



CARTOGRAPHIE DES HABITATS D'INTERET EUROPEEN DU GOLFE DU MORBIHAN ET DE LA RIVIERE DE PENERF

SEPTEMBRE 2002

N. Bernard et S. Chauvaud



CARTOGRAPHIE DES HABITATS NATURELS EUROPEENS
DU GOLFE DU MORBIHAN ET DE LA RIVIERE DE PENERF
2002

La maîtrise d'ouvrage a été assurée par la Diren Bretagne à travers un comité de pilotage constitué de Noël Jequel, Patrick Singelin, Daniel Lasne et Yves Richard.

L'Ifremer a apporté son assistance technique.



Sommaire

I INTRODUCTION	p 1
<i>II Matériel et méthode</i>	<i>p 5</i>
II-1 Données disponibles	p 6
II-2 Méthodologie	p 7
II-2-1 Principe	p 7
II-2-2 Résolution spatiale	p 7
II-3 Protocole d'analyse	p 8
II-3-1 Histogramme rang-fréquence	p 8
II-3-2 Classification non supervisée	p 9
II-3-3 Vérité terrain	p 10
II-3-4 Intégration des données de terrain	p 11
II-4 Réflexion sur la méthode	p 12
 <i>III Résultats</i>	 <i>p 13</i>
III – 1 Cartes des habitats Européens	p 13
III – 2 Habitats marins	p 19
III – 3 Habitats terrestres	p 31
 IV Problèmes et enjeux	 p 49
IV – 1 Enjeux de conservation et menaces pour les habitats marins	p 51
IV – 1 – 1 Enjeux	p 53
IV – 1 – 2 Menaces potentielles	p 54
IV – 1 – 2 Evaluation de l'état de conservation des habitats marins	p 54

IV- 1 – 2 Facteurs agissant sur la dégradation des habitats marins	p
55	
IV – 2 Enjeux de conservation et menaces pour les habitats terrestres	p 61
IV – 2 – 1 Enjeux	p 61
IV –2-2 Facteurs agissant sur l’état de conservation des habitats	p 62
 V CONCLUSIONS	 P 68
 BIBLIOGRAPHIE	 P 70

I INTRODUCTION

Les sites du Golfe du Morbihan et de la Rivière de Penerf (Figure 1), déjà reconnus au titre de la convention de Ramsar sur les zones humides d'importance internationale, sont proposés pour intégrer le réseau européen Natura 2000. L'objectif général est de conserver la biodiversité en assurant le maintien ou le rétablissement, dans un état de conservation favorable, des habitats naturels et des espèces de faune et de flore sauvages d'intérêt communautaire.

Le Golfe du Morbihan, situé sur le littoral Sud-breton, est une baie fermée. Ses nombreux îles et îlots, marais, prés-salés, vasières et côtes rocheuses en font un site exceptionnel. Le site est aujourd'hui soumis à une très forte pression d'urbanisation, mais il conserve encore un intérêt paysager marqué et une grande richesse écologique.

La Rivière de Penerf constitue un vaste ensemble humide, récepteur d'un bassin versant de taille modeste. Elle est constituée de trois bras que forment les étiers de Damgam/Ambon, de l'Epiney, de Caden et de leur prolongement en marais saumâtres. Cette étendue plate où les contours de la terre se confondent avec le schorre et les marais intérieurs présente de vastes étendues de transition d'une grande richesse patrimoniale.

Le milieu marin

Moins facile à appréhender dans sa géographie et dans son fonctionnement le milieu marin mérite une présentation plus complète.

Le **Golfe du Morbihan** constitue une baie « fermée », parsemée d'îles et d'îlots. Le Golfe du Morbihan représente un plan d'eau de 11 500 ha. Ce système s'organise autour de trois rivières, de direction Nord-Sud : la rivière d'Auray, la rivière de Vannes et la rivière de Noyal. L'évacuation, vers l'océan Atlantique, de ces trois rivières aux débits modestes par rapport aux volumes marins oscillants, se fait par un passage unique, très étroit (900 m) et excentré à l'ouest : le goulet de Port-Navalo, situé entre Locmariaquer et Port-Navalo.

Les deux plus grandes îles : l'île aux Moines et l'île d'Arz occupent la partie centrale du Golfe. L'île aux Moines constitue la limite naturelle entre un bassin oriental et un bassin occidental.

Ce dernier est directement sous influence océanique, il est caractérisé par des courants violents qui résultent de l'étroitesse du goulet de Port-Navalo, et par des zones de remous entre les îles et îlots. Le plancher sous-marin est profond (-15 à -20 m), les côtes sont rocheuses, découpées et les vallées encaissées.

Le bassin oriental, quant à lui, est le siège de courants relativement atténués. Ce bassin est principalement occupé par de grandes vasières et sa bathymétrie est faible.

La configuration du Golfe perturbe le cycle de marée et le renouvellement biquotidien des eaux varie selon le coefficient de marée et la météorologie (anticyclone/dépression). Marcos *et al.* (1995) montrent que globalement, au bout de 10 marées, les pourcentages de renouvellement en volume sont respectivement de 60 %, 41 %, 30 % en marée de vives eaux, marée moyenne et marée de mortes eaux.

Le Golfe du Morbihan se trouve hors de la circulation océanique générale, car ce bassin intérieur est protégé des houles par le tombolo de Quiberon et bordé par la barrière de hauts fonds et d'îles (Houat, Hoëdic, Belle-Île) du Mor Braz (la grande mer). De ce fait, les principaux courants affectant le Golfe sont les courants de marée (flot et jusant) qui, pénétrant par le goulet de Port-Navalo, se renversent quatre fois par jour. La marée représente l'agent morphodynamique fondamental de la géomorphologie de l'estran, contribuant à la mise en place du matériel sédimentaire (Marcos *et al.*, 1995). Marcaillou *et al.* (1996), ont dressé la cartographie des caractéristiques sédimentaires du Golfe. Cette étude montre le caractère très compartimenté de ce bassin et l'importante variabilité locale due à la morphologie des sites et à l'hydrodynamisme qui y règne. Le rapport de Caroff V. (1998) sur l'évolution de la bathymétrie dans le Golfe, met en évidence l'absence de variation globale significative dans le bilan érosion/envasement du Golfe mais conclut à l'existence de nombreux déplacements de sédiments au sein du « stock », générant une mosaïque de micro-variations locales actuellement mal quantifiées.

A l'extérieur du Golfe, le littoral est soumis à l'action de la houle et aux courants de marée. La côte sud (Arzon – Saint-Gildas) est plus escarpée que la côte nord (Locmariaquer – Saint Philibert)

La partie marine de la **Rivière de Penerf** est constituée de deux entités distinctes. Une partie qui englobe les étiers a un fonctionnement strictement estuarien. A chaque marée la rivière de Penerf se vide presque totalement, les volumes d'eau échangés avec la mer ouverte sont faibles ce qui explique que les courants de marée demeurent modérés. Sur la façade atlantique du site, les fonds sont en pente douce. Ils présentent une alternance de fonds meubles et de platiers rocheux.

Ce secteur est soumis aux mêmes conditions hydrodynamiques générales que celles qui prévalent à l'extérieur du Golfe.

Ces sites sont concernés par de nombreuses mesures réglementaires de protection : Site Ramsar, Zone de Protection Spéciale - ZPS, Sites Inscrits et Sites Classés, Réserves Naturelles, Réserve de Chasse Maritime. Un Schéma de Mise en Valeur de la Mer (SMVM) du Golfe du Morbihan est en cours d'élaboration. Le réseau Natura 2000 a pour vocation le maintien de la diversité biologique des habitats naturels tout en tenant compte des exigences économiques, sociales, culturelles, régionales et locales. Le SMVM vise à affecter, de façon compatible avec la préservation de l'environnement, l'espace maritime aux diverses activités humaines et ce, dans le but d'instaurer les fondements d'une charte d'utilisation rationnelle et durable du Golfe. La présente étude, menée dans le cadre de Natura 2000, s'inscrit dans ce contexte. Elle a pour objet la réalisation d'un inventaire cartographique des habitats européens des deux sites.

II MATERIELS ET METHODE

Le cahier des charges imposait certaines contraintes : pour le milieu terrestre les cartes devaient être réalisées au 5000^{ième} et les formations phytosociologiques décrites jusqu'à l'alliance (cahiers d'habitats). Dans le milieu marin, tous les habitats, décrits dans les cahiers d'habitats et présentant des surfaces significatives, devaient être inventoriés. Les herbiers devaient être décrits en fonction du type sédimentaire et du taux de recouvrement du sol par ces végétaux. La précision géographique attendue devait permettre le suivi de l'évolution des structures biosédimentaires et tout particulièrement celle des herbiers de Phanérogames marines. Les cartes devaient être réalisées à partir des orthophotographies de l'IGN. La limite bathymétrique étant imposée par la pénétration de la lumière dans l'eau et par la turbidité, aucun inventaire des zones profondes n'était attendu.

Sur des secteurs étendus comme le Golfe du Morbihan et la rivière de Penerf, la mise en œuvre de moyens d'inventaires tels que des relevés de terrain classiques, est techniquement très difficile. La photo-interprétation de clichés aériens pose le problème de l'inventaire d'objets qui, particulièrement sur l'estran, présentent des couleurs trop proches pour être discriminées à l'œil nu. Ces deux méthodes ne permettent pas de tracer des frontières précises entre les différents habitats et donc se pose le problème du suivi de ces structures à partir de documents trop imprécis.

La télédétection permet de s'affranchir de ces contraintes. En effet, à partir d'un calibrage de terrain adapté, il est possible de réaliser une classification fiable et exhaustive des images télédéteectées.

Historiquement la télédétection a été développée par les Américains pour suivre la production agricole de L'URSS. Aujourd'hui, la télédétection est un outil très couramment utilisé par les agronomes (Cemagref, Inra...) et les forestiers (ONF, Cemagref...). Cet outil est communément utilisé par les scientifiques pour décrire des formations végétales terrestres. En effet, pour le milieu terrestre l'information fournie par les capteurs sensibles au spectre visible et à l'infrarouge est généralement très riche. Dans la présente étude le cahier des charges excluait de retenir des données satellitaires. En effet, la résolution de ces dernières est incompatible avec un travail au 5000^{ième}.

Les travaux de Joubin (1909), dans la région de Roscoff, sont pionniers pour l'utilisation de la photographie aérienne dans l'étude de la répartition des différentes ceintures algales. Davy de Virville (1960) a cartographié les principales espèces d'algues et les différents types de substrats à partir de photographies en noir et blanc. Floc'h (1967) a réalisé une carte des communautés algales de l'archipel de Molène à partir de photographies panchromatiques et couleurs. Perez et Audouin (1973) ont étudié la répartition des grands champs d'algues brunes entre l'île Grande et l'île de Siec par interprétation de photographies couleur. Huon (1993) a pu établir un relevé des champs de laminaires de l'archipel de Bréhat. Gourmelon *et al.* (1993) ont réalisé une cartographie des principales strates biosédimentaires de l'archipel de Molène. Chauvaud et Jean (1998) ont ainsi pu cartographier les grandes ceintures algales de l'archipel des Sept-Îles. Pour réaliser une cartographie des laminaires, Thouin (1983) et Givernaud (1984) ont utilisé des émulsions sensibles aux longueurs d'onde correspondant au proche infrarouge. Divers essais ont été réalisés pour utiliser des données satellitaires ; Piriou (1983) et Kerambrun (1984) ont montré qu'il est possible de détecter des champs d'algues à partir de données de LANDSAT TM. Loubersac (1983) ainsi que Belsher et Vioillier (1984) ont utilisé SPOT pour cartographier les zones littorales de la Manche et de l'Atlantique. A partir des données SPOT, Belsher *et al.* (1985) ont identifié trois strates algales sur l'estran. A partir des données du même satellite, Ben Moussa (1987) a cartographié les végétaux marins de l'archipel de Molène. Guillaumont *et al.* (1993) ont estimé à partir de ces données le stock de fucales en Bretagne. Il apparaît cependant que la résolution physique de ces données satellitaires ne permet pas une cartographie fine des peuplements végétaux sur un estran étroit. C'est pourquoi l'imagerie aérienne en vraies couleurs doit être retenue. En effet, la richesse de l'information spectrale et la très haute résolution physique des clichés semblent répondre à nos besoins d'inventaire dans le milieu marin.

II-1 DONNEES DISPONIBLES

Les données utilisées sont des photographies aériennes en vraies couleurs, provenant d'une mission de juillet 2000, numérisées et géoréférencées par l'Institut Géographique National (IGN) et fournies par la DIREN Bretagne. Ces documents présentent une résolution au sol de 50 cm, ce qui permet de discriminer des habitats très intriqués et de fournir des limites précises. Le logiciel de télédétection utilisé est GEOIMAGE™.

II-2 METHODOLOGIE

II-2-1 Principe

Ces images numériques, peuvent être décomposées en plusieurs canaux : le premier correspondant aux longueurs d'onde associées au rouge, le deuxième au vert et le troisième au bleu (= canaux R, V, B). Chaque photographie peut donc être considérée comme une image multispectrale.

Dans chaque canal, chacun des points élémentaires de l'image (pixel) se voit attribué un niveau de luminance. La luminance caractérise la quantité d'énergie émise par un objet dans une direction donnée (Hurault, 1976 ; Bariou, 1978). Ainsi chaque pixel est décrit par son code géographique invariant et par un code associé à la luminance qui, lui, diffère selon la longueur d'onde considérée et donc, selon le canal considéré (R, V ou B). Ce sont ces fichiers de données regroupant les caractéristiques de chaque pixel dans chacune des trois plages de longueur d'onde qui servent de base à l'analyse des images.

En fonction de la résolution de l'image (dimensions du pixel) choisie et de l'intrication des différents habitats, un seul pixel peut contenir plusieurs objets. La signature spectrale composite du pixel est alors la résultante de la luminance des différents objets qui le composent.

Le but est de relier cette signature spectrale à une réalité biologique, en appliquant le principe de Courboulès (1989) : « les valeurs spectrales enregistrées qui ne sont en terme d'échantillonnage que des descripteurs spectraux, reflètent la nature thématique des objets télédétectés ».

II-2-2 Résolution spatiale

Le choix de la taille du pixel est lié à la connaissance, à priori, du milieu étudié car c'est la taille des objets à cartographier et l'échelle des variations attendues qui imposent la résolution. Du fait des possibilités offertes par la télédétection (résolution, interactivité...), une réflexion préalable a été menée sur l'échelle des phénomènes et les dimensions des objets à identifier, mais aussi, dans l'optique d'un suivi, sur l'échelle des variations temporelles des structures inventoriées.

Dans le cadre de cette étude, compte tenu des unités écologiques et des objets à identifier sur le terrain, un pixel de 2 m sur 2 m correspond à un compromis acceptable, répondant aux exigences du cahier des charges Natura 2000 et en adéquation avec les évolutions attendues.

II-3 PROTOCOLE D'ANALYSE

II-3-1 Histogramme rang-fréquence

Pour chaque canal : rouge, vert, bleu (R V B), il est possible de réaliser des histogrammes de fréquence des pixels en fonction de leur réflectance (Figure 2).

Les 256 niveaux de gris ou codes correspondant aux intensités de luminance de chaque canal (RVB) sont attribués à un grand nombre d'objets.

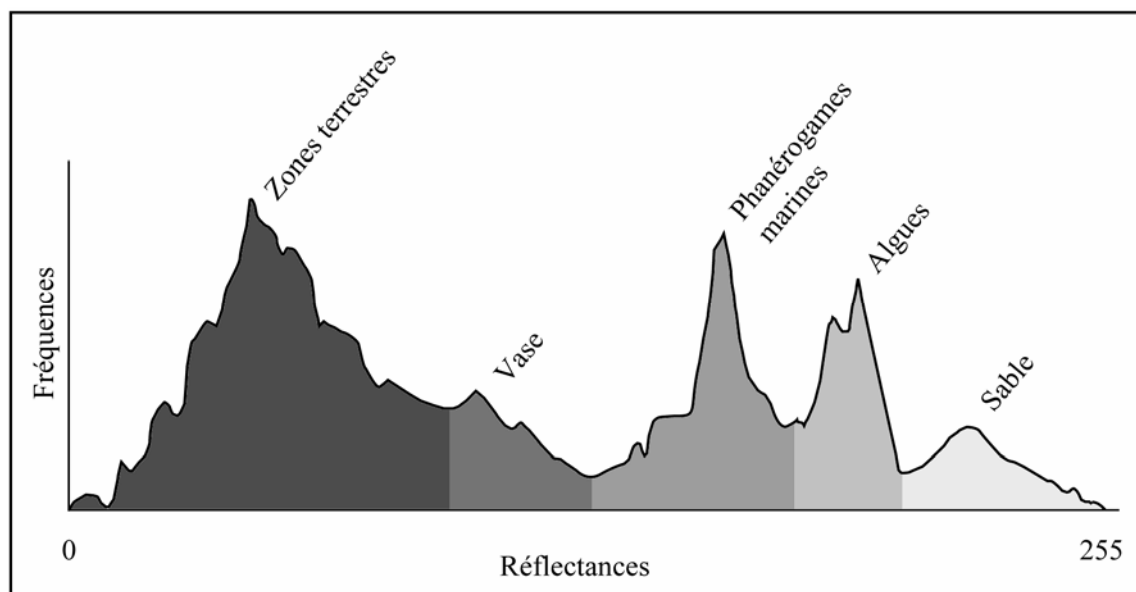


Figure 2 : Histogramme théorique de fréquences des pixels en fonction de leur réflectance pour un canal d'une image brute.

Pour éviter des confusions entre des objets marins et terrestres il est indispensable de traiter ces deux milieux séparément. La création de masques écartant les thèmes terrestres permet alors de réattribuer les 256 codes, correspondant aux différents niveaux de gris, uniquement aux thèmes marins et ainsi d'augmenter le contraste entre les divers objets à cartographier. La même démarche est retenue lors de la cartographie des zones terrestres.

Ces masques sont effectués par saisie du contour des côtes sur l'image trichrome, avant d'être appliqués aux canaux R,V,B. Les histogrammes rang-fréquence sont alors recalculés (Figure 3).

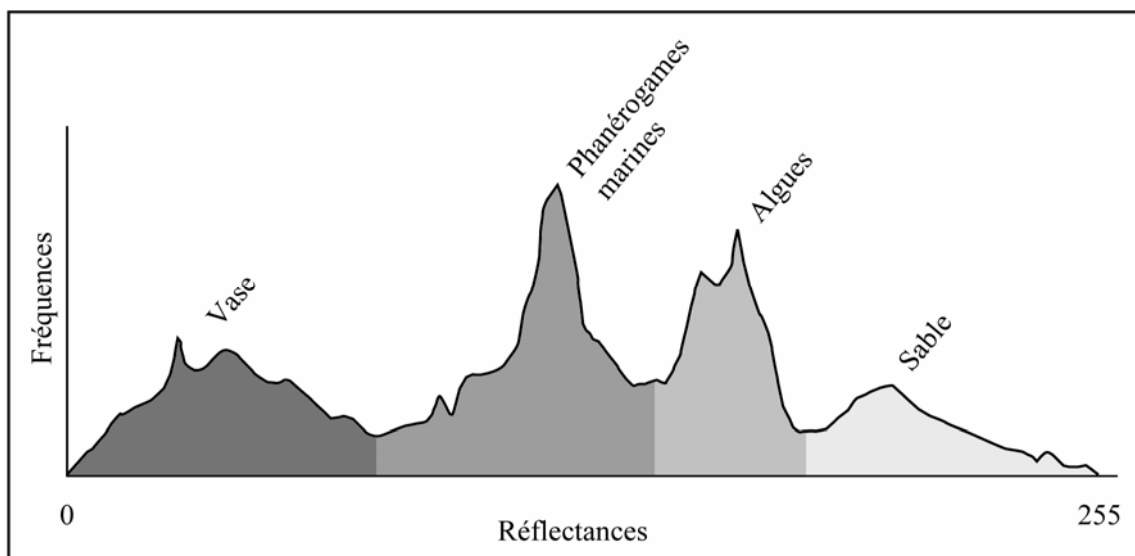


Figure 3 : Histogramme théorique de fréquences des pixels en fonction de leur réflectance pour un canal d'une image après masquage des zones terrestres.

Ensuite, le traitement repose sur une classification des pixels en fonction de leur similitude de signature spectrale.

II-3-2 Classification non supervisée

Il importait de discriminer des classes d'objets ayant une signature spectrale très proche. La classification non supervisée a pour but de définir des ensembles de pixels de signature spectrale proche, tout en respectant la complexité thématique de la zone d'étude. Le principe de cette technique (Fralit, 1981) est le suivant : l'analyse se fait sur les fichiers R,V,B. Chaque pixel est décrit par trois valeurs correspondant à un niveau de luminance. Une Analyse en Composante Principale (ACP) est tout d'abord réalisée. A partir d'un fichier R,V,B, l'ACP produit trois composantes principales utilisables. Une matrice de distance euclidienne est ensuite calculée à partir du fichier de coordonnées des objets sur les deux premiers axes.

La phase suivante du traitement est un processus itératif d'agrégation deux à deux des points de l'image. A chaque niveau d'itération le couple de points présentant la plus petite distance est recherché. Les points ainsi agrégés sont remplacés par leur barycentre. A chaque étape le niveau d'agrégation entre les pixels est mémorisé, ce qui permet de choisir de façon interactive le niveau de coupure de l'arbre et ensuite de regrouper, si nécessaire, certaines des classes de pixels ainsi définies (ces classes se caractérisent par leur signature spectrale, c'est à dire une valeur moyenne de luminance dans le rouge, le vert et le bleu).

II-3-3 « Vérité terrain »

La confrontation avec la réalité thématique sur le terrain est une étape obligatoire.

Pour ce faire des classifications non supervisées sont réalisées. Ce traitement permet d'attribuer un même code à des pixels de signatures spectrales proches. Le nombre de codes retenu dépend de la complexité de la zone et de l'intrication des habitats.

Il est noter que du fait de la mauvaise qualité des clichés de l'IGN, il a été nécessaire de diviser le secteur en un grand nombre de sous images relativement homogènes (marée, qualité chromatique). Pour chacune de ces sous image une stratégie de terrain à du être construite.

- Milieu marin

Chaque objet, pour lequel des doutes ont été émis quant à sa nature thématique, a été recensé, puis décrit avec précision (nature biosédimentaire, taux de recouvrement du substrat, profondeur...).

Il est à noter que dans la présente étude ce sont les sédiments de surface qui ont été décrits. Pour calibrer cette description, dans des sites de référence, des carottes de sédiment (sur 10 cm de profondeur) ont été prélevées et analysées (Annexe1). Ainsi lorsque du sédiment est classé dans « sable fin » cela correspond au type sédimentaire rencontré dans une de ces stations de référence. Le travail de terrain a été organisé comme suit : les zones accessibles à pied par la côte ont été parcourues en période de vives eaux (coefficient supérieur à 95) à marée basse et les points inaccessibles par la terre ont été abordés en plongée en apnée à partir d'un Zodiac ce qui a permis de sillonner toute la zone. Un système de navigation GPS (*Global Positioning System*) différentiel a permis de se positionner sur le terrain au niveau de chacun des points de plongée dont les coordonnées géographiques avaient préalablement été relevées sur une carte marine du SHOM. 149 relevés (profondeur, nature du fond, caractéristiques de la biocénose) ont ainsi pu être réalisés (figure 3). Du fait de la complexité de la zone d'étude et de l'hétérogénéité de la qualité des orthophotographies, 151 autres relevés se sont ajoutés à ces 149 points de plongée prédéterminés. Ce sont ainsi au total, 300 relevés qui ont été effectués.

Pour les zones intertidales ce sont plus de 1 200 relevés qui ont du être réalisés.

Zones terrestres

Pour les zones terrestres, quatre types de classifications non supervisées ont été réalisées. Ces classifications comprenaient respectivement 30, 70, 140 et 256 codes. Ces classifications ont été éditées au 5000^{ième} pour l'ensemble de la zone d'étude. La classification en 256 codes correspondait à une image couleur classique (très contrastée) et permettait de se localiser sur le terrain. En fonction de l'intrication et de la taille des habitats, l'opérateur retenait l'une des trois classifications et pour chaque secteur décrivait l'habitat correspondant à chaque classe. Du fait de la qualité médiocre des clichés, un nombre très important de relevés a dû être réalisé. L'ensemble de la zone a été visité. Plusieurs milliers de relevés ont été réalisés sur une période d'un an. Ces minutes de terrain (terrestres et marines) sont archivées et pourront être consultées dans le cadre du suivi du milieu.

II-3-4 Intégration des données de terrain

Pour chaque zone homogène, du point de vue chromatique, il a donc été possible d'attribuer aux codes des classifications une réalité thématique. Cette approche laborieuse était imposée par la qualité des données de base. La méthode retenue correspond, dans l'esprit, à de la photo-interprétation assistée par ordinateur. Mais il faut noter que l'utilisation des classifications permet de déterminer de façon plus précise la limite entre les habitats, l'opérateur n'ayant pas à tracer cette dernière. Les documents de travail faisaient ressortir un très grand nombre de faciès. En effet, l'analyse des clichés tend à distinguer des sous divisions d'une même formation phytosociologique qui se distinguent entre elles par l'espèce dominante, la densité de la végétation, l'humidité... Au final, ces sous divisions ont été regroupées sous un même code. Ces regroupements ont été réalisés après avis du Conservatoire Botanique National de Brest (CBNB). Pour les habitats cela correspondait à une simplification au niveau de l'alliance, pour la nature ordinaire la thématique retenue visait à décrire plus finement des espaces à l'origine d'enjeux particuliers (Zones Humides, prairies naturelles...) que des espaces très anthropisés.

Il faut noter que pour le milieu marin, compte tenu du nombre élevé d'habitats, de leur intrication, des dimensions de la zone d'étude et des difficultés d'accès, une méthode reposant sur des prélèvements du sédiment et de la faune associée réalisés dans le but de décrire chaque habitat dans chaque secteur n'aurait pu être mise en œuvre. La cartographie par analyse de clichés aériens a permis de réaliser une carte des formations sédimentaires. La composition faunistique des peuplements étant un des éléments de définition des habitats, il serait souhaitable, dans l'avenir, de procéder à une analyse de la faune. La carte réalisée dans cette étude permettra

de mettre en place une stratégie d'échantillonnage adaptée et de limiter le coût de cette opération. Cependant, il est peu probable qu'une telle analyse conduira à de grandes modifications de la carte. Les travaux antérieurs sur le Golfe (Glemarec, 63 ; Afli, 1995) montrent que les peuplements associés aux principaux types sédimentaires correspondent à ceux décrits dans les cahiers d'habitats.

II-4 Réflexion sur la méthode

Les principaux enjeux de cette cartographie sont d'identifier et de localiser les habitats d'intérêt européen, de fournir un état de référence pour mesurer les changements dans le temps. Ce dernier objectif implique que la méthode soit répétable dans le temps avec une incertitude constante. L'approche expérimentale menée en Angleterre a montré qu'il existe de très importantes variations entre observateurs. Les sources de variation sont : différences de classification de la végétation (principale source de variation), erreur spatiale, résolution de la carte et traitement des mosaïques (Cherrill & McClean 1999a et b).

Dans cet esprit le travail réalisé par le CBNB est exemplaire, cet organisme propose :

- une homogénéisation de la définition des habitats, travail important pour assurer, dans une certaine mesure, la répétitivité de la cartographie au niveau régional,
- une discussion avec l'opérateur des cas litigieux (exemple hauts schorres),
- une validation finale, carte en main, sur le terrain.

De même, le cahier des charges rédigé par le conservatoire intègre une réflexion en amont sur les erreurs de référencement et la résolution de la carte. Dans cette optique l'utilisation d'orthophotographies est imposée et un travail au 5000^{ième} permettent de limiter les erreurs à une proportion compatible avec les objectifs de Natura 2000. De même, l'expertise du conservatoire apporte plus d'objectivité dans le traitement des mosaïques. Pour le milieu marin, faute d'une stratégie cartographique clairement imposée, de nombreux éléments du cahier des charges du CBNB ont été conservés. La délimitation des habitats en fonction du type sédimentaire (sans analyse de la faune) permet un suivi temporel de la répartition des habitats et surtout apporte une certaine objectivité dans le suivi de la répartition des types sédimentaires. Cette approche est complémentaire d'un suivi des peuplements dans un nombre limité de stations.

III RESULTATS

III-1 Cartes des habitats Européens

La carte des habitats d'intérêt européen et des espaces naturels et semi-naturels marins et terrestres décrit l'espace en 98 codes. Ce document est extrêmement précis mais de lecture difficile. La figure 4 correspond à la carte des habitats terrestres du secteur de Noyal à ce niveau de précision. Cette carte exprime bien la complexité du milieu. Ces documents ont vocation à servir de références pour des études scientifiques et pour définir des enjeux de conservation à petite échelle.

Afin de produire des documents lisibles et synthétiques, permettant une réflexion à l'échelle du site, ces cartes ont été simplifiées. Il est à noter que dans le milieu marin, du fait que les habitats occupent tout l'espace et qu'il n'y a pas de mosaïques d'habitats, la carte n'a pu être simplifiée. Pour le milieu terrestre, la première carte décline les habitats en différents faciès et de nombreuses mosaïques ont été décrites. Ces faciès ont été fusionnés et se sont vus attribuer le code de l'alliance à laquelle ils correspondaient. De même, les mosaïques ont été rattachées à un unique habitat. Les nouvelles cartes issues de cette simplification se déclinent en 60 codes. La figure 5 présente la carte simplifiée des habitats terrestres de la rivière de Noyal.

Les cartes ainsi produites correspondent aux figures 6 (Golfe du Morbihan) et 7 (Rivière de Penerf). Le tableau 1 donne les surfaces occupées par les différentes formations dans chacun des deux sites.

Au total, pour les 2 sites, 24 689 ha ont été inventoriés. Si l'on exclut les zones urbaines et les routes ce sont 22 142 ha (Golfe du Morbihan, 16 749 ha ; Rivière de Penerf, 5 401 ha) qui ont été cartographiés.

Dans la suite de ce rapport, afin de mieux appréhender les enjeux de conservation, les habitats marins et terrestres sont présentés séparément.

Habitat	Golfe du Morbihan Surface (ha)	Rivière de Pénér Surface (ha)
Sables propres et légèrement envasés (1110-01)	0	158
Sables dunaires (1110-02)	49	
Sables grossiers et graviers (1110-03)	294	423
Maerl (1110-3)	698	0
Algues rouges (1110)	243	0
Slikke en mer à marée (1130-1)	697	342
Herbiers diffus de zostères naines (1130)	32	0
Herbiers denses de zostères naines (1130)	429	1
Herbiers très denses de zostères naines (1130)	68	0
Sables des hauts de plages à talitres (1140-1)	65	25
Estrans de sable fin (1140-3)	155	103
Estrans de sable grossier et graviers (1140-5)	370	72
Sédiments hétérogènes envasés (1140-6)	229	0
Lagunes cotières sans végétation (1150)	137	41
Lagunes : herbiers submergés (1150)	67	30
Lagunes : roselières (1150)	48	32
Vasières (1160)	3075	162
Herbiers diffus de zostères marines (1130 -1140-1160)	59	0
Herbiers denses de zostères marines (1130-1140-1160)	586	0
Herbiers très denses de zostères marines (1130-1140-1160)	159	0
Chenaux (1160)	626	125
Roche mediolittorale en mode abrité (1170-02)	29	29
Roche mediolittorale en mode exposé (1170-03)	314	732
Roche infralittorale en mode exposé (1170-05)	218	0
Roche infralittorale en mode abrité (1170-06)	2	0
Champs de blocs (1170-09)	290	14
Végétation annuelle des hautes de mer (1210)	1	1
Falaise avec végétation (1230)	10	0
Végétation annuelle à salicornes (1310)	11	17
Prés à spartine (1320-1)	45	29
Prés salés (1330)	45	18
Végétation de prés salés du bas schorre (1330-1)	65	7
Végétation de prés salés du moyen schorre (1330-2)	197	379
Végétation de prés salés du haut schorre (1330-3)	157	223
Végétation prairiale des hauts niveaux atteints par la marée (1130-5)	143	163
Prairies subhalophiles thermo-atlantiques (1410-3)	56	86
Fourrés halophiles (1420-1)	5	18
Dunes mobiles à oyat (2120-1)	9	9
Dunes fixées à végétation herbacée (2130-2)	36	20
Dépression humide intradunale (2190-5)	0	4
Landes sèches (4030)	285	0
Landes mésophiles (4030)	4	2
Landes humides (4020-1)	5	0
Ostréiculture	733	101
Spartine anglaise	145	5
Végétation aquatique	145	85
Roselières	19	28
Prairies humides	147	165
Mégaphorbiaies	13	6
Routes sentiers	196	45
Zones urbanisées	1760	542
Terrains cultivés	1138	543
Habitats prairiaux	2037	800
Feuillus	547	210
Résineux	405	34
Bois mixtes	525	24
Fourrés, Ourlets	779	223
Sol nu	5	7
Saulaies, Aulnaies et Frênaies	102	63
Total :	18705	5988

Tableau 1 : Surface des structures inventoriées dans les 2 sites d'étude. Les habitats européens sont figurés en gras, les habitats prioritaires en rouge.

III-2 Habitats marins

Cartes thématiques

Pour des raisons de cohérence géographique, les lagunes sont présentées en même temps que les habitats terrestres. En effet, elles ne présentent que très rarement un contact direct avec les habitats marins mais plus souvent avec les prés salés et les prairies subhalophiles.

La figure 8, présente les habitats marins du Golfe et la figure 9 ceux de la Rivière de Penerf. Les surfaces occupées par les différentes formations sont indiquées dans le tableau 2. Au total 11 734 ha ont été cartographiés (Golfe du Morbihan, 9 448 ha ; Rivière de Penerf, 2 286 ha).

CODE	Partie orientale		Partie occidentale		Golfe du Morbihan	
	Surface (ha)	Part de chaque habitat (%)	Surface (ha)	Part de chaque habitat (%)	Surface (ha)	Part de chaque habitat (%)
Sables dunaires (1110-02)	3	0,06	46	1,22	49	0,57
Sables grossiers et graviers (1110-03)	47	0,95	248	6,49	294	3,37
Maerl (1110-3)	0		698	18,31	698	8,01
Algues rouges (1110)	145	2,96	98	2,58	243	2,79
Slikke en mer à marée (1130-1)	438	8,94	259	6,78	697	8,00
Herbiers diffus de zostères naines (1130)	7	0,15	24	0,63	32	0,36
Herbiers denses de zostères naines (1130)	463	9,45	37	0,97	499	5,73
Herbiers diffus de zostères marines (1130 -1140-1160)	59	1,20	0		59	0,68
Herbiers denses de zostères marines (1130-1140-1160)	664	13,55	81	2,12	745	8,55
Sables des hauts de plages à talitres (1140-1)	28	0,57	37	0,97	65	0,74
Estrans de sable fin (1140-3)	42	0,85	136	3,57	178	2,04
Estrans de sable grossier et graviers (1140-5)	42	0,86	328	8,59	370	4,24
Sédiments hétérogènes envasés (1140-6)	212	4,33	17	0,45	229	2,63
Vasières (1160)	2244	45,80	831	21,78	3075	35,29
Chenaux (1160)	303	6,19	323	8,47	626	7,19
Roche médiolittorale en mode abrité (1170-02)	18	0,36	11	0,30	29	0,33
Roche médiolittorale en mode exposé (1170-03)	5	0,10	309	8,11	314	3,61
Roche infralittorale en mode exposé (1170-05)	25	0,51	194	5,07	218	2,51
Roche infralittorale en mode abrité (1170-06)	2	0,04	0		2	0,02
Champs de blocs (1170-09)	153	3,13	137	3,59	290	3,33
Ostréiculture	397		338		735	
Total :	5296		4152		9448	

Tableau 2 : Surfaces occupées par les habitats marins et part de chaque habitat (installations ostréicoles)exclues).

Dans la présente étude, seules les installations ostréicoles repérables sur les clichés (Golfe du Morbihan 732 ha, 7,6 % de la surface ; Penerf 101 ha, 4,2 % de la surface) ont été inventoriées. En aucun cas, il ne faut considérer les documents produits comme un recensement exhaustif des concessions à la date des clichés.

Cet état des lieux existe par ailleurs, il a été réalisé par la DDE. C'est ce document qui tient lieu de référence.

Si les surfaces occupées par les cultures marines sont exclues 11 002 ha (Golfe du Morbihan, 8713 ha ; Rivière de Penerf, 2289 ha) sont occupés par des habitats d'intérêt européen. Dans le site Golfe du Morbihan 17 habitats différents ont été cartographiés contre 12 dans la Rivière de Penerf.

Répartition des habitats.

Dans la **Rivière de Penerf** l'organisation des habitats est simple. La rivière elle-même correspond à un estuaire, cet estuaire étant relativement peu étendu les courants de marée demeurent faibles et ce sont surtout des fonds de vase (513 ha, 22 % des habitats) qui caractérisent ce secteur. A l'extérieur de la rivière, le littoral est linéaire et orienté face au large. Cette exposition aux vagues structure les types sédimentaires, ainsi les sables fins à grossiers, peu ou pas envasés, dominent largement dans ce secteur (1093 ha, 47 %). Le plateau rocheux n'est que partiellement recouvert de sédiment et 731 ha (32 % des habitats marins) sont occupés par de la roche médiolittorale en mode exposé contre seulement 29 ha en mode abrité.

Seuls 1,2 ha de vasières sont colonisés par les zostères. Il est donc possible de considérer que ce site ne présente pas de surfaces significatives d'habitats marins remarquables ou prioritaires.

Par ailleurs, le nombre et l'intrication des habitats sont faibles ce qui n'est pas un gage de forte diversité spécifique.

Golfe du Morbihan

Dans le Golfe du Morbihan la situation est plus complexe (figure 8). Il est possible de diviser ce secteur en deux ensembles relativement cohérents : la partie occidentale (Figure 10) et le bassin oriental (figure 11). Ces deux secteurs sont séparés par l'île aux Moines.

Une analyse de la carte thématique du Golfe (figure 9) fait apparaître un gradient granulométrique entre Port-Navalo et la partie nord-est du Golfe. Les sédiments d'abord très grossiers et propres, deviennent de plus en plus fins et envasés. D'après Marcaillou *et al.* (1996), ce gradient est lié à l'atténuation progressive de l'hydrodynamique vers la partie orientale du Golfe, qui favorise la décantation des particules fines et donc l'envasement.

Les sédiments fins envasés (vase sableuse et sable fin envasé) se retrouvent essentiellement au niveau du bassin oriental du Golfe où ils occupent 79 % (4 178 ha) de la surface, contre 41 % au niveau du bassin occidental (1 561 ha), tout particulièrement dans l'anse du Logéo, la Baie du Lindin, celle de Fourneway les anses de Ruaud, Bénance, Kerlevenan, le banc de Truscat, la rivière de Noyalo ainsi que les alentours de Tascon. Ces grandes vasières occupent aussi les anses et fonds de baies de la partie Nord de la presqu'île de Rhuy : les anses de Kerners, de Pen Castel et de Le Poul. Elles occupent les estuaires tels que la rivière de Noyalo, la rivière d'Auray et celle de Saint Philibert. Ce type sédimentaire se retrouve également sur les façades Est de quelques îles comme l'île aux Moines et l'île d'Arz. En effet, comme l'expliquent Marcaillou *et al.* (1996), ces îles concentrent et réfléchissent l'énergie des courants sur leurs façades ouest et sud-ouest, créant ainsi en arrière sur leur façade Est, des conditions de calme relatif propice à la décantation des particules fines et à l'envasement.

Les figures A-1 et A-2 (en annexes) de distribution des courants de Marcos *et al.* (1996) viennent éclaircir ces constations en mettant en lumière le rôle de la courantologie dans la répartition des sédiments au niveau du Golfe.

A contrario, les sédiments plus grossiers : sable fin, sables grossiers, sédiments hétérogènes, graviers et cailloutis, se trouvent essentiellement dans la partie occidentale du Golfe où ils occupent environ 1 602 ha, soit 58 % de la structure sédimentaire (contre 518 ha, 11 % de la structure sédimentaire dans le bassin oriental). Ces sédiments grossiers sont généralement situés dans les zones à haute énergie hydrodynamique, comme par exemple au niveau des chenaux qu'empreintent les courants de marée. Cependant, ces structures peuvent également se retrouver dans les fonds de baies, en haut des estrans où elles auront été formées par l'action des vagues. De larges étendues de ces types sédimentaires couvrent les fonds situés à l'extérieur du Golfe. La houle et les courants expliquent l'absence de vases dans ce secteur.

La diversité des habitats marins

Un des éléments remarquables qui ressort de cette étude est la grande variété de faciès sédimentaires et donc de types d'habitats coexistant dans ce milieu. Plus remarquable encore est l'intrication de ces structures dans certains secteurs.

Le secteur de l'île Longue (figure 12) illustre cette diversité biosédimentaire. Presque tous les types sédimentaires s'y trouvent représentés. La diversité est également maximale pour les substrats durs : blocs, roche, galets. Les habitats sont très intriqués, ce qui induit une extrême diversité de situations environnementales et de nombreuses interfaces, qui constituent autant d'habitats différents pour la faune et la flore. De plus des habitats «biogènes» tels que les prairies de zostères et les champs de laminaires se surimposent aux habitats «physiques» et en augmentent ainsi le nombre. La zone étudiée est donc, de par sa structure biosédimentaire, une zone d'accueil potentielle pour une très grande diversité d'espèces vivantes.

Les caractéristiques biosédimentaires du secteur de l'île Longue se retrouvent globalement au niveau de l'ensemble du bassin occidental (exclues la rivière d'Auray et celle de Saint Philibert). A contrario, le bassin oriental présente une diversité de structures moins importante. Parmi les grandes vasières de ce bassin, seuls les vastes herbiers de zostères laissent présager de fortes potentialités biologiques.

Formations algales

Les formations algales fixées sur des substrats durs sont bien individualisées. Les ceintures algales présentes sur les estrans n'ont pas été individualisées. Les fucales dominent ces formations. Il faut savoir qu'en mode exposé la couverture algale en zone intertidale est très faible. Par contre, dans les 2 modes la couverture végétale est importante dans l'étage infralittoral. Les substrats durs occupent 853 ha dans le site (tableau 3), ils sont surtout localisés à la sortie et à l'extérieur du Golfe (651 ha).

	Partie orientale		Partie occidentale		Golfe du Morbihan	
	Surface (ha)	Part de chaque habitat (%)	Surface (ha)	Part de chaque habitat (%)	Surface (ha)	Part de chaque habitat (%)
Roche en mode abrité (1170-02)	20	<i>0,41</i>	11	<i>0,30</i>	31	<i>0,36</i>
Roche en mode exposé (1170-03)	30	<i>0,61</i>	503	<i>13,19</i>	532	<i>6,11</i>
Champs de blocs (1170-09)	153	<i>3,13</i>	137	<i>3,59</i>	290	<i>3,33</i>
Total :	203		651		853	<i>9,80</i>

Tableau 3 : substrats durs dans le Golfe du Morbihan, surfaces en ha et part de chaque structure exprimée en % des habitats.

Les sargasses se situent essentiellement à l'intérieur du Golfe où elles sont présentes au niveau infralittoral sur à peu près tous les types de fonds rocheux. Dans le bassin oriental, elles ne se retrouvent que sous forme d'une étroite ceinture à la partie supérieure de l'étage infralittoral, le plus généralement à proximité immédiate des côtes rocheuses ou des écueils.

Suivant à peu près la même logique de répartition, les laminaires se limitent presque exclusivement au bassin occidental du Golfe et dans le secteur des îles de Brannec et Govihan, essentiellement au niveau des zones de fort courant. En certains endroits du Golfe, où les courants sont tels qu'ils empêchent tout dépôt de sédiment, ces laminaires sont les seules à coloniser les plates-formes d'abrasion. A l'extérieur du Golfe en mode battu les laminaires dominent.

Les champs de blocs occupent 290 ha dans la zone cartographiée. Ces formations servent de support à des algues. En outre, ils offrent à la faune nombre de microhabitats qui sont autant de niches écologiques particulières qui abritent une faune variée.

Les algues rouges sur sédiment occupent de grandes surfaces : 243 ha au niveau de l'ensemble des deux bassins. Ces algues rouges sont soit fixées, sur des graviers ou sur des coquilles de bivalves, soit en dérive. Leur présence sur un site peut être éphémère, elles constituent une biomasse algale importante.

Les habitats remarquables

Sont rassemblés sous le terme d'habitats remarquables 4 types de formations : les herbiers à zostère naine (*Zostera noltii*), les herbiers à zostère marine (*Zostera marina*), les bancs de maerl et les sables dunaires. Ces derniers ont été retenus car ils présentent dans les parties les plus stables de la formation une couverture non négligeable de maerl. Le tableau 4 renseigne sur les surfaces occupées par ces structures.

Dans le **Golfe du Morbihan** ces habitats remarquables occupent 2083 ha (23,5 % des habitats marins). Dans la **Rivière de Penerf** ces habitats ne couvrent que 1,3 ha (0,05 % des habitats marins). Les deux sites n'ont donc pas, de ce point de vue, le même intérêt.

CODE	Partie orientale		Partie occidentale		Golfe du Morbihan	
	Surface (ha)	Part de chaque habitat (%)	Surface (ha)	Part de chaque habitat (%)	Surface (ha)	Part de chaque habitat (%)
Sables dunaires (1110-02)	3	0,06	46	1,22	49	0,57
Maerl (1110-3)	0		698	18,31	698	8,01
Herbiers zostère naine (1130)	470	9,59	61	1,60	531	6,09
Herbiers de zostère marine (1130 -1140-1160)	723	14,76	81	2,12	804	9,23
Total :	1196		887		2083	23,90

Tableau 4 : habitats remarquables, surface en ha et part de la surface totale des habitats européens marins en %.

Deux espèces de Phanérogames marines ont été cartographiées : La zostère marine et la zostère naine. La surface totale occupée par ces herbiers est de 1 335 ha. Les herbiers se localisent essentiellement dans le bassin oriental (tableau 4), où ils occupent 1 193 ha, ce qui représente 89 % de la superficie totale de ces herbiers. La zostère marine est l'espèce dominante, elle couvre à elle seule, au niveau de l'ensemble du Golfe, 804 ha.



Secteur de Tascon – Herbiers de zostère naine - Source : Rapilliard 2001

Elle s'étend généralement depuis la zone intertidale jusqu'à des profondeurs de 3-4 m sous le niveau des basses mers. D'après Denis (1980), la forte turbidité qui freine considérablement la pénétration de la lumière solaire dans l'eau et l'intensité des courants, sont les facteurs limitants du développement vers les bas niveaux de la zostère marine.

Les herbiers de zostère naine, quant à eux, se développent uniquement au niveau de la zone médiolittorale, où ils occupent 531 ha. Ces deux variétés n'entrent en compétition « qu'au niveau des limites de leur extension verticale sur l'estran » (Den Hartog *in* Caroff, 1998).

Le maerl occupe 698 ha. Ce banc situé en face d'Arzon est homogène et en bon état de conservation.

III-3 Habitats terrestres

Les surfaces occupées par les habitats terrestres du Golfe du Morbihan (Figure 13) et de la rivière de Penerf (Figure 14) sont indiquées dans le tableau 5.

	Golfe du Morbihan		Rivière de Penerf	
	Surface (ha)	Part de chaque habitat (%)	Surface (ha)	Part de chaque habitat (%)
Lagunes cotières sans végétation (1150)	137	10,33	41	3,82
Lagunes : herbiers submergés (1150)	67	5,04	30	2,76
Lagunes : roselières (1150)	48	3,64	32	3,01
Végétation annuelle des laisses de mer (1210)	1	0,04	1	0,09
Falaise avec végétation (1230)	10	0,78	0	0,04
Végétation annuelle à salicornes (1310)	11	0,84	17	1,57
Prés à spartine (1320-1)	45	3,38	29	2,66
Prés salés (1330)	45	3,40	18	1,65
Végétation de prés salés du bas schorre (1330-1)	65	4,91	7	0,69
Végétation de prés salés du moyen schorre (1330-2)	197	14,85	379	35,08
Végétation de prés salés du haut schorre (1330-3)	157	11,85	223	20,68
Végétation prairiale des hauts niveaux atteints par la marée (1130-5)	143	10,75	163	15,14
Prairies subhalophiles thermo-atlantiques (1410-3)	56	4,21	86	8,00
Fourrés halophiles (1420-1)	5	0,34	18	1,64
Dunes mobiles à oyat (2120-1)	9	0,65	9	0,82
Dunes fixées à végétation herbacée (2130-2)	36	2,71	20	1,84
Dépressions humides intradunales (2190-5)	0	0,00	4	0,34
Landes sèches (4030)	282	21,27	0	0,02
Landes mésophiles (4030)	9	0,71	2	0,23
Landes humides (4020-1)	5	0,35	0	
Spartine anglaise	145		5	
Végétation aquatique	145		85	
Roselières	19		28	
Prairies humides	147		165	
Mégaphorbiaies	13		6	
Saulaies, Aulnaies et Frênaies	102		63	
Feuillus	547		210	
Résineux	405		34	
Bois mixtes	525		24	
Fourrés, Ourlets	779		223	
Habitats prairiaux	2037		800	
Terrains cultivés	1138		543	
Routes sentiers	196		45	
Zones urbanisées	1760		542	
Sol nu	5		7	
Total :	9289		3859	

Tableau 5 : Surface, en ha, des structures terrestres inventoriées dans les 2 sites d'étude. Les habitats européens sont figurés en gras, les habitats prioritaires en rouge. L'importance relative de la surface occupée par chaque habitat est exprimée en %

L'espace inventorié est décrit en 32 thèmes. 17 thèmes correspondent à des habitats européens et 15 décrivent les zones humides et la nature banale.

Si les zones urbaines (hors Natura 2000) sont exclues (Tableau 6), 10 649 ha ont été inventoriés. Sur ces 10 649 ha, 2048 correspondent à des habitats européens. Ce résultat vient confirmer le caractère exceptionnel de ces sites.

	Golfe du Morbihan	Rivière de Penerf
Surface inventoriée (ha)	7 333	3 316
Surface Habitats Européens (ha)	1 327	1 079

Tableau 6 : surface cartographiée (hors zones urbaines) et surface occupée par des habitats européens dans les deux sites.

Il est à noter que, contrairement à ce qui avait été observé pour les habitats marins, c'est le site de la Rivière de Penerf qui présente la plus forte densité d'habitats d'intérêt européen. Les grands types d'habitats vont être abordés successivement.

Les lagunes saumâtres : les lagunes (1150) appartiennent à la liste des habitats prioritaires.

Ces étendues côtières d'eau salée correspondent, le long des côtes basses, à des zones humides ou marais côtiers. Soit les échanges plus ou moins réguliers avec la mer se font par un étroit chenal que remonte la marée, soit lorsque la lagune est fermée, l'eau de mer peut pénétrer par percolation sous un cordon de galets ou de sable. Parfois, l'apport d'eau de mer ne se fait qu'aux grandes marées de vives-eaux et lors des tempêtes hivernales. Les apports d'eau douce sont très variables, mais doivent permettre momentanément une hypersalinité par évaporation. Cette condition est nécessaire pour que l'on ne soit pas seulement en présence d'un marais saumâtre.

Dans les deux sites cet habitat prioritaire couvre de vastes surfaces (tableau 7), il constitue une part importante de la surface totale occupée par les habitats européens (Golfe du Morbihan, 19 % ; Rivière de Penerf, 9,6 %).

Dans le Golfe du Morbihan (Figure 13) et dans la rivière de Penerf (Figure 14) les lagunes correspondent généralement à d'anciens marais endigués qui présentent aujourd'hui un fonctionnement lagunaire. Cet habitat est réparti sur l'ensemble du site. Dans le Golfe, les plus grandes lagunes sans végétation se situent dans les réserves, marais de Séné (Figure 15) et marais de Pen en Toul.

Dans la rivière de Penerf, les lagunes sont généralement exploitées pour l'aquaculture ou maintenues en eau afin de favoriser le gibier d'eau. Il faut noter qu'une partie de l'étang de Succinio (Figure 16) est classée en lagune, cette lagune exceptionnelle a une origine et un fonctionnement naturels.

Habitat	Golfe du Morbihan		Rivière de Penerf	
	Surface (ha)	Part de chaque habitat (%)	Surface (ha)	Part de chaque habitat (%)
Lagunes cotières sans végétation (1150)	137	10,33	41	3,82
Lagunes : herbiers submergés (1150)	67	5,04	30	2,76
Lagunes : roselières (1150)	48	3,64	32	3,01
Total :	252	19,00	103	9,59

Tableau 7 : surface occupée par les différents types de lagunes dans les deux sites Natura 2000. L'importance relative de la surface occupée par chaque habitat est exprimée en %

Dans les deux sites, de nombreuses lagunes présentent des herbiers à Potamogeton pectinatus, à Renoncule de Baudot mais aussi à *Ruppia maritima* et *Ruppia cirrhosa* et à zostère marine. La répartition des lagunes avec végétation est sensiblement la même que celle des lagunes sans végétation. Elle correspond à d'anciens marais endigués plus ou moins entretenus. Ces formations végétales donnent un intérêt écologique supplémentaire à cet habitat.

Enfin, certaines lagunes sont plus ou moins occupées par des roselières (scirpes ou phragmites). Dans le Golfe du Morbihan les deux principales roselières en lagunes se trouvent dans le marais de Ludré et dans celui de Pen en Toul. Dans le site de la rivière de Penerf de vastes roselières en lagunes ont été cartographiées au niveau de l'étang de Succinio, en amont de l'étier de Kerboulico et de la rivière de Penerf.

Végétation des prés salés : dans ce chapitre sont abordés divers habitats qui sont en connexion fonctionnelle et écologique étroite.

Ces formations sous influence maritimes occupent une large part des habitats terrestres (Tableau 8). Ceci est particulièrement vrai en rivière de Penerf (87 %). Ces types de végétation forment dans ce site des ensembles qui occupent de vastes surfaces (Figures 17 et 18). Dans le Golfe du Morbihan seule la rivière de Noyal (figure 15) présente de telles étendues.

Salicornes annuelles : certaines formations ont une répartition particulière. Ainsi si la végétation annuelle à salicornes est présente partout sauf le long des plages et des falaises de la façade atlantique, de relativement vastes étendues de cet habitat ont été inventoriées sur le schorre pâturé de la rivière de Sarzeau (rivière de Penerf). Ailleurs, cet habitat occupe de relativement faibles surfaces.

Habitat	Golfe du Morbihan		Rivière de Penerf	
	Surface (ha)	Part de chaque habitat (%)	Surface (ha)	Part de chaque habitat (%)
Végétation annuelle à salicornes (1310)	11	0,84	17	1,57
Prés à spartine (1320-1)	45	3,38	29	2,66
Prés salés (1330)	45	3,40	18	1,65
Végétation de prés salés du bas schorre (1330-1)	65	4,91	7	0,69
Végétation de prés salés du moyen schorre (1330-2)	197	14,85	379	35,08
Végétation de prés salés du haut schorre (1330-3)	157	11,85	223	20,68
Végétation prairiale des hauts niveaux atteints par la marée (1130-5)	143	10,75	163	15,14
Prairies subhalophiles thermo-atlantiques (1410-3)	56	4,21	86	8,00
Fourrés halophiles (1420-1)	5	0,34	18	1,64
Total :	724	55	940	87

Tableau 8 : surface occupée par les différents types de lagunes dans les deux sites Natura 2000. L'importance relative de la surface occupée par chaque habitat est exprimée en %

Les prés à spartine maritime n'occupent pas l'ensemble de la zone. Dans le Golfe du Morbihan cet habitat se rencontre principalement dans la rivière d'Auray, dans celle de Noyal et dans les secteurs de Lasné et Ludré (Sarzeau). Dans la rivière de Penerf, les principaux prés à spartine se rencontrent dans la région de Reniac sur la rivière de Penerf. Cette formation qui occupe de relativement faibles surfaces est aujourd'hui menacée par le développement de la spartine anglaise.

Fourrés halophiles : dans le Golfe du Morbihan, cet habitat occupe de petites surfaces, mais il se rencontre très régulièrement dans la partie supérieure du pré salé. Dans le site de la rivière de Penerf, il faut noter la présence de fourrés de relativement grande taille, dont celui situé dans le secteur de Lamblat.

Les **prés salés** et la **végétation prairiale de haut schorre** sont présents dans tous les grands ensembles décrits plus haut (Golfe du Morbihan : 465 ha, 35 % des habitats ; Rivière de Penerf : 627 ha, 58 % des habitats). Ces formations se développent le long d'un gradient décroissant d'influence maritime. Si la végétation du bas schorre est très souvent recouverte par la marée la végétation prairiale de haut schorre n'est qu'exceptionnellement inondée.

Prairies subhalophiles : dans le Golfe du Morbihan cet habitat a est bien représenté dans la rivière de Noyal (Figure 15). Pour le site de la rivière de Penerf, cet habitat occupe de vastes parcelles, principalement dans la partie amont des rivières de Sarzeau, de l'Epinay et de Penerf. Cet habitat est généralement en contact avec le haut schorre et les zones humides. Il constitue une transition entre ces deux grands types de formations.

Habitats dunaires. : dans le Golfe du Morbihan (Tableau 9), ces formations sont peu étendues (45 ha). Elles se présentent sous la forme d'une bande étroite le long des plages de Kervert, des Govellins et de Locmariaquer.

Pour le site de la rivière de Penerf, la dune se rencontre le long de la plage de Penvins (Figure 16) et de celle de Kervoyal et occupe, là aussi, de faibles surfaces (32 ha).



Secteur de Montsarrac – Végétation du schorre – Source Rapilliard

Dépressions humides intradunales : le cordon dunaire isole des structures particulières comme l'étang de Suscinio qui abrite des lagunes et de la végétation de prés salés. Dans les dépressions situées à l'arrière de la dune de Landrezac, outre des lagunes et de la végétation de haut schorre, des dépressions humide intradunales ont été inventoriées. Cet habitat extrêmement rare à l'échelle des deux sites ne présente de surface significative que dans ce secteur. Ailleurs les aménagements réalisés ont conduit à sa disparition.

Dunes mobiles à Oyat : dans le site Golfe du Morbihan, cet habitat se présente sous la forme d'une bande étroite plus ou moins discontinue le long des plages de Kervert, des Govellins et de Locmariaquer.

Pour le site de la rivière de Penerf, si la dune mobile à Oyat est régulièrement présente le long de la plage de Penvins, elle est étroite et discontinue le long de la plage de Kervoyal.

	Golfe du Morbihan		Rivière de Penerf	
	Surface (ha)	Part de chaque habitat (%)	Surface (ha)	Part de chaque habitat (%)
Dunes mobiles à oyat (2120-1)	9	0,7	9	0,8
Dunes fixées à végétation herbacée (Dune grise - 2130-2)	36	2,7	20	1,8
Dépression humide intradunale (2190-5)	0	0,0	4	0,3
Total :	45	3,4	32	3,0

Tableau 9 : surface (ha) et part relative (%) des habitats dunaires dans les deux sites. L'importance relative de la surface occupée par chaque habitat est exprimée en %



Dunes des Govellins – Dune blanche –Source Rapilliard

Dune grise : dans le site du Golfe du Morbihan et dans celui de la rivière de Penerf, cet habitat est présent en arrière de toutes les plages de la façade atlantique. Il présente partout une dégradation importante. Dans de nombreux sites la régression des dunes induit une disparition de cet habitat au profit de la dune blanche ou de sable nu.



Dunes des Govellins – Dune grise –Source Rapilliard

Landes : il apparaît à la lecture du tableau 10 que les landes ne sont pas également réparties sur les deux sites. Dans le Golfe du Morbihan ces formations couvrent de larges superficies (296 ha) et constituent une part importante des surfaces occupées par des habitats européens (22,3%). Dans le site Rivière de Penerf ces formations sont très peu représentées.

	Golfe du Morbihan		Rivière de Penerf	
	Surface (ha)	Part de chaque habitat (%)	Surface (ha)	Part de chaque habitat (%)
Landes sèches (4030)	282	21,27	0,2	0,02
Landes mésophiles (4030)	9,4	0,71	2,5	0,23
Landes humides (4020-1)	4,6	0,35	0	0
Total :	296	22,3	3	0,2

Tableau 10 : surfaces (ha) et part relative (%) des différents types de landes dans les deux sites. L'importance relative de la surface occupée par chaque habitat est exprimée en %

Landes sèches : dans le Golfe du Morbihan, les landes sèches sont présentes dans tous les secteurs. Ces landes sont souvent limitées à des parcelles de faible surface et elles sont généralement enclavées dans des espaces anthropisés. Les landes présentent divers faciès de dégradation, les plus communs sont l'enrésinement et l'embroussaillage. Cet état de dégradation des landes a été cartographié, cette information figure sur les cartes de base, non présentées ici. Cet habitat est pratiquement absent du site de la Rivière de Penerf. Dans la rivière d'Auray (Figure 19) deux situations coexistent : des landes sont intégrées dans des ensembles

fonctionnels comme dans le secteur de Locmiquel ou sont totalement isolées dans l'espace agricole ou urbain comme certaines landes de Locmariaquer.

Landes mésophiles : les landes mésophiles ont une répartition originale dans les deux sites. Elles sont toutes en contact avec le haut schorre. Cet habitat a été inventorié dans la rivière de Noyalo, à Saint Philibert et à Reniac en rivière de Penerf.

Landes humides : cet habitat prioritaire, rare à l'échelle des deux sites, n'a été rencontré que dans la lande du Teno à Pluneret (Figure 19). Cette lande présente un état de conservation satisfaisant et une connexion avec le haut schorre et de la lande mésophile. Cette lande de faible étendue, présente de ce fait un intérêt patrimonial fort.



Lande du Teno - Lande humide -Source Rapilliard

Autres habitats : deux habitats sont traités dans ce chapitre. Il s'agit de la végétation annuelle des laisses de mer et des falaises avec végétation. Ces deux habitats ont en commun d'être très difficile à cartographier. La végétation des falaises, peu visible sur des clichés pris à la verticale, ne peut être cartographiée correctement à partir de photographies aériennes. La végétation annuelle des laisses de mer est souvent trop étroite pour être prise en compte (largeur

	Golfe du Morbihan		Rivière de Penerf	
	Surface (ha)	Part de chaque habitat (%)	Surface (ha)	Part de chaque habitat (%)
Végétation annuelle des laisses de mer (1210)	0,51	0,04	0,93	0,09
Falaise avec végétation (1230)	10,32	0,78	0,39	0,04
Total :	11	0,8	1	0,1

< 2m).

Tableau 11 : surface occupée par la végétation des laisses de mer et par les falaises avec végétation dans les deux sites Natura 2000. L'importance relative de la surface occupée par chaque habitat est exprimée en %

Ce dernier habitat est effectivement peu représenté au niveau des deux sites du fait du nettoyage régulier des plages. Par contre, les surfaces occupées par des falaises avec végétation sont largement sous évaluées.

Zones humides

Les zones humides ont été inventoriées pour deux raisons : pour l'importance qu'elles revêtent dans le site Ramsar, mais aussi pour le rôle écologique qu'elles jouent dans le fonctionnement des écosystèmes. De plus, elles sont généralement en contact plus ou moins étroit avec de nombreux habitats, comme les lagunes.

Dans les 2 sites (tableau 12) ces formations occupent des surfaces importantes.

Golfe du Morbihan Rivière de Peneuf		
	Surface (ha)	Surface (ha)
Eau douce	145	85
Roselières	19	28
Prairies humides	147	165
Mégaphorbiaies	13	6
Saulaies, Aulnaies...	102	63
Total :	424	346

Tableau 12 : surface occupée par les zones humides

IV PROBLEMES ET ENJEUX

IV-1 Enjeux de conservation et menaces pour les habitats marins

IV-1-1 Enjeux

Si l'ensemble des habitats doit être maintenu dans un état de conservation satisfaisant, certaines structures présentent des enjeux forts.

Habitats remarquables :

Herbiers

Evolution des surfaces

Dans le Golfe deux grands types d'herbiers sont présents : des herbiers intertidaux à zostère naine (*Zostera noltii*) et des herbiers infralittoraux à zostère marine (*Zostera marina*).

Ces herbiers évoluent différemment selon l'espèce (Tableau 13). Si les surfaces occupées par la zostère naine semblent stables de 1960 à 1991 (Denis et Mahéo, 1980 ; Mahéo, 1992), une diminution importante des surfaces est observée entre 1991 et 2001 (Tableau 13, Figure 20).

Période	1960/1964	1965/1972	1978/1982	1990/1991	2001
Zostère naine	1170 - 1310	1130 - 1260	1300 - 1390	1100 - 1300	531
Zostère marine	80 - 110	1420 - 1540	530 - 580	450 - 550	804
Total :	1250 - 1420	2550 - 2800	1830 - 1970	1550 - 1850	1335

Tableau 13 : Superficie des herbiers de zostères du Golfe du Morbihan à cinq époques différentes (exprimées en ha).

Les herbiers de zostère marine quant à eux couvraient de vastes superficies dans le Golfe jusqu'à leur quasi-disparition consécutive à l'épidémie qui les a décimés dans l'Atlantique Nord tempéré en 1931/1932 (Prenant, 1934 ; Marseille, 1935 ; Rasmussen, 1977 : *in* Denis non daté). Elle a ensuite recolonisé le Golfe du Morbihan pour ensuite couvrir des surfaces telles qu'elles sont présentées dans le tableau 13. Il apparaît que sur 20 ans ces herbiers semblent en expansion.

Il est à noter que les cartographies réalisées dans le passé ont été réalisées à partir de méthodes non standardisées ou non décrites. Cela conduit à relativiser nos conclusions. Seuls des critères de présence/absence dans des secteurs bien définis peuvent être considérés comme fiables.

IV-1 Enjeux de conservation et menaces pour les habitats marins

Les herbiers à zostère naine sont remarquables à plus d'un titre. Si l'espèce se rencontre régulièrement le long du littoral atlantique il est rare qu'elle forme des herbiers de grande taille. En France, de tels herbiers ne se rencontrent que dans le bassin d'Arcachon (Auby, 1991) et dans le Golfe du Morbihan. A ce titre, ils doivent faire l'objet d'une attention particulière. Par ailleurs, les herbiers à zostère naine ont un rôle écologique crucial dans le Golfe.

En effet, d'octobre à décembre les feuilles de cette plante constituent la principale source de nourriture des oies bernache de retour de migration. Des mesures de biomasse effectuées pour les différents types d'herbiers et dans l'ensemble de la zone d'étude, ont permis d'estimer la biomasse des feuilles vivantes des herbiers du Golfe à la fin de l'été (Tableau 14) à 1 070 tonnes (PS) soit 11 000 tonnes en poids frais.

	Surface (h)	Feuilles mortes (g PS/m ²)	Feuilles vivantes (g PS/m ²)	Biomasse de feuilles mortes (t)	Biomasse de feuilles vivantes (t)
Herbiers diffus à zostères naines	32	37	63	12	20
Herbiers denses à zostères naines	429	37	63	159	270
Herbiers très denses à zostères naines	68	13	100	9	68
Herbiers diffus à zostères marines	59	0	6	0	4
Herbiers denses à zostères marines	159	26	56	41	89
Herbiers très denses à zostères marines	586	30	106	176	621
Total :	1332			396	1071

Tableau 14 : biomasse moyenne de feuilles mortes et de feuilles vivantes pour les différents types d'herbiers.

D'autres espèces migratrices exploitent cette source de nourriture en période hivernale. C'est le cas du tadorne de Belon, de la foulque macroure, du canard pilet, du canard colvert, du fuligule milouin... (nombre de ces espèces sont d'intérêt communautaire). La régression des effectifs de bernaches dans le Golfe du Morbihan semble coïncider avec la diminution des surfaces d'herbiers. Il faut avoir présent à l'esprit qu'il est peu probable que la régression des herbiers soit le seul facteur expliquant la diminution des effectifs de bernaches, le dérangement des oiseaux par les professionnels et les plaisanciers est aussi mis en cause.

Les herbiers de zostère marine ont une forte valeur écologique. Leur frondaison offre un support à toute une microflore algale variée et à une riche microfaune épiphytique ainsi qu'à diverses espèces de la macrofaune sessile (Hydrides...), les micro-organismes servent eux-mêmes de nourriture à une épifaune mobile vivant exclusivement sur les feuilles. Certains polychètes et amphipodes trouvent abri sur le sédiment et entre les rhizomes et les tiges de ces zostères. Au sein des herbiers, le milieu est favorable au développement de la macrofaune benthique, la diversité y

est d'ailleurs plus élevée que dans les zones dépourvues d'herbiers (Denis, non daté). De nombreux poissons, dont beaucoup d'espèces nobles (Soles, Bars, Rougets, Mulets, Plies), viennent trouver un abri ou un habitat permanent au niveau des frondes de ces zostères. Ils y trouvent des conditions de température, d'aération de l'eau et de disponibilité de nourriture propice à une croissance rapide. Ces herbiers constituent des zones d'engraissement et de nourricerie pour ces poissons. Ils sont notamment le lieu de reproduction de la seiche dont la pêche constitue une des plus importantes ressources halieutiques du Golfe.

Avec une productivité de 4-5 g PS (poids sec).m⁻².j⁻¹ soit environ 1,8 à 2 g de C.m⁻².j⁻¹, les herbiers de zostères morbihannais sont tout à fait comparables aux autres herbiers mondiaux (dont les valeurs citées par Mc Roy & Mc Millan, 1977, s'échelonnent entre 0.04 et 7.3 g de C.m⁻².j⁻¹) Denis (1980).

Par ces productivités exceptionnelles, les herbiers de zostères peuvent avantageusement rivaliser avec les cultures agricoles les plus productives (Phillips, 1978 *in* Denis, 1980).

Leur production globale annuelle en poids frais, au niveau du Golfe, serait de l'ordre de 200 000 tonnes.

La matière organique produite, outre son rôle trophique pour les oiseaux, vient alimenter différents compartiments de l'écosystème. Les feuilles sénescents se détachent. Une partie de cette matière organique est piégée dans le sédiment qu'elle contribue à enrichir. Une autre partie se décompose dans la tranche d'eau et vient alimenter les organismes suspensivores et les détritivores. Cette matière organique du fait des courants peut être exportée et participe de la productivité du Golfe. Ainsi des organismes d'intérêt économique tels que les huîtres et les palourdes bénéficient de cet apport de nourriture. Cela est d'autant plus important que cette matière organique en décomposition est surtout présente en automne et en hiver, période à laquelle la production de phytoplancton est extrêmement faible. La préservation des herbiers trouve donc ici des arguments économiques.

La diminution ou l'augmentation des surfaces occupées par les herbiers a d'autres conséquences. Les herbiers ont un rôle important dans la sédimentation des particules. Ainsi les feuilles des herbiers freinent le courant au niveau du fond, elles favorisent la sédimentation. Les racines et les rhizomes fixent le sédiment qui au cours du temps devient de plus en plus compact. La disparition des herbiers a des incidences morphologiques et sédimentologiques. Ainsi, comme l'a montré Glémarec (1979), la disparition des herbiers entraîne l'érosion des platiers et le sédiment fin qui était jusque-là retenu par les rhizomes, est charrié par les courants et vient combler les chenaux. Dans le Golfe à la suite de la disparition massive des herbiers dans les années 30 la hauteur des platiers a donc baissé d'environ 1,50 m ce qui a permis au relief rocheux

d'émerger. Ensuite, à partir de 1965, le retour des herbiers a permis de freiner les actions hydrodynamiques des courants, les particules fines sont alors déposées sur les platiers. Le niveau de ces derniers s'élève donc petit à petit en même temps que les chenaux se creusent de nouveau. Le retour à l'état de 1925 est atteint en 1975. Depuis 1975, les herbiers ont connu des fluctuations décrites par Glémarec *et al.* (1996) et Mahéo (rap. int.). Il apparaît clairement que la disparition des herbiers peut avoir des conséquences importantes sur la géomorphologie du Golfe et sur la répartition des habitats, des vasières pouvant laisser place à de la roche. Dans ce cas, c'est l'ensemble du système Golfe qui se transforme. Il est à noter que les fluctuations majeures des herbiers ont eu par le passé des origines naturelles : réchauffement du climat, maladie (Glémarec, 1979). Localement la régression des herbiers peut avoir des origines anthropiques.

IV-1-1 Enjeux

Les fonds de maerl présentent un intérêt biologique majeur (Grall, 2002). Différents types de maerl se rencontrent en Bretagne (Grall, 2002) : du maerl sur vase, rade de Brest, baie de Morlaix et secteur de Trévignon, du maerl sur sable fin, baie de Douarnenez, archipel de molène et archipel des Glénan et du maerl présentant des ripples marks dans des zones agitées (courant, houle).

Dans le Golfe du Morbihan seul le troisième type de maerl a été cartographié. Cependant, il faut noter que des bancs de maerl sur vase sont présents dans le Golfe, mais du fait de leur dimension et/ou de leur localisation dans des zones trop turbides ou trop profondes, ils n'ont pu être cartographiés.

Les bancs de maerl ont un intérêt majeur à l'échelle européenne (annexe Vb). Globalement, de la mer du Nord à la Méditerranée les bancs de maerl sont dans un mauvais état de conservation (exploitation, eutrophisation). Le banc principal du Golfe est localisé sur la façade atlantique. Ce banc de maerl est particulièrement intéressant. En effet, en plus du maerl, des taches d'herbiers de zostères marines sont observées. Ces herbiers se développent dans des cuvettes (sédiment plus envasé). Ce couvert végétal constitué de maerl et d'herbiers génère une grande diversité de niches écologiques. C'est pourquoi il est probable que cet habitat présente une diversité biologique remarquable. Le banc de maerl d'Arzon, de par sa superficie (698 ha), sa morphologie et son bon état de conservation est remarquable et ne connaît pas d'équivalent en France. Il représente donc un réel enjeu de conservation à l'échelle nationale et européenne.

IV-1-2 Menaces potentielles

Ces fonds de maerl subissent les effets des évolutions naturelles (enfouissement sableux sous l'effet de fortes tempêtes...) et les effets des activités humaines : directs (pêche aux engins

traînants, extraction) ou indirects (modification de l'hydrodynamisme suite à des aménagements côtiers, colonisation de ces fonds par la crépidule), Glemarec *et al.* (2001).

A ce jour, aucun impact majeur n'est constaté sur ce banc. A priori, il ne fait pas l'objet d'une exploitation intensive des coquillages et sa faible épaisseur devrait le mettre à l'abri d'extraction industrielle. Si ce banc de maerl est replacé dans le contexte breton, voire européen, son bon état de conservation est remarquable. Les autres bancs français sont aujourd'hui considérés comme étant dans un état de conservation moyen ou mauvais. C'est pourquoi dans le site Golfe du Morbihan, tout doit être mis en œuvre pour que les aménagements du littoral et un éventuel développement de la pêche à la drague intègre dorénavant la présence et la fragilité de ce banc de maerl.

IV-1-3 Evaluation de l'état de conservation des habitats marins

Dans le milieu marin une estimation de l'état de conservation des habitats n'est pas aisée. Deux approches peuvent être retenues : mesure de l'évolution des habitats (envasement, couverture végétale...) ; évolution des peuplements qui définissent en partie ces habitats. Dans les deux cas un état de référence est indispensable. Dans la majorité des cas les données anciennes concernent des zones relativement profondes et généralement pas les zones cartographiées lors de cette étude. Cependant pour les zones infralittorales de la partie orientale du Golfe ce travail a été réalisé par Afli (1999) en s'appuyant sur ses propres prélèvements (1995) et sur des données de 1961 (Glémarec, 1963), de 1969 et 1975 (Glémarec, non publié). Sur cette période, l'évolution est considérable. Des apparitions et disparitions d'herbiers de zostères marines sont notées. Afli note une régression importante des herbiers dans les années 90. Sur la période considérée une évolution de la répartition des types sédimentaires est constatée. Dans le même temps, Afli note une disparition des espèces sensibles à l'eutrophisation au profit d'espèces tolérantes vis à vis des excès de matière organique et d'espèces opportunistes. Ceci est vrai pour tous les types sédimentaires. Le processus observé avait été décrit par Hily et Glémarec (1990). Il correspond au premier signe de l'eutrophisation au sens de Gray (1992) du Golfe du Morbihan (Afli, 1999). Ces phénomènes sont accentués par la présence d'espèces invasives telle que la crépidule (*Crepidula fornicata*) qui viennent perturber l'écosystème.

Pour le reste du Golfe et pour la rivière de Peneuf, nous ne disposons pas de données aussi précises, ni de suivis.

IV-1-4 Facteurs agissant sur la dégradation des habitats marins

La pêche à pied et à la drague : ces pratiques ont un impact certain sur les herbiers. Avant d'exploiter une zone à la drague, il est indispensable d'enlever l'herbier ceci afin d'éviter le colmatage de l'engin par les feuilles et les rhizomes. La pêche à la drague détruit donc totalement l'herbier, mais sa pratique est réglementée et limitée à un secteur balisé. Sur la figure 21 il apparaît que la pêche à la drague semble n'impacter l'herbier que dans le sud de la concession. Cela vient du fait que le banc de palourdes ne présente de densités élevées que dans ce secteur. Cette zone exploitée est effectivement dépourvue d'herbiers.

Le terme de pêche à pied, inclut la pêche à pied à proprement parler et la récolte en apnée (professionnels) de palourdes et d'oursins. Cette activité induit une fragilisation, voire une disparition, des herbiers de zostère naine (Canado et Chauvaud, 2001). L'impact de ces pratiques sur la zostère marine n'a pas été établi. Pour la zostère naine il est indispensable de diminuer la fréquence de piétinement. De plus, il importe de ne pas fréquenter les herbiers en hiver et au début du printemps.



Ile Drenec - Herbier de zostère marine - Source Rapilliard

La pêche à pied récréative, sur les estrans rocheux ou sableux, a un impact fort sur les peuplements : labour des plages pour la pêche aux coquillages, retournement des blocs, destruction des cavités rocheuses. Pour les estrans sableux, l'impact de la surpêche peut conduire à la transformation complète de l'habitat avec déstructuration du peuplement et du sédiment et induire une érosion de la richesse spécifique.



**Ile de Méaban– Roche médiolittorale mode battu –
Source Rapilliard**

Cultures marines : les cultures marines ont un impact fort sur les habitats. La création d'un parc ostréicole conduit à la disparition des herbiers. La stabilisation du sédiment par apports de sable, de graviers ou de coquilles d'huîtres transforme durablement l'habitat d'origine. Plus globalement, la production par les huîtres de fèces et pseudofèces induit une sédimentation accrue (Sornin, 1981).

Le fait que ces éléments soient associés à du mucus amplifie l'impact de ce phénomène. La vase collante produite ne peut être remise en suspension. Un envasement et un enrichissement en matière organique des fonds sont observés, conduisant localement à une modification des peuplements et à la disparition de l'habitat originel. De manière plus insidieuse, les tables ont un impact indirect sur l'herbier. Les tables modifient les conditions hydrodynamiques (courant, vagues) et favorisent la sédimentation. Cette sédimentation, si elle est rapide, conduit à la disparition de l'herbier. L'impact effectif peut être éloigné des tables. Ainsi de nombreuses criques sont presque totalement coupées du Golfe par des barrières de tables. Ces tables ne présentent de discontinuité qu'au niveau du chenal principal. De ce fait, au cours de la marée, les échanges d'eau se font essentiellement par le chenal. La conséquence de cette perturbation est une diminution de l'intensité des courants de marée sur les platiers, cette diminution des courants induit une augmentation de la sédimentation, principalement des pelites. Cet envasement des criques, semble pouvoir expliquer la quasi totale disparition des herbiers à zostères naines des criques ainsi impactées (Figure 12).

Mouillages : le mouillage d'ancre dans les herbiers les détruit par arrachage des plantes. Il a été montré (Bernard, 2001) que les mouillages fixes mis en place dans le Golfe ont un impact fort sur les herbiers sur lesquels ils sont installés, détruisant jusqu'à 25 % du couvert végétal (Figure 22). Cet impact est dû à l'action des chaînes de mouillages qui frottent sur le fond à marée basse. Par ailleurs les ancres des bateaux peuvent avoir un grand impact. Les plaisanciers mouillent sur l'herbier et arrachent ce dernier. Dans les sites à forts courants les bateaux de plongée sont incriminés. Leurs ancres dérapent et peuvent arracher les gorgones. La mise en place de mouillage fixes pour ces bateaux est indispensable et simple à mettre en œuvre.

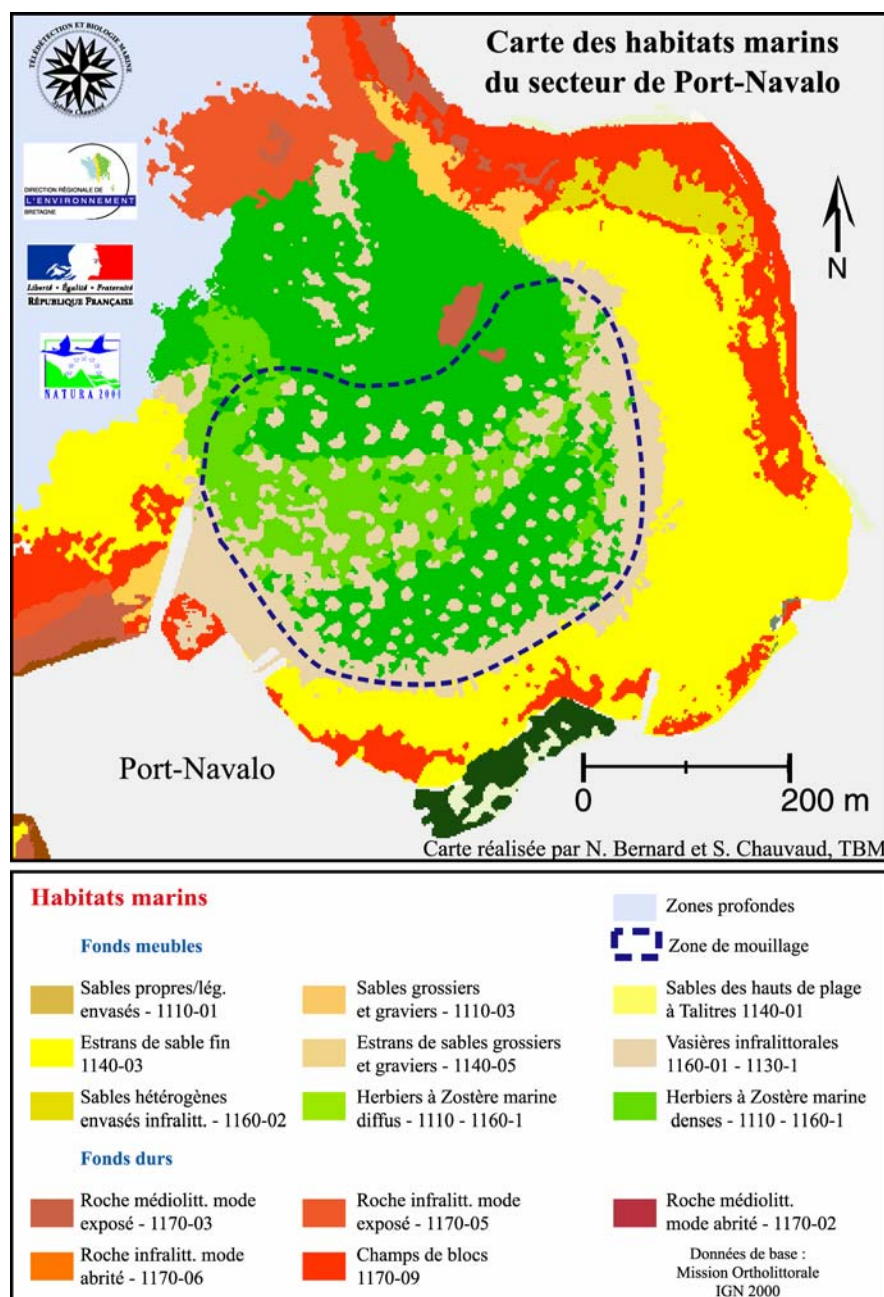


Figure 22 : Impact des mouillages fixes dans le secteur de Port-Navalo

Extractions de sédiments : ces extractions de sédiments ont pour vocation principale de fournir des matériaux pour la stabilisation du sol dans les concessions ostréicoles. Ces extractions se font sans études d'impact préalables. Il est toujours dangereux de modifier le bilan sédimentaire d'un secteur sans connaître la cinétique de reconstitution du stock, au risque de modifier l'ensemble des habitats adjacents : dégraisement de plages, déplacement des chenaux.... Par ailleurs, dans le Golfe, de nombreux bancs de sable grossier sont plus ou moins recouverts de maerl, ces formations d'intérêt européen sont extrêmement sensibles à ce type de pratique.

Espèces invasives : certaines espèces invasives ont un impact sur les habitats. C'est le cas de **la sargasse**. Lorsque l'herbier est dégradé, cette algue s'installe dans l'espace libéré. Cette installation est un frein à la reconstitution de l'herbier (Givernaud *et al.*, 1991 ; Baron *et al.*, 1993) . Cependant l'espèce semble s'être stabilisée et ne présente plus de caractère invasif marqué.

Un autre végétal envahit le Golfe, il s'agit de la **spartine anglaise**. Cette plante colonise le schorre et la slikke. Elle a deux impacts principaux, d'une part, elle entre en concurrence avec les espèces autochtones, d'autre part, elle colonise des vasières nues ce qui modifie la sédimentation et provoque une augmentation du niveau du sol (Letord, 1999). A terme, la vasière évolue vers un pré salé, ce changement pouvant intervenir rapidement (une quinzaine d'années, voir le cas de l'anse de Mancel à Séné).

La **crépidule** mérite une attention particulière. Cette espèce d'origine américaine n'est que très peu affectée par la qualité de l'eau et s'adapte à de multiples habitats. Seuls de forts courant et le manque de supports de fixation peuvent limiter sa progression. Dans le Golfe, les zones sans courants sont occupées par des fonds vaseux qui semblaient peu propices au développement de cette espèce (manque de supports). Mais la crépidule s'est installée sur des coquilles vides. Après cette première phase, la coquille de la crépidule elle-même constitue un support pour ses congénères. A partir d'une certaine densité de colonies, la dynamique de l'espèce n'est plus liée au substrat initial. A terme, le fond est couvert de crépidules. Elles produisent des quantités importantes de fèces et pseudofèces qui viennent envaser le sédiment. Rapidement le type sédimentaire est défini par les crépidules elles même (coquilles de crépidules envasées), cela conduit à une banalisation des fonds et donc à une diminution de la biodiversité. Dans le Golfe, de nombreux secteurs présentent des densités supérieures à 1000 ind./m², le maximum est de l'ordre de 4000 ind./m². Les crépidules constituent une menace réelle pour le Golfe.

Globalement la prolifération d'espèces filtreuses invasives comme la crépidule, **l'huître creuse** et **la palourde japonaise** conduit à une exploitation importante de la ressource en nourriture (plancton, matière organique...). Ceci a deux conséquences : d'une part, une diminution de la quantité de nourriture (compétition possible entre les crépidules et les 2 autres espèces), d'autre part, la fixation et la sédimentation des éléments particuliers qui sans cela auraient été exportés à l'extérieur du Golfe. Ceci présente le risque de bloquer dans le sédiment du Golfe divers polluants d'origine terrestre. Les conséquences de ce phénomène s'inscrivent dans le long terme, mais doivent dès à présent être intégrées dans la réflexion des gestionnaires.

Eutrophisation : au cours des dernières décennies l'augmentation de la population et l'évolution des pratiques agricoles ont entraîné une augmentation des apports en sels nutritifs (azote, phosphore...). Au-delà d'un certain seuil, cet enrichissement n'a plus d'effets de stimulation de l'écosystème, mais induit des dérèglements. De récentes études permettent de conclure à une eutrophisation du Golfe avec une transformation des peuplements associés aux différents habitats. Cette eutrophisation a pour conséquence, une disparition d'espèces sensibles qui laissent la place à des espèces indifférentes ou opportunistes. L'eutrophisation constatée reste encore modérée.

Plongée loisirs : cette pratique concerne des secteurs rocheux soumis aux courants de marée. Ce sont dans ces secteurs que se développent les champs de gorgones et les colonies de *corynactis*. Cet habitat est fortement structuré par le courant. Les plongeurs peuvent casser les gorgones avec leurs palmes et écraser divers organismes fixés. Un protocole de suivi de l'impact réel de cette activité est mis au point par l'équipe du Lemar (IUEM). Si cet impact est avéré, il pourrait être pertinent de limiter cette pratique. Sachant que l'impact principal serait de toutes façons plus paysager (disparition des gorgones) que fonctionnel.

IV-2 Enjeux de conservation et menaces pour les habitats terrestres

IV-2-1 Enjeux

La conservation des habitats terrestres nécessite deux échelles de réflexion. Une réflexion à l'échelle de la parcelle et une connaissance de la fonctionnalité des grands ensembles.

Dans le Golfe du Morbihan, la croissance démographique très rapide a conduit à un urbanisme peu maîtrisé. Ainsi, la majeure partie de la bande littorale est soumise à une raréfaction des habitats naturels. Cette rareté s'accompagne d'un fractionnement important des habitats et d'un isolement fonctionnel des milieux.

Dans la rivière de Penerf, la pression urbaine a été moindre jusqu'à présent, mis à part à Damgan. Les habitats occupent de vastes surfaces et sont en connexion fonctionnelle.

Fonctionnalité

La fonctionnalité de l'écosystème est un élément essentiel à prendre en compte pour la conservation des habitats et des espèces. Il est possible de distinguer deux situations différentes : un habitat (une lande par exemple) situé dans un contexte de milieux anthropisés, landes de Locmariaquer (Figure 19). A terme, cet habitat risque très fortement de disparaître sur le site suivant un processus naturel de succession végétale, et il est peu probable qu'il colonise les cultures ou zones urbanisées voisines. Dans ce cas, la conservation de l'habitat remarquable nécessite d'intervenir pour bloquer ou ralentir, par la gestion, l'évolution du milieu. Le même habitat, lande de Locmiquel, peut être situé dans un contexte relativement fonctionnel, s'il est intégré à un ensemble d'habitats naturels représentant différents stades d'évolution du milieu ou de la succession végétale. Dans ce cas, la conservation des habitats est compatible dans une certaine mesure avec leur évolution spontanée, c'est-à-dire avec un choix de non intervention. En effet, la dynamique de la végétation peut générer simultanément le vieillissement de certaines zones et l'apparition de nouvelles zones pionnières.

Des ensembles fonctionnels remarquables existent dans les deux sites. Les principaux concernent la succession schorre, haut schorre, prairie subhalophile et zones humides. Cette succession s'étale sur de vastes étendues ce qui garantit la capacité des habitats à évoluer sous l'influence de processus naturels. A terme, le système peut évoluer (envasement) tout en gardant sa diversité. Localement, la végétation du schorre moyen peut évoluer en végétation de haut schorre qui elle-même peut se transformer en prairie subhalophile, cette dernière s'intégrant peu

à peu aux zones humides. De tels ensembles sont très robustes, si l'homme n'intervient pas (digues...) ils demeurent fonctionnels sur de très longues durées.

La rivière de Penerf (Figures 17 et 18), la rivière de Noyal (Figure 15) et les marais de Séné (Figure 15), constituent de remarquables ensembles fonctionnels où les habitats conservent un potentiel d'évolution sous l'influence de processus naturels, tels que l'érosion et la sédimentation.

Etat de conservation d'un habitat.

Dans le milieu terrestre, il est relativement aisé d'estimer l'état de conservation d'un habitat. Il suffit d'estimer des paramètres comme le taux de couverture du sol, l'embroussaillage... pour connaître le niveau de dégradation d'un habitat. Des habitats comme les lagunes posent le problème de l'évaluation de leur état de conservation.

Dans le Golfe 200 ha (15 %) des habitats terrestres présentent un mauvais état de conservation (dunes, landes sèches...). Dans le site de la rivière de Penerf 196 ha (18 %) sont dégradés (dunes et prés-salés).

Ce bon état général ne doit pas cacher le très mauvais état des habitats dunaires qui sont partout fortement dégradés.



Brouel-Kerstang – Schorre – Source Rapilliard

IV-2-2 Facteurs agissant sur l'état de conservation des habitats

La fonctionnalité de l'écosystème peut être perturbée par des **aménagements**. Dans les sites remarquables, tout projet de route, digue, drainage... doit être examiné en tenant compte de ce paramètre. Dans le même ordre d'idée, le phénomène de la fragmentation des habitats est le problème majeur affectant la conservation des espèces. Il a des implications en terme de risque d'extinction des populations à faible effectif, d'isolement des populations, et de fonctionnalité de ces dernières. Le plan d'aménagement d'un secteur doit donc aussi tenir compte du risque de fragmentation des habitats.

- **Les lagunes** : dans le Golfe et la rivière de Penerf deux types de lagunes sont rencontrés: des lagunes naturelles dont la formation résulte de processus géomorphologiques (Kerpenhir à Locmariaquer, Les Gouvelins à Saint Gildas de Rhuys, Suscinio à Sarzeau), et des lagunes d'origine anthropique résultant d'endiguages de bras de mer (étangs à marée) ou de prés-salés (marais salants, polders). Les lagunes naturelles ont pu être aménagées plus ou moins profondément dans un second temps (exemple des salines de Suscinio). Comme toutes les zones humides, les lagunes sont soumises à une forte pression anthropique, agricole, touristique, urbaine...

Parallèlement les lagunes autrefois aménagées et entretenues (digues, écoulements, écluses, dragages...) souffrent d'un **abandon progressif** des travaux d'entretien avec modification des dessertes hydrauliques. Selon les types de gestion et leur degré d'intervention, on assiste à des scénarios différents de successions écologiques, avec le plus souvent développement de plantes du schorre après rupture des digues et rétablissement du régime de la marée, ou de végétation palustre en cas d'une moindre fréquence des intrusions d'eau marine. La fonctionnalité de ces lagunes dépend donc de l'état d'entretien des dessertes hydrauliques voire de leur maintien.

Les lagunes sont naturellement des milieux à risque d'**eutrophisation**, elles souffrent de plus en plus de crises dystrophiques. Celles-ci sont souvent caractérisées par un développement anarchique de macrophytes et/ou de microphytes. Les fréquentes crises d'anoxie peuvent entraîner la mortalité de la faune benthique et des jeunes poissons, bases de la nutrition de prédateurs comme les oiseaux.

Dans le Golfe, beaucoup de sites ont été aménagés en claires (engraissement et verdissement des huîtres) suite à l'arrêt de l'activité salicole. Cette activité est actuellement très peu développée, localisée pour l'essentiel au marais de Lasné à Saint Armel, où elle s'accompagne d'aquaculture (mollusques, crustacés Penéidés, poissons...). L'aménagement des lagunes en lieux de mariculture provoque l'importation d'espèces exotiques parfois envahissantes et la disparition d'espèces autochtones est souvent à craindre.

Pour cet habitat se pose le problème de la gestion ou des aménagements cynégétiques qui tendent à favoriser l'eau douce : transformation des lagunes en étangs...

Dans le Golfe, les réserves (réserve naturelle des marais de Séné et son futur périmètre de protection, marais de Pen en Toul, marais du Duer) abritent une proportion importante des lagunes du site. La conservation de cet habitat fait partie des objectifs prioritaires de leurs plans de gestion. La gestion pratiquée vise à maintenir ou restaurer la régularité des apports d'eau marines

nécessaires au maintien des peuplements associés à cet habitat (herbiers, invertébrés benthiques). D'autres sites, propriété en tout ou partie du Conservatoire du Littoral et des Rivages Lacustres ou du Département du Morbihan (Brénéguy et Kerpenhir à Locmariaquer, l'étang du Hézo, le marais de Suscinio) devraient également intégrer la conservation de cet habitat dans leurs futurs plans de gestion.

- **Végétations annuelles à Salicornes** : pour ce type d'habitat, la gestion sera essentiellement la non intervention, notamment pour les cuvettes du haut schorre. On rencontre aussi des peuplements diversifiés de salicornes annuelles dans les anciens marais salants où ces végétations constituent alors des mosaïques ou ceintures de végétation des lagunes. Ces végétations sont alors strictement dépendantes du maintien de l'habitat lagune et d'un léger marnage permettant le développement des végétations annuelles.

- Pour les prés-salés, à tous les niveaux du schorre, la non-intervention est recommandée. Le foulage du sol (par engins à chenilles) pour effacer les empreintes du bétail et le curage des étiers (pelleteuse) lors des actions de démoustication en rivière de Penerf (2001), ne sont pas compatibles avec la conservation de ces habitats en bon état. Le pâturage des prés salés, s'il n'est pas occasionnel et extensif, a un impact très marqué sur les habitats. Les bovins en piétinant déstructurent le sol et détruisent la végétation. Le drainage du schorre est modifié. Par ailleurs, le surpâturage par les moutons et les vaches conduit à une banalisation du pré salé avec la dominance de quelques espèces comme la puccinelli et l'armérie. Cette pratique concerne de vaste territoire en rivière de Penerf et demeure localisée dans le Golfe. Le **Baccharis**, espèce invasive colonise le haut schorre.

Des **comblements**, visant à gagner de la surface « utile », affectent de nombreux sites de lagunes/roselières/haut schorre.

En contact avec les prés salés des **prairies subhalophiles** constituent un habitat rare dans le site en raison des endiguages pratiqués historiquement dans ce type de milieu, ou de la mise en culture/ urbanisation de ces milieux quand ils étaient situés en amont de marais salants. Les problèmes rencontrés sont **le surpâturage** et le développement du **Baccharis**.



Marais de Kerpont – Jonc maritime colonisé par du Baccharis – Source Rapilliard

De plus, des **aménagements cynégétiques** ont été établis sur des prés salés : endiguages et creusements d'étangs (rivière de Penerf) et inondations prolongées (Breneguy à Locmariaquer).

L'**embroussaillement** et le **boisement** sont deux impacts d'origines différentes, mais induisant des conséquences comparables sur **les landes**. L'embroussaillement, lié à la déprise agricole, fait disparaître les groupements dominés par les bruyères en raison du développement de la Molinie, de la Callune et l'ajonc d'Europe, qui précède la colonisation par les arbres (pin maritime surtout).

La gestion des landes (Cahiers d'habitats) consiste à bloquer la dynamique progressive de la végétation. Les landes dégradées peuvent être restaurées au moyen du pâturage extensif à l'aide d'animaux rustiques ou par intervention mécanique (broyage et exportation). Des travaux d'abattage avec exportation sont parfois nécessaires sur les landes très dégradées envahies par les ligneux. Les landes maintenues dans un bon état de conservation sont généralement entretenues par la fauche, préférable au pâturage dans cette phase d'entretien. Enfin, des travaux d'étrépage peuvent être entrepris sur de faibles superficies afin de diversifier les communautés en favorisant les groupements pionniers. Pour les landes humides et les landes mésophiles des travaux de restauration hydrique sur les sites drainés sont à envisager.



Lande du Teno – Lande humide – Source Rapilliard

- **La surfréquentation générale des dunes** entraîne la dégradation du tapis végétal et favorise l'érosion. Les pelouses aérohalines (hauts de falaises) sont aussi affectées par le piétinement. Dans certains sites des enrochements ont été construits en avant des dunes, faisant disparaître plusieurs habitats (dune embryonnaire, dune mobile, végétation des laisses de mer). Par ailleurs, ces installations déconnectent la dune de la plage empêchant tout échange de sable. La dynamique dunaire est ainsi rompue.

- **La végétation des laisses de mer** est de deux types : atlantiques (dépôts d'algues sur les plages) et intra-Golfe (échouages de zostères). Dans les deux cas cet habitat abrite des espèces végétales différentes et probablement des peuplements d'invertébrés également différents. Pour cet habitat l'impact principal est lié au nettoyage mécanique des plages.

Les falaises avec végétation des côtes atlantiques, Type d'habitat élémentaire : Végétation rupicole thermo-atlantique. Ce type d'habitat est en régression dans les sites les plus fréquentés : la fréquentation génère un piétinement défavorable au maintien de cet habitat ; cette régression est d'autant plus marquée sur les falaises naturellement instables ou friables, dont l'érosion est accentuée

par le décapage anthropique du tapis végétal sommital. En outre cet habitat présente une grande vulnérabilité vis à vis de l'artificialisation des littoraux par constructions d'énrochements ou de murs maçonnés. Les habitats de falaises sont détruits par des **remblaiements** ou dans le cadre **d'aménagements touristiques ou portuaires, urbanisation littorale...** Ce type d'habitat peut être touché par la pollution par les hydrocarbures, en période de grande marée associée à une tempête (marée noire consécutive au naufrage de l'Erika). Ceci est surtout vrai en presqu'île de Rhuys.

À l'intérieur du Golfe, ce type de végétation existe sous la forme d'étroites franges sur les microfalaises exposées au sud-ouest : Les deux principales menaces sont le développement de la végétation ligneuse et le piétinement par les touristes.

Si la réflexion sur les menaces doit être menée à l'échelle de chaque habitat, une approche plus globale s'impose.

Le phénomène de la **fragmentation** des habitats est le problème majeur affectant la conservation des espèces et des habitats. Il a des implications en terme de risque d'extinction des populations à faible effectif, d'isolement des populations, et de fonctionnalité de ces dernières, etc.

La diversité des habitats est une indéniable source de richesse en espèces. Les zones de contacts écologiques sont en effet bien connues pour favoriser la coexistence d'espèces ayant des écologies différentes. Toutefois, elle est aussi une cause de fragilité des habitats et des populations. En effet, des habitats de faible superficie supportent des populations d'espèces de faible abondance qui sont alors exposées à un plus grand risque d'extinction, notamment par **effet de lisière généralisé** qui fragilise les populations. Les habitats à répartition linéaire le long du trait de côte (laisses de mer, dunes mobiles, schorres, végétation des falaises...), et les peuplements d'espèces qu'ils abritent, sont particulièrement exposés à cet effet de lisières. Ils peuvent être profondément affectés par les activités humaines, les aménagements et les infrastructures qui se déroulent parallèlement au rivage : sentier côtier, routes, digues.

V CONCLUSIONS

La présente étude a permis de mesurer pleinement l'intérêt des 2 sites dans le contexte Natura 2000.

Il apparaît que la conservation de la biodiversité exceptionnelle du territoire du Golfe du Morbihan et de la Rivière de Penerf nécessite des mesures à plusieurs niveaux.

Conservation des habitats d'intérêt européens

Certains habitats sont prioritaires aux yeux de la directive et doivent impérativement être maintenus dans un bon état de conservation, ce qui dans de nombreux cas implique une restauration (cas assez général des massifs dunaires et des landes humides, et de certaines lagunes).

Par ailleurs, d'autres habitats constituent des enjeux prioritaires sur le territoire du Golfe compte tenu de leur grande superficie et de leur état de conservation exceptionnel en Europe (maerl, zostère naine, prés-salés).

Cette protection d'habitats exceptionnels doit s'accompagner d'une réflexion sur les conditions nécessaires à leur maintien, maîtrise d'usage ou foncière, et modalités de gestion. Cela implique aussi d'organiser dans l'espace ou le temps les activités humaines : pêche à pied, mouillages, cultures marines, voire de mettre en place des plans pour arrêter certaines pratiques comme le pâturage du schorre et la destruction volontaire d'habitats (comblements...).

A une autre échelle des ensembles **fonctionnels exceptionnels** doivent être maintenus dans leur intégrité. C'est le cas, par exemple, de l'ensemble de la rivière de Penerf, de la rivière de Noyal, de la baie de Sarzeau et de la presqu'île de Locmariaquer. Ces zones non seulement abritent une richesse importante en habitats d'intérêt communautaire, mais aussi de grandes étendues. Ces ensembles garantissent la capacité des espèces et des habitats à évoluer sous l'influence de processus naturels. Ils garantissent la capacité d'accueil du Golfe et de la Rivière de Penerf pour les oiseaux d'eau au sens large. Il faut éviter la mise en place d'infrastructures ou d'ouvrages susceptibles de fragmenter ces ensembles, de compromettre leur fonctionnalité et leur capacité à évoluer.

Il faut dès à présent envisager la restauration d'ensembles fonctionnels : en réfléchissant sur la relation herbiers de zostères et parcs ostréicoles et sur le rôle des routes et ouvrages de défense contre la mer dans la régression des dunes...

Enfin, il apparaît prioritaire d'organiser une information importante des usagers et du public sur les enjeux de conservation et les bonnes pratiques respectueuses des habitats et espèces.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Afli M., 1999. Variabilité temporelle des peuplements macrobenthiques de la partie orientale du Golfe du Morbihan (Bretagne). Thèse de doctorat de l'Université de Bretagne occidentale. 191 pp.

Auby I., 1991. Contribution à l'étude des herbiers de *Zostera noltii* dans le bassin d'Arcachon : dynamique, production et dégradation, macrofaune associée. Thèse de doctorat de l'Université de Bordeaux I. Volume 1.

Bariou R., 1978. Manuel de télédétection. Photographies aériennes – Images radar – Thermographies – Satellites. Editions Sodipec, 349 pp.

Baron J., Clavier C. et Thomassin B.A., 1993. Structure and temporal fluctuations of two intertidal seagrass-bed communities in New Caledonia (SW Pacific Ocean). *Mar. Biol.*, 117 : 139-144

Belsher T., Loubersac L., Belbeoch, G., 1985. Remote sensing and mapping. Mark M. Littler et Diane S. Littler (ed.). Handbook of Phycological Methods Ecological Field Methods: Macroalgues. Cambridge University Press : 177-197.

Ben Moussa H., 1987. Contribution de la télédétection satellitaire à la cartographie des végétaux marins : Archipel de Molène (Bretagne). Thèse de Doctorat de l'Université d'Aix-Marseille II. 122 pp;

Ben Moussa H., Viollier M., Belsher T., 1989. Télédétection des algues macrophytes de l'Archipel de Molène (France) radiométrie de terrain et application aux données du satellite SPOT. *Int. J. Remote Sensing*. 10 (1) : 53-69.

Caillibot C., 1990. Evolution de la végétation halophile et de quelques marais salants dans le bassin oriental du Golfe du Morbihan : approche par photo-interprétation. Mémoire de Maîtrise de Géographie, Université de Rennes II. 157 pp.

Canado G. et Chauvaud S., 2001. Etude de l'impact de la pêche à pied sur le développement des herbiers à *Zostera noltii* Horneman, dans le Golfe du Morbihan. Rapport de maîtrise – IUEM, UBO, Brest. 20 pp.

Caroff V., 1998. Contribution à l'étude de l'évolution de la bathymétrie dans le Golfe du Morbihan, exploitation de données historiques disponibles. Rapport de maîtrise, Université de Nantes. ODEM. 104 pp.

Chassé C. et Glémarec M., 1976. Principes généraux de la classification des fonds pour la cartographie sédimentaire. *J. Rech. Océanogr.* 1 (3). 18 pp.

Chauvaud S., 2001. Inventaire cartographique des habitats naturels de la Petite Mer de Gâvres. Etude des Invertébrés marins benthiques. Contrat Com. D'Agglomérations Du Pays de Lorient.

Chauvaud S., 1997. Cartographie par télédétection à haute résolution des biocénoses marines côtières de la Guadeloupe et de la Martinique. Estimation de la biomasse et de la production primaire des herbiers à *Thalassia testudinum*. Thèse de doctorat de l'Université de Bretagne occidentale. 225 pp.

Chauvaud S. *et al.*, 2000. Cartographie des biocénoses marines de Guadeloupe à partir de données Spot (récifs coralliens, phanérogames marines, mangroves). *Oceanologica acta*, 24 (1). 14 pp.

Chauvaud S. *et al.*, 1998. Remote sensing techniques adapted to high resolution mapping of tropical coastal marine ecosystems (coral reefs, seagrass beds and mangrove). *Int. J. Remote sensing*, 19 : 3625-3639.

Chauvaud S. et Jean F., 1998. Elaboration d'une ZNIEFF marine sur l'estran de la Réserve Naturelle des Sept-Iles (Côtes d'Armor). Contrat Région-DIREN-LPO.

Cherrill, A. & McClean, C. 1999a. The reliability of « Phase 1 » mapping in the UK : the extent and types of observer bias. *Landscape and Urban Planning*, 45 : 131-143.

Cherrill, A. & McClean, C. 1999b. Between-observer variation in the application of a standard method of habitat mapping by environmental consultants in the UK. *J. Appl. Ecol.*, 36 : 989-1008.

Davy de Virville A., 1960. Sur un nouveau procédé de cartographie des algues marines. *C. R. As des Sc.*, 251, 2566-2568.

Courboulès J., 1989. Contribution de la télédétection à haute et très haute résolution spatiale à la perception des ressources naturelles renouvelables : exemples d'applications aux zones littorales tropicales de Mer Rouge (données TM de LANDSAT4, HRV de SPOT1 et photographies aériennes numérisées). Thèse de doctorat de l'Université de Nice, 259 pp.

Denis P., non daté. Les herbiers de Zostères et leur importance écologique au sein des zones humides littorales, exemple du Golfe du Morbihan (Sud Bretagne). SEPNB. 75-82.

Denis P. et Mahéo R., 1980. Ecologie et productivité des herbiers de Zostères du Golfe du Morbihan. SEPNB.

Denis P. et Mahéo R., 1980. Golfe du Morbihan, cartographie et étude des herbiers marins. SEPNB. 33 pp

Floc'h J.Y., 1967. Cartographie de la végétation marine et observations écologiques dans l'archipel de Molène (Finistère). Thèse de 3ème cycle, Université de Rennes, 135 pp.

FRALIT (équipe), 1981. Télédétection du marais Poitevin et de ses marges. *Collection de l'Ecole Normale de Jeunes Filles*, 13 : 311 pp.

Frontier S., 1986. Stratégies d'échantillonnage en écologie. Masson (ed.), Paris, 578 pp.

Givernaud T., 1984. Recherche sur l'algue brune *Sargassum muticum* en Basse Normandie. Contrat CNEXO/Lab. Algol. Fond. App. Univ. Caen - 83/7330. 82 pp.

Givernaud T., Casson J. et Givernaud-Mouradi A., 1991. Etude des populations de *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt sur les côtes de Basse Normandie (France) : 129-140.

Glemarec M., 1963. Bionomie benthique de la partie orientale du Golfe du Morbihan. *Thèse 3ème Cycle, Fac. Sci. Univ. Paris*, 91 pp.

Glemarec M., 1979. Les fluctuations temporelles des peuplements benthiques liées aux fluctuations climatiques. *Oceanologica Acta*, 2 (3) : 365-371.

Glemarec M., Le Faou Y et Cuq F., 1996. Long-term changes of seagrass beds in the Glénan Archipelago 'South Brittany'. *Oceanologica Acta*, 20 (1) : 217-227.

Glemarec M., Bellan-Santini D., Dauvin J.C., 2001. Cahiers des habitats (version provisoire). Ministère de l'Environnement et du Développement Durable.

Gourmelon F., Guinet C., Jean F., 1993. La réserve de la biosphère de la mer d'Iroise : un Système d'Information Géographique en milieu insulaire. *Mappemonde*, 4 : 28-29.

Grall J., 2002. Biodiversité spécifique et fonctionnelle du maerl: réponses à la variabilité de l'environnement côtier. Thèse de doctorat de l'Université de Bretagne Occidentale. 300pp.

Gray J.S., 1992. Eutrophication in the sea. In : "*Marine eutrophication and Population dynamics*", ed. G. Colombo, I. Ferrari, V. Ceccherelli et . Rossi. 25 th EMBS : 3-15. Olsen & Olse., Fredensborg.

Guillaumont B., Callens L., Dion P., 1993. Spatial distribution and quantification of *Fucus* species and *Ascophyllum nodosum* beds in intertidal zones using SPOT imagery. *Hydrobiologia*, 260 : 297-305.

- Hily C. et Glemarec M., 1990. Dynamique successionnelle des peuplements de fonds meubles au large de la Bretagne. *Oceanologica Acta*, 13 (1) : 107-115.
- Huon Y., 1983. Les principales Laminaires de l'archipel de Bréhat. Thèse de docteur d'Université de Nancy. Faculté de Pharmacie. 135 pp.
- Hurault J., 1976. Photo-interprétation et télédétection dans le domaine du spectre visible et du proche infrarouge. Bulletin d'information I.G.N., 32 : 33-37.
- Le Goff R., 1992. Etude de l'impact du dragage des palourdes sur le banc de Truscat. SBM Bailleron, 80 pp.
- Joubin M.L., 1909. Recherches sur la distribution océanographique des végétaux marins dans la région de Roscoff. *Annales de l'Institut Océanographique*, 1 (1) : 1-17.
- Kerambrun, L., 1984. Contribution à l'étude de la fertilité des fonds rocheux côtiers de Bretagne. Thèse de Doctorat de 3ème cycle, Université de Bretagne Occidentale, 150 pp.
- Letort S., 1999. Extension de la Spartine anglaise dans le Golfe du Morbihan : répartition actuelle, tendances d'évolution et impacts potentiels. ODEM.
- Loubersac L., 1983. Application des données satellitaires haute résolution à l'observation du littoral : le cas des simulations SPOTans le cadre de la veille écologique des côtes bretonnes. In : Proceeding of Earsal / Esa Symposium on Remote Sensing Applications for Environmental Studies. Brussels. 26-29 Apr. 1983 : 79-85.
- Mahéo R., 1992. Site RAMSAR Golfe du Morbihan, délimitation des herbiers de Zostères. Rapport DIREN Bretagne / CREBS – Université de Rennes I. 4 pp.
- Marcos F., Janin J.M. et Le Saux J.M., 1995. Modélisation hydrodynamique du Golfe du Morbihan. *Direction des Etudes et des Recherches, Service Application et d'Electricité et de l'Environnement*, 120-135.
- Marcaillou B. *et al.*, 1996. Caractéristiques sédimentaires du Golfe du Morbihan : granulométrie, teneurs en eau, matière organique et phosphore total. IFREMER, ODEM. 46 pp.
- Perez R. et Audouin J., 1973. Répartition des grands champs d'algues brunes sur les côtes françaises de la Manche Occidentale entre l'île Grande et l'île de Sic. *Science et pêche; Bul. Inst/ Pêches Marit.*, 226 : 1-12.
- Pirou J.Y., 1983. Cartographie des champs d'algues intertidaux par télédétection. Mémoire de DEA. Université de Bretagne Occidentale, Brest. 68 pp.
- Sornin J-M., 1981. Processus sédimentaires et biodéposition liés à différents modes de conchyliculture. Thèse de doctorat de l'Université de Nantes. 188 pp.

Sournia A. *et al.*, 2000. Contrôle de la Spartine en Baie de Somme : contribution à la réflexion. 46 pp.

Thouin F., 1983. Cartographie et étude des populations de Laminaires de basse Normandie. Rapport Université de Caen, 59 pp.