

ZONES HUMIDES LITTORALES

Intérêt économique d'action de gestion de l'espace (1)

par M. LE DMEZET - J.C. LEFEUVRE



Queue d'étang en Brenne (Cliché J.L. Dommanget)

(1) Extrait d'un rapport de MM. les Professeurs M. LE DMEZET et J.C. LEFEUVRE présenté sous l'égide de l'O.P.I.E. au Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie en Novembre 1980.

AVANT-PROPOS

Depuis toujours l'Homme se pose la question de gérer ce qu'il est convenu d'appeler les milieux naturels. En effet ils ont été jusqu'à une époque récente, intégrés dans ses systèmes d'exploitations. Les modalités de gestion, ont donné lieu à la constitution de véritables chartes (us et coutumes ayant force de loi) qui définissaient les règles d'exploitation et d'entretien. Leur fonction matérielle était intégrée dans le système économique de l'époque. Un exemple précis de cette intégration et des modalités de gestion tenant compte du maintien d'un capital et de l'utilisation seulement de l'intérêt *en fonction de la reproductibilité* du système (bouclage) est fourni par le chêne à fagot du bocage breton : le tronc (le capital) était inaliénable, appartenait au propriétaire, les branches (intérêt du capital) étaient considérées comme une production qui ne pouvait être prélevée que selon un rythme permettant au système de subsister (6,9 ou 12 ans selon les cantons). Ces branches fournissaient l'énergie nécessaire au fonctionnement du système rural de l'époque, four à pain : cuisson des aliments du bétail - chauffage domestique, etc... Le bocage constituait la forêt d'une région qui en était dépourvue en la répartissant au mieux dans l'espace (à l'inverse des systèmes qui se mettent en place) à l'heure actuelle. On pourrait multiplier les exemples (gestion de l'eau : puits, sources, curage des rivières, etc...), exploitation de la tourbe, utilisation des zones, qualifiées à l'heure actuelle d'inculture, telles les landes (litières, culture de sarrasin, de seigle, élevage d'ovins et de bovins de race rustique, fourniture de litière, etc...), qui tous prouvent que les milieux naturels étaient utilisés, obligatoirement intégrés dans l'économie locale, et de ce fait gérés.

Les dysfonctionnements constatés dans ces zones essentielles coïncident curieusement avec l'abandon de l'utilisation de l'énergie seule source d'énergie jusqu'au XVIII^{ème} siècle, avec l'hydraulique, elle-même dépendante de l'énergie solaire. Par le biais d'une disponibilité nouvelle d'énergie liée à la découverte et à l'utilisation des énergies fossiles, on est passé d'une économie d'autosuffisance (devant utiliser toutes les ressources disponibles) à une économie de marché qui a fait perdre peu à peu l'intérêt immédiat des zones peu productives, dans la mesure où elles ne sont plus apparues comme nécessaire à la vie de chaque jour. On a hiérarchisé ces différentes zones en privilégiant la fonction économique ce qui a entraîné des changements de destination, la zone d'inculture devenant par exemple une réserve foncière au lieu d'une zone de production d'énergie solaire. Le marché économique a fait perdre de vue leur fonctionnement normal. Elles n'ont pris de valeur par la suite qu'en fonction du rôle qui pouvait leur être affecté par une économie de marché (par exemple la zone humide productrice de tourbe, productrice de poissons, de gibier, de roseaux, support d'élevage devenant une zone à assécher, à remblayer pour devenir une zone industrielle, un lotissement, etc...). Leur revalorisation économique passait presque toujours par leur destruction, l'augmentation en particulier de la population privilégiant plutôt la quête d'espace que les fonctions assumées naturellement par cet espace (l'impact, la rapidité de destruction s'accroissant au fur et à mesure des progrès scientifiques et techniques).

La crise de l'énergie de 1970 a fait prendre conscience de la nécessité de revenir à des systèmes biologiques, en opposition au système économique actuel qui est resté pour l'essentiel un système ouvert, même si des tentatives de copie-conforme du système écologique sont tentées timidement à l'heure actuelle avec la notion de valorisation des déchets. C'est parce qu'il y a crise et vraiment crise que l'on retrouve la polyvalence ; les multiples fonctions des zones considérées à tort comme marginales et dès lors détruites sans discernement.

Il faut être conscient que ce phénomène étant doué d'un effet retard important on ne peut se permettre d'attendre, il faut intervenir très fort, très rapidement (68 % des zones humides de Bretagne ont disparu en un siècle) si l'on veut maintenir des potentialités qu'on ne peut se permettre de perdre.

Il faut être conscient également que l'abandon des usages conduisant à délaisser la gestion des espaces naturels les acheminent peu à peu vers une dégradation qui pourra être irréversible (envahissement par la Fougère de nombreuses zones très diversifiées maintenues dans leur diversité par l'Homme). Un milieu naturel meurt par destruction, mais il meurt aussi par indifférence, par abandon.

Toutes les analyses convergent actuellement pour souligner avec force que nous sommes contraints de revenir au système bouclé, qu'il s'agisse de la prise de position du Directeur de l'I.N.R.A. et du Ministère de l'Agriculture sur une agriculture plus économe et plus autonome, respectueuse de son environnement, jusqu'aux avis les plus autorisés des scientifiques de toutes disciplines réunis lors des 3^{ème} Assises Internationales de l'Environnement. Ce n'est pas un retour vers un archaïsme, c'est une ouverture vers le progrès.

Il faut être également conscient comme le fait remarquer ODUM qu'il faut définitivement faire table rase du Credo des Économistes ; «la technologie trouvera un produit de remplacement à tout ce qui devient rare ou est épuisé. Cela peut être souvent vrai pour les produits synthétiques ou les services. On voit difficilement comment il en serait de même pour la terre et l'espace ou encore les ressources « support de vie » telles que l'eau et la nourriture, pour lesquelles il n'y a pas de remplacement convenable. Même quand la technologie peut remplacer le travail de la nature, comme dans l'épuration de rejets ou le dessalement, le remplacement coûte très cher, car des carburants artificiels coûteux sont employés à la place de l'énergie solaire gratuite qui anime le travail de la nature.

C'est ainsi que le marché qui est bien adapté aux produits manufacturés est inadéquat pour des situations dans lesquelles :

- il n'y a pas de remplacement possible,
- la ressource peut être altérée d'une façon irréversible
- les technologies de remplacement sont coûteuses ou consommatrices d'une énergie de haute qualité, requise par d'autres services qui ne peuvent être facilement rendus par la nature.

L'exemple des zones humides, zones les plus productives du globe est une démonstration qui prend le rang d'exemple, aucune réalisation de l'homme, malgré des efforts de sélection génétique portant parfois sur près de 6 000 ans, n'a pu atteindre cette productivité car ces zones assurent de multiples fonctions. Hélas, ces fonctions souvent révélées tardivement suite à leur destruction sont reconnues depuis peu par la communauté scientifique (notion de relativité des connaissances - l'uranium par exemple n'était qu'un vulgaire caillou il y a à peine 100 ans).

Principales fonctions des zones humides :

- production végétale exceptionnelle - (biomasse)
- pouvoir autoépurateur total que la technique ne permet pas d'approcher et qui économiquement serait insupportable pour la société.
- exportation de produits assurant le fonctionnement des écosystèmes voisins et des productions économiquement viables (cf. production de sardines et barrage d'Assouan, production du bar, etc...).
- habitat (8 des 10 espèces de poissons les plus commercialisées en France dépendent obligatoirement à un stade quelconque de leur vie de cet habitat ; les pontes, les larves, les juvéniles, etc...).
- La Camargue, la Baie de Somme, le Golfe du Morbihan accueille près de 50 000 canards en hivernage, etc...).
- rôle anti-crue,
- défense du littoral contre la mer (un marais de quelques dizaines de mètres de large amortit 90 % environ de l'énergie de la houle).

Toutes les fonctions qui existent peuvent être accrues en fonction des progrès de nos connaissances et des nécessités locales (production d'énergie, biomasse, fibres, nouveaux aliments pour le bétail, sites agricoles, productions ultra-intensives en fonction de modèles nouveaux, (ex. : jacinthe d'eau - porc - poissons).

Toutes ces potentialités deviennent caduques dans le cadre d'une économie ouverte qui ne prend en compte que l'espace support, en tant que valeur foncière, et non *l'espace* en tant que *milieu fonctionnel autoreproductible*.

Conserver les espèces dans les espaces libres est une nécessité pour demain.

On s'aperçoit en effet : d'une part,

. Que le mode de sélection et l'appauvrissement génétique conduisent à une fragilité de nos sys-

tèmes qui peut devenir dramatique (12 espèces végétales assurent l'essentiel de la production mondiale, riz, maïs, blé, manioc, etc... la tendance est la même en ce qui concerne l'élevage : disparition de 300 races domestiques au cours des 50 dernières années).

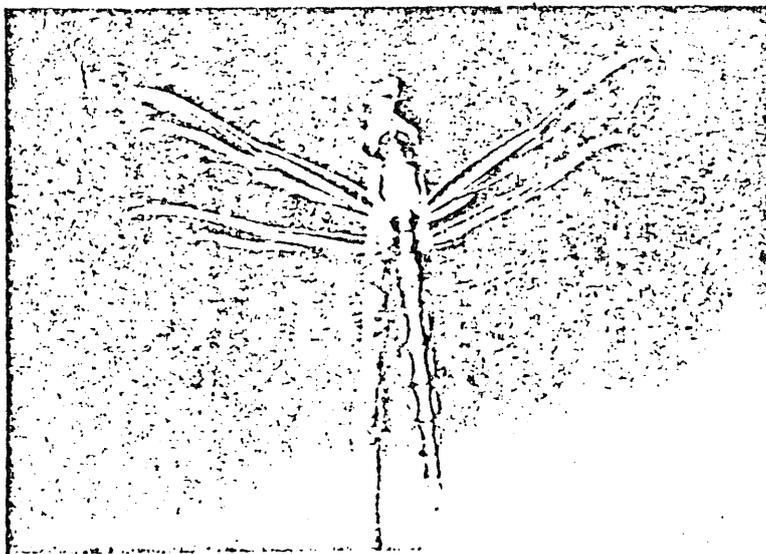
d'autre part,

. Que l'uniformation du mode de production et du produit peut se traduire :

- par une anomalie de sélection. On a ainsi créé un blé impanifiable et un autre, le blé de Joss, que l'on a dû abandonner, devenu trop sensible à la rouille.
- par des pertes de rendements considérables liées à la prolifération de ravageurs incontrôlables : les Anglais viennent de détecter une souche de pucerons : *Myzus persicae* R3, qui résiste aux trois familles principales d'insecticides, organochlorés, organophosphorés, carbamates, et qui est déjà résistant aux pyréthrine de synthèse avant leur utilisation. Seuls leurs prédateurs, coccinelles, chrysopes pourront limiter leur pullulation dans l'avenir. Encore faut-il que ces espèces disposent de leur habitat support : haies, bosquets, etc...
- par un asservissement aux exigences spécifiques de la plante ou de l'animal (disparition du bocage pour produire du maïs, irrigation de certaines zones céréalières classiques pour cultiver du maïs, etc...).
- asservissement amont et aval du système agro alimentaire. C'est l'économie qui dicte encore le choix et non les potentialités des milieux. Cela conduit à une exploitation *minière* incompatible avec la reproductibilité des systèmes (ex. : perte de fertilité des sols, introduction de bétail à grand frais en Afrique, détruisant des systèmes naturels qui étaient remarquablement productifs (antilopes, zébrés, etc...), et pouvaient donner lieu à une exploitation économique beaucoup plus rentable, etc...).

Le maintien de la diversité est essentiel, envisagé dans le cadre de la domestication ou dans le maintien des milieux naturels. En effet conserver ces derniers pour maintenir leur fonction nécessite un entretien qui pouvait leur être assuré au meilleur coût par la sélection d'une race rustique adaptée. Leur disparition entraîne la perte d'un «outil» de gestion adapté, productif de surcroît (Pie Noire Bretonne et Froment du Léon utilisant la lande, Vache Nantaise pouvant brouter le mufler dans l'eau, etc...).

Il ne s'agit pas de conserver pour conserver. Chacun des milieux naturels doit assurer des fonctions précises, donner lieu à des usages intégrés dans une économie locale, ils ne peuvent se pérenniser que si l'on est conscient de leur rôle, de leur usage actuel, usage qui doit non seulement être reconnu, mais réconforté. La vie d'une société désirent maintenir son développement en dépend.



Orthetrum albistylum femelle immature (Cliché J.L. Dommanget)

ZONES HUMIDES LITTORALES (*)

L'aménagement du littoral pose de plus en plus de problèmes aux décideurs et aux aménageurs. Milieu fini, territoire convoité, le littoral voit fleurir une multitude de projets plus ou moins contradictoires concernant son utilisation, le besoin se fait sentir, pour justifier et mener avec clairvoyance les efforts de conservation et d'aménagement des zones humides, de disposer de bases d'évaluation relatives ou absolues.

Depuis 1960 environ, des scientifiques, américains surtout, ont élaboré divers systèmes permettant d'apprécier les caractéristiques et aptitudes particulières de ces zones, de les quantifier et de les traduire en terme d'argent.

L'évaluation monétaire a l'avantage de s'inscrire facilement dans les bilans économiques classiques des aménagements. Il est difficile de faire une évaluation qui représente à elle seule l'ensemble des valeurs relatives aux marais, car il y a des valeurs tangibles (valeurs économiques), et des valeurs intangibles (valeurs écologiques, esthétiques) toutes aussi importantes que les précédentes et qui ne peuvent que très partiellement être estimées en valeurs financières.

La fonction écologique des marais commande l'ensemble de la ressource et de l'activité humaine qui s'emploie à en tirer profit. Dans un premier temps nous allons examiner les rôles écologiques du marais avant d'examiner ensuite les facteurs d'évaluation de leur richesse (ou valeur), les problèmes d'aménagement et de restauration de ces milieux.

I - ROLES ECOLOGIQUES DES ZONES HUMIDES

Les zones humides assurent des fonctions très variées toutes liées à leur particularités hydrologiques favorisant le déroulement des processus physiques, chimiques et biologiques.

A - Protection du littoral (brise-lames et brise-crués naturels)

Les marais jouent le rôle d'amortisseurs «à double effet» :

- . Amortissement des fortes marées attaquant la côte et amortissement des crues fluviales par absorption momentanée des excédents d'écoulement.
- . Brise-lames naturels.

Les terres situées en arrière des marais se trouvent ainsi protégées des inondations et de l'érosion.

B - Sédimentologie - entretien des chenaux

La végétation joue le rôle de filtre et provoque la sédimentation. Les sédiments déposés proviennent de la mer ou de la terre (sable, vase, polluant, matière organique...).

Les marais peuvent éventuellement jouer le rôle de «piège à sédiments» pour des matériaux qui, sans cela, se déposeraient sur des bancs encombrant les chenaux de navigation.

C - Régulation physico-chimique des eaux (effet tampon)

Les zones humides ont la faculté de favoriser le mélange entre les eaux douces et les eaux salées : d'où découle une «stabilisation» physico-chimique des milieux estuariens ; par dilution des eaux douces, les marais provoquent une atténuation d'écarts préjudiciables à certaines utilisations permanentes (EPA, 1977). Leur situation «en lisière» les rend particulièrement aptes à capter les apports diffus.

Dans les marais la rétention temporaire ou permanente, de sels nutritifs ou d'oligo-éléments métalliques dissous contenus dans les eaux fluviales et marines, se révèle de plus en plus comme un processus capital pour le maintien des équilibres estuariens.

(*) L'essentiel de l'argumentation de ce chapitre est développée dans un contrat du Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie et de Direction Régionale de l'Équipement des Pays de Loire, réalisé par Messieurs NOMBET et MAUVAIS pour l'OREAM de NANTES (1980).

D - Anti-pollution

Les marais peuvent servir de bassin d'oxydation chimique et biologique où les substances organiques et minérales déposées sont oxydées, décomposées et transformées. L'oxygène produit par la végétation favorise probablement la décomposition microbienne de ces matériaux, de sorte que les marais assurent un certain contrôle de la pollution organique.

Les marais peuvent prévenir l'eutrophisation des estuaires. Lorsque les eaux estuaires envahissent les marais intertidaux, les herbiers, le phytoplanton et les algues assimilent les substances nutritives. Par la suite, les végétaux peuvent être entraînés par les eaux hors des marais. Leur décomposition assurera la restitution d'une partie des éléments nutritifs aux eaux environnantes, ce qui ferme le cycle.

E - Production primaire et paraprimaire

Les marais ont une importance biologique capitale : de tous les milieux qui couvrent la surface du globe et où s'élabore la production primaire, les marais côtiers comptent parmi les plus fertiles.

Cette production primaire n'est pas directement utilisable par l'homme, mais son influence dépasse le cadre du marais : la matière organique produite fertilise la mer (en Nouvelle Angleterre, on a constaté un appauvrissement des pêcheries au large des côtes à la suite de la disparition des marais côtiers).

Le tableau I permet de comparer la productivité primaire de différents milieux naturels terrestres et marins.

F - Habitat

Ces espaces sont riches en vie animale de toutes sortes : poissons, oiseaux, gibier d'eau y viennent se nourrir, nicher, échapper aux prédateurs...

Les eaux des marais et des zones adjacentes, du fait de leurs températures et de leur richesse en substances nutritives, sont également, pour beaucoup d'espèces, des lieux de pontes et de croissance des jeunes.

II - FACTEURS D'ÉVALUATION DE L'INTERET DES MARAIS ET ZONES HUMIDES

Tous les projets d'aménagement devraient inclure la valeur des marais en état naturel dans le calcul des profits et pertes relatifs aux projets. L'appréciation de cette valeur repose sur l'évaluation qualitative des différents paramètres qui « rentabilisent » les marais : (page ci-contre).

A - Production

Le tableau donnant les productivités moyennes des différents milieux terrestres ou aquatiques montre que les zones humides se situent tout à fait en tête pour la production primaire.

On admet par ailleurs que le taux de conversion entre les consommateurs primaires et secondaires est de 10 % de moyenne (il varie grandement de 1 à 40 % selon les conditions locales et les espèces).

On peut retenir le chiffre de 1 % comme taux de conversion pondéral entre production primaire et poissons. La production finale de poissons par exemple dans les eaux côtières, baies et lagunes varie entre 7,5 et 150 kg/ha, mais peut s'élever de dix fois ces valeurs dans certains marais.

Les chiffres fournis par VIGNON (1973) concernant les prairies salées denses de l'estuaire de la Somme et de l'Authie font état d'une productivité de 40 tonnes ha/an, c'est à dire pour l'ensemble de ces deux zones 150 000 tonnes végétales (poids sec) et près de 1 700 tonnes animales invertébrés (poids vif) qui participent donc à la prospérité de la mer. Il faut estimer à près de 10 000 tonnes annuelles le produit des pêcheries engendrées par les baies de Somme et d'Authie.

Aux Etats Unis HORINTZ (1978) estime que la Niantic River (Connecticut) bordée de marais (apports nutritifs) fournit 336 kg/ha de coquilles St-Jacques par an ce qui dépasse le gain sous forme de viande de bœuf obtenu dans un très bon pâturage.

Tableau I

Estimation de la productivité nette annuelle des principaux écosystèmes
(selon WITTAKER, 1970)

Ecosystème	Surface 6 km ² X 10	Productivité par unité en France en gr. de mat. sèche par m ² et par an	
		Gramme	Moyenne
Lacs et eaux courantes	2	100 - 1 500	500
Marais et marécages	2	800 - 4 000	2 000
Estuaires et champs d'algues	2	500 - 4 000	2 000
Plateau continental	27	200 - 600	350
Large	332	2 - 400	125
Déserts, roches et glaciers	24	0 - 10	3
Toundra et alpages	8	10 - 400	140
Forêt boréale	12	400 - 2 000	800
Forêt tempérée	18	600 - 3 000	1 300
Savanes	15	200 - 2 000	700
Prairies	9	150 - 1 500	500
Terres cultivées	14	100 - 4 000	650
Total pour l'ensemble du monde	510		320

La Georgia Game and Fish Commission (WHARTON, 1976) évalue la production moyenne de poissons à 84 kg/ha/an. Le même auteur (WHARTON, 1970) estime la productivité totale du système de l'Alcovy River (Georgie) à 546 - 940 \$ par an pour 930 ha (588 \$ l'ha en 1970).

B - Habitat

Les zones humides hébergent une faune sauvage particulièrement riche et abondante. La fonction d'habitat peut être considérée comme la résultante de la productivité intense et de la variété des différents milieux des zones humides. La position géographique sur les grandes voies de migration, la complexité morphohydrographique, la diversité végétale, la rareté font principalement le prix des marais du point de vue de la fonction d'habitat.

La pêche et la chasse, ainsi que les valeurs éducatives et esthétiques peuvent servir à donner partiellement une valeur à cette fonction « inappréciables » : (cf. points E et F).

Le concept d'habitat définit la niche écologique d'un organisme dans la structure trophique de la communauté. Chaque étape de la vie d'un organisme a ses propres tolérances au niveau de l'environnement et ses exigences d'habitat. De ces facteurs dépend la survie de l'espèce. Certaines espèces passent toute leur vie dans un seul type d'habitat alors que d'autres ont besoin de plusieurs types, avec des exigences plus complexes. L'intérêt des zones humides est de satisfaire à la fois des exigences simples et multiples pour un très grand nombre d'espèces (REPPERT, 1979). Ainsi les zones humides, en contact direct avec les estuaires ou les eaux côtières, sont ainsi essentielles pour de nombreux poissons et invertébrés : la sole, la plie, le hareng, le merlan, la morue, l'esturgeon, la lamproie, l'alose, qui utilisent ces zones humides pour la ponte, la nourriture ou l'abri de leur progéniture.

Beaucoup d'espèces à comportement migratoire, comme le saumon et l'anguille doivent les traverser au moins deux fois, à l'âge adulte pour gagner les lieux de ponte et au stade juvénile pour aller à la mer pour le saumon (l'inverse pour l'anguille).

La diversité et l'abondance de la plupart des groupes d'animaux croissent avec l'augmentation de la diversité structurale de l'habitat. En outre, plus le zonage vertical et horizontal des habitats sera étendu et les zones en lisière développées, plus nombreuses seront les espèces animales aptes à les utiliser.

Pour évaluer la valeur des marais en terme d'habitat on peut prendre comme indication biologique les oiseaux consommateurs de 1ère, 2ème ou même 3ème ordre. Leur population est facile à évaluer et permet d'apprécier assez exactement la productivité globale du milieu.

C - Fonctions physiques

Les zones humides ont un certain nombre de rôles bénéfiques dans le domaine de la dynamique littorale et de l'hydraulique :

- fixation des littoraux et chenaux,
- contrôle des écoulements de surface,
- recharge des nappes aquifères.

Ce sont les aliénations et les destructions massives de marais qui ont attiré l'attention sur les services discrets, et gratuits, que ces milieux rendent naturellement :

- le maintien ou la reconstitution d'un marais permet bien souvent de faire l'économie d'un ouvrage de défense de la côte.
- la fixation par les marais des sédiments mobiles en bordure des chenaux de navigation représente une économie sur les travaux de dragage. La diminution de la turbidité favorise la production biologique.
- l'effet tampon des zones humides vis à vis des excès hydrologiques.

a) Fixation des littoraux et chenaux

Plus les espaces littoraux ou riverains sont densément peuplés et construits, plus la protection de la ligne de rivage prend d'importance, et plus les marais capables de remplacer de coûteuses structures deviennent précieux à cet égard. Selon WAYNE (1975) une végétation de spartines sur le schorre réduit la hauteur des vagues de 71 % et leur énergie de 91% (Golfe du Mexique). A titre d'exemple sur le littoral bas normand un aménagement avec perré et épis revenait à environ 9 000 F le mètre linéaire en 1972. Les sommes consacrées à l'entretien des digues de prises seraient plus judicieusement utilisées à créer des zones tampons intertidales par plantation de spartines sur les estrans situés au devant des ouvrages.

Aspect sédimentaire : BOUTELIER (1977) qui a étudié la sédimentation de l'Île Chevalier dans l'estuaire de la Loire, estime que les roseaux (*Scirpus maritimus*, *Phragmites communis*) retiennent deux tonnes de sédiments à l'hectare par cycle de marée de 12 h en vive eau, soit environ 3cm/an. WOODHOUSE (1979) a mis en évidence la réduction de turbidité, qui évite l'envasement des parcs à coquillages et accroît la pénétration lumineuse nécessaire à la production phytoplancto-

nique. Un calcul simple permettrait d'évaluer le prix des services d'accrétion sédimentaire :

- appliquer le coût du dragage de chenal au tonnage de sédiments fixés annuellement par les marais riverains.
- Appliquer le coût et le rendement horaire de dévasement des parcs conchylicoles à ces mêmes dépôts.

b) Contrôle des écoulements de surface

Régulateur hydrologique :

Le travail de régulateur hydrologique du marais est défini comme un rôle de maintien de la stabilité et de l'intégrité de l'ensemble du système régi par des relations physiques et fonctionnelles. Maintenir le marais en état, c'est garantir l'intégrité des réseaux de drainage naturels, de la distribution sédimentaire, de la répartition des salinités, des échanges hydrauliques, des trajectoires de courant, etc...

Amortisseurs des marais et des crues :

Un guide pratique d'évaluation du rôle des marais a été établi par REPERT (1979). Le bénéfice à tirer de cette technique pourrait se mesurer par la différence entre le coût d'ouvrage de protection et la perte indirecte occasionnée par le maintien en l'état du marais. L'exemple du projet de la Charles River (voir en annexe) est particulièrement intéressant à cet égard. Le rôle de protection des marais maritimes situés en aval des agglomérations peut être important contre des marées exceptionnelles.

Recharge des nappes phréatiques :

Certaines zones humides peuvent avoir une fonction non négligeable dans ce domaine selon :

- la surface des marais par rapport à la surface totale du bassin versant,
- les caractéristiques hydrauliques du substrat et de la nappe aquifère dépendant des marais (porosité, perméabilité, transmissibilité).

D - Épuration

Le pouvoir épurateur des marais a attiré très tôt l'attention des biologistes du fait de ses relations avec les études de production par le lien des sels nutritifs. Aujourd'hui, les graves préoccupations concernant la qualité des eaux estuariennes et la demande croissante d'assainissement des agglomérations littorales doit porter sur cette aptitude particulière un intérêt justifié. Les conclusions des études font apparaître un rendement bien meilleur en épuration tertiaire (sels nutritifs, déchets toxiques) qu'en épuration secondaire (DBO). Or l'épuration tertiaire qui s'imposerait dans de nombreux cas, tarde à se généraliser à cause de son coût, contrairement à ce qui se passe pour l'épuration secondaire. On voit donc le rôle de finition extrêmement précieux que peuvent rendre les marais dans le processus d'une épuration complète. A condition de les conserver intacts, les marais peuvent donc continuer à traiter naturellement les eaux qui les traversent, en abaissant les teneurs en azote (phosphore, métaux lourds, organo-chlorés, hydrocarbure, bactéries).

Connaissant le coût de ces traitements en station d'épuration, il a été possible d'imputer aux marais un service chiffrable à plusieurs dizaines de milliers de dollars l'hectare chaque année. ODUM (1978) a trouvé que les marais utilisent 25 fois moins de carburant fossile que les stations tertiaires pour accomplir le même travail. Le coût effectif de la somme des services vitaux rendus par les zones humides pour lesquels les technologies humaines ne peuvent s'aligner est astronomique.

Les dépenses U.S. pour le traitement des effluents se montaient à 3,2 millions de \$ en 1972 et à près de 3,5 millions en 1973, dernière année où les statistiques sont disponibles (KNEELAN McNULTY 1977). Le travail naturel effectué sur les estuaires de la côte Est des U.S.A. se chiffre environ à 1,4 millions de \$ par an ; c'est ce qu'il coûterait au moins pour traiter les effluents domestiques actuellement déversés (BAHR 1978).

En ce qui concerne l'épuration secondaire un récent rapport de l'E.P.A. indique que les cinq plus grands estuaires de la côte atlantique des E.U.A. traitent une quantité d'effluents organiques équivalents à une moyenne de 21,3 kg de DBO par jour et par hectare (SWEET D. 1971), ce qui représente un rapport de 700 \$/ha/an.

L'épuration tertiaire par les marais est importante (VALIELA et al 1976) et porte essentiellement sur :

- une épuration des produits azotés et phosphorés des eaux polluées par les marais par un triple processus : accroissement de la production de matière organique, réduction de la fixation de l'azote atmosphérique et accroissement de la dénitrification, réduction de 60 à 70 % des taux de nitrates et phosphates après passage des eaux usées durant plusieurs heures sur un marais intertidal de 200 ha (GRAND, 1970).
- une rétention des métaux lourds par les vases, (d'une efficacité très variable selon le métal considéré),
- une accumulation des hydrocarbures dans les vases où ils peuvent être activement décomposés particulièrement à de bas niveaux de pollution,
- une rétention des organochlorés,
- une réduction du taux de bactéries coliformes dans les eaux qui drainent les marais.

Le potentiel d'épuration représenté par les marais de la côte Ouest atlantique Française est à mettre en parallèle avec le très important effort d'assainissement du littoral mis en place par le Gouvernement Français (8 milliards de F. sur la période 1980-1990). Mais dans le même temps un vaste programme «d'assainissement» des marais (250 000 ha) de cette façade maritime est en cours. Il y a là une incohérence manifeste en matière d'aménagement optimal. En Hollande une expérimentation en grandeur réelle (camping de 2 000 personnes a été effectué (voir tableau II).

En tant que procédé opérationnel le lagunage en marais peut être envisagé dans des régions où de vastes zones de marais sont disponibles ou peu utilisées, c'est à dire en France dans la région Centre-Ouest, l'Aquitaine et le Languedoc.

GOSSELONK et al. (1974) concluent que «l'Homme dépendra et devra s'appuyer de plus en plus sur les écosystèmes naturels productifs pour le traitement tertiaire d'énormes volumes d'effluents peu chargés qu'il serait extrêmement coûteux de traiter artificiellement. C'est pourquoi l'évaluation des estuaires en tant que système d'épuration tertiaire doit s'élever à des dizaines de dollars l'acre (1 acre = 0,4 ha).

E - Exploitation des marais à l'état naturel

L'exploitation des zones humides (pêche, chasse, agriculture, mariculture, cueillette), procure soit un revenu professionnel, soit une satisfaction chiffrable en dépenses de loisirs. Ces deux chiffres fournissent directement une valeur d'exploitation de l'hectare de marais.

a) Pêche professionnelle

Les scientifiques estiment qu'environ 65 % des prises commerciales totales faites dans les eaux côtières sont composées d'espèces qui dépendent des marais maritimes et des estuaires à un moment quelconque de leur vie (Mc HUG, 1966). Si l'on considère la pêche Hollandaise par exemple pour la plie, la sole, le hareng, ces trois espèces représentent 1/3 des prises en poids mais plus de 60 % en valeur (135 millions de Florins en 1966-68).

Parmi les dix espèces recherchées commercialement aux E.U.A., trois seulement ne sont pas des espèces dépendantes des estuaires (thon, langoustes et divers poissons de fond) (REPERT 1979).

«Presque toute la pêche commerciale repose sur des espèces qui dépendent à leur tour des marais. Bien entendu, elles sont aussi dépendantes de la partie aquatique du système, mais on peut présumer que, sans marais et zones humides, il n'y aurait pas de pêche» (WASS, 1969).

C'est ce type d'arguments qui a amené les Hollandais à modifier le barrage d'estuaire sur l'Escaut pour ne pas stériliser les marais du Waddensea, le bilan/coût/avantage faisait en effet ressortir l'intérêt, pour la pêche côtière, mais plus encore pour la pêche au large, du maintien du bon fonctionnement de l'ensemble de l'estuaire. La solution technique retenue (barrage mobile, au lieu de digue fixe) est quatre fois plus coûteuse que le projet initial de barrage et ne sera mise en œuvre qu'en 1985 (contre 1980 pour le projet retenu initialement), mais ce surcoût sera très vite compensé par les bénéfices induits par le milieu naturel (voir en annexe «le plan Delta» joint).

Tableau II

Rendement et aspect financier du traitement des effluents par les marais
(d'après J. de LONG, 1975)

Type de station d'épuration	Rendements comparés % de réduction				Comparaison des investissements et fonctionnement annuel en florins (3) pour des équipements d'une capacité de 2000 équiv. habitat
	DBO	N Total	P-Total	MPN	
Filtres bactériens	60-95	< 50	25-30	70-95	
Boues activées	50-95	< 50 (2)	25-30	70-98	<i>Invest. par eq. h. 183 (3)</i> <i>Fonction. par eq. h. 4,5 (3)</i>
Bassins à <i>Scirpus lacustris</i> (10 j. de rétention)	> 98	95	93	> 98	<i>Invest. par eq. h. 30 (3)</i> <i>Fonction. par eq. h. 4,5 (3)</i>

NOTE :

(1) 1 équivalent habitant : 100 litres d'effluent/jour
54 g. DBO₅/jour

(2) de 80 à 90 % avec procédé de dénitrification

(3) 1 Florin hollandais : 0,4 U. \$ (1975)

Production maricole : l'ostréiculture, la mytiliculture, la conchyliculture en général, sont des activités traditionnelles bien répandues sur les côtes françaises et dont la valeur n'est contestée par personne. Ces activités sont strictement inféodées, à l'existence de zones estuariennes et maricoles en bon état de fonctionnement. (C'est ainsi par exemple que si la construction du barrage d'Arzal a permis la mise en culture de 2 500 ha de marais, la conséquence sur le milieu marin a été la quasi disparition de la mytiliculture professionnelle dans l'estuaire).

b) Pêche amateur et chasse

Dans de nombreux secteurs, la pêche amateur, la chasse et la navigation de plaisance sont des activités beaucoup plus importantes que la pêche professionnelle et ceci est particulièrement vrai autour des grosses agglomérations.

Il existe deux approches pour évaluer les bénéfices provenant de la pêche amateur et de la chasse :

— les dépenses du pratiquant, basées sur le fait que la personne se livrant à cette activité dépense certaines sommes d'argent sur place en nourriture, logement, transport, etc... Par cette méthode BROWN (1967) et CRITCHEN (1967) ont trouvé pour les marais de Caroline du Nord un produit de pêche sportive en 1966 de 383 \$ par hectare et par an.

— une autre approche intitulée «droit d'utilisation» tient compte uniquement du prix ou droit journalier, saisonnier ou cumul acquitté par le pratiquant de l'activité. Ce prix est le rapport net du concessionnaire du plan d'eau considéré. En France le droit de chasse sur le domaine maritime a été amodié à 42 associations ; les loyers sont indexés sur le cours du blé de fermage, révisables chaque année, donc en définitive ces loyers sont fixés selon des critères de valeur agricole.

En Camargue, l'activité cynégétique rapporte 3 à 4 fois plus à l'hectare et par an que la culture du blé et du maïs. Toutefois, il ne faut pas se leurrer, c'est un choix artificiel, car on bénéficie en France des efforts de protection des oiseaux déployés ailleurs et on en récolte les fruits.

c) Agriculture :

Nous considérons ici la seule exploitation en l'état du schorre, de prairies, salées non endiguées, ou de marais saumâtres à l'exclusion des polders.

- Elevage

La végétation naturelle ou semi-naturelle des marais maritimes doit être aménagée de telle manière que la biomasse sur pied demeure à un niveau relativement bas, mais conserve une grande stabilité. A cet égard, le pâturage semble être la principale forme d'aménagement.

L'exploitation doit tenir compte d'une perte de pâture de 80 à 100 jours par an correspondant à la période de submersion du marais à pleine mer de vive eau (BEEFTINK, 1977).

VIGNON (1973) a donné une évaluation d'un marais estuarien picard basée sur la redevance locative : «la prairie salée est d'ailleurs partiellement pacagée grâce à un système de mise en adjudication puisqu'il s'agit essentiellement du domaine public maritime (550 ha en baie de Somme) : «Les Mollières venues». Cette prairie a une qualité fourragère non négligeable, qui rapporte aux Domaines 29 010 F (année 1972). Ce même auteur donne un engraissement annuel de 210 kg de bœuf pâturant 1 ha de pré salé, ce qui équivaut (en 1972) à 1 680 F/ha/an au prix de 8 F le kg poids vif.

d) Sylviculture

Selon GOODWIN, la production de bois des marais doux atteint à peu près 12 tonnes par hectare et par an. BAHR (1978) donne la valeur de plus de 240\$/ha/an comme rapport de l'exploitation du bois des zones humides. En Suède on a obtenu des rendements ligneux de 30 tonnes/ha/an pour des espèces sélectionnées de saules et de peupliers, soit un équivalent énergétique de 134 000 Kwh en moyenne pour la forêt naturelle. L'exploitation du peuplier dans les «marais mouillés» poitevins est une activité rentable dont le taux moyen est estimé à 6 % par an. Pour croître dans de bonnes conditions chaque arbre doit disposer de 50 m².

e) Artisanat

Les plantes des marais donnent lieu à un artisanat spécifique essentiellement axé sur le tissage et la réalisation de paniers, sièges, etc... en osier.

f) Pharmacologie

Il n'existe pas d'estimation chiffrée de l'importance économique des plantes dans ce domaine, mais une cueillette non négligeable existe.

AUTRES VALEURS OU FONCTIONS DES MARAIS

La beauté, le calme, l'isolement des zones humides orientent très souvent les pas des amoureux de la nature. L'évaluation de la valeur de ces sites ne peut qu'être qualitative et indirecte, basée sur des attributs sensitifs, intuitifs (visuels, auditifs). Les valeurs éducatives se basent plutôt sur la capacité d'accueil sans nuire à l'intérêt.

P. SCOTT (1972) remarquait que dans une civilisation évoluée, les valeurs esthétiques et éthiques devaient primer toutes les autres et que l'Europe se devait de maintenir dans ses paysages la plus grande diversité possible d'habitats naturels par leur beauté intrinsèque, leur valeur stimulante et récréative, tout comme elle admet la nécessité de la recherche pure.

BROSSELIN (1974) propose une échelle de cotation des espaces naturels basée sur quatre critères : 1. esthétique, 2. géologique, 3 et 4 botanique et géologie en fonction de leur rareté et non de leur productivité.

BEEFTINK (1977) propose lui cinq critères d'évaluation écologique qui ont presque tous des incidences esthétiques et éducatives.

- la diversité des peuplements végétaux
- la rareté des espèces (végétales et animales)
- le caractère naturel (ou le degré d'altération par l'homme)
- l'étendue du marais
- la valeur de remplacement (en cas de destruction)

Il ne faut pas oublier que les qualités esthétiques et naturelles d'un site proposé pour être aménagé, qualités qui ont pu précisément orienter le choix d'aménagement à l'origine, ne peuvent pas être évaluées en argent mais une fois perdues, ne peuvent être remplacées : la perte de cette ressource implique la perte du choix pour d'autres utilisations futures du site.

III - UTILISATION DES FACTEURS D'EVALUATIONS

Nous venons de voir les différents paramètres qui justifient la valeur d'un marais ou d'une zone humide, mais il n'a pas encore été possible d'en faire une qui représente à elle seule l'ensemble des valeurs relatives aux marais aussi bien les valeurs tangibles, appréciables économiquement que celles qui représentent les valeurs intangibles (valeurs écologiques, esthétiques, etc..) toutes aussi importantes que les précédentes et qui ne peuvent que très partiellement être estimées en valeur financière.

Les tentatives d'évaluation globales sont de deux types :

— *les évaluations qualitatives :*

Elles s'appuient sur l'analyse détaillée des caractéristiques des zones humides et consistent pratiquement :

- . soit à utiliser un indicateur (la végétation) intégrant ces caractéristiques.
- . soit à utiliser des grilles ou matrices permettant de chiffrer chaque entrée et d'obtenir un total ou note globale.

Ces deux procédés permettent de qualifier un marais particulier (précieux ou d'intérêt médiocre) et de comparer plusieurs marais entre eux, d'une manière à la fois précise et scientifiquement fondée.

— *les évaluations monétaires*

Elles se rattachent à deux familles :

- . les évaluations analytiques par les composants économiques :

Calcul du cumul des profits effectivement tirés de toutes les activités qui ont pour source ou pour cadre les marais.

Calcul de la facture représentant le coût de remplacement des services rendus gratuitement par le marais, et par la reconstruction d'un écosystème équivalent à celui que l'on veut estimer et qui correspond au prix du matériel végétal et du travail nécessaire.

Calcul de l'impact économique de l'activité spécifique « exploitation des marais », sur l'économie régionale par le biais des réinvestissements des profits.

- . Les évaluations synthétiques : elles font appel à un système original de valeur, sorte de dénominateur commun, l'énergie capable de quantifier équitablement les différentes formes de la contri-

bution des marais au fonctionnement de l'écosystème dans son ensemble.

Une fois quantifiée l'énergie doit être corrigée, selon sa qualité ou son effet réel sur l'écosystème avant d'être traduite en terme monétaire.

La plupart des méthodes employées pour calculer cette valeur monétaire sous-estiment généralement ce que les écologistes considèrent comme la «vraie valeur» de l'écosystème. Par exemple, jusqu'à un proche passé, les économistes ont considéré comme gratuits les apports extérieurs à l'économie humaine et même de nos jours, on n'attribue de valeur économique qu'à des écosystèmes naturels dégradés et de productivité diminuée du fait de leur aménagement.

La régularisation écologique de la qualité des eaux est un exemple du type de service que les économistes considèrent traditionnellement comme des apports gratuits à leur système de valeurs. Cependant, quand les zones humides disparaissent, ces services gratuits s'évanouissent et les hommes doivent dépenser de l'énergie et de la technologie pour accomplir le même travail.

Un exemple de coût de remplacement d'un écosystème détruit par l'activité humaine est celui qui résulte du procès intenté par le Commonwealth of Porto Rico où le juge fédéral Jean TORRUELLAS (1978) a décidé que la compagnie d'assurance devrait verser 6,1 millions de \$ comme dommage global à l'environnement, à la suite d'une pollution par hydrocarbures d'une mangrove de 8 ha.

Calcul de la valeur de remplacement d'une mangrove de Porto-Rico
(selon TORRUELLAS, 1978)

RAPPORT	MONTANT	
a Surface impliquée	8,094	ha
b Densité d'organismes	11.380.155	/ha
c Mortalité totale	92.109.720	animaux
d Prix minimum de remplacement	0,06	\$ par animal
e Valeur des pertes en animaux	5.526.583	
f Coût pour replanter	40.771	\$ / ha
g Coût pour replanter 9,3 ha	379.170	\$
h Programme de surveillance et de maintenance durant 5 ans	180.000	\$
i Travaux de nettoyage	78.108,89	\$
j Valeur totale de remplacement	6.163,861	\$
	(761.534	\$ / ha)

Pour conclure, le modèle américain nous fournit matière à réflexion sur l'évolution des mentalités vis-à-vis des zones humides. C'est ainsi que le point de vue des Services de l'Agriculture sur l'utilisation agricole des zones humides révélé par un memorandum de l'U.S. Département of Agriculture (Soil Conservation Service) en 1975 marque un changement profond. En 1953 ce même Ministère avait annoncé que 20,2 millions d'ha de marais et terres soumises à des inondations seraient physiquement utilisables pour les cultures ou l'élevage si elles étaient convenablement drainées. La Conservation Planning Memorandum de 1975 énonce que pour 18 ou 20 types de zones humides (inondées saisonnièrement ou prairies d'eau douce), le «Soil Conservation Service» ne procurera pas d'aide technique ou financière pour drainer ou altérer les marais... dans le but de les convertir à d'autres usages. On déplore que des millions d'ha de marais aient été abimés ou affectés à d'autres usages. Un soin et un effort extraordinaire sont nécessaires pour protéger les écosystèmes aquatiques restants».

Il apparaît donc à l'évidence que les pouvoirs publics en France se doivent de contrôler le plus rapidement possible l'utilisation des zones humides littorales pour en assurer une gestion optimale. Cette gestion passe certainement par des acquisitions foncières des zones les plus importantes du domaine terrestre et par une politique de protection des eaux des bassins versants plus rigoureuses.

Bibliographie

- BAHR L.M. et al., 1978. — Statement on Wetland Values, prepared for Marshland Use Evaluation Subcommittee of the House Ways and Means Committee Louisiana House of Representatives. *Coastal Ecology Laboratory, Center for Wetland Resources Louisiana State University, Baton Rouge, Louisiana 70.803.* (Evaluation selon diverses utilisations du marais).
- BEEFTINK W.G., 1977. — Salt Marshes, in the ciastline, R.S.K. Barnes Ed. John Wiley & sons. ch. 6 p. 93-121. Pressions sur les marais maritimes. Agriculture, Endiguements, Extractions, Pollution, Récréation, Industrie.
- BOUTELIER P., 1977. — Le rôle des roselières sur la rétention des sédiments dans l'estuaire de la Loire. Diplôme d'Etudes Approfondies de Géologie Appliquée. Laboratoire de Géologie Marine Appliquée. Université de Nantes. 29 p.
- BROSSELIN M., 1974. — Echelle de cotation des espaces naturels. in *Le Courrier de la Nature*. Mars-avril 1974, n° 30. pp. 66-72
- BROWN J.T., 1967. What good are estuaries to fisheries ? *Proc. Inter-Agency Council on natural Resources*, Nov. 21, 1967, Raleigh, N.C. 6 p
- CLARK J.R., 1977. Coastal Ecosystem Management, a Technical Manual for the Conservation of Coastal Zone Resources. *The Conservation Foundation, John WILEY & Sons.* 928 p.
- CLARK J. et Judith CLARK., 1979. — Scientists' Report. *The National Symposium on Wetlands, Lake Buena Vista, Florida.* Nov 6-9 1978. National Wetlands Technical Council Washington DC.
- CRITCHEN, STUART T., 1967. — The wildlife values of North Carolina's estuarine lands and waters. *Proc. Inter-Agency Council on Natural Resources*. Nov. 21, 1967, Raleigh, N.C. 4p.
- P.A., 1977. — Estuarine Pollution Control and Assessment. *Proceedings of a Conference*. Vol. I et 00. 756 pp.
- GOSSELINK J.G., E.P. ODUM. et R. P. POPE., 1974. — The Value of the Tidal Marsh. Center for Wetland Resources. *La State Univ. Baton Rouge ; LSU-5, 70-03,* 30 pp.
- HORWITZ E.L., 1978. — Our Nation's Westlands an interagency Task Force Report *Council on Enrironmental Quality*, U.S. Government Printing Office Washington, D.C. 20402, 70 pp. (Commentaire sur les conséquences de divers aménagements).
- JONG J. de, 1975. — Bulrush and reed ponds : purification of sewage with the aide of ponds with bulrushes or reeds. Paper presented at international Conference on Biological Water Quality Improvement Alternatives. Philadelphia, Pennsylvania.
- JONG J. de, 1976. — The purification of wastewater with the aid of rush or reed ponds. in *Tourbier J. and PERSION R.W.* pp. 133-139. (Expériences hollandaises sur de petites unités d'épuration).
- KREELAND Mc NULTY J., 1977. — Discharge of sewage, in J. CLARK 1977, *Coastal Ecosystem Management*, The conservation Foundation.
- MANAUD F., MONBET Y. — Evaluation des zones humides. *Contrat Ministère de l'Environnement et du Cadre de vie. Gréau des pays de Loire.* 1980, 263 pp.
- Mc HUGH J.L., 1966. — Management of Estuarine Fisheries in *Symposium on Estuarine Fisheries* American Fisheries Society Special Publication n° 3 : 133-154