers de Bering et Chukchi (Grebmeier *et al.*, 1988, 1989 ; Grebmeier & MacRoy, 1989 ; Grebmeier & Barry, 1991), en mer baltique (Elmgren, 1989), et dans les détroits danois (Rosenberg *et al.*, 1990) ont ainsi montré que l'augmentation de la production primaire pélagique se traduit par l'accroissement de la biomasse et de la production benthique. Secondairement, les phénomènes d'eutrophisation massive sont responsables de nombreux déséquilibres dans l'organisation des communautés benthiques, tels ceux observés en Europe du nord lors des 20 dernières années. Si l'enrichissement des eaux en sels nutritifs se traduit dans un premier temps par l'augmentation généralisée du taux de croissance des organismes (e.g. Pearson & Rosenberg, 1978 ; Ce-

derwall & Elmgren, 1980 ; Rosenberg *et al.*, 1990 ; Gray, 1992), il conduit secondairement à un déficit en oxygène (résultant de la dégradation de la matière organique en excès) qui va entraîner des modifications de la structure des peuplements benthiques (voir la revue de Gray, 1992). Un changement de la nature des peuplements (vers une dominance des espèces opportunistes), une baisse de la diversité spécifique (mer du Nord), et la disparition quasi-totale du benthos par anoxie (100 000 km² azoïques en mer Baltique), sont les trois niveaux de perturbation croissante reconnus au sein des communautés benthiques.

- *Au niveau du couplage pélagos/benthos*, les réponses des écosystèmes côtiers à l'eutrophisation sont probablement plus subtiles et plus difficiles à détecter ou à mesurer (Cloern, 1996). Suite à un enrichissement des eaux côtières, l'ensemble des séquences évolutives décrites par Gray (1992) sont observées (Justic, 1987 ; Rosenberg & Loo, 1988 ; Le Bris & Glémarec, 1995), mais les mécanismes conduisant à ces changements sont aujourd'hui encore peu décrits. Les travaux cherchant à décrire l'impact d'un enrichissement chronique des eaux côtières doivent intégrer le fait que les réponses des écosystèmes à une telle perturbation sont progressives, les premiers changements au sein des communautés phytoplanctoniques et d'invertébrés benthiques étant le plus souvent peu perceptibles (Elmgren, 1989 ; Pearson & Rosenberg, 1978). Le développement de nouveaux schémas fonctionnels est nécessaire pour expliquer la grande variabilité des réponses des écosystèmes côtiers anthropisés (Cloern, 1982 ; Herman & Scholten, 1990 ; Hily, 1991 ; Chauvaud *et al.*, en révision).

Le rôle des organismes benthiques suspensivores dans le contrôle de la production primaire des écosystèmes côtiers a déjà été mis en évidence. Kuenzler (1961), Smayda (1976) et Hobbie (1976) portaient déjà attention à ce phénomène. La consommation d'une large part de la biomasse algale par des suspensivores benthiques à forte abondance a été démontrée dans de nombreux écosystèmes dont la baie de San Francisco (Cloern, 1982) et plusieurs baies japonaises (Motoda *et al.*, 1987). L'influence de la minéralisation benthique sur la production pélagique a été démontrée pour les écosystèmes côtiers (Nixon, 1981 ; Pomroy *et al.*, 1983 ; Hopkinson, 1987). Dans ces milieux, quelques études mentionnent un feed-back direct du benthos sur les performances du système pélagique, par stockage d'énergie ou contrôle de la biomasse phytoplanctonique (Ott & Fedra, 1977 ; Ott, 1981 ; Cloern, 1982 ; Officer *et al.*, 1982 ; Herman & Scholten, 1990 ; Viaroli *et al.*, 1992 ; Riisgård *et al.*, 1995). Ce couplage pélagos-benthos expliquerait *pro parte* la variabilité des réponses des

écosystèmes à l'enrichissement en azote et en phosphore, notamment en permettant une résistance des systèmes à l'eutrophisation et à la prolifération d'algues planctoniques toxiques (Chauvaud *et al.*, 2000).

Le travail de recherche réalisé durant le Contrat de Baie s'inspirait de cette réflexion ; nous avions notamment pour but de décrire dans un écosystème sous forte contrainte anthropique, la rade de Brest : (i) l'influence des conditions environnementales sur le benthos en utilisant la coquille Saint-Jacques comme modèle biologique et (ii) le rôle des suspensivores benthiques dans le contrôle de la production primaire. Ce travail nécessitait de répondre à trois questions essentielles :

- Comment les fluctuations des conditions environnementales influencent-elles la nature et l'intensité du recrutement des invertébrés benthiques ?
- Quelles sont les relations liant *Crepidula fornicata* (l'espèce invasive) et coquille Saint-Jacques ?
- La biologie des adultes de coquilles Saint-Jacques est-elle dominée par la variabilité saisonnière et interannuelle de la production primaire pélagique ? Si tel est le cas, peut-on utiliser cette espèce comme descripteur de l'activité suspensivore benthique ?
- Les suspensivores benthiques jouent-ils un rôle majeur dans le contrôle de la production primaire en rade de Brest ?

Cette étude nous a amené à proposer une hypothèse originale concernant l'évolution à long terme de l'écosystème rade de Brest, mettant en évidence sa fragilisation. La validation de cette hypothèse a constitué l'un des objectifs des travaux réalisés en rade de Brest par la suite, en mesurant notamment la modification des flux pélagobenthiques engendrée par l'activité suspensivore benthique (espèce cible : *Crepidula fornicata*). Les résultats des recherches menées sur la quantification des flux verticaux pélagos/benthos et l'étude dynamique des interactions entre les réseaux trophiques pélagiques et benthiques nous invitent aujourd'hui à réviser les conclusions formulées à la suite du programme Rade de Brest sur la résistance de cet écosystème face aux diverses agressions anthropiques.

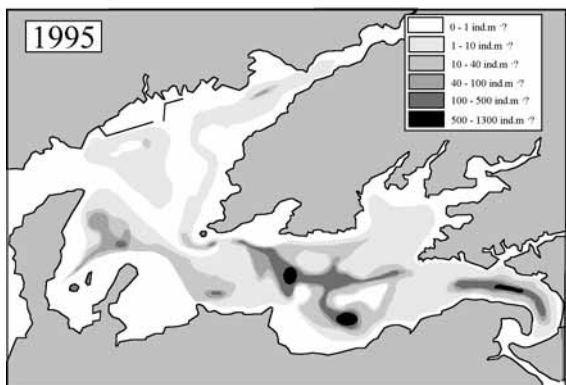
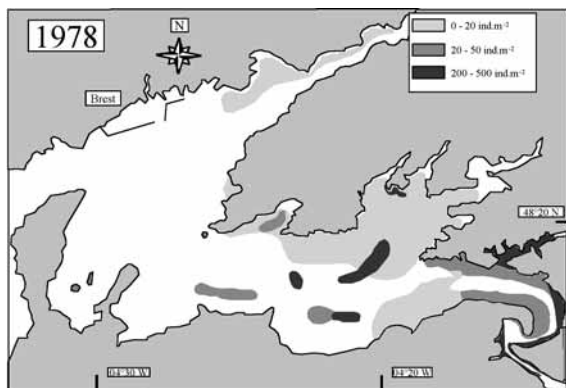
Apports des études scientifiques préliminaires au Contrat de Baie

Depuis une trentaine d'années, un accroissement rapide de la production agricole sur les bassins versants de la rade de Brest génère des rejets azotés très importants (Cann, 1995). Par ailleurs, Tréguer et Quéguiner (1989) ont montré que les apports de nitrates en rade ont augmenté d'un

facteur 10 depuis le début du siècle. De 1971 à 1991, l'augmentation annuelle des concentrations en nitrites et nitrates dans l'Aulne (Fig. 3a) et dans l'Elorn (rivières principales) est de 23 $\mu\text{mol.l}^{-1}$ et 72 $\mu\text{mol.l}^{-1}$ respectivement. L'augmentation des apports en nitrates, indépendante de l'évolution des teneurs en silicates, a conduit à une forte baisse du rapport Si/N depuis 20 ans.

Parallèlement, la biomasse intégrée sur l'année est restée stable, masquant ainsi la diminution de l'intensité du premier bloom printanier au profit des efflorescences secondaires. Ainsi, la saisonnalité de la production primaire a fortement évolué vers un allongement de la durée de la période productive (Chauvaud *et al.*, 2000). Jusqu'en 1993, l'augmentation à long terme des apports azotés d'origine anthropique n'a pas provoqué, après le premier bloom printanier de diatomées, de dominance de cellules algales non siliceuses. Des espèces telles que *Dinophysis* spp., *Gymnodinium* cf. *nagasakiense* et *Phaeocystis pouchetii* ont bien présenté des efflorescences importantes, mais sans pour autant dominer la communauté phytoplanctonique. En 1995, *G. cf. nagasakiense* a pour la première fois dominé cette communauté, avec quatre efflorescences entre la mi-juin et septembre (Nézan *et al.*, 1996). La rade de Brest, malgré des apports trophiques croissants, ne connaît pas d'épisode à très forte biomasse phytoplanctonique susceptible de provoquer une sous-saturation en oxygène (Chauvaud, 1998).

De façon contradictoire, les peuplements benthiques de la rade de Brest présentent l'ensemble des caractéristiques de conditions eutrophes (Grall et Glémarec, 1997). Les recherches menées sur la mégafaune benthique de la rade de Brest permettent de conclure à une augmentation de la biomasse des suspensivores benthiques (Chauvaud, 1998, Thouzeau *et al.*, 2001). Par ailleurs, les cartographies (démographie, biomasse, densité et diversité spécifique) successives (5 campagnes ; 250 prélèvements –traîneau drague SQUAREVE, Thouzeau et Hily, 1986) réalisées nous ont permis de démontrer que (i) la biomasse des suspensivores a augmenté depuis l'introduction de la crépidule dans la rade (Fig. 5) ; (ii) la biomasse estimée de ce gastéropode est aujourd'hui suffisante pour produire ca. 850 000 tonnes (poids frais) de biodépôts par an (ce qui induit un changement radical de la structure granulométrique du sédiment) ; et (iii) ces changements granulométriques modifient la structure des peuplements mégabenthiques (chute de la diversité spécifique, augmentation de la biomasse des suspensivores). Si la colonisation de la quasi-totalité des fonds de la rade de Brest par la crépidule et donc un accroissement supplémentaire de la biomasse des suspensivores peuvent être prédits, l'hypothèse d'une mortalité post-larvaire, par envasement, variable selon les



Aire de répartition de *Crepidula fornicata* en rade de Brest en 1979 (présence-absence d'après Coum, 1979) et en 1995 (nb ind. m⁻²; Chauvaud, 1998; Thouzeau et al., 2001). Nulle en 1950, la surface colonisée est de 90 km² aujourd'hui pour une biomasse de 18 000 t produisant 800 000 t/an de biodépôts (poids frais).

espèces benthiques considérées (Thouzeau et al, 2000) reste à valider. L'introduction de la crépidule en rade et sa prolifération sont donc sources d'une perturbation majeure du système benthique dont les principales conséquences démontrées sont (i) une diminution de la diversité spécifique (à l'échelle de la rade et non de la strate) si la crépidule envahit totalement l'écosystème, (ii) une augmentation de la biomasse des suspensivores, et (iii) une production accrue de biodépôts et donc un piégeage de la matière organique à l'interface eau-sédiment. Par ailleurs, le couple crépidule-coquille Saint-Jacques a fait l'objet d'une attention particulière. La biologie (croissance journalière et alimentation *in situ*) et l'écologie des juvéniles et des adultes de *Pecten maximus* ont été étudiées en relation avec la prolifération de la crépidule. Les travaux menés démontrent que la crépidule, compétiteur de la coquille Saint-Jacques pour l'occupation des substrats disponibles, perturbe fortement le recrutement de la coquille Saint-Jacques (Chauvaud 1988; Thouzeau et al., 2000). Plus précisément, la production de biodépôts par le gastéropode (800 000 tonnes de matière humide produites par an, pour une biomasse sèche de crépidules de 13 000 tonnes) est telle, que le phénomène d'envasement observé serait à l'origine d'une mortalité post-larvaire de *Pecten maximus*

importante sur les bancs de crépidule. Nos résultats suggèrent que l'aire de répartition de la coquille Saint-Jacques dans la rade va continuer à décroître dans l'avenir, en opposition à l'extension de la zone colonisée par la crépidule (Chauvaud, 1998; Thouzeau et al, soumis).

L'installation de cette espèce puis son développement, font apparaître sur les sédiments colonisés un nouveau peuplement et, à l'échelle de la rade de Brest, la banalisation des fonds engendre une chute de la diversité spécifique d'un facteur cinq. La coquille Saint-Jacques fait partie des espèces exclues de ce nouveau peuplement. Toutefois, l'augmentation de biomasse des suspensivores ne semble pas s'accompagner d'un accroissement de la compétition trophique notamment chez la coquille Saint-Jacques mais est synonyme d'un changement dans le fonctionnement de l'écosystème.

Il reste à mieux comprendre pourquoi la croissance de la coquille Saint-Jacques ne semble pas limitée par la disponibilité en nourriture (Thouzeau et al., 2001), et pourquoi la prolifération de la crépidule n'engendre pas de compétition trophique entre ces deux suspensivores benthiques.

Influence sur la biologie des juvéniles et des adultes de *Pecten maximus*.

Le suivi temporel, en 1994 et 1995 (plus de 150 sorties en mer), des principaux paramètres hydrologiques et biologiques (température, salinité, MES, MOP/MIP, nature spécifique des efflorescences, pigments chlorophylliens de la colonne d'eau et du sédiment; Chauvaud et al., 1996) et l'analyse des données météorologiques a permis de définir l'impact des conditions environnementales sur la croissance coquillière des juvéniles de *Pecten maximus*.

L'étude de la croissance coquillière journalière a nécessité un développement méthodologique spécifique par analyse d'images (Chauvaud et al., 1998) afin de pouvoir compter le nombre de stries déposées sur la valve gauche des individus (sclérochronologie) et mesurer la distance séparant 2 stries consécutives. Il ressort de cette étude que la croissance des juvéniles de coquille Saint-Jacques est principalement régulée, lors d'une année « normale » (i.e. sans prolifération de dinoflagellés toxiques) par la température de l'eau à l'interface eau-sédiment (Chauvaud et al., 1998). La quantité de nourriture disponible (estimée par la biomasse chlorophyllienne et en nombre de cellules phytoplanctoniques) n'est pas un facteur limitant de la croissance coquillière. D'autre part, et contrairement à un certain nombre d'idées reçues, les périodes de floraisons phytoplanctoniques d'algues non toxiques (Diatomées) ne seraient pas nécessairement synonyme de forte croissance chez un suspensivore tel que *Pecten maximus*; il apparaît même que la sédimen-

tation massive d'une floraison de *Rhizosolenia delicatula* (Diatomée) constitue une situation de stress pour la coquille Saint-Jacques dont la croissance coquillière est fortement réduite pendant cette période. Ce résultat traduit les difficultés rencontrées par ce bivalve suspensivore pour assurer ses fonctions respiratoire et alimentaire lorsque la charge particulaire devient importante. Nous avons démontré depuis ces études, que lors de la sédimentation massive des blooms de diatomées (250 µg Chl a. l⁻¹ à l'interface eau/sédiment) des ralentissements drastiques de l'activité alimentaire (Chauvaud *et al.*, 2001) sont synchrones à des ralentissements de croissance coquillière. Il est aujourd'hui démontré que les crépidules montrent les mêmes réponses que la *P. maximus* (Donval A., non publié). Par ailleurs, l'ensemble du processus conduisant à la perturbation enregistrée chez *Pecten maximus* semble trouver son origine dans le caractère dystrophique (rapport Si/N < 1) de la colonne d'eau qui apparaît de façon synchrone à la sédimentation des blooms de diatomées coloniales (agrégats ; Lorrain *et al.*, 2000).

Enfin, l'étude de l'impact des différentes efflorescences toxiques de *Gymnodinium cf. nagasakiense* observées en rade en 1995 sur la croissance coquillière des juvéniles d'âge I et II et des adultes de *P. maximus*, montre clairement une sensibilité différentielle à la toxicité du dinoflagellé en fonction de l'âge des individus : (i) un effet léthal chez les larves et les post-larves, (ii) un ralentissement de croissance non systématique et d'amplitude variable chez les juvéniles, et (iii) un ralentissement de croissance systématique et de forte amplitude chez les adultes. La coquille Saint-Jacques constitue donc un excellent marqueur biologique des conditions environnementales observées en rade en période de croissance coquillière. De tels résultats démontrent en outre que la concentration en Chl a ne constitue pas un bon estimateur de la nourriture disponible dans la masse d'eau pour ce suspensivore.

Par ailleurs, ces travaux ont montré qu'il est possible d'utiliser la croissance coquillière de *P. maximus* comme indice de son activité trophique, puisqu'il existe une parfaite synchronisation entre les variations de la croissance coquillière journalière et les fluctuations de la teneur stomacale en pigments chlorophylliens.

Les résultats acquis sur la croissance coquillière journalière de *P. maximus*, nous ont conduit à poursuivre le développer ce nouveau outil. La détermination précise (analyse d'image ; perthomètre-Mahr) de la croissance journalière de plusieurs populations de coquilles Saint-Jacques le long de la façade atlantique européenne (du Maroc à la Norvège) associée à des dosages isotopiques et élémentaires (LA-ICPMS) nous ont permis de définir un nouvel outil paléoclimatique

et paléoécologique précis à l'échelle du jour. La coquille Saint-Jacques est aujourd'hui considérée comme un capteur eulérien de la variabilité de son environnement (Température, upwelling, salinité, nature et fréquence des efflorescences phytoplanctoniques). L'outil est inclus aujourd'hui inclus dans quatre programmes nationaux et internationaux.

Influence de la nature des floraisons planctoniques sur le pré-recrutement benthique.

La dynamique du pré-recrutement des stades benthiques de *Pecten maximus* (post-larves et juvéniles I et II), ainsi que de ses principaux compétiteurs spatio-trophiques et prédateurs, au sein des zones traditionnelles de captage de naissain et des zones à forte concentration d'adultes, a été décrite (Chauvaud & Thouzeau, 1995 ; Chauvaud *et al.*, 1996 ; Chauvaud & Thouzeau, *soumis*). Il en ressort que des événements atypiques tels que les efflorescences estivales d'espèces phytoplanctoniques toxiques (e.g. *Gymnodinium cf. nagasakiense* en 1995) perturbent de façon radicale le recrutement des coquilles Saint-Jacques en rade de Brest. En 1995, les proliférations d'algues toxiques (vraisemblablement imputables au caractère dystrophique de la rade de Brest ; cf. Smayda, 1990) sont en effet statistiquement corrélées à l'absence de recrutement chez *P. maximus* et de nombreuses autres espèces benthiques (Chauvaud & Thouzeau, *soumis*). La survie de *P. maximus* au stade post-larvaire est donc largement conditionnée par la fréquence des événements phytoplanctoniques toxiques. Le caractère eutrophe d'un écosystème, en permettant la prolifération d'algues non siliceuses toxiques, est donc à l'origine (i) d'une modification fondamentale de la composition spécifique du pré-recrutement benthique, (ii) de modifications durables de la structure des communautés benthiques sous l'hypothèse d'une fréquence élevée de ces événements toxiques, et donc (iii) de modifications durables du fonctionnement du système.

Reconsidération du couplage pélagos-benthos en rade de Brest. La stabilité apparente de la biomasse chlorophyllienne intégrée sur l'année (concentrations de surface en Chl a) est la conséquence d'une diminution notable de l'importance relative du premier bloom printanier par rapport aux efflorescences secondaires qui lui succèdent. Afin d'expliquer ce phénomène, plusieurs hypothèses ont été testées (Chauvaud *et al.*, 2000), la plus cohérente pouvait être formulée, en 1998, de la façon suivante : *dans un écosystème où les entrées d'azotes ne cessent de croître, la décroissance de la biomasse chlorophyllienne observée lors du premier bloom printanier est la conséquence d'une augmentation*

de l'activité suspensivore benthique liée à l'augmentation de leur biomasse. Avec cette hypothèse, l'activité benthique suspensivore était en partie responsable de la rétention, à l'interface eau-sédiment, de la silice biogénique (frustules de diatomées) produite dans la colonne d'eau. Ce processus assurait la résistance de la baie aux événements toxiques (apparus tardivement) car il permettait de retenir, au niveau du sédiment, la fraction de silice biogénique nécessaire à une production régénérée de nature siliceuse (diatomées et non de Dinoflagellés parfois toxiques).

La diminution de la saisonnalité de la production primaire, l'apparition récente des efflorescences toxiques dans un milieu depuis longtemps dystrophique (Quéguiner, 1982), et les changements constatés dans les peuplements benthiques des zones peu profondes (Grall & Glémarec, 1997) sont les conséquences observées de ce type de processus (Chauvaud et al., 2000). L'exceptionnelle diversité spécifique des suspensivores benthiques de la rade de Brest joue donc un rôle fonctionnel : elle doit permettre une consommation des cellules phytoplanctoniques siliceuses dans une large gamme de tailles. La rade se comporterait alors comme un filtre laissant « s'échapper » l'azote et retenant la silice (Ragueneau, 1994 ; Chauvaud et al., 2000). Les effets des augmentations conjointes de la biomasse des suspensivores et des apports d'azote ont donc été masqués par une intensification du couplage pélagos/benthos.

Afin de valider le possible effet des suspensivores benthiques sur le cycle de la silice à l'interface eau/sédiment, les flux benthiques de DSi ont été mesurés de façon saisonnière en deux sites contrastés. Ces deux sites, proches géographiquement, montraient des densités de crépidules voisines de zéro ou de 1000 ind. m⁻². Des carottes de sédiment (3 répliquats) prélevées en plongée (interface non perturbée) sur les deux sites ont été incubées au laboratoire. Des dosages de DSi dans l'eau surnageante ont été effectués toutes les heures durant 24 heures. Les flux de DSi ainsi calculés correspondent à ceux classiquement mesurés en environnement côtier (Yamada and D'Elia, 1984 ; Friederich et al., 2002). La valeur moyenne de ces flux en chacun de ces deux sites est reportée tous les deux mois. Quelque soit la saison, ces flux sont très largement supérieurs au sein du site présentant une forte densité de crépidules. La différence entre les sites dépasse un ordre de grandeur en été et en automne. Par ailleurs, les maxima des flux en DSi ont été mesurés à la fin du printemps pour le site sans crépidule et à la fin de l'été pour le site avec crépidules. Ainsi, l'amplitude supérieure des flux de DSi sur le site à crépidule et le décalage entre les maxima des flux au sein des deux sites fournissent des arguments forts pour la validation de l'hypothèse formulée en 1998. Ayant démontré (1) la limita-

tion de la production primaire par les silicates et (2) l'influence directe des suspensivores sur la rétention de la BSi puis sur la disponibilité de la DSi tout au long de la période productive, il restait à comparer l'amplitude des flux benthiques de DSi à ceux provenant des rivières face à la demande des diatomées (production de silice). Les différences montrées figures 15 peuvent n'avoir aucune signification écologique si elles restent dix fois inférieures aux entrées en provenance des rivières ou si elles ne sont pas comparables à la demande par les diatomées. Un premier budget saisonnier peut être construit pour la rade toute entière. Ces résultats démontrent sans ambiguïté la nouvelle importance des suspensivores dans le système rade de Brest. La crépidule, espèce suspensivore introduite, a donc modifiée le cycle de la silice en rade de Brest et est responsable de la résistance de cet écosystème à la prolifération des algues toxiques en période estivale mais elle est également responsable des changements de saisonnalité de la production primaire siliceuse. La crépidule est donc une espèce compétitrice pour l'espace de *Pecten maximus* mais de façon paradoxale la coquille Saint-Jacques comme les autres espèces autochtones bénéficie de l'influence du gastéropode sur le système dans son ensemble (pas de bloom toxique, disponibilité en diatomées accrue).

Résultats récents et perspectives

Pour les années à venir, la rade de Brest présente un intérêt scientifique majeur. S'il est démontré qu'à l'échelle de la strate biosédimentaire, la diversité spécifique n'est pas modifiée lors de la prolifération de la crépidule, la banalisation des fonds à l'échelle de la rade aura par contre pour conséquence d'entraîner une diminution importante de la biodiversité du mégabenthos. L'augmentation de la biomasse des suspensivores et la réduction de la diversité devraient avoir des répercussions sur le fonctionnement de l'écosystème. Suivre cette évolution apportera nécessairement de précieux enseignements, tant sur le plan académique que dans le cadre de l'exploitation des ressources vivantes de la rade. Par ailleurs, les changements de saisonnalité de la PI ne peuvent être imaginés comme étant sans conséquence sur les peuplements benthiques de la rade (stimulation des suspensivores opportunistes à fort turn-over). Un feedback positif est déjà observé (thèse Jacques Grall, LEMAR UMR6539 CNRS). Plus précisément, les résultats des travaux menés en routine sur les peuplements des bancs de maerl de la rade de Brest (algue calcaire ; 40 % de la surface de la rade de Brest) depuis 1977 démontrent les augmentations récentes (depuis 1995) de l'abondance et de la biomasse des suspensivores benthiques en dehors des matras de crépidules. Ce résultat majeur, implique qu'une boucle d'amplification de la di-

minution de la saisonnalité de la production primaire est active dans cet écosystème. Ainsi, la rade de Brest ne résiste pas à l'eutrophisation mais elle dérive de façon subtile (Fig. 17).

Si l'étude du fonctionnement du système rade de Brest a ici pour origine l'écologie de *Pecten maximus*, elle a permis de compléter les connaissances sur la biologie de l'espèce et sur les composantes biologiques et biogéochimiques de son environnement. Les résultats présentés sont le fruit d'une collaboration étroite entre des scientifiques de plusieurs disciplines océanographiques

(biologie marine, écologie benthique et biogéochimie). L'association de plusieurs approches complémentaires appliquées à diverses échelles de temps (de l'heure à 20 ans) a permis cette nouvelle vision du fonctionnement de la rade ; elle attribue au couplage pélagos-benthos un rôle décisif à la fois dans la résistance (efflorescences toxiques) et la dérive (communautés benthiques) de la baie lors d'un enrichissement en sels nutritifs. C'est cette approche pluridisciplinaire qui est poursuivie aujourd'hui.

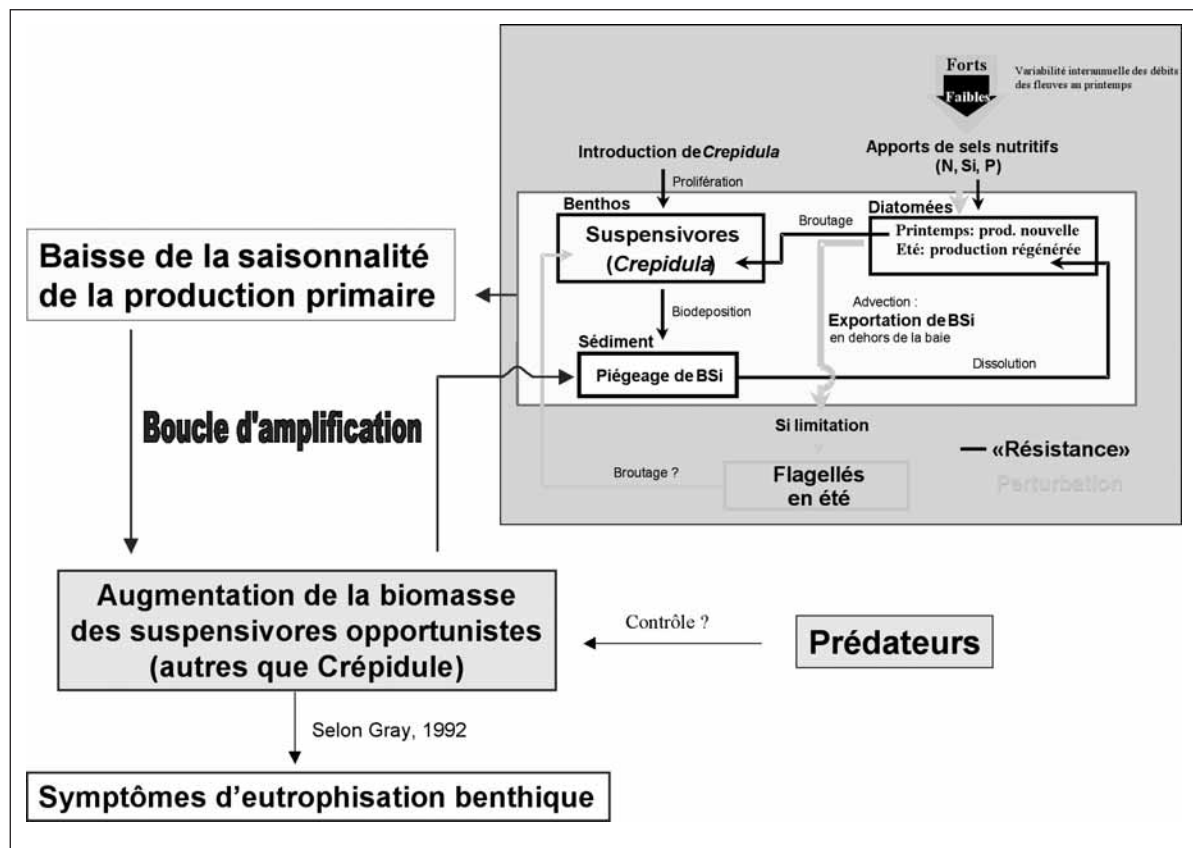


Schéma conceptuel du fonctionnement de la rade de Brest (Grall, 2002). A un couplage pélagos/benthos fort, imposé par la crépidule, et conditionnant l'intensité et la nature de la production primaire régénérée s'additionne une boucle d'amplification faisant intervenir les autres strates biosédimentaires de la rade et leurs suspensivores opportunistes.

Références

- Berger W.H., Smetacek V.S. & Wefer G., 1989.- Ocean productivity and paleoproductivity-an overview. Dans : Berger W.H., Smetacek V.S. & Wefer G. (Eds). *Productivity of the Ocean : present and past*. John Wiley & Sons Ltd, S. Bernhard, Dahlem konferenzen, pp. 1-34.
- Billen G., Lancelot C. & Meybeck M. 1991.- N, P and Si retention along the aquatic continuum from Land to Ocean. In : Mantoura R F C, Martin J M, Wollast R (Eds) *Ocean margin processes in global change*. John Wiley & sons Ltd, 19-44.
- Boucher J. & Fifas S., 1995.- Dynamique de la population de coquilles Saint-Jacques (*Pecten maximus*). de la rade de Brest : hier était-il différent d'aujourd'hui ? *Actes de colloque, Troisièmes Rencontres Scientifiques Internationales, Programme Rade, Brest, France, 14-16 Mars 1995*, vol 2 (ed. Communauté Urbaine de Brest), p.2-14 Brest : pub CUB.
- Cann C., 1995.- Flux de nutriments d'origine agricole. Actes colloque 3ème rencontres scient inter Contrat de Baie-Rade de Brest, Brest, vol 2, p. 139-150.
- Chauvaud L., Jean F., Ragueneau O. & Thouzeau G., 2000.- Long term variation of the Bay of Brest ecosystem: benthic-pelagic coupling revisited. *Marine Ecology Progress Series* 200: 35-48.
- Chauvaud L. & Thouzeau G., 2002. Impact of non siliceous phytoplankton bloom on invertebrates recruitment in the bay of Brest. Submitted to *Marine Ecology Progress Series*.
- Chauvaud L., Donval A., Nézan E., Paulet Y.-M. & Thouzeau G., 2001.- Variations in food intake of *Pecten maximus* (L.) from the Bay of Brest (France): Influence of environmental factors and phytoplankton specific composition. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences, Paris* 324 : 746-755.
- Chauvaud L., Thouzeau G. & Paulet Y.-M., 1998.- Effects of environmental factors on the daily growth rate of *Pecten maximus* juveniles in the Bay of Brest (France). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 227: 83-111
- Chauvaud L., 1998.- La coquille Saint Jacques en rade de Brest: un modèle biologique d'étude des réponses de la faune benthique aux fluctuations de l'environnement. Thèse de doctorat, université de Bretagne Occidentale, Brest.
- Cloern J.E., 1982.- Does the benthos control phytoplankton biomass in south San Francisco Bay? *Mar Ecol Prog Ser* 9 : 191-202
- Cloern J.E., 1996.- Phytoplankton blooms dynamics in coastal ecosystems; a review with some general lessons from sustained investigation of San Francisco Bay, California. *Re-view of Geophysics* 34: 127-168.
- Cloern J.E., 2001. Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Marine Ecology Progress Series* 210: 235-265.
- Conley D. J. & Malone T. C., 1992.- Annual cycle of dissolved silicate in Chesapeake Bay : implications for the production and fate of phytoplankton biomass. *Mar Ecol Prog Ser* 81 : 121-128.
- Friedrich J., Dinkel V., Friedl G., Pimenov N., Wijsman V, Gomoiu M.-T., Cociasu A., Popa L. & Wehrli B., 2002.- Benthic nutrient cycling and diagenetic pathways in the north-western Black sea. *Est. Coast. Shelf Sci.*, (sous presse).
- Grall J. & Chauvaud L., 2002.- Marine eutrophication and benthos : the need for new approaches and concepts. *Global Change Biology* 8:813-830
- Grall J. & Glémarec M., 1997.- Using biotic indices to estimate macrobenthic community perturbation in the bay of Brest. *Est Coast Shelf Sci* 44 :43-53.
- Gray J. S., 1992.- Eutrophication in the sea. In : Colombo G, Ferrari I, Ceccherelli V U and Rossi R (eds.). *Proc 25th EMBS, Olsen & Olsen, Fredensborg*, p. 3-15.
- Herman P.M. J. & Scholten H., 1990.- Can suspension-feeders stabilise estuarine eco-system? In : Barnes M, Gibson R N (eds.). *Trophic relationships in the marine environment*, *Proc 24th EMBS, Aberdeen University Press*, p. 104-116.
- Hopkinson C. S. Jr, 1987.- Nutrient regeneration in shallow-water sediments of the estuarine plume region of the nearshore Georgia Bight, USA. *Mar Biol* 94 : 127-142.
- Lorrain A., Paulet Y.M., Chauvaud L., Savoye N., Donval A. & Saout C., 2002.- Differential ^{13}C and ^{15}N signatures among scallop tissues: implications in ecology and physiology. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 275 : 47-61
- Lorrain A., Paulet Y.M., Chauvaud L., Savoye N., Nézan E. & Guérin L., 2000.- Growth anomalies in *Pecten maximus* from coastal waters (Bay of Brest, France) : relationships with diatom blooms. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 80 : 667-673.
- Meybeck M., 1984.- Les fleuves et le cycle géochimique des éléments. Thèse de 3ème cycle, Université de Paris VI, Paris.
- Nézan E., Arzul G., Bodennec G., Erard-Le Denn E., Gentien P., Lassus P., Marcaillou-Le Baut C. & Ryckaert M., 1996.- Suivi du phytoplancton en rade de Brest et synthèse des connaissances sur les dinoflagellés nuisibles. *Pub spéc CUB, Brest*, 68 pp.
- Nixon F. H. , 1981.- Remineralization and nutrient cycling in coastal marine systems. In : Neilson BJ & Cronin LE (eds.): *Estuaries and nutrients*, Humana Press, New Jersey, p. 111-138.
- Nixon S. W., 1995.- Coastal marine eutrophication: A definition, social causes, and future concerns. *Ophelia* 41:199-219.
- Officer C. B., Smayda T. J. & Mann R., 1982.- Benthic filter feeding: a natural eutrophication control. *Mar Ecol Prog Ser* 9 : 203-210.
- Ott J. A., 1981.- Adaptive strategies at the ecosystem level: examples from two benthic marine systems *PSZNI. Mar Ecol* 2 : 113-158.
- Ott J. A. & Fedra K., 1977.- Stabilizing properties of a high-biomass benthic community in a fluctuating ecosystem. *Helgoländer wiss Meeresunters* 30 : 485-494.
- Pearson T. H. & Rosenberg R., 1978.- Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr Mar Biol A Rev* 16 : 229-311.
- Pomroy A. J., Joint I. R. & Clarke K. R., 1983.- Benthic nutrient flux in a shallow coastal environment. *Oecologia* 60: 306-312.
- Quéguiner B., 1982.- Variations qualitatives et quantitatives du phytoplancton dans un écosystème eutrophe fortement soumis aux effets des marées : La rade de Brest. Thèse de 3ème, Université de Bretagne Occidentale, Brest-France 123 p.
- Ragueneau O., 1994.- La dynamique du phytoplancton en écosystèmes macrotidaux : couplage avec l'hydrodynamique et le cycle biogéochimique du Silicium Thèse de doctorat, Université de Bretagne Occidentale, Brest-France, 334 pp.
- Ragueneau O., Chauvaud L., Leynaert A., Thouzeau G., Paulet Y.-M., Bonnet S., Lor-rain A., Grall J., Corvaisier R, Le Hir M. & Jean F., 2002.- Direct evidence of a biological active coastal silicate pump: ecological implications. *Limnology and Oceanography* (sous presse).
- Riigård H. U., Christensen P.B, Olesen N. J., Petersen J. K., Moller M. M. & Andersen P., 1995.- Biological structure in shallow cove (Kertingr Nor, Denmark) - control by benthic nutrient fluxes and suspension-feeding ascidians and jellyfish. *Ophelia* 41 : 329-344.
- Rosenberg R. & Loo L.O., 1988.- Marine Eutrophication induced oxygen deficiency: effects on soft bottom fauna, western Sweden. *Ophelia* 29: 213-225.
- Smayda T. J., 1990.- Novel and nuisance phytoplankton blooms in the sea : evidence for a global epidemic. Dans : Graneli E (Ed.) *Toxic Marine Phytoplankton*. Elsevier Science Publishing Co, New-York, 29-40.
- Thouzeau G., Chauvaud L., Grall J. & Guérin L., 2000.- Rôle des interactions biotiques sur le devenir du pré-recrutement et la croissance de *Pecten maximus* (L.) en rade de Brest. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, 323 : 815-825.
- Thouzeau G. & Hily C., 1986.- AQUAREVE : une technique nouvelle d'échantillonnage quantitatif de la macrofaune épibenthique des fonds meubles. *Oceanol Acta* 9 : 509-513.
- Tréguer P. & Quéguiner B., 1989.- Conservative and non conservative mixing of dissolved and particulate nitrogen compounds, with respects to seasonal variability, in a West European macro tidal estuary. *Oceanol Acta* 12 : 371-380.
- Viaroli P., Pugnetti A. & Ferrari I., 1992.- Ulva growth and decomposition processes and related effects on nitrogen and phosphorus cycles in a coastal lagoon (Sacca di Goro, Po River Delta). In: Colombo G., Ferrari I, Ceccherelli V U, Rossi R (eds): *Marine eutrophication and population dynamics*. 25th Europ. mar. Biol. Symp. Ferrara, Olsen & Olsen, Fredensborg : 77-84.
- Wollast R., 1991.- Dans : Martin J M, Wollast R (Eds) *Ocean margins processes in global change*.
- Yamada S. S., & D'Elia C. F., 1984.- Silicic acid regeneration from estuarine sediment cores. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 18: 113-118.

Les marées vertes en Bretagne

Histoire et origines, suivi, enseignements du programme contre les marées vertes Prolittoral

Sylvain Ballu, Chargé de mission PROLITTORAL

1) Origine / historique :

Dès le début des années 70 sont décrites les premières marées vertes « nuisantes » sur certaines baies bretonnes (Baie de Saint Michel en Grève, Baie de Saint-Brieuc notamment). Ainsi, en mai 1971 la mairie de Saint Michel en Grève (Côtes d'Armor) prenait une délibération pour alerter le préfet sur le phénomène d'échouage de « goémon vert » sur ses plages et demander une aide financière pour le ramassage qui a dû être entrepris (« odeur infecte » dégagée par ces algues en putréfaction sur 20 à 50 cm d'épaisseur). Une photo aérienne de l'IGN, le 3 mai 1971, atteste d'une prolifération déjà massive ce jour. Dans cette délibération du conseil municipal de Saint Michel en Grève est mentionné qu'un tel phénomène s'était déjà produit l'année précédente (1970). Il semble qu'au cours des années 1960 de premiers développements d'algues (ulves ou peut-être d'autres algues filamenteuses ?), d'ampleur relativement limitée, concernaient déjà certaines des baies bretonnes.

Ce phénomène, initialement irrégulier et de courte durée s'est amplifié au cours des années 1970 puis 1980 touchant de plus en plus de secteurs côtiers et sur des durées de plus en plus longues. Ces dernières années, certains secteurs sont concernés par des échouages significatifs sur une grande partie de l'année avec des biomasses importantes d'avril à octobre voire novembre ou décembre certaines années.

2) Description du phénomène / causes :

Les marées vertes qui affectent le littoral breton correspondent à des proliférations d'algues vertes de type *Ulva*. Elles se développent au printemps et en été par **croissance et multiplication végétative d'algues dérivantes**. Celles-ci sont maintenues en suspension dans la colonne d'eau agitée et peu profonde du très proche littoral, au niveau de baies sableuses à pente douce où elles forment un rideau flottant de bas de plage et peuvent assurer un maximum de croissance. Le phénomène conduit localement à des **échouages importants** d'algues vertes, couvrant des estrans entiers et pouvant être définitivement rejetés en

haut de plage où leur dégradation constitue une **nuisance olfactive et visuelle**.

D'une manière générale, les marées vertes se produisent dans des secteurs enclavés du linéaire côtier où tend à régner une conjoncture **d'apports excessifs en sels nutritifs** (zones d'exutoires des rivières), **de faibles profondeurs** (favorables à la croissance des algues) et de **conditions d'hydrodynamisme favorables** à la rétention de ces sels nutritifs et des algues produites (renouvellement lent de la masse d'eau côtière, courants de marée et houle accumulant les algues sous faibles profondeurs). Une centaine de secteurs de plage ou de vasières a été touchée au moins une fois par des échouages d'ulves en quantité anormale en Bretagne depuis 1997, sans que l'ensemble de ces sites puisse être désigné par le terme de « marée verte » utilisé généralement pour désigner les quelques gros sites régionaux. Parmi ces secteurs, une cinquantaine se trouve régulièrement touchés par ces échouages d'ulves.



Figure 1 : sites concernés par des échouages récurrents d'ulves. Pour certains sites, les échouages représentent de petites surfaces loin des descriptions des marées vertes rencontrées sur certains des sites les plus connus.

Dans les sites à marées vertes le **phosphore est toujours en excès par rapport aux besoins de la croissance des Ulves**, ce qui n'est pas le cas de l'**azote** qui est encore limitant dans la plupart des sites. La **capacité particulière du phosphore à se stocker** de manière importante dans les sédiments littoraux est probablement à l'origine de sa disponibilité particulière pour les Ulves, en

même temps qu'elle le place en situation défavorable comme **facteur de maîtrise** par rapport à l'azote (encore limitant pour la croissance et sans stockage).

L'évolution des **apports azotés** dans les eaux littorales contrôle ainsi l'extension actuelle du phénomène de marées vertes. L'**origine de ces apports étant essentiellement agricole**, la profession agricole détient, de fait, le **levier de contrôle le plus efficace** pour limiter de manière préventive le phénomène de marées vertes sur les côtes bretonnes.

L'apparition, puis l'importance d'une marée verte dans un site dépend plus précisément de la **persistance de flux azotés élevés en saison favorable à la croissance des algues**.

- Les algues vertes (à l'instar d'autres producteurs primaires marins) sont en effet normalement limitées dans leur croissance en été (dès le mois de mai), en raison de la diminution naturelle estivale importante de la disponibilité en sels nutritifs (épuisement par le phytoplancton du stock en mer de sels nutritifs, diminution de leurs apports par les rivières). L'eutrophisation d'un site est liée à un retard saisonnier et à un affaiblissement de cet effet limitant naturel. Ces deux facteurs qui sont en lien avec l'augmentation globale des apports continentaux en sels nutritifs permettent aux algues de **poursuivre leur phase de croissance** dans des conditions saisonnières de lumière et de température de plus en plus favorables.
- La nature géologique du sous sol (qui contrôle précocité et importance des débits d'étiage) et le type d'occupation des sols du bassin versant (notamment les aménagements et pratiques culturales favorisant les trajets directs de l'eau et réduisant ainsi ses chances de dénitrification naturelle) peuvent jouer un rôle aggravant dans les modalités saisonnières de transfert de l'azote vers le site à marées vertes en période sensible.

Il est enfin nécessaire de prendre en compte les possibilités, pour une baie touchée, d'importer, par **transports latéraux**, des sels nutritifs et surtout (ce qui paraît, en fait, plus fréquent) des quantités d'algues venant de sites voisins. Ces transports permettent d'augmenter le stock maximal d'algues ou d'amener des stocks initiaux en début de saison devant des sites qui en sont dépourvus. Cette **interdépendance possible entre sites voisins** est un élément important à déterminer (par études hydrodynamiques) pour éventuellement regrouper territorialement des efforts de lutte initialement engagés de manière indépendante sur des bassins versants voisins, comme pour cibler des efforts de ramassage sur

telle baie ou partie de baie qui serait à l'origine de la contamination d'autres secteurs.

3) Impacts des marées vertes :

La première nuisance mise en avant par les riverains des sites concernés est l'aspect olfactif. En effet, dans certaines conditions les algues entrent en décomposition dégageant des odeurs nauséabondes : cela se produit en particulier quand les algues échouées très haut sur l'estran ne sont pas reprises par les marées de coefficients décroissants durant plusieurs jours. Outre les désagréments liés aux odeurs, de premières mesures réalisées par Air Breizh et le CEVA pour la DDASS des Côtes d'Armor montrent que les gaz émis contiennent du H₂S (odeur « d'œuf pourri ») à des teneurs qui pourraient, au moins pour les professionnels les plus exposés (ramassage), être mortelles en cas d'inhalation. Ces teneurs élevées de H₂S se rencontreraient dans des configurations bien particulières : putréfaction importante et formation d'une « croûte » étanche par dessèchement des premières couches d'algues, qui emprisonne les gaz émis. Le fait de crever cette croûte libère les gaz qui, en cas d'absence de vent, engendreraient des concentrations potentiellement létales à proximité immédiate du point d'émission (premières mesures ponctuelles réalisées à quelques centimètres du trou réalisé dans la croûte enfermant les gaz).

Même si aucune étude exhaustive n'a été réalisée sur l'impact écologique des marées vertes, il est manifeste que ponctuellement au moins, les accumulations d'algues en putréfaction ont un impact très négatif. Cela se voit en particulier quand les algues s'accumulent sur la végétation des schorres (mortalité des schorres) mais également sur les hauts de plages quand les algues entrent en putréfaction. Pour ce qui est des baies dans leur ensemble, sans pouvoir trancher sur le caractère exclusivement négatif des changements induits par leur présence, il est là aussi manifeste que les proliférations d'ulves modifient l'écosystème (présence de matière organique, transparence de l'eau,...). Les « marées vertes de vasière », se développant dans des secteurs plus abrités, génèrent probablement des impacts sur le milieu plus importants, les eaux étant moins brassées et qui sont parfois bien perceptibles (plaques entières entrant en décomposition).

Outre l'odeur, les nuisances suivantes peuvent être mises en avant : aspect de la plage, son accès (andains barrant parfois la plage, algues glissantes), la qualité des eaux de baignade (premiers mètres encombrés de fortes concentration d'algues en suspension), perturbation de la pêche côtière (colmatage des engins même par de faibles quantités d'algues), de la conchylicul-

ture, du nautisme. Enfin l'image de la qualité environnementale du littoral breton voire de l'ensemble de l'environnement breton et des produits qui en sont issus, se trouve ternie.

Le ramassage est rendu nécessaire sur une partie des plages pour les différentes nuisances évoquées plus haut (en particulier odeur/H2S). Ce ramassage en lui-même constitue une nuisance (présence d'engins, perturbation de la plage...) et induit des coûts pour les collectivités locales principalement dans les départements des Côtes d'Armor et du Finistère (Communes, Intercommunalité, Départements). Le ramassage représente des volumes très importants pour certaines communes (5 communes ont ramassé plus de 3000 m3 et jusqu'à 13 000 m3 en 2007 et totalisent les 2/3 du volume régional). Le volume moyen ramassé sur les plages des communes bretonnes est, sur les dix dernières années, de près de 60 000 m3 par an et représente un coût estimé à 500 000 € par an (source : enquête CEVA auprès de toutes les communes littorales).

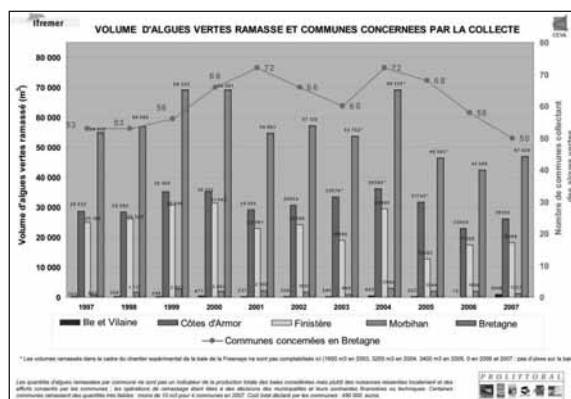


Figure 2 : volume de ramassage déclaré par les communes bretonnes (enquête CEVA auprès des communes littorales).

Les algues, une fois ramassées, sont pour environ 60 % épandues sur les terres agricoles, pour 30 % compostées et pour 10 % stockées en déchetterie ou décharge (données 2007 de l'enquête auprès des communes).

4) Situation 2008 :

De 2002 à 2008 le CEVA a pu mettre en œuvre des suivis du phénomène avec le soutien financier des 4 Départements bretons, de la Région et l'Agence de l'Eau Loire Bretagne (Prolittoral 2002-2006 puis, en 2007 et 2008 : « DCE surveillance »/Ifremer complété par un programme spécifique du CEVA soutenu financièrement par les 4 Départements bretons, la Région et Agence de l'Eau). Les suivis comprennent 4 « réseaux » :

- dénombrement des sites d'échouages d'ulves par survols aériens puis contrôles de terrain (4

survol par an jusqu'en 2006 puis 3 à partir de 2007)

- estimation des surfaces d'échouages d'ulves sur les principaux sites (3 survols additionnels soit 1 par mois d'avril à octobre) : photographies aériennes puis détermination sur SIG des surfaces couvertes par les ulves,
- mesure du niveau d'eutrophisation : prélèvements tous les 15 jours d'ulves sur les principaux sites et mesure des teneurs internes en azote (quotas azotés),
- mesure des stocks totaux maximums estivaux et minimum hivernaux sur 8 grands secteurs : en complément des mesures de surface d'échouage sont mesurées les biomasses / m2 ainsi que, par plongées, les quantités présentes sous le niveau des basses mer (infralittoral). Cela permet d'estimer la quantité totale présente sur les sites et les proportions non accessibles aux observations aériennes.

Les suivis pour l'année 2008 ne sont pas encore totalement exploités (et validation partielle des données exploitées). De l'analyse des surfaces d'échouages sur les principaux sites développant des marées vertes sur plage, il ressort :

- un démarrage particulièrement précoce de la marée verte 2008 : les surfaces en avril seraient de 100 % supérieur à ce qui était mesuré en moyenne les 6 années précédentes ; en mai les surfaces sont encore de près de 50 % supérieur à la moyenne,
- un niveau maximal en juillet nettement supérieur à toutes les années précédentes (probablement plus de 50 % de plus que la moyenne 2002-2007),
- un niveau probablement en retrait pour le mois d'août puis à nouveau important en septembre et octobre.

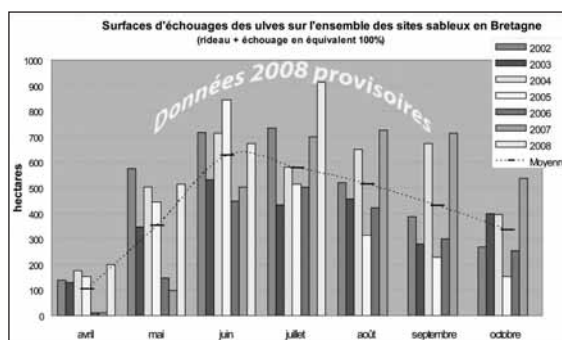


Figure 3 : évolutions mensuelles des surfaces couvertes par les ulves sur les sites de plage en Bretagne. Données 2008 partiellement exploitées et non encore validées. Données des suivis à partir du mois d'août non représentées car trop partielles.

Ces résultats doivent être mis en relation (cf. paragraphe suivant) avec les conditions de la saison 2008 suivantes :

Le démarrage précoce de la marée verte est à relier avec l'importance de la marée verte précé-

dente (beaucoup d'algues en fin de saison 2007), permettant à une biomasse déjà importante de profiter des conditions les plus favorables de croissance (en avril/mai, la lumière devient abondante, la température monte et les flux de nutriments sont encore très élevés en relation avec les débits des rivières).

Ensuite, les flux printaniers particulièrement soutenus en 2008 (à titre indicatif, le débit du Yar pour les mois de mai et juin est de plus du double des valeurs moyennes interannuelles ; tendance que l'on retrouve sur les autres cours d'eau) ont permis une croissance importante de ce stock initial conduisant à un niveau de surface couverte record en juillet.

Le moindre niveau de surface du mois d'août (à confirmer par les mesures) est vraisemblablement lié aux conditions anormalement dispersives de ce mois (vent + houle) empêchant aux algues de se maintenir dans la zone la plus favorable à leur croissance (et limitant les dépôts lors de la mesure mensuelle).

Le retour à un haut niveau de surface (à confirmer par les mesures) en fin de saison peut être relié aux débits et flux de nutriments restés particulièrement soutenus durant l'été (pluies abondantes) et aux conditions climatiques redevenues plus propices aux dépôts.

Les autres réseaux de mesures (données partiellement exploitées) semblent confirmer cette première analyse des caractéristiques de la saison 2008 (niveau élevé des quotas et biomasses).

5) Principaux enseignements de Prolittoral

Tous les volets de Prolittoral ne peuvent être abordés ici. En particulier, les actions préventives sur les bassins versants (volet principal du programme), l'amélioration du curatif (outil de ramassage, élimination / valorisation des ulves) ainsi que les autres aspects du volet « expérimentation appliquées » bien qu'ayant permis des avancées ne sont pas retranscrits ici.

o Suivi du phénomène :

✓ Importance des proliférations par secteur :

Les outils mis au point et exploités depuis 2002 permettent de rendre compte de façon objective des proliférations par secteurs côtiers.



Figure 4 : importance relative des échouages sur les plages pour la saison 2007. Les secteurs de vasières peuvent représenter des surfaces considérables mais ne sont pas représentés ici (nature des proliférations et outils pour les percevoir différents). Les secteurs présentant les surfaces d'échouage les plus importantes sont aussi ceux présentant les estrans les plus vastes.

Afin de percevoir l'ensemble de la marée verte d'un site, il convient de mesurer, en plus des algues déposées sur les estrans, les quantités présentes plus au large. Les mesures réalisées sur les grands secteurs entre 2002 et 2008 montrent que les sites présentant un marnage important (la côte nord Bretagne et plus particulièrement l'Est de la côte nord) stockent apparemment peu d'algues en infralittoral et que donc les surfaces importantes mesurées sur les estrans représentent la quasi-totalité des algues de ces sites.

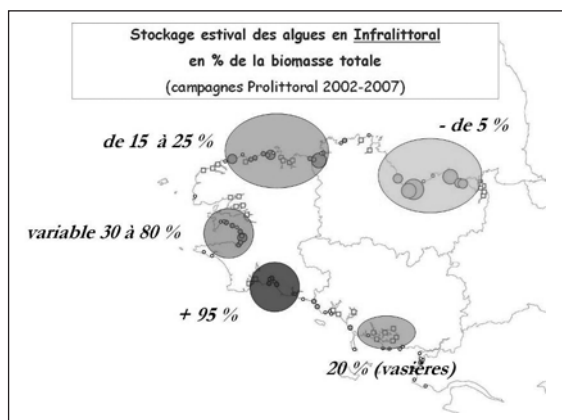


Figure 5 : caractérisation des stocks totaux en fonction des sites : pour certains sites, les algues échouées sur les estrans ne représentent qu'une petite partie du stocks total du site.

✓ Evolutions du phénomène et caractérisation des proliférations :

Depuis 2002, le CEVA dispose de données complètes et homogènes pour analyser les proliférations sur les principaux secteurs de plage concernés et sur l'ensemble de la saison de prolifération (une donnée de surface couverte par mois entre mi avril et mi octobre).

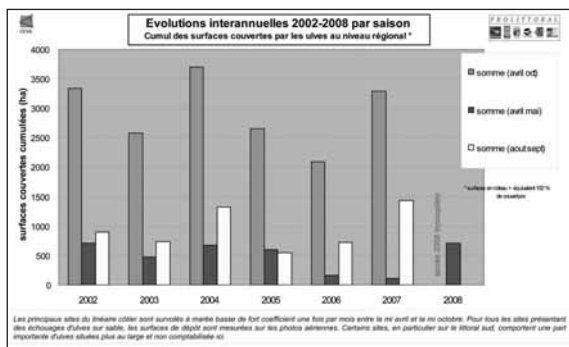


Figure 6 : Evolution interannuelle pour l'ensemble des surfaces d'ulve sur secteurs de plage par années et par saison. Données 2008 incomplètes et encore provisoires.

L'analyse des évolutions entre années montre (échelle régionale de l'ensemble des sites sableux) :

- des fluctuations fortes d'une année sur l'autre : l'année dont le cumul annuel est le plus important (2004, année 2008 non intégrée car partiellement exploitée) présente un niveau 80 % au dessus de l'année présentant le plus faible cumul (2006)
- les fluctuations sont encore plus fortes si l'on analyse la marée verte par saison : l'année présentant le plus de surface en début de saison (2008) est plus de 6 fois supérieure à l'année en présentant le moins (2007). Pour ce qui est du niveau en fin de saison, l'année 2007 représente près de 3 fois plus de surface que l'année 2005.

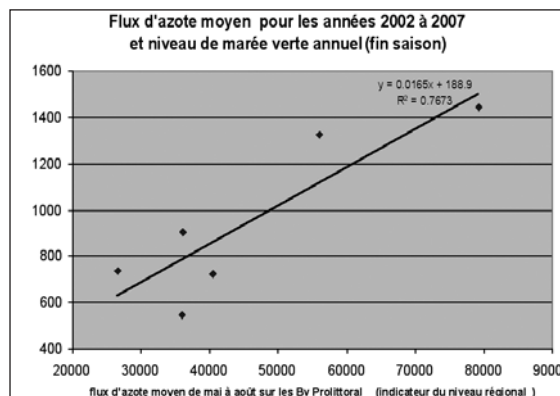
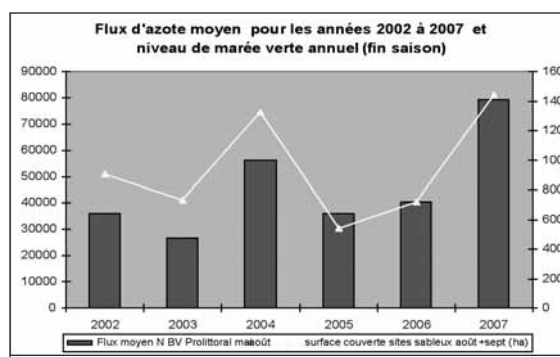
Ces mesures de surface concernent l'ensemble des algues en dépôt sur les estrans sableux ou en « rideau » : les fluctuations mesurées ne sont donc pas toujours totalement identiques à la perception des riverains qui, en général, sont surtout sensibles aux quantités échouées en haut de plage et aux ramassages effectués de ces dépôts. L'analyse des données de surface fait apparaître, sur la série 2002-2008, une relation nette entre la précocité du démarrage de la marée verte d'une année (estimée par la somme en avril + mai des surfaces de dépôt sur les plages) et le niveau de la marée verte atteint en fin d'année d'avant (surfaces en octobre n-1). Le caractère plus ou moins dispersif ainsi que la température hivernale de l'eau permettent aussi d'expliquer une partie du démarrage de la prolifération.



Figure 7 : lien entre la précocité du démarrage de la marée verte d'une année et le niveau atteint en fin de

saison précédente, le caractère dispersif de l'hiver (houle) et la température hivernale de l'eau. La donnée présentée ici pour octobre 2001 est issue d'une extrapolation à partir de données plus fragmentaires des sites pour lesquels le CEVA dispose d'observations.

L'analyse des flux d'azote d'une rivière et du niveau de marée verte à son exutoire montre que ces deux données varient de façon très indépendantes : la sensibilité du secteur littoral est déterminante pour expliquer la marée verte locale (certains secteurs ont des flux d'azote considérables et pas ou peu d'algues vertes à leur exutoire ; d'autres, malgré des flux « relativement modérés » présentent de très importantes proliférations). Pour autant, si l'on analyse le niveau de marée verte d'une année sur le littoral breton et les flux correspondants à cette années, on peut alors s'affranchir de ces sensibilités différentes des secteurs littoraux (même linéaire suivi avec des apports qui varient en fonction des années).



Figures 8 et 9 : relation entre le flux d'azote durant la période « sensible » (estimée par la somme des flux de mai à août aux exutoires des bassins versants de Prolittoral) et l'importance de la prolifération en fin de saison (estimée par la somme des surfaces couvertes en août+septembre). Le fait de ne considérer que la prolifération de fin de saison permet de s'affranchir, au moins en partie, de l'aspect « reconduction interannuel ».

La marée verte apparaît alors en partie liée à la prolifération de l'année précédente avec une intensité en fin de saison qui est très liée aux flux d'azote et qui permet une reconduction précoce de la marée verte l'année suivante. L'analyse de la réaction de la marée verte par site doit donc

tenir compte de cet aspect interannuel. Il convient de noter que ces relations (reconduction interannuelle et importance de la marée verte en fonction des flux) sont présentées ici pour l'ensemble des sites « sableux » ; que les quelques gros sites régionaux tirent fortement ces corrélations et que pour certains sites cette reconduction interannuelle et le lien flux / importance de la marée verte ne peut être mise en évidence.

La mesure des « quotas azotés » sur les sites permet d'avoir une perception complémentaire : les sites pour lesquels les quotas sont régulièrement limitants sont ceux qui réagissent le plus nettement aux années de plus faibles flux. Ces sites semblent donc a priori mieux placés pour une limitation des proliférations une fois que baisseront suffisamment les flux d'azote.

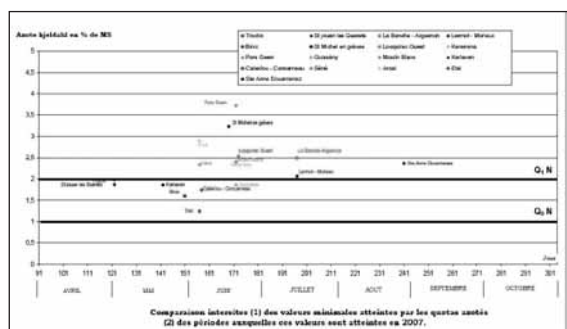


Figure 10 : Comparaison des niveaux d'eutrophisation des sites pour l'année 2007. La courbe du niveau d'eutrophisation d'un site pour l'ensemble de la saison renseigne plus finement sur son comportement ; l'histogramme présenté ici, plus synthétique, permet de premières comparaisons intersites. A noter : les niveaux d'eutrophisation de l'année 2007 sont parmi les plus élevés mesurés ces dernières années (flux estivaux records)

Si les mesures réalisées depuis 2002 permettent de bien analyser l'évolution actuelle du phénomène sur les différents sites, il ne permet pas, sur une série si courte (7 ans), d'évaluer les tendances à long terme. Il semble cependant que les années 2002-2006 doivent probablement être considérées comme des années de plutôt « faible prolifération » surtout quand on les compare aux données ponctuellement disponibles des années 1990-début 2000 (une à deux données annuelles sur la plupart des sites à partir de 1997). A partir de 2007, il semble par contre que la prolifération se renforce ce qui peut être mis en relation avec les niveaux de flux printemps / été particulièrement forts (eux mêmes commandés par la pluviométrie sur ces périodes).

o Niveau souhaitable d'abaissement des flux :

Trois approches semblent pouvoir être utilisées pour appréhender un niveau « objectif » par sites :

- la modélisation,
- l'analyse de la réaction des sites aux années climatiques,
- l'analyse des dates d'apparition historiques des marées vertes et le niveau nutritionnel de l'époque.

✓ Modélisation :

Sur le site de la baie de Lannion, de premières modélisations ont été conduites par l'Ifremer (A. Menesguen) en 1998 et avaient conduit l'auteur à la conclusion qu'il fallait descendre les concentrations de nitrates en dessous de 10 mg/l sur le Yar pour limiter fortement la prolifération (production d'ulves divisée par deux). Depuis, plusieurs éléments ont conduit l'Ifremer et le CEVA à poursuivre l'amélioration du modèle :

- l'année climatique 1994, utilisée en entrée du modèle, était exceptionnelle avec des flux records liés à la fois aux concentrations qui étaient très fortes cette année et aux débits des rivières eux aussi très élevés (près de 1.5 fois les valeurs interannuelles au printemps)
 - seul le Yar (environ 55 % des flux arrivant à la baie) était concerné par les scénarii d'abattement alors que le programme de bassin versant, mis en place par la suite, correspond à l'ensemble des cours d'eau de la Lieue de Grève. Obtenir un résultat marqué en tenant compte de toutes les sources imposera un niveau d'abattement moins fort qu'en ne prenant que le seul Yar.
 - le sédiment, non pris en compte par le modèle à l'époque, représente des flux de nutriments non négligeables qui pourraient limiter, au moins dans un premier temps, l'impact simulé des réductions des seuls flux terrigènes,
 - les modèles courantologiques actuels peuvent représenter beaucoup plus finement la dispersion des nutriments que ne le permettaient les modèles à boîtes disponibles à l'époque.
- Ces différents points, qui justifient la démarche actuelle d'amélioration du modèle, conduisent à considérer les résultats antérieurs comme indicateurs d'un niveau d'effort sans que le niveau de concentration déterminé ne puisse être considéré comme absolu (fortement dépendant de l'année climatique simulée et du nombre de sources d'azote considéré dans le modèle).

✓ Analyse de la réaction des sites aux années climatiques,

L'analyse de la variabilité des flux d'azote arrivant aux baies développant des marées vertes est intéressante car elle permet en « vraie grandeur » d'estimer la réaction des marées vertes aux abattements de flux (surtout par la variation des débits). En effet, si certains sites semblent réagir plus fortement aux années sèches ce qui semble positif pour une limitation plus rapide des marées vertes dans les années à venir, il est important de constater que sur ces sites les niveaux

de flux sont beaucoup plus variables entre années que sur d'autres sites (en lien avec la nature des substrats géologiques).

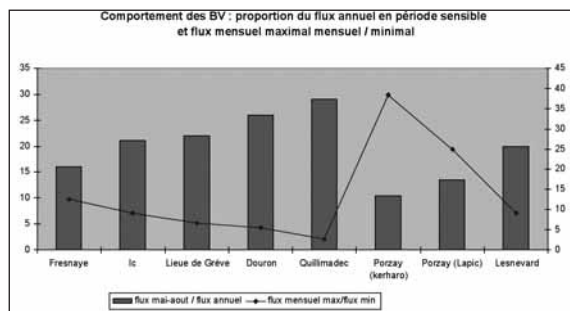


Figure 11 : la proportion du flux total annuel arrivant au littoral en période « sensible » (mai-août présenté ici) pour les marées vertes varie fortement en fonctions des cours d'eau ; le fait que certains cours d'eau restituent une proportion importante du flux en période sensible (facteur naturel lié au substrat granitique) est un facteur de sensibilité accrue au phénomène. Le cas du Quillimadec doit être considéré à part, seules les années 2004 à 2007 ayant fait l'objet de mesures de débit fiables.

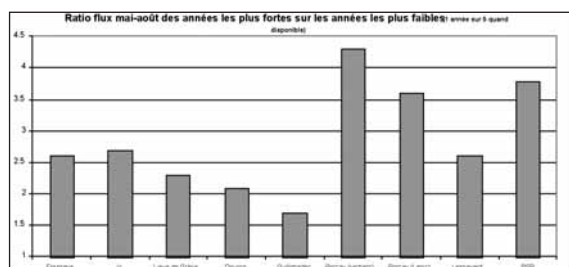


Figure 12 : réaction des cours d'eau aux années hydrologiques en terme de flux d'azote inorganique écoulés sur la « période sensible ». On peut noter par exemple que les années les plus sèches, les flux du Douron sont environ deux fois inférieurs aux flux des années les plus humides alors qu'il existe un facteur 4 sur le Porzay. Pour le Quillimadec nous ne disposons que de 4 années complètes (2004 à 2007) de mesure de flux sur la période sensible ; sa réaction très particulière devra donc être confirmée quand des séries plus longues seront disponibles. Pour ce qui concerne les cours d'eau du fond de la baie de St Brieuc (BSB), le chiffre moyen présenté ici masque des valeurs très différentes pour les différents cours d'eau. Le Gouessant ayant un facteur de près 10 alors que le Gouet présente un facteur de 2,5.

Cependant la simple analyse des variations de flux entre les années extrêmes peut conduire à considérer que les marées vertes demeureront à un niveau très important même en passant à des concentrations de l'ordre de 5 mg/l : par exemple, le flux arrivant en baie de Saint Brieuc entre avril et juin 1992 est 10 fois inférieur à la même période de 1998 ; malgré cela, la marée verte observée en fin juillet 1992 est parmi les plus importantes ce qui pourrait signifier que les années de fort débit printanier comme 1998 produiraient, même avec des concentrations abattues d'un facteur 10, de très fortes marées vertes. Pour mieux approcher le niveau de flux à atteindre,

il faut donc impérativement considérer la marée verte comme un **phénomène pluri annuel** (cf. « évolution des marées vertes caractérisation des proliférations ») et utiliser les suivis pour déterminer :

- le niveau de flux pour lequel la marée verte réagit (moindre surface d'échouage, quotas azotés limitants)
- la période à laquelle doit être fixé ce niveau de flux (en fonction de la plus ou moins forte reconduction interannuelle)

Cela permet alors d'approcher un niveau d'abattement des concentrations souhaitable qui permettrait, les années hydrologiques moyennes de limiter fortement la prolifération des algues vertes.

Les suivis sur la baie de Saint Michel en Grève montrent une réaction de la marée verte (quotas notamment), pour différentes périodes, pour des abattements de flux d'un facteur

2,6 par rapport au niveau interannuel de la mi juin, 3 par rapport au niveau interannuel du début juin 4 par rapport au niveau interannuel pour la mi mai. La reconduction interannuelle très forte sur ce site (démarrage souvent dès mi avril, avec parfois des échouages très présents en février ou mars) et le démarrage très tardif du site suite à l'hiver 2006-2007 très dispersif permet de se fixer comme objectif « raisonnable » une limitation de la croissance par les flux à la mi juin. Cela supposerait donc un abattement des concentrations d'un facteur 2,6 et donc des concentrations de nitrates autour de 12 mg/l (base actuelle sur le Yar de 30 mg/l).

Par ailleurs, les premières investigations sur le fonctionnement du sédiment semblent montrer que celui-ci génère un flux d'azote qui ne peut être négligé. On peut cependant considérer que ce flux sédimentaire pourrait diminuer quand le niveau trophique général diminuera (moindre production primaire, de phytoplancton mais également d'ulves qui dans l'état actuel vient enrichir le sédiment en matières organiques reminéralisables). **En considérant ces différents éléments, un objectif à atteindre de 10-15 mg/l pour cette baie semble adapté.**

Cette même analyse appliquée à d'autres cours d'eau (baie de Fresnaye, Saint Brieuc, Guisseny) conduit à des niveaux d'abattement à atteindre moins forts pour limiter la marée verte, ce qui s'explique par la sensibilité plus ou moins grande des sites à l'eutrophisation.

✓ l'analyse des dates d'apparition historiques des marées vertes et niveau nutritionnel,

La recherche du niveau de flux lors de l'apparition des marées vertes à un niveau devenant problématique permet probablement d'approcher le niveau à atteindre sur les cours d'eau (au

moins un niveau minimal). Il faut cependant rappeler que d'autres paramètres interviennent dans la marée verte et que leur évolution peut relativiser l'exactitude du niveau déterminé par l'analyse de l'apparition historique. On peut citer en particulier :

- la configuration des sites (modification de la courantologie éventuellement sur certains secteurs, augmentation de la turbidité de l'eau)
- la température de l'eau (le réchauffement moyen de l'eau, surtout hivernal, est probablement propice au développement des marées vertes par leur meilleure reconduction hivernale et également peut-être par un meilleur relargage du Phosphore du sédiment) et le taux de CO₂,
- la « pression de vert » : il y a cinquante ans, il est probable que les quantités d'algues vertes (ulves en particulier), dans un contexte nutritionnel plus bas moins propice aux algues pionnières à croissance rapide, étaient moins importantes qu'elles ne le sont aujourd'hui. Le démarrage des proliférations d'algues vertes dans un contexte d'augmentation progressive du niveau nutritionnel aurait pu demander plusieurs années durant lesquelles on aurait eu une montée en charge des algues vertes, ulves en particulier, aux abords des sites.

Sur la baie de Saint Michel en Grève les premières marées vertes nuisantes sont datées du tout début des années 1970. Les flux d'azote de l'époque ne sont pas connus (pas de mesure) mais peuvent être approchés. La reconstitution des débits ne pose pas trop de problème (corrélation avec des stations limnimétriques voisines disposant des débits de ces années). Les débits des années 1967 à 1969 seraient très sensiblement au dessus des moyennes interannuelles (1.2 à 1.5 fois pour les mois de mai à juillet inclus) ; alors que les débits des années 1970 et 1971 (première description de marée verte nuisante) sont très en dessous de ce niveau moyen (60 à 80 % du débit moyen interannuel sur mai à août). La reconstitution des niveaux de concentration en nitrate (et ammonium) est plus délicate ; les premières données de mesure sur le Yar datant de 1978. Plusieurs méthodes ont été utilisées et convergent vers une valeur qui serait en 1970 autour de 15 mg/l (très éloignée de la valeur de moins de 5 mg/l admise au niveau régional).

De ces analyses des premières descriptions de marée verte sur la baie de Saint Michel en Grève on peut conclure que :

- l'aspect pluri annuel est indispensable pour expliquer l'apparition, au début des années 70, des marées vertes,
- le niveau de teneur en nitrate de l'époque provoquait des marées vertes **plus courtes, en début de saison des années les plus sèches** succédant à des années de forts flux. On aurait

donc eu un démarrage en « dents de scies » puis quelques années plus tard, avec un niveau nutritionnel moyen probablement un peu supérieur, une période de prolifération qui devient plus longue et un phénomène « incrusté » qui devient régulier. On peut donc parler d'une sorte d'enkystement du phénomène dans les baies les plus propices ce qui rend d'autant plus difficile la modélisation d'un retour à un état « initial » (aspect interannuel pour lequel le comportement hivernal de dispersion des sites est primordial).

- les teneurs probablement **autour de 15 mg/l** impliquant des flux très variables en fonction des débits de l'année semblent en tout état de cause suffisantes pour que les marées vertes deviennent nuisantes sur cette baie puis s'implantent plus régulièrement avec des teneurs qui augmentent.

De ces différentes analyses, il ressort que pour tous les sites connaissant des marées vertes importantes et anciennes, les abattements de flux qu'il faudra atteindre pour limiter fortement la marée verte sont partout substantiels, de l'ordre, en fonction de la sensibilité des sites d'un tiers à deux tiers des flux « actuels ».

o Actions efficaces pour limiter les flux d'azote :

Afin de pouvoir les comparer, tous les flux aux exutoires des cours d'eau ont été estimés avec les mêmes méthodes et rapportés aux surfaces agricoles.

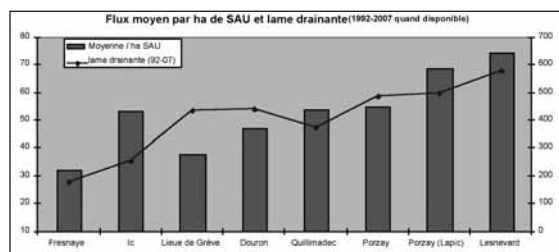


Figure 13 : flux moyen d'azote nitrique par ha de SAU et lame drainante sur la même période (1993-2007 sauf pour l'Ic et le Porzay = 2000-2007, le Quillimadec = 2004-2007, et le Lesnevard = 1999-2007)

Les flux par ha de SAU sont fortement variables en fonction des bassins versants puisque dans la série les valeurs vont de **32 à 75 kg/ha SAU**. La variation paraît être relativement parallèle à la lame drainante. Le bassin versant de la Fresnaye pour lequel la charge d'azote est forte (surtout sur cette période pour laquelle la qualité de l'eau correspond aux charges des années antérieures à la résorption des excédents d'azote) présente le plus faible flux spécifique et ce malgré des concentrations parmi les plus fortes (55 mg/l en moyenne sur 93-07) alors que le bassin du Yar ou du Lesnevard, plutôt peu chargés en azote orga-

nique (système bovin majoritairement) présentent des flux supérieurs à très supérieurs.

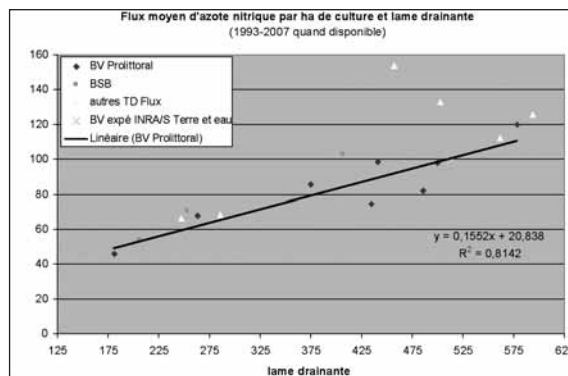


Figure 14 : Flux moyen d'azote nitrique par ha de culture et lame drainante. Pour les cours d'eau des bassins versants de Prolittoral (points bleus), les flux sont estimés sur la période 1993-2007 (sauf pour l'Ic et le Porzay = 2000-2007, le Quillimadec = 2004-2007, et le Lesnevard = 1999-2007). Les lames drainantes sont estimées sur la période 1993-2007 (sauf pour le Quillimadec = 2004-2007 et l'Ic = 1996-2007). Pour les points roses (baie de Saint Brieuc) la période d'estimation des flux et des débits est 1992-2006 (concentrations mesurées aux exutoires par la DDE/CQEL). Pour les points représentés en jaune, les flux ont été extraits de l'évaluation BEP volet 1 réalisée par Sogréah (cours d'eau du Léguer, Jaudy/Guindy, Horn/Guillec, Leff, Trieux, Moros) sur l'ensemble de la période disponible (au mieux : 1992-2004). Seuls les cours d'eau de Prolittoral sont utilisés pour la régression linéaire Flux/lame drainante.

Hypothèses explicatives :

- la proportionnalité entre les flux et la lame drainante peut s'interpréter comme liée au facteur « temps de drainage » : plus la lame drainante est importante plus la période de drainage est longue donc plus la quantité d'azote entraînée issue de la minéralisation automnale/hivernale pourra être importante,
- la pédologie étant largement façonnée par le climat, les zones les plus arrosées sont également celles pour lesquelles les sols sont les plus drainants (faible Réserve Utile, RU), provoquant une migration de l'azote nitrique au-delà de la zone racinaire et limitant les possibilités de dénitrification. Les zones les moins pluvieuses en Bretagne sont aussi celles présentant les sols les plus argileux qui offrent des fortes RU et des conditions favorables à la dénitrification.

La sensibilité des bassins versants aux fuites de nitrates dépendrait donc largement des caractéristiques pédoclimatiques, avec une sensibilité d'autant plus forte que la pluviosité moyenne est importante. La minéralisation automnale / hivernale est particulièrement forte en Bretagne (climat doux et humide), probablement d'autant plus que le sol reste chaud longtemps et se réchauffe vite : cela semble en particulier être le cas près des côtes au climat plus doux et présentant des sols plus « drainants » qui sont moins

vite « refroidis ». L'entraînement des nitrates issus de cette minéralisation est ensuite d'autant plus important que le sol est abondamment lessivé : importance de la lame drainante et faiblesse de la RU (dans les sols plus argileux, avec de plus faibles pluviosités, les conditions sont favorables à la dénitrification).

Les simples actions de limitation de la fertilisation, à même système de culture, si elles peuvent avoir une certaine efficacité (surtout quand la fertilisation antérieure était très déséquilibrée) et doivent donc être entreprises, paraissent insuffisantes pour les bassins versants les plus sensibles.

Les nitrates étant principalement entraînés vers les nappes de novembre à mars (période de « drainage ») et la minéralisation particulièrement intense en Bretagne dès le début de l'automne, les actions les plus efficaces seront probablement celles qui favoriseront la couverture des parcelles sur les mois d'automne et du début de l'hiver par des cultures qui assimilent de grosses quantités d'azote, au fil de sa minéralisation.

Le choix des actions à mettre en œuvre devrait être guidé à la fois par le **niveau d'abattement** qu'il faut atteindre aux exutoires (sensibilité du secteur côtier) et à la **sensibilité du bassin versant** au transfert d'azote (importance de la pluviométrie / « lame drainante »)

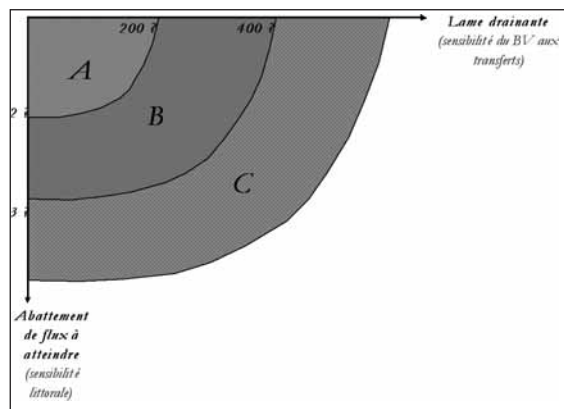


Figure 15 : proposition d'actions efficaces pour lutter contre les marées vertes en fonction de la sensibilité des sites littoraux et de la sensibilité du territoire aux transferts d'azote. Les actions envisagées peuvent être les suivantes :

A : fertilisation équilibrée (agronomique), respect de l'aptitude des sols (rendement de la culture), bonne gestion des prairies (date retournement),...

B : A + adoption de cultures capables d'intercepter la minéralisation automnale :

- mais hâtifs puis CIPAN, céréales de printemps, autre culture ?

- herbe,

- maintien des prairies ou gestion des retournements par cultures spécifiques (betteraves, choux fourragers...)

C : A+B+retrait de SAU (parcelles humides, terres peu profondes à faible RU)

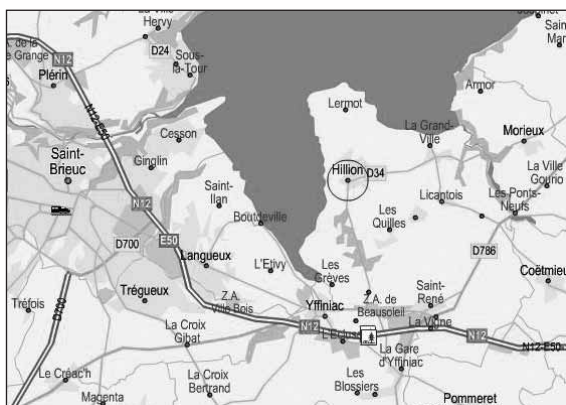
Les communes littorales, des victimes ?

Par Yvette Doré, maire d'Hillion

Et Alain Lafrogne, adjoint en charge du développement durable

La commune d'Hillion en quelques mots

Hillion est une commune rurale d'environ 4 000 habitants, qui fait partie de la Communauté d'Agglomération de Saint Brieuc (CABRI). Localisée au fond de la baie de Saint Brieuc, la presqu'île d'Hillion est bordée par 12 km de côtes préservées de l'urbanisation. Elle s'étend sur un vaste territoire de 2 500 ha, limité à l'Est par la rivière « Le Gouessant », et la particularité de comporter deux bourgs (Hillion et Saint René) et plusieurs gros villages.



Son économie repose sur :

- l'agriculture : environ 60 agriculteurs engagés essentiellement dans l'agriculture intensive, mais aussi dans l'agriculture durable et dans l'agriculture biologique ;
- la mytiliculture avec 13 entreprises et une zone d'activités. L'ensemble des bouchots d'Hillion qui se prolonge jusqu'à Morieux produit 10 % des moules de bouchots françaises ;
- les activités diverses sur une ZAC de 20 ha ;
- l'artisanat et les services.

Enfin, de nombreux habitants ont un emploi dans la zone de la CABRI, ainsi que dans celle de Lamballe.

De forts atouts touristiques :



La commune d'Hillion n'est pas une station balnéaire, et ce n'est pas un pôle touristique en vogue. Mais son caractère maritime affirmé du à la géographie (c'est une presqu'île) et la préservation de son « Espace Nature » (slogan de la commune) lui confèrent d'indéniables atouts non seulement pour la population de la région, mais aussi pour tous ceux qui sont attirés par la beauté naturelle des sites et la Réserve Naturelle de la Baie de Saint Brieuc. La création de celle-ci en 1998 montre bien l'importance de ce riche milieu naturel, essentiel au développement de la vie aquatique de la baie, notamment des coquilles saint jacques et des poissons tels que les bars et les maquereaux. C'est un lieu d'hivernage pour près de 40 000 oiseaux migrateurs que de nombreux amoureux de la nature viennent découvrir grâce aux activités de la Maison de la Baie qui sont orientées tout public et public scolaire. La commune possède 5 belles plages (L'Hôtellerie, Saint Guimond, Lermot, Bonabri et la Granville) fréquentées par la population locale et des communes avoisinantes, du moins avant l'arrivée massive des algues vertes dont nous allons parler. Le littoral est également très fréquenté par les nombreux randonneurs qui sillonnent le chemin des douaniers, et aussi par des VTTistes et cavaliers qui apprécient les chemins qui leur sont réservés. La commune n'a pas que des atouts nature ; elle possède également un patrimoine

bâti remarquable (église du XIe au XVe siècle) châteaux et manoirs. Outre les résidences secondaires, les touristes sont accueillis en famille, dans des gîtes et chambres d'hôtes, sur deux terrains de campings et un terrain réservé aux campings-cars.

Et les marées vertes ?

C'est une histoire déjà longue ! Il faut tout d'abord préciser que toutes les conditions sont réunies pour une prolifération des ulves : l'estran est très important (il s'étend sur une longueur de 7 km lors des grandes marées), et les bassins versants des cours d'eau qui se déversent dans la baie (le Gouessant, le Cré, l'Urne, le Gouet) sont occupés par une agriculture intensive (maïs et céréales) et par de nombreux élevages, principalement de porcs sur caillebotis.

Les algues vertes ont commencé à faire leur apparition au début des années 1970, et progressivement, au fur et à mesure de l'intensification de l'agriculture et des apports corrélatifs en azote et en phosphore, elles se sont multipliées. Elles envahissent tout le littoral, plages et pieds de falaises, d'avril à novembre. Les plages sont toutes touchées, à des degrés divers selon les vents et la houle. Celle de la Grandville est particulièrement affectée. Il faut noter que les échouages d'ulves dans la Baie de Saint Brieuc sont les plus importants de Bretagne ! Et pourtant, faute de porteur de projet, les bassins versants concernés n'ont pas été intégrés dans le Programme Eau Pure !



Mais quelles nuisances cela engendre-t-il ? La liste est longue !

La première, la plus immédiatement perçue, c'est l'impact visuel. Quand les algues sont fraîches, elles sont bien vertes mais nous avons suffisamment de prairies pour ne pas en avoir sur les plages ! Et puis elles blanchissent et quand elles sont ramassées en putréfaction, elles sont d'un gris foncé peu engageant...

La deuxième perception est olfactive : les algues fraîches ne sentent pas, mais si elles ne sont pas rapidement évacuées, elles se dégradent très vite et entrent même en putréfaction. Les odeurs deviennent vite intolérables, pestilentielles, non seulement sur les plages, mais aussi sur tout le littoral, et dans les secteurs habités !

La mort de deux chiens sur la plage de la Grandville en juillet dernier a été largement médiatisée. Elle a conduit la municipalité à prendre un arrêté pour empêcher l'accès à la zone la plus contaminée. Une polémique s'est ensuite engagée, la préfecture cherchant à minimiser les faits et écartant la responsabilité des algues vertes pour la mort de ces chiens. Nous avons recueilli lors de cette période de nombreux témoignages : d'autres chiens sont morts sur des tas d'algues vertes en putréfaction, des personnes ont été prises de malaises. Alors, existe-t-il un risque pour la santé publique ? Nous pensons, sans avoir de doute, que les algues vertes en putréfaction peuvent dégager de l'hydrogène sulfuré et de l'ammoniac à des teneurs qui sont mortelles, de façon foudroyante. Pour cela nous nous appuyons sur le rapport du cabinet vétérinaire qui a fait l'autopsie des 2 chiens, qui se réfère à une étude bibliographique très poussée qui montre bien la dangerosité des algues en putréfaction. La couche superficielle durcit et forme comme un couvercle au-dessous duquel les gaz toxiques s'accumulent. Il suffit de crever cette croûte mince pour que des teneurs excessives soient libérées dans l'atmosphère. Il est donc essentiel d'une part d'évacuer les algues avant qu'elles n'entrent en putréfaction, d'autre part d'interdire les zones très dégradées. Par contre, les algues fraîches ou peu dégradées ne présentent aucun danger.

Bien évidemment, les plages qui sont envahies par les algues vertes sont très souvent infréquentables ! Et quand le sable d'une plage est préservé, soit de façon naturelle, soit après nettoyage, il n'en est pas moins très désagréable de se baigner dans une eau qui parfois s'apparente à un potage au cresson !

D'autres nuisances sont observées : les algues vertes se déposent sur les pieux de bouchots, nécessitant un lavage plus intensif, les lignes de fonds posées à marée basse sont envahies par les algues, ce qui empêche les poissons de mordre aux hameçons.

Et bien évidemment, toutes ces nuisances découragent la population locale de fréquenter nos

plages, et elles font fuir les touristes, avec un impact négatif sur l'économie locale !

Alors, oui, la commune d'Hillion peut être considérée comme sinistrée !!!

Et qu'en pensent les habitants ?

Lors des rencontres de quartiers que nous avons effectuées lors de la campagne pour les élections municipales de 2008, nous avons demandé aux habitants de nous faire part de leurs souhaits. Systématiquement, la question des marées vertes a été avancée, témoignant d'un ras le bol généralisé ! Et ce qui a été exposé ci-avant le justifie aisément !

Il nous a été demandé de prendre enfin le problème au sérieux, et de ne pas le cacher honteusement comme le faisait la précédente équipe municipale qui estimait qu'en parler donnait « une mauvaise image de la commune » et que « cela faisait du tort aux agriculteurs qui étaient montrés du doigt ».

Conscients de l'importance du problème pour la vie des habitants et pour l'économie locale, nous nous sommes engagés à tout faire pour traiter sérieusement cette marée verte :

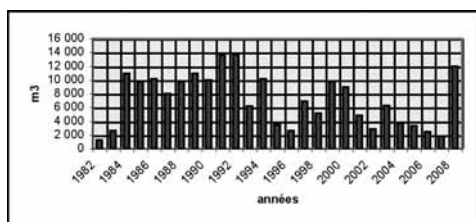
- en rendant accessible en permanence la plage de Lermot qui est la plus fréquentée
- en intervenant sans discontinuité jusqu'en automne de façon à réduire le stock algal qui sert à ensemercer les algues au printemps, quel qu'en soit le coût,
- à communiquer via les médias pour trouver une solidarité technique et financière, et rechercher des solutions pérennes.

Quelles actions curatives ont été réalisées ?

Elles sont bien sûr basiques :

- ramassage des algues vertes par des techniques diverses
- élimination des algues ramassées par valorisation sous forme de compost, en mélangeant les algues et des déchets verts dans la proportion de 1/3 – 2/3.

L'année 2008 est presque celle des records : 12 000 m³ ont été ramassés, soit environ 14 000 tonnes ! Depuis 1982 (début des statistiques) ce sont 190 000 m³ qui ont été collectés !



Si l'on constate un très fort accroissement des volumes ramassés en 2008, ce n'est probablement pas du seulement à une prolifération exceptionnelle des ulves ; le fait que la commune ait décidé d'aborder le problème en face et d'agir sans relâche pour éliminer les algues déposées est certainement un facteur à prendre en compte, mais il est difficile d'évaluer l'incidence de ces deux facteurs.

Les moyens et techniques utilisés dépendent de nombreux paramètres :

- de la nature des dépôts d'algues, selon qu'ils sont en nappe ou en cordons
- de la zone affectée : estran, haut de plage de sable, pied de falaise avec des galets
- de la présence ou non d'écoulements d'eau douce en provenance des falaises par résurgence, qui diluent les algues et empêchent leur manipulation.



Pour les dépôts en nappe, il est utilisé une ramasseuse antérieurement en activité dans la baie de la Fresnaye. Les dépôts en cordons ou en masse épaisse sont évacués par des chargeurs et, en pied de falaise, sur les galets et les rochers, le ramassage manuel est la seule technique possible, consommatrice de temps !

Au vu de la nature des dépôts et des difficultés de ramassage observées, les techniques se sont affinées. A côté du ramassage direct (par char-

geur ou ramasseuse), deux techniques ont été utilisées :

- la mise en andains (cordons) ou en tas pour favoriser le ressuyage des algues, réduire leur volume et favoriser leur manipulation,
- l'apport direct de déchets verts sur les dépôts très liquides ne permettant aucun enlèvement.

Ces techniques ont été étudiées et testées par l'adjoint à l'environnement et les services communaux qui se sont très fortement impliqués, les entreprises ne faisant pas preuve d'initiative pour adapter leurs techniques à la nature des dépôts. Par ailleurs, les conditions météorologiques et marines rendent délicates les prévisions d'échouage et de travail : direction des vents et caractéristiques de la houle, évolution des coefficients de marées. En quelques heures, des échouages massifs peuvent être nettoyés par la mer, comme des apports importants peuvent surgir !

Un mot d'ordre : ramasser les algues au fur et à mesure qu'elles se déposent !

Mais cette idée force que nous avons adoptée s'est heurtée à des contraintes parfois difficiles, voire impossibles à surmonter, tout au moins temporairement : l'entreprise de travaux sollicitée par ses autres contrats de travaux agricoles n'a pas toujours mis tous les moyens techniques nécessaires, les arrivages sont parfois si importants que l'on ne peut tout évacuer dans les 24 heures (il est cependant arrivé de ramasser 1 000 tonnes en une journée !), les déchets verts indispensables au mélange pour fabriquer le compost n'étaient parfois pas en quantités suffisantes, et il ne servait donc à rien de ramasser des algues éminemment fermentescibles, la plate-forme de stockage et fabrication de compost d'une capacité limitée à 4 000 tonnes ne pouvait accueillir toutes les algues échouées ! Cela nous a conduit à exporter des algues sur une autre plate-forme située à Pluduno, à 35 km d'Hillion ! Et, pour couronner le tout, l'entreprise de compostage a parfois accueillie illicitement des produits très fermentescibles issues de l'industrie agroalimentaire et de l'agriculture, engendrant de telles puanteurs que les riverains trouvaient par comparaison les odeurs d'algues vertes en décomposition plus agréables ! Certains riverains de la plate-forme n'ont pu ouvrir leurs fenêtres de tout l'été !

Les actions de ramassage d'ulves ont eu une forte incidence sur les activités des élus et du personnel communal. Une présence quotidienne, parfois pendant plusieurs heures, a été nécessaire depuis le mois d'avril pour faire face au suivi des entreprises et pour répondre aux sollicitations des habitants et des touristes se plaignant des algues et



des odeurs ! L'adjoint à l'environnement et aux travaux s'est particulièrement impliqué, ainsi que l'agent communal en charge des travaux et le responsable de Centre Technique communal. Sans compter bien évidemment l'équipe mobilisée de temps à autre pour un ramassage manuel, et les deux agents de l'accueil devant répondre aux récriminations ! Tout ce temps passé aurait pu être utilisé pour des actions plus constructives pour la commune !

Quelle incidence financière cette marée verte entraîne-t-elle ?

Bien évidemment, toutes ces interventions ont un coût, qui est très élevé. En 2008, le coût direct des travaux à l'entreprise est de 120 000 euros. Depuis 1984, plus de 2 millions d'euros (actualisés) ont été ainsi dépensés ! Certes, le Conseil Général prend à sa charge 80 % du montant des charges, et, depuis plusieurs années, le SIVOM de la Baie accorde une subvention atteignant 6 000 euros par an. Il reste le solde à la charge de la commune, qui pèse sur ses finances. Il faut y ajouter les coûts indirects relatifs à la mobilisation du personnel communal et des engins, et toutes les pertes d'activité économique dues à la baisse de la fréquentation touristique.

Des actions de communication sont nécessaires pour faire bouger les choses.

La Municipalité tient ses engagements de ne pas ménager ses efforts pour ramasser les algues vertes, mais si des actions de fond ne sont pas entreprises, dans 20 ans nous risquons d'être toujours dans la même situation ! Cela fait 30 ans que la situation perdure ! Nous avons donc décidé de communiquer sans relâche, en interpellant les médias (journaux locaux, chaînes de TV nationales - FR3, TF1, ARTE – et locale), en rencontrant le préfet à deux reprises, en sensibilisant les élus de la CABRI, du Conseil Général, des communes proches. Il semblerait qu'une prise de conscience commence à émerger, mais nous ne voyons pas encore de résultat concret !



D'autres actions ont été engagées en 2008 :

Ne nous voilons pas la face, nous savons tous que le phénomène des marées vertes ne sera supprimé que si, pour faire simple, le taux d'azote dans les cours d'eau est réduit drastiquement. Il ne faudra pas se contenter des 50 mg/l admis dans les eaux brutes pour l'alimentation en eau potable, mais il faudra certainement baisser ce taux à 15 voire 12 mg/l. Ces apports d'azote provenant essentiellement de l'agriculture (97 % en moyenne), il faudra bien se résoudre à adopter sur une partie des territoires concernés une agriculture durable, respectueuse de l'environnement.

Pour tendre vers cet objectif qui s'inscrit dans l'exigence de retour au bon état écologique des masses d'eau continentales et littorales imposée par la DCE, la commune d'Hillion est très présente dans les instances locales : Contrat territorial du BV du Gouessant, Contrat territorial du BV de l'Anse d'Yffiniac, CLE du SAGE de la Baie de saint Briec. Elle adopte une démarche cohérente en s'opposant à tout nouveau plan d'épandage de lisiers sur les terres des BV précités.

Des actions nouvelles sont projetées en 2009.

Bien évidemment, les actions de ramassage d'algues et les interventions dans les instances des BV et du SAGE vont se poursuivre. Mais d'autres actions sont prévues :

- fermeture de l'actuelle plate-forme de la Ville Indeloup, cause de nombreuses nuisances devenues totalement insupportables, et d'une capacité trop limitée pour répondre aux besoins,
- création corrélative d'une nouvelle plate-forme de compostage sur le site des Châtelets, en coordination avec le SMICTOM et la CABRI, pour une gestion rigoureuse de la fabrication du compost,
- essais de collecte d'algues en mer par une barge, procédé utilisé à Plestin les Grèves
- recherche de nouvelles techniques de ramassage
- valorisation des algues tout en ayant à l'esprit que ce ne peut être que temporaire, l'objectif étant la suppression des ulves.

Quelles sont les attentes de la commune d'Hillion ?



Nous pouvons les résumer en quelques points :

- Des actions concertées avec les autres communes du littoral breton touchées par les marées vertes
- Une synergie avec les associations luttant pour la restauration ou la sauvegarde de l'environnement, notamment pour faire appliquer le principe affiché par la DCE du retour au bon état écologique des masses d'eau continentales et littorales en 2015
- Des décisions concrètes par le SDAGE, le SAGE de la Baie de Saint Briec et les Contrats territoriaux de BV pour amener à une évolution de l'agriculture intensive vers une agriculture durable.
- Une implication de l'Etat pour refuser la création ou l'extension de porcheries industrielles impliquant des plans d'épandage.



Notre vœu :
que la commune retrouve en toute saison
une nature préservée, pour le bonheur
de notre génération et des générations futures !

Renforcer la politique de l'eau pour sauver le littoral : le bassin de l'IC, un (mauvais) exemple ?

Par Marcel LE FLOC'H
ancien secrétaire général d'Eau & Rivières de Bretagne,
membre de l'association « De la source à la mer »

Au début des années soixante dix les pollutions du littoral qui inquiétaient le plus les Bretons étaient celles qui apparaissaient directement sur cet espace : un jour le panache noirâtre et nauséabond d'un site industriel se déversait dans la baie, un autre, des super pétroliers s'éventraient sur les rochers ou se télescopaient et abandonnaient à la côte leurs cargaisons visqueuses et polluantes. Les populations littorales manifestaient alors leur colère et l'Etat décidait de nouvelles règles et les faisait appliquer. Chacun se souvient du retentissant procès de l'Amoco Cadix, où les élus bretons, toutes tendances politiques confondues, exigeaient avec raison que le pollueur soit le payeur, et créaient un syndicat, aujourd'hui VIGIPOLE, chargé de défendre le littoral contre les agressions des pétroliers et de leurs sinistres marées noires... Le coupable, identifié, était sanctionné. Un des exemples significatifs est celui de la mise en place des « rails » de navigation surveillés en permanence comme au large de Ouessant et des procès, suivis de condamnations, faits aux contrevenants. Ces règles, progressivement améliorées n'ont pas supprimé toutes les catastrophes mais elles en ont évité très certainement un grand nombre et donc protégé notre littoral. Elles ont été accompagnées d'un renforcement significatif des sanctions, comme en témoigne encore récemment le relèvement des amendes pour pollutions maritimes décidé par les députés, le 1er août 2008 dernier, à l'occasion du vote de la loi sur la responsabilité environnementale : le taux maximal de l'amende a été porté à 15 millions d'euro et la peine maximale de prison à 10 ans !

C'est à peu près à la même époque, début des années soixante dix, qu'apparurent sur des plages, au fond de quelques baies de la Bretagne Nord, des algues, vertes, qui en se décomposant dégageaient une odeur pestilentielle qui fit fuir les touristes. Assez rapidement les scientifiques identifièrent la cause de ce dérèglement de l'écosystème littoral et indiquèrent le responsable : la pollution diffuse azotée qu'apportent les bassins versants. Rapidement également l'acteur principal de cette pollution fut identifié : le modèle agricole intensif caractérisé à la fois par une concentration excessive de cheptel, l'utilisation



abondante d'engrais et de pesticides, la diminution des surfaces de prairies au profit du maïs et des céréales, auxquels s'ajoute pour en aggraver les conséquences, le drainage et la mise en culture de zones humides, la destruction des talus et la déstructuration du bocage.

Quelles politiques, quels programmes, quelles règles, quels suivis, quels contrôles, quelles sanctions ont été décidés par l'Etat et les collectivités locales pour répondre à cette pollution ? Pour quels résultats ?

Pour apporter un début de réponse à cette interrogation, le cas du bassin versant de l'IC, situé sur le littoral du Sud Goëlo dans les Côtes d'Armor, est intéressant. Il cumule en effet, des problèmes de production d'eau potable et se jette dans la baie de St Brieuc, soumise de façon chronique à d'importantes marées vertes. (carte N° 1)

L'Ic est un petit cours d'eau situé à l'ouest de cette baie. Sa longueur totale est de 19 kilomètres. Son bassin versant de 9 100 hectares est essentiellement occupé par l'agriculture (6 900 ha). Le réseau bocager est peu présent et de médiocre qualité. L'élevage, et particulièrement l'élevage porcin hors sol, y est très développé. Le nombre d'exploitations est d'environ 150. En 2002, 98 exploitations ayant un atelier hors sol produisaient 1 141 tonnes d'azote avec un excédent estimé à 258 tonnes. L'ensemble du bassin versant est classé en zone vulnérable comme le reste du territoire breton, et également en zone d'excédents structurels (ZES). (Carte N° 2)



L'IC, une fontaine bien malade

En 1973 les communes de Binic, d'Etables sur Mer et de Saint Quay Portrieux créent le Syndicat des eaux de l'Ic et obtiennent l'autorisation de créer un captage sur le cours inférieur de la rivière. Les eaux de l'IC seront traitées à l'usine « du Chien Noir ». Cette usine alimente environ 10 000 habitants mais l'approvisionnement pendant la période estivale ne sera garanti qu'au début des années 80 par un complément d'eau provenant du barrage du Gouët. Dès cette époque, la législation impose aux collectivités de mettre en place des « périmètres de protection » à l'amont de la prise d'eau. Ces périmètres ne seront jamais établis... contrairement à la zone industrielle de Beaufeuillage dont la création est décidée par ces mêmes élus locaux. Elle sera implantée à quelques dizaines de mètres à l'amont du captage lui même situé en bordure de la station

d'épuration. Et en 2001, le Syndicat des eaux de l'Ic décidera de déplacer le captage car sa protection est rendue impossible du fait de l'aménagement de la zone artisanale...

Dès le début des années 80, la pollution en nitrates dans l'Ic devient préoccupante et le ramassage des algues vertes sur les plages des communes de Binic et Etables sur Mer (La banche, l'avant port, les Godelins) commence. Dès 1984, le plafond de 50 mg/l de nitrates est atteint, et en 1985, cette limite est dépassée durant 246 jours ! Mais la parade est trouvée : les communes du Syndicat des eaux de l'Ic décident la construction d'une usine de dénitratisation qui est inaugurée en grande pompe en juillet 1987. Une première de Bretagne dont se félicitent les élus locaux pensant avoir trouvé la solution miracle. On ajuste le bouton et l'eau distribuée est à environ 25 mg /l de NO₃.

Pas de nitrates au robinet, mais la pollution de l'IC continue d'augmenter : la dégradation se fera au rythme de + 2,5 mg /l de NO₃ par an et viendra culminer en 1998 à une moyenne de 73 mg /l de NO₃ avec des pointes de mesure impressionnantes de 120 mg /l de NO₃. (Carte N° 3) Dès 1992 le prélèvement de l'eau dans l'Ic pour l'alimentation humaine ne sera autorisé qu'à titre dérogatoire, et moyennant la mise en œuvre de programmes de reconquête de l'eau. Pourtant, en 1999 l'usine est dotée d'un étage supplémentaire de traitement par charbons actifs. Le nitrate n'est pas le seul problème, il faut lutter aussi contre la matière organique et les pesticides : tout se passe comme si au fur et à mesure de la montée des pollutions, il suffisait d'augmenter le traitement sans tarir la source et s'attaquer aux causes.

C'est contre cette fuite en avant et cette inefficacité de la politique de l'eau, qu'à l'initiative des associations, 5 000 personnes manifesteront à BINIC en juin 1998.

Des programmes multiples pour une reconquête de l'eau hypothétique

Quelles décisions vont prendre nos élus pour répondre à cette situation ?

En 1996 les élus du Syndicat Mixte de la Côte du Goëlo (SMCG), structure à laquelle participe le Syndicat des eaux de l'Ic, aiguillonnés par l'inquiétude des habitants, décident de s'attaquer au problème et engagent un programme d'actions avec la Chambre d'Agriculture des Côtes d'Armor. C'est le début du programme de reconquête de la qualité de l'eau du bassin versant (BV) de l'Ic.

En 1998 le BV adhère au programme régional contre les marées vertes, programme qui devien-

dra « Prolittoral ».

En 2001 le BV de l'Ic entre dans « Bretagne Eau Pure » (BEP). C'est également l'année où le Syndicat d'eau décide de réaliser une étude sur le déplacement de la prise d'eau, située dans une zone artisanale, et la mise en place des périmètres de protection rendus pourtant obligatoires depuis 1964. Cette décision sera suivie en 2003 par la rédaction d'un « Plan de gestion pour la reconquête de la qualité de l'eau », approuvé par le Conseil supérieur d'hygiène de France et nécessaire à l'obtention d'une dérogation pour puiser l'eau polluée de l'Ic.

Quelles mesures vont être prises dans ces programmes ? Elles seront toutes basées sur le volontariat. Le SMCG est conseillé par la Chambre d'Agriculture largement financée pour cela. C'est elle qui propose le programme, fournit des moyens humains d'animation, pour des actions qui serviront principalement à informer et conseiller les agriculteurs dans l'application de la réglementation. La mesure de l'efficacité des actions entreprises, évaluée par la chambre d'agriculture... s'effectuera en comptant le pourcentage d'agriculteurs ayant participé à une action au cours de l'année, en suivant l'évolution de la résorption, en comptant le nombre d'agriculteurs s'engageant dans un CTE (un seul), un EPA (une centaine) ou des MAE et en applaudissant la moindre inflexion négative de la courbe des nitrates.

En 1999, dans un courrier adressé aux associations du bassin versant, le Président du Syndicat mixte de la côte du Goëlo affirmait, que « *la démarche est unique en Bretagne, et elle permet aujourd'hui avec des moyens plus conséquents d'espérer des résultats plus rapides...* »

Il faudra attendre 2006 et les menaces de la Cour Européenne pour que les contrôles de respect de la réglementation se mettent en place mais ces contrôles seront principalement des contrôles « papiers » : l'administration vérifie la tenue des carnets d'épandage et des documents de fertilisation, mais ne vérifie jamais la réalité des pratiques d'épandage de lisier ou d'engrais minéraux ! Malgré tout sur 95 exploitations contrôlées, 36 seront non conformes entraînant 11 arrêtés préfectoraux de mise en demeure et 3 procès verbaux.

Quel bilan pour l'eau de l'Ic ?

Les associations, partenaires du Syndicat Mixte dans un rôle consultatif, sont satisfaites de l'effort fait sur la reconstitution du bocage lié au classement des parcelles à risque, de l'engagement des communes dans des chartes de désherbage, de l'accompagnement des écoliers vers la



découverte du bassin versant. Mais nos associations jugent que les mesures évoquées ci-dessus pour l'agriculture ne peuvent en aucun cas permettre de reconquérir la qualité de l'eau du bassin, et encore moins d'atteindre le niveau de flux de nitrate qui bloquera le développement des algues vertes. Il faudrait fixer des objectifs bien plus ambitieux de réorganisation du modèle agricole et ne pas se contenter de mesures de résorption d'azote ou de ramassage des algues vertes. Il faudrait appliquer le principe pollueur/payeur, contrôler la fertilisation sur le terrain, remettre au premier plan l'agronomie, développer les surfaces en herbe, ne pas accueillir sur la Bretagne plus de la moitié de l'élevage français. Mais qui, parmi les élus, défendra de telles évolutions ? Certainement pas celui qui « *n'oublie pas que l'agriculture est la principale activité qui donne du travail dans les Côtes d'Armor* » ni celui qui préconise « de ne pas parler des algues vertes pour ne pas effrayer les touristes », ni celui qui pense « *que les associations en demandent de trop* ».

Alors, les associations dans leur combat contre les algues vertes, portent plainte contre le laxisme de l'Etat ou contre certaines régularisations d'élevage accordées trop généreusement par le préfet et obtiennent quelques succès. Elles espèrent, par ces démarches, obliger l'Etat à faire son travail et ainsi faciliter l'atteinte du bon état de l'eau.

Le 26 novembre 2006, l'arrêté préfectoral déclarant d'utilité publique le nouveau point de captage est de mise en place des périmètres de protection de la nouvelle prise d'eau est signé par le Préfet des Côtes d'Armor. Le Syndicat des eaux de l'Ic procède alors à l'acquisition de la parcelle destinée à l'accueillir.

Mais patatras, le 13 février 2007, le même préfet qui quelques mois plus tôt a déclaré d'utilité publique le captage, décide la suspension du prélèvement des eaux de l'IC. Car la pollution par les nitrates n'a toujours pas reculé, et la concentration moyenne atteint même une moyenne de 56 mg/l en 2007. Fermer la prise d'eau, sur un bassin versant où les contribuables ont dépensé

au total près de quatre millions d'euros pour tenter de faire reculer la pollution, quel échec !

Un échec aux causes multiples

Bien entendu, nos associations ne méconnaissent ni la complexité des solutions à mettre en œuvre pour réduire la pollution, ni les efforts et la bonne volonté de certains des acteurs du bassin versant de l'IC pour tenter d'obtenir des résultats. Il faut néanmoins être lucide et réaliste, pour établir deux constats incontestables :

- alors que le dépassement du seuil réglementaire pour la production d'eau potable est intervenue sur l'IC dès 1984, vingt quatre ans après, la pollution par les nitrates dépasse toujours ce plafond des 50 mg/l puisqu'elle atteint encore en 2008, 62 mg/l ;
- les plages de la commune sont encore couvertes d'algues vertes, et la commune de Binic a dû procéder au ramassage, à l'évacuation et au traitement de 1 500 m³ en 2008.

La raisons de cette insuffisance de résultats sont évidemment multiples :

- l'empilement des programmes (Bretagne Eau Pure, Prolittoral, plan de gestion de la prise d'eau) et des structures (syndicat de l'IC, Syndicat Mixte de la Côte du Goëlo, communautés des communes, syndicat départemental de l'eau...) dilue les responsabilités, évite aux élus d'avoir à rendre des comptes sur l'(in)efficacité de leur action et suscite le fatalisme des citoyens qui ne savent plus qui fait quoi en matière d'eau...
- une volonté politique défaillante remplacée par des programmes techniques... Faute de vouloir arbitrer sur les priorités du développement qu'ils veulent pour leur bassin versant, les élus locaux s'abritent derrière des programmes d'action techniques, sans doute utiles, mais d'autant plus insuffisants qu'ils sont pilotés, mis en œuvre, et parfois évalués par la chambre d'agriculture ; jamais, les élus en charge de la défense de l'eau de l'IC n'ont engagé la moindre démarche active, ni pour réclamer de l'Etat une politique publique plus volontariste, ni pour contester ses décisions inopportunes.
- ce constat sévère, ne doit pour autant pas masquer les efforts entrepris individuellement par certains exploitants agricoles qui d'ailleurs regrettent que leurs efforts soient anéantis par le comportement irresponsable de quelques-uns, mis en évidence par des reliquats d'azote dans les sols allant jusqu'à 200 kg/ha ! Mais jusqu'à présent, pour ne froisser personne, les organisations professionnelles agricoles refusent

d'agir et de mettre les exploitants concernés face à leurs responsabilités ;

- la faiblesse de l'action de l'Etat : ses carences dans l'instruction des dossiers d'élevages, le dysfonctionnement des instances chargées de protéger l'environnement (Conseil Départemental de l'Environnement ex Conseil Départemental d'Hygiène), l'insuffisance réglementaire et la quasi absence de sanctions à l'égard des exploitations en infraction, toutes ces carences affaiblissent la restauration de la qualité des eaux ;
- l'incohérence de la politique agricole commune et de son application française qui a favorisé les pratiques agricoles intensives.

Alors qu'il faudrait diviser par 2 ou 3 les flux de nitrates qui se déversent dans le port de Binic pour espérer réduire les marées vertes et atteindre le « bon état écologique », comment pourrait-on faire sans changer à la fois de méthode et de braquet dans la lutte contre la pollution azotée ? Combien de millions d'euros faudra-t-il encore engloutir dans le tonneau des Danaïdes de la reconquête de l'eau ou dans le ramassage des algues vertes avant que la plage de la Banche ou celle des Godelins retrouve tous les jours la couleur du sable ?

C'EST PAS
MOI, JE PORTE
DES SEMELLES
MENTHOL

TU DEVRAIS
CHANGER DE
CHAUSSETTES !

ALORS
C'EST LA
MAREE VERTE



A. Savin 98.

Victimes et acteurs à la fois

La qualité des eaux de baignade, un nouvel Everest

M. Olivier Barrière, Chargé de mission Environnement Europe
Association Surfrider Foundation

Sept ans de travail pour éviter la fermeture d'une plage sur dix en 2015

(article reproduit et complété avec l'autorisation de FNE)

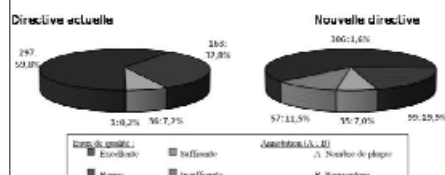
Avec l'abrogation de la directive 76/160/CEE du 8 décembre 1975 par la directive 2006/7/CE du 15 février 2006, concernant les eaux de baignade, l'association Surfrider Foundation Europe¹ s'inquiète, dans un rapport² publié en juin 2008, de voir le nombre de plages accessibles à des usages récréatifs diminuer d'année en année. Avec une réglementation à venir quatre fois plus stricte, il apparaît indispensable de s'attaquer aux problèmes de pollution à la source, dans un objectif de reconquête de la qualité des eaux littorales, et non plus de se contenter de fermer les zones à risques et d'épargner quelques sites pour les laisser accessibles.

Les résultats pour la Bretagne

23,7% des plages bretonnes seraient déclassées tandis que 57 plages seraient interdites à la baignade si des mesures adéquates pour améliorer la qualité des eaux n'étaient pas mises en place.

Bretagne (497 plages)

+ Synthèse Régionale



Répartition de la qualité des eaux de baignade en mer selon leur classement d'après la directive actuelle et la nouvelle directive.

La directive de 1975 et son application

Le suivi et la gestion de la qualité des eaux côtières et intérieures où se pratique la baignade sont réglementés par la directive du Conseil des Communautés Européennes n° 76/160/CEE du 8 décembre 1975, concernant la qualité des eaux de baignade. Cette directive actuellement en vigueur, transposée par décret en droit français en 1981, fixe des critères minima de qualité et donne les indications générales sur les mesures à prendre pour en assurer la surveillance.

Elle impose la prise en compte de cinq paramètres microbiologiques (coliformes totaux, coliformes fécaux, streptocoques fécaux, salmonelles et entérovirus), ainsi que quatorze paramètres physico-chimiques, pour l'évaluation de la qualité de ces eaux. Chaque Etat membre fixe ses propres valeurs dans le cadre des limites fixées par la directive ; lorsque celle-ci ne prévoit pas de valeurs pour certains des paramètres, les Etats membres ne sont pas dans l'obligation d'en arrêter.

Des prélèvements sont effectués au cours de la saison avec une fréquence au minimum bimensuelle. A l'issue de la saison, un classement de chaque site de baignade est établi à partir des résultats pour les 6 paramètres suivants :

- 3 paramètres microbiologiques : coliformes totaux, coliformes fécaux, streptocoques fécaux ;
- 3 paramètres physico-chimiques : huiles minérales, substances tensioactives (mousses) et phénols.

La nouvelle directive 2006/7/CE du Parlement européen et du Conseil

La directive actuellement en vigueur, adoptée en 1975, est l'un des actes législatifs de l'Union Européenne les plus anciens. Les connaissances scientifiques et techniques sur lesquelles elle s'appuie reposent sur des conceptions « environnementales » désuètes. Il était donc nécessaire de réviser les textes afin d'y intégrer les progrès en épidémiologie, en gestion de la surveillance ou les besoins d'information du public.

Le 24 octobre 2002, la Commission européenne (CE) a donc adopté la proposition de révision de la directive n° 76/160/CEE. Par la suite, un texte commun a été approuvé par le Comité de conciliation le 12 octobre 2005. Le point essentiel qui a motivé ce Comité de conciliation a porté sur l'ajout de la catégorie « qualité suffisante » pour les eaux de baignade à condition que les valeurs limites de cette catégorie soient relevées. Cela représente une réduction du risque sanitaire des baigneurs de 12 % à environ 8 %. La nouvelle di-

rective 2006/7/CE a été finalement adoptée par le Parlement et le Conseil le 15 février 2006.

Les négociations qui ont précédé l'approbation du texte commun ont reposé sur différentes expertises scientifiques, qui se sont appuyées sur des indications de l'Organisation Mondiale de la Santé et des études scientifiques.

Dans son application concrète, la nouvelle directive exige au minimum quatre prélèvements qui devront être effectués par saison balnéaire, avec des normes différentes entre les eaux douces et les eaux de mer. Le premier classement devra être effectué au plus tard fin 2015 à partir des données de la saison balnéaire en cours, en tenant également compte des résultats des 3 années précédentes (voir tableau I).

Qualité de l'eau	Nouvelle Directive			
	Qualité Excellente	Bonne Qualité	Qualité Suffisante	Qualité Insuffisante
Indicateurs Microbiologiques*				
<i>E. coli</i> (UFC/100mL**)	≤ 250	≤ 500	≤ 500	> 500
Entérocoques intestinaux (UFC/100mL)	≤ 100	≤ 200	≤ 185	> 185

Tableau I : Valeurs seuils et classes de qualité proposées pour les eaux littorales par la directive 2006/7/CE

* Pour qu'une eau de baignade soit classée dans une catégorie de qualité donnée, il faut que les percentiles des résultats de dénombrement sur les deux indicateurs microbiologiques soient inférieurs aux valeurs seuils de la classe de qualité considérée.

** UFC/100mL : unités formant colonie détectées dans 100mL d'échantillon.

Les principales évolutions de la directive

Les paramètres contrôlés

Alors que la directive de 1975 établissait 19 paramètres à surveiller (physiques, chimiques, microbiologiques et esthétiques), seul le suivi de deux paramètres microbiologiques, considérés comme d'excellents indicateurs de la contamination fécale, les entérocoques intestinaux et *Escherichia coli*, a été conservé. Le choix des valeurs seuils concernant ces deux paramètres repose sur l'étude épidémiologique de l'Organisation Mondiale de la Santé.

La classification de la qualité de l'eau d'un site de baignade sera déterminée à partir des données recueillies sur quatre saisons balnéaires, et non plus sur la base des résultats d'une seule année, comme c'est actuellement le cas. La classification sera donc moins sensible aux mauvaises conditions climatiques ou aux pollutions accidentelles.

Une meilleure information du public

Une des revendications des associations de protection de l'environnement vis-à-vis de cette nouvelle directive était une meilleure information du public. La directive 2006 y répond et propose

également une participation du public. En effet, des moyens devront être mis en place de sorte à donner au public l'occasion de :

- ✓ s'informer sur la manière de participer,
- ✓ formuler suggestions, remarques, réclamations.

L'accès du public à l'information sur la qualité de l'eau, le classement, les profils des eaux de baignade, et les explications en cas de fermeture se fera au moyen d'affiches placées sur les sites de baignade et par l'intermédiaire des médias et d'Internet, à partir du début de la saison balnéaire 2012.

Gestion des eaux de baignade

Un « profil des eaux de baignade » devra être réalisé pour chaque site afin de réduire le plus possible les risques auxquels les baigneurs pourraient être exposés.

Ce profil devra se baser sur :

- ✓ la description des caractéristiques physiques, géographiques et hydrologiques ;
- ✓ l'identification et l'évaluation des sources de pollution ;
- ✓ l'évaluation du potentiel de prolifération des cyanobactéries ;
- ✓ l'évaluation du potentiel de prolifération de macro-algues et/ou du phytoplancton.

Une directive pourtant insatisfaisante pour Surfrider Foundation

Malgré les avancées importantes du texte, les ambitions initiales de cette nouvelle directive ont été revues à la baisse lors de la rédaction du texte final.

Un champ d'application trop restreint

L'association souhaitait que cette directive incorpore dans son champ d'application les zones d'activités nautiques. Actuellement, ces périmètres où se pratiquent les loisirs nautiques ne font l'objet d'aucun suivi, ce qui sera toujours le cas avec la nouvelle directive. Ainsi, les usagers de l'océan dans ces périmètres élargis sont soumis aux mêmes risques sanitaires que les baigneurs sans toutefois bénéficier des mêmes garanties. Par ailleurs, les pratiquants d'activités nautiques tout comme certains baigneurs exercent leurs activités tout au long de l'année ; c'est pour cela que l'association avait souhaité un suivi sur l'ensemble de l'année, et non pas seulement sur la période estivale.

Un suivi incomplet

Si la directive actuelle manque d'ambition en ce qui concerne le contrôle des pollutions chimiques, force est de constater que la nouvelle directive n'y palliera pas : un retour en arrière est

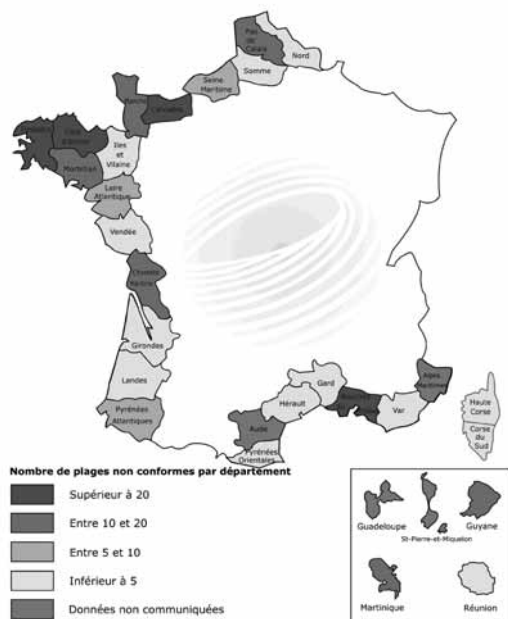
constaté sur ce point précis, car il n'y a toujours pas de prise en compte des pollutions chimiques pour la surveillance et le classement des eaux de baignade.

Les objectifs de l'étude Surfrider³

Avec des normes à venir différentes, Surfrider a souhaité évaluer l'impact que pourraient avoir ces nouveaux seuils sur le classement des eaux de baignade si la nouvelle directive était applicable dès aujourd'hui. La projection de l'application de cette nouvelle réglementation a pour objectif de sensibiliser l'ensemble des pouvoirs publics, afin qu'ils mettent en œuvre dès aujourd'hui les programmes nécessaires à l'atteinte des objectifs fixés par cette nouvelle directive. En effet, celle-ci exige pour fin 2015 que toutes les eaux soient au moins de qualité suffisante, et d'expérience, les calendriers réglementaires ont du mal à être respectés en matière environnementale.

Force est de constater qu'en France et dans d'autres Etats membres de l'Union Européenne, un certain nombre de plages se sont vues retirer des listes officielles. L'Union Européenne a d'ailleurs déjà interpellé de nombreux Etats sur ce problème. En 2007, onze Etats membres étaient ainsi rappelés à l'ordre, dont la France.

Plages de suffisante et d'insuffisante qualité selon la directive 2006/7/CE pour la saison 2007



Certains Etats, pour des raisons de non-conformité de la qualité des eaux aux normes actuelles, préfèrent retirer les sites de baignades des listes plutôt que de traiter les pollutions à leur source. Bien entendu, ce phénomène risque de s'accroître, ce qui serait inacceptable, avec l'arrivée d'une réglementation plus stricte. L'objectif est

donc bien d'éviter une telle situation en 2015. Ce rapport de Surfrider Foundation, intitulé "*Simulation de la qualité des eaux de baignade en mer selon la nouvelle directive européenne 2006/7/CE : Impact sur le classement des plages françaises pour la saison 2007*", doit sensibiliser l'ensemble des acteurs à la mise en œuvre des moyens nécessaires à l'amélioration de la qualité des eaux littorales, afin qu'elles répondent aux futures normes et que cessent toute nouvelle fermeture de plages.

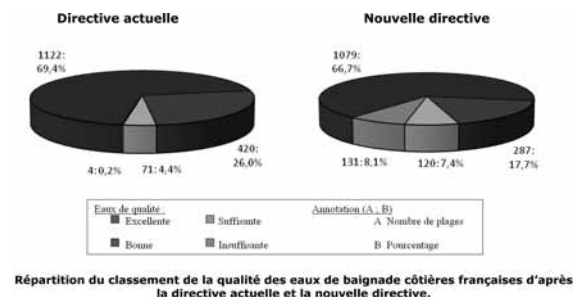
22 % des plages seraient déclassées, selon l'étude Surfrider

Comme indiqué par la directive de 2006, les méthodes de calcul utilisées pour l'étude ont été appliquées aux données des deux paramètres bactériologiques : *Escherichia coli* et entérocoques. Les concentrations de ces bactéries sur les quatre dernières saisons balnéaires (2004 à 2007) ont donc été récupérées auprès des DDASS concernées.

Sur les 1897 plages que compte le littoral français, 1 617 plages ont été étudiées. En effet, les Alpes Maritimes, l'Aude et certains départements d'Outre-Mer n'ont pas souhaité transmettre leurs données, pourtant publiques. L'intégralité du rapport est téléchargeable sur le site web de Surfrider Foundation Europe (<http://www.surfrider.eu>).

Cette simulation montre que 22 % des plages françaises pourraient changer de classement, et 131 plages seraient de qualité insuffisante. Pour ce dernier classement, les municipalités se verraient obligées d'interdire la baignade si des mesures n'étaient pas prises d'ici 2015 pour améliorer la qualité des eaux. (Voir figure 1 et la carte de France ci-contre)

L'objectif est donc bien dès aujourd'hui de mobiliser l'attention de l'ensemble des acteurs concernés afin d'évaluer les mesures à prendre pour préserver l'usage récréatif et touristique de nos plages.



Répartition du classement de la qualité des eaux de baignade côtières françaises d'après la directive actuelle et la nouvelle directive.

Figure 1 : Synthèse nationale (1 617 plages) issue du rapport de Surfrider Foundation Europe

Pour une meilleure coordination et une réelle mobilisation de l'ensemble des acteurs

En tant qu'acteur de terrain, Surfrider Foundation Europe constate un réel besoin de coordination nationale sur ce thème. En effet, une

mobilisation de l'ensemble des acteurs concernés est nécessaire dès aujourd'hui pour mettre à profit le temps imparti d'ici 2015. Pour l'association, l'Etat a un rôle de coordination nationale mais aussi un rôle transversal à jouer sur ce sujet de la qualité des eaux de baignade. Au-delà des aspects sanitaires, il s'agit bien d'un enjeu de reconquête de la qualité des eaux littorales, avec ce que cela implique en terme de patrimoine, de développement touristique et économique des côtes françaises.

Les Agences de l'eau ont un rôle de coordination à jouer auprès de l'ensemble des acteurs concernés par la gestion de la qualité des eaux de baignade. En effet, nous savons par expérience que l'enjeu de la qualité des eaux de baignade dépasse le simple enjeu des eaux littorales et représente bien un enjeu à l'échelle des bassins versants. Il ressort nettement de cette étude que, parmi les sites présentant des problèmes de qualité d'eau, les zones les plus sensibles se trouvent le plus souvent au niveau de l'estuaire d'un cours d'eau. Les pollutions venant du continent ont un impact évident sur la qualité des eaux littorales. Les communes littorales quant à elles ont à charge la gestion de la qualité des eaux littorales, mais leur champ d'action reste restreint. Par exemple, dans le cadre du programme de Surfrider Foundation en Méditerranée sur la qualité des eaux des zones d'activités nautiques, l'association a réuni le 4 avril dernier à Marseille tous les acteurs institutionnels concernés de cette région avec leurs homologues des Pyrénées-Atlantiques. Ils ont bien voulu présenter et partager leurs programmes de travail sur le sujet. Il est ressorti clairement de ces échanges que l'ensemble des acteurs s'inquiète des conséquences de l'application de cette nouvelle directive. Les communes en particulier sont en demande d'échanges, d'outils et de moyens pour se préparer à cette nouvelle réglementation sans perte de patrimoine.

Cette nouvelle directive, qui complète la Directive Cadre sur l'Eau de 2000 dans ce domaine particulier selon le calendrier communautaire de 2015, va sans nul doute influencer fortement la gestion et le traitement de nos pollutions. C'est pourquoi il apparaît indispensable que l'ensem-

ble des acteurs concernés se mobilisent dès aujourd'hui afin que nous puissions tous mettre à profit les sept années à venir.

D'ailleurs, la révision des SDAGE et la consultation actuelle du public sur l'eau devraient donner les moyens d'une telle mobilisation... Malheureusement, les projets de SDAGE tels qu'ils sont proposés aux public, ne sont pas très ambitieux sur le sujet : simple rappel du principe de non dégradation exigé par la DCE, ou de la réglementation européenne en vigueur ; demande de respect d'une classe au moins conforme à la classe "suffisante" ; "préconisations" de mise en place de programmes de réduction des risques accidentels ; ou au mieux, établissement de profils de vulnérabilité des zones de baignade pour 2011...

Surfrider Foundation Europe, avec l'aide de France Nature Environnement, se mobilise pour convaincre tous les acteurs concernés par la qualité des eaux de baignade de travailler ensemble et de se préparer au plus tôt à la nouvelle réglementation européenne. L'afset a d'ailleurs déjà commencé le travail d'analyse en publiant le 30 avril dernier une étude⁴ similaire à celle de Surfrider Foundation Europe. Nous avons 7 ans devant nous pour anticiper et éviter la fermeture d'une plage sur dix en 2015...

Olivier BARRIERE
Chargé de mission Environnement littoral
Surfrider Foundation Europe
120, avenue de Verdun
64200 Biarritz
tel : + 33 (0)5 59 23 54 99
fax : +33 (0)5 59 41 11 04
obarriere@surfrider.eu
www.surfrider.eu
www.myspace.com/surfriderfoundationeurope

¹ Association loi 1901 de protection et de mise en valeur durable de l'océan, des vagues et du littoral, fondée en 1990, agréée d'éducation populaire et de protection de l'environnement. Voir le site de l'association : www.surfrider.eu

² Etude Surfrider Foundation Europe, *Simulation de la qualité des eaux de baignade en mer selon la nouvelle directive européenne 2006/7/CE : Impact sur le classement des plages françaises pour la saison 2007*, Juin 2008.

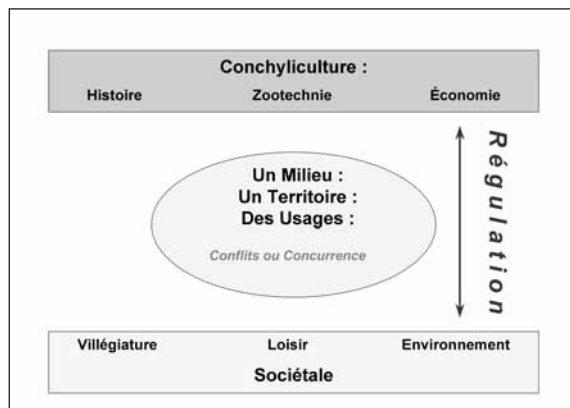
³ Surfrider Foundation Europe a analysé cette directive uniquement pour les eaux de baignade littorales, bien que les directives Eaux de baignade de 1975 et 2006 prennent également en compte les eaux de baignade intérieures.

⁴ Rapport de l'agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail, *Classement de la qualité des eaux de baignade à l'échelon national par la méthode de la nouvelle directive européenne 2006/7/CE*, septembre 2007

L'ostréiculture, sentinelle des écosystèmes côtiers

Marcel Le Moal, Conchyliculteur, Membre du
comité régional Conchyliculture

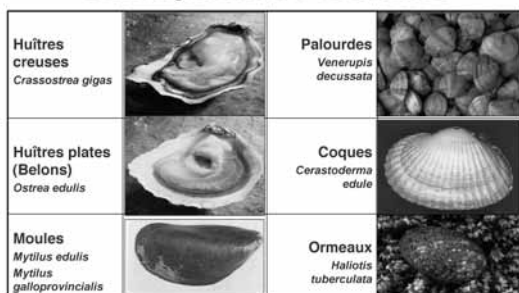
Sept ans de travail pour éviter la fermeture d'une plage sur dix en 2015



Les Enjeux pour la Bretagne

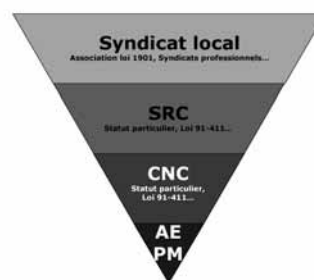
- Une approche globale de la qualité de l'eau incluant les eaux littorales
- Le maintien et le développement des activités primaires comme facteur d'aménagement du territoire
- Des équipements et des programmes de recherche adaptés aux besoins de la profession

1. Présentation de la Conchyliculture Bretonne



Présentation de la profession

Structure de la profession



Présentation de la profession

➤ Les huîtres

- ↳ Huîtres plates *Ostrea edulis* : huîtres originelles
- ↳ Deux épidémies 1968-1980
- ↳ Huître portugaise importée (*Crassostrea angulata*) puis huître japonaise (*Crassostrea gigas*)

Présentation de la profession

➤ Les huîtres

- ↳ Deux espèces présentes sur le territoire
- ↳ Patrick Walton au XII^{ème} siècle découvre par hasard un nouveau mode de culture : bouchot

Présentation de la Conchyliculture Bretonne

Produits	Bretagne	Bretagne Nord	National	% (Bzh/Fr)
Huîtres creuses	52 000 T	27 000 T	126 000 T	40,4 %
Huîtres plates (Belons)	2 100 T	1 600 T	2 100 T	100,0 %
Moules	20 000 T	17 000 T	62 600 T	34,3 %
Palourdes	1 000 T	5 T	5 000 T	20,0 %
Coques	2 000 T	20 T	3 000 T	66,7 %
Ormeaux				

Présentation de la Conchyliculture Bretonne

La Conchyliculture bretonne

- ↳ 850 entreprises conchyloles
- ↳ 1 550 concessionnaires
- ↳ 10 000 ha
- ↳ 2 500 ETP
- ↳ 120 M d'€ de Chiffres d'Affaires

Présentation de la Conchyliculture Bretonne

Huîtres creuses : 26 729 tonnes



Huîtres plates : 1 559 tonnes



Moules : 16 988 tonnes



2. Modes de Production

L'Ostréiculture



Modes de Production

L'Ostréiculture

Le Captage



Modes de Production

L'Ostréiculture

Le Captage



Modes de Production

L'Ostréiculture

L'Elevage



Modes de Production

L'Ostréiculture

L'Elevage



Modes de Production

L'Ostréiculture

L'Elevage



Modes de Production

L'Ostréiculture

L'Elevage



Modes de Production

L'Ostréiculture

Les nouvelles techniques de production



Modes de Production

L'Ostréiculture

Les nouvelles techniques de production



Modes de Production

L'Ostréiculture

Les nouvelles techniques de production



Modes de Production

L'Ostréiculture

Les nouvelles techniques de production



Modes de Production

L'Ostréiculture

Les nouvelles techniques de production



Modes de Production

Mytiliculture

L'Elevage



Modes de Production

Mytiliculture

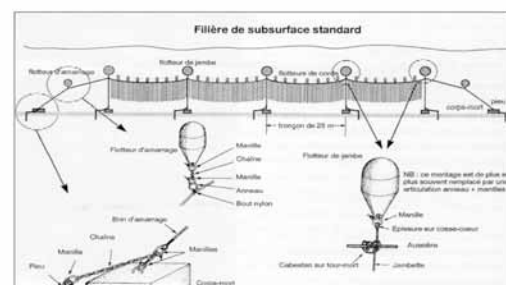
L'Elevage



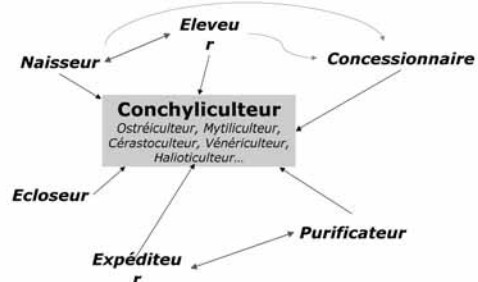
Modes de Production

Mytiliculture

L'Elevage



3. Structuration des métiers



Les Lotissements

Le Port Est - Le Vivier-sur-mer (35)



Les Lotissements

Les Nielles – Saint-Méloir-des-Ondes (35)



Les Lotissements

Saint-Jaguel – Saint-Cast-le-Guildo (22)



Les Lotissements

Le Jospinet – Planguenoual (22)



Les Lotissements

Bon abri – Hillion (22)



Les Lotissements

Pen-al-Lann – Carantec (29)



3. Les enjeux de la filière conchylicole

Qualité des eaux

La conchyliculture est considérée comme une sentinelle de la qualité des eaux. Le lieu de production se situe au réceptacle de toutes les activités humaines.



Les enjeux de la filière conchylicole

La Qualité de l'eau

Le classement sanitaire



Les enjeux de la filière conchylicole

Qualité des eaux

Le classement sanitaire
(Zones A, B, C ou D)

Des réseaux de suivi :

REMI (Réseau de contrôle Microbiologique)

REPHY (Réseau de surveillance du PHYtoplankton et des phycotoxines)

RNO (Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin)

REMORA (Réseau de suivi de croissance de l'huître creuse)



Les enjeux de la filière conchylicole

Qualité des eaux

SEUILS pour 100 g de chair et de liquide intermédiaires Coliformes fécaux (CF) Escherichia coli (Ec)	TYPE DE CLASSÉMENT	CRITÈRES MICROBIOLOGIQUES		
		CONDITIONS D'EXPLOITATION		
		CONCHYLICULTURE (Huîtres, Moules, coques, palourdes...)	PÊCHE À PIED PROFESIONNELLE généraliste naturel (Staphylococcus)	PÊCHE À PIED RECRÉATIVE (Art. 7 du décret du 23 avril 1994)
Au moins 90 % des résultats < 500 CF ou 100 Ec Aucun résultat > 1000 Ec	A	Élevage autorisé Consommation humaine directe	Idem	Idem
Au moins 90 % des résultats < 6000 CF ou 1000 Ec Aucun résultat > 60 000 CF ou 10 000 Ec	B	Élevage Consommation après pasteurisation et/ou repaillage	Idem	Pratique tolérée sous conditions d'hygiène et de surveillance sanitaire renforcée
Au moins 90 % des résultats < 60 000 CF ou 10 000 Ec	C	Interdiction Seul dérogation professionnelle	Idem	Non tolérée
Non A, non B, non C Interdiction d'usage pour aucune fin Foliet d'une étude de zone	D	Élevage interdit	Collecte de perles et autres produits naturels pour trousseau	Non tolérée

Les enjeux de la filière conchylicole

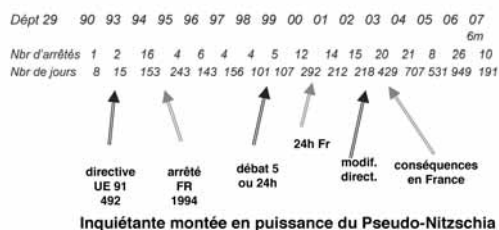
Qualité des eaux



Les enjeux de la filière conchylicole

La Qualité de l'eau

Les fermetures administratives liées aux phycotoxines



Les enjeux de la filière conchylicole

La Qualité de l'eau

Les fermetures administratives liées à la microbiologie

SRC Bretagne Nord	2004	2005	2006	2007
nombre d'alertes	36	23	36	60
jours en alerte	395	155	351	548
nbre de fermetures	1	0	7	11
jours de fermeture	14	0	108	215

Les enjeux de la filière conchylicole

La Qualité de l'eau

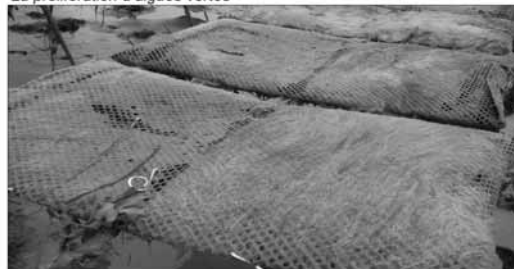
La prolifération d'algues vertes



Les enjeux de la filière conchylicole

La Qualité de l'eau

La prolifération d'algues vertes



Les enjeux de la filière conchylicole

Qualité de l'eau

La prolifération d'algues vertes



Les enjeux de la filière conchylicole

➤ Place sur le territoire : conflits d'espace et d'usage

↳ A terre



Les enjeux de la filière conchylicole

➤ Place sur le territoire : conflits d'espace et d'usage

↳ A terre



Les enjeux de la filière conchylicole

➤ Place sur le territoire : conflits d'espace et d'usage

↳ A terre

↳ Sur le DPM



Les enjeux de la filière conchylicole

➤ Les gênes à la production

Les prédateurs : les oiseaux



Les enjeux de la filière conchylicole

Les Compétiteurs

Les oiseaux



Les enjeux de la filière conchylicole

Les Compétiteurs

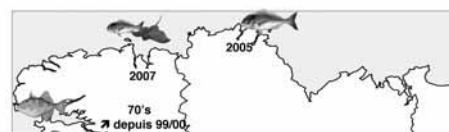
Les poissons



Les enjeux de la filière conchylicole

Les Compétiteurs

Les poissons



Les enjeux de la filière conchylicole

➤ Les gènes à la production

La production conchylicole sauvage



Les enjeux de la filière conchylicole

Les Compétiteurs

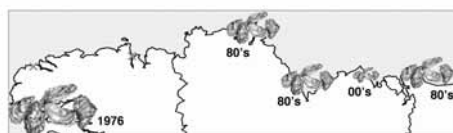
La production conchylicole sauvage



Les enjeux de la filière conchylicole

Les Compétiteurs

La production conchylicole sauvage



Les enjeux de la filière conchylicole

Les Compétiteurs

Les perceurs



Les enjeux de la filière conchylicole

Les Compétiteurs

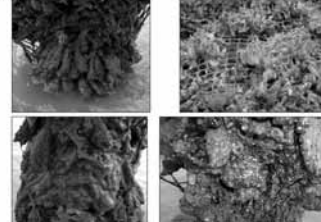
Les crépidules



Les enjeux de la filière conchylicole

Les Compétiteurs

Les ascidies



4. Les Conflits

D'espace



Les Conflits

D'espace



Les Conflits

Programme Ecasa

- identifier des indicateurs quantitatifs et qualitatifs des effets de l'aquaculture sur l'environnement et réciproquement. Evaluer leur applicabilité.
- développer des outils opérationnels, y compris des modèles, pour déterminer et décrire les interactions entre les conditions environnementales et les activités aquacoles, à travers différents écosystèmes et systèmes de production aquacoles.
- développer une méthodologie pour les études d'impact environnemental et la sélection de sites, dans le cadre d'une gestion de la bande côtière
- 2 sites Français - le secteur de Gefosse en Baie des Veys et les filières du Pertuis Breton au nord de l'île de Ré

Les Conflits

Programme Ecasa



Le résultat du bilan azote est positif de 2911 ka/an

Les Conflits

Programme Ecasa

Conclusions

- **L'impact de la conchyliculture sur l'environnement est :**
 - spatialement limité aux concession +/- 50 mètres
 - qualitativement naturel
 - quantitativement restreint (faibles perturbations)
 - souvent impossible à mettre en évidence
- **La conchyliculture rend des services éco systémiques** en plus de son rôle économique de création de richesse :
 - elle enlève du Carbone et de l'Azote (puits)
 - elle aide à contrôler l'eutrophisation côtière

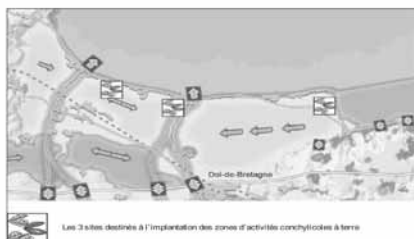
5. Les Projets de la SRC

Réalisation d'un lotissement à Boulgueff (Paimpol)



Les Projets de la SRC

Réalisation d'un lotissement en baie du Mont-Saint-Michel



Les Projets de la SRC

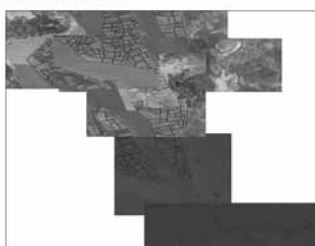
La Baie de Morlaix

Le Château du Taureau



Les Projets de la SRC

La baie de Morlaix



Les Projets de la SRC

La baie de Morlaix



Territoire et Conchyliculture

- 2 dimensions indissociables :
 - **Territoriale** : toutes les activités et tous les usages sont interdépendants et ne peuvent être opposés pour un développement cohérent du territoire
 - **Socio-économique** : des entreprises qui doivent vivre et se développer aux côtés des autres activités

La Bretagne Conchylicole

- **Une activité économique située** :
 - sur le littoral et
 - Sur le fil de l'eau (de la source à l'estuaire)
- Une production en prise directe sur le milieu naturel
- Le travail de l'homme : **Accompagner la nature**
- Une seule certitude : **l'Aléas**

Territoire et Conchyliculture

- Demain ?
 - Une Mégapole Touristique ?
 - Une Réserve ?
 - Un Territoire Raisonné ?

Les Questions d'actualité

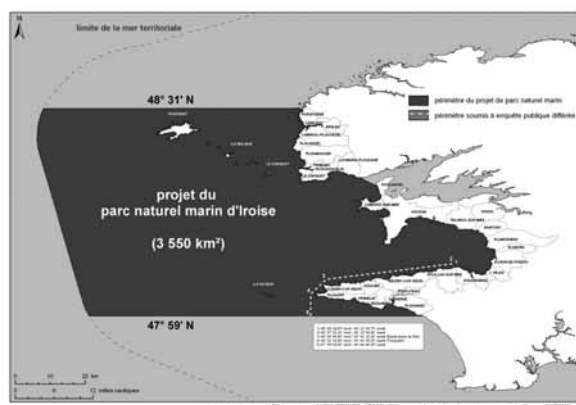
- Modification du décret sur les cultures marines :
De concessionnaire à l'entreprise
- Nouvelles Normes Sanitaires
- Gestion du risque biologique, commercial, financier
- Directive cadre sur l'eau
- Structuration de la filière
- Identification et promotion des productions

Des raisons d'espérer

Le Parc Naturel Marin outil de protection de la qualité des eaux ?

Patrick Pouline, chargé de mission Qualité de l'eau au Parc Marin d'Iroise

Premier du genre en France, le Parc naturel marin d'Iroise a officiellement vu le jour en Bretagne, par le décret du 28 septembre 2007. Situé à la pointe du Finistère, il s'étend du sud de l'île de Sein au nord d'Ouessant et atteint au large les limites des eaux territoriales françaises. Il couvre une superficie de 3 500 km², soit l'équivalent de la moitié du département du Finistère.



La qualité et la diversité des milieux marins insulaires et continentaux de l'Iroise constituent un patrimoine naturel et culturel collectif que la France se devait de protéger. Sur ses 300 km de côtes, mais aussi et surtout sous la surface de l'eau, l'Iroise concentre un grand nombre de paysages représentatifs du littoral marin breton : dunes, falaises, archipels, landes, îles, fonds rocheux et sédimentaires... A une échelle réduite, cette mosaïque illustre la diversité du littoral breton et par extension, celle de l'Atlantique nord-est. La variété des paysages associée à l'accès difficile de certains sites pendant une bonne partie de l'année, explique pourquoi cette mer constitue une zone refuge pour beaucoup d'espèces. La présence de nombreuses populations de mammifères marins et d'oiseaux de mer témoigne de façon spectaculaire de l'importance de ce territoire. L'Iroise accueille diverses espèces protégées au niveau international, européen ou national : phoque gris, requin pèlerin, grand dauphin, sterne... les vastes champs d'algues, les tombants rocheux des côtes et les baies peu profondes constituent autant de nurseries et de nourriceries pour les espèces marines.

De tout temps, les hommes ont su tirer profit de cette extraordinaire richesse à travers les activités de pêche ou encore l'exploitation d'algues... Ces activités contribuent pour une grande part à l'identité et au patrimoine culturel de la Bretagne et de ses îles. Aujourd'hui, le tourisme, le nautisme et les loisirs de nature connaissent un fort développement, ce qui ajoute une pression supplémentaire sur des écosystèmes fragiles. Par son nouveau statut de Parc naturel marin, l'Iroise dispose désormais de tous les atouts pour conjuguer la préservation des richesses naturelles et le développement raisonné des activités qui en dépendent.

Parc naturel marin : l'appel du large

Jusqu'à la création de ce nouveau statut de protection, divers outils servaient les stratégies de conservation du patrimoine naturel marin. Très peu d'initiatives concernaient la Bretagne, qui est pourtant l'une des premières régions maritimes françaises. C'est sur la base de ce constat qu'est née en 1989, l'idée d'un ambitieux projet de « parc marin ».

Ce projet a bénéficié de l'ensemble des réflexions menées en Iroise par un comité de pilotage regroupant l'intégralité des acteurs locaux. La création du Parc naturel marin d'Iroise ne signe pas la mise sous cloche d'un espace naturel, mais l'avènement d'un nouveau mode de gestion environnementale : si la connaissance et la protection du milieu marin sont au cœur de la stratégie de gestion du parc. Il n'a pas pour objet de transformer cet espace en sanctuaire. Un des grands défis de ce premier parc naturel marin français est d'ouvrir la voie à une nouvelle gouvernance où tous les usagers et professionnels de la mer sont associés au plan de gestion et de protection. Le conseil de gestion du Parc naturel marin d'Iroise est composé de représentants de l'état, de collectivités territoriales, de milieux sociaux-professionnels, d'associations d'usagers et de protection de l'environnement ainsi que d'experts.

Cap à suivre

De part sa taille, ce parc constitue une des grandes aires marines protégées françaises. Sa création constitue un pas important dans la pro-

tection du patrimoine naturel marin français.

Le conseil de gestion du parc doit mettre en œuvre un plan de gestion qui doit être adopté d'ici septembre 2010. Il vise trois principaux objectifs : la connaissance du milieu marin, la protection de l'espace marin classé et le développement durable des activités dépendantes de la mer. Ce plan de gestion détermine les mesures de protection, de connaissance, de mise en valeur et de développement durable à mettre en œuvre dans le parc naturel marin. Il comporte un document graphique indiquant les différentes zones du parc et leur vocation. Ce plan est un instrument de planification de long terme (durée de vie de 15 ans) et il est élaboré, validé sous la direction du conseil de gestion en concertation avec l'ensemble des acteurs locaux et des partenaires institutionnels. Dix orientations vont servir de fil conducteur :

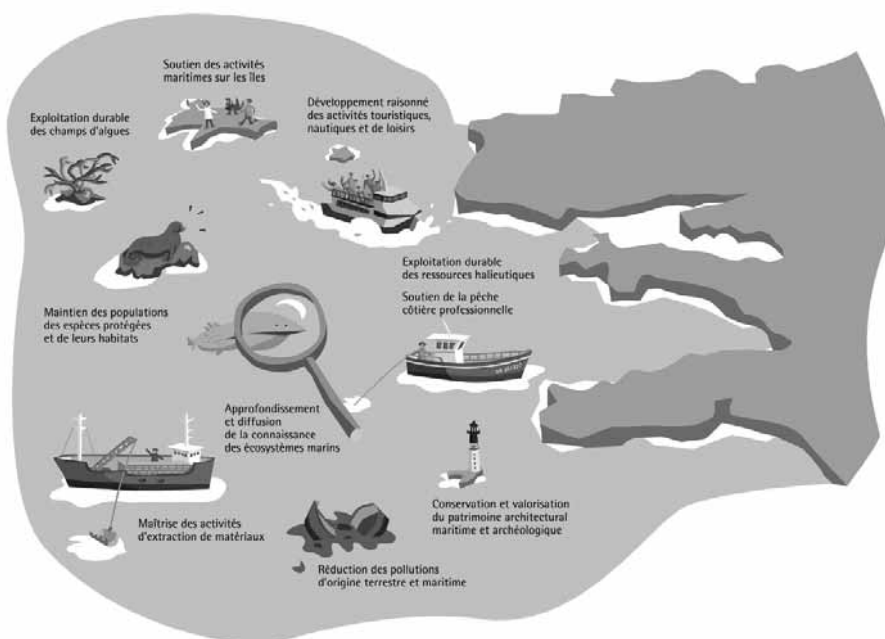
- Maintien en bon état de conservation des populations des espèces protégées, rares ou menacées et de leurs habitats ;
- Mise en valeur et maintien du patrimoine (pêche, paysage, historique) ;
- Réduction des pollutions d'origine terrestre ainsi que du risque de pollutions maritimes et portuaires ;
- Soutien aux activités maritimes sur les îles afin d'y maintenir une population d'habitants permanents ;
- Maîtrise des activités d'extraction de matériaux ;
- Soutien de la pêche côtière professionnelle ;
- Exploitation durable des champs d'algues ;
- Exploitation durable des ressources halieutiques ;
- Approfondissement et diffusion de la connaissance des écosystèmes marins ;
- Développement raisonné des activités touristiques, nautiques et de loisirs

La qualité de l'eau

Correspondant à la troisième orientation du parc marin, la qualité des eaux est une question essentielle.

En effet, la plupart des espèces marines passent une partie de leur cycle de vie dans la masse d'eau. La qualité de l'eau est donc une condition nécessaire à la préservation de la biodiversité marine. Le maintien de cette qualité ou sa reconquête est indispensable au bon fonctionnement des écosystèmes marins et à la production des ressources vivantes. Cette qualité est altérée par des pollutions chroniques et accidentelles dont les sources sont nombreuses et peuvent être situées bien loin de l'Iroise. Les sources de pollution d'origine tellurique ou maritime doivent être déterminées. Les ports, les mouillages et leurs usagers sont aussi à l'origine de pollution. Les stratégies de maîtrise des effluents à partir des grands ports de plaisance d'Audierne Douarnenez, Camaret, Morgat, le Conquet et l'Aber Ildut devront être soutenues ainsi que les opérations de sensibilisation sur les bassins versants, notamment de la baie de Douarnenez. La réflexion sur les rejets de dragages est également nécessaire. Le parc marin sera en amont un partenaire des collectivités pour la lutte contre les pollutions d'origine terrestre et acteur de premier plan en matière de pollution marine.

Sous la direction du conseil de gestion en concertation avec l'ensemble des acteurs, le parc naturel marin de la mer d'Iroise devra intégrer ces différents aspects dans sa réflexion pour une bonne qualité des eaux.



Gérer le littoral breton : Un nécessaire « nouveau contrat social »

Yves LEBAHY

Professeur agrégé de Géographie

Master d'aménagement maritime et littoral – UBS Lorient

Membre de l'association « Géographes de Bretagne »

Un défi immense s'impose sans tarder à toute la société bretonne. Les mutations brutales que vit notre littoral, celles à venir, plus importantes encore, impliquent de concevoir mais surtout de mettre en œuvre un véritable plan de gestion et un projet d'aménagement à long terme du territoire breton tout entier. Or le sujet est complexe, immense par ses implications et invite, au-delà des mots, à opérer un véritable changement de nos représentations et comportements. Car désormais il n'y a plus le choix, sauf à accepter que les dynamiques économiques ambiantes perturbent l'équilibre précaire des sociétés littorales, en détruisent leur environnement et répercutent leurs effets sur la totalité du territoire régional. C'est donc, au-delà de la nécessaire et immédiate gestion des déséquilibres économiques ou environnementaux, vers un « nouveau contrat social' » que notre société bretonne doit désormais s'engager, dans une approche cohérente et globale impliquant l'intégralité de son territoire, car tout s'y trouve imbriqué. C'est donc à une révolution nécessaire et profonde qu'elle est désormais confrontée si elle veut survivre en tant qu'entité originale, particulière et équilibrée. Mais, à l'inverse, cet événement doit être considéré non comme une fatalité mais bien comme une opportunité formidable, pour peu qu'elle ose affirmer un ordre différent des choses.

Des concurrences à terre aux concurrences en mer :

En effet, nous sommes entrés depuis 40 ans dans une période de ruptures profondes qui risquent dans les décennies futures de bousculer l'ensemble de la société bretonne. Les mutations qui s'opèrent sur le littoral et la mer bordière affectent déjà l'ensemble de la région, la transformant inéluctablement. Car en raison de sa situation péninsulaire sur la façade atlantique de l'Europe, en symbiose avec cet océan qui la baigne, la Bretagne est, qu'elle le veuille ou non, un territoire maritime. Beaucoup l'ont actuellement oublié. Pourtant, toute son histoire est conditionnée par la présence de la mer : peuplement, organisation urbaine, économie et par conséquence certains aspects culturels en résultent. Or la mer, dernier bien commun de la pla-

nète, est désormais un espace convoité et les enjeux qu'elle porte, trouvent leur expression à terre, dans un premier temps sur le littoral, se reportant ensuite vers l'intérieur. A quelles ruptures la société bretonne se trouve-t-elle donc confrontée ?

Le littoral agressé :

La première est le passage d'une économie primaire à une économie de tourisme et de villégiature. Pendant des siècles les hommes ont composé conjointement avec la mer et avec la terre pour en extraire des richesses particulières et complémentaires, gages d'une société équilibrée en harmonie avec le milieu. L'attrait actuel exercé par la mer sur des populations urbaines frustrées de nature oriente aujourd'hui des flux intenses de peuplement vers les littoraux. La Bretagne n'est-elle pas devenue une des portions du littoral européen qui subit les plus fortes convoitises, semblant vouer ses côtes à cette unique fonction de villégiature ? Alors que le phénomène s'intensifie, nous en mesurons déjà les effets pervers : spéculation immobilière, volonté de sanctuariser ces espaces au nom de la défense d'un environnement idéalisé, ségrégation sociale et générationnelle résultante, éviction progressive des activités primaires qui ont construit ce littoral, en ont défini un patrimoine et des cultures particulières. Parallèlement, cet afflux de population amplifie les désordres environnementaux et pose la réelle question de la capacité d'accueil d'un territoire, concept développé dans la Loi littoral. Tous ces phénomènes se résument en un mot : déséquilibres ! Tous ont été analysés dans l'ouvrage *Le littoral agressé*². Les réponses ont été proposées : régulation du marché foncier, recours à une architecture économe d'espace et à un nouvel urbanisme offrant densification et limitation des migrations alternantes, relance sur le littoral d'une agriculture paysanne aux exploitations plus petites valorisées par les circuits courts et les productions biologiques, développement parallèle de la pêche côtière et artisanale sur les gisements halieutiques de proximité gérés par les collectivités de pêcheurs elles-mêmes, limitation dans l'activité régionale des économies touristiques et de villégiature, « minières » et instables par essence.

La mer bordière : un nouveau Far West :

Mais au-delà de cette rupture, d'autres se préparent. Qu'en sera-t-il demain quand de nouvelles activités, de nouveaux intérêts se manifesteront sur ces mêmes espaces bordiers : extraction de matériaux, exploitation d'énergies marines ou en mer, réactivation inéluctable du transport maritime et d'une économie industrialo-portuaire que la mondialisation des échanges fait exploser. Toutes ces nouvelles activités vont progressivement accaparer la mer bordière, la privatiser, impliquer des plateformes terrestres sur le littoral, amplifiant du même coup la pression humaine qui s'y exerce, pourtant déjà considérée comme forte : + 600 000 habitants prévus en Région Bretagne d'ici 2030. Or, certaines « pointent leur nez », comme l'installation de projets éoliens offshore ou hydroliens, comme les extractions de sables et granulats marins, suscitant les unes et les autres déjà de très vives réactions très, car risquant de mettre en péril des équilibres halieutiques et sédimentaires. D'autres suivront : gisements métallifères, pression sur la ressource halieutique. « Le nouvel eldorado énergétique et minier est au fond des mers »³ prédisait déjà en 1996 l'auteur du *6e continent*⁴. Nous y sommes. Cette nouvelle donne suscite l'inquiétude car elle met en jeu des intérêts industriels et financiers qui dépassent la capacité des sociétés locales, de leurs systèmes représentatifs, à maîtriser la situation, voire à réagir à ces pressions. Le local est ainsi confronté à des intérêts marchands d'ampleur internationale. Pour eux, le littoral, la mer bordière deviennent des espaces à conquérir, à exploiter dans de strictes logiques minières (c'est-à-dire destructrices) et marchandes. Seules les motivations à court terme où la loi du plus fort risque d'être la donne, semblent prendre le pas. Il y a donc urgence à réguler ces enjeux, à définir un projet global, si on ne veut pas voir ce littoral breton et ses mers bordières devenir, comme d'autres, un véritable Far West.

En avril 2008, la Région a présenté sa « Charte des espaces côtiers »⁵. Nous ne pouvons que nous en réjouir car, déjà, ce travail novateur préconise un ensemble d'orientations essentielles pour l'équilibre des espaces littoraux bretons. En cela il est devenu une référence pour l'ensemble des régions littorales de la France. Toutefois, au-delà de ces préconisations louables et généreuses, c'est bien dans l'action qu'un tel projet prendra sa réelle mesure. Passer des intentions à l'acte suppose courage et volontarisme. Or cette seconde dimension relève des acteurs, responsables économiques et politiques mais aussi simples citoyens. Pour eux tous, avant l'action, la prise de conscience à opérer est énorme et demandera du temps. Mais cette charte ne mesure pas suffisamment les effets indirects qu'entraînent les mutations présentes et à venir de l'espace côtier sur l'ensemble du territoire régional. Et c'est bien

à partir de ces orientations que doivent désormais se définir notre projet commun de société, l'organisation de la Bretagne toute entière...

Sur quels principes ce projet doit-il reposer ?

Face à de telles évolutions destructrices, l'enjeu est donc de redéfinir un projet de vie pour la Bretagne, spécifique et courageux, adapté aux contraintes de nos milieux pour mieux mettre en valeur leurs potentialités dans un cadre soutenable. Les textes internationaux et européens définis depuis le sommet de Rio en 1992 nous y invitent. Certains même l'imposent, comme la législation des Nations Unies sur le Droit de la mer de 1982. Cette dernière rend en effet garant tout Etat de la qualité de ses eaux marines bordières (articles 4, 192, 193). Cette responsabilité n'est en rien anodine, même si pour le moment cette législation n'entre que timidement en application en Europe... avec l'objectif d'application très proche de 2025. Enfin, c'est avant tout une question de bon sens aussi.

Une nécessaire approche globale des problèmes :

Jusqu'à présent nos actes et une législation pléthorique n'ont développé que des logiques sectorielles et ponctuelles séparant les enjeux selon leur nature (économiques, sociaux, environnementaux) et répondant en cela aux impératifs d'une économie de marché dominée par des principes ultra libéraux. Ils interviennent donc toujours dans le cadre d'une démarche corrective visant à réguler les effets pervers des comportements établis. Or l'on sait en terme d'aménagement combien de telles logiques, reposant sur la liberté d'action individuelle, sont coûteuses financièrement et trop souvent inaptes à endiguer les phénomènes indésirables. Le bilan actuel en offre le constat.

Seule une approche holistique du sujet, c'est-à-dire globale (prenant en compte l'indivisibilité des composantes naturelles de la planète, homme y compris), permet de tenir compte de la complexité des enjeux. L'instabilité naturelle du trait de côte qui ne fera que s'accroître au cours du siècle, les interférences multiples liant les milieux terrestre et maritime, mais aussi les questions relatives à l'occupation humaine, avec ses dimensions sociales et culturelles, impliquent de prendre en compte, dans tout projet, le géosystème⁶ littoral dans son intégralité. C'est la condition essentielle d'une gestion équilibrée et harmonieuse de ces espaces où l'homme doit avant tout vivre, c'est-à-dire travailler, habiter, consommer en usant au maximum des potentialités offertes par le milieu, tout en ayant l'empreinte écologique la plus faible sur ce dernier. Il est donc responsable de son équilibre ce qui suppose parallèlement sa maîtrise territoriale. La survie des sociétés littorales implique alors ce

contrôle spatial du milieu dont elles dépendent afin de réguler l'utilisation faite de ses ressources, dons offerts par la nature. Certaines communautés de pêcheurs en ont déjà pris conscience, revendiquant la gestion de leurs territoires de pêche. Dans le cadre d'une économie soutenable vers laquelle nous allons devoir inéluctablement évoluer, c'est cet usage le plus endogène du territoire qu'il nous faut aujourd'hui promouvoir.

Un usage plus endogène de notre territoire :

Cette démarche va à l'encontre de toute l'évolution de ces deux derniers siècles. Elle suppose de la part des collectivités et des individus eux-mêmes, humilité quant aux actions et responsabilité à l'égard de ces espaces. Tout le contraire de ce que nous propose le modèle technicien et ultra libéral qui les régit actuellement, dans lequel seul le marché régule les enjeux, imposant gaspillage des biens et des ressources, course sans fin à la technologie, développant spécialisation des espaces et du temps, privilégiant en conséquence une mobilité croissante des hommes et des biens, énergétivore et vibronnante.

Nous sommes bien là face à une dérive perverse de cet affranchissement souhaité jusqu'au milieu du XIXe siècle par les sociétés européennes de ce que l'on nommait alors « les contingences naturelles », révélées lors de chaque aléa climatique. Pendant des siècles, ces sociétés ont lutté pour favoriser la libre circulation des personnes et des biens, alimentaires principalement, seul moyen d'éviter alors famines et épidémies. La révolution industrielle en offrant réseaux et moyens de transport et parallèlement l'organisation plus structurée des états ont levé l'hypothèque permanente de la dépendance exclusive des sociétés locales à l'égard de leur environnement. Ainsi les défaillances d'un milieu local ont pu être régulées par les solidarités et surtout le marché. Mais la situation s'est aujourd'hui inversée. Cette mobilité des hommes et des biens, devenue aujourd'hui trop aisée et si apparemment peu coûteuse, met en péril l'équilibre même des territoires et des sociétés, rompant leur autonomie économique interne, déstabilisant leur mixité sociale. Nous sommes là dans une perversion qui brise toute harmonie sociale, tout lien ténu entre l'homme son environnement. Il nous faut retrouver un tant soit peu cette dépendance intime à l'égard du lieu où nous habitons et lier davantage spatialement nos comportements d'habitant, de producteur et de consommateur. Les multiples crises actuelles, crise démographique, crise alimentaire, crise énergétique, crise environnementale, crise économique et financière⁷, ne sont que la traduction de cette rupture élémentaire dans la relation fondamentale homme /milieu. Elles sont majeures par leur importance et revêtent une dimension inégalée dans l'histoire de l'humanité. Nous en sommes à

un point crucial et la mutation qui s'impose à nous, est d'une importance au moins équivalente à celle de la révolution néolithique. Mais si cette dernière a nécessité cinq millénaires pour s'opérer, ce retour à une liaison plus endogène de nos sociétés avec le milieu doit nécessairement s'opérer en moins d'un demi-siècle. Vaste défi pour l'humanité, pour la modeste société bretonne elle même !

Un indispensable changement de nos représentations :

Ce sont donc alors toutes les représentations qui guident actuellement nos comportements qu'il faut remettre en cause : celles du marché sur la vie sociale, celles de la puissance de nos technologies à maîtriser la nature. Mais plus que toutes autres pour les territoires littoraux, c'est la primauté des impératifs maritimes sur les logiques terrestres qu'il nous faut désormais concevoir. Le milieu maritime ne peut en effet se résumer à un espace où l'homme prélève impunément les richesses de la nature ou bien être considéré comme un exutoire aux dysfonctionnements qu'il génère, le plus souvent à terre.

En dépit de nos technologies, aussi élaborées soient-elles, et souvent à cause d'elles, nous ne pouvons actuellement résoudre, même si nous le souhaitons, tous les dysfonctionnements que nous générons sur les bassins versants ou sur les estrans où vivent et se reproduisent de nombreuses espèces. Les difficultés du projet « Bretagne Eau pure » sont là pour le démontrer. Par le cycle de l'eau, toute pollution à terre se retrouve irrémédiablement en mer, remettant en cause la présence d'activités primaires essentielles sur les plans humain et économique, surtout lorsqu'elles sont fondées sur des ressources marines particulières, ni transférables, ni renouvelables. Car les mers bordières sont le lieu d'émergence de la vie, de la vie marine plus particulièrement. A la rencontre des panaches estuariens chargés des nutriments issus de la terre et des remontées d'eaux océaniques riches en sels minéraux, elles génèrent en leur sein, dans une subtile alchimie, un gisement essentiel de biomasse dont nos sociétés ne peuvent actuellement se passer. En Bretagne plus spécifiquement, en raison d'une géographie particulière des littoraux où terre et mer se mêlent et interfèrent grâce aux nombreuses rias, estuaires de petits fleuves côtiers et multiples baies, grâce également à sa pénétration péninsulaire dans l'océan qui met en contact ses rivages avec les grands courants thermohalins, cette production est intense. Il suffit d'observer les images satellitaires analysant la richesse des eaux océaniques en nutriments pour constater à quel point les eaux des rivages bretons sont parmi les plus riches du continent. Il suffit également de se rappeler l'importance des pêches d'espèces fourragères (sardines, sprats) et des activités qu'elles induisaient

sur nos côtes jusqu'au début des années 70 pour mesurer à quel point cette mer bordière est particulièrement et potentiellement féconde. Mais la ressource semble s'être évanouie : surpêche sûrement, mais n'y a-t-il pas aussi à incriminer l'état des eaux bordières, chargées de métaux lourds, de produits phytosanitaires, à la température et à la turbidité croissantes ? La responsabilité n'incombe plus alors à ces seuls pêcheurs « prédateurs, avides de gains et soumis au marché ». Elle inclut toute la population, tous ses comportements.

Ainsi, si le littoral a maintes richesses à nous offrir, n'en faisons pas ce Far West qui prend forme actuellement et préservons avant toute autre chose sa capacité à produire de la vie, donc de la nourriture ! Au contraire, saisissons cette opportunité pour construire un modèle d'aménagement terrestre dépendant des contingences et des équilibres naturels de l'espace marin ! Les sociétés anciennes vivant sur nos rivages avaient compris cette complexité, cette interférence des milieux. Il faut aujourd'hui en reprendre conscience et insister sur le fait que toute action à terre a nécessairement un effet induit en mer. La Bretagne a longtemps vécu de la mer ; l'avenir de son territoire passe par cette considération. Aménager la région toute entière doit donc se concevoir en fonction de cet impératif vital. Total changement de logiques par rapport à celles que la société bretonne s'était données dans les années 50.

Quelles orientations alors pour ce « nouveau contrat social » ?

Nul n'est besoin d'aller très loin et de réinventer le monde. Compte tenu des impératifs du développement soutenable qui s'imposent à nous via les textes internationaux et européens, les grandes orientations sont pour partie définies. Elles l'ont été particulièrement dans le message du CNADT du 9 juillet 2003 en dix propositions rassemblées sous le titre explicite : « Un nouveau contrat social pour le littoral »⁸. Ce document fournit une véritable ligne de conduite aux sociétés littorales pour qu'elles défendent leurs équilibres, leurs suggérant aussi des pistes pour affronter l'avenir. C'est notamment l'élargissement de la définition du territoire à celui des interdépendances mer/terre. C'est rappeler que l'environnement intègre aussi une dimension humaine, sociale et culturelle. C'est enfin souhaiter que les acteurs concernés puissent définir et porter eux-mêmes un projet pour leur territoire. A nous de les décliner, de les adapter aux contingences du territoire breton, de sa société, pour élaborer ce projet de vie actuellement si nécessaire.

Dans les faits, qu'est-ce que cela implique ?

Retrouver plus d'humilité dans nos relations à l'égard des milieux :

Le changement climatique auquel nous allons être confrontés dans les décennies à venir et ses conséquences en zone littorale impliquent dès à présent de modifier nos relations au milieu. Aussi faible puisse-t-elle paraître en apparence, l'élévation du niveau marin (de l'ordre de 40 à 60 cm d'ici 2080, voire 1,2 m d'ici 2100)⁹ va très rapidement bouleverser les espaces littoraux densément peuplés. La hausse prévue des températures moyennes, de 2,5° à 3° d'ici la fin du siècle et la réduction de 25 % des précipitations, accompagnée d'une violence accrue des phénomènes pluvieux, risquent d'avoir des impacts auxquels nous ne sommes guère préparés. Car, ces mutations sont et vont être brutales, par leur ampleur d'abord mais surtout par leur extrême rapidité. Elles seront perceptibles en une génération. Alors que le niveau de la mer s'élevait dans les années 90 de 1,5 mm/an à Brest, ce sont actuellement +3 mm/an qui y sont enregistrés depuis 2000. Il y a bien accélération des processus. Et la récente tempête du 9 mars 2008 a constitué un superbe révélateur à la précarité des établissements humains en zone littorale. Faute de pouvoir maîtriser tous les paramètres de notre présence en ces lieux, littoraux bas, marais côtiers, schorres colmatées ou comblées, vallées inondables également, il nous faut actuellement retrouver un minimum d'humilité dans l'occupation des lieux et leur mise en valeur. Le déterminisme physique redevient d'actualité dans le rapport homme/environnement. Il nous faut redevenir plus sages dans nos actes et retrouver ce principe que P. Pinchemel définit sous le nom de « Géosophie » : retrouver la sagesse de la Terre¹⁰. En zone littorale cela veut dire, écarter des rivages les installations humaines qui ne dépendent pas directement d'une activité maritime, occuper parcimonieusement les côtes en maintenant des espaces tampons ou bien renouer, comme commencent à le faire les Hollandais, avec des installations mobiles prenant en compte cet aléa. Tout le contraire de ce que nous faisons actuellement. Nous devons dès à présent et urgemment anticiper dans nos aménagements ces mutations dont les effets seront déjà perceptibles dans deux à trois décennies à peine. Sinon, les catastrophes dites « naturelles » se multiplieront.

Préserver les qualités environnementales et paysagères :

Cela signifie en premier lieu opérer la reconquête de la qualité des eaux, élément primordial des équilibres naturels. Or les scientifiques ne font que découvrir la complexité des relations qui s'établissent entre les eaux terrestres et maritimes bordières et leur rôle dans l'élaboration de la vie marine¹¹ et le principe de précaution devient alors essentiel. Certes, le monde agricole

semble enfin avoir pris conscience des enjeux et réalise désormais des efforts véritables en ce domaine. Mais les agriculteurs ne sont pas les seuls concernés. Chacun l'est quelque soit sa fonction, sa localisation sur le territoire. Or les rejets d'une urbanisation dense et croissante implantée sur le littoral, malgré les immenses efforts réalisés en matière de traitement des eaux usées, restent problématiques. Ainsi 80 % des rejets des stations d'épuration de la Baie de Carnac-Quiberon ne répondent pas actuellement aux normes sanitaires garantissant le maintien d'une activité ostréicole sur ce qui constitue pourtant la première zone de production en Bretagne ! Pour ces raisons, des PLU sont bloqués en préfecture, des ostréiculteurs envisagent des délocalisations vers des pays situés plus au nord, à la recherche d'eaux plus pures. Cet enjeu essentiel pose donc la question de la multiplication, souvent contradictoire, des fonctions et activités sur un littoral, mais aussi celle de leur capacité à porter une population (la fameuse « capacité d'accueil » de la Loi littoral). Le seuil est-il indéfini quand la technique avoue ses limites ? Est-on prêt à l'inverse à sacrifier ces activités, sources de richesses économiques et légataires d'une culture ? Le problème concerne aussi la pêche côtière et toute autre activité concernant la ressource halieutique. La qualité d'un environnement conditionne donc bien les choix économiques et humains que l'on veut ou non promouvoir en ces lieux. C'est la qualité de notre vie future qui aujourd'hui se joue sur cette question.

Défendre à tout prix les activités primaires :

Alors qu'elles sont fortement menacées par les logiques de l'économie de marché prises dans le cadre de l'Union européenne et de la mondialisation, qu'elles sont dévalorisées en terme d'images tant au niveau du public que de leurs propres acteurs, ces activités apparaissent pourtant comme un enjeu majeur de l'aménagement du littoral de la région. Pourquoi ?

- Tout d'abord parce qu'elles participent par leur présence à la mise en valeur d'un territoire original. Elles sont source d'une production alimentaire, fondamentale pour la survie des populations locales, fondée sur les spécificités de ces milieux si particuliers. Peut-on se passer ainsi d'un tel gisement alimentaire de proximité ?
- Ainsi elles génèrent des emplois bien réels et permanents pour peu qu'on le désire. L'agriculture périurbaine et littorale de la communauté de Cap l'Orient fournit ainsi avec 350 exploitations agricoles, près de 900 emplois directs et 3 500 induits. Alors que le secteur des pêches semble s'écrouler, la pêche côtière retrouverait, elle aussi, tout son intérêt si la politique européenne des pêches ne la malmenait. A un moment où le travail est une denrée rare, est-il pertinent de sacrifier autant d'emplois ?

- Mais aussi parce que dépendantes de l'état des milieux, elles sont plus que d'autres sensibles à la qualité de leur environnement et en deviennent donc les garantes. Elles ont pris désormais conscience de la fragilité des milieux auxquels elles sont liées. Les vrais « écolos » de notre société sont aujourd'hui ces professionnels qui, par leur présence et la nécessité de produire, constituent un formidable réseau d'observations et d'alerte sur l'état du milieu dont nous profitons tous.
- Parce qu'elles sont les seules à pouvoir occuper de manière fonctionnelle et provisoire cet espace tampon que constitue la frange littorale : zones d'estran, prairies littorales, massif duaires. Il en a toujours été ainsi dans le passé. L'actuelle remontée du niveau marin nous rappelle qu'il faut agir avec humilité sur ces espaces où rien de définitif ne peut être installé. Seules ces activités peuvent mettre en valeur de tels lieux sans pour autant les figer d'une manière irréversible et irresponsable vis-à-vis des risques naturels.
- En maintenant cette population active et résidente sur le littoral, elle participent à l'équilibre de la société, favorisant mixités sociale et générationnelle tant nécessaires. La construction des identités si particulières qui font l'originalité culturelle de ces territoires, ne peut émerger qu'à cette condition. Car ces activités feront du littoral breton, de la Bretagne toute entière, un territoire à part, doté d'un riche patrimoine en perpétuelle régénérescence.
- Enfin et surtout, par leur présence active, elles constituent le meilleur rempart qui soit à l'extension de l'urbanisation. Avant même d'être le support d'un habitat et de nos phantasmes, ces milieux sont là pour nous nourrir. La terre, la mer bordière ont avant tout fonction de production. Il nous faut les respecter.

Ainsi pour toutes ces raisons, il nous faut au contraire protéger, valoriser, développer ces activités sur le littoral. Elles ne doivent pas être tributaires des seules logiques économiques, lesquelles ont tendance à les éliminer, mais bien contribuer au fondement de ce véritable projet de société où elles auraient toute leur place pour le plus grand bien de tous.

Lutter contre l'étalement urbain :

Au-delà du simple aspect esthétique qui dénature les paysages côtiers et rend illusoire cette notion de « Tiers sauvage » pourtant rappelée par la loi, l'étalement urbain, diffus et déstructuré, est source en grande partie de ces déséquilibres environnementaux actuels. On ne peut impunément masser des populations sur les rivages sans effet sur la qualité du milieu maritime bordier. Toute une réflexion en matière d'urbanisme mais aussi d'architecture est donc à promouvoir. Tout un courant de réflexion doit émerger en ce domaine visant à promouvoir un

modèle régional spécifique s'appuyant sur les héritages de sociétés qui savaient, elles, composer avec la mer.

Il apparaît en effet nécessaire de redéfinir une organisation urbaine qui s'appuie sur le traditionnel réseau des villes-ports, unités urbaines à la taille limitée, héritage patrimonial et base même d'une organisation polycentrique traditionnelle qui pourrait constituer une alternative à ce nappage urbain de l'espace ou à la métropolisation qui l'accompagne sur les plus grands centres¹². Car toute concentration urbaine amplifie les déséquilibres, environnementaux sûrement, mais aussi sociaux et économiques. Dans cette recherche à la moindre pression écologique de notre présence et de nos activités, il est préférable de diffracter le fait urbain en cellules autonomes et plus petites. L'habitat dispersé, traditionnel en Bretagne, constituait une réponse adaptée à la fragilité du milieu. Un réseau urbain polycentrique, constitué de villes moyennes réparties sur tout le territoire de la région, serait beaucoup plus adapté à ces contingences du milieu. En conjuguant la résidence avec le bassin d'emploi sur un territoire ville-campagne limité, il limiterait ces migrations alternantes actuellement incontrôlables et si coûteuses en infrastructures, embouteillages, pollutions et charges pour le budget des ménages.

Une telle politique remet alors en cause la croissance de nos villes vers des logiques métropolitaines, donc souligne la nécessité de la contenir et condamne à terme l'usage de l'habitat pavillonnaire tel que nous le développons encore aujourd'hui. C'est parallèlement toute une réflexion qu'il nous faut mener sur une architecture plus économe d'espace, d'énergie, sans rupture pour autant avec les héritages d'un patrimoine fort riche en la matière. Superbe défi pour nos architectes et urbanistes !

Mais d'autres orientations sont à développer, en rapport avec les précédentes :

- Celles qui consistent à redévelopper les transports en commun afin de lutter contre l'usage inconsidéré de l'automobile. La région ne peut impunément supporter ces flux croissants de véhicules et les infrastructures routières qu'ils impliquent. Le développement du réseau des TER semble aujourd'hui une réponse engagée. Près de la moitié de la population bretonne sera desservie par ce mode de transport dont l'empreinte écologique est relativement faible.
- Si pour les passagers, le train peut constituer une alternative, pour le fret, le transport par eau n'en offre-t-il pas une ? Parler de transport fluvial peut faire sourire, tant son image est surannée chez nous. Et pourtant, il assure près de la moitié des échanges intra européens. Certes notre réseau de canaux, récemment dévolu à la région, semble inadapté. Est-ce si sûr ? A peu de

frais il peut constituer une base pour le réveil d'une activité où ce qui importe n'est pas tellement le vecteur (la péniche), mais surtout le conditionnement du fret. Il n'y a pas de mode de transport moins coûteux, moins polluant. Pourquoi s'en détourner et ne concevoir les canaux que sous le strict angle du loisir ?

- Mais en ce domaine du transport sur l'eau, le cabotage ou plutôt le fluvio cabotage est une option essentielle de la relance d'une économie maritime. Activité en sommeil depuis plusieurs décennies, le transport maritime a pourtant bien forgé l'aménagement de la région, multipliant au fil du temps ce réseau si dense des villes-ports. Si cette activité a pu être florissante pendant des siècles, les évolutions de ce mode de transport ont délaissé les ports bretons au profit de grandes places portuaires localisées surtout au nord de l'Europe. Pourtant la mer reste un formidable espace de circulation, de connexion à l'économie monde.

Le développement contemporain des échanges, dans le cadre de l'actuelle mondialisation, les orientations de développement durable préconisées par l'UE changent la donne tant pour des raisons techniques que d'organisation. Profitant de ces mutations récentes, la Bretagne n'a-t-elle pas l'opportunité de capter une part des flux qui transitent à ses portes sur la plus grande route maritime du monde, d'élaborer une stratégie économique nouvelle fondée sur le transport maritime par nature écologique (5 centimes d'euros la tonne /km soit près de 100 fois plus que le transport routier) et les activités qui en découlent ? Un gisement nouveau d'activités et d'emplois s'offre à elle, à la condition qu'elle le veuille, qu'elle se saisisse de ces enjeux. Il lui serait alors possible de fonder un système industriel-portuaire, alternative nécessaire à la mono-activité touristique vers laquelle tend actuellement son littoral. Cette activité constitue un enjeu considérable pour la région.

- Enfin ne faut-il pas relativiser la place qu'occupent actuellement justement ces activités de loisirs et de villégiature. Pour partie issues de la frustration qu'impose le mode de vie actuel, scindant temps et espaces dans des fonctionnalités séparées, cette différenciation du temps de loisirs des autres activités de la vie ne revêt pas la même nécessité dans une société où habitat et lieu de travail sont mieux équilibrés et se conjuguent au quotidien. Car le tourisme est de nature fugace, destructeur de son environnement, consommant un cadre de vie et un environnement culturel élaborés et accumulés au cours de longs siècles. Très rapidement cette mono-activité balaie leur originalité, banalise leur site, uniformise leurs sociétés par éviction des acteurs productifs. Nulle économie stable ne peut être construite sur cette fonction unique, sans compter que les emplois qu'elle

génère (120 000 environ), restent quantitativement faibles au regard du chiffre d'affaires produit par ce secteur et surtout de conditions salariales peu valorisantes (les 2/3 sont des emplois saisonniers marqués par des pratiques sociales très souvent contestables).

Redéfinir une organisation politique fondée sur le binôme ville-port/Pays maritime :

C'est le dernier axe d'action, incontournable si l'on veut porter les précédents mais il ne fera pas ici l'objet d'un développement particulier car ce sujet a été maintes fois abordé dans d'autres publications¹³. Toutefois, la gestion intégrée des littoraux qui se met progressivement en place sur nos territoires, implique une participation croissante des populations dans la définition locale de leur projet de vie, une adaptation des outils politiques servant à l'aménagement et la redéfinition de ceux-ci sur des bases fonctionnelles intégrant au territoire terrestre la responsabilité de gestion du territoire maritime attendant afin de mieux prendre en compte cette interférence mer/terre. Vaste révolution institutionnelle et des représentations !

Un tel programme implique par ailleurs que ce territoire local redevienne un lieu où s'expriment les responsabilités collectives, l'auto responsabi-

lisation des comportements, l'éco citoyenneté, tout cela par le biais d'une démocratie plus directe, participative. Immense chantier qui suppose alors de clarifier et de simplifier l'actuel découpage des territoires locaux afin qu'ils répondent à ces impératifs. Dans l'actuelle confusion territoriale qui existe, un territoire s'appuyant sur le binôme ville-port/Pays maritime apparaît comme le support le moins mauvais répondant à ces impératifs locaux, alors que la région revêt dans le même temps un rôle éminent dans l'orchestration des orientations. Tous les autres découpages administratifs deviennent alors superflus. Une telle mutation n'est pas la tâche la moins ardue.

Beaucoup de chemin reste donc à faire et cela sans tarder. Mais ces enjeux littoraux n'offrent-ils pas à la région un superbe projet, mobilisateur, novateur, moyen d'affirmer son originalité en tant que peuple et son identité ?

¹ Conseil National de l'Aménagement et du Développement du Territoire (CNADT), Commission du littoral, *Message d'alerte : un nouveau contrat social pour le littoral*, 08 Juillet 2003.

² LEBAHY Yves, LE DELEZIR Ronan, *Le littoral agressé, Pour une politique volontariste de l'aménagement en Bretagne*, éditions Apogée, novembre 2007.

³ Gaëlle DUPONT, « Un eldorado énergétique et minier se cache sous les mers », journal *Le Monde*, n°19 828, 25 Octobre 2008.

⁴ PAPON Pierre, *Le 6e continent*, éditions Odile Jacob, 1996.

⁵ Conseil Régional de Bretagne, *Charte des espaces côtiers bretons*, votée les 13 et 14 décembre 2007 et accompagnée d'un rapport en exposant le contenu.

⁶ Concept d'origine russe (V. SOTCHAVA), « repris en France depuis 1968 par Georges BERTRAND en vue de décrire une unité naturelle formée par un ensemble systémique d'éléments naturels. Au-delà de l'écosystème, il inclut les éléments anthropiques du système et les place au centre de sa logique ». Cf. Roger BRUNET, R. FERRAS et H. THERY, *Les mots de la Géographie, dictionnaire critique*, Reclus – La Documentation Française, Septembre 1993.

⁷ HULOT Nicolas, discours tenu au Sommet mondial des Régions, *Changement climatique : les Régions en action*, organisé par la Région Bretagne en partenariat avec la CRPM et nrg4SD, Saint Malo le 29 Octobre 2008.

⁸ Conseil National de l'Aménagement et du Développement du Territoire (CNADT), Commission littoral, *Un nouveau contrat social pour le littoral*, DATAR, 09 juillet 2003.

⁹ Rapport du GIEC de 2007.

EEA Report, *Impacts du changement climatique en Europe*, Communautés européennes, Copenhague 4/2008.

¹⁰ PINCHEMEL, Geneviève et Philippe, *La Face de la Terre*, coll. U, Armand Colin, 1988.

¹¹ Eaux et Rivières de Bretagne, Spécial littoral, n° 145, automne 2008.

¹² LEBAHY Yves (ss la direction), *Le Pays maritime, un espace projet original*, PUR, Février 2001.

LEBAHY Yves, « Une urbanisation contemporaine qui tue l'identité structurelle des territoires littoraux », *Le littoral agressé*, ibidem, p. 49-63.

¹³ EUZENES Pierre, LE FOLL François, *Pour une gestion concertée du littoral en Bretagne*, CESR de Bretagne, section Mer et littoral, juin 2004.

LEBAHY Yves, « GIZC, SCOTs et Pays maritimes : les nouveaux cadres d'action de l'aménagement maritime et côtier », dans *Le littoral agressé*, ibidem, p. 129-178.

LEBAHY Yves, « La nouvelle politique littorale, fondatrice d'un nouvel ordre territorial », dans *Territoires en Bretagne : une révolution à opérer*, dossier Géographes de Bretagne n° 2, Juin 2008.

Notes

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Notes

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Notes

.....

.....

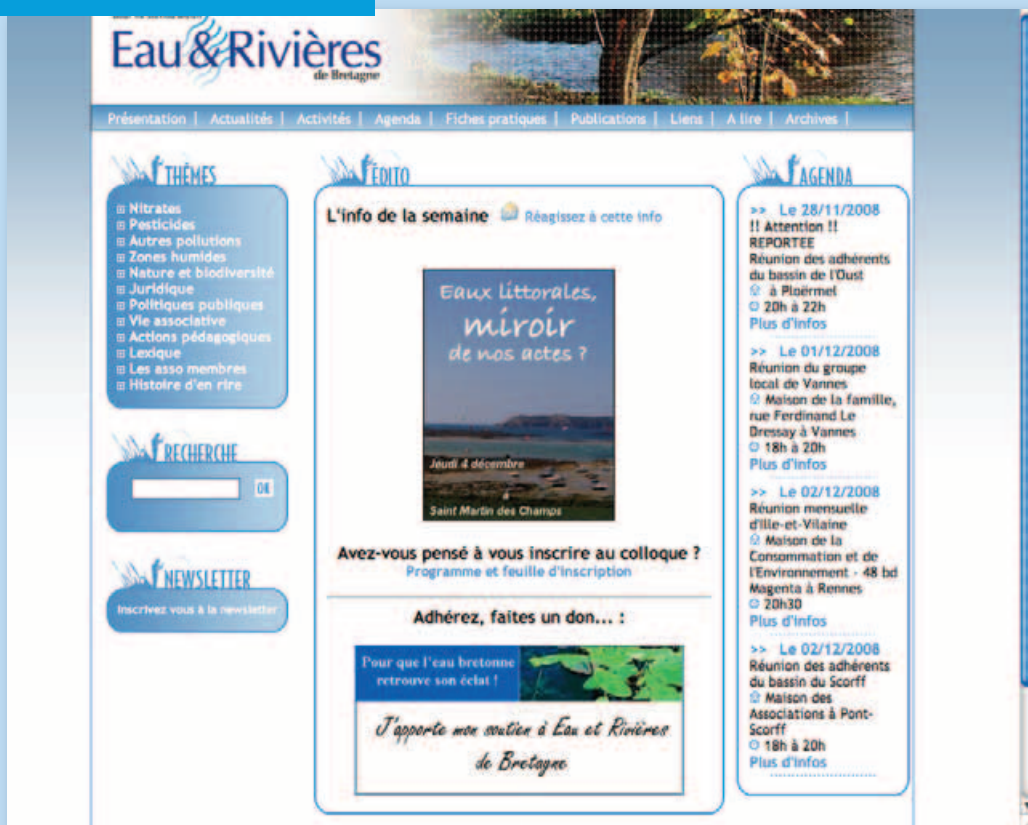
.....

.....

.....

.....

[illegible]



- *Découvrez l'action d'Eau et Rivières.*
- *Chaque semaine, une actualité nouvelle...*
- *Poisson, amphibiens, mammifères, près d'une centaine de fiches descriptives, à destination des scolaires, en libre téléchargement*



• Délégation régionale
Venelle de la Caserne 22200 Guingamp
Tél./fax 02 96 21 38 77
erb@eau-et-rivieres.asso.fr

• Centre Régional
d'Initiation à la Rivière
22810 Belle-Isle-en-Terre
Tél. 02 96 43 08 39
Fax 02 96 43 07 29
crir@eau-et-rivieres.asso.fr

• Côtes-d'Armor
Venelle de la Caserne 22200 Guingamp
Tél./fax 02 96 21 38 77
delegation-22@eau-et-rivieres.asso.fr

• Finistère nord
1, rue Gabriel Fauré 29200 Brest
Tél. 02 98 01 05 45
delegation-29nord@eau-et-rivieres.asso.fr

• Finistère sud
13, rue Louis de Montcalm 29000 Quimper
Tél. 02 98 95 96 33
delegation-29sud@eau-et-rivieres.asso.fr

• Ille-et-Vilaine
Maison de la Consommation et de l'Environnement
48, boulevard Magenta 35000 Rennes
Tél. 02 99 30 49 94
Fax 02 99 35 10 67
delegation-35@eau-et-rivieres.asso.fr

• Loire-Atlantique
Miguel Garcia
Tél. 02 40 07 98 54
contact-44@eau-et-rivieres.asso.fr

• Morbihan
École Lanveur
Rue Roland Garros 56100 Lorient
Tél. 02 97 87 92 45
Fax 02 97 37 29 28
delegation-56@eau-et-rivieres.asso.fr



www.eau-et-rivieres.asso.fr

Venelle de la caserne - 22200 Guingamp - Tél./Fax 02 96 21 38 77
E-mail : erb@eau-et-rivieres.asso.fr

