



Environnement Naturel de l'Iroise

Bilan des Connaissances et Intérêt Patrimonial

Volume 2

Septembre 1999

***Ce document a été réalisé par
Michel Le Duff, chargé d'étude
et
Le groupe de travail scientifique
pour la mise en place du Parc National Marin d'Iroise***

Composition du groupe de travail scientifique :

Membres scientifiques :

Antoine Loic	Chercheur IFREMER, gestion des ressources halieutiques
Arzel Pierre	Chercheur IFREMER : gestion des ressources algales
Biolet Frédéric	Maître de conférence : botanique et phytosociologie
Brigand Louis	Maître de conférence : géographie humaine
Castric Annie	Chargé de recherche CNRS : faune substrats rocheux
Floc'h Jean-Yves	Professeur d'Université : biologie et inventaire des algues marines
Fontenelle Guy	Professeur ENSAR : gestion des ressources exploitées
Glémarec Michel	Professeur d'Université : expert international inventaire faune /habitats marins
Gourmelon Françoise	Chargé de recherche CNRS : conception et réalisation des systèmes d'information géographiques
Hallégouet Bernard	Maître de conférence : géologie et géomorphologie
Hily Christian	Chargé de recherche CNRS, biodiversité et biologie de la conservation dans les écosystèmes côtiers
Hussenot Eric	Directeur scientifique, Océanopolis : biologie des populations de mammifères marins
Jean Frédéric	Maître de conférence, production et fonctionnement des écosystèmes Marins
Latrouite Daniel	Chercheur IFREMER : gestion des ressources en crustacés
Le Corre Pierre	Professeur d'Université : physico-chimie et production primaire pélagique
Monnat Jean-Yves	Maître de conférence : biologie des populations d'oiseaux marins
Mariette Vincent	Ingénieur océanographie physique : hydrologie, courantologie
Pascal Michel	Directeur de recherche INRA : biologie et écologie des mammifères terrestres
Simon Bernard,	Ingénieur SHOM, courantologie
Véron Gérard	Chercheur IFREMER : pêche à pied et pêche récréative

Mesdames ou Messieurs les représentants de :

Centre d'Etude du Milieu d'Ouessant , Comité des Pêches ,Conservatoire Botanique de Brest, DIREN Bretagne , Parc Naturel Régional d'Armorique , Réserve de Biosphère d'Iroise , Réserve de faune sauvage de Béniguet, Réserve Naturelle d'Iroise, SEPNB, Bretagne Vivante ,

Coordination : Christian Hily et Michel Glémarec

Etude réalisée dans le cadre d'une convention DIREN Bretagne et l'Université de Bretagne Occidentale. Responsable scientifique : Christian Hily, UMR CNRS 6538, Institut Universitaire Européen de la Mer

Sommaire

I L'écosystème. Bilan des connaissances	page 1
A. Les caractères physiques de l'Iroise	page 2
1. La géologie	page 2
2. La topographie sous-marine	page 3
3. La géomorphologie	page 3
3.1 Les îles	page 3
3.2 les côtes continentales	page 5
4. L'hydrologie et l'hydrodynamisme	page 5
5. la sédimentologie des fonds marins	page 8
B. Les habitats et les peuplements	page 10
1. Les différents types d'habitats	page 10
1.1 Les milieux terrestres	page 10
1.2 Les milieux marins	page 11
1.2.1 Le milieu pélagique	page 11
1.2.2 Le milieu benthique	page 11
1.2.2.1 Les milieux rocheux	page 13
1.2.2.1.1 Le milieu intertidal	page 13
1.2.2.1.2 Le milieu subtidal	page 13
1.2.2.2 Les milieux sédimentaires	page 15
2. La flore	page 19
2.1 La flore et la végétation terrestres	page 19
2.1.1 La flore et la végétation des îles	page 19
2.1.2 La flore des falaises continentales	page 22
2.1.3 Intérêt patrimonial	page 22
2.2 La flore marine	page 24
2.2.1 Les algues	page 24
2.2.2 Le maërl	page 25
2.2.3 Les herbiers de phanérogames	page 26
3. Les peuplements animaux	page 27
3.1 Les invertébrés	page 27
3.1.1 Les crustacés	page 27
3.1.2 Les mollusques	page 29
3.1.3 Les échinodermes	page 29
3.2 Les vertébrés	page 30
3.2.1 Les poissons	page 30
3.2.1.1 Les espèces benthiques et démersales	page 30
3.2.1.1.1 Les espèces benthiques	page 30
3.2.1.1.2 Les espèces démersales	page 32
3.2.1.2 Les espèces pélagiques	page 32
3.2.2 Les oiseaux	page 33
3.2.2.1 Les oiseaux marins	page 33
3.2.2.1.1 Les oiseaux marins nicheurs	page 33
3.2.2.1.2 Les oiseaux marins non nicheurs	page 35
3.2.2.2 Les oiseaux de bord de mer	page 36
3.2.2.2.1 Les espèces nicheuses	page 36
3.2.2.2.2 Les espèces migratrices	page 37
3.2.2.3 Les oiseaux terrestres	page 37
3.2.2.3.1 Les espèces nicheuses	page 37
3.2.2.3.2 Les espèces de passage	page 37
3.2.3 Les mammifères marins	page 39
3.2.3.1 La loutre européenne	page 39
3.2.3.2 Le phoque gris	page 39
3.2.3.3 Le grand dauphin	page 40
3.2.3.4 Les autres cétacés de l'Iroise	page 41
4. Autres études	page 41

II Le fonctionnement de l'Iroise	page 42
1. Les réseaux trophiques	page 42
2. Les flux migratoires	page 47
III Evaluation de l'intérêt relatif des principaux secteurs au sein de la zone d'étude	page 49
IV Discussion	page 53
1. les mots clés de l'Iroise	page 53
1.1 Diversité	page 53
1.2 Productivité	page 54
1.3 Complexité	page 54
2. Les atouts de l'Iroise en terme de conservation	page 55
2.1 Zone représentative des côtes Manche/Atlantique françaises	page 55
2.2 Zone refuge	page 55
2.3 Zone source	page 55
2.4 Zone témoin	page 56
2.5 Zone modèle	page 56
Conclusion-Résumé	page 57
Bibliographie	page 58

I L'écosystème. Bilan des connaissances

La mer d'Iroise est une mer bordière qui baigne les côtes occidentales du Finistère. Elle est limitée au nord par l'île d'Ouessant (48°30'N) et l'archipel de Molène, au sud par la Chaussée de Sein (48°N). A l'est, l'Iroise communique par un goulet étroit avec la rade de Brest et plus largement avec la baie de Douarnenez. Vers le large elle ne s'étend pas au-delà du méridien de la pointe de Pern, sur Ouessant, à partir duquel commence la mer Celtique. Cette limite correspond approximativement à l'isobathe des 100 m.

En raison des interactions avec les zones voisines (Manche, mer Celtique, golfe de Gascogne) nous serons amenés, dans différentes parties de cette étude, à déborder de ces limites pour comprendre le fonctionnement de l'Iroise.

A. Les caractères physiques de l'Iroise

1. La géologie

Les nombreux travaux réalisés sur le continent et les îles (Chauris, 1966, 1982, 1991a, 1991b, 1991c, 1992a, 1992b, 1994, Hallégouët 1993), auxquels il faut ajouter les résultats obtenus en 1972 lors d'une campagne de carottages (Chauris *et al.* 1972), permettent de dresser une carte géologique fiable de la mer d'Iroise et de ses contours.

Au nord, les formations continentales (gneiss de Ploumoguier, granite de St-Renan-Kersaint, granite de L'Aber Ildut, granite à deux micas de Ploudalmézeau) se retrouvent dans l'archipel de Molène. L'île d'Ouessant constitue, quant à elle, la partie émergée la plus septentrionale du massif armoricain et les roches qui la composent doivent se prolonger vers l'est sous les eaux de la Manche. Elle peut être divisée en deux zones : une zone méridionale qui englobe les micaschistes de la dépression centrale et le granite intrusif du sud ; une zone septentrionale qui comprend le complexe migmatitique et les granites à deux micas du nord. Ces deux zones sont séparées par une étroite bande de granite porphyroïde rose, fortement cataclastique, qui correspond à un granite de suture.

Au sud de l'archipel de Molène, la Chaussée des Pierres Noires est constituée d'un granite à biotite qui constitue une succession de récifs disséminés sur une quinzaine de kilomètres entre les Rospects à l'est et le Diamant à l'ouest. Il n'a pas d'équivalent dans le Léon. Au contact de ce granite les carottages ont permis de mettre en évidence l'existence d'un autre ensemble granitique qui se prolonge largement vers l'ouest. Ces granites appelés «granites de l'Iroise » diffèrent à la fois de celui de pierres Noires et de ceux présents sur le continent.

Au sud de ces ensembles granitiques les carottages ont permis de retrouver en Iroise les prolongements de la zone médiane armoricaine. Le plancher de l'Iroise est constitué par des formations paléozoïques identiques à celles de la presqu'île de Crozon. Elles se retrouvent également dans le nord de la baie de Douarnenez où elles sont au contact de roches plus anciennes datées du Briovérien. Ces dernières forment la majeure partie du plancher de la baie (Augris *et al.* 1988, Darboux 1973, 1991).

Au sud de la zone d'étude, la Chaussée de Sein est le prolongement vers l'ouest des formations cristallines et granitiques de la pointe du Raz. Elle représente un fragment de la surface générale, affaissé d'environ 80 m par rapport au Cap Sizun et séparé de lui par un accident nord ouest-sud est (Barrière *et al.* 1985).

L'ensemble de ces formations est recoupé par de nombreuses failles qui témoignent des différentes activités tectoniques qui se sont produites au cours des temps géologiques, depuis la formation du massif armoricain, au début de l'ère primaire.

2. La topographie sous-marine

La topographie sous-marine de l'Iroise est connue grâce aux cartes bathymétriques du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine et à celle réalisée par Hinschberger (1970).

Au nord, la plate-forme de l'archipel de Molène est beaucoup plus étendue que ne le laisse supposer la superficie des îlots actuellement émergés. Si la mer était 5 mètres au-dessous de son niveau actuel, la superficie de ce plateau serait de 135 km carrés. Contrairement à l'archipel de Molène le plateau d'Ouessant est beaucoup plus réduit, une baisse de 10 mètres du niveau de la mer ne ferait que doubler la superficie de l'île. Les deux plates-formes sont séparées par le chenal du Fromveur dont la profondeur est de 50 mètres environ. Il y a au sud du chenal un haut fond formé d'accumulations de sable et l'on trouve à proximité des champs de rides sableuses.

Au centre de l'Iroise le relief sous-marin est plus régulier, du moins du côté ouest de la zone. A l'est, les pointes de la presqu'île de Crozon se prolongent en mer en donnant une série de "basses" (rochers du Toulinguet, le Trépied, la Parquette et la Vandrée au nord, les Tas de Pois, le Lis et le Laborieux au centre, la basse Vieille et la basse Wenn au sud). Mis à part ces accidents dus aux structures géologiques, les fonds décroissent régulièrement de la côte vers le large.

Au sud de l'Iroise, la Chaussée de Sein s'avance vers le large en se rétrécissant. Comme celle d'Ouessant, la plate-forme de Sein est peu étendue et l'on atteint très rapidement les -50 mètres en allant vers le nord. Le haut fond d'Ar Men, comme celui d'Ouessant, est une accumulation de sable.

3. La géomorphologie

3.1 Les îles

L'Iroise est limitée au nord par Ouessant et par l'archipel de Molène. La première a une allure de plan incliné s'abaissant de l'est, où les falaises les plus hautes atteignent 60 mètres, vers l'ouest, où elles dépassent rarement 30 mètres. Une plate-forme littorale, absente du côté est de l'île, s'avance en bas des falaises du côté ouest et prolonge l'île vers le large. Les premières études géomorphologiques de l'île ont été l'œuvre de Robequain (1935) et de Collin (1936, 1940), mais c'est à Guilcher (1957a, b) que l'on doit les recherches les plus approfondies. Cet auteur a notamment étudié les plages anciennes et les dépôts actuels de l'île. Plus récemment, en 1986, Hallégouët a présenté une vue d'ensemble sur le relief et la géomorphologie littorale de l'île d'Ouessant. A Ouessant les plages actuelles sont rares, les plus importantes sont celles de Porz Arlan et de la baie de Lampaul. A l'inverse, les restes de plages anciennes (monastiriennes) sont nombreux (Guilcher 1957a, b) et se retrouvent dans la quasi-totalité des criques entre Porz Kenz et Korn Pern au nord et à Porz Kored au sud-ouest de l'île. En plus des petites plages actuelles existantes il existe sur le littoral d'Ouessant quelques accumulations de galets. Les plus importantes se situent à Porz Nenv et Porz Glas, il s'agit de cordons de galets qui s'élèvent à plus de 4 mètres au-dessus de la dépression interne qu'ils barrent. Il existe également cinq petits tombolos de galets dont les plus importants, tout en étant modestes, relient Ledenez à Penn Darland et Keller à Keller Vihan. Du point de vue des formations littorales, Ouessant fait figure de pauvre par rapport à l'archipel voisin.

L'archipel de Molène, séparé du continent par l'étroit chenal du Four, regroupe neuf îles et îlots principaux et neuf îlots annexes des précédents (Guilcher 1959). Ce sont les points

culminants et émergés d'une grande plate-forme. Si l'on excepte Molène et Béniguet dont les altitudes maximales sont respectivement de 20 mètres et 16 mètres, il est composé d'îles basses qui ne s'élèvent pas à plus de 10 mètres au-dessus du niveau des hautes mers. Cette plate-forme, que se dispute la mer et la terre au gré des transgressions et des régressions, présente de nombreuses formations géomorphologiques mises en place sous l'action de la houle et du courant. Les accumulations littorales s'ordonnent en fonction des courants de la houle dominante d'ouest - sud-ouest, elles ont été étudiées dès les années 1950 par Guilcher (1948, 1950, 1957, 1958, 1959, Guilcher *et al.* 1959) et plus récemment par Hallégouët (1982a, b, 1984). Dans les zones où les courants sont violents, les sédiments sableux ont été balayés. A l'inverse, dans les zones d'amortissement des courants ils se sont déposés et ont donné naissance à différents types de dunes hydrauliques. Guilcher (1958) a distingué des formes en traînées, des amas globulaires, des paraboles, des barkhanes, des dunes en «z» et des ripple-marks. La formation des traînées, souvent accrochées à une roche par une de leurs extrémités, est en relation avec les courants de marée. Les principales se situent au sud-est de Morgol, au nord de Litiri, au nord-est de Béniguet et entre Bannec et Balanec. La formation des traînées qui existent au nord-est de Quémenes semble être due, non pas aux courants, mais plutôt à la houle. Le plus bel amas globulaire est situé au sud de Quémenes. Il correspond à une zone d'amortissement des courants dans un secteur non resserré entre des îles. Les dunes hydrauliques paraboliques doivent leur existence à la différence de force, dans certains secteurs, entre le flot et le jusant (Hallégouët 1982). Elles sont situées au-delà de détroit entre les îles, aux endroits où la force du courant diminue. Leur localisation a été le plus souvent déterminée par la présence d'une roche qui se situe soit au cœur de la dune soit à une de ses extrémités. La plus belle de ces dunes se trouve près du Petit Pourceau, au nord-est de Litiri. Il en existe également au niveau du Petit Courleau et du Grand Courleau, au nord de Morgol, au nord-est de Balanec et au sud et au sud-est de Molène. Les barkhanes sont des dunes plus petites à cornes effilées, en relation avec une roche voisine. On en voit au nord - nord-ouest de Litiri. Les dunes en forme de «z» se trouvent à l'est - sud-est de Béniguet et près de l'île aux chrétiens, elles représentent une forme intermédiaire entre les dunes paraboliques et les barkhanes. Les ripples-marks géantes n'existent que dans les endroits où un seul des courants alternatifs (le flot ou le jusant) peut agir. Elles existent à l'est et au nord de Béniguet et autour de Litiri. Elles sont fixées par des herbiers de Zostères qui entravent le déplacement des sédiments. En dehors de ces formations sous-marines, il existe également des dunes sur certaines îles et îlots de l'archipel. Les plus développées se trouvent à Béniguet et à Molène où elles couvrent toute la partie ouest de l'île. Il s'agit principalement de dunes fixées par la végétation qui ne sont plus alimentées à partir de l'estran. Seules celles de Litiri et de Béniguet sont encore nourries par le sable des plages.

Il y a, dans l'archipel de Molène, en plus des formations sableuses qui viennent d'être citées, des accumulations de galets et de blocs. Elles se présentent sous plusieurs formes : «les queues de comète», les tombolos, les accumulations avec «loc'h». Elles sont parfois suffisamment importantes pour recouvrir entièrement les roches sous-jacentes comme sur Morgol et l'île aux chrétiens. Les «queues de comète» définies par Guilcher *et al.* (1959), sont des tombolos incomplets qui se constituent dans la zone d'abri de la houle dominante, en arrière d'un point d'appui, le plus souvent une roche. Les plus belles accumulations de ce type se trouvent à l'ouest de Molène, au nord-est de Ero Vihan, à l'est de Baz Valan et au sud-est de Baz Velen. Il en existe également entre Molène et Balanec, du côté nord-ouest de Béniguet, au sud-est de Molène et entre Molène et ses Ledenez. Les tombolos sont des accumulations de galets qui relient les îles et les îlots entre eux. Parmi ces tombolos on peut citer ceux existants entre Molène et sa grande Ledenez, entre celle-ci et la petite Ledenez ou ceux qui relient en chapelet Quémenes, ses deux Ledenez et deux roches situées plus au nord. Les accumulations avec «loc'h» sont des cordons de galets qui isolent un marais littoral. On

en trouve sur cinq des îles de l'archipel : Trielen, Quémenes, Balanec, Béniguet et la grande Ledenez de Molène. Ils se sont mis en place sous l'action de la houle et enserrant un étang de taille variable selon les îles : le «loc'h» de Trielen mesure 110 mètres de diamètre, celui de Balanec 80 m de diamètre, celui de la grande Ledenez de Molène est beaucoup plus réduit et s'assèche durant l'été.

La Chaussée de Sein, d'orientation est-ouest, est limitée au nord et au sud par deux escarpements sous-marins. Il s'agit d'une plate-forme réduite, en grande partie immergée, dont le point le plus haut, situé dans l'est de la Chaussée, constitue l'île de Sein. La géomorphologie de cet ensemble a été étudiée par Guilcher à la fin des années 1950 (1958, 1959). L'étroitesse de la plate-forme n'a pas permis la mise en place d'accumulations aussi importantes que celles qui existent dans l'archipel de Molène, mais l'on retrouve dans la Chaussée quelques unes des formations décrites auparavant. Des traînées de sable existent aux abords de Karreg an Up, à l'ouest de Sein. Des barkhanes de petite taille sont présentes près de Penn Wenn ar Mor Dehou, au nord des Milinou et de Korn Euien. Les accumulations de galets sont rares, néanmoins un banc de 400 mètres de long est situé à 1 km à l'ouest de l'île de Sein, à Virinnigog et une queue de comète se trouve au sud des grandes roches des Milinou.

3.2 Les côtes continentales

Les types de côtes qui bordent à l'est la mer d'Iroise peuvent se résumer à deux catégories. Partout où le continent s'avance dans la mer ce sont des côtes rocheuses, principalement des falaises, comme à la pointe Saint-Mathieu, au Toulinguet, à Pen Hir, au Cap de la Chèvre ou au Cap Sizun. Ces falaises sont hautes : 100 mètres au Cap de la Chèvre, 60 mètres à la pointe de Dinan, à Camaret et au nord du Cap Sizun. A l'inverse les dépressions situées entre ces pointes sont occupées par des plages de sable fin comme au Trez Hir, à Tréganna, à Camaret, à l'anse de Dinan ou en baie de Douarnenez. C'est dans cette baie que les plages sont les plus étendues. Certaines sont protégées des courants et des houles dominantes (Morgat, l'Aber), d'autres au contraire font face aux vents dominants (plages de Telgruc, Saint-Nic, Sainte Anne la Palud, Kervel, Trez Malaouen, du Ris). Ces estrans meubles ont été étudiés par Prenant (1963), Chassé (1972), Hénaff et Hallégouët (1995), Hénaff (1998) et Hénaff et Bodéré (1999).

4. L'hydrologie et l'hydrodynamisme

Dans nos régions, la structure thermique de la couche superficielle de l'océan qui concerne les premières dizaines de mètres, évolue suivant un cycle saisonnier. Alors qu'en hiver on observe une homogénéité verticale en température, avec le printemps commence la formation d'une structure thermique caractérisée par l'existence d'un gradient thermique bien marqué situé entre 10 m et 60 m de profondeur et surmonté d'une couche homogène en température. Ce gradient thermique, appelé thermocline, se forme au moment où la mer commence à gagner de la chaleur et résulte de la succession de périodes ensoleillées et de vents forts. Ce profil thermique subsiste jusqu'à l'automne et disparaît sous l'effet des forts coups de vent et des pertes thermiques de l'océan. La structure thermique de la couche superficielle de l'océan redevient alors homogène.

Située devant la pointe de Bretagne, l'Iroise est soumise à l'action de la houle générée, au large par les vents, et à des courants de marée qui sont parmi les plus forts d'Europe (8 nœuds lors des marées de vives-eaux de coefficient 115). L'action de la première se traduit par l'existence d'un éventail très large de formations géomorphologiques côtières. Les courants de marée de l'Iroise, connus de façon précise depuis les travaux de Mariette *et al.*

(1982), Mariette (1983), Mariette et Le Cann (1985), Mariette *et al.* (1985), Dupuy (1993), SHOM (1994), agissent sur la distribution des sédiments qui tapissent le fond de l'Iroise et ont un rôle prépondérant dans le régime de circulation des masses d'eaux.

Une première conséquence de la forte intensité de ces courants de marée est la relative faiblesse des courants résiduels induits par le vent. De plus, l'énergie dissipée par le frottement du courant de marée sur le fond est suffisante pour homogénéiser physiquement toute la colonne d'eau. Ainsi, en période estivale, on voit apparaître des zones, où la structure thermique verticale est homogène, entourées d'eaux stratifiées. Les zones mélangées verticalement sont centrées autour des îles d'Ouessant et Sein, là où l'intensité des courants de marée est maximale. En vive-eaux, ces deux régions peuvent se rejoindre, coupant ainsi la mer d'Iroise du Nord au Sud, créant deux zones frontales (figure ci-dessous). La première à l'ouest empêche les eaux océaniques du large de rentrer en Iroise, et l'autre à l'est isole les eaux côtières de la baie de Douarnenez et de la rade de Brest (Le Fèvre 1986, Birrien 1987, Morin *et al.* 1994). Au large, les eaux de surface réchauffées par le soleil atteignent 17°C. Elles reposent sur les eaux plus profondes et plus froides du bourrelet froid (12°C à 20m de profondeur). A l'est (en baie de Douarnenez), les courants de marées sont moins importants et comme au large, les eaux de surface sont plus chaudes (17-18°C) que celles du fond (14°C). Entre les deux, la température de la colonne d'eau est de 14°C depuis le fond jusqu'à la surface. Ce phénomène particulier n'existe qu'en Iroise et ne se retrouve nulle part ailleurs sur le plateau continental français.

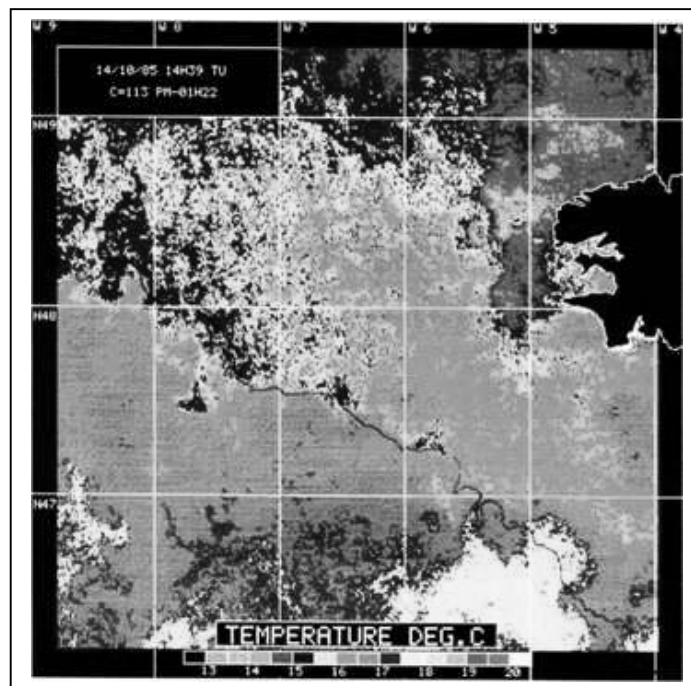


Fig. : Température de surface au début de l'automne par grand coefficient (coef : 113).

A la frontière entre ces eaux homogènes et les eaux stratifiées, il apparaît de forts gradients thermiques horizontaux, pouvant atteindre près de 1°C / km, ce sont les fronts thermiques.

La circulation engendrée par la présence de ces zones frontales est complexe. En effet, dès la mise en place de la zone frontale, il se développe près de la surface un jet le long du front ainsi qu'une zone de convergence. A cette circulation est associé un "down welling" sur

le front, tandis qu'un "upwelling" règne du côté de la zone homogène, provoquant ainsi une circulation verticale importante. Cet équilibre est instable et les cisaillements transfrontaux entraînent la formation de tourbillons qui jouent un rôle important dans les transferts d'énergie et de matière à travers le front (Le Fèvre 1986).

L'ensemble de ces phénomènes influe sur la dynamique des populations pélagiques et sur la croissance faunistique. Les frontières entre ces trois compartiments (le front d'Ouessant et le front interne de l'Iroise) sont des zones où la production primaire est importante car les algues planctoniques y trouvent à la fois la lumière et les sels nutritifs nécessaires à leur développement (Morin 1984, Morin *et al.* 1993).

La nature des deux fronts n'est pas strictement identique : le front d'Ouessant qui se met en place au printemps, à l'entrée de la manche et en mer d'Iroise, est un front thermique qui vient remplacer un front hivernal halin. A cette période le front interne de l'Iroise qui s'installe est, quant à lui, fortement halin. Ceci résulte de l'arrivée, en surface dans la baie de Douarnenez, d'eaux dessalées de provenance locale (rade de Brest) ou du sud de la Bretagne (eaux de la Loire et de la Vilaine). En période estivale le caractère thermique vient rapidement s'ajouter au facteur halin et le front a alors un caractère thermohalin (Morin *et al.* 1994).

5. La sédimentologie des fonds marins

L'étude de la sédimentologie de la mer d'Iroise a été entreprise par Hinschberger de 1961 à 1969. Les résultats de cette étude ont donné lieu à plusieurs publications (Hinschberger et Guilcher 1962, Hinschberger 1962 a, b, Hinschberger 1963, Hinschberger et Corlay 1967, Hinschberger *et al.* 1967, Hinschberger et Pauvret 1968), à une thèse (Hinschberger 1969) et à l'établissement de cartes éditées par l'Institut Géographique National (Marec et Hinschberger 1975). Les fonds de l'Iroise sont de nature variée : fonds rocheux, fonds de cailloutis et graviers, fonds de sables grossiers, fonds de sables fins, fonds vaseux ou plus exactement fonds sablo-vaseux (Toulemont 1972).

Les fonds rocheux sans sédiments, sont situés en majeure partie aux profondeurs les plus faibles. Au nord ils correspondent au secteur immergé de la plate-forme de l'archipel de Molène et à celle des Pierres Noires et au sud ils constituent la Chaussée de Sein. Ils existent également dans le goulet de Brest au niveau du plateau des Fillettes et au Mengam. Des fonds rocheux sont aussi présents à des profondeurs plus importantes : au nord d'Ouessant où la roche est visible jusqu'à des profondeurs de 100 mètres et à l'ouest du Cap de la Chèvre et des Tas de Pois.

Les fonds de cailloutis et de graviers se trouvent souvent au milieu des fonds rocheux. C'est autour d'Ouessant que ces formations sont les mieux représentées. Deux nappes s'étalent aux débouchés nord et sud du Fromveur, deux autres encadrent vers le nord-est et vers le sud-ouest le vaste fond rocheux présent au nord de cette île.

Les fonds de sables grossiers forment deux ensembles situés aux alentours d'Ouessant et de part et d'autre de la Chaussée de Sein. Ils se présentent sous forme de hauts fonds et de champs de rides. Au nord ils occupent de vastes surfaces à quelques milles au nord-est et au sud-ouest de l'île d'Ouessant. Au nord-est, le banc du Four a une trentaine de mètres de hauteur et sa base mesure 3 km sur 1.5 km. Il se prolonge vers le nord et le nord-ouest par un grand champ de rides. Au sud-ouest de l'île, placé dans l'axe du Fromveur, le haut fond d'Ouessant fait 4 km sur 2 km et atteint 45 m de hauteur. Il se prolonge par une vaste accumulation appelée champ de rides des Pierres Noires (Hinschberger 1969).

De part et d'autre de la Chaussée de Sein et de son prolongement de la Chimère on retrouve des formations comparables. Au nord le haut fond d'Armen atteint 25 mètres de hauteur et sa base mesure 6 km sur 3.5 km. Au sud le banc de Kafarnao présente une topographie tumultueuse de rides courtes et multiples dans sa partie septentrionale et de grandes rides parallèles dans sa partie méridionale. En plus de ces deux grands ensembles il existe, en Iroise, d'autres bancs de sable de taille plus modeste : le banc de Tévenec au nord du raz de Sein, le banc de la Vieille au sud du Raz. Ce type de sédiment dunaire se trouve également à l'entrée de la baie de Douarnenez et à la sortie du goulet de Brest.

Le plus souvent ces sables sont extrêmement calcaires et d'origine organogène. Les hauts fonds et les champs de rides doivent être considérés comme des dunes hydrauliques mises en place par les courants de marée.

Les sables fins constituent le revêtement de la plupart des plages de la périphérie nord de l'Iroise (Blancs-Sablons, Bertheaume, Camaret, anse de Dinan). Ces sables constituent parfois des nappes sous-marines dans le prolongement des plages comme devant l'anse de Bertheaume ou devant celle de Dinan. Néanmoins, les plus belles formations de sables fins de l'Iroise sont incontestablement celles de la baie de Douarnenez puisqu'elles occupent presque toute l'étendue de la baie. Ces sables sont toujours pauvres en calcaire et contiennent principalement de la silice. Ils existent partout en Iroise, mais dans la plupart des endroits ils sont mélangés en proportions assez faibles avec des sédiments plus grossiers (cailloutis, graviers)

Les fonds sablo-vaseux, importants en rade de Brest, sont rares en mer d'Iroise. Une nappe sablo-vaseuse (les pélites représentent 5 à 22 % du sédiment) recouverte de maërl épars existe dans le nord-est de la baie de Douarnenez. Elle est située dans le secteur le plus abrité de la baie et il semble que le maërl ait joué un rôle de piégeage des sédiments fins en suspension (Hinschberger 1969). Une autre petite tache de sables vaseux (5 à 8 % de pélites) existe également en baie de Camaret. Là aussi elle est située au milieu d'un banc de maërl dans un secteur où les courants sont nuls. Une dernière zone sablo-vaseuse existe dans le sud des Pierres Noires. Elle est située au coeur d'une nappe de sables fins qui débute à l'est au banc du Minou et qui se prolonge jusqu'au milieu de l'Iroise. Au centre de cette longue nappe triangulaire, entre 40 et 70 mètres de profondeur, le sable contient 5 % de pélites ce qui lui donne un caractère légèrement vaseux. Cette fraction vaseuse a des caractéristiques identiques à celles des vases de l'Elorn et de l'Aulne. Pour Hinschberger (1969) il s'agit là de dépôts en provenance de l'Elorn alors que la mer était à un niveau 55 mètres plus bas que l'actuel. En conclusion on peut dire que les fonds de l'Iroise, où seuls les fonds de vases sont absents, sont un condensé des différents types sédimentologiques existants.

B. Les habitats et les peuplements

1. Les différents types d'habitat

1.1 Les milieux terrestres

Plusieurs habitats terrestres intéressants existent sur les côtes et les îles de l'Iroise (tab. 1). Ce sont des habitats de bord de mer de zones rocheuse et sédimentaire, dans lesquels se développent des espèces végétales présentant un intérêt patrimonial fort. La végétation annuelle des laisses de mer et la végétation vivace des rivages de galets sont bien représentés sur les îles d'Ouessant, de l'archipel de Molène et de Sein. Les habitats de falaises se retrouvent dans le nord d'Ouessant et de Molène, mais sont plus développés sur le continent (Cap Sizun, presqu'île de Crozon). Les végétations à salicornes existent sur les îlots possédant un loc'h (Trielen, Balanec) mais également sur le continent (rivière du Conquet).

code CORINE	Code UE	HABITATS	Espèces végétales patrimoniales
172	1210	Végétation annuelle des laisses de mer	
173	1220	Végétation vivace des rivages de galets	<i>Crambe maritima</i> (N1), <i>Polygonum maritimum</i> (R), <i>Rumex rupestris</i> (E)
1821	1230	Falaises avec végétation des côtes atlantiques et baltiques	<i>Isoetes histris</i> (N1), <i>Centaurium scilloides</i> (N)
		Végétation des fissures de rochers	
		Végétation des pelouses aérohalines	<i>Silene zetlandica</i> (N2),
		Végétation hygrophile des bas de falaises et de grottes	<i>Rumex rupestris</i> (E), <i>Trichomanes speciosum</i> (E), <i>Asplenium obovatum</i> (R)
1511	1310	Végétations annuelles pionnières à <i>Salicornia</i>	
1513	1330	Près-salés atlantiques (Glaucopuccinellietalia)	
16211	2110	Dunes mobiles embryonnaires	
		Dunes fixées à végétation herbacée (dunes grises)	
16221	2131	* <i>Galio-Koelerion albescens</i>	
4030	3123	Landes sèches, sous-type landes atlantiques	<i>Solidago virgaurea subsp. rupicola</i> (N2), <i>Serratula tinctoria subsp. seoani</i> (R), <i>Sarothamnus scoparius subsp. maritimus</i> (N2)

* Habitat prioritaire

E : annexe II Directive Habitats, N1 : liste nationale espèces végétales protégées, N2 : livre rouge de la flore menacée de France, R : liste régionale des espèces végétales protégées

Tableau 1 : Habitats d'intérêt communautaire et espèces végétales à valeur patrimoniale associées.

1.2 Les milieux marins

1.2.1 Le milieu pélagique

Le milieu pélagique de la mer d'Iroise est sous la dépendance des phénomènes océanographiques décrits précédemment. La production de plancton est sous l'influence directe de l'existence des fronts thermiques et de la périodicité des courants de marée (Morin *et al.*, 1994).

Au printemps, au large du front d'Ouessant les eaux superficielles s'épuisent rapidement en nitrates ce qui limite la production phytoplanctonique. Par contre un maximum de chlorophylle est trouvé au voisinage de la thermocline (1 µg/l). Cette concentration est constituée habituellement d'une majorité de dinoflagellés (Grall *et al.*, 1981) ou bien de petits flagellés (Holligan *et al.*, 1984 ; Videau, 1987).

Dans le domaine homogène situé entre le front d'Ouessant et le front interne de l'Iroise, le brassage vertical est suffisant pour maintenir en permanence un flux vertical en éléments nutritifs. La couche euphotique n'est jamais épuisée mais le développement du phytoplancton est limité par les perturbations liées au brassage de la colonne d'eau. Les teneurs en chlorophylle sont peu élevées (1-2 µg/l) et sont distribuées de façon relativement uniforme depuis la surface jusqu'au fond. Cette population phytoplanctonique est dominée par les diatomées. Dans la zone de balancement du front (domaine frontal), les teneurs en chlorophylle sont fortes (10 à 100 µg/l). Ce maximum s'observe généralement du côté stratifié du front. Il n'est pas situé en surface mais en subsurface à l'endroit où la thermocline remonte à la surface. Le phytoplancton est composé essentiellement de *Gyrodinium cf. aureolum*. Les données sur le zooplancton sont peu nombreuses et il semble qu'il n'y ait que peu de relation entre les maxima d'abondance du phytoplancton et de zooplancton (Holligan *et al.*, 1984 ; Le Fèvre, 1986). Cependant quelques espèces, comme le copépode *Anomalocera pattersoni*, montrent une distribution liée à la structure frontale. La présence, dans la zone frontale du ptéropode *Limacina sp.* pourrait indiquer l'existence d'une chaîne trophique de type microhétérotrophe (Voisin, 1987).

Au niveau du front interne de l'Iroise, la couche euphotique s'étend jusqu'au fond, au moins pendant l'été. L'assimilation des nitrates est complète dans la colonne d'eau et l'ammonium est la source principale d'azote pour le développement du phytoplancton (Birrien *et al.*, 1991). Celui-ci est principalement composé par le dinoflagellé *Gyrodinium cf. aureolum*.

Sur les deux fronts la fertilisation en éléments nutritifs a une périodicité de 14.7 jours et résulte du rythme des marées. La production de phytoplancton est discontinue et ne permet pas la mise en place d'une chaîne alimentaire classique avec des espèces zooplanctoniques herbivores et carnivores comme c'est le cas au niveau du front du talus continental de la mer Celtique situé plus au large et qui a un caractère permanent.

Le domaine pélagique de l'Iroise est également peuplé d'espèces de plus grande taille et notamment par des poissons et des mammifères marins. C'est aussi une zone où de nombreuses espèces d'oiseaux marins viennent chercher leur nourriture.

1.2.2 Le milieu benthique

Le milieu benthique de la mer d'Iroise est très varié. Cette variabilité est déterminée par la nature du substrat, par les facteurs hydrodynamiques et par l'existence des marées. Le rythme de celles-ci et leurs fluctuations d'amplitude font que la frange littorale et les espèces qui y vivent subissent des périodes d'immersion et d'émersion plus ou moins prolongées.

Classiquement les biologistes segmentent la zone côtière en plusieurs étages et nous avons repris ici la classification de Glémarec (1997) :

- L'étage supralittoral est situé au-dessus du niveau des hautes mers de vives eaux moyennes (hautes mers des marées de coefficient 90-105). Cet étage n'est immergé que pendant les marées d'équinoxe ; il est par contre régulièrement humecté par les embruns et par les vagues lors des tempêtes. Il assure le passage entre le milieu terrestre et le milieu marin. Les organismes qui vivent dans cet étage doivent supporter des variations importantes de température et de salinité et résister à la dessiccation.

- L'étage médiolittoral est localisé entre le niveau des hautes mers de vives eaux moyennes et celui des basses mers de vives eaux moyennes (basses mers des marées de coefficient 35-50). Cet étage correspond à la majeure partie de la zone intertidale. Les organismes présents doivent supporter des variations journalières et saisonnières de lumière, de température et de salinité.

- L'étage infralittoral est, en majeure partie, toujours immergé. Seule sa frange supérieure est exondée lors des basses mers de vives eaux (basses mers des marées de coefficient 110-115). Cet étage est soumis à des fluctuations périodiques de la lumière et de la température. Celle-ci varie au cours de la journée, en fonction du rythme des marées et au cours des saisons. Les fluctuations journalières peuvent atteindre quelques degrés et la fluctuation saisonnière dépasse les 10°C.

- L'étage circalittoral côtier est un milieu qui présente encore des fluctuations environnementales, mais seule la température présente des variations saisonnières dont l'amplitude reste inférieure à 10°C.

- L'étage circalittoral du large est un milieu stable où la fluctuation saisonnière de la température est de l'ordre de 1 à 2°C. L'obscurité y est quasiment complète et on n'y trouve pratiquement plus d'algues pluricellulaires autotrophes.

En plus de cette segmentation verticale de la zone côtière, il existe une discrimination horizontale basée sur l'hydrodynamisme. Selon l'exposition aux agents dynamiques (houles, courants, vents dominants) on distingue des zones de mode battu, semi-abrité ou abrité. La force de vagues conditionne l'installation et la répartition des espèces, au moins depuis l'étage supralittoral jusqu'à l'étage infralittoral. Son action est directe en zone rocheuse, elle est également importante dans les zones sédimentaires. La houle et les courants de marée ont un rôle primordial dans le transport et le dépôt des particules et leur action va donc déterminer la nature même du substrat.

1.2.2.1 Les milieux rocheux

1.2.2.1.1 Le milieu intertidal

Sur les estrans rocheux, la flore et la faune sont abondantes et variées. Si l'étage supralittoral n'est colonisé que par quelques espèces de lichens, les étages médiolittoral et infralittoral présentent une grande diversité d'espèces d'algues, et une abondance d'algues brunes. Celles-ci se répartissent verticalement sur l'estran et forment plusieurs ceintures caractérisées par une espèce dominante. En mode abrité on trouve successivement la ceinture à *Pelvetia canaliculata*, celle à *Fucus spiralis*, celle à *Fucus vesiculosus* et à *Ascophyllum nodosum*, celle à *Fucus serratus* et enfin les premières laminaires. En mode battu la répartition est légèrement différente. La première ceinture visible, moins développée qu'en mode abrité, est toujours celle à *P. canaliculata*, celle à *F. spiralis* est absente et la deuxième ceinture est constituée par des *Fucus vesiculosus vesiculosus* qui diffèrent de l'espèce type par l'absence de flotteurs. On retrouve ensuite la ceinture à *F. serratus* puis les laminaires. En mode très battu, ces ceintures disparaissent complètement et font place à un peuplement à dominance animale.

En plus de cette répartition des algues on observe une distribution verticale de la faune. Les éléments les plus remarquables en sont des mollusques gastéropodes (littorines, gibbules, patelles) et des crustacés cirripèdes (balanes). En mode battu ces derniers sont particulièrement bien représentés. Mieux adaptés que les algues à la force des vagues, ils les remplacent sur de grandes surfaces de l'étage médiolittoral. Lorsque l'hydrodynamisme est fort et que les apports nutritifs sont importants, des moulières se développent sur les roches. Ce faciès particulier, que l'on trouve régulièrement en Iroise (Minou, Le Veryarc'h) comporte outre les moules une faune particulière de prédateurs et d'espèces qui vivent entre les byssus. Sur les falaises battues par les vagues un autre faciès peut se développer. L'espèce dominante est un cirripède pédonculé (*Pollicipes cornucopiae*) appelé en Bretagne le pouce-pied. Cette espèce qui s'est nettement raréfiée sur les côtes françaises à cause d'une exploitation importante, subsiste en Iroise dans quelques stations (Keller, Tas de Pois, Cap Sizun).

En milieu intertidal, les fissures, les grottes et les surplombs situés à l'ombre sont des endroits où il est possible d'observer des espèces d'affinité subtidale qui trouvent à l'obscurité des conditions de vie très proches de celles de leur milieu non exondable. C'est le cas dans les grottes de Morgat où ces remontées faunistiques sont tout à fait remarquables.

1.2.2.1.2 Le milieu subtidal

Au bas de la zone de balancement des marées apparaissent sur substrat rocheux les champs de laminaires. En Iroise ces champs occupent de vastes étendues dans l'archipel de Molène et dans la Chaussée de Sein. Ce sont des milieux très riches qui hébergent une flore et une faune variées. Les deux espèces dominantes, du moins du point de vue économique, sont *Laminaria digitata* qui vit entre +1 et -2 et *Laminaria hyperborea* qui la remplace au-dessous de -2 mètres et que l'on trouve jusqu'à 20-25 mètres de profondeur. A ces espèces, il faut ajouter pour les grandes algues : *Laminaria saccharina*, *Laminaria ochroleuca*, *Saccorhiza polyschides*, *Alaria esculenta*. Par leur taille ces algues constituent un substrat de choix et un habitat original pour un certain nombre de végétaux et d'animaux qui leur sont étroitement liés. De plus, ces champs présentent, à l'instar des forêts terrestres, une stratification constituée par divers organismes de taille et de port différents (Arzel et Castric-Fey 1997).

Les principales espèces de la forêt de laminaires ont été répertoriées dans le tableau suivant :

		Flore	Faune
Epiphytes	fronde	<i>Callithamnion tetragonum</i> <i>Porphyra drachii</i>	<i>Membranipora membranacea</i> (Bryozoaire) <i>Limacia clavigera</i> (Nudibranche) <i>Obelia geniculata</i> (Hydraire) <i>Tergipes tergipes</i> (Nudibranche) <i>Eubranchus exiguus</i> (") <i>Helcion pellucidum</i> (Gastéropode)
	stipe	<i>Membranoptera alata</i> <i>Palmaria palmata</i> <i>Phycodrys rubens</i> <i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	
	crampon		<i>Helcion pellucidum</i> (Gastéropode) <i>Hinnites (=Chlamys) distorta</i> (Bivalve)
Sous-strate		<i>Bonnemaisonia asparagoides</i> <i>Corallina elongata</i> <i>Delesseria sanguinea</i> <i>Dictyota dichotoma</i> <i>Dictyopteris membranacea</i> <i>Desmarestia ligulata</i> <i>Dilsea carnosa</i> <i>Heterosiphonia plumosa</i> <i>Plocamium cartilagineum</i>	<i>Gibbula cineraria</i> (Gastéropode) <i>Haliotis tuberculata</i> (") <i>Lacuna pallidula</i> (") <i>Rissoa parva</i> (") <i>Centrolabrus exoletus</i> (Poisson) <i>Centrolabrus rupestris</i> (") <i>Gobiusculus flavescens</i> (") <i>Labrus bergylta</i> (") <i>Labrus bimaculatus</i> (") <i>Symphodus melops</i> (")

Tableau 2 : Espèces caractéristiques de la forêt de laminaires (Arzel et Castric-Fey 1997).

Cette liste n'est pas exhaustive, il convient d'y ajouter l'oursin *Echinus esculentus* brouteur omnivore, de nombreuses espèces d'annélides, ophiures, crustacés qui logent dans les crampons de laminaires, ainsi que quelques espèces de poissons qui s'abritent dans les bulbes de *Saccorhiza* (*Liparis montagui*, *Pholis gunnellus*) ou qui viennent y pondre.

Lorsque l'énergie lumineuse n'est plus que de 1% de l'énergie présente en surface, les laminaires disparaissent. Elles sont remplacées par des algues sciaphiles et la flore devient de plus en plus discrète. On passe de l'étage infralittoral à l'étage circalittoral côtier. Le substrat est alors colonisé par une faune sessile variée comprenant principalement des bryozoaires, des spongiaires, des anthozoaires, des hydraires, des ascidies (Castric-Fey et Chassé 1991). Certaines de ces espèces, comme les gorgones en baie de Douarnenez, peuvent constituer de véritables champs (Castric-Fey *et al.* 1997).

Au-dessus de l'horizon à gorgones (*Eunicella verrucosa*) et à roses de mer (*Pentapora foliacea*), l'étage circalittoral côtier s'achève par un horizon à axinellidés et à brachiopodes (*Terebratulina retusa*) qui apparaît en zone exposée à très exposée à partir de 30 mètres.

L'étage circalittoral du large s'observe en Iroise par 70 à 100 m de profondeur. Du point de vue faunistique il est caractérisé par la présence du corail jaune *Dendrophyllia cornigera* en Atlantique, du gorgonaire *Antipathes subpinnata*, des éponges *Pachastrella compressa* et *Geodia cydonium* en Manche Le site d'Ouessant est à ce titre très intéressant car l'on y observe la passage latéral entre le faciès nordique à *Geodia-Pachastrella-Antipathes* et le faciès plus méridional à *Dendrophyllia*. Cette espèce sténotherme présente en Iroise une particularité très originale car elle a été trouvée par 30 mètres de profondeur à Ouessant (Castric-Fey 1996) ce qui est le site le plus superficiel connu actuellement.

En Iroise, dont la superficie est restreinte comparativement aux deux secteurs adjacents Manche et golfe de Gascogne, les peuplements fixés des fonds sublittoraux sont très diversifiés et reflètent une triple influence. On y retrouve :

- des faciès caractéristiques des fonds brassés de la Manche,
- des faciès en eau stratifiée, enrichis par l'influence côtière,
- des faciès typiques d'eau stratifiée, analogues à ceux de la Bretagne sud baignée par l'Atlantique.

Les premiers se rencontrent autour d'Ouessant et de l'archipel de Molène. Ils présentent des faciès très originaux, probablement en rapport avec les conditions extrêmes d'hydrodynamisme. Ce sont le faciès de tapis de *Salmacina*, luxuriant à Ouessant, dont on trouve des prémisses dans les roches de Molène (Trois Cheminées), le faciès à *Tubularia indivisa*, le faciès à *Pseudosabella variabilis*, le faciès à spirographes. On peut penser que les peuplements de la Chaussée de Sein appartiennent à cette catégorie de peuplements d'eau mixée, étant donnée la force des courants. Toutefois les quelques données existantes sur l'épifaune (Hinschberger *et al.* 1967) seraient à compléter.

Les seconds sont situés sur la côte nord à la sortie de la rade de Brest. Ces fonds subissent l'influence des eaux de la rade, avec des apports de nutriments venant de l'Elorn, de l'Aulne et de l'agglomération brestoise. On y observe d'une part une forte biomasse fixée sur les fonds rocheux, d'autre part une mosaïque de faciès parmi lesquels on remarque, pour leur richesse ou leur originalité, des fonds à spongiaires dressés, au large de la côte entre Le Conquet et la pointe du Minou, des fonds à ascidies dans l'anse de Bertheaume avec des *Phallusia*, l'association *Polycarpa-Distomus* à Toulbroc'h, les plafonds à *Dendrodoa* de la pointe des Trois Curés à Plougouzel. Les hydriaires gazonnants sont très abondants et variés dans tout ce secteur. Lorsque le courant se renforce comme par exemple au débouché du Goulet (Basse Hermine), on observe des faciès d'eau mixée tels que celui de la prairie à *Nemertesia antennina*.

Les derniers se rencontrent sur les Basses au large de la presqu'île de Crozon (Tas de Pois, Basse du Lis, Basse Menehom...). Les peuplements ressemblent à ceux de l'archipel de Glénan. Tous les faciès de mode battu décrits dans cette zone se retrouvent ici. Les peuplements de la baie de Douarnenez semblent appartenir à cette catégorie, mais les données actuelles demandent à être étoffées. Dans ce dernier ensemble, on relève des enclaves de peuplement de type d'eau mixée, lorsque le courant se renforce localement. On peut ainsi observer le faciès des tapis horizontaux d'*Alcyonium digitatum* dans les couloirs entre deux têtes de roche, comme aux Tas de Pois et à la Basse Vieille. De même au pied des falaises du Cap Sizun, il existe de remarquables champs de gorgones *Eunicella verrucosa*. Bien que ces deux espèces soient communes sur le littoral breton, il est rare qu'elles présentent des concentrations aussi importantes.

1.2.2.2 Les milieux sédimentaires

La classification des fonds meubles en tant qu'habitats s'appuie sur des principes publiés dans les années 1970 (Glémarec, 1973 ; Chassé et Glémarec, 1976). Elle tient de la nature des sédiments et de l'étagement climatique.

Chassé et Glémarec (1976) ont ainsi défini 10 entités sédimentaires ayant une signification biologique et dont ils se sont servis pour établir les cartes biosédimentaires des fonds meubles du plateau continental du golfe de Gascogne. Le couplage des unités et de l'étagement leur a permis de définir un ensemble de peuplements caractérisés par la présence d'espèces "leaders" (tab. 3). En 1994 Glémarec a proposé une nouvelle classification des habitats meubles du golfe de Gascogne et de la Manche. Dans cette dernière et par souci de simplification huit entités biosédimentaires, au lieu de dix, ont été retenues (tab. 4).

Dans notre zone d'étude, deux habitats du supralittoral sont représentés. Ils correspondent aux laisses de mer où vivent les "puces de mer". Sur les plages ces dépôts d'algues et de déchets divers sont peuplés par les talitres, *Talitrus saltator*, qui sont remplacés, sur les grèves de galets et cailloutis, par des *Orchestia ssp.*.

Trois habitats du médiolittoral sont présents, ce sont : les sables moyens dunaires à *Nerine cirratulus*, et haustoriidae les sables grossiers et graviers à *Dosinia exoleta* et les sables fins de mode battu à *Donax trunculus* et *Donax vittatus*. Cet habitat, particulièrement bien représenté dans notre zone d'étude, s'observe sur toutes les plages faisant face au large (Blancs-Sablons, Anse de Dinan, plages de Kerloc'h, Kervel, Sainte-Anne la Palud, Pentrez). Sur ces plages les populations de donaces sont particulièrement importantes et peuvent atteindre les 400 individus au m² (Hallégouët et Henaff, 1995).

Dans l'infralittoral les habitats sont nombreux.

Les sables grossiers et graviers qui occupent la majeure partie des fonds de l'Iroise présentent deux types de communautés, la première caractérisée par la présence de *Tellina pygmaea* et *Echinocyamus pusillus* se limite à cet étage ; la seconde à *Venus fasciata* et à *Branchiostoma lanceolatum* apparaît dans l'infralittoral et se prolonge dans le circalittoral côtier. Elle présente différents faciès selon l'environnement des graviers. Il existe un faciès envasé à *Venus verrucosa* et un faciès du maërl à *Venerupis rhomboides*. Tous les deux sont aussi représentés en baie de Camaret.

Les sables moyens (sables dunaires) de l'infralittoral constituent l'habitat de *Tellina tenuis*, *Nephtys cirrosa* et *Magelona papillicornis*. Cette communauté peut être remplacée dans les secteurs de fort hydrodynamisme par des faciès à *Spisula ssp.* ou à *Abra prismatica*, *Ophelia borealis* et *Donax politus*. Elle est présente devant le Trez Hir, à l'est du Cap de la Chèvre et au nord des Crooms, le long du Cap Sizun.

Les sables fins à *Venus gallina* et *Macra corallina* sont bien représentés en baie de Douarnenez (Guillou J. 1980) où ils occupent l'anse de Morgat et toute la partie orientale de la baie. Le faciès à *Tellina fabula* et *Spisula subtruncata*, premier témoin de la stabilité sédimentaire, est visible par 15 mètres de profondeur devant la pointe de Tréfentec, au nord de la plage de Kervel.

Les sables fins envasés sont également présents en différents points de la baie de Douarnenez. L'espèce dominante de ces sables est l'ophiure *Acrocnida brachiata* qui vit enfouie à 10-20 cm de profondeur, dans le substrat. Cette espèce étudiée par Bourgoïn (1987) est présente en faible quantité dans la zone intertidale sur les plages de Morgat, Ste Anne la Palud et Kervel. En zone subtidale elle est abondante dans le secteur nord de la baie, sous le Cap de la Chèvre. Ces formations de sables fins envasés présentent deux autres faciès, il s'agit du faciès à *Magelona alleni* et du faciès à *Pharus legumen* et à *Ophiura texturata* que l'on trouve dans la partie centrale de la baie (Guillou M. 1981).

Le dernier habitat infralittoral de notre zone d'étude est constitué par les herbiers de *Zostera marina*. Les principaux herbiers se situent dans l'archipel de Molène et à l'abri du Cap de la Chèvre, dans l'anse de Morgat et devant la plage de l'Aber.

Les habitats de l'étage circalittoral côtier sont peu différents de ceux de l'étage infralittoral. Les sables grossiers présentent à la sortie de la baie de Douarnenez un faciès envasé à *Tellina donacina* et *Spatangus purpureus*. Dans les sables fins *Dosinia lupina* remplace *Macra corallina*, alors que dans les sables fins envasés *Amphiura filiformis* prend la place d'*Acrocnida brachiata*. En plus de ces habitats il existe dans le sud de la Chaussée des Pierres Noires une zone de vases sableuses à *Maldane glebifex* et *Clymene modesta* et l'on trouve également en Iroise des formations dunaires à amandes (*Glycymeris glycymeris*).

	SHV	GH	GV/GB	GP/GB	SG/SGB	D	SE/SFB	FV	VS	VV
	Sables envasés <i>Tapes aureus</i> <i>Tapes pullastra</i>	Graviers sableux <i>Nucula nucleus</i> <i>Golfingia vulgare</i>	Graviers envasés <i>Dosinia exoleta</i> <i>Venus verrucosa</i>	Graviers propres <i>Dosinia exoleta</i> <i>Arcopagia crassa</i>	Sables grossiers <i>Donax politus</i> <i>Cytherea chione</i>	Sables dunaires <i>Spisula solida</i> <i>Travisia forbesi</i> <i>Ophelia neglecta</i>	Sables fins <i>Venus gallina</i> <i>Mactra corallina</i>	Sables fins envasés <i>Acrocnida brachiata</i> <i>Clymene oerstedii</i>	Vases sableuses <i>Nucula turgida</i> <i>Melina palmata</i> <i>Abra nitida</i>	Vases <i>Nucula turgida</i> <i>Sternaspis scutata</i>
Côtièr	<i>Corbula gibba</i> <i>Turritella communis</i>	<i>Nucula nucleus</i> <i>Venus ovata</i>	<i>Hyalinoecia bilineata</i> <i>Pista cristata</i>	<i>Branchiostoma lanceolatum</i> <i>Venus fasciata</i>	<i>Echynocyamus pusillus</i> <i>Tellina pygmaea</i>	<i>Ophelia borealis</i> <i>Abra prismatica</i>	<i>Venus gallina</i> <i>Dosinia lupina</i>	<i>Amphiura filiformis</i> <i>Tellina serrata</i>	<i>Maldane glebifex</i> <i>Clymene modesta</i>	<i>Virgularia tuberculata</i> <i>Sternaspis scutata</i>
Large		<i>Nucula nucleus</i> <i>Pitar rudis</i>	<i>Astarte sulcata</i> <i>Venus casina</i>	<i>Abra prismatica</i> <i>Astrorhiza limicola</i>			<i>Dirupa arietina</i> <i>Dentalium entalis</i>	<i>Amphiura chiajei</i> <i>Onuphis lepta</i> <i>Auchenoplax crinita</i>	<i>Nucula sulcata</i> <i>Brissoopsis lyrifera</i>	<i>Ninoe armoricana</i> <i>Sternaspis scutata</i>

Tableau 3 : Caractérisation des unités de peuplements de l'ensemble du plateau continental, à l'aide des espèces leaders, en fonctions des facteurs édaphiques et climatiques (Chassé et Glémarec, 1976).

2. La flore

2.1 La flore et la végétation terrestres

2.1.1 La flore et la végétation des îles

La flore et la végétation des îles et îlots de Ouessant et de l'archipel de Molène a déjà fait l'objet de plusieurs études et recensements (Abbayes *et al.* 1971, Bioret 1985a, 1985b, 1989, 1993, 1994, Bioret *et al.* 1991, Bouzillé et Bioret 1994, Bioret et Géhu 1999, Cuillandre *et al.* 1988, Dizerbo 1959, 1982, 1985, Dizerbo *et al.* 1956, Cuillandre *et al.* 1988, Géhu 1981, Godeau *et al.* 1989, Guerlesquin 1986, Hardegen et Bioret 1999, Thiébaud 1875). Les aspects liés à la dynamique de la végétation, ainsi que la cartographie de la végétation ont également fait l'objet de publications (Bioret *et al.* 1988, Bioret et Fichaut 1990, Bioret *et al.* 1990, Bioret 1995, Gourmelon *et al.* 1995, Bioret et Gourmelon 1999). Nous ne reprendrons ici que les points essentiels de ces études, en essayant de faire ressortir les éléments les plus représentatifs de la flore insulaire. La liste de 145 espèces donnée en annexe (Annexe 1) n'est pas exhaustive ; elle reprend les principales espèces citées dans les travaux précédents. Le lecteur à la recherche d'un catalogue plus complet pourra consulter la thèse de Bioret (1989). Les richesses spécifiques insulaires sont de 134 espèces pour Sein, 289 pour l'archipel de Molène et de 515 espèces pour Ouessant. Ces chiffres tiennent compte de toutes les données bibliographiques historiques et Bioret (1989) note que bon nombre de ces espèces n'ont pas été revues récemment (51 à Sein, 54 à Molène et dans l'archipel, 87 à Ouessant).

L'intérêt botanique des îles de l'Iroise se limite principalement aux espèces vivant sur la frange littorale auxquelles s'ajoutent sur Ouessant quelques espèces peuplant les ensembles de landes de l'île.

En haut de l'estran, au niveau des laisses de mer et à la partie sommitale des nombreux cordons de galets présents sur les îlots de la mer d'Iroise se développe une flore particulière dont les espèces principales sont : *Cakile maritima*, *Honckenya peploides*, *Beta vulgaris subsp. maritima*, *Polygonum maritimum*, *Atriplex hastata*, *Atriplex glabriuscula*, *Silene montana*, *Crambe maritima*, *Raphanus raphanistrum ssp. maritimum*, *Lepidium latifolium*, *Matricaria inodora subsp. maritima*, *Crithmum maritimum* et *Solanum maritimum*. Certaines de ces espèces font l'objet d'une protection nationale (*Crambe maritima*) ou régionale (*Polygonum maritimum*). Cette végétation présente un caractère halo-nitrophile. L'azote est fourni par les débris d'algues en décomposition.

La végétation des falaises rocheuses se présente sous la forme de plusieurs groupements d'espèces. Bioret (1989) en définit neuf en Iroise. Quatre d'entre eux sont des groupements chasmo-halophiles, les autres se développent sur les rochers suintants.

Le groupement chasmo-halophile à *Crithmum maritimum* et *Spergularia rupicola* se développe dans les fissures rocheuses éclairées, immédiatement au-dessus des ceintures de lichens. Les deux espèces dominantes sont souvent accompagnées par *Festuca rubra subsp. pruinosa*, *Armeria maritima* et *Daucus carota subsp. gummifer*. Ce groupement est balayé par les vents marins et se trouve dans la zone d'aspersion maximale par les embruns ; il a une halophilie très prononcée. Le groupement à *Asplénium maritimum* se développe dans les fissures fraîches et ombragées depuis la base jusqu'au sommet des falaises. *Umbilicus rupestris* est souvent présent en compagnie de la doradille marine ; ces deux espèces sont parfois accompagnées par *Spergularia rupicola*, *Crithmum maritimum* et *Armeria maritima*. Ce groupement occupe le fond des fissures fraîches où règne une importante humidité atmosphérique. Le groupement à *Armeria maritima* et *Cochlearia officinalis*, très commun sur les côtes du Finistère, se localise dans les creux rocheux des falaises maritimes, en

situation très ombragée et fraîche. Beaucoup plus rare dans les falaises littorales, le groupement à *Umbilicus rupestris* et *Asplenium billoti* occupe les fissures rocheuses dans la partie supérieure de l'étage aérohalin. Présent à Ouessant et Molène, il se développe dans les fissures peu profondes et subsèches bien éclairées.

Les groupements végétaux des rochers suintants n'ont été recensés, au niveau des îles de l'Iroise que sur Ouessant. Le groupement de falaise à *Osmunda regalis* se rencontre sur quelques rares pans rocheux abrités de la côte nord-est de l'île. Le groupement à *Heracleum sphondylium* existe à mi-pente des falaises escarpées en situation plutôt protégée de l'aspersion directe par les embruns et en exposition froide et semi-ombragée, en quelques points de la côte nord d'Ouessant. Le groupement à *Rumex rupestris* habite les zones suintantes des bas de falaises, dans la partie inférieure de l'étage aérohalin. Ce groupement qui présente une halophilie faiblement marquée et semble indifférent à la lumière, est présent à sur le littoral septentrional de Ouessant. Ce groupement a récemment été découvert sur les îlots de Banneg et de Balanneg en sommet de grèves de galets (Bioret com. pers). *Rumex rupestris* est une espèce protégée au niveau national et européen (annexe II de la directive habitats), menacée en France (Livre rouge des espèces végétales menacées de France). Le groupement à *Samolus valerandi* et *Scirpus cernuus* s'observe sur les côtes rocheuses basses au niveau de microtalus suintants situés à proximité des exutoires de ruisseaux. Ce groupement ponctuel se présente sous l'aspect d'une pelouse très rase et ouverte qui n'occupe que de faibles surfaces. En plus des espèces dominantes il se caractérise par la présence de *Anagallis tenella* et *Carex demissa*. Le groupement à *Juncus maritimus* et *Carex extensa*, toujours très localisé, se développe dans les fissures de la base des falaises, juste au-dessus de la limite supérieure des plus hautes mers. Sa présence est liée à la fois à une halophilie importante et à des suintements permanents d'eau douce.

Au contact supérieur des groupements végétaux des falaises, la végétation change d'aspect et des communautés de pelouses apparaissent. Bioret (1989) définit treize groupements d'espèces différents, dont huit sont présents sur les îles de l'Iroise. Les principaux groupements observables sont :

- la pelouse aérohaline à *Festuca rubra subsp. pruinosa*. Dominée par les plantes vivaces, cette association se développe dans la partie supérieure de l'étage aérohalin, en situation plutôt exposées. C'est une pelouse plus ou moins rase, fermée et dense. Les principales espèces rencontrées sont *Festuca rubra subsp. pruinosa*, *Silene maritima*, *Daucus carota subsp. gummifer*, *Armeria maritima* et *Scilla verna*. Entièrement située dans l'étage aérohalin, cette pelouse est directement exposée aux embruns. Elle se développe sur des sols de type rankers littoraux dont la profondeur peut atteindre 20 à 30cm. Sous l'effet du piétinement cette pelouse est remplacée par un groupement de substitution à *Plantago coronopus* et *Armeria maritima*, forme dégradée de la pelouse initiale. Dans les secteurs les plus soumis à la déflation et aux embruns, le groupement à *Desmazeria marina* et *Sagina maritima* apparaît en mosaïque dans les micro lésions du tapis végétal.

- le groupement pionnier à *Sedum anglicum* forme une pelouse rase sur sol très superficiel autour des affleurements rocheux des hauts de falaises. Les espèces principales sont *Sedum anglicum* et *Dactylis oceanica*.

- au niveau des petits replats au sommet des falaises, entre la pelouse aérohaline à fétuque et le groupement à *Sedum anglicum*, la scille printanière (*Scilla verna*) peut devenir l'espèce dominante et forme une pelouse rase en association avec le sédum des anglais et *Jasione crispa subsp. maritima*.

- le groupement à *Isoetes histrix* et *Ophioglossum lusitanicum* est caractérisé par la présence simultanée de ces deux minuscules ptéridophytes auxquelles sont régulièrement associés *Plantago coronopus*, *Chamaemelum nobile* et *Agrostis capillaris*. C'est un

groupement rare que l'on retrouve sur Ouessant et en quelques rares sites de l'Archipel de Molène. Il se développe sur des replats rocheux à quelques dizaines de mètres de la mer. Il s'agit d'une pelouse rase, occupant des superficies ne dépassant pas le mètre carré, sur un sol superficiel et très acide. Ce groupement a une grande valeur botanique, l'isoète est une espèce protégée au plan national.

Au contact supérieur des pelouses se développent sur Ouessant des landes littorales. En fonction des espèces qui les composent, Bioret (1989) a défini plusieurs groupements caractéristiques.

La lande à genêt à balai maritime a l'aspect d'une formation rase. Le genêt *Cytisus scoparius subsp. maritimus* est l'espèce dominante. Cet écotype prostré développe des tiges rampantes plaquées au substrat. Il est accompagné par le dactyle aggloméré et *Erica cinerea*. Cette lande présente son optimum de développement au sommet des promontoires rocheux. Elle se développe sur des substrats très pauvres, en situation semi-abritée. A Ouessant elle est localisée sur la côte sud, de Penn ar Roc'h à Penn Arlan et sur la côte nord entre le Stiff et Galgrac'h. Ce type de lande présente une répartition très localisée sur les côtes européennes (Bretagne, Cotentin, îles britanniques). Dans le massif Armoricaïn il existe au Cap Sizun, en presqu'île de Crozon et à Ouessant ; il est considéré comme l'un des phytosyntaxons endémiques franco-britanniques qu'il convient de protéger.

La lande littorale à *Erica cinerea* et *Calluna vulgaris* en coussinets prostrés est une formation très rase qui ne dépasse jamais dix à quinze centimètres de hauteur. Elle se développe au-dessus des falaises escarpées de la côte ouessantine entre le Stiff et Kadoran et à Penn Arlan, sur un sol squelettique mais riche en matière organique. C'est une lande qui subit l'action mécanique du vent et les embruns. Ceci se traduit par l'existence de nécroses frontales du côté faisant face à la mer. En plus des deux espèces de bruyères elle abrite *Scilla verna* et quelques autres espèces herbacées, dont *Solidago virgaurea subsp. rupicola*, espèce menacée à l'échelle nationale. Cette lande littorale n'est connue en Europe que sur Ouessant, le Cap de la Chèvre (presqu'île de Crozon) et les falaises du sud-ouest de Cornouaille et des îles Scilly.

Au contact supérieur de cette lande rase apparaît à Ouessant la lande à *Ulex gallii var. humilis* et *Erica cinerea*. Elle est constituée de touffes prostrées d'ajonc de Le Gall qui alternent avec celles de bruyère cendrée et de callune. L'ensemble ne dépasse pas une trentaine de centimètres de hauteur. En plus de ces espèces cette lande abrite également quelques graminées comme *Danthonia decumbens* et *Agrotis capillaris*. La floraison simultanée de l'ajonc et des bruyères a lieu de la fin du mois de juillet au début octobre. Par son aspect spectaculaire elle fait partie intégrante du paysage ouessantin.

Sur Molène et en quelques points du littoral ouessantin, les landes sont représentées par un groupement à *Ulex europaeus maritimus* et *Erica cinerea*. C'est une lande qui se développe sur un sol enrichi en éléments détritiques et que l'on trouve régulièrement tout au long des côtes bretonnes et dans le Cotentin. C'est la lande littorale la moins riche en nombre d'espèces.

En dehors de la zone côtière la flore des îles est globalement assez banale, notamment sur les anciennes parcelles cultivées. L'abandon de l'activité agricole et pastorale sur la plupart des îles entraîne l'extension des friches à fougère aigle et à ronce (Bioret 1995). Sur les îlots l'action des lapins et des goélands est parfois responsable d'une uniformisation de la flore (Bioret *et al.* 1988). A Ouessant, il faut cependant souligner l'intérêt botanique et la diversité phytosociologique des zones humides littorales et intérieures. Ailleurs et notamment sur Béniguet, il subsiste néanmoins quelques stations qui présentent encore des associations végétales rares à protéger au titre de la directive "habitats" (Yésou comm. Pers.).

2.1.2 La flore des falaises continentales

Ce sujet n'a semble-t-il pas encore fait l'objet d'études. Néanmoins des observations font état de l'existence, au niveau des falaises du Cap Sizun, d'espèces que l'on rencontre normalement dans les sous-bois (Monnat comm. Pers.).

2.1.3 Intérêt patrimonial

En Bretagne 37 espèces végétales à très forte valeur patrimoniale ont été identifiées dans le bilan général de la flore réalisé en 1996 par le Conservatoire Botanique National de Brest. Vingt-cinq d'entre elles sont présentes dans une zone d'étude littorale allant de la pointe du Raz au nord d'Ouessant (tab. 5). Quatorze espèces sont protégées au niveau national dont deux bénéficient également d'une protection européenne. Les autres sont protégées au plan régional ou figurent dans le livre rouge de la flore menacée de France.

Espèce	Localisation	Protection réglementaire			Menaces		Remarques
		Liste régionale	Liste nationale	Directive habitat	Convention de Berne	Livre rouge de la flore menacée de France	
<i>Centaureum scilloides</i>	Plonevez-Porzay		+			+	4 stations en Bretagne.
<i>Daucus gadecei</i>	Ouessant, Crozon		+			+	En France, espèce présente en Loire Atlantique, Finistère et Morbihan.
<i>Hippocrepis comosa</i>	Camaret						Seule station bretonne.
<i>Lathyrus maritimus</i>	Ploumoguier		+			+	En limite sud de son aire mondiale de répartition. Très rare et fugace.
<i>Lithodora prostata</i>	Presqu'île de Crozon		+			+	N'est présente en France que dans 4 départements du littoral atlantique.
<i>Limonium humile</i>	Rade de Brest		+			+	N'est connue en France qu'en rade de Brest et en rivière d'Ethel.
<i>Lolium parabolicae</i>	Baie des Trépassés		+			+	Seule station française.
<i>Ophioglossum azoricum</i>	Ploutarzel		+			+	En France, moins de 20 stations, seulement 2 en Bretagne.
<i>Rumex rupestris</i>	Ouessant, Molène, Le Conquet, Plogoff Porsmoguer, Crozon, Ouessant, Camaret, Plogoff		+	+	+	+	Stations d'au plus quelques m ² comptant toujours un très faible nombre d'individus.
<i>Silene dioica</i> ssp. <i>zelandica</i>						+	En France, uniquement dans les falaises de 4 communes (3 en Finistère, 1 en Côtes d'Armor).
<i>Trichomanes speciosum</i>	Clédén-Cap Sizun, Ouessant		+	+	+	+	Sa découverte dans les grottes marines présente un grand intérêt en terme d'écologie et de biologie.
<i>Crambe maritima</i>	Archipel de Molène, Crozon, Ploumoguier		+				Très menacée en dehors de l'archipel de Molène.
<i>Polygonum maritimum</i>	Archipel de Molène, Crozon	+					Rivage de galets, très localisée dans la zone d'étude
<i>Isoetes histrix</i>	Ouessant, archipel de Molène, Crozon		+				Bien représentée à Ouessant, rare partout ailleurs.
<i>Asplenium obovatum</i>	Côte nord du Cap Sizun	+					Stations très localisées dans des grottes fraîches des hauts de falaise.
<i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>rupicola</i>	Ouessant, Crozon, Cap Sizun					+	Landes sèches.
<i>Serratula tinctoria</i> subsp. <i>seoani</i>	Cap Sizun, presqu'île de Crozon	+					Landes sèches.
<i>Sarothamnus scoparius</i> subsp. <i>maritimus</i>	Ouessant, presqu'île de Crozon, Cap Sizun					+	La zone d'étude correspond aux plus belles stations de cette plante.
<i>Urtica pilulifera</i>	Molène	+					Non revue depuis les années 1960.
<i>Polygonum naii</i>	Presqu'île de Crozon		+			+	Une des trois stations connues en France.
<i>Serapia parviflora</i>	Presqu'île de Crozon		+				Rare, sur les dunes fixées.
<i>Spiranthes aestivalis</i>	Presqu'île de Crozon		+				Dépressions arrière-dunaires.
<i>Salix arenaria</i>	Presqu'île de Crozon	+					Dépressions arrière-dunaires.
<i>Ophioglossum vulgatum</i>	Presqu'île de Crozon	+					Dépressions arrière-dunaires.
<i>Eryngium maritimum</i>	Presqu'île de Crozon, Ploumoguier	+					Dunes mobiles.

Tableau 5 : Espèces végétales d'intérêt patrimonial majeur localisées dans la zone d'étude.

2.2 La flore marine

2.2.1 Les algues

Les premiers travaux sur les algues de l'Iroise sont l'œuvre de Dizerbo (1952) et surtout Floc'h (1965, 1966, 1967, 1969, 1970, 1982a,b) et concernent les zones de Ouessant et de l'archipel de Molène. L'intérêt porté, dès les années 1960, à la partie nord de l'Iroise est résumé par Floc'h (1967) dans l'introduction de sa thèse : " L'archipel de Molène est le grand centre régional de la récolte goémonière. L'exubérance de sa végétation marine constitue un champ d'observations intact, propice à la recherche".

L'important plateau rocheux de l'archipel de Molène est recouvert par un vaste champ d'algues qui abrite de nombreuses espèces. Cuillandre (1988) donne, pour Ouessant et l'archipel de Molène, une liste de 77 espèces établie à partir des travaux de Dizerbo et Floc'h. Cette liste a été complétée par l'ADMS en 1994 et le nombre d'espèce a été porté à 124, rien que pour les fonds situés autour de l'île d'Ouessant. En fait les travaux de Dizerbo et Herpe (non publiés) sur la répartition des algues marines des côtes françaises, font état de la présence de 319 espèces dans notre zone d'étude (Annexe 2). Parmi celles-ci on notera celle d'*Alaria esculenta*, espèce de l'Atlantique nord qui n'existe en France que sur les côtes normandes (Cherbourg) et bretonnes. La limite sud de l'aire de répartition de cette laminariale coïncide avec la limite sud de notre zone d'étude (raz de Sein). A l'inverse, le *Gelidium sesquipedale*, d'affinité méridionale est ici en limite nord de répartition

Si la biodiversité des algues en Iroise est remarquable, il n'en reste pas moins vrai que c'est surtout le volet économique lié à l'exploitation de ces d'algues, et notamment des laminaires, qui a donné lieu aux travaux les plus récents. Les champs d'algues les plus intéressants de France se trouvent du pays bigouden à Bréhat (le seul autre site d'exploitation des algues se situe au pays basque où l'espèce récoltée est le *Gelidium*). En Iroise le champ principal se situe dans l'archipel de Molène, mais un deuxième existe autour de Sein. Actuellement en Bretagne l'exploitation des algues repose sur la récolte de *Laminaria digitata* et sur celle du *Chondrus crispus* et de *Mastocarpus stellatus*. Les surfaces des champs de *L. digitata*, seule espèce à être récoltée mécaniquement (*C. crispus* et *G. stellata* sont récoltées à la main lors de grandes marées), seraient de 1600 ha dans l'archipel de Molène (Piriou 1987) et de 150 ha autour de Sein (Arzel *et al.* 1992). Ces chiffres sont très inférieurs à ceux donnés, pour l'archipel de Molène, par Chassé et Kerambrun (1982), Kerambrun (1984). Selon Arzel (1998) les différences s'expliquent par l'utilisation de photographies satellitaires de plus en plus précises. Une approche différente basée sur une enquête auprès des goémoniers et réalisée par Royou et Arzel en 1994 établit la surface du champ de *L. digitata* de l'archipel de Molène à 1045 ha. La différence entre ce chiffre et celui donné par Piriou, tient au fait que ce dernier a intégré des secteurs jugés peu rentables par les professionnels.

Le champ de laminaires du plateau molénaï est le principal lieu de récolte des algues en France. La production moyenne sur 10 ans est de 30 992 tonnes sur un total de 58 688 tonnes pour l'ensemble de la Bretagne et donc de la France (Arzel 1998). Le niveau de récolte actuel est normalement acceptable sur les champs exploités. Néanmoins les populations algales sont fluctuantes dans le temps. La tendance actuelle est à la régression. Ainsi *L. digitata* a quasiment disparu des côtes du Calvados et ce bien que l'espèce n'y soit pas exploitée. Elle a été remplacée par *Sargassum muticum*. De même sur Quiberon les champs de laminaires sont actuellement envahis par *Sacchorhiza polyschides*. L'augmentation de la température de l'eau pourrait avoir une responsabilité dans ce phénomène. En baie de Concarneau, il y a aussi réduction des champs d'algues, la cause semble être le broutage par les oursins (Castric-Fey et Beuzen 1987).

L'exploitation des laminaires se limite actuellement à la récolte de *Laminaria digitata*. Celle-ci est remplacée vers 2 mètres de profondeur par *Laminaria hyperborea* qui constitue des champs jusqu'à 20-25m (elle atteint 40 mètres en certains points de l'archipel de Molène (Floc'h 1982a). Dans l'archipel de Molène la superficie de ce champ serait de 10 065 ha (Piriou 1987), ceci en fait la composante la plus importante des champs d'algues bretons. Depuis le début des années 1990 des voix s'élèvent en faveur de l'exploitation de cette espèce.

2.2.2 Le maërl

Le maërl est un sédiment marin constitué d'algues rouges calcaires (Corallinales, Corallinacées) arbusculaires. Les fonds de maërl résultent de l'accumulation de thalles ramifiés et libres d'algues Corallinacées. Ce sont toujours au départ des branches nées de croûtes qui se détachent pour poursuivre leur développement à l'état non fixé et s'accumuler en dépôts de plusieurs mètres d'épaisseur. De tels dépôts contiennent en mélange une proportion souvent importante d'éléments non vivants (sable, graviers, coquilles).

Les Corallinales constitutives du maërl sont des végétaux photosynthétiques et ont donc besoin de lumière pour leur développement. Cette nécessité a deux conséquences essentielles :

- seule la pellicule superficielle d'un banc peut demeurer vivante, la partie profonde meurt et se décolore,

- la seconde conséquence de ce besoin de lumière se traduit par une position bathymétrique des fonds de maërl commandée par la transparence des eaux.

Selon la nature du sédiment associé les formations de maërl hébergent des biocénoses animales différentes, mais toujours très diversifiées. Dans notre zone d'étude il existe trois bancs de maërl. Le premier dans l'archipel de Molène s'est développé sur un fond sableux. Située au nord-est de Litiri (gisement des Pourceaux) il fait actuellement l'objet d'une exploitation. Le second en baie de Camaret s'est développé en appui d'un fond rocheux ; comme le suivant il n'a jamais été exploité. Le dernier en baie de Douarnenez se présente en bancs superposés à des cailloutis, des vases ou du sable fin. Plus qu'une tache de maërl il s'agit en fait d'un mélange de maërl et de sables grossiers bioclastiques formant des travées de longueur et de largeur variables (L=150 à 2300m, l= 15 à 200m). Ces travées ne dépassent jamais 1 m d'épaisseur (Augris *et al.* 1988).

La présence de maërl vivant est certaine sur le gisement des Pourceaux (Augris et Berthou 1990) et sur la tache de Camaret (Grall comm. Pers), elle nécessite une vérification en baie de Douarnenez.

Les fonds de maërl d'Irlande, de Cornouaille anglaise, de Bretagne sont composés de deux espèces principales : *Phymatholithon calcareum*, espèce d'affinité nordique, et *Lithothamnion corallioides*, plus méridionale.

En Bretagne, les bancs de maërl créent par leur hétérogénéité, un habitat complexe à partir d'un sol uniforme. C'est un milieu cavitaire abondamment peuplé car la circulation d'eau entre les ramifications du maërl y est toujours importante dans les mers à marée.

Les thalles de maërl servent de support aux macrophytes épiphytes, de petits rhodophytes essentiellement. Ces algues sont utilisées comme nourriture par des gastéropodes herbivores et par de nombreux amphipodes, qui broutent ces gazons algaux et utilisent les anfractuosités du maërl comme refuge. Ces espèces phytophiles, par leur activité biologique laissent dans le milieu cavitaire un abondant matériel détritique servant d'alimentation au monde des détritivores (petits crustacés et polychètes). La surface hétérogène du maërl sert aussi de support aux espèces animales sessiles, essentiellement suspensivores. Ce sont des éponges, des bivalves (*Chlamys*, *Anomia* ...), des ascidies. Cette guildes qui affectionne particulièrement les eaux chargées en suspension assure un couplage pélagos-benthos très actif en transférant le matériel en suspension sous forme de pelotes fécales (et pseudofèces)

aux dépositives vivant à différentes profondeurs au sein du maërl. La structure architecturale fournit aussi d'excellents abris pour des prédateurs vagiles comme les crustacés, les poissons et les jeunes oursins brouteurs de maërl. Les premières estimations (Grall et Glémarec 1997) révèlent que les bancs de maërl de la rade de Brest hébergent 200 espèces macrofauniques, parmi lesquelles 76 espèces de polychètes, 41 d'amphipodes, 26 de bivalves ...

Le maërl est une ressource qui peut être considérée comme non renouvelable, compte tenu de sa très faible vitesse de croissance (Potin *et al.*, 1990) et son faible pouvoir reproducteur (Cabioch J. 1970). Elle est donc particulièrement menacée par les différentes pressions anthropiques subies (Pinot 1997).

2.2.3 Les herbiers de phanérogames

Le long des côtes Manche/Atlantique de France, *Zostera marina* et *Z. noltii* sont les deux seules angiospermes qui vivent en milieu sous-marin. La distribution locale des deux espèces dans leur environnement marin est très différente : *Z. marina* se développe dans la zone infralittorale, du bas de l'estran à 3-4 m de profondeur (exceptionnellement 10 m), tandis que *Z. noltii* se développe en milieu abrité, dans la zone médiolittorale. Il est généralement admis que les herbiers de *Z. marina* subtidaux sont pérennes, tandis que les herbiers les plus hauts sur l'estran peuvent être annuels et dépendent pour se maintenir de la germination des graines. Les herbiers de l'Iroise sont strictement subtidaux.

Dans l'archipel de Molène, on en trouve sur les fonds meubles à l'est de Litiri, au nord-ouest de l'île de Quémenez, dans la crique sud de l'île de Bannec et dans les anses autour de l'île de Béniguet (Floc'h, 1967). Des herbiers sont également présents dans la plupart des anses sableuses au nord du Conquet, dans l'anse de Berthaume et dans le nord de la baie de Douarnenez, entre le Cap de la Chèvre et Morgat et devant l'île de l'Aber (Hily 1997).

Le rôle écologique des herbiers de zostères revêt des aspects très divers et explique l'intérêt tout particulier porté à ces deux espèces dans le cadre de la gestion et de la protection de l'environnement côtier.

En tout premier lieu, ce sont des espèces structurantes des communautés benthiques créant une architecture complexe induisant une forte diversité de la faune et de la flore associées. Autour de cette ossature, des communautés diverses peuvent s'organiser en fonctions des combinaisons multiples des facteurs environnementaux, parmi lesquels la lumière, l'hydrodynamisme, la charge en nutriments, la température et le substrat sont déterminants. La plus grande richesse spécifique est atteinte dans les herbiers subtidaux non perturbés, qui comportent notamment de nombreuses espèces d'algues et d'animaux très spécifiques (Den Hartog, 1983).

En second lieu les herbiers sont des zones de haute production primaire, même en hiver. Dans des conditions oligotrophiques ils montrent une grande efficacité pour l'utilisation des nutriments disponibles, ce qui explique en contre partie leur vulnérabilité aux perturbations liées à un enrichissement. Ils contribuent à l'oxygénation de l'eau, et ce rôle prend toute son importance dans les stations très abritées.

Les herbiers s'établissent sur des sédiments meubles, graveleux, sableux ou vaseux. Le feutrage dense des racines et rhizomes permet une stabilisation du sédiment, tandis que la couverture des feuilles est un frein à l'hydrodynamisme qui favorise le piégeage des particules fines.

Les herbiers jouent un rôle très original pour de nombreuses algues et invertébrés qui n'occupent normalement pas des substrats meubles, et qui les utilisent comme des substrats durs dans la mesure où ils peuvent soit se fixer soit trouver refuge et abri. Les algues épiphytes sont nombreuses. De nombreuses espèces vagiles, crustacés et poissons notamment, utilisent l'herbier pour son rôle d'habitat dans lequel ils peuvent se déplacer aisément et

trouver leur nourriture sans pour autant quitter le refuge procuré par la densité des feuilles. Les faunes de substrat meuble et de substrat dur se superposent dans le même habitat, expliquant la grande biodiversité du peuplement.

Cette diversité de la faune et de la flore épiphyte fournit une nourriture abondante, dans un habitat/refuge de qualité, aux juvéniles de nombreux poissons, crustacés et mollusques qui viennent se reproduire et pondre dans les herbiers littoraux. Les herbiers sont ainsi largement occupés par des résidents temporaires dont de nombreuses espèces d'intérêt économique- qui se relaient au cours des saisons (rougets, plies, crevettes roses, araignées de mer, seiches). Ils sont enfin un terrain de chasse pour des poissons prédateurs comme le bar.

3. Les peuplements animaux

3.1 Les invertébrés

L'inventaire des invertébrés de la mer d'Iroise n'a jamais été réalisé. En fait avant les années 1960 seul Prenant (1939) a réalisé une étude écologique sur les plages de la baie de Douarnenez. Au cours des années 1960 de nombreuses études sont entreprises sur la faune marine des côtes bretonnes (Cabioch 1961, 1968, Descatoire 1967, Fey 1967, Glémarec 1964a,b, 1969, Glémarec et Monniot 1966, Lafargue 1967, Toulmond 1964, Toulmond et Truchot 1964). Paradoxalement le secteur de l'Iroise reste en dehors des zones d'études et seuls les parages de l'île de Sein donnent lieu à une publication (Hinschberger et al. 1967). En 1972 Toulemont publie un article sur les structures benthiques des baies de Douarnenez et d'Audierne, mais il reste sans suite et une grande partie de l'Iroise garde ses "secrets". Les travaux de Guillou J. (1980), Guillou M. (1981) et Bourgoïn (1987) réalisés en baie de Douarnenez et ceux de Antoine (1979) en mer Celtique n'étant pas destinés à combler cette "lacune géographique", ce n'est que depuis peu que de nouvelles études ont été entreprises pour inventorier et connaître la faune benthique de la mer d'Iroise. Nous devons Castric-Fey et Chassé (1991) la connaissance des biocénoses subtidales présentes à la sortie de la rade de Brest, à l'A.D.M.S l'inventaire de la faune sur les fonds rocheux autour de l'île d'Ouessant (1994) et en proche Iroise (1996). Deux thèses sont en préparation sur la biodiversité de l'Iroise (Le Hir, Raffin) et viennent compléter les travaux de Hily (1997) sur les herbiers, ceux Jean *et al.* (1993) de Hily et Jean (1997) et de Le Hir et Hily (1998) sur la zone intertidale, alors qu'un programme a été lancé par l'Ifremer sur les ressources coquillières du large (Fifas 1998).

Il est impossible de présenter toutes les espèces recensées actuellement en Iroise ; leur nombre est considérable et ce travail déborderait du cadre de cette étude. Pour illustrer cette biodiversité nous présentons en annexe (Annexe 3) et à titre d'exemple, la liste des espèces rencontrées dans la zone intertidale autour de Molène. Nous nous limiterons, dans cette synthèse, à la présentation de quelques espèces remarquables de crustacés, mollusques et échinodermes.

3.1.1 Les crustacés

Les crustacés sont représentés en mer d'Iroise par des espèces appartenant aux cirripèdes, aux amphipodes, isopodes, copépodes et décapodes.

C'est dans ces derniers que l'on retrouve les espèces ayant un intérêt commercial : crevettes, langoustines, homards, langoustes et crabes. Plusieurs d'entre elles ont fait l'objet d'études sur leur biologie, leur exploitation et la gestion des stocks (Autissier et al. 1981, Campillo 1984, Cuillandre et al. 1984, De Kergariou 1984, Latrouite et Le Foll 1989, Le Foll

A. 1982, Le Foll D. 1993). A l'inverse, les espèces non commercialisées n'ont guère été étudiées et la seule publication retrouvée concerne les copépodes des sédiments (Bodin 1984).

En Iroise toutes les espèces commerciales françaises, à l'exception de la langoustine, sont présentes. On y retrouve la crevette rose, *Palaemon serratus*, la crevette grise, *Crangon crangon*, le homard, *Homarus gammarus*, la langouste rouge, *Palinurus elephas*, l'étrille, *Necora puber*, le tourteau, *Cancer pagurus*, et l'araignée, *Maja squinado* (Planche 1). Les crevettes et l'étrille ne sont guère exploitées par les professionnels mais sont pêchées par les plaisanciers, notamment à l'occasion des grandes marées. Les autres espèces font par contre l'objet d'une pêcherie importante à partir des ports des quartiers de Brest, Camaret et Audierne alors que dans le quartier de Douarnenez les gros crustacés ne sont que des captures accessoires.

Les productions en tourteau, araignée et homard dans les quartiers précédemment cités étaient, en 1980, de :

	tourteau	araignée	homard
Brest	2200 tonnes	166 tonnes	21.2 tonnes
Camaret	870 tonnes	30 tonnes	4.6 tonnes
Douarnenez	25 tonnes	7 tonnes	2 tonnes
Audierne	160 tonnes	75 tonnes	13 tonnes

A la même époque la production française était de 9866 tonnes pour le tourteau, 5209 tonnes pour l'araignée et 334 tonnes pour le homard (Autissier *et al.* 1981).

Aujourd'hui ces chiffres pour le tourteau et le homard sont en baisse. Les débarquements de tourteau au Conquet (quartier de Brest) sont de l'ordre de 1000 tonnes/an, ceux de homard atteignent 8 à 10 tonnes/an. La production d'araignée en Iroise a peu évolué et fluctue entre 100 et 200 tonnes/an (Latrouite com. pers.). Il faut ajouter que l'intégralité de ces captures n'est pas réalisée en Iroise : les fileyeurs d'Audierne travaillent surtout dans le sud de l'île de Sein et les gros caseyeurs de Camaret vont au large, au niveau de "La Chapelle", sur les fonds de 150 mètres.

Le secteur de l'Iroise est néanmoins très important en ce qui concerne le tourteau car il existe d'importantes nurseries en zone côtière (de l'intertidal à -20m) dans l'archipel de Molène. On trouve aussi au nord du Conquet, dans l'anse de Bertheaume et en rade de Brest, des nurseries d'araignée mais elles sont mineures par rapport à celles du golfe normano-breton.

La quatrième espèce de gros crustacés, débarquée dans les ports de la pointe de Bretagne est la langouste rouge. Pêchée principalement au filet cette espèce peut être qualifiée de spécialité locale puisque les deux premières pêcheries au niveau national sont celles d'Audierne et du Conquet. Avec 25 à 30 tonnes/an, Le Conquet est le premier port de débarquement de langoustes provenant de la mer d'Iroise alors que les fileyeurs d'Audierne travaillent principalement au sud de l'île de Sein et ne fréquentent la zone d'étude que pendant l'hiver. Certains posent alors leurs filets le long de la côte nord du Cap Sizun (Jaffry com. pers.).

D'un point de vue biogéographique la mer d'Iroise est également une zone intéressante car parmi les très nombreuses espèces de crustacés présentes, certaines sont ici en limite nord de répartition. C'est le cas notamment du cirripède *Pollicipes cornucopiae*, du bernard-hermite *Clibanarius erythropus*, et des crabes *Pachygrapsus marmoratus* et *Eriphia verrucosa*.

3.1.2 Les mollusques

Les mollusques sont principalement représentés en Iroise par des gastéropodes et des bivalves. Bien que l'inventaire des espèces ne soit pas encore terminé, on peut estimer qu'il existe une centaine d'espèces de bivalves et que l'on trouvera dans le futur au moins un nombre équivalent d'espèces de gastéropodes. Un inventaire complet de ces derniers sera d'ailleurs difficile à obtenir car de nombreuses espèces de prosobranches et d'opisthobranches sont millimétriques (Planche 2). A l'inverse avec ses trente centimètres, le triton de l'Atlantique, *Charonia lampas*, est le plus grand des gastéropodes de l'Atlantique du nord-est. Cette espèce, qui se nourrit d'étoiles de mer, est en Iroise quasiment en limite nord de répartition (Graham 1988). C'est également le cas d'un autre consommateur d'échinodermes, le cassidé *Galeoda rugosa* qui vit sur les substrats meubles à partir de 70 mètres de profondeur. La classe des céphalopodes est représentée par six ou sept espèces dont la seiche, *Sepia officinalis*, l'encornet, *Loligo vulgaris*, le calmar veiné, *Loligo forbesi*, et les pieuvres, *Octopus vulgaris* et *Eledone cirrhosa*.

La majeure partie des études a été réalisée sur les populations de bivalves de la baie de Douarnenez (Guillou J. 1980, 1982, 1985, Guillou J. et Le Moal 1978, 1980, Guillou J. et Sauriau 1985, Le Moal 1993) et sur les coquilles Saint-Jacques du large (Antoine 1979, Fifas 1998). Actuellement deux espèces font l'objet d'une pêche professionnelle : la coquille St-Jacques et les donaces. La pêche de ces dernières s'est progressivement organisée depuis le début des années 1990. Dans les dernières années le nombre d'exploitants a varié entre 30 et 45 selon la richesse des gisements et la production a fluctué entre 100 et 300 tonnes par an. Les principaux sites de pêche sont les plages de Trezmalouen, Pentrez, Sainte-Anne, l'Aber et l'anse de Dinan. Dans le passé une troisième espèce, la spisule, a également été exploitée. Ce bivalve a la particularité de coloniser, lorsque le recrutement est bon, les dunes hydrauliques. Ce phénomène n'est pas régulier et actuellement aucun secteur ne présente une densité suffisante pour permettre la rentabilité d'une exploitation. Si les bivalves présentent un intérêt économique certain, ils constituent par ailleurs un excellent outil pour estimer valablement ce que peut être la barrière de l'Iroise entre les provinces "lusitanienne" et "boréale" (Glémarec 1988).

3.1.3 Les échinodermes

Les échinodermes sont représentés en Iroise par 33 espèces (Annexe 4, Planche 3), mais la réalisation de nouveaux échantillonnages en zone profonde (60-100 mètres) devrait normalement faire évoluer légèrement ce chiffre. Le groupe est présent dans tous les étages, en milieu rocheux comme en milieu sédimentaire. On y trouve des brouteurs (*Paracentrotus lividus*, *Sphaerechinus granularis*), des filtreurs (*Acrocnida brachiata*, *Amphiura filiformis*, *Antedon bifida*, *Ophiotrix fragilis*), des déposivores (*Echinocardium cordatum*, *Holothuria forskali*), des petits carnivores (*Ophiura texturata*, *Astropecten irregularis*, *Henricia oculata*), des grands carnivores (*Asterias rubens*, *Marthasterias glacialis*) et des "super-prédateurs" (*Luidia ciliaris*, *Luidia sarsi*). Deux espèces d'affinité méridionale sont ici en limite nord de répartition ; ce sont l'étoile de mer *Echinaster sepositus* et l'ophiure *Ophioderma longicauda*.

La plupart des études de biologie et d'écologie ont été réalisées en baie de Douarnenez où certaines espèces d'ophiures et d'étoiles de mer forment de grandes populations (Bodin *et al.* 1984, Bourgoïn 1987, Bourgoïn et Guillou M. 1990, 1994, Bourgoïn *et al.* 1991, Guillou M. 1980, 1981, 1983, 1985, 1988, 1990, 1996, Guillou M. et A. Guillaumin 1984). On peut y ajouter deux études de J. Guillou (1984) et J. Guillou et Robert (1979) qui portent sur la dynamique des populations d'*Echinocardium cordatum* et d'*Ophiura texturata*. Si les ophiures et les étoiles ont été plus étudiées que les autres groupes d'échinodermes c'est que les années

1980 ont été marquées par une explosion des populations de certaines espèces. Ainsi M. Guillou en 1985 estime le stock d'étoiles à 4000 tonnes dans la baie, soit sur une surface d'environ 100 km². A la même époque Bodin *et al.* (1984) estiment que la prédation exercée sur les populations de bivalves par les étoiles *Asterias rubens* et *Marthasterias glacialis*, qui entrent en compétition avec les poissons, pourrait être une des causes du déclin de la pêche locale.

M. Guillou (1996) a montré depuis les interactions existantes entre les espèces d'ophiures et d'étoiles dans la baie de Douarnenez et a notamment mis en évidence les facteurs abiotiques et biotiques intervenant dans la régulation de ces populations. Les températures hivernales douces au début des années 1980 auraient favorisé le recrutement des étoiles carnivores *Asterias rubens* et *Marthasterias glacialis*. A l'inverse les températures froides des hivers 1984-1985 et surtout 1985-1986 auraient freiné ce recrutement. De façon concomitante, elles auraient permis un bon recrutement chez les deux espèces de *Luidia* qui appartiennent aux "super-prédateurs" et se nourrissent d'ophiures et d'étoiles. Par leur activité de prédation elles auraient contribué à la diminution du nombre d'*Asterias rubens* et de *Marthasterias glacialis* présentes en zone subtidale. L'abondance des étoiles dans la baie semble être une conséquence directe de l'hydrologie : l'existence, en été, du front interne de l'Iroise et la présence de courants giratoires qui empêchent la dispersion des larves d'étoiles vers l'extérieur.

3.2 Les vertébrés

3.2.1 Les poissons

De nombreuses études, ont été consacrées à la biologie des poissons de l'Iroise et de la baie de Douarnenez. Elles ont donné lieu à des mémoires de DEA (cf. bibliographie), des thèses (Baron 1983, Chalabi 1984, Déniel 1981, Diallo 1987, Gherbi-Barré 1983, Le Duff 1997, Quiniou 1978, 1986, Rodriguez 1996) et des publications (Alayse 1987, Baron 1985a,b, Déniel 1974, 1975, 1979, 1983, 1984, 1985, 1990, Déniel *et al.* 1989, Déniel et Tassel 1986, Gaertner 1982, Le Duff *et al.* 1996, Quiniou et Déniel 1985, Quiniou-Le Mot et Quiniou 1977, Rodriguez 1996). Les nombreuses campagnes océanographiques au chalut de fond, les pêches au chalut de plage, les recensements effectués sur l'estran par le laboratoire Ressources halieutiques/poissons marins de l'UBO ont permis de dresser la liste des espèces que l'on peut rencontrer en mer d'Iroise. Au total 127 espèces de poissons vivent ou fréquentent cette zone géographique (Annexe 5, Planche 4) ; 107 d'entre elles vivent sur le fond ou au voisinage de celui-ci, les 20 autres sont des espèces pélagiques qui vivent en pleine eau. De fait la quasi totalité des espèces, présentes sur les côtes françaises de l'océan Atlantique et de la Manche, se trouvent dans la zone d'étude.

3.2.1.1 Les espèces benthiques et démersales

Selon Collignon (1991), les espèces benthiques ont, avec le fond, une liaison étroite (liaison physique) alors que les espèces démersales n'ont qu'une relation plus lâche (limitée souvent à des rapports trophiques). Sur la base de cette définition il y a dans notre zone d'étude, 82 espèces benthiques, et 25 démersales.

3.2.1.1.1 Les espèces benthiques

En fonction de l'habitat qu'elles fréquentent les espèces peuvent être réparties en plusieurs groupes : les espèces intertidales, celles des herbiers à phanérogames, les subtidales de fonds meubles (sables, vases) et les subtidales de fonds rocheux.

Dix-huit des espèces rencontrées en Iroise sont intertidales. Il s'agit d'espèces de petite taille appartenant aux familles des gobiidés (5 espèces), des blenniidés (5 espèces), des gobiésocidés (2 espèces), des cottidés (2 espèces), des gadidés (*Ciliata mustela*), des pholidés (*Pholis gunellus*), des syngnathidés (*Nerophis lumbriciformis*) et des cycloptéridés (*Liparis montagui*).

Les herbiers de zostères ont une faune ichtyologique particulière : les syngnathidés (5 espèces) y sont particulièrement bien représentés. Les zostères sont notamment l'habitat des hippocampes communs et rameux. On y trouve également un gobie, *Gobiusculus flavescens*, les deux espèces marines des gastérostéidés français, *Spinachia spinachia* et *Gasterosteus aculeatus*, et un labridé, *Symphodus melops*. En plus de ces espèces que l'on peut considérer comme inféodées à cet habitat d'autres comme les vieilles, les rougets y passent le début de leur existence, ce qui confère aux herbiers un rôle de nurseries.

La faune ichtyologique des fonds meubles est constituée en Iroise par 49 espèces benthiques. Pour la plupart ces espèces présentent une adaptation très poussée à ce type d'habitat qui se traduit par un aplatissement du corps. Celui-ci peut être ventral comme chez les raies, les grondins et la lotte, ou latéral comme chez les Pleuronectiformes. Les poissons plats sont représentés en Iroise et en baie de Douarnenez par dix-huit espèces qui pour la grande majorité y vivent toute l'année (tab. 6). Dix-sept d'entre elles vivent sur les fonds meubles alors que le targeur, *Zeugopterus punctatus*, fréquente les fonds rocheux.

<i>Arnoglossus imperialis</i>	<i>Microchirus variegatus</i>	<i>Platichthys flesus</i>
<i>Arnoglossus laterna</i>	<i>Microstomus kitt</i>	<i>Pleuronectes platessa</i>
<i>Arnoglossus thori</i>	<i>Pegusa impar</i>	<i>Psetta maxima</i>
<i>Buglossidium luteum</i>	<i>Pegusa lascaris</i>	<i>Scophthalmus rhombus</i>
<i>Dicoglossa cuneata</i>	<i>Phrynorhombus norvegicus</i>	<i>Solea vulgaris</i>
<i>Limanda limanda</i>	<i>Phrynorhombus regius</i>	<i>Zeugopterus punctatus</i>

Tableau 6 : les poissons plats de l'Iroise.

Ceci représente une diversité tout à fait exceptionnelle sur une zone géographique aussi réduite. A titre de comparaison et pour des surfaces comparables, il y a neuf espèces en baie de Sendai au Japon, six espèces en baie de Narraganset, Rhode Island aux U.S.A, six espèces dans la Ria de Arosa en Espagne (Deniel, 1981). Les poissons Téléostéens sont également représentés par les quatre espèces de grondin présentes sur les côtes de l'Atlantique et de la Manche, les deux espèces de vives, *Trachinus draco* et *T. vipera*, deux des trois espèces de callionyme, *Callionymus lyra* et *C. reticulatus*, des lançons, *Ammodytes tobianus* et *Hyperoplus lanceolatus*, des motelles, *Enchelyopus cimbrius* et *Gaidropsarus vulgaris*, la souris de mer, *Agonus cataphractus*, le rouget barbet, *Mullus surmuletus*, et la lotte, *Lophius piscatorius*.

Les fonds meubles de l'Iroise hébergent également dix-sept espèces de poissons cartilagineux (Chondrichthyens). Douze d'entre elles sont des raies qui à l'instar des Pleuronectiformes, présentent sur la zone d'étude une diversité étonnante. Les requins sont quant à eux représentés par les deux espèces de rousette, *Scyliorhinus canicula* et *S. stellaris*, deux émissoles, *Mustellus asterias* et *M. mustelus*, et un aiguillat, *Squalus acanthias*.

Les espèces benthiques des fonds durs sont moins nombreuses que celles des fonds meubles. On y retrouve des espèces fréquentes comme le congre, *Conger conger*, et le targeur, *Zeugopterus punctatus*, poisson plat qui vit collé sous les blocs rocheux, ce qui lui vaut le surnom de sole de roche. Les autres espèces sont plus rares. Il s'agit du lompe, *Cyclopterus lumpus*, de *Liparis liparis*, *Tripterygion tripteronotus* et du trident, *Raniceps raninus*. Ce dernier est un gadidé dont la biologie et le comportement sont peu connus. Il vit probablement solitaire et la seule étude qui traite de l'espèce (Déniel, 1985) a pu être réalisée

à la suite de l'échouage d'une cinquantaine d'individus après la pollution des côtes finistériennes par les hydrocarbures en mars 1978.

3.2.1.1.2 Les espèces démersales

Cette catégorie est représentée, en Iroise par 23 espèces de poissons, auxquelles s'ajoutent les lamproies, *Lampræta fluviatilis* et *Petromizon marinus*, qui appartiennent aux Agnathes (ou Cyclostomes). Les Agnathes sont les plus primitifs des vertébrés et se caractérisent par une bouche dépourvue de mâchoire, un squelette conjonctif et un corps anguilliforme sans nageoires paires. Ils constituent un Sous-Embranchement qui s'oppose à celui des Gnathostomes (Vertébrés à mâchoires), mais néanmoins nous traiterons ces Vertébrés aquatiques avec les poissons. Les lamproies sont des espèces que l'on peut qualifier de rares en mer d'Iroise. Des individus ont été observés dans le vieux port de Douarnenez (Quiniou comm. pers.) et un spécimen provenant de la rade de Brest a été récolté à la fin des années 1990.

Parmi les 23 espèces de poissons trois familles sont particulièrement bien représentées : les gadidés (9 espèces), les sparidés (5 espèces) et les labridés (4 espèces). Les espèces des deux premières familles se rencontrent au-dessus de fonds meubles mais également dans les zones rocheuses. Elles sont pêchées aussi bien au chalut de fond qu'à la ligne et au filet. Les labridés sont inféodés aux zones rocheuses dont ils ne s'écartent guère. Le saint-Pierre, *Zeus faber*, et le baliste, *Balistes carolinensis*, fréquentent les zones de tombants rocheux, mais ils sont régulièrement pêchés au chalut ce qui suppose un lien moins strict avec leur habitat. A l'inverse, les prêtres, *Atherina presbyter*, vivent au-dessus des fonds meubles. On peut les observer formant de petits bancs près de la surface sur les fonds sableux, les herbiers et dans les ports. Le bar, *Dicentrarchus labrax*, n'est pas lié à un substrat mais recherche toujours des eaux richement oxygénées. On le trouve sur les côtes rocheuses battues par la mer (raz de Sein, goulets entre les îles de l'archipel de Molène etc...) et dans les rouleaux des plages sableuses (plages de Kerloc'h, Blancs Sablons, de Sainte Anne la Palud etc...).

3.2.1.2 Les espèces pélagiques

Elles peuvent en fonction de leur fréquence d'apparition dans les captures être séparées en trois catégories : les espèces fréquentes, peu fréquentes et rares. Ce classement reste subjectif et de nouvelles observations de terrain, notamment au large, viendraient probablement le modifier.

Dans la première catégorie se trouvent la sardine, *Sardina pilchardus*, le maquereau, *Scomber scombrus*, le chinchard, *Trachurus trachurus*, le sprat, *Sprattus sprattus*, l'aloise, *Alosa alosa*, l'aiguillette, *Belone belone*, et les mulets *Liza aurata* et *Liza saliens*. A ces poissons il faut ajouter deux espèces de requins : le requin hâ, *Galeorhinus galeus*, et le "peau-bleue", *Prionace glauca*. Le premier est régulièrement pêché près de la côte, le second est épipélagique et se tient plus au large. On peut néanmoins noter que des "peaux bleues" étaient observés, il y a une vingtaine d'années, jusque dans la rade de Brest.

Dans les espèces peu fréquentes se placent l'anchois, *Engraulis encrasicolus*, le maquereau espagnol, *Scomber japonicus*, deux espèces de mulets, *Liza ramada* et *Chelon labrosus*, la truite de mer, *Salmo trutta*, le saumon de l'Atlantique, *Salmo salar*, et le requin pèlerin, *Cetorhinus maximus*. Cette espèce dont les plus grands spécimens peuvent dépasser les dix mètres de longueur et peser jusqu'à 8 tonnes se nourrit, comme les baleines, de plancton. Des spécimens sont très régulièrement observés durant l'été en Iroise (Prieur 1979).

Les trois dernières espèces de poissons pélagiques : le maigre, *Argyrosomus regius*, le poisson pilote, *Naucrates ductor*, et le poisson lune, *Mola mola*, ont été considérées comme

rare. Ce classement repose sur les observations de maigres chassant du maquereau à la sortie du goulet de Brest au début des années 1980 (Le Duff com. pers.), des captures de poissons pilotes à l'île de Sein (Guermeur com. pers) et des observations régulières de poissons lunes durant l'été devant l'Aber Wrac'h et l'île Vierge (Levenez com. pers).

3.2.2 Les oiseaux

Les oiseaux présents dans la zone d'étude se répartissent en plusieurs catégories. On trouve d'abord les oiseaux marins dont certaines espèces se reproduisent dans la zone alors que d'autres n'y sont que pour s'alimenter. Il y a ensuite les oiseaux de bord de mer, sédentaires ou migrateurs, qui fréquentent le bord des plages ou les falaises, et enfin les espèces que l'on trouve sur les îles, à l'intérieur des terres, qui peuvent être, là aussi, sédentaires ou migratrices. Au sein de ces dernières il convient de séparer des espèces qui passent une partie de l'année sur les îles de celles qui n'y font qu'un arrêt au cours de leur migration vers le nord de l'Europe ou vers le sud.

3.2.2.1 Les oiseaux marins

3.2.2.1.1 Les oiseaux marins nicheurs

Les oiseaux marins de l'Iroise ont fait l'objet de nombreuses études, qui ont donné lieu à des thèses, des rapports et de publications (Bargain 1993, Bioret 1992, Bioret et al. 1988, Brien 1970, Cadiou 1994, 1995, 1996a, 1996b, 1997a, 1997b, 1998a, 1998b, 1998c, Cadiou et Jonin 1997, Cadiou et al. 1997, 1998, Camberlein et Floté 1979, Corbin 1996, Cuillandre et al. 1989, Dorval 1968, Guermeur et Monnat 1980, Hémerly et al. 1995, Henry et Monnat 1980, 1981, Jonin 1990, Linard 1984, 1985, Maout 1990, Monnat 1968, 1982, Ramé 1994, Yésou et al. 1993a, 1993b, 1999). Dix-sept espèces d'oiseaux de mer se reproduisent tous les ans sur le littoral breton. Treize d'entre elles se reproduisent dans la zone d'étude. Ce sont : le fulmar, le pétrel tempête, le puffin des anglais, le grand cormoran, le cormoran huppé, le guillemot de Troïl, le macareux moine, la mouette tridactyle, les goélands argenté, brun et marin, les sternes pierregarin et naine (SEPNB 1995, Cadiou 1998c, Yésou *et al.* 1999).

Le fulmar, *Fulmarus glacialis*, se reproduit dans les falaises maritimes d'Europe et d'Amérique du Nord. En France, la première reproduction est signalée aux Sept-Iles en 1960. Actuellement de nombreuses colonies sont installées le long des côtes bretonnes. Les plus importantes sont celles des Sept-Iles et d'Ouessant qui regroupent chacune une centaine de couples. Dans la zone d'étude l'espèce est présente non seulement sur Ouessant mais aussi à Camaret et Goulien, où existent des colonies de 10 à 30 couples.

Le pétrel tempête ou océanite tempête, *Hydrobates pelagicus*, se reproduit en Atlantique du nord-est, des Canaries jusqu'à la Norvège, ainsi qu'en Méditerranée. En France l'espèce niche en Bretagne et dans les Pyrénées-Atlantiques (Biarritz). Les sites utilisés sont les dessous de blocs rocheux, les terriers, les cordons de galets ou les fissures dans les parois rocheuses ou les murets. La reproduction en Bretagne est mentionnée depuis le XIX^e siècle (Sept-Iles, Camaret, Glénan, archipel de Molène). Actuellement l'espèce est toujours présente dans l'archipel de Molène (350-410 couples) et à Camaret (55 couples). Ces deux sites représentent 90% des effectifs bretons.

Le puffin des anglais, *Puffinus puffinus*, est une espèce de l'Atlantique du nord-est dont l'aire de reproduction atteint depuis les années 1970 les côtes de l'Amérique du Nord. Comme le macareux moine, le puffin creuse des terriers dans lesquels il niche. Il peut également réutiliser des terriers de lapin où s'installer dans des fissures entre les roches. Découverte en

1880 sur l'île de Bannec, l'espèce s'y reproduit toujours et la colonie comprend actuellement une trentaine de couples. En effectif c'est la deuxième colonie française, la plus importante étant celle des Sept-Iles dont les effectifs dépassent actuellement la centaine de couples.

Le grand cormoran, *Phalacrocorax carbo*, qui présente une très large distribution au niveau mondial se reproduit sur de nombreux îlots de Bretagne depuis l'Ille et Vilaine jusqu'au Finistère. La population bretonne est supérieure à 625 couples. La plus grande colonie (179 couples) est située sur l'île des Landes (35). Dans la zone d'étude, la colonie de l'archipel de Molène forte de 41-45 couples, est, du point de vue effectif, la cinquième au niveau régional. Les effectifs de cette colonie présentent une nette augmentation depuis le début des années 1990 (6 couples en 1993, 23 en 1996, 41-45 en 1998).

Le cormoran huppé, *Phalacrocorax aristotelis*, se reproduit du Maroc à la Russie ainsi que sur les côtes méditerranéennes et de la mer Noire. Les nids sont installés sur les falaises et les îlots abrupts du littoral. L'espèce est présente tout le long des côtes bretonnes où existent de nombreuses colonies. La population bretonne est estimée à 4900-5000 couples soit 82% des effectifs français. Dans la zone d'étude le cormoran huppé est présent sur Ouessant, dans l'archipel de Molène, en presqu'île de Crozon, sur la côte sud de la baie de Douarnenez et au Cap Sizun. Les effectifs sont en augmentation sur Ouessant et l'archipel de Molène, ailleurs ils sont stables.

La mouette tridactyle, *Rissa tridactyla*, niche sur les côtes de l'océan Arctique et dans les parties septentrionales des océans Pacifique et Atlantique. La forme atlantique se reproduit de part et d'autre de l'océan. En Europe, elle se reproduit de l'Islande au Portugal. En France elle présente une distribution discontinue entre le Pas-de-Calais et la Vendée. Bien adaptée à la vie en haute mer, l'espèce vient se reproduire sur les falaises abruptes du littoral. Dans la zone d'étude, l'espèce est présente sur les roches de Camaret et au Cap Sizun. La population mondiale se situe entre six et huit millions de couples ; 0.06% d'entre eux niche sur la façade atlantique française.

Le goéland brun, *Larus fuscus*, est une espèce qui se reproduit dans le nord-est Atlantique depuis le Portugal jusqu'à la mer Blanche ainsi qu'en Islande. Les populations bretonnes, 21500 à 22500 couples, représentent respectivement 95% et 10% des effectifs français et mondiaux. Le goéland brun niche sur les îlots bas recouverts de végétation. L'espèce est présente sur Ouessant, l'archipel de Molène, Camaret, La presqu'île de Crozon et le Cap Sizun. La plus grande colonie est celle de Béniguet qui comprend 6500 couples. Les effectifs sont en augmentation sur les différents sites fréquentés en Iroise.

Le goéland argenté, *Larus argentatus*, est une espèce nord Atlantique présente en Europe mais également en Amérique du Nord. La France constitue la limite sud de son aire de reproduction. Avec 90000 couples elle occupe la troisième place au niveau européen. En Bretagne la population est de 61000 couples soit 68% des effectifs français et 8% des effectifs européens. L'espèce occupe les îles et les îlots, mais on la trouve également en milieu urbain, notamment sur les toits des immeubles. Elle est présente sur tout le littoral breton. Les effectifs sont en diminution sur les sites de la zone d'étude.

Le goéland marin, *Larus marinus*, se reproduit sur les côtes européennes et nord américaines. En 1988, la population mondiale était d'environ 180000 couples et celle de la Bretagne 1782 couples. Les effectifs bretons sont estimés actuellement à 2900 couples et le Finistère regroupe à lui seul près de 60% des effectifs nationaux. Le goéland marin niche généralement sur les points culminants des îles et îlots ainsi que sur les pitons rocheux. Autrefois plutôt solitaire en période de reproduction, il présente maintenant un comportement plus grégaire et forme des colonies de plusieurs dizaines ou centaines de couples. Dans la zone d'étude il se reproduit sur Keller (536 couples) mais également sur Ouessant, dans l'archipel de Molène, à Camaret, en presqu'île de Crozon, sur la côte sud de la baie de

Douarnenez et dans le Cap Sizun. Les effectifs sont en augmentation sur tous ces sites de reproduction.

La mouette tridactyle, *Rissa tridactyla*, dont les effectifs bretons dépassent légèrement les 1000 couples soit 23% des effectifs nationaux niche sur les falaises escarpées. En Iroise, l'espèce est présente à Camaret et dans le Cap Sizun (Goulien, pointe du Raz); La colonie qui existait à la fin des années 1980 sur Ouessant a aujourd'hui disparu. Les effectifs sont en nette diminution. Celle-ci semble liée à la prédation massive exercée par les grands corbeaux, les corneilles et les goélands argentés sur les œufs ou les poussins.

La sterne pierregarin, *Sterna hirundo*, se reproduit à la fois en milieu littoral et continental. Elle niche sur les îlots plats, dans les lagunes, les marais salants et sur les digues ou les pontons. Les effectifs bretons sont de 900-1100 couples dont une centaine niche sur l'île de Béniguet. En Iroise l'augmentation des populations de goélands a entraîné la disparition des grandes colonies plurispécifiques de sternes et la dispersion des reproducteurs sur le littoral. De fait on observe une redistribution fréquente des individus entre la cinquantaine de colonies ou micro-colonies encore existantes.

La sterne naine, *Sterna albifrons*, se reproduit sur le littoral mais aussi le long des fleuves. Les effectifs bretons sont de 50 couples ce qui représente 4% seulement de l'effectif national. En Iroise l'espèce ne niche plus que sur l'île de Béniguet où la colonie est menacée par la prédation exercée par les goélands.

Le guillemot de Troïl, *Uria aalge*, se reproduit en Europe, depuis la Nouvelle Zemble jusqu'au Portugal. Les effectifs bretons sont de 245 couples ce qui correspond à la totalité de la population française mais à moins de 1% des effectifs européens. L'espèce niche sur les falaises maritimes. En Iroise, elle est présente en presque-île de Crozon (moins de 10 couples) et dans le Cap Sizun (moins de 30 couples). Les effectifs sont en nette diminution depuis la fin des années 1970. Celle-ci semble être due à la prédation par les corneilles et les grands corbeaux sur les colonies et des captures d'adultes par les filets de pêche.

Le macareux moine, *Fratercula arctica*, se reproduit sur les côtes occidentales et orientales de l'Atlantique Nord. La Bretagne constitue la limite sud de son aire de reproduction ; c'est aussi la seule région française où l'espèce niche. Les effectifs bretons sont de 260 couples qui se reproduisent presque exclusivement dans l'archipel des Sept-Iles. L'œuf unique est déposé dans un terrier creusé par les adultes sur les zones de ruptures de pente. En Iroise l'espèce est encore présente sur un îlot proche d'Ouessant où quelques couples parviennent à sa maintenir. Elle a par contre disparu de l'archipel de Molène, des roches de Camaret et de Goulien.

3.2.2.1.2 Les oiseaux marins non nicheurs

Quatre espèces marines présentes en Iroise ne s'y reproduisent pas. Ce sont : le fou de bassan, le pingouin torda ou petit pingouin et les sternes caugek et de Dougall.

Les fous de bassan, *Morrus bassannus*, visibles en Iroise nichent dans les îles britanniques ou sur l'île Riouzig, aux Sept-Iles, qui est le seul point de reproduction de l'espèce en Bretagne. Elle y niche pour la première fois en 1939 et depuis les effectifs de la colonie n'ont cessé d'augmenter. (Guermeur et Monnat 1980). Les trois autres espèces ont déjà niché, dans le passé, en Iroise.

Le pingouin torda, *Alca torda*, s'y reproduisait encore au début des années 1980 (Guermeur et Monnat 1980) et sa disparition en temps que nicheur date de 1988 (Cadiou 1998). Il y a eu en Iroise jusqu'à quatre colonies (Ouessant, archipel de Molène, roches de Camaret, Goulien). Les deux premières ont été abandonnées au début des années 1970 et en 1979. Les deux autres colonies se sont maintenues jusqu'en 1987-1988. Actuellement la population bretonne n'est plus que d'une vingtaine de couples qui se répartissent entre les

Sept-Iles, le cap Fréhel et Cézembre. Ces effectifs faibles représentent la totalité des effectifs nationaux.

La sterne caugek, *Sterna sandvicensis*, a toujours été, en Iroise, un hôte irrégulier dont les dernières preuves de reproduction datent de 1992 et 1994 (Yésou *et al.* 1999),

La sterne de Dougall, *Sterna dougallii*, dont la colonie était florissante en Iroise en 1955 a déserté la zone en 1967 (Monnat 1968; Brien 1970, Guerneur et Monnat 1980). Elle nichait dans des colonies plurispécifiques avec la sterne pierregarin ou la caugek sur les îlots plats de l'archipel de Molène.

3.2.2.2 Les oiseaux de bord de mer

Nous avons regroupé dans ce paragraphe des espèces qui fréquentent les falaises ou les bords de côtes plates (plages, dunes, cordons de galets etc ...)

3.2.2.2.1 Les espèces nicheuses

Le grand corbeau, *Corvus corax*, est une espèce qui niche dans les falaises maritimes (Guerneur et Monnat 1982). En Iroise, elle est présente dans les falaises de St-Mathieu, en presque-île de Crozon et dans le Cap Sizun.

Le crabe à bec rouge, *Pyrrhocorax pyrrhocorax*, est une espèce que l'on rencontre en zone montagneuse et en zone littorale. En Bretagne, les effectifs sont estimés à 28-37 couples (Guerneur et Monnat 1980, Thomas 1988) qui se répartissent entre les sites d'Ouessant, de Crozon, du Cap Sizun, de Belle île et du Léon (Kerbiriou 1995). Avec une douzaine de couples, la population ouessantine est la plus importante de Bretagne.

Le faucon pèlerin, *Falco peregrinus*, qui avait disparu de Bretagne en temps qu'espèce nicheuse en 1960, a refait son apparition en presque-île de Crozon, dernier site de nidification connu à l'époque. Un couple s'y reproduit depuis trois ans et un second vient de s'y installer (Monnat com. pers.).

Le traquet motteux, *Oenanthe oenanthe*, se reproduit, en Bretagne, surtout sur le littoral (Guerneur et Monnat 1980, Monnat 1982). L'espèce affectionne les milieux très ouverts des bords de côte.

Le pipit maritime, *Anthus petrosus*, est lui aussi une spécificité du littoral (Monnat 1982, Yésou *et al.* 1999). L'espèce est abondante sur les côtes et les îles de l'Iroise.

Le grand gravelot, *Charadrius hiaticula*, est avec l'huîtrier pie la seule espèce de limicoles qui niche en Iroise (Monnat 1980, Ballot 1991, Maout 1997, Yésou *et al.* 1995). Elle niche sur les îles et îlots de l'archipel de Molène ainsi qu'à l'île de Sein. Dans le passé, l'espèce c'est également reproduite sur Ouessant, mais elle y a disparu en 1997. Les principaux sites de reproduction sont les îles de Béniguet et de Sein. La première est fréquentée depuis les années 1950. Les effectifs, qui ont varié dans le temps entre 6 et 24 couples, atteignaient 20-22 couples en 1998 (Yésou *et al.* 1999). Sur la seconde les effectifs étaient au minimum de 19 couples en 1996, ils sont passés à 30 en 1998 mais sont retombés à 10 en 1999 (Guerneur com. pers.). Au niveau national, ces deux sites sont très importants, pour l'espèce, puisque les effectifs français ne dépassent pas 130 couples (Yésou *et al.* 1999). A elle seule, la Bretagne concentre 60% de la population française de grand gravelot (Bargain *et al.* 1999).

L'huîtrier pie, *Haematopus ostralegus*, est une espèce plus fréquente que la précédente ; le nombre de couples nicheurs était de 532-553 en 1996 pour l'ensemble des départements bretons (Bargain *et al.* 1999). Le principal site de reproduction régional est l'archipel de Molène qui avec 208-212 couples regroupent près de 40% des effectifs. L'huîtrier niche aussi

sur Ouessant et ses dépendances (34-36 couples) et dans une moindre mesure sur Sein (2 couples en 1996). Les effectifs bretons correspondent à environ 55% des effectifs français.

Le tadorne de belon, *Tadorna tadorna*, est un nicheur régulier sur Ouessant, où il se reproduit depuis une quinzaine d'années (Guermeur com. pers.), ainsi que dans l'archipel de Molène. L'espèce fréquente notamment l'île de Béniguet où depuis 1992, un à cinq couples accompagnés de canetons sont observés chaque année (Yésou *et al.* 1999). Depuis 1996, l'espèce se reproduit également sur l'île de Sein (Guermeur com. pers.).

3.2.2.2.2 Les espèces migratrices

Si en Iroise, le nombre d'espèces de Limicoles nicheurs est faible, de nombreuses espèces viennent y hiverner. Parmi celles-ci on peut noter : le pluvier argenté, le bécasseau variable, le bécasseau sanderling, le vanneau huppé, le tourne-pierre, la barge rousse, le bécasseau maubèche, le bécasseau violet. Toutes ces espèces fréquentent régulièrement et parfois en abondance la baie de Douarnenez, la baie d'Audierne ainsi que les îles et les îlots de l'Iroise. Les effectifs de tourne-pierre, de bécasseau sanderling et de bécasseau violet sont notamment importants et sont d'intérêt national. On peut aussi noter l'apparition, en temps qu'hivernant et ce depuis quelques années, de la spatule dont 5 à 6 individus fréquentent, de janvier à mars, les îles de Litiri et de Morgol.

L'Iroise n'est pas très riche en espèces de canards hivernants. Malgré cela elle présente certaines spécificités comme l'harelda boréale, l'eider à duvet et la macreuse noire, trois espèces que l'on peut observer en baie de Douarnenez.. En 1996, 85 hareldes boréales y ont été dénombrées alors que le total pour la France n'était que de 88 individus. En 1997 la baie de Douarnenez était le 6^{ème} site français pour l'eider à duvet (49 individus) et pour la macreuse noire (800 individus).

3.2.2.3 Les oiseaux terrestres

3.2.2.3.1 Les espèces nicheuses

Ce sont des espèces que l'on rencontre classiquement sur le continent. Elles sont assez peu nombreuses et leur nombre est fonction de la surface des îles. A Ouessant, qui est la plus grande, il atteint la cinquantaine d'espèces alors que sur Sein il ne dépasse pas la quinzaine. Sur la première ce chiffre a augmenté fortement depuis les années 1950-1960, période à laquelle l'agriculture a été abandonnée. Ce changement a bien entraîné la disparition de quelques espèces mais il a surtout permis l'apparition de beaucoup d'autres. Ceci s'est traduit par une augmentation d'en moyenne une espèce par an du nombre des espèces nicheuses.

Parmi ces espèces, on peut citer : l'alouette des champs, le troglodyte mignon, l'accenteur mouchet, le merle noir, la grive musicienne, le moineau domestique, la linotte mélodieuse, mais aussi le coucou gris, *Cuculus canorus* qui est fréquent sur les îles et le littoral de l'Iroise, notamment sur Molène et Ouessant. Ceci s'explique facilement car il y trouve les espèces qu'il a coutume de parasiter : accenteur mouchet, troglodyte, pipit maritime (Guermeur et Monnat 1980).

3.2.2.3.2 Les espèces de passage

En période migratoire, l'Iroise constitue une zone de passage obligé pour la plupart des espèces marines reproductrices du nord de l'Europe, oiseaux de mer, canards et limicoles. Les

deux promontoires avancés que sont le Cap Sizun et les parages d'Ouessant voient, comme nulle part ailleurs, passer annuellement des centaines de milliers d'oiseaux marins (fous, alcidés, puffins ...). Ils rejoignent, au printemps, leurs colonies de reproduction situés plus au nord et , en automne, leurs zones d'hivernage du sud de l'Europe. la zone est en outre un lieu de passage et d'estivage pour d'importants contingents de puffins des Baléares.

Située à l'ouest du continent européen, la pointe de Bretagne voit également passer de très nombreuses espèces d'oiseaux terrestres qui transitent entre le nord et le sud de l'Europe ou l'Afrique. Ainsi le nombre d'espèces marines et terrestres observées à Ouessant dépasse largement les trois cents (Annexe 6).

3.2.3 Les mammifères marins

Les mammifères aquatiques sont représentés, dans notre secteur d'étude, par la loutre d'Europe, le phoque gris et plusieurs espèces de cétacés (Planche 6).

3.2.3.1 La loutre européenne

La loutre européenne, *Lutra lutra*, fréquente les rivières mais également les zones côtières marines. C'est un animal rare dont le comportement ne facilite pas les observations. En Bretagne, les informations sur l'espèce sont peu nombreuses et reposent sur les études de Lafontaine (1986, 1991, 1992) et Ridoux et Lafontaine (1995). Les inventaires réalisés de 1986 à 1990 (Lafontaine 1991) indiquent que le nombre d'individus serait, pour la région, compris entre 150 et 250. Cuillandre, en 1988, mentionne quelques observations de loutre dans l'archipel de Molène et la même année Guermeur (com. pers) en note une à Kadoran sur Ouessant. Ces données n'ont pas été retenues dans l'inventaire de 1986-1990, mais en 1997 un contact visuel a, de nouveau, été réalisé sur Béniguet (Yésou com. pers.). Par ailleurs Lafontaine (1992) indique la présence de l'espèce sur l'étang de Kerloc'h en presqu'île de Crozon. Pour cet auteur il s'agit probablement d'un des derniers noyaux de loutres marines de France qui devrait mériter un suivi attentif.

3.2.3.2 Le phoque gris

Le phoque gris (*Halichoerus grypus*) est une espèce amphi-atlantique, dont il existe trois populations séparées. La première est située dans l'Atlantique du nord-ouest sur les côtes canadiennes. La deuxième se trouve dans l'Atlantique du nord-est et fréquente les côtes russes, norvégiennes, islandaises et britanniques. La troisième population se situe en mer baltique, principalement dans le golfe de Botnie.

La présence de l'espèce sur les côtes bretonnes est connue depuis le dix-huitième siècle (Robien 1756), mais les premières données ne datent que de la fin des années 1950 (Roux 1957, Lucas 1960). Les observations demeurent éparées jusqu'en 1973, date à laquelle une équipe de la SEPNB établit un bilan des connaissances sur le sujet (Brien et Prieur 1973). La première preuve de reproduction de l'espèce en Bretagne est produite par Brien en 1974 et le statut du phoque gris en France est établi par Prieur et Duguy (1978, 1979, 1981).

Les phoques gris rencontrés sur les côtes françaises peuvent être séparés en deux groupes. Le premier est constitué par de très jeunes individus, provenant d'une dispersion après sevrage, qui arrivent sur les côtes en hiver, souvent à la suite d'une tempête (Prieur 1982). Leur état est très variable mais nécessite souvent des soins et du repos (Duguy 1990, Creton *et al.* 1997). La présence de marques britanniques sur certains individus indique leur origine (Prieur 1977, Prieur et Duguy 1981, Prieur et Hussenot 1983, SEPNB 1983, Duguy 1988). Le second groupe constitue une petite population d'adultes et de jeunes fréquentant l'archipel de Molène et Ouessant. En 1990 Duguy estime le nombre d'individus à, au moins, une vingtaine.

Les phoques gris de Bretagne occidentale font partie du même stock que ceux des côtes sud-ouest de l'Angleterre et la petite population de l'Iroise se situe à la limite sud de répartition de l'espèce. Selon Duguy (1990), c'est la présence de masses d'eaux ne dépassant pas 15°C (limite thermique supérieure que peuvent supporter les phoques gris (Davies 1957)) qui a permis l'installation et le maintien de l'espèce dans notre secteur d'études.

La population de l'Iroise et les échouages de jeunes font l'objet depuis de nombreuses années de suivi et d'études (SEPNB 1983, 1985, Carcaillet *et al.* 1993, Roger 1994, Ridoux *et al.* 1994, Ridoux *et al.* 1996, Lafond *et al.* 1996, Vincent *et al.* 1999). Ridoux *et al.* (1994)

suggèrent qu'il y aurait au moins 4 naissances par an. Les observations plus récentes confirment ce chiffre et font état de 3 à 4 naissances annuelles dans l'archipel de Molène (Hassani comm. pers.). L'espèce se reproduit également à Ouessant où deux naissances ont eu lieu récemment (Guermeur com. pers.).

Le nombre d'individus devrait se situer aux alentours de cinquante mais les recensements réalisés sur le terrain montrent qu'il existe de grandes variations saisonnières. L'utilisation de photographies pour l'identification individuelle des animaux (Roger 1994, Vincent *et al.* 1999) a permis de montrer qu'environ une centaine d'individus différents fréquentent, au cours de l'année, les reposoirs de l'archipel de Molène. Le fait qu'on n'y observe jamais plus de la moitié d'entre eux, au même moment, semble indiquer qu'il existe des échanges permanents avec les colonies britanniques.

Au vu des derniers travaux en cours il faudrait donc considérer les phoques gris de l'Iroise comme faisant partie d'une grande colonie anglo-bretonne dont certains individus se reproduisent dans les îles britanniques alors que d'autres se reproduisent dans l'archipel de Molène et, plus récemment, dans celui des Sept-Iles. L'appareillage d'individus avec des balises devrait permettre, dans le futur, d'en savoir davantage sur les déplacements réalisés par les individus. L'opération, déjà réalisée sur six adultes en 1999, a montré qu'après la pose des balises trois d'entre eux ont rejoint rapidement la Cornouaille britannique et le Pays de Galles alors que le quatrième a remonté la Manche et est entré dans la Tamise.

3.2.3.3 Le grand dauphin

Le grand dauphin *Tursiops truncatus* est une espèce qui fréquente les mers et océans tempérés et tropicaux du monde entier. Deux écotypes de grands dauphins sont reconnus : l'un pélagique et souvent migrateur et l'autre côtier et sédentaire. Cet écotype est présent sur les côtes bretonnes depuis plusieurs décennies. Deux groupes résidents, de petite taille, sont présents dans notre zone d'étude. Le premier est installé dans l'archipel de Molène, le second autour de l'île de Sein (Hussenot 1980).

Leur présence, près des côtes, a permis la réalisation de plusieurs études aussi bien dans l'archipel de Molène (Carcaillet 1992, Ridoux *et al.* 1994, Le Moal 1996) qu'autour de Sein (Dillière 1993, Liret 1993, Liret com. pers., Liret *et al.* 1995, 1997). Le suivi des deux colonies depuis bientôt une vingtaine d'années a permis d'obtenir de nombreuses données sur l'évolution des groupes et sur leur comportement. En 1980 Hussenot estime à vingt le nombre d'individus du groupe de Molène et à sept celui du groupe de Sein. Les travaux ultérieurs ont montré une augmentation régulière de ces chiffres : Le Moal (1996) et Ridoux *et al.* (1994) signalent des observations simultanées de 35 individus autour de Molène et celles réalisées en 1999 indiquent que ce nombre avoisinerait la cinquantaine ; de même le groupe de Sein comprend actuellement 18 individus (Liret com. pers.). Dans les deux cas l'augmentation est due à l'existence de naissances régulières, 3 par an pour la colonie de l'archipel de Molène (Le Moal 1996), 1 par an pour celle de Sein (Liret com. pers.).

Du point de vue comportemental les deux groupes présentent des différences. Les grands dauphins de l'archipel de Molène utilisent un vaste territoire qui s'étend, actuellement, des côtes du Conquet jusqu'au sud de Molène, soit une surface de 45 km² (Le Moal 1996). Ils fréquentent également, mais de façon plus occasionnelle, les côtes nord-est d'Ouessant (Guermeur com. pers.). Le groupe est souvent scindé en plusieurs sous-unités plus ou moins étroitement associées. Le groupe de Sein utilise un territoire beaucoup plus restreint qui s'étend de l'est de l'île à la partie ouest de la Chaussée, au niveau de Ar Fot, en passant par le nord de Sein uniquement, soit une surface d'environ 6 km² (Liret 1997).

3.3.3.4 Les autres cétacés de l'Iroise

Si le grand dauphin est l'espèce phare des cétacés de l'Iroise ce n'est pas la seule espèce qui fréquente les eaux de la pointe de Bretagne. Le dauphin commun, *Delphinus delphis*, et le globicéphale noir, *Globicephala melaena*, sont très régulièrement observés dans la zone d'étude (SEPNB 1985). Le dauphin de Risso, *Grampus griseus*, et l'orque, *Orcinus orca*, sont plus rares, mais visibles en période estivale. Le premier suit les céphalopodes dont il se nourrit et fréquente alors la zone côtière et la baie de Douarnenez à la recherche de seiches et d'encornets. Le second se tient normalement plus au large, mais des groupes se rapprochent parfois des côtes et ont déjà été vus en baie d'Audierne (Quiniou com. pers.) et autour d'Ouessant (Guermeur com. pers.). Parmi les espèces de passage on peut citer également des observations de dauphin bleu et blanc, *Stenella coeruleoalba*, de rorquals, *Balaenoptera physalus* et *B. acutorostrata*, et même de cachalot, *Physeter macrocephalus*, (Guermeur com. pers.). A cette liste il convient d'ajouter des espèces non observées vivantes mais retrouvées échouées à la côte (Hussenot *et al.* 1996) et notamment le marsouin, *Phocoena phocoena*, qui était encore présent, il y a une trentaine d'années, le long des côtes bretonnes.

4. Autres études

La réserve de biosphère de la mer d'Iroise en 1989 a fait et fait encore l'objet d'études qui n'ont pas été citées précédemment. Elles portent sur les faunes marine (Jean *et al.* 1993) et terrestre (Pascal *et al.* 1994, Hily *et al.* 1997, Le Viol *et al.* 1997, Brunnel *et al.* 1998), sur les activités humaines (Hily et Cuillandre 1991) ou sur la cartographie (Gourmelon *et al.* 1994, 1995, Le Berre 1997, 1999). D'autres résultats sur l'avifaune et les invertébrés terrestres devraient paraître rapidement (Guermeur, Kerbiriou *et al.*, Le Viol et Kerbiriou, Tiberghien *et al.*). Ils viendront compléter les inventaires et les travaux sur les faunes insulaires (Heim de Balzac 1940a, b, 1951, Heim de Balzac et De Beaufort 1966, Saint-Girons et Nicolau-Guillaumet 1987, Guermeur 1980, 1984 à 1997, Yésou *et al.* 1993).

II Le Fonctionnement de l'Iroise

Dans la première partie de l'étude, les différents compartiments de l'écosystème de la mer d'Iroise ont été successivement décrits. Ces compartiments physiques, chimiques et biologiques sont structurés et organisés par les interactions qui existent entre eux : interactions entre les espèces et le milieu, interactions entre espèces par des relations de prédation, de compétition pour l'espace et la nourriture. La dynamique, dans l'espace et dans le temps, de ces interactions constitue le fonctionnement de l'écosystème.

Ce chapitre traite de ces interactions, qui incluent les déplacements migratoires liés à l'alimentation ou à la reproduction. Aucune étude globale du fonctionnement de l'Iroise n'a jusqu'à présent été menée, mais il est possible d'étayer cette réflexion à partir des travaux plus ponctuels réalisés sur l'hydrologie et la production primaire associée aux fronts thermiques d'une part, et sur les réseaux trophiques (réseaux alimentaires) des invertébrés benthiques et des vertébrés marins d'autre part.

Les travaux de Mariette (1983), Mariette *et al.* (1982) permettent d'avoir une bonne idée des conditions hydrologiques et hydrodynamiques qui règnent dans notre zone d'étude. Nous avons déjà vu l'importance de la houle et des courants de marée sur la répartition des différents types de sédiments en Iroise. On pourra également ajouter que la présence, en période estivale, d'eau froide en surface au niveau de l'île d'Ouessant et de l'archipel de Molène était une condition nécessaire à l'implantation et au maintien du phoque gris puisque cette espèce ne supporte pas des températures d'eau supérieures à 15°C.

Les travaux de Birrien (1987) et de Morin *et al.* (1994) nous ont montré l'importance de l'existence des fronts thermiques dans la production phytoplanctonique. Ceci n'est pas sans rapport avec la présence estivale du requin pèlerin en Iroise.

Sur le plan biologique, les travaux de Quiniou (1986) sur les poissons, ceux de Guillou M. sur les échinodermes et ceux de Henry et Monnat (1981), Paillard (1985), SEPNEB (1995), D'Elbée et Hémerly (1997) sur les oiseaux, se complètent pour décrire les réseaux trophiques.

1. Les réseaux trophiques

Pour réaliser cette description il a été nécessaire d'identifier et analyser les éléments forts et les caractéristiques de la structure des réseaux trophiques existants dans la zone d'étude. Leur complexité est trop importante pour permettre la réalisation d'un schéma global qui ne serait qu'une simplification outrancière de la réalité. L'approche considère donc successivement huit grands secteurs géographiques. Ce sont les six entités décrites dans le paragraphe sur les fonds de l'Iroise auxquelles nous avons ajouté deux zones de transition.

La baie de Douarnenez correspond au secteur sédimentaire appelé M1, le grand bassin sédimentaire à l'ouest de l'Iroise à celui appelé M2. Les secteurs rocheux de la Chaussée de Sein-Cap Sizun, du centre de l'Iroise et d'Ouessant-archipel de Molène sont respectivement appelés R1, R2 et R3. La bande sableuse entre la baie de Douarnenez et l'Iroise est appelée T1, le petit bassin sédimentaire situé entre les Pierres-Noires et la bande centrale T2 et la petite zone au nord de l'archipel de Molène T3.

Pour chacun de ces secteurs, un tableau de synthèse est présenté. Dans ce cadre (voir tableaux) les espèces ou groupes taxonomiques figurant dans une même colonne (même niveau trophique) ont des interactions de types compétition tandis que les espèces ou groupes taxonomiques de deux colonnes adjacentes ont des relations de type prédateur-proie.

Secteur M1

La baie de Douarnenez nous servira d'exemple de présentation de ces réseaux trophiques. En plus du tableau de synthèse qui permet une comparaison avec les autres secteurs mais masque la complexité réelle des interactions, nous développerons les résultats obtenus lors d'études spécifiques.

En 1986, Quiniou a étudié le régime alimentaire de 33 espèces de poissons présents sur les fonds meubles de la baie. Il a montré l'importance de certains groupes zoologiques dans l'alimentation de ces espèces :

- les crustacés représentent l'essentiel de la nourriture et plus de 80 espèces ont été retrouvées dans les estomacs,
- les bivalves sont également des proies importantes. Ils sont ingérés en entier par certains poissons alors que d'autres broutent seulement les siphons ou les pieds,
- les annélides sont également représentés dans les contenus stomacaux par une trentaine d'espèces errantes ou sédentaires,
- les poissons sont chassés par deux sortes de prédateurs, les ichtyophages stricts qui s'alimentent de poissons pélagiques et les prédateurs de poissons benthiques chez qui les poissons sont des proies complémentaires,
- les échinodermes sont peu consommés. Les ophiures *Acrocnida brachiata* et *Ophiura texturata* ainsi que le petit oursin des sables *Echinocyamus pusillus* se retrouvent dans les estomacs de limande et de callionyme ; l'holothurie *Thyone fusus* dans ceux de petite roussette.
- d'autres groupes comme les cnidaires et les sipunculien sont également parfois rencontrés dans les estomacs de limande, plie, sole et roussette.

A partir de ces résultats Quiniou a pu montrer les relations existantes entre les principales espèces de poissons et leurs proies, mais également la répartition des prédateurs en fonction du type de sédiment (tab. 7).

Facies	Sables fins	Sables vaseux	Vases sableuses	Gaviers vaseux Maerl	Graviers	Sables dunaires
Espèce proies caractéristique	<i>Shistomysis spiritus</i>	<i>Magelone alleni</i> <i>Cultellus pellucidus</i>	<i>Macropipus pusillus</i> <i>Philocheras bispinosus</i>	<i>Porcellana longirostris</i> <i>Galathea intermedia</i>	<i>Monoculodes carinatus</i>	<i>Gastrosaccus spinifer</i> <i>Bathyporea pelagica</i>
Prédateurs	<i>Trachinus vipera</i>	<i>Amoglossus thori</i>	<i>Eutrigla gurnardus</i>	<i>Trigloporus lastoviza</i>	<i>Raja brachyura</i>	<i>Scophthalmus rhombus</i> <i>Psetta maxima</i>
		<i>Trigla lucerna</i> <i>Raja clavata</i>				<i>Amoglossus imperialis</i>
	<i>Limanda limanda</i> <i>Pleuronectes platessa</i>				<i>Solea lascaris</i> <i>Raja montagui</i>	

Tableau 7 : Répartition des principaux prédateurs et leurs proies d'après Quiniou (1986).

Une autre approche de ce réseau trophique a été décrite par Guillou M. (1988, 1996), à partir des comportements alimentaires des échinodermes. A la base de cette chaîne alimentaire on retrouve le phytoplancton consommé par les bivalves. Ceux-ci servent de nourriture aux étoiles de mer *Asterias rubens* et *Marthasterias glacialis*. A leur tour ces espèces sont consommées par les étoiles de mer *Luidia ciliaris* et *Luidia sarsi*.

Cette présentation du réseau d'interactions trophiques est encore incomplète car elle ne prend pas en compte les oiseaux de mer et de nombreux invertébrés (crustacés, polychètes) mangeurs de particules en suspension ou déposées sur le fond ou bien nécrophages.

Les données précédentes et les connaissances plus générales sur d'autres espèces présentes dans la zone peuvent néanmoins être regroupées sous la forme d'un tableau dans lequel on retrouve les différents niveaux trophiques depuis les producteurs primaires jusqu'aux prédateurs de troisième ou de quatrième niveau (oiseaux, mammifères).

Production primaire	Planctonophages	Principaux carnivores I	Principaux carnivores II
Phytoplancton	Donaces Tellines Venus Gari Acrocnida	Etoiles de mer Limande Plie Sole Turbot (juvénile) Grondins Raie douce	Luidia ciliaris

Nb : Il faut se garder d'une interprétation linéaire des tableaux. Par exemple, il ne faut pas conclure du tableau M1 que la Luidia mange la plie mais qu'elle se nourrit essentiellement d'espèces du compartiment de carnivores I. Pour chaque zone décrite, nous avons mis en gras les espèces qui présentent une abondance particulière.

Secteur T1

La zone de transition à la sortie de la baie de Douarnenez est essentiellement un couloir de migration, un sas entre la Baie de Douarnenez et l'Iroise *sensu stricto*, celui-ci fonctionnant dans le sens rentrant et sortant, selon les espèces, les saisons et les stades de développement. Son fonctionnement est donc différent de la baie de Douarnenez. Le lançon profite des grandes dunes de sable grossier et du flux nutritif qui sort de la baie pour y développer d'abondantes populations. Les carnivores I caractéristiques, sont également différents de ceux de la baie de Douarnenez.

Production primaire	Planctonophages	Principaux carnivores I
Phytoplancton	Spisule lançon	Tacaud Daurade Raie bouclée

Secteur R1

La grande zone rocheuse comprenant le Cap Sizun et la Chaussée de Sein a un réseau trophique basé sur les macroalgues et le phytoplancton. Leur présence favorise les invertébrés brouteurs (type oursin) et consommateurs des débris d'algues, et les suspensivores (ascidies, moules...). Les crustacés et poissons de roches sont les principaux carnivores de niveau I. Les carnivores de deuxième ordre (bars, congres), sont très abondants et font l'objet d'une pêche professionnelle importante. La richesse de ce réseau trophique entretient les super-prédateurs que sont les grands dauphins.

Production primaire	Herbivores- Planctonophages	Principaux carnivores I	Principaux carnivores II	Principaux carnivores III
Macro-algues	Oursins Patelles Ormeaux	Tourteau Homard Araignée	Lieu Bar Congre	Grand dauphin
Phytoplancton	Ascidies Eponges	Tacaud Vieille Petits crustacés Gorgones		

Secteur M2

Le grand secteur central de l'Iroise présente un réseau trophique très différent des autres secteurs du fait de sa profondeur plus importante. Il n'y a pas de production de macro-algues du fait de cette profondeur, la production primaire est donc basée sur le phytoplancton concentré au niveau des fronts thermiques. Des bancs de grands bivalves suspensivores exploitent ce plancton se sédimentant sur le fond, tandis que les raies sont abondantes et caractérisent les prédateurs de premier niveau, lottes et turbots les prédateurs de deuxième niveau.

Production primaire	Planctonophages	Principaux carnivores I	Principaux carnivores II
Phytoplancton	Glycymeris Zooplancton	Raie bouclée Raie mée Carrelet Maquereau Etoiles de mer Petite roussette	Lotte Turbot

Secteur T2

La zone de transition entre l'archipel de Molène et la presqu'île de Crozon présente un réseau trophique complexe du fait de sa diversité d'habitat. Zone de passage entre la rade de Brest et l'Iroise, elle abrite des poissons sédentaires (raies, grondins) et voit le passage d'espèces migratrices (maquereaux, chinchards). La présence de la vasière profonde au sud de la Chaussée des Pierres-Noires rajoute un compartiment au réseau trophique : les espèces déposivores et suspensivores qui s'y trouvent, exploitent le flux de particules provenant de la rade de Brest.

Production primaire	Planctonophages	Principaux carnivores I
Phytoplancton	Maldanes (polychètes) Amphiura (ophiures)	Raie bouclée Grondin Petite roussette

Secteur R2

L'ouest de la presqu'île de Crozon est un secteur de platiers rocheux bordant une côte où alternent falaises et anses dunaires. Il est très battu par les vagues et les champs de laminaires y sont peu étendus. Le réseau trophique est moins complexe que celui observé dans

le secteur rocheux précédent. Il se caractérise par la présence d'espèces suspensivores et notamment par l'existence de grandes moulières.

Production primaire	Herbivores-Planctonophages	Principaux carnivores I	Principaux carnivores II
Macro-algues Phytoplancton	Oursins Patelles Moules Ascidies Eponges	Tourteau Araignée Tacaud Vieille Petits crustacés	Lieu Congre Bar

Secteur R3

Le réseau trophique de ce grand secteur englobant l'archipel de Molène et Ouessant est basé essentiellement sur la production des champs d'algues qui jouent le rôle de source nutritive (directement ou par les produits de sa dégradation) et d'habitat. Outre la diversité des espèces herbivores, les planctonophages qui exploitent le flux phytoplanctonique induit par les courants de marée, y sont également très présents. Cette base du réseau permet l'établissement d'une structure très complète allant jusqu'aux super-prédateurs (phoques, dauphins).

Production primaire	Herbivores-Planctonophages	Principaux carnivores I	Principaux carnivores II	Principaux carnivores III
Macro-algues Phytoplancton	Oursins Patelles Ormeaux Ascidies Eponges	Tourteau Vieille Coquette Tacaud Petits crustacés Homard	Lieu Bar St-Pierre Congre	Phoque gris Grand dauphin

Secteur T3

Situé au nord de l'archipel de Molène, il comporte des traits des réseaux trophiques de type rocheux avec les grandes algues, sur les secteurs nord de la zone et des réseaux trophiques de type sableux dans sa partie sud-est, de la baie des Blancs-Sablons à Corsen. Du côté ouest, les fonds hétérogènes ont induit un réseau trophique dominé par les suspensivores épigées (ophiures) et endogées (grands bivalves). Si les niveaux de carnivores de premier et second ordre sont potentiellement abondants et diversifiés, on peut cependant considérer que les abondances en espèces sédentaires exploitées sont très affaiblies. Cette zone mixte n'a pas de spécificité propre au niveau du réseau trophique si ce n'est sa complexité puisqu'elle présente à elle seule la plupart des faciès de la zone d'étude à échelle réduite.

Ce survol descriptif et statique des réseaux trophiques à l'échelle des zones, nécessaire pour la présentation, ne doit pas masquer le fait que les interactions se réalisent à différentes échelles spatiales et temporelles : ils peuvent se réaliser à plus petite échelle spatiale pour des espèces fixées ou peu mobiles, comme à plus grande échelle, englobant l'ensemble de la zone ou la dépassant largement. La dimension temporelle est également essentielle, car selon le moment et l'amplitude de la marée, la saison, l'année, la structure des réseaux trophiques sera variable. Ces modifications temporelles sont étroitement liées aux déplacements passifs et

actifs des éléments de la structure de ces réseaux (c'est à dire les populations d'espèces) au sein ou au-delà de la zone d'étude, ces déplacements sont considérés dans le cadre des flux migratoires.

2. Les flux migratoires

Nous avons vu, dans la première partie, que la pointe de Bretagne était une zone de passage pour de nombreuses espèces d'oiseaux. Des flux migratoires existent également dans d'autres groupes zoologiques et concernent notamment des poissons, des crustacés et des mammifères marins. Ces mouvements peuvent être réalisés au sein de la zone d'étude ou la déborder largement.

En 1979 et 1981 Déniel a mis en évidence chez les poissons plats de L'Iroise des migrations liées à la reproduction ou à l'alimentation. Il définit trois types de déplacement :

- le type sole-pôle : la totalité du cycle biologique s'effectue à l'intérieur de la baie de Douarnenez ; les juvéniles passent leur première année sur les plages à la limite inférieure de la zone intertidale, ils gagnent ensuite les zones plus profondes de la baie.
- le type plie : les aires d'alimentation d'adultes et de juvéniles sont séparées. Le développement larvaire, la croissance et la première maturation sexuelle se font sur des zones voisines de celles des frayères; les adultes gagnent ensuite l'Iroise et ne reviennent dans la baie que pour se reproduire.
- le type turbot : les aires de ponte sont extérieures à la baie. Les larves entraînées par les courants y entrent et s'éparpillent sur les nurseries où se réalise la métamorphose. Les jeunes turbots passent leur première année sur les plages puis migrent vers des profondeurs plus importantes. Ils quittent la baie à partir de leur troisième année, et rejoignent l'Iroise.

La baie de Douarnenez doit être considérée comme la "pouponnière" de l'Iroise. C'est une zone de reproduction non seulement pour les poissons plats, mais également pour plusieurs Gadidés (lieu jaune, tacaud, merlan, capelan), Triglidés (grondin gris, grondin perlon), Sparidés (sar), etc ...

Des flux migratoires ont également été mis en évidence chez les crabes et notamment chez le tourteau et l'araignée (Autissier *et al.* 1981, Latrouite et le Foll 1989, Le Foll 1993). Le tourteau débute sa vie benthique en zone très côtière, sur les fonds rocheux de l'intertidal ou du subtidal. En vieillissant les individus se déplacent vers les zones plus profondes. Les opérations de marquages réalisées dans les années 1980 montrent qu'ils réalisent de grands déplacements puisque certains individus ont été capturés au large de la Bretagne sur des fonds allant jusqu'à -200 mètres. La reproduction a lieu au large et après une incubation de sept à huit mois les œufs éclosent, libérant des larves qui pendant six à huit semaines mènent une vie pélagique. Entraînées par les courants, elles reviennent à la côte où après la dernière métamorphose elles prennent leur forme définitive et descendent sur le fond. En Iroise la migration des individus vers le large suit une direction sud-ouest/sud, alors qu'elle se fait vers l'ouest/sud-ouest en manche. Cette migration concerne plus les femelles que les mâles et ce sont elles qui font les plus grands déplacements. Selon une hypothèse émise par des chercheurs anglais les déplacements des femelles matures auraient pour effet de récupérer la dérive des courants qui entraîne les larves en sens inverse.

En plus de ces flux côte-large, le tourteau présente un autre type de déplacement. Des adultes en provenance de la Manche traverse le zone d'étude pour rejoindre les bords du plateau continental dans le golfe de Gascogne.

De la même façon les araignées quittent leurs nurseries subtidales, à la fin du printemps, et se dirigent vers l'extérieur de L'Iroise. On observe ainsi à partir du mois de mai, des déplacements d'araignées immatures de la rade de Brest vers l'Iroise où ils réaliseront leur mue terminale.

Certaines espèces présentent des flux migratoires liés à la reproduction. C'est le cas des seiches et des calmars qui viennent pondre près des côtes au printemps et en été, alors que les congres quittent la zone côtière, lorsqu'ils atteignent la maturité sexuelle, pour rejoindre le talus continental où ils se reproduisent et meurent.

A l'inverse, d'autres flux migratoires sont exclusivement liées à l'alimentation. Ainsi plusieurs espèces absentes de l'Iroise une partie de l'année y apparaissent pendant l'été. C'est le cas notamment du requin pèlerin et de la sardine et du globicéphale. L'arrivée des sardines est liée au réchauffement de la température de l'eau, celle des globicéphales à la présence des clupes dont ils se nourrissent.

En conséquence tous les changements saisonniers dans les populations des espèces migratrices de l'Iroise, agissent également sur les populations de proies et de prédateurs. Par cascade ceci induit des modifications aux différents niveaux des réseaux trophiques. La dynamique de ceux-ci est donc extrêmement complexe et leur approche ne peut être analytique. Il est cependant possible de détailler les interactions au niveau de sous-réseaux trophiques en se focalisant autour d'une population cible ou dans un secteur géographique limité.

Dans le cadre d'une gestion globale d'une zone marine, il sera ainsi nécessaire d'identifier dans un premier temps les espèces, habitats, zones prioritaires sur lesquelles une analyse fine du fonctionnement du réseau trophique sera développée.

La compréhension du réseau trophique centré sur ces cibles devra ensuite dégager les points critiques dont dépend la stabilité relative de la (ou des) population(s) cible(s), de manière à pouvoir prendre les mesures efficaces pour la maintenir.

Certaines phases des cycles biologiques des espèces sont particulièrement essentielles et correspondent à des phases critiques pour leurs populations :

- il faut pour les adultes pouvoir émettre leurs produits génitaux dans de bonnes conditions d'espace, de temps. Ce sont donc les zones et périodes de pontes de l'espèce cible qui sont les premiers éléments sur lesquels il est nécessaire de se focaliser dans le cadre d'une gestion conservatoire. Ces éléments seront essentiels pour toutes les espèces effectuant des migrations de reproduction.

- la phase de recrutement des juvéniles et leurs premiers mois de croissance déterminent le niveau d'abondance des cohortes annuelles. Pour certaines espèces, ces phases sont concentrées dans des zones très localisées. Ce sont des zones de nurseries qui doivent être identifiées et maintenues dans un état qualitatif et quantitatif suffisant pour permettre aux jeunes de passer ce cap difficile.

A partir de ces éléments fondamentaux, il est possible d'identifier en amont et en aval les éléments du réseau d'interactions qui doivent être analysés et contrôlés : espèces proies des juvéniles, habitats des zones de pontes et des nurseries. Pour certaines populations, compte tenu des phénomènes de dispersion larvaire, de l'hydrodynamisme et des courants résiduels, cette démarche conduira sans doute à identifier des secteurs critiques extérieurs à la zone d'étude, comme dans l'exemple des tourteaux cité précédemment (zone de ponte extérieure à la zone, nurseries dans la zone).

En Iroise, quelques zones sont déjà plus ou moins bien connues pour la reproduction des poissons et crustacés exploités (bar, lieu, poissons plats, araignée, tourteau), et quelques habitats particuliers sont identifiés (plages de sables, herbiers) ou soupçonnés (maërl, laminaires) comme étant des nurseries. Un travail reste donc à mener dans ce domaine pour identifier les espèces cibles, les zones et périodes critiques, et pour comprendre les interactions dont ils dépendent, de façon à prendre d'éventuelles mesures de contrôle. C'est là que se situent les clés de la réussite d'une gestion conservatoire des aires marines.

III Evaluation de l'intérêt relatif des principaux secteurs au sein de la zone d'étude.

Compte tenu des deux premiers chapitres, il est possible de tenter une estimation de l'intérêt relatif des grands ensembles biogéographiques qui se sont dégagés. Les intérêts de ces secteurs peuvent être de différents ordres qui nous ont servi de critères pour cette évaluation :

- intérêt quant à l'**abondance** particulière d'une ou plusieurs espèces ou de certaines formations (géomorphologique, biocénotique, habitat). Cette abondance peut être évaluée en terme de biomasse (algues, poissons) ou d'individus, notamment abondances de juvéniles (zones de nurseries) ou de reproducteurs (zones de ponte). En milieu marin il est possible d'identifier sous ce critère l'intérêt d'ordre **halieutique** correspondant à des secteurs propices à l'exploitation de certaines espèces d'intérêt commercial (poissons, crustacés, algues).

- intérêt quant à la **diversité** d'un ou de plusieurs groupe(s) taxonomique(s), d'espèces ou de certaines formations (mosaïque d'habitats par exemple).

- intérêt quant à la présence d'**espèces rares**

- **intérêt patrimonial**. Il peut être régional, national ou européen, il peut être basé sur l'un ou plusieurs des critères précédents (abondance, diversité, rareté), mais il prend en compte des espèces ou formations déjà reconnues par les instances régionales, nationales ou européennes en matière d'inventaire des richesses naturelles des territoires.

- **autres types d'intérêt**. Dans cette rubrique sont regroupés des intérêts particuliers, par exemple l'**intérêt paysager** : chaos rocheux sous-marins, falaises maritimes, ensembles dunaires pouvant parfois être reconnus comme de véritables « monuments naturels » et méritant à ce titre leur conservation comme c'est le cas dans de nombreux parcs nationaux dans le monde, de types montagneux (Yosemite Park aux USA) ou volcaniques (Hawaï, Canaries...), sous-marin (grande barrière de corail en Australie). Cet intérêt paysager est donc généralement très lié aux **intérêts géologiques et géomorphologiques**.

Les principaux critères de classification et les grandes unités géographiques étant identifiés, il restait à adopter une démarche permettant de les comparer et hiérarchiser. Bien que le niveau des connaissances acquises soit très inégal selon les secteurs géographiques et les thèmes (oiseaux, Invertébrés...), l'ensemble des spécialistes réunis dans le groupe de travail s'est entendu pour élaborer un protocole minimisant la subjectivité d'une telle démarche. Plusieurs compartiments thématiques ont été définis et chacun d'eux confié à un ou plusieurs spécialistes : géomorphologie/géologie/paysage côtier (Hallégouët), habitats et faune des substrats meubles (Hily et Glémarec), algues (Arzel, Castric), habitats et faune des substrats durs (Castric), crustacés (Latrouite), poissons (Quiniou, Le Duff), oiseaux (Monnat, Guermeur), mammifères marins (Liret). Pour son thème chaque spécialiste a été chargé de répartir 30 points entre les huit ensembles géographiques sur la base des critères définis plus haut. Les résultats obtenus sont présentés page ci-contre. Après homogénéisation, un tableau de synthèse (tab. 8) regroupant les notes globales obtenues par thème pour chaque unité géographique a été établi, il est présenté ci-dessous. La dernière colonne du tableau étant la somme de tous les points obtenus par zone.

En complément, deux autres thèmes ont été définis :

- les petites îles et îlots (Brigand). Bien qu'il ne s'agisse ici que de leur partie terrestre (au dessus du niveau des hautes mer), il a été décidé, compte tenu de l'importance de ces éléments dans la zone du parc, de les considérer à part entière. Ce thème ne pouvait s'intégrer dans le tableau général, aussi le résultat global est-il présenté à part (voir ci-dessous). A noter que l'intérêt archéologique et historique a été pris en compte dans cette évaluation.

- Les masses d'eaux (Mariette et Simon). Il n'est guère envisageable de hiérarchiser l'intérêt relatif de masses d'eau selon leurs caractéristiques en terme de température, vitesse de courant. Il était cependant intéressant de confronter les grandes zones hydrodynamiques aux unités biogéographiques. Cet exercice prend alors une valeur explicative globale de la cohérence et de la diversité de la zone d'étude.

	oiseaux	Habitat et faune des substrats meubles	côte	Habitat et faune des substrats durs	Algues	Crustacés	Poissons	Mammifères marins	Total points
M1	4	10	2.5	1	1	1	8	1	28.5
R1	6	0	5	5	4	5	6	6	37
T1	2	2	1	3	1	3	2	1	15
M2	1	3	0	1	0	5	2	3	15
R2	4	0	2.5	5	1	4	1	4	21.5
T2	1	6	3.5	5	2	3	0	1	21.5
R3	10	2	9.5	7	17	7	8	12	72.5
T3	2	7	6	3	4	2	3	2	29

Ces résultats permettent plusieurs commentaires :

- la zone R3, c'est à dire l'ensemble Archipel de Molène- île d'Ouessant, récolte le plus de points (72.5 points). Ce score est atteint notamment grâce aux deux points d'intérêts majeurs que sont d'une part les algues (17/30) tant pour leur abondance que leur densité et la rareté des biotopes, et d'autre part les mammifères marins (12/30) pour leur diversité et leur abondance. Ce secteur domine également mais dans une moindre mesure les autres zones en ce qui concerne les oiseaux (diversité de nicheurs et rareté) et les paysages côtiers. Elle recèle également une forte abondance de poissons de roches et crustacés, sans toutefois présenter de particularités spécifiques notables (en terme de rareté ou au niveau patrimonial).

- la zone R1, c'est à dire le secteur Cap Sizun-île de Sein, arrive avec 37 points en deuxième position. Il présente un écosystème rocheux plus restreint que celui de R3 et ne possède pas les richesses en algues ou en mammifères marins de la zone Ouessant-Molène. Ses spécificités se concentrent au niveau du Cap Sizun où existent les colonies de mouettes tridactyles et une succession de paysages de falaises. Du point de vue hydrologique les zones R1 et R3 sont également très proches car elles se situent dans le secteur de l'Iroise où les courants de marées sont les plus intenses et où la structure verticale de la colonne d'eau est homogène.

Viennent ensuite, avec une cotation comprise entre 25 et 30 points, deux zones très différentes :

- la zone TR3 concerne le secteur Pointe St-Mathieu-Porspoder-Chenal du four. Elle se caractérise par son extrême diversité concentrant, dans un espace restreint, l'essentiel des types d'habitats, de peuplements et de paysages de la zone côtière : zones abritées et vaseuses à peuplements de dessalure (Ria du Conquet et Aber-Ildut), roches battues de Melon et Porspoder, fonds et dunes de sables (Blancs-Sablons), herbiers et cailloutis au sud de Corsen et falaises et îlots rocheux. Cependant les espèces animales d'intérêt patrimonial y sont absentes même si les phoques et dauphins la fréquentent sporadiquement. On peut considérer cette zone comme un modèle réduit de l'Iroise, d'un grand intérêt pédagogique et scientifique.

- La zone M1, Baie de Douarnenez, est le complément parfait des écosystèmes rocheux R1-R3. Elle représente en effet un ensemble unique d'écosystèmes à hydrodynamisme faible ou modéré, aux eaux chaudes et stratifiées, aux fonds de sédiments meubles passant des sables grossiers aux vases sableuses, sur lesquels se surimposent maërl et herbiers. C'est une des baies du monde à posséder le plus d'espèces de poissons plats, prédateurs au sommet d'un

réseau trophique basé sur la diversité et l'abondance des mollusques bivalves consommateurs de phytoplancton. C'est aussi la plus importante nurserie de poissons de l'Iroise et au delà, une zone « source » pour de nombreuses populations. Elle constitue également une zone d'hivernage pour plusieurs espèces d'oiseaux d'intérêt patrimonial (canards de surface et plongeurs, alcidés) et une zone de nourrissage pour les adultes reproducteurs des colonies de l'Iroise (mouettes tridactyles).

Viennent ensuite deux zones proches géographiquement (20-25 points) : le vaste plateau rocheux s'étendant à l'ouest de la presqu'île de Crozon (R2) et la zone de transition située à la sortie de la rade de Brest (T2).

- le plateau rocheux de la presqu'île de Crozon (R2) est une zone très battue par les houles n'offrant quasiment aucun abri d'où une diversité d'habitats inférieure à celles des zones rocheuses R1 et R3. Son atout principal est d'ordre géologique et paysager par ses grandes falaises et îlots verticaux des Tas-de-Pois. Peu accessibles à la plongée et à l'échantillonnage, ses fonds sous-marins restent peu connus. Les grandes moulières naturelles sont toutefois une caractéristique de la zone.

- La zone T2, transition entre la rade de Brest et le proche Iroise, comprend les baies de Bertheaume au nord et de Camaret au Sud. Celles-ci abritent des biotopes remarquables : herbiers de zostères et bancs de maërl sur sédiment envasé. La proximité de la rade de Brest et de ces baies abritées lui permet d'accueillir des espèces de filtreurs caractéristiques des eaux continentales chargées en particules (ascidies, éponges, mollusques). Plus au large (30-50 m), la zone abrite la seule vasière du domaine côtier de l'Iroise. Il s'y développe un peuplement caractéristique des fonds de la grande vasière du nord Gascogne et qui trouve ici sa limite nord de répartition. Le principal intérêt de T2 est d'augmenter la diversité des peuplements et des espèces d'Invertébrés subtidiaux.

Enfin les deux derniers secteurs sont la zone T1, transition entre la baie de Douarnenez et l'Iroise *sensu-stricto* (15 points) et la zone sédimentaire du large (M2) (15 points).

- La sortie de la baie de Douarnenez est une zone de transition qui ne recèle pratiquement aucune particularité propre. C'est une zone d'appauvrissement des deux secteurs adjacents, au contraire de la zone T3 où se surimposent les caractéristiques des zones voisines. Couloir d'entrée et de sortie de la baie de Douarnenez, couloir de migration de poissons, cette zone constituée de grands espaces de sables dunaires est surtout fréquentée par les lançons. Par contre, les falaises rocheuses du Cap Sizun et du Cap de la Chèvre possèdent un intérêt paysager certain.

- Enfin la vaste zone sédimentaire du large recueille le plus faible nombre de points. Plusieurs raisons expliquent ce résultat malgré la grande surface couverte. Tout d'abord son homogénéité morphologique : on y trouve essentiellement des sédiments sableux grossiers ce qui induit une faible diversité spécifique. D'autre part, la profondeur supérieure à 40 mètres ne permet pas la production d'algues benthiques. Il faut cependant moduler cette évaluation car il s'agit de la zone la moins bien connue du point de vue biologique. Ses particularités sont d'abriter des peuplements caractéristiques de milieux profonds, ajoutant tout un ensemble d'espèces d'invertébrés à la liste faunistique de la zone d'étude, en représentant les fonds de la plate-forme continentale Nord-Gascogne. Ce secteur est la principale zone exploitée par la pêche professionnelle ; il est également fréquenté par les requins pèlerins qui se nourrissent du plancton végétal produit au niveau des zones frontales. Il faut souligner que, du fait de sa profondeur et de sa superficie, cette zone représente la majeure partie du volume d'eau de l'Iroise. Ce domaine pélagique est encore mal connu, les populations de poissons et de

céphalopodes restent encore à décrire et leur dynamique à comprendre. A l'inverse l'hydrodynamisme et la production primaire ont été largement décrits lors des études sur les fronts thermiques.

La classification des îlots végétalisés regroupés dans les différentes zones géographiques fait ressortir, avec 12 points, les îlots de l'archipel de Molène et les îlots périphériques d'Ouessant (R3). Ceci tient à la fois de leur nombre, de leur superficie et de l'intérêt tant naturel qu'humain. En seconde position les îlots de la zone T3 (St Mathieu, Ilette, Segal, Melon) en obtiennent 8, ce qui confirme l'intérêt remarquable de cette zone. Viennent ensuite, avec 4 points, les îlots du Cap Sizun (R1) pour leur intérêt faune flore, et avec 3 points, ceux de la baie de Douarnenez (Tristan, îlots de l'Aber) (M1) dont l'intérêt est surtout historique. Les îlots de la Presqu'île de Crozon (R2) recueillent également 3 points, mais pour leur intérêt faune flore. Les zones T1, T2, et M2 ne possèdent pas d'îlot.

De manière globale les grandes unités hydrologiques définies par les conditions de courants résultant de la morphologie de la plate-forme continentale de l'ouest finistérien confirment parfaitement la cohérence de l'ensemble de la zone d'étude et expliquent les forts contrastes et les complémentarités constatés dans les richesses naturelles de l'Iroise : A l'ouest immédiat de la limite de la zone d'étude se trouvent les eaux du large (à l'Ouest de la longitude d'Ouessant) où la stratification peut avoir lieu. Séparée de ces eaux du large par le front d'Ouessant, se trouve deux zones situées autour de l'archipel de Molène et l'île d'Ouessant et autour de l'île de Sein, dans lesquelles les courants de marée sont les plus intenses et où la structure verticale en densité est homogène. Ces zones qui correspondent aux zones R1 et R3, peuvent se rejoindre en période de vives eaux, englobant ainsi la zone M2. A l'Est, le front interne de l'Iroise sépare ces eaux homogènes d'une zone de transition correspondant à T1, R2, T2, où les eaux peuvent être stratifiées en été et où les courants sont faibles à modérés. Cette vaste zone de transition isole les eaux plus calmes et plus chaudes de la Baie de Douarnenez et de la rade de Brest. La zone T3 quand à elle, pourrait être considérée comme un minuscule diverticule des eaux de type Manche le long de la côte du pays d'Iroise.

Pour conclure ce chapitre, il faut souligner les principaux points mis en évidence par cette analyse. Deux grandes zones, Ouessant-l'archipel de Molène et la baie de Douarnenez, se dégagent particulièrement pour des intérêts très différents. La première recèle le maximum d'éléments patrimoniaux forts (mammifères marins, oiseaux) et les plus grands champs d'algues. La seconde se distingue par sa richesse en habitats, poissons et invertébrés de substrats meubles. La continuité avec les fonds et les falaises du Cap Sizun et la Chaussée de Sein, ajoutent encore à l'intérêt global de ce secteur sud de la zone d'étude. Tout en étant pourvus d'atouts particuliers, les autres zones assurent un lien essentiel entre ces deux ensembles et une cohérence de fonctionnement globale à l'échelle de la zone d'étude.

D'une manière générale il apparaît à l'évidence que c'est la somme de tous ces éléments qui en constitue la véritable valeur globale justifiant la création d'un parc marin de niveau national et européen : **l'ensemble de la zone contient en effet une palette presque complète des habitats marins des côtes Manche-Atlantiques françaises et de leurs peuplements dans un état de conservation suffisamment bon pour abriter des populations pérennes des principaux super-prédateurs des réseaux trophiques.** On peut, sans aucun doute, affirmer que cette zone est unique en France et qu'elle fait certainement partie des zones marines les plus intéressantes des pays du Nord-Ouest de l'Europe.

IV - Discussion

Après un inventaire des principaux compartiments naturels de l'écosystème et une esquisse des interactions structurant le fonctionnement spatio-temporel, nous avons dégagé et hiérarchisé les points forts des grands ensembles biogéographique de la zone. Cette synthèse des connaissances actuelles sur la mer d'Iroise et ses abords permet également d'en dégager les bases fondamentales qui expliquent les richesses et les originalités du milieu naturel.

I. Les mots clé de l'Iroise

1.1 Diversité

Le point clé est la **diversité des situations environnementales** concentrées dans cette zone. La plupart des principaux paramètres de l'environnement présentent en effet des gradients très forts :

- **hydrodynamisme** : faible (Ria du Conquet, Aber-Ildut, Goyen), modéré (Baie de Douarnenez, de Camaret) fort presqu'île de Crozon, Pays d'Iroise, Cap Sizun) à très fort (Fromveur, côte Nord d'Ouessant, Raz et Chaussée de Sein).

- **température** : depuis les eaux homogènes et froides en toute saison autour d'Ouessant-Molène et Sein jusqu'aux eaux chaudes et stratifiées en été, froides en hiver de la Baie de Douarnenez.

- **Salinité** : il s'agit bien ici d'une zone marine et non pas estuarienne. Les eaux restent dans des gammes homogènes ne descendant que localement et ponctuellement en dessous de 32‰. Des gradients locaux permettent cependant le développement de peuplements caractéristiques de déssalure (Ria du Conquet, Aber-Ildut, Goyen).

- diversité des **apports nutritifs** : la production est assurée, dans la partie Ouest de la zone, et c'est là une de ses grandes originalités par le recyclage des sels nutritifs apportés toute l'année dans les eaux de surface par les eaux de la Manche. Dans la zone Nord Est la fertilisation se fait en hiver et printemps par les eaux de la Rade de Brest, tandis que la Baie de Douarnenez ne reçoit que les écoulements du Bassin versant par des petits ruisseaux et rivières. Enfin il ne faut pas sous-estimer les remontées d'eaux de la Loire lors des grands épisodes de crues. A noter que les éléments dont nous disposons ne permettent pas de déceler de niveaux de contaminations par les polluants dissous dans l'eau ou les sédiments, susceptibles d'en affecter la qualité autre que localement et ponctuellement dans le temps.

- **substrats** : toute la gamme des sédiments meubles s'y trouve représentée depuis les vases fines du fond de l'Aber-ildut, en passant par les sables fins de la Baie de Douarnenez, sables grossiers de la plaine centrale et les cailloutis du chenal du Four. Diversité également maximum pour les substrats durs : champs de blocs intertidaux de l'archipel de Molène, chaos et tombants exceptionnels aux accores des plateaux de Sein et Ouessant, falaises du Cap Sizun et de la presqu'île de Crozon, Grottes de Morgat.

- **Bathymétrie** : la bathymétrie ajoute encore une nouvelle dimension à la diversité environnementale. Depuis le niveau maximum des plus hautes mers au fonds de plus de 90 mètres à l'ouest de la zone, les strates de profondeurs s'étagent progressivement. Un élément remarquable à ce niveau est la bonne représentation des petits fonds (intertidaux et de 0 à 10m) en particulier dans l'archipel de Molène en substrats durs et en baie de Douarnenez en substrats meubles.

- **Habitats** : Les croisements de tous ces facteurs environnementaux entre eux induisent une extrême diversité de situations environnementales qui constituent autant d'habitats différents pour la faune et pour la flore. Elles permettent de plus l'établissement d'habitats « biogènes »

comme les forêts de laminaires, les bancs de maërl, les prairies de zostères, qui se surimposent aux habitats « physiques » et augmentent encore la gamme des habitats.

L'éventail des habitats définis en Iroise par les paramètres température-Salinité-hydrodynamisme-substrat-bathymétrie recouvre la plus grande partie des habitats théoriquement possibles sur les côtes Manche-Atlantique françaises.

- **Peuplements de flore et faune** : La zone étudiée est donc potentiellement, par sa structure physico-chimique et géomorphologique, une zone d'accueil pour une très grande diversité d'espèces vivantes regroupées en peuplements ou assemblages d'espèces aux exigences écologiques proches. Les peuplements des estrans de l'archipel de Molène sont un excellent exemple de cette richesse faunistique.

Pour comprendre - et plus tard gérer - cette zone, il est essentiel de se rendre compte qu'elle joue un rôle très différent selon les espèces :

- *celles qui accomplissent tout leur cycle biologique dans la zone*. C'est la majorité des espèces d'invertébrés et d'algues dont les formes de dissémination/reproduction (œufs, larves, spores, propagules) sont benthiques ou ont une phase pélagique courte (quelques jours). Les grands dauphins et de nombreuses espèces de poissons appartiennent également à cette catégorie.

- *celles qui accomplissent dans la zone d'étude une ou plusieurs phases essentielles de leur cycle biologique et notamment les premières phases de leur vie (œuf-larve-juvénile)*. Ce sont en général de grandes espèces, poissons, crustacés, oiseaux qui reviennent dans la zone pour s'y reproduire à l'âge adulte, exploitant les potentialités de la zone, en terme de présence de sites pour la mise bas (phoque) ou la nidification (pétrel, mouette), et de bonnes conditions pour la croissance et survie des jeunes.

- *celles qui ne fréquentent la zone que temporairement, comme étape migratoire ou comme site transitoire de nourrissage* : leur cycle de vie nécessite une zone géographique très large (oiseaux, requins pèlerins...)

1.2 Productivité

Une autre conséquence des caractéristiques environnementales de la zone est sa forte productivité. La qualité, la quantité et la variabilité des apports nutritifs dans la zone permettent à de nombreuses espèces différentes non seulement d'être présentes, mais également de développer d'abondantes populations. La base de cette abondance se traduit par des biomasses et productions primaires élevées (macroalgues et phytoplancton) qui apportent la matière fourrage nécessaire aux animaux. Le croisement de la productivité avec la diversité des espèces engendre des réseaux d'interactions complexes permettant le maintien de nombreux prédateurs dont les super-prédateurs d'intérêt patrimonial parce que rares.

1.3 Complexité

Le troisième point clé caractérisant l'Iroise est la **complexité des réseaux d'interactions spécifiques**. Tous les éléments de cet immense puzzle vivant sont reliés directement ou indirectement les uns aux autres. Les interactions entre les espèces peuvent être de la compétition (spatiale et /ou alimentaire) ou de la prédation. L'enjeu principal d'une gestion et d'une conservation durable est la préservation de l'intégrité des réseaux d'interactions en assurant (ou en rétablissant) leur bon fonctionnement. Cette stabilité de structure et de fonctionnement est « dynamique » dans la mesure où ce réseau complexe subit en permanence des fluctuations quantitatives. Il convient de veiller à ce que les éléments clé

du système restent à l'intérieur d'un intervalle critique en dehors duquel l'ensemble du système se déstabiliserait.

Diversité - productivité - complexité constituent donc les bases de l'intérêt majeur de l'Iroise. On peut y ajouter le mot clé de **complémentarité** des secteurs géographiques pour ces trois points. L'ensemble confère à l'ensemble de la zone sa force et sa cohérence. C'est de ces éléments que peuvent se décliner les arguments forts justifiant la gestion globale de la zone dans le cadre d'un parc national marin.

2. Les atouts de l'Iroise en terme de conservation

2.1 Zone représentative des côtes Manche Atlantique françaises.

La zone d'étude possède la très grande majorité des milieux ouverts des côtes Manche/Atlantiques françaises : ensembles de sables fins des côtes landaises, enclaves de sables entre les plateaux rocheux du pays Basque et des côtes sud-Bretagne, archipels de Glénan, Trégor, Chausey, fonds à cailloutis hétérogènes de la Manche... Aucun de ces grands sites n'a la représentativité nationale, de la zone d'étude.

La zone d'étude a un rôle de modèle, de vitrine, présentant un concentré des principaux types de fonds marins des côtes Manche-Atlantique françaises

2.2 Zone Refuge : diversité/productivité/complexité associées à la relative difficulté d'accès à de nombreux sites pendant une grande partie de l'année expliquent que cette zone (archipel de Molène, Chaussée de Sein, falaises et tombants rocheux) joue un rôle de refuge pour de nombreuses espèces. Mais dans le cadre d'une bonne gestion, c'est l'ensemble de la zone qui peut jouer ce rôle. Il faut rappeler ici que la surface minimale requise pour qu'un peuplement caractéristique d'un habitat puisse se développer n'est pas très importante (quelques milliers de m² à quelques hectares), pour peu que le flux larvaire des espèces adaptées y parvienne. C'est ainsi que des peuplements de type estuarien sont présents dans la ria du Conquet et l'Aber Ildut. La zone a donc toutes les potentialités pour jouer un **rôle de conservatoire naturel de la faune et de la flore marines des côtes Manche/Atlantiques françaises**. Ce rôle conservatoire pour les populations des grandes espèces de vertébrés, déjà bien identifiées pourraient être dans un premier temps ciblé sur des peuplements ou espèces déjà menacés sur le reste des côtes (bancs de maërl, herbiers, pouce-pieds, gorgones et roses de mer...).

2.3 Zone Source : on l'a vu, la zone étudiée ne fonctionne pas en autonomie mais en lien direct avec les espaces océaniques des eaux de la Manche et du Nord Gascogne et avec les apports continentaux. Elle y puise une partie de ses capacités mais ses originalités intrinsèques lui confèrent un rôle de source pour ces mêmes secteurs voisins et au-delà. Ce rôle de source est joué par le biais des courants résiduels qui conduisent et dispersent et larves, œufs, spores ou par les déplacements actifs des individus eux-mêmes lors de leurs migrations. Ici encore le rôle de source que joue cette zone peut être développée par une politique de gestion active. Les effets sont déjà visibles par exemple pour la Grande Bretagne qui joue un rôle de source important pour le développement des populations de phoques gris sur nos côtes de la Manche et dont bénéficie directement la colonie de l'archipel de Molène. Ce rôle source est complémentaire du rôle conservatoire et doit être un axe fort des plans de gestion. Il permet de sauvegarder les **potentialités de restauration/recolonisation** de secteurs côtiers dégradés (même éloignés) pour peu que les habitats aient retrouvé leurs potentialités d'accueil par des politiques d'assainissement.

2.4 Zone Témoin du « global change »: A la charnière des grands ensembles hydrologiques et des provinces biogéographiques, la zone d'étude est le site idéal pour observer les changements climatiques globaux à moyen et long terme. Le nombre important d'espèces rencontrées dans la zone en limite nord ou en limite sud de leur aire de répartition, témoigne de la situation exceptionnelle de la zone qui peut donc jouer un **rôle d'observatoire des changements climatiques** par le suivi de la dynamique de ces espèces (régression/expansion de leurs limites géographiques) et la surveillance de l'apparition de nouvelles espèces animales ou végétales.

2.5 Zone Modèle : tous ces éléments montrent que la zone présente un intérêt scientifique remarquable. La synthèse bibliographique a montré que de nombreux travaux ont déjà été effectués sur la zone, alors que d'autres sont en cours. Très peu d'entre eux portent sur le fonctionnement des systèmes biologiques et il reste encore beaucoup à faire dans ce domaine. La zone a donc également un rôle d'**espace laboratoire** pour la recherche scientifique et humaine. Ceci va de pair avec l'**intérêt pédagogique** pour l'information et l'éducation du public qui peuvent être organisées à différents niveaux.

Conclusion-Résumé

L'analyse menée dans ce document, sur la base des connaissances acquises et publiées à ce jour, permet de conclure que la zone géographique étudiée est un véritable modèle réduit des écosystèmes marins côtiers des zones tempérées, conservé dans un état de qualité remarquable. La diversité, la productivité et la complexité naturelle rencontrées, lui permettent d'être représentative des écosystèmes des côtes Manche-Atlantique françaises et d'assurer un rôle conservatoire en tant que refuge et source pour les espèces marines.

Zone possédant un grand intérêt scientifique et pédagogique, elle est également exploitée par l'homme. De multiples usages s'y côtoient, ce qui en fait un bon modèle réduit représentatif des activités humaines côtières, mais engendre des difficultés pour sa gestion. Il apparaît donc à l'évidence que, malgré et à cause de cette complexité, seule une gestion intégrée de l'ensemble de la zone pourrait à moyen et long terme conserver et développer ses richesses naturelles et ses potentialités dans le cadre d'un développement durable.

Abbayes H. Des, Claustres G., Corillon R. et Dupont P. 1971. Flore et végétation du Massif Armoricaïn, tome 1 : Flore vasculaire. 1226 pages.

A.D.M.S. 1994. Inventaire de la faune et de la flore sur les fonds rocheux autour de l'île d'Ouessant. Ministère de l'Environnement- préfecture de la région Bretagne, Conseil Régional de Bretagne, Conseil Général du Finistère, 59 pages plus Annexes.

A.D.M.S. 1996. Inventaire de la faune et de la flore sur les fonds rocheux sublittoraux en Proche Iroise et en rade de Brest. Direction régionale de l'Environnement, Conseil Régional de Bretagne, Département du Finistère, 99 pages plus annexes.

Alayse J.P. 1987. Le complexe *Solea lascaris* : Mise en évidence par l'étude du polymorphisme enzymatique de deux espèces sympatriques en mer d'Iroise. *Biochemical Systematics and Ecology*, Vol. 15, n°2, pp. 273-284.

Antoine L. 1979. La croissance de la coquille St-Jacques *Pecten maximus* L. et ses variations en Mer Celtique et en Manche. Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle. Université de Bretagne Occidentale. 148 pages.

Arzel P. 1998. Les laminaires sur les côtes bretonnes : Evolution de l'exploitation et de la flottille de pêche, état actuel et perspectives. Editions Ifremer. 139 pages.

Arzel P. et Castric-Fey A. 1997. Les forêts de Laminaires *in* Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantique, Manche et mer du Nord. Synthèse, menaces et perspectives. Muséum National d'Histoire Naturelle, pp. 159-167.

Arzel P., Gros S. et Pors F. 1992. Inventaire des ressources végétales marines du SMVM Pointe du raz-Odet. Convention DDE-Ifremer n° 90/22.15.

Augris C., Houlgatte E. et Rolet J. 1988. Carte des sédiments superficiels et carte géologique de la baie de Douarnenez. Partie septentrionale. Ifremer, UBO, Conseil général du Finistère, 22 pages, 2 cartes.

Autissier I., Coum A., Cuillandre J.P. et Veron G. 1981. Etude préalable à la gestion des stocks de crustacés en Bretagne. Comité Régional des Pêches et Cultures marines en Bretagne. 558 pages, annexes 98 pages.

Axiotis G. 1980. Fécondité d'*Arnoglossus thori* et de *Buglossidium luteum* en baie de Douarnenez. DEA. Université de Bretagne Occidentale. 47 pages.

Ballot J.N. 1991. Evolution d'une population d'Huître pie (*Haematopus ostralagus*) : exemple de l'île de banneg. *Ar Vran*, Vol, 2, pp : 21-32.

Bargain B. 1993. Oiseaux de Bretagne. Mise à jour du statut de quelques espèces. *Penn ar Bed*, 150, pp. 11-25.

Bargain B., Gélinaud G. et Maout J. 1999. Les limicoles nicheurs de Bretagne. *Bretagne vivante-SEPNE/DIREN Bretagne*, 179 pages.

- Baron J. 1983. Les Triglidae (Téléostéens, Scorpaeniformes) de la baie de Douarnenez. Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle. Université de Bretagne Occidentale. 124 pages.
- Baron J. 1985a. Les Triglides (téléostéens, Scorpaeniformes) de la baie de Douarnenez. 1. La croissance de *Eutrigla gurnardus*, *Trigla lucerna*, *Trigloporus lastoviza* et *Aspitrigla cuculus*. *Cybium*, 9 (2), pp. 127-144.
- Baron J. 1985b. Les Triglides (téléostéens, Scorpaeniformes) de la baie de Douarnenez. 2. La reproduction de *Eutrigla gurnardus*, *Trigla lucerna*, *Trigloporus lastoviza* et *Aspitrigla cuculus*. *Cybium*, 9 (3), pp. 255-281.
- Barrière M., Chauris L., Fouquet Y., Guilcher A., Lefort J.P., Pelhate A. 1985. Notice explicative de la feuille pointe du Raz à 1/ 50000. Ministère de l'Industrie et de la Recherche. Bureau de recherches Géologiques et Minières, B.R.G.M, Orléans, 38 pages.
- Bioret F. 1985a. Etude de la végétation des milieux naturels de l'île de Molène. Observatoire des changements dans les îles bretonnes. Université de Nantes, 30 pages, 3 cartes.
- Bioret F. 1985b. Etude de la végétation des milieux naturels des îles de Batz, Ouessant et Groix. Etat actuel, influence de l'homme et dégradations. Observatoire dans les îles bretonnes. Université de Nantes. 185 pages, 9 cartes.
- Bioret F. 1989. Contribution à l'étude de la flore et de la végétation de quelques îles et archipels ouest et sud armoricains. Thèse de doctorat d'université. Université de Nantes. 480 pages.
- Bioret F. 1992. Impact des oiseaux marins sur la végétation phanérogamique des îlots du littoral breton. Résumés des communications, 8^{ème} réunion nationale du GISOM, pp. 26-61.
- Bioret F. 1993. Les espèces phanérogamiques protégées ou méritant de l'être dans les îles bretonnes. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest, N.S.*, 24, pp. 65-102.
- Bioret F. 1994. Essai de synthèse de l'intérêt du patrimoine phytocoenotique des îles bretonnes. *Colloques Phytosociologiques* 22, "la syntaxonomie et la synsystème européenne comme base typologique des habitats", Bailleul, déc. 1993, pp. 125-144.
- Bioret F. 1995. Archipel de Molène : le milieu naturel *in* Atlas de la réserve de Biosphère de la mer d'Iroise sous la direction de F. Gourmelon. Editeur : Parc Naturel Régional d'Armorique, 92 pages.
- Bioret F. et Fichaut B. 1990. Synthèse et cartographie écologiques intégrées de la partie terrestre de la réserve MAB d'Iroise (Molène, îlots environnants). 33 pages, 16 cartes.
- Bioret F., Bouzillé J.B. et Godeau M. 1988. Exemples de gradients de transformation de la végétation de quelques îlots de deux archipels armoricains. Influence des zoopopulations. *Colloques phytosociologiques : Phytosociologie et conservation de la nature*, Strasbourg, pp. 509-531.

- Bioret F., Bouzillé J.B., Gehu J.M. et Godeau M. 1991. Phytosociologie paysagère du système pelouses-landes-fourrés des falaises des îles ouest et sud armoricaines. Colloques Phytosociologiques 17, Phytosociologie et paysages, Versailles, oct. 1988, pp. 129-142.
- Bioret F., Cuillandre J.P. et Fichaut B. 1990. Degeneration processes of a microinsular ecosystem put through gulls influence : the isle of Banneg (Finistère, France) essay of ecological integrated cartography. In Terrestrial and aquatic ecosystems. Perturbation and recovery, pp. 276-283.
- Bioret F., Fichaut B. et Gourmelon F. 1995. Cartographie de la végétation de la partie terrestre de l'archipel de Molène (Réserve de Biosphère de la Mer d'Iroise). Colloques Phytosociologiques, 24, International Association for Vegetation Science Symposium, "Large area vegetation survey", Bailleul, sept. 1994, pp. 89-109.
- Bioret F. et Gehu J.M. 1999. L'ourlet subrupicole xéro-halophile à *Silene vulgaris subsp. maritima* des côtes rocheuses armoricaines. Colloques Phytosociologiques, XXVI, Bailleul, 1997; à paraître.
- Bioret F., Godeau M. et Yésou P. 1989. Contribution à l'étude de la flore, de la végétation et de l'avifaune marine de l'île de Béniguet (Archipel de Molène-Finistère) : description préliminaire. Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest 20, pp. 35-50.
- Bioret F. et Gourmelon F. 1999. Cartographie dynamique de la végétation terrestre des îlots marins en réserve naturelle. Braun Blanquetia, n° spécial, in press.
- Birrien J.L. 1987. Cycles de variations des éléments nutritifs et du phytoplancton en baie de Douarnenez et dans les secteurs adjacents : importance du front côtier de l'Iroise. Thèse de doctorat d'université. Université de Bretagne Occidentale, Brest. 160 pages.
- Bodin P. 1984. Densité de la méiofaune et peuplements de Copépodes Harpacticoïdes en baie de Douarnenez. Annales de l'Institut Océanographique, Tome 60, Fasc. 1, pp.5-17.
- Bodin P., Boucher D., Guillou J. et Guillou M. 1984. The trophic system of the benthic communities in the bay of Douarnenez (Brittany). Mar. Biol. Symp. Edited by P. E. Gibbs. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 361-370.
- Bouderi D. 1977. La croissance des Triglidés en baie de Douarnenez. DEA. Université de Bretagne Occidentale. 35 pages.
- Bourgoin A. 1987. Ecologie et Démographie d'*Acrocnida brachiata* (Montagu) (Echinodermata : Ophiuroidea) en baie de Douarnenez (Bretagne). Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle. Université de Bretagne Occidentale. 146 pages.
- Bourgoin A. et Guillou M. 1990. Variations in the reproductive cycle of *Acrocnida brachiata* (Echinodermata : Ophiuroidea) according to environment in the bay of Douarnenez (Brittany). J. Mar. Biol. Ass. U. K., 70, pp. 57-66.
- Bourgoin A. et Guillou M. 1994. Arm regeneration in two populations of *Acrocnida brachiata* (Montagu) (Echinodermata : Ophiuroidea) in Douarnenez bay (Brittany : France) : An ecological significance. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 184, pp. 123-139.

Bourgoin A., Guillou M. et Glémarec M. 1991. Environmental instability and demographic variability in *Acrocnida brachiata* (Echinodermata : Ophiuroidea) in Douarnenez bay (Brittany : France). *Marine Ecology*, 12 (2), pp. 89-104.

Bouzillé J.B. et Bioret F. 1994. La végétation de l'île de Molène. In C.R. 21^{ème} Session extraordinaire de la Société Botanique du Centre-Ouest, juillet 1993, Finistère. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, N.S. 25, pp. 275-279.

Brien Y. 1970. Avifaune de Bretagne. SEPNEB/Ministère des Affaires Culturelles, 187 pages.

Brien Y. 1974. La reproduction du phoque gris, *Halichoerus grypus*, Fabricius, en Bretagne. *Mammalia*, 38 (2), pp. 346-347.

Brien Y. et Prieur D. 1973. Les phoques en Bretagne. *Penn ar Bed*, 9 (74), pp. 175-184.

Brunel E., Cadou D., Kerbirou C. et le Viol I. 1998. Les Dilochoptéridés et les Syrphidés des îles de la réserve de Biosphère d'Iroise (Finistère, France) : premier inventaire (Diptera). *Bull. Soc. Ent. de France*, 103 (1), pp. 57-62.

Cabioch J. 1970. Le maërl des côtes de Bretagne et le problème de sa survie. *Penn ar Bed*, 7, 63, pp. 421-429.

Cabioch L. 1961. Etude de la répartition des peuplements benthiques au large de Roscoff. *Cah. Biol. Mar.* 2, pp. 1-40.

Cabioch L. 1968. Contribution à la connaissance des peuplements benthiques de la Manche occidentale. *Cah. Biol. Mar.*, 9, pp. 493-720.

Cadiou B. 1994. Le fulmar boréal (*Fulmarus glacialis*) en Bretagne : évolution de sa répartition entre 1935 et 1994 et perspectives de suivi. *Ar Vran*, 5, pp. 57-70.

Cadiou B. 1995. Observatoire des oiseaux marins nicheurs de Bretagne, 1995. Rapport CRENEB-SEPNEB. *Annuaire des Réserves, SEPNEB*, pp. 133-154.

Cadiou B. 1996a. Observatoire des oiseaux marins nicheurs de Bretagne, 1996. Rapport CRENEB-SEPNEB. *Annuaire des réserves, SEPNEB*, pp. 143-167.

Cadiou B. 1996b. Important retard dans la reproduction de l'océanite tempête en Bretagne par rapport aux années antérieures. *Travaux des réserves, SEPNEB*, 12, pp. 123-124.

Cadiou B. 1997a. Observatoire des oiseaux marins nicheurs de Bretagne, 1997. Rapport CRENEB-SEPNEB. *Annuaire des réserves, SEPNEB*, pp. 173-199.

Cadiou B. 1997b. La reproduction des goélands en milieu urbain : historique et situation actuelle en France. *Alauda*, 65, pp. 209-227.

Cadiou B. 1998a. Les oiseaux marins nicheurs du littoral nord de la Bretagne. *Le Cormoran*, 10 (47), pp. 145-148.

- Cadiou B. 1998b. L'observatoire de sternes en Bretagne, 1989-1996. *Le Cormoran*, 10 (47), pp. 215-218.
- Cadiou B. 1998c. Oiseaux marins nicheurs de Bretagne 1995-1998 Rapport de contrat nature, Bretagne Vivante-SEPNB/ Conseil Régional de Bretagne/DIREN Bretagne, 121 pages.
- Cadiou B. et Jonin M. 1997. Limitation des effectifs de goélands argentés : éradication des adultes ou stérilisation des œufs ? *In* Clergeau P. (coord.), Oiseaux à risques en ville et en campagne. Vers une gestion intégrée des populations ? Editions INRA, pp. 291-304.
- Cadiou B., Monnat J.Y. et Pons J.M. 1997. Les goélands argentés : problèmes urbains. *In* Clergeau P. (coord.), Oiseaux à risques en ville et en campagne. Vers une gestion intégrée des populations ? Editions INRA, pp. 69-83.
- Cadiou B., Poulain M. et Séné N. 1998. Bilan des opérations de contrôle des nuisances de la population de goélands de la ville de Brest, Finistère- 1998. Rapport SEPNB/ACROBAT'/Ville de Brest.
- Camberlein G. et Floté D. 1979. Le goéland argenté en Bretagne. Etude démographique et gestion de la population. *Penn ar Bed*, 98, pp. 89-115.
- Campillo A. 1984. La crevette rose *Palaemon serratus*, biologie et exploitation. *La pêche maritime*, pp. 385-390.
- Carcaillet C. 1992. Impact des activités humaines sur les grands dauphins et phoques gris des archipels de Molène et Ouessant et mesures de préservation des mammifères marins sur ce site. Rapport MST AMVAR, Université de Rennes I, 65 pages.
- Carcaillet C., Creton P., Guinet C. et Ridoux V. 1993. Seasonal variations in haul-out pattern of grey seals in Brittany. 7^{ème} Ecs. Inverness, pp. 295-298.
- Castric-Fey A. 1996. Le Scléractiniaire *Dendrophyllia cornigera* en eau peu profonde, à Ouessant (Bretagne, Atlantique NE) en l'absence de barrière thermique. *Océanologica Acta*, Vol. 19, n°6, pp.665-671.
- Castric-Fey A. et Beuzen M. 1987. Répartition des oursins *Sphaerechinus granularis* et *Echinus esculentus* en baie de Concarneau. Résultats préliminaires. *Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest de la France*, suppl. H.S., pp. 111-119.
- Castric-Fey A. et Chassé C. 1991. Factorial analysis in the ecology of rocky subtidal areas near Brest (West Brittany, France). *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 71, pp. 515-536.
- Castric-Fey A., Girard-Descatoire A., Gentil F., Davoult D. et Dewarumez J.M. 1997. Macrobentos des substrats durs intertidaux et subtidaux *in* les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantique, Manche et mer du Nord. Synthèse menaces et perspectives. Muséum National d'Histoire Naturelle. Pp. 83-95.
- Chalabi A. 1982. Le régime alimentaire de la petite vive *Trachinus vipera* (Cuvier, 1929). DEA. Université de Bretagne Occidentale. 44 pages.

- Chabali A. 1984. Biologie et écologie des populations de la petite vive *Euchiichthys vipera* (Cuvier, 1829 ; Bentivegna & Fiorino, 1983) sur les plages du Finistère. Thèse de 3^{ème} cycle. Université de Bretagne Occidentale. 173 pages.
- Chassé C. 1972. Economie sédimentaire et biologique des estrans meubles des côtes de Bretagne; Thèse de doctorat d'état, Université de Paris VI, 256 pages.
- Chassé C. et Glémarec M. 1976. Principes généraux de la classification des fonds pour la cartographie biosédimentaire. J. Rech. Oceanogr., 1, pp.1-18.
- Chassé C. et Kerambrun L. 1982. Les grandes algues de Bretagne, un potentiel sous-développé. Penn ar Bed, 13 (108-109), pp. 43-52.
- Chauris L. 1966. Vue d'ensemble sur la géologie de l'île d'Ouessant (Finistère). Bull. Soc. Géol. minéral. Bretagne, n. sér., pp. 87-119.
- Chauris L. 1982. Nouvelles observations géologiques dans l'archipel de Molène. Penn-ar-Bed, 13, 110, pp. 98-111.
- Chauris L. 1991a. Intrusions sodiques à affinité trondhjémite à l'île d'Ouessant (Finistère). Bull. Soc. Sci. Nat. Ouest de la France, n. sér., 13, (4), pp. 119-122.
- Chauris L. 1991b. Le granite porphyroïde de Porzpaul dans l'île d'Ouessant : un nouvel élément dans la ceinture des "granites rouges" du Massif Armoricaire (France). Comptes Rendus Ac. Sci., Paris, t.313, sér.II, pp.245-250.
- Chauris L. 1991c. Intérêt des mesures systématiques de la radioactivité au scintillomètre. L'exemple de l'île d'Ouessant (massif armoricaire). Géologie de la France, 4, pp. 9-15.
- Chauris L. 1992a. Problèmes d'insularité : origine des pierres de construction à Ouessant (Finistère, France). Norois, Poitiers, 153, pp. 45-55.
- Chauris L. 1992b. Granites à tourmaline et tourmalinites de l'île d'Ouessant. Contribution à l'étude de la tourmalinisation liée aux intrusions granitiques. Bull. Soc. Sci. Nat. Ouest de la France, n. sér., t. 14, (4), pp. 119-123.
- Chauris L., avec la collaboration de Hallégouet B 1994. Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Plouarzel-île d'Ouessant (237) Orléans : BRGM, 132 pages.
- Chauris L., Deunff J. Lapiere F. Lefort J.P. et Plusquellec Y. 1972. Les formations précambriennes et paléozoïques au large des côtes occidentales du Finistère. Comptes Rendus Ac. Sc. Paris, T 274, pp. 2624-2626.
- Collignon J. 1991. Ecologie et biologie marines, introduction à l'halieutique. Masson, Paris. 298 pages.
- Collin L. 1936. Formations quaternaires de l'Ouest du Finistère. Bull. Soc. Géol. Min. Bret. Fasc. Spéc., 69 pages.

- Collin L. 1940. Morphologie des côtes du Finistère en rapport avec la nature géologique du sol. Bull. Soc. Géol. Min. Bret. Fasc. Spéc., 72 pages.
- Corbin J. 1996. Evolution des colonies d'océanite tempête et de puffin des anglais en Bretagne de 1974 à 1994. Travaux des Réserves, SEPNB, 12, pp. 61-71.
- Creton P., Ménégaz J.M., Menguy A., Collet A. et Ridoux V. 1997. Echanges et soins aux phoques en Bretagne : 1973-1994. Penn ar Bed, 157-158, pp. 23-34.
- Cuillandre J.P. 1988. Réserve de la Biosphère d'Iroise. Parc Naturel Régional d'Armorique, SEPNB. 201 pages;
- Cuillandre J.P., Bargain B., Bioret F., Fichaud B., Hamon J. et Henry J. 1989. Le pétrel tempête à Banneg. Première partie : évolution de la colonie entre 1968 et 1989, impact de la prédation par les laridés. Penn ar Bed, 135, pp. 19-33.
- Cuillandre J.P., Latrouite D. et Le Foll A. 1984. Le tourteau, biologie et exploitation. La pêche maritime, pp.502-520.
- Darboux J.R. 1973. Le Briovérien de la baie de Douarnenez. Thèse de 3^{ème} cycle, Université de Bretagne Occidentale, Brest. 207 pages.
- Darboux J.R. 1991. Evolution tectonosédimentaire et structuration synmétamorphe des zones externes du segment hercynien ouest-européen : le modèle du domaine centre armoricain occidental. Doctorat d'état, Université de Bretagne occidentale, Brest.267 pages.
- Daré H. 1976. Les plages de la baie de Douarnenez, aspects qualitatifs et quantitatifs. DEA. Université de Bretagne Occidentale. 56 pages.
- Davies J.L. 1957. The geography of the Grey seal. J. Mammal, 38, pp. 297-310.
- De Kergariou G. 1984. L'araignée de mer *Maïa squinado* H., biologie et exploitation. La pêche maritime, pp. 575-583.
- D'Elbée J. et Hémerly G. 1997. Diet end foraging behaviour of the british storm petrel *Hydrobates pelagicus* in the bay of Biscay during summer. Ardea 85 (2), pp. 1-10.
- Déniel C. 1974. Régime alimentaire des jeunes turbots *Scophthalmus maximus* de la classe 0 dans leur milieu naturel. Cahiers de Biologie Marine. Tome XV, pp. 551-566.
- Déniel C. 1975. Régimes alimentaires d'*Arnoglossus thori* Kyle et d'*Arnoglossus imperialis* rafinesque (Téléostéens-Bothidae) en baie de Douarnenez. Rev. Trav. Inst. Pêches marit. 39 (1), pp.105-116.
- Déniel C. 1979. La baie de Douarnenez : Réserve ichthyologique naturelle. Penn ar Bed. Vol. 12, n°98, pp. 116-130.
- Déniel C. 1981. Les poissons plats (Téléostéens, Pleuronectiformes) en baie de Douarnenez. Reproduction, croissance et migration des Bothidae, Scophthalmidae, Pleuronectidae et Soleidae. Thèse de doctorat d'état. Université de Bretagne Occidentale. 476 pages.

Déniel C. 1983. La reproduction des poissons plats (Téléostéens, Pleuronectiformes) en baie de Douarnenez. 1.- Cycles sexuels et fécondité des arnoglosses, *Arnoglossus thori*, *A. laterna*, *A. imperialis* (Bothidae). Cahiers de Biologie Marine. Tome XXIV, pp. 231-252.

Déniel C 1984. La reproduction des poissons plats en baie de Douarnenez. 2.- Cycles sexuels et fécondité des Soleidae : *Solea vulgaris*, *S. lascaris*, *Buglossidium luteum* et *Microchirus variegatus*. Cahiers de Biologie Marine. Tome XXV, pp. 257-285.

Déniel C. 1985. Le trident *Raniceps raninus* (Linnaeus, 1758) (Téléostéen, Gadidae) de la côte nord du Finistère : croissance en longueur et relation longueur- masse. Cybium. 9(1), pp 89-92.

Déniel C. 1990. Comparative study of growth of flatfishes on the west coast of Brittany. Journal of Fish Biology. 37, pp. 149-166.

Déniel C., Le Blanc C. et Rodriguez A. 1989. Comparative study of sexual cycles, oogenesis and spawning of two Soleidae *Solea lascaris* and *S. impar* on the western coast of Brittany. Journal of Fish Biology. 35, pp. 49-58.

Déniel C. et Tassel M. 1986. Reproduction et croissance de la Limande *Limanda limanda* (Linnaeus 1758) (Téléostéen, Pleuronectidae) en Manche orientale et baie de Douarnenez. Cybium. 10, pp. 155-176.

Descatoire A. 1967. Les peuplements sessiles de l'archipel de Glénan. Spongiaires. Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle. Paris.

Diadhiou H. 1986. Alimentation et structures démographiques des juvéniles de *Solea lascaris* (Risso, 1810) et *Solea impar* (Bennet, 1831) sur quelques nourriceries de la pointe de Bretagne. DEA. Université de Bretagne Occidentale. 30 pages.

Diallo M. 1987. Le peuplement ichthyologique de l'Aber en Crozon. Composition, évolution, reproduction et croissance d'une espèce caractéristique, l'équille *Ammodytes tobianus* L., 1758. Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle. Université de Bretagne Occidentale. 154 pages.

Dillière L. 1993. Etude éco-éthologique d'une population de dauphins sédentaires secteur de l'île de Sein. Thèse de doctorat vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, 110 pages.

Dizerbo A.H. 1959. L'Ophioglossum lusitanicum L. (Ophioglossacées, Fougères) dans le Massif Armoricaïn. Ses stations d'Ouessant (Finistère). Bull. Soc. Sc. De Bretagne, 34, pp. 75-77.

Dizerbo A.H. 1952. Quelques aspects de la végétation marine d'Ouessant. Bull. Soc. Sc. Nat; Ouest de la France, 6^{ème} série, 2 pp. 3-5.

Dizerbo A.H. 1982. La végétation terrestre de l'archipel de Molène. Penn ar Bed, 110, pp. 112-115.

Dizerbo A.H. 1985. La flore vasculaire de l'archipel de Molène et de l'île d'Ouessant (Finistère). Bull. Soc. Sc. Bretagne, 57 (1-2), pp. 67-80.

- Dizerbo A.H. Gasnier M. et Le Normand M. 1956. Notes sur la flore d'Ouessant. Penn ar Bed, 9, pp. 1-5.
- Dorval P. 1968. Statut actuel des oiseaux marins nicheurs en Bretagne. II; Baie de Douarnenez et côte sud du Finistère. Ar Vran, 1, pp. 50-74.
- Duguy R. 1988. Les phoques des côtes de France. Ann. Soc. Sci. Nat. Char. Marit. Supplément, 52 pages.
- Duguy R. 1990. Le renforcement des populations de phoques gris et de phoque veau-marin sur les côtes de France. Rev. Ecol. (Terre Vie), suppl. 5, pp. 197-202.
- Dupuy P.Y. 1993. Mesures des courants forts dans les passages resserrés de l'Iroise et dans la rade de Brest : analyse des profils de courant mesurés. SHOM, Brest.
- Fey A. 1967. Les peuplements sessiles de l'infralittoral rocheux de l'archipel de Glénan. Hydraires et Bryozoaires. Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle. Paris.
- Fifas S. 1984. Etude des facteurs physico-chimiques du milieu et des populations de poissons plats sur les nurseries intertidales du finistère. DEA. Université de Bretagne Occidentale. 31 pages.
- Fifas S. 1998. Campagne PERCOL (Pêche et écologie des ressources coquillères du large). Résultats préliminaires. Ifremer Brest, DRV/RH. 24 pages.
- Floc'h J.Y. 1964. Distribution verticale et écologique des algues marines sur les côtes bretonnes. Penn ar Bed, vol. 4, n°37, pp : 182-190.
- Floc'h J.Y. 1965. Répartition des phéophycées dans l'archipel de Molène (Finistère). I. Cartes de molène et de Quéménès. Phycologia, vol. 4, n° 3, pp. 135-140.
- Floc'h J.Y. 1966. Photographie aérienne et végétation marine, cas particulier de l'estran. Société d'études géomorphologiques et d'interprétation de photographies aériennes. n°3, 11 pages.
- Floc'h J.Y. 1967. Cartographie de la végétation marine et observations écologiques dans l'archipel de Molène (Finistère). Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle. Université de Rennes. 135 pages, 13 cartes.
- Floc'h J.Y. 1969. On the ecology of *Bonnemaisonia hamifera* in its preferred habitats on the western coast of Brittany (France). British Phycol. J., 4(1), pp. 91-95.
- Floc'h J. Y. 1970. Cartographie de la végétation marine dans l'archipel de Molène (Finistère). Rev. Inst. Pêches marit., 34 (1), pp : 89-120.
- Floc'h J.Y. 1982a. Quelques aspects de l'écologie des algues marines de l'archipel de Molène. Penn ar bed, 13 (110), pp. 116-123.

- Floc'h J.Y. 1982b. Biologie des algues exploitées en Bretagne. Penn ar Bed 13 (1-2), 108-109, pp. 28-35.
- Gaertner D. 1980. Etude biométrique des deux morphes de *Solea lascaris* (Risso 1810) en baie de Douarnenez. DEA. Université de Bretagne Occidentale. 57 pages.
- Gaertner D. 1982. Analyse biométrique de *Solea lascaris* (Risso, 1810) en baie de Douarnenez (Finistère). Cybium. 3^{ème} série, 6 (2), pp. 15-33.
- Gehu J.M. 1981. Approche sectorielle par milieu homogène des écosystèmes littoraux (les falaises). Ministère Environnement/Institut Européen d'Ecologie, Metz, 190 pages.
- Gherbi-Barré A. 1983. Biologie de *Trisopterus luscus* (L. 1758) de la baie de Douarnenez (reproduction, croissance, régime alimentaire). Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle. Université de Bretagne Occidentale. 92 pages.
- Glémarec M. 1964a. Bionomie benthique de la partie orientale du golfe du Morbihan. Cah; Biol. Mar., 5, pp. 33-96.
- Glémarec M. 1964b. Le genre *Abra* sur les côtes atlantiques de Bretagne. Systématique et écologie. J. Conchyl, CIV, pp.15-28.
- Glémarec M. 1969. Les peuplements benthiques du plateau continental Nord-Gascogne. Thèse de doctorat d'état. Paris.
- Glémarec M. 1988. Les facteurs déterminant la distribution des bivalves actuels sur les plateformes nord-est Atlantique. Géologie Méditerranéenne, tome XV, n°1, pp. 73-81.
- Glémarec M. 1973. The benthic communities of the european north Atlantic continental shelf. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 11, pp. 263-289.
- Glémarec M. 1994. Classification of soft habitats in the Gulf of Gascony and English Channel. Proceedings of BioMar-Life workshop held in Cambridge. Pp. 102-105.
- Glémarec M. 1997. Les biocénoses benthiques *in* les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantique, Manche et mer du Nord. Synthèse menaces et perspectives. Muséum National d'Histoire Naturelle. Pp. 45-46.
- Glémarec M. et Monniot C. 1966. Répartition des Ascidies des fonds meubles de la côte sud de Bretagne. Cah. Biol. Mar., 7, pp. 343-366.
- Godeau M., Bioret F. et Bouzillé J.B. 1989. Valeur systématique et phytosociologique de deux taxons du Massif Armoricaïn : *Silene montana* Arr. et *Solanum maritimum* (Bab). Colloques Phytosociologiques, 18, "phytosociologie littorale et taxonomiques", Bailleul, oct. 1989, pp.53-80.
- Gourmelon F., Bioret F., Brigand L., Cuq F., Hily C., Jean F., Le Berre I. et Le Demez M. 1995. Atlas de la réserve de Biosphère de la mer d'Iroise : inventaire numérique des milieux

terrestres, intertidaux et marins. Annales scientifiques de la réserve de Biosphère de la mer d'Iroise. Brest, CROEMI,UBO, 96 pages.

Gourmelon F., Guinet C. et Jean F. 1994. Le SIG de la réserve de biosphère de la mer d'Iroise première synthèse cartographique d'une stratification intertidale. Mappemonde, n° 4/93, pp. 28-29.

Graham A. 1988. Molluscs : Prosobranch and Pyramidellid Gastropods. Synopsis of the British Fauna (new series) edited by D. M. Kermack and R. S. K. Barnes. 662 pages.

Grall J. et Glémarec M. 1997. Biodiversité des fonds de maërl en Bretagne : approche fonctionnelle et impacts anthropiques. Vie Milieu, 47 (4), pp. 339-349.

Grall J.R., Le Corre P., Le Fèvre J., Marty Y. et Tournier B. 1981. Caractéristiques estivales de la couche d'eau superficielle dans la zone des fronts thermiques Ouest-Bretagne. Océanis, 6, pp. 235-249.

Guerlesquin M. 1986. Compte rendu sommaire de la 109^{ème} Session extraordinaire de la Société Botanique de France dans le Finistère : 5 au 11 juin 1979. Bull. Soc. Bot. France, 133, Lettres Botaniques, 1 pp. 97-108.

Guermeur Y. 1980. Réserves de l'île d'Ouessant. Penn ar bed, 101, pp. 256-259.

Guermeur Y. 1994 à 1997. Bulletin du Centre Ornithologique d'Ouessant.

Guermeur Y. à paraître. Liste des oiseaux d'Ouessant. C.E.M.O.

Guermeur Y. et Monnat J.Y. 1980. Histoire et géographie des oiseaux nicheurs de Bretagne. SEPNB/Ar Vran, Brest.

Guilcher A. 1948. Le relief de la Bretagne méridionale, de la baie de Douarnenez à la Vilaine. Géographie. Paris, La Roche sur Yon, 682 pages.

Guilcher A. 1950. L'île de Beniguet (Finistère), exemple d'accumulation en queue de comète. Bull. C.O.E.C., II, 7, pp. 243-250.

Guilcher A. 1957a. Quelques aspects et problèmes morphologiques et sédimentologiques de l'île d'Ouessant. Norois. Poitiers. n° 15, t. 4, pp. 289-304.

Guilcher A. 1957b. A propos de la vallée fossile de Lampaul à Ouessant. Norois. Poitiers. n° 16, t. 4, pp. 507-508.

Guilcher A. 1958. Les accumulations sous-marines du plateau de Molène et de la Chaussée de Sein (Finistère). 83^{ème} Colloque International du CNRS (Nice), topographie et géologie des profondeurs océaniques, pp. 109-141.

Guilcher A. 1959. L'archipel de Molène (Finistère). Etude morphologique. Revue. de Géographie. Physique. et de Géologie Dynamique. (2), vol. II, fasc. 2, pp. 81-96.

- Guilcher A., B. Adrian et Blanquart A. 1959. Les "queues de comète" de galets et de blocs derrière des roches isolées sur les côtes Nord-Ouest et Ouest de la Bretagne. *Norois*. Poitiers. n° 22, t. 6, pp.125-145.
- Guillou J. 1980. Les peuplements de sables fins du littoral Nord-Gascogne. Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle. Université de Bretagne Occidentale. 209 pages.
- Guillou J. 1982. Variabilité des populations de *Donax trunculus* et *Donax vittatus* en baie de Douarnenez. *Netherlands J. Sea Research*, 16, pp. 88-95.
- Guillou J. 1984. Population dynamics of *Echinocardium cordatum* (Pennant) in the bay of Douarnenez (Brittany). *Proceedings of the Fifth International Echinoderm Conference*, Galway, pp. 275-280.
- Guillou J. 1985. Aspects de la variabilité des populations de la macrofaune des sables fins en baie de Douarnenez. *Oceanis*, vol. 11, fasc. 3, pp. 243-252.
- Guillou J. et Le Moal Y. 1978. Variabilité spatio-temporelle des populations de *Donax* en baie de Douarnenez. *Haliotis*, 9(1), pp. 77-80.
- Guillou J. et Le Moal Y. 1980. Aspects de la dynamique des populations de *Donax vittatus* et *Donax trunculus* en baie de Douarnenez. *Annales de l'Institut Océanographique*, Tome 56, Fasc. 1, pp.55-64.
- Guillou J. et Robert R. 1979. Principaux aspects de la dynamique d'une population d'*Ophiura texturata* en baie de Douarnenez. *Actes du colloque européen sur les Echinodermes*, Bruxelles, pp. 171-177.
- Guillou J. et Sauriau P. 1985. Some observations on the biology and the ecology of a *Venus striatula* population in the bay of Douarnenez, Brittany. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 65, pp. 889-900.
- Guillou M. 1980. Données sur la croissance d'*Asterias rubens* en Bretagne sud. *Actes du Colloque européen sur les Echinodermes*, Bruxelles, pp. 179-186.
- Guillou M. 1981. Les populations d'*Asterias rubens* L. (Echinodermata : Asteroidea) en baie de Douarnenez (Finistère). Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle. Université de Bretagne Occidentale. 122 pages
- Guillou M. 1983. La croissance d'*Asterias rubens* L. (Echinodermata Asteroidea) en baie de Douarnenez (Finistère). *Annales de l'Institut Océanographique*, Tom. 59, fasc. 2, pp.141-154.
- Guillou M. 1985. Dynamique des populations d'étoiles de mer en baie de Douarnenez (Finistère). *Oceanis*, Vol. 11, Fasc. 3, pp. 253-261.
- Guillou M. 1988. Relations biotiques entre échinodermes en baie de Douarnenez (Finistère). *Actes du VI^e séminaire international sur les échinodermes*. Ile des Embiez (Var-France), pp.259-260.

- Guillou M. 1990. Biotic interactions between predators and super-predators in the bay of Douarnenez, Brittany. Trophic Relationships in the Marine Environment. Proc. 24th Europ. Mar. Biol. Symp. M. Barnes and R. N. Gibson Editors. Aberdeen University Press. Pp. 141-156.
- Guillou M. 1996. Biotic and abiotic interactions controlling starfish outbreaks in the bay of Douarnenez, Brittany, France. *Oceanologica Acta*, 19, 3-4, pp. 415-420.
- Guillou M. et Guillaumin A. 1984. Variations in the growth rate of *Asterias rubens* (L.) from west and south Brittany (France). Proceedings of the fifth Inter. Echinoderm Conference, Galway, pp. 513-521.
- Hallégouët B. 1982a. L'archipel de Molène. *Penn-ar-Bed*. Brest. 110, pp. 79-82.
- Hallégouët B. 1982b. Géomorphologie de l'archipel de Molène. *Penn-ar-Bed*. Brest. 110, pp.83-97.
- Hallégouët B. 1993. Elaboration des paysages armoricains : rôle des données structurales et de l'évolution géomorphologique. *Penn ar Bed*, 148/149, pp. 18-31.
- Hallégouët B. 1984. Contribution à l'étude géomorphologique de l'archipel de Molène. 107^{ème} congrès nat. Soc. Sav., Brest. *Géographie*, pp. 61-77.
- Hallégouët B. et Hénaff A. 1995. L'engraissement des plages de l'anse de Dinan, à l'ouest de la presqu'île de Crozon, en Bretagne occidentale. *Norois, Poitiers*, t. 42, n° 165, pp. 131-152.
- Hardegen M. et Bioret F. 1999. Contribution à l'étude phytosociologique des landes littorales du Finistère (Bretagne, France) : le cap de la Chèvre (Presqu'île de Crozon) et l'île d'Ouessant. *Colloques Phytosociologiques, XXVI*, Bailleul, 1997, à paraître.
- Heim de Balzac H. 1940a. Faune mammalienne des îles littorales Atlantiques. *C. R. Acad. Scien. Paris*, 211, pp. 212-214.
- Heim de Balzac H. 1940b. Peuplement mammalien d'îles Atlantiques françaises. *C. R. Acad. Scien. Paris*, 211, pp. 296-298.
- Heim de Balzac H. 1951. Peuplement mammalien des îles françaises : Ouessant. *C. R. Acad. Scien. Paris*, 233, pp. 1678-1680.
- Heim de Balzac H. et De Beaufort F. 1966. La crocidure de l'île de Sein. Sa position parmi les populations françaises de *Crocidura suaveolens*. *Mammalia*, 30, pp. 634-636.
- Hémery G., Bargain B., Bioret F., Cuillandre J.P., Guerneur Y. Hamon J., Monnat J.Y., Thomas A. et Vansteenwegen C. 1995. Effets de la prédation et du dérangement par les goélands (*Larus sp.*) sur la dynamique des populations de pétrels-tempête *Hydrobates pelagicus* dans le Golfe de Gascogne. Influence sur la végétation. L'île de Banneg (archipel de Molène, Bretagne). *Rapport SRETIE/CROEM*, pp. 50-62.

Hénaff A; 1998. Morphologie dynamique et budget sédimentaire des estrans meubles de la façade occidentale de la presqu'île de Crozon, de l'anse de Combrit et de l'anse du Pouldu. Doctorat d'Université, Université de Bretagne occidentale, 441 pages.

Hénaff A. et Bodéré J.C. 1999. Modifications récentes des apports biodétritiques littoraux : conséquence sur le budget sédimentaire des estrans sableux du massif armoricain. Rev. Géogr. Lyon, vol. à paraître.

Henry J. et Monnat J.Y. 1980. Les réserves d'oiseaux de mer en Bretagne. Penn ar Bed, vol. 12, n° 103, pp: 381-396.

Henry J. et Monnat J.Y. 1981. Oiseaux marins de la façade atlantique française. Rapport SEPNEB/MER, 337 pages.

Hily C. 1997. Les herbiers de zostères de Bretagne : Inventaire des sites. Rapport UBO/Région Bretagne-Direction Régionale de l'Environnement Bretagne, 48 pages.

Hily C. et Cuillandre J.P. 1991. Réserve de biosphère de la mer d'Iroise : activités humaines en milieu marin. Brest, MAB UNESCO/Conseil Général du Finistère/UBO.

Hily C. et Jean F. 1997. Macrobenthic biodiversity in intertidal habitats of the Iroise biosphere reserve (Brittany, France). J. mar. Biol. Ass. U.K., 77, pp. 311-323.

Hily C., Le Viol I., et Kerbiriou C. 1997. Inventaire et écologie des invertébrés de la réserve naturelle d'Iroise. Rapport 1^{ère} phase. CROEMI/UBO/MAB UNESCO/Ministère de l'Environnement, 45 pages.

Hinschberger F. 1962a. Les hauts fonds sableux de l'Iroise et leurs rapports avec les courants de marée. Bull. du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, section de Géographie. (75), pp. 53-80.

Hinschberger F. 1962b. Résultats de 14 stations hydrologiques dans L'Iroise et à ses abords. Comptes Rendus Ac. Sc. Paris, T. 255, pp. 2629-2631.

Hinschberger F. 1963. Un problème de morphologie sous-marine : la fosse d'Ouessant. Norois, (10), 39, pp. 217-233.

Hinschberger F. 1969. L'Iroise et les abords d'Ouessant et de Sein. Etude de morphologie et de sédimentologie sous-marines. Thèse de doctorat d'état. Université de Caen. Unité d'Enseignement et de Recherche des Sciences de la Terre et de l'Aménagement Régional. 307 pages.

Hinschberger F. 1970. L'Iroise et les abords d'Ouessant et de Sein. Etude de morphologie et de sédimentologie sous-marines. Université de Caen. Faculté des Lettres et Sciences Humaines. 309 pages.

Hinschberger F. et Corlay J.P. 1967. Reconstitution d'un réseau hydrographique immergé autour d'Ouessant et du plateau de Molène (Finistère). Norois, (14), 56, pp. 569-584.

- Hinschberger F. et Guilcher A. 1962. Les bancs de sable sous-marins des abords d'Ouessant et de la chaussée et de la Chaussée de Sein (Finistère). *Compte Rendus Ac. Sc. Paris*, T. 254, pp. 4065-4067.
- Hinschberger F. et R.B. Pauvret 1968. Les fonds sous-marins de l'Iroise et de la baie de Douarnenez (Finistère) : reconstitution d'un réseau hydrographique immergé. *Norois*, (15), 58, pp. 213-225.
- Hinschberger F., Saint-Requier A. et Toulemont A., 1967. Recherches sédimentologiques et écologiques sur les fonds sous-marins dans les parages de la Chaussée de Sein (Finistère). *Revue des Trav. Inst. Sc. Et Technique des Pêches Maritimes*, (31), 4, pp. 425-448.
- Holligan P.M., Harris R.P., Newell R.C., Harbour D.S., Head R.N., Linley E.A.S., Lucas M.I., Tranter P.R.G. et Weekley C.M. 1984a. Vertical distribution and partitioning of organic carbon in mixed, frontal and stratified waters of the English Channel. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 14, pp. 111-127.
- Holligan P.M., Le B., Williams P.J., Purdie D. et Harris R.P. 1984b. Photosynthesis, respiration and nitrogen supply of plankton populations in stratified, frontal and tidally mixed shelf waters. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 17, pp. 201-213.
- Hussenot E. 1980. Le grand dauphin *Tursiops truncatus* en Bretagne : types de fréquentation. *Penn ar Bed*, 12 (103), pp. 355-380
- Hussenot E., Creton P. et Ridoux V. 1996. Cetaceans in Brittany : a synthesis of stranding data collected since 1976. *Proc. 1^{er} European Congress of Mammalogy*. Lisbonne, pp. 83-93.
- Jean F., Guinet C. et Hily C. 1993. Réserve de la biosphère d'Iroise : inventaire quantitatif de la macrofaune intertidale. *Rapport UBO/ Parc Naturel Régional d'Armorique*, 65 pages.
- Jonin M. 1990. Les sternes de Bretagne : oiseaux sous haute surveillance. *Penn ar Bed*, 138, pp. 11-15.
- Kerambrun L. 1984. Contribution à l'étude de la fertilité des fonds rocheux côtiers de Bretagne. Thèse de 3^{ème} cycle. Université de Bretagne Occidentale. 2 volumes, 150 pages et 51 pages.
- Kerbiriou C., Le Viol I., Guerneur Y., Le Gall J.Y. et Bernard F. à paraître. Les îles de la mer d'Iroise : une zone d'hivernage d'importance nationale pour les limicoles.
- Lafargue F. 1967. Les peuplements sessiles de l'infralittoral de l'archipel de Glénan. Anthozoaires et Ascidies. Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle. Paris.
- Lafond J.P., Ridoux V., Creton P. et Yésou P. 1996. Les phoques autour de la réserve de Béniguet (Finistère). *Bulletin mensuel de l'ONC* 216, pp. 16-25.
- Lafontaine L. 1986. Présence historique de la loutre sur les côtes de Bretagne. *S.E.P.N.B/ World Wildlife Fund*, 52 pages.

- Lafontaine L. 1991. La loutre et la route. Rapport d'étude DRAE-Bretagne/ P.N.R. d'Armorique, 114 pages.
- Lafontaine L. 1992. Etudes scientifiques préalables à la valorisation de l'étang de Kerloc'h (Communes de Crozon et Camaret, Département du Finistère) : inventaire mammologique, incidences sur l'élaboration d'un plan de gestion dans le cadre d'une procédure d'acquisition menée par le Conservatoire de l'Espace littoral et de rivages lacustres. GMB/Conservatoire du Littoral/PNR d'Armorique. 45 pages.
- Latrouite D. et Le Foll D. 1989. Données sur les migrations des crabes tourteau *Cancer pagurus* et araignées de mer *Maja squinado*. Océanis, Vol. 15, Fasc. 2, pp.133-142.
- Le Berre I. 1997. Réserve de biosphère de la Mer d'Iroise : carte de synthèse. Conseil Général du Finistère/CROEMI/Géosystèmes/MAB UNESCO/Ministère de l'Environnement, 1/30 000.
- Le Berre I. 1999. Mise au point de méthodes d'analyse et de représentation des interactions complexes en milieu littoral. Thèse de doctorat d'université. Université de Bretagne Occidentale, 230 pages.
- Le Blanc C. 1987. Les modalités de l'ovogenèse et de la ponte chez deux soleidae de mer d'Iroise : *Solea lascaris* (Risso, 1810) et *Solea impar* (Bennet, 1831). DEA. Université de Bretagne Occidentale. 31 pages.
- Le Duff M. 1997. Cinétique de l'ovogenèse et stratégies de ponte chez les Poissons Téléostéens en milieu tempéré. Thèse de doctorat d'université. Université de Bretagne Occidentale. 170 pages.
- Le Duff M., Quiniou L. et Déniel C. 1996. Cinétique de l'ovogenèse et stratégie de ponte chez la limande *Limanda limanda*, en mer d'Iroise et en Manche orientale. Aquat. Living Resour. 9 pp. 249-256.
- Le Fèvre 1986. Aspects of the biology of frontal systems. Adv. Mer. Biol., 23, pp. 163-299.
- Le Foll A. 1982. La pêcherie du tourteau *Cancer pagurus* sur les côtes de Bretagne sud : déplacements, croissance, reproduction. Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle. Université de Bretagne Occidentale.
- Le Foll D. 1993. Biologie et exploitation de l'araignée de mer *Maja squinado* herbst en Manche Ouest. Thèse de doctorat d'université. Université de Bretagne Occidentale. 517 pages.
- Le Hir M. en préparation. Biodiversité des estrans des îles et îlots de la pointe de Bretagne.
- Le Hir M. et Hily C. 1998. Fonction écologique de la zone intertidale de la réserve de biosphère d'Iroise : rôle dans le cycle biologique des crabes exploités et projet pédagogique. Rapport UBO/Conseil Général du Finistère-Direction Régionale de l'Environnement Bretagne, 66 pages.
- Le Moal Y. 1993. Variabilité spatio-temporelle interannuelle des populations de *Donax* en baie de Douarnenez. Bull. Ecol. T 24 (2-3-4), pp : 75-77.

- Le Moal G. 1996. Variations interannuelles et saisonnières de l'utilisation de l'espace par les grands dauphins de l'archipel de Molène. Contrat Nature Mammifères Marins, 25 pages.
- Le Viol I. et Kerbiriou C. 1997. Analyse de la biodiversité des invertébrés terrestres de l'archipel de Molène. Communication O.N.C., 17 pages.
- Le Viol I. et Kerbiriou C. à paraître. Contribution à l'inventaire des araignées d'Ouessant.
- Le Viol I. et Kerbiriou C. à paraître. Inventaire des invertébrés terrestres de l'archipel de Molène. Rapport 2^e phase : Molène et ses Ledenez.
- Le Viol I. et Kerbiriou C. à paraître. Inventaire des invertébrés terrestres de l'archipel de Molène. Rapport 3^e phase : rapport final.
- Le Viol I. et Kerbiriou C. à paraître. Inventaire des gastéropodes terrestres des îles de la mer d'Iroise (Ouessant, archipel de Molène, Sein). Elona.
- Linard J.C. 1984. Quelques données sur la biologie de reproduction du goéland argenté à Banneg. Travaux des Réserves, SEPNB, 2, pp. 28-31.
- Linard J.-C. 1985. Aspects de la biologie de reproduction du goéland brun à Banneg. Travaux des Réserves, SEPNB, 3, pp. 35-39.
- Liret C. 1993. Aspects de l'écologie alimentaire du grand dauphin, *Tursiops truncatus*, autour de l'île de Sein. DEA, Université de Bretagne Occidentale, 26 pages.
- Liret C., Creton P., Ridoux V. 1995. Seasonal variations in habitat use and activity budget by resident bottlenose dolphins at île de Sein, France. European Research on Cetaceans, 9, pp. 146-149.
- Liret C., Creton P., Guinet C., Ridoux V. 1997. Les grands dauphins de l'île de Sein. Penn ar Bed, 157-158, pp.35-44.
- Lucas A. 1960. Les captures de phoques en Bretagne. Penn ar Bed, 2 (21), pp. 184-190.
- Man-Wai R. 1978. Les œufs et les larves de Poissons Téléostéens de la baie de Douarnenez et de la Manche occidentale. DEA. Université de Bretagne Occidentale. 58 pages et 25 planches.
- Maout J. 1990. Etat actuel des populations d'oiseaux marins de Bretagne. Penn ar Bed, 136, pp. 1-9 et 40-42.
- Maout J. 1997. Grand gravelot. *In* Les oiseaux nicheurs de Bretagne 1980-1985. G.O.B., pp. 108-109.
- Marec A. et Hirschberger F. 1975. Carte sédimentologique sous-marine des côtes de France, feuille de Plabennec. Paris, DGRST, CNEXO, IGN, 1/100 000.
- Mariette V. 1983. Effets des échanges atmosphériques sur la structure thermique marine : application à des zones du large et à une zone côtière. Thèse de doctorat d'Etat. Université de Bretagne Occidentale, Brest. 282 pages.

- Mariette V. et B. Le Cann 1985. Simulation of the formation of Ushant thermal front. *Continental Shelf Research*, vol. 4, n° 6, pp. 637-660.
- Mariette V., Rougier G., Salomon J.C. et Simon B. 1982. Courants de marée en Mer d'Iroise. *Océanologica. Acta*, 5, pp. 149-159.
- Mariette V., Verbeque V. et Rougier G. 1985. Circulation résiduelle et zone frontale dans le domaine côtier. Colloque d'océanographie spatiale, 19-20 novembre 1985. Ifremer-Brest.
- Marsac F. 1979. Etude du cycle sexuel de la barbue femelle *Scophthalmus rhombus* L. DEA. Université de Bretagne Occidentale. 45 pages.
- Miossec L. 1978. Données sur la fécondité de *Pleuronectes platessa* (L.) et de *Platichthys flesus* (L.) en baie de Douarnenez. DEA. Université de Bretagne Occidentale. 43 pages.
- Monnat J.Y. 1968. Statut actuel des oiseaux marins nicheurs en Bretagne. I. Iroise. *Ar Vran*, 1, pp. 1-30.
- Monnat J.Y. 1980. Statut actuel des oiseaux marins nicheurs en Bretagne. Limicoles. *Ar Vran*, 9, pp. 1-10.
- Monnat J.Y. 1982. Intérêt ornithologique de l'archipel de Molène. *Penn ar Bed*, 110, pp. 134-143.
- Moreau Y. 1979. Etudes du régime alimentaire chez deux poissons plats (*Pleuronectes platessa* L. & *Limanda limanda* L.) de la baie de Douarnenez en fonction de l'âge. DEA. Université de Bretagne Occidentale. 38 pages.
- Morin P. 1984. Evolution des éléments nutritifs dans les systèmes frontaux de l'Iroise : assimilation et régénération ; relation avec les structures hydrologiques et les cycles de développement du plancton. Thèse de doctorat de spécialité. Université de Bretagne Occidentale, Brest. 220 pages.
- Morin P., Wafar M.V.M. et Le Corre P. 1993. Estimation of nitrate flux in a tidal front from satellite-derived temperature data. *J. Geophys. Res.*, 98, pp. 4689-4695.
- Morin P., Conan O. et Le Corre P. 1994. Fronts thermiques de marée : Cas des fronts de Manche Occidentale et de la mer Celtique. *Océanis*, Vol. 20, Fasc. 6, pp. 21-43.
- Pascal M., Bioret F., Yésou P. et D'Escrienne L.G. 1994. L'inventaire des micromammifères de la réserve de faune de l'île de Béniguet (Finistère). *Gibier Faune Sauvage*, vol. 11, pp. 65-81.
- Pinot J.P. 1997. Une biocénose menacée par la surexploitation : le maërl, cas de la baie de Concarneau. *In* Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantique, Manche et mer du Nord. Synthèse, menaces et perspectives. Muséum National d'Histoire Naturelle, pp.149-158.
- Piriou J.Y. 1987. Cartographie de la végétation marine sur le littoral bas-léonard. Rapport Dero 87/22 EL. Ifremer, centre de Brest, 48 pages.

- Potin P., Floc'h J.Y., Augris C. et Cabioc'h J. 1990. Annual growth rate of the calcareous red alga *Lithothamnion corallioides* in the bay of Brest; *Hydrobiologica*, 204/205, pp. 263-267.
- Prenant M. 1939. Etudes de biologie intercotidale. La baie de Douarnenez et ses abords. *Bull. Biol. France-Belgique*, pp. 451-476.
- Prenant M. 1963. Etudes écologiques sur les sables intercotidaux, II : distribution des granulométries sur les plages bretonnes exposées au large; *Cah. Biol. Mar.*, vol. 4, n°4, pp. 353-497.
- Prieur D. 1977. Le phoque gris en Bretagne. *Doc dactylo.*, SEPNB, Brest, 37 pages.
- Prieur D. 1979; Observations de requins pèlerins (*Cethorinus maximus*) dans l'Iroise. *Penn ar Bed*, n° 98, 12 (3), pp. 138-139.
- Prieur D. 1982. Le phoque gris en France. : propositions pour le maintien de l'espèce. Actes VI^e coll. Soc. Franç. Etude et la Protection des Mammifères, pp. 13-15.
- Prieur D et Duguy R. 1978. Le statut du phoque gris (*Halichoerus grypus*) en France. *C.I.E.M.*, n°10, 4 pages.
- Prieur D. et Duguy R. 1979. Nouvelles données sur le statut du phoque gris (*Halichoerus grypus*) en France. *C.I.E.M.*, n°10, 4 pages
- Prieur D. et Duguy R. 1981. Les phoques des côtes de France, III, le phoque gris *Halichoerus grypus* (Fabricius, 1791). *Mamm.* 45 (1), pp. 83-94.
- Prieur D. et Hussenot E. 1983. Les mammifères marins de l'archipel de Molène. *Penn ar Bed*, 13 (110), pp. 144-148.
- Quiniou F. 1985. La pêche au chalut à perche en baie de Douarnenez. 1- Aspect qualitatif et quantitatif. DEA. Université de Bretagne Occidentale. 32 pages.
- Quiniou-Le Mot F. et Quiniou L. 1977. Les espèces de poissons chalutées en baie de Douarnenez. Importance, répartition géographique. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.* 41 (1), pp. 93-105.
- Quiniou L. 1985. La pêche au chalut en baie de Douarnenez. 2- Données sur la biologie d'un Gadidé : *Trisopterus minutus* L. DEA. Université de Bretagne Occidentale. 26 pages.
- Quiniou L. 1978. Les Poissons demersaux de la baie de Douarnenez. Alimentation et écologie. Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle. Université de Bretagne Occidentale. 222 pages.
- Quiniou L. 1986. Les peuplements de Poissons demersaux de la pointe de Bretagne. Environnement, écologie, structure démographique, relations trophiques. Thèse de doctorat d'état. Université de Bretagne Occidentale. 350 pages.

Quiniou L. et Déniel C. 1985. Les poissons benthiques de la baie de Douarnenez, de la rade de Brest et de l'Iroise. *Oceanis*. Vol. 11, Fasc. 3, pp. 277-286.

Rabarison Andriamirado G. A. 1978. Régimes alimentaires de raies juvéniles : *Raja montagui* Fowler, 1910 ; *Raja brachyura* Lafont, 1973 ; *Raja clavata* L., 1758 en baie de Douarnenez. DEA. Université de Bretagne Occidentale. 36 pages.

Raffin C. en préparation. Bases biologiques et écologiques de la conservation de la biodiversité en mer d'Iroise. Thèse de doctorat d'université.

Ramé G. 1994. Effets de la prédation sur la reproduction du goéland argenté à la réserve de Goulien cap Sizun. *Travaux des réserves, SEPNEB*, 10-11, pp. 85-113.

Ridoux V., C. Guinet, C. Carcaillet et Creton P. 1994. Utilisation de l'espace par les mammifères marins et propositions de zonage. Réserve de la Biosphère de L'Iroise, 51 pages.

Ridoux V., C. Guinet, C. Carcaillet, Creton P. et Lafond J.P. 1996. Utilisation de l'espace par les mammifères marins dans l'archipel de Molène. *Penn ar Bed*, 157-158, pp. 50-59.

Ridoux V. et Lafontaine L. 1995. Enquête sur le statut des phoques et de la loutre le long des côtes de Bretagne. Océanopolis et réseau SOS Loutres/Ministère de l'Environnement, DNP. 5 pages.

Robequain C. 1935. Les côtes d'Ouessant. A.F.A.S., 59^{ème} session, Nantes, pp.557-560.

Robien C. de 1756. Histoire ancienne et naturelle de la province de Bretagne.

Rodriguez A. 1996. Les soles poles *Solea lascaris* et *Solea impar* à la pointe de Bretagne. Reproduction, croissance, alimentation. Thèse de doctorat de doctorat d'université. Université de Bretagne Occidentale. 264 pages.

Rodriguez A. 1996. Régime alimentaire de deux Soleidae, *Solea lascaris* et *Solea impar* de la côte ouest de Bretagne. *Cybium*. 20 (3), pp. 261-277.

Roger Y. 1994. Elaboration d'un protocole d'observation des rythmes d'activité du phoque gris (*Halichoerus grypus*) dans l'archipel de molène. D.E.S.S. d'éthologie appliquée et chronobiologie des comportements. Université de Paris XIII, 22 pages.

Roux F. 1957. Sur la présence de phoques à l'île d'Ouessant. *Penn ar Bed*, 1 (11), pp. 13-18.

Royou A. et Arzel P. 1994. Cartographie et évaluation des champs de *Laminaria digitata* dans l'archipel de Molène après enquête auprès des goémoniers. Rapport DRV/RH Ifremer, centre de Brest, 34 pages.

Saint-Girons M.C. et Nicolau-Guillaumet P. 1987. Les phénomènes d'insularité dans les îles du Ponant (France). Mammifères et oiseaux. *Bull. Soc. Zool. France*, 112, pp. 61-79.

Samb A. 1976. Données sur la croissance de *Pleuronectes platessa*, *Limanda limanda* et *Solea lascaris*, en baie de Douarnenez. DEA. Université de Bretagne Occidentale. 61 pages.

- S.E.P.N.B. 1983. Le phoque gris en France, exigence de l'espèce et sites favorables à la reproduction. Doc. dactylo., Brest, 43 pages.
- S.E.P.N.B. 1985. Béluga, Annuaire de mammalogie marine n°1, 109 pages.
- S.E.P.N.B.-Bretagne Vivante 1995. Oiseaux de mer de Bretagne. 120 pages.
- SHOM 1994. Courants de marée de la côte ouest de Bretagne : de Goulven à Penmarc'h. Paris, Service hydrographique et Océanographique de la marine, 44 pages.
- Simpson J.H. 1981. The shelf sea fronts : implications of their existence and behaviour. Phil. Trans. R. Soc. London. A 302, pp. 531-546.
- Thiebaut C. 1875. Une excursion botanique aux îles de Molène, Ouessant et de Sein. Bull. Soc. Bot. France, pp. 27-30.
- Thomas A. 1988. The choughs in Brittany : numbers and distribution. In Bignal E. M., Curtis D. J. : Choughs and Land-use In Europe, Proceeding of an International Workshop on the conservation of the chough, *Pyrrhocorax pyrrhocorax*. EC 11-14 November 1988, pp. 23-24.
- Tiberghien G., Le Viol I. et Kerbiriou C. Premier inventaire des coléoptères de l'île d'Ouessant. Bull. Soc. Ent. de France. A paraître.
- Toulemont A. 1972. Influence de la nature granulométrique des sédiments sur les structures benthiques. Baies de Douarnenez et d'Audierne (Ouest-Finistère). Cahiers de Biologie Marine, Tome XIII, pp. 91-136.
- Toulmond A. 1964. Les Amphipodes des faciès sableux intertidaux de Roscoff. Aperçus faunistiques et écologiques. Cah. Biol. Mar., 5, pp. 319-342.
- Toulmond A. et Truchot J.P. 1964. Inventaire de la faune marine de Roscoff. Amphipodes et Cumacés. Trav. Stat. Biol. Roscoff, 15, pp. 1-42.
- Tresnati J. 1992. Le comptage et la mesure des ovocytes pour la détermination de la fécondité de la plie (*Pleuronectes platessa*) à la loupe binoculaire et par l'analyse d'images. DEA. Université de Bretagne Occidentale. 26 pages.
- Videau 1987. Primary production and physiological state of phytoplankton at the Ushant tidal front (West Coast of Brittany, France). Mar. Eco. Progr. Ser., 35, pp. 141-151.
- Vincent C., Meunier L., Ridoux V. et Yésou P. 1999. Photo-identification des phoques gris de l'archipel de Molène. Bulletin mensuel de l'ONC 243, pp. 30-35.
- Voisin 1987. Premiers résultats biologiques d'une campagne pluridisciplinaire en Mer Celtique. Rapport de DEA, Université de Bretagne Occidentale, Brest. 24 pages.
- Yésou P., D'Escricenne L.G., Nisser J. et Hellio J.F. 1993. La sterne arctique a niché sur Béniguet. Penn ar Bed, 150, pp. 28-29.

Yésou P., D'Escrienne L.G. et Nisser J. 1993. La réserve de faune de l'île de Béniguet (Finistère). Bull. Mens. O.N.C.; 180, pp. 28-39.

Yésou P., Lethuillier C., Leclerc J. et Nisser J. 1999. Avifaune nicheuse de l'île de Béniguet. Bull. Mens. O.N.C., 243, pp. 20-29.

Yésou P., Nisser J. et Marquis J. 1995. Biologie de reproduction de l'huître pie en Bretagne. Bull. Mens. O.N.C., 200, pp. 4-13.