

INTRODUCTION GENERALE

La forêt de laminaires est susceptible d'être présente sur les fonds rocheux de quelques mètres au-dessus du zéro des cartes marines jusqu'à plus de 30m. Elle représente un écosystème emblématique des eaux bretonnes, où elle constitue un des gisements les plus importants d'Europe.

Elle joue un rôle clé en zone littorale en constituant un habitat pour tout un cortège d'espèces animales et végétales, en contribuant à la production primaire et en tant que ressource naturelle exploitée.

Les laminaires ne tolèrent ni les variations de température ou de salinité (Birkett *et al.* 1998), ni l'augmentation de la turbidité.

Cet habitat est, sur les côtes bretonnes, principalement structuré par 4 espèces de laminaires : *Laminaria digitata*, *Laminaria hyperborea*, *Saccorhiza polyschides* et *Laminaria ochroleuca*.

L. digitata et *L. hyperborea* sont des espèces exploitées, elles sont considérées comme des espèces à affinité tempérée froide.

L. ochroleuca et *S. polyschides* sont rencontrées dans des eaux plus chaudes. Cette dernière, est une espèce annuelle susceptible d'entrer en compétition avec *L. digitata* et *L. hyperborea*.

D'autres laminaires peuvent être également présentes : *Alaria esculenta*, *Laminaria saccharina* ainsi que l'espèce introduite *Undaria pinnatifida*.



Magnifique champ de *Laminaria hyperborea* à Penven (Ile de Batz) en 2006.



Biologiste marin, plongeur professionnel de la Station de Biologie Marine de Concarneau (MNHN) réalisant *in situ* l'inventaire qualitatif et quantitatif d'un quadrat, au niveau de la ceinture à laminaires denses du site de l'île de l'Aber (baie de Douarnenez) en 2005.

DISTRIBUTION & EXTENSION

CARTOGRAPHIE DES LAMINAIRES

Les études historiques relatives à la cartographie des laminaires (réalisées par l'Université et le CNEOX/IFREMER) résultent pour l'essentiel de la photointerprétation de photographies aériennes (et ponctuellement du traitement d'imageries satellitaires dans le domaine visible), associées à des

Fiche de synthèse d'habitat "Laminaires" – Avril 2009

observations ponctuelles à partir de bateau ou en plongée. La principale limite de ces méthodes provient de la confusion possible sur l'imagerie, entre les roches sombres dépourvues de laminaires et les zones avec laminaires, du fait de la similitude de leurs signatures. Les autres difficultés proviennent de l'atténuation du signal en fonction de la bathymétrie (difficile à maîtriser en l'absence de modèle numérique de terrain (MNT) précis), des propriétés variables de la masse d'eau et de son état de surface. Pour être fiables, ces études nécessitent donc de très nombreux contrôles de terrain ; l'utilisation d'imageurs spectroradiométriques en zone subtidale est susceptible d'apporter quelques améliorations, avec notamment une meilleure détection en profondeur, mais la nature des limitations reste sensiblement identiques. **Les cartes historiques disponibles sont en cours de collecte et de numérisation** : archipel de Molène et pointe nord-ouest du Finistère (Floc'h, 1967), Côtes d'Armor et Finistère (Perez et Kaas, années 1980), Finistère sud et île de Groix (Arzel).

L'utilisation d'un plongeur remorqué (CEVA) a permis d'améliorer les performances des vérités terrain par plongée pour la détection des forêts de laminaires, mais avec des limitations conséquentes en ce qui concerne l'identification des espèces. Ce procédé, couplé à un MNT, a permis de cartographier les forêts de laminaires sur les fonds rocheux autour de l'archipel de Glénan.

Le développement des méthodes de détection acoustique (échointégration de données issues de sondeur monofaisceau) **par le CEVA**, notamment dans le cadre des projets REBENT et MESH, **a démontré les capacités de ces systèmes pour détecter les couverts algaux subtidaux** le long de parcours de navigation. S'il n'est pas possible, à ce stade, de discriminer les espèces de laminaires, il est possible de distinguer les forêts de laminaires par rapport aux herbiers de zostères et aux champs de sargasses ; des travaux sont en cours pour relier le signal acoustique à la biomasse des laminaires. La zone de densité plus restreinte, située généralement en dessous des forêts de laminaires (prairie à laminaires), reste difficile à délimiter. **L'échointégration, couplée à un MNT a été mise en œuvre sur les secteurs REBENT du Trégor et des Abers** (cartes en cours), ainsi que sur des zones limitées réparties sur l'ensemble du littoral breton.

Le potentiel de reconnaissance des types de fonds par analyse fine des signaux LIDAR, susceptibles d'être acquis en aéroportés sur de vastes surfaces, reste à explorer.

Pour pallier à l'absence de vision régionale, **une nouvelle voie d'approche a été développée**, notamment dans le cadre du projet Interreg MESH (Méléder *et al.* 2007). **Il s'agit de la modélisation prédictive de la distribution des forêts de laminaires** reposant sur leurs préférences, déterminés à l'aide de régressions entre la présence constatée par échosondage (CEVA) et des paramètres environnementaux. Les paramètres clés sont la nature du substrat, la profondeur, l'hydrodynamique, la turbidité et la température de surface. Les simulations sont réalisées sous SIG. La carte résultante (**Carte 1**) permet d'avoir une vision régionale de la distribution potentielle résultant du modèle. La qualité du modèle, satisfaisante en première approche au niveau régional, reste fortement dépendante pour des applications locales, de la qualité des couches d'informations « nature des fonds » et « bathymétrie ». Ces outils de modélisation sont potentiellement intéressants pour simuler l'impact du changement climatique.

Les données cartographiques disponibles actuellement ne permettent pas d'avoir une vision des évolutions temporelles au niveau régional.

EXTENSION EN PROFONDEUR ET TEMPORELLE

Les études réalisées en plongée autonome (par l'ADMS jusqu'en 2001, puis par le MNHN Concarneau dans le cadre du REBENT Bretagne à partir de 2002) ont permis de définir un protocole d'observation de l'étagement des différentes ceintures de laminaires (*cf* fiche technique REBENT 12-2004 : Derrien-Courtel *et al.*, 2003). Ce protocole est mis en œuvre depuis 2003 le long de transects verticaux qui sont revisités périodiquement (tous les 3 ans).

Les 30 sites REBENT prospectés par le MNHN Concarneau en 2003 (Derrien-Courtel *et al.*, 2007) sont classés dans 5 catégories (figure 1) selon la profondeur de la limite inférieure de la ceinture à laminaires denses¹.

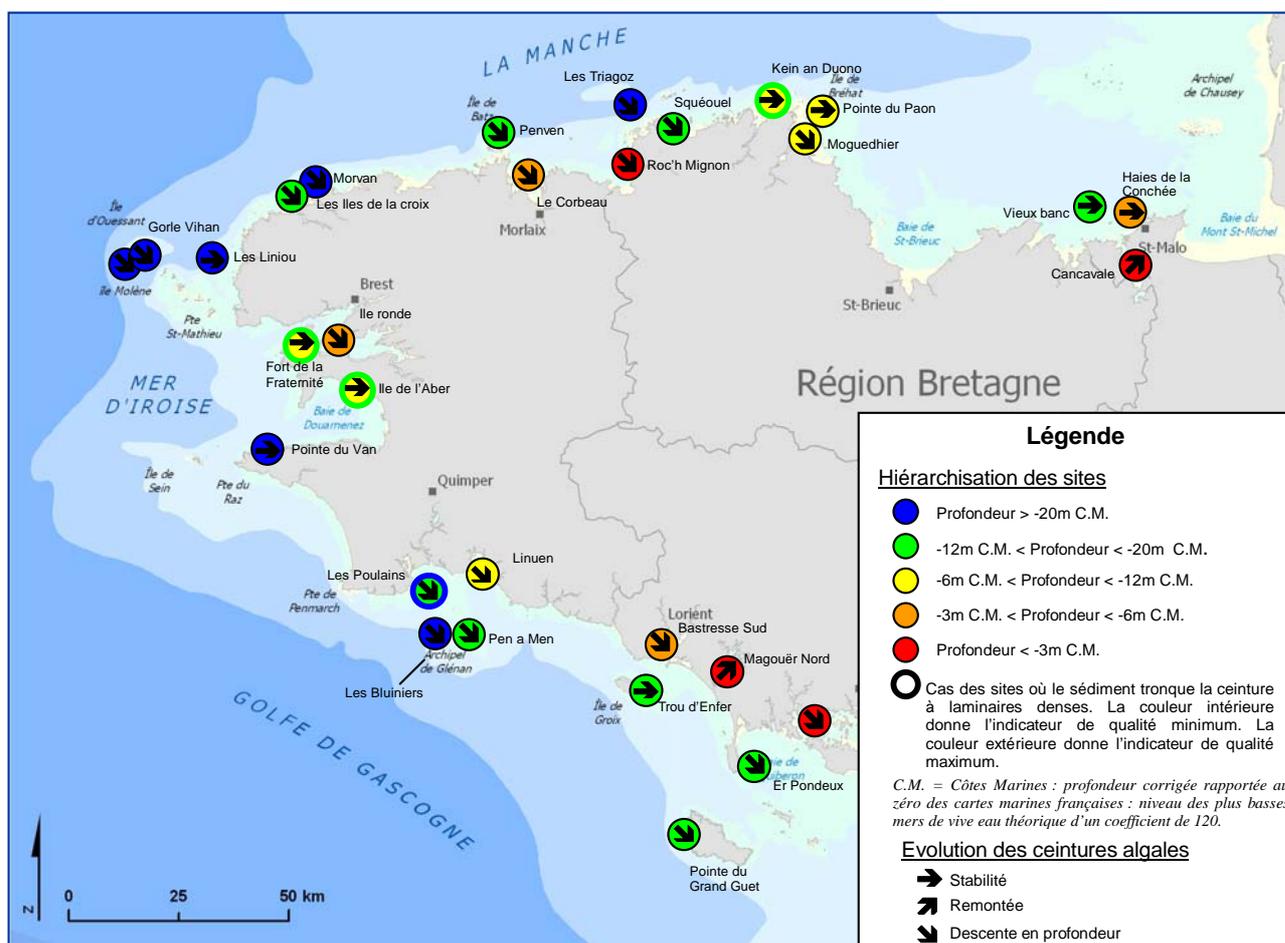


Figure 1 : Hiérarchisation des 30 sites en fonction de la profondeur de la limite inférieure de la ceinture à laminaires denses et évolution des ceintures algales (données 2003/données 2004-2005-2006)

¹ Pour certains sites, la présence du sédiment empêche de connaître la limite potentielle réelle de cette ceinture. Dans ce cas, les données sur l'étagement des ceintures sont complétées par une analyse de la composition de la strate arbustive. Ces sites sont alors soit classés dans la classe de qualité correspondant à la dernière ceinture observée, soit dans la classe de qualité supérieure.

La comparaison des limites inférieures des ceintures algales sur la période 2003-2006 montre une descente en profondeur de la ceinture à laminaires denses pour 19 sites sur 30, une relative stabilité pour 9 autres et enfin une remontée pour 2 autres (Cancavale en Rance et le Magouër Nord à Etel). La descente en profondeur des ceintures algales peut donc être considérée comme un phénomène régional.

Ces résultats semblent traduire une diminution de la turbidité de l'eau à l'échelle de la région depuis l'année 2003 (les données antérieures disponibles pour certains sites montraient une tendance à la remontée des ceintures algales).

Les changements parfois spectaculaires des limites d'extension en profondeur des ceintures algales montrent qu'il s'agit d'un indicateur écologique à réponse rapide et marquée.

Dans le golfe du Morbihan, les laminaires ont totalement disparu de certains sites, c'est notamment le cas pour le site de la Tourelle de Grégam, où elles étaient présentes de 1984 à 1996 (Girard *et al.*, 1996), mais sont absentes depuis 2003 (absence de donnée entre 1996 et 2003).

Sur les côtes du Calvados, depuis 1983, une diminution importante des champs de *Laminaria digitata* est relatée par Cosson (Cosson, 1999). En Suède (Fjord de Gullmar), une remontée des ceintures algales et une diminution de la densité des champs de laminaires (voir une disparition sur certaines zones) ont été observées et s'accompagnent d'un changement dans la composition spécifique au profit d'espèces opportunistes. (Eriksson *et al.*, 2002).

Une étude a démarré en 2007 dans le cadre d'un projet ANR (ECOKELP), coordonné par la Station de biologie marine de Roscoff, pour analyser les réponses des forêts de laminaires à différentes pressions de sélection (naturelles et anthropiques) et proposer des scénarios de fonctionnement et d'évolution.

ETAT ECOLOGIQUE

GENERALITES

Dans le cadre du réseau de surveillance REBENT, l'étude de la composition spécifique est réalisée *in situ* en plongée autonome par le MNHN Concarneau sur les transects verticaux sélectionnés pour le suivi de l'étagement des laminaires. Des quadrats sont répartis à différents niveaux et les individus sont identifiés et dénombrés (cf fiche technique REBENT 12-2004 : Derrien-Courtel *et al.*, 2003). L'étude des épibioses de *Laminaria hyperborea* est une voie prometteuse pour mesurer l'évolution de l'état de l'habitat « laminaires », mais ces mesures n'ayant débuté qu'en 2006, le recul n'est pas suffisant pour dégager des tendances à l'échelle de la Bretagne.

Sur les 30 sites étudiés au cours d'un premier cycle de 3 ans (2004-2006), 819 quadrats de ¼ m² ont été observés ; ces relevés ont permis d'identifier 360 taxons dont 299 ont été déterminés à l'espèce (soit 83%) et de dénombrer 168 049 individus. A partir de 2007, le suivi REBENT entame un second cycle de relevés qui va permettre d'enregistrer d'éventuelles modifications de la biodiversité à l'échelle temporelle.

Le protocole REBENT Bretagne est en bonne adéquation avec les recommandations de la commission Oskar (Lignes directrices JAMP de la surveillance continue de l'eutrophisation, 1997). Il comprend également un certain nombre d'éléments communs aux recommandations du programme de surveillance de la mer Baltique (HELCOM combine programme, 1999) et aux préconisations du guide pour la surveillance du milieu marin du Conseil International pour l'Exploration de la Mer (ICES 2004).

STRATES ARBORESCENTE ET ARBUSTIVE (STRUCTURANTES DE L'HABITAT)

Il est difficile de qualifier précisément l'état actuel des champs de laminaires sans référence ancienne. Toutefois, les nombreuses données spatiales acquises dans le cadre du REBENT montrent que si certains secteurs bretons sont de qualité exemplaire pour l'habitat « Laminaires » (Ile d'Ouessant), la diminution, voire même la disparition, de *Laminaria hyperborea* au profit de *Saccorhiza polyschides* dans les eaux stratifiées de Bretagne Sud est également tout aussi impressionnante.

Enfin, dans les milieux fortement turbides et anthropisés, la laminaire *Saccorhiza polyschides* peut elle-même être amenée à se dégrader fortement, voire même à disparaître à son tour (baie de la Forêt).



Magnifique champ de laminaires *Laminaria hyperborea*, au site d'Ar Forc'h Vihan (Ile d'Ouessant), 2006.



Quelques rares laminaires *Saccorhiza polyschides* très abîmées, au site de Linuen (baie de la Forêt), 2005.

Les données recueillies en 2007 ne sont que partiellement dépouillées. Cependant, il est possible d'illustrer doré et déjà un exemple de changement de composition spécifique des strates arborescente et arbustive (cf. Figure 2) au sein de la ceinture à laminaires denses au niveau du secteur de l'Aber Wrac'h.

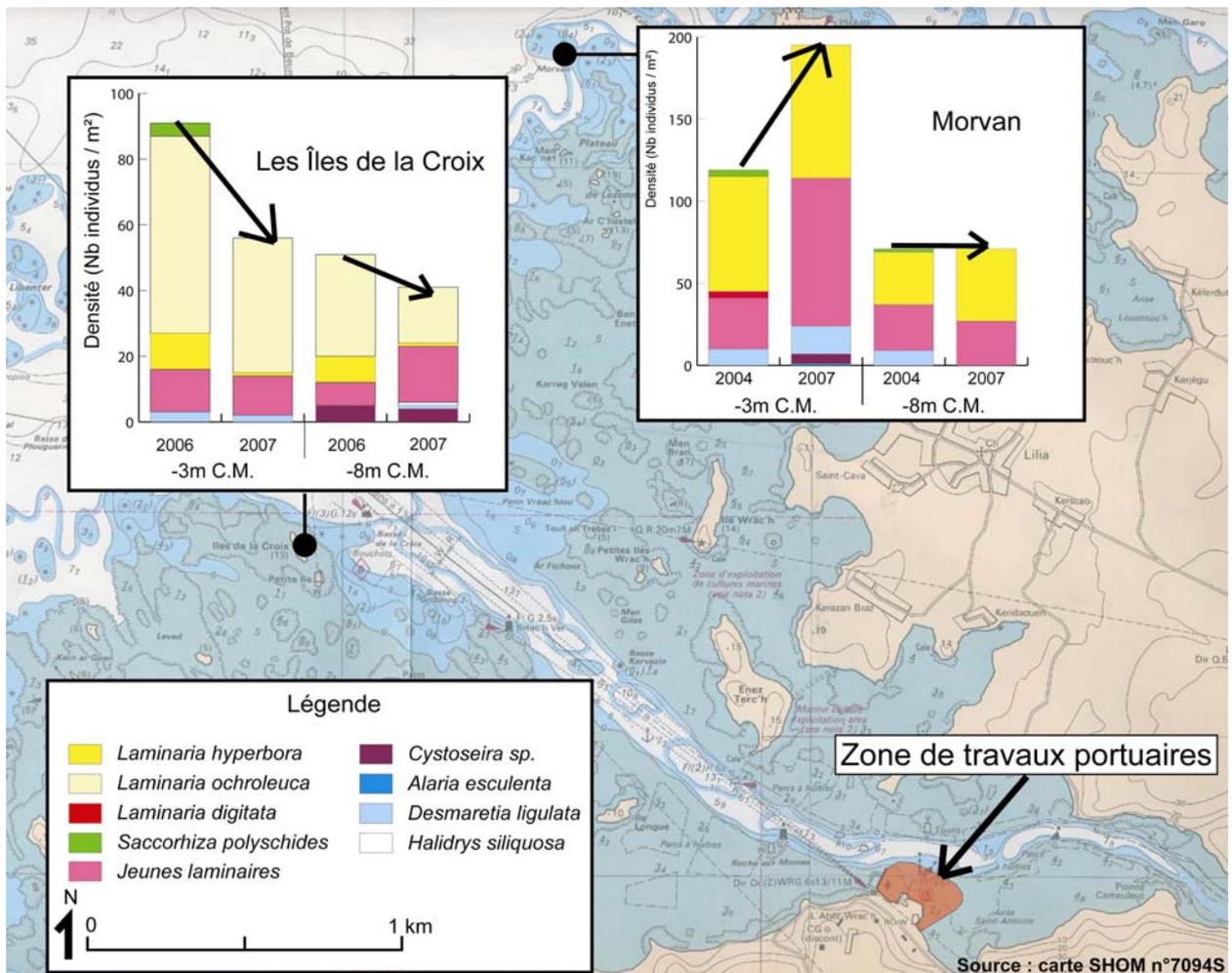


Figure 2 : Evolution de la composition des strates arborescente et arbustive sur les deux sites de l'Aber Wrac'h

L'analyse de la Figure 2 montre qu'aux bathymétries -3m C.M. et -8m C.M. du site des Iles de la Croix, la densité des grandes algues de ces strates a diminué : ce sont les laminaires qui sont concernées (notamment *Laminaria hyperborea* et *Laminaria ochroleuca*, 2 espèces pérennes). En parallèle, deux nouvelles algues sont répertoriées : *Desmarestia ligulata* (qui apparaît au -8m C.M. en 2007) et *Halidrys siliquosa*. Ces observations semblent donc annoncer une dégradation du site.

A l'inverse, Morvan, l'autre site du secteur de l'Aber Wrac'h montre, quant à lui des signes d'amélioration (augmentation de la densité des laminaires). La dégradation annoncée du site des Iles de la Croix correspondrait donc à une perturbation locale. Parallèlement, il est à noter que d'importants travaux sont menés dans le port de l'Aber Wrac'h, dans le cadre d'un projet d'extension, ce dernier étant situé à proximité du site des Iles de la Croix.

BIODIVERSITE DE LA SOUS-STRATE

La diversité spécifique relevée sur chacun des 30 sites REBENT est présentée dans le tableau 1 et la Figure 3. Sur l'ensemble de ces sites, et sur les 360 taxons identifiés entre 2004 et 2006, 151 concernent la flore et 209 concernent la faune.

Il faut toutefois ajouter un bémol à ce classement ; en effet, la richesse spécifique est bien évidemment plus importante sur les sites qui présentent un grand nombre de ceintures algales. Plus le nombre de ceintures est élevé, plus l'effort d'observation l'est aussi, et c'est le cas des 4 sites les plus riches qui possèdent l'ensemble des ceintures subtidales. A l'inverse, certains sites sont pénalisés par une interruption prématurée des ceintures (sédiment).

Tab. 1 : Classement des 30 sites en fonction de leur biodiversité totale
(Les sites dont l'étagement est tronqué par le sédiment apparaissent en *italic*)

| Secteur | Site | Diversité floristique | Diversité faunistique | Biodiversité totale | Effort d'échantillonnage (Nb Quadras) |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|---|
| Estuaire du Jaudy | <i>Kein an Duono</i> | 33 | 7 | 40 | 10 |
| Ile de Groix | <i>Trou d'Enfer</i> | 28 | 17 | 45 | 20 |
| Trebeurden large | Triagoz | 39 | 29 | 58 | 38 |
| Ile de Bréhat | Pointe du Paon | 35 | 25 | 60 | 18 |
| Goulet de Brest | <i>Fort de la Fraternité</i> | 32 | 31 | 63 | 20 |
| Saint-Malo Large | <i>Vieux Banc</i> | 31 | 33 | 64 | 28 |
| Saint-Malo côtier | <i>Les Haies de la Conchée</i> | 36 | 32 | 68 | 25 |
| Aber Wrac'h | <i>Les Iles de la Croix</i> | 44 | 26 | 70 | 20 |
| Belle-Ile en mer | <i>Pointe du Grand Guet</i> | 46 | 27 | 73 | 38 |
| Lorient | <i>Bastresse Sud</i> | 45 | 32 | 77 | 18 |
| Ile de Batz | <i>Penven</i> | 36 | 41 | | 20 + photos tombant |
| La Rance | Cancavale | 51 | 27 | 78 | 24 |
| Baie de Lannion | <i>Roc'h Mignon</i> | 44 | 35 | 79 | 25 |
| Golfe du Morbihan | <i>Tourelle de Grégam</i> | 26 | 53 | 79 | 15 + photos tombant + photos circalitoral du large |
| Ile Vierge | <i>Morvan</i> | 36 | 45 | 82 | 20 + photos tombant |
| Baie de Concarneau | <i>Linuen</i> | 58 | 25 | 83 | 25 |
| Iles de Glénan | <i>Les Poulains</i> | 47 | 38 | 85 | 20 |
| Large Abers | <i>Linjou</i> | 39 | 47 | 86 | 30 |
| Presqu'île de Quiberon | <i>Er Pondeux</i> | 43 | 47 | 90 | 20 + photos tombant |
| Cap Sizun / Raz de Sein | Pointe du Van | 40 | 51 | 91 | 40 |
| Rade de Brest | <i>Ile Ronde</i> | 56 | 37 | 93 | 25 |
| Estuaire du Trieux | Moguedhier | 47 | 50 | 97 | 35 |
| Ile d'Ouessant | Gorlé Vihan | 47 | 50 | 97 | 45 + photos circalitoral du large |
| Baie de Douarnenez | <i>Ile de l'Aber</i> | 50 | 49 | 99 | 10 + photos tombant |
| Iles des Glénan | <i>Pen a Men</i> | 69 | 30 | 99 | 28 |
| Iles des Glénan | <i>Les Bluiniers</i> | 57 | 43 | 100 | 45 |
| Trebeurden | Squéouel | 48 | 54 | 102 | 35 |
| Ria d'Etel | Maqouër Nord | 57 | 57 | 114 | 25 + photos circalitoral du large |
| Baie de Morlaix | Le Corbeau | 61 | 59 | 120 | 25 + photos circalitoral du large |
| Ile d'Ouessant | Ar Forc'h Vihan | 41 | 81 | 122 | 45 + photos circalitoral du large |

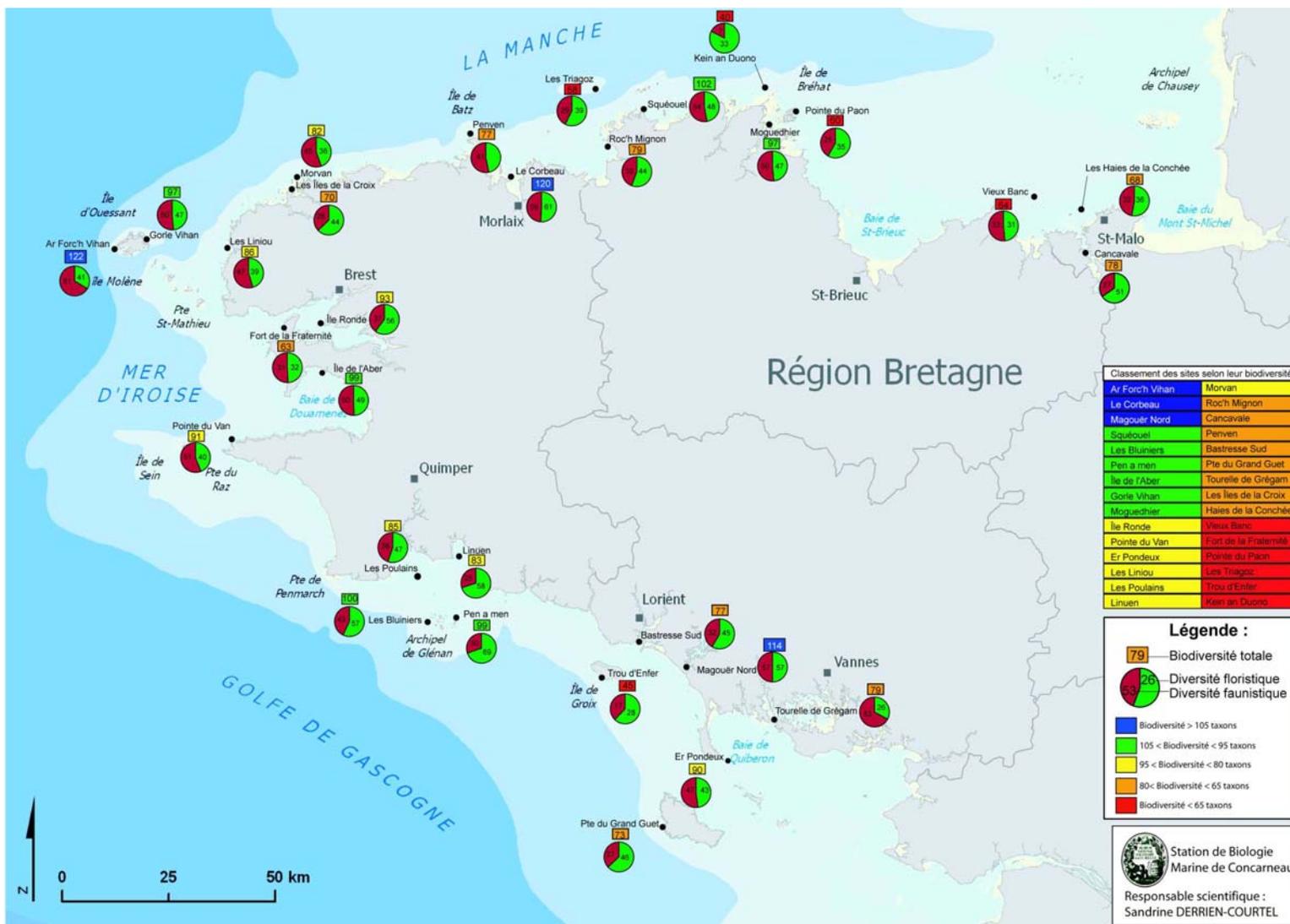


Figure 3 : Hiérarchisation des 30 sites en fonction de la biodiversité totale (flore + faune) enregistrée en 2004-2005-2006

LES MENACES

Les menaces anthropiques les plus anciennes sur l'habitat « Laminaires » sont, et restent, les aménagements littoraux (extension portuaires, clapages,...), l'extraction de granulats marins (exemple de l'exploitation du maërl des Glenan) et l'exploitation des laminaires. Les autres menaces demeurent les panaches de turbidité issus de l'importante matière en suspension déversée en mer par les fleuves d'une part, et le réchauffement des eaux d'autre part.

MENACES ET EVOLUTION POUR LES STRATES ARBORESCENTE ET ARBUSTIVE (STRUCTURANTES DE L'HABITAT)

Depuis 2003, on assiste à une extension en profondeur des champs de laminaires sur une grande majorité des sites de suivi, ce qui représente à priori une amélioration de la situation à l'échelle régionale, au niveau des phénomènes de turbidité tout au moins.

On peut craindre des phénomènes qui occasionneront localement la dégradation des laminaires pérennes (*Laminaria hyperborea*), leur remplacement par des laminaires annuelles opportunistes (*Saccorhiza polyschides*), voire même à terme une disparition totale des laminaires selon la durabilité de la perturbation :

- l'augmentation d'une turbidité plus localisée due à des travaux et/ou aménagements ponctuels (extension portuaire, clapage en mer, extraction de granulats,...),
- l'augmentation globale de la température :
 - **Peut provoquer le recul, voire la disparition** de nos côtes, de certaines espèces nordiques en limites d'aires de répartition géographiques (*Alaria esculenta*). Ce phénomène a déjà été observé en Manche sur la façade anglaise (Munda & Lüning, 1977).
 - **Peut accentuer la raréfaction de *Laminaria digitata***, déjà peu éloignée en Bretagne de sa limite sud de répartition **et de *Laminaria hyperborea***,
 - **Peut favoriser la remontée vers le nord**, et donc l'apparition et le développement, d'espèces d'affinité méridionales, telles que *Laminaria ochroleuca*.
 - Amplifiée en période estivale sur certaines portions du littoral aux eaux peu profondes et stratifiées (telles que le littoral morbihannais), **pourrait favoriser** le développement de la laminaire introduite *Undaria pinnatifida*.

Si la température devait localement dépasser pour les eaux de surface 25-26°C pendant des périodes de canicules (cas de l'été 2003), et/ou si le phénomène de turbidité de ces eaux venait à s'accroître, *Saccorhiza polyschides* serait peu à peu remplacée par des espèces mieux adaptées aux milieux turbides et anthropisés : *Halidrys siliquosa*, *Sargassum muticum*, *Desmarestia ligulata* et *Solieria chordalis* en particulier.

Pour partie, ces résultats avaient été observés en Californie, Etats Unis, avec la laminaire *Macrocystis pyrifera* (espèce également annuelle et à caractère opportuniste) dont la diminution de la densité s'accompagne d'un recrutement de *Desmarestia ligulata*.

La disparition des laminaires a été constatée en Bretagne sud, fort heureusement de manière temporaire, pendant l'été 2003 sur le site de Port Melin à Groix.

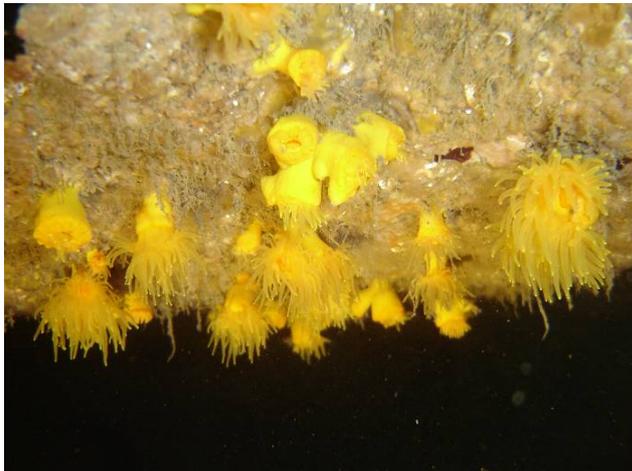
MENACES ET EVOLUTION POUR LA BIODIVERSITE DE LA SOUS-STRATE

- L'apparition d'espèces introduites (flore et faune) ne date pas d'aujourd'hui et a globalement toujours montré une période d'extension, suivie d'une période de régression puis de stabilité. Cette menace est toujours présente, car de nouvelles espèces apparaissent régulièrement. Les espèces introduites apparaissent généralement dans les milieux turbides, anthropisés et fermés (fonds de baies,...). . Dans le cadre du réchauffement des eaux, on peut s'attendre à une augmentation de l'apparition d'espèces introduites.
- Le développement d'espèces envahissantes, telle que l'éponge *Celtodoryx girardae* (Perez *et al.*, 2006), peut représenter une menace nouvelle en terme de compétition spatiale pour les autres espèces subtidales (flore et faune), et provoquer ainsi localement (pour le moment) une diminution de la biodiversité.



L'éponge envahissante *Celtodoryx girardae*, au site du Magouër Nord (ria d'Etel), 2006

- Les panaches de turbidité (eutrophisation, aménagement littoraux, extraction de granulats marins) limitent la photosynthèse et donc le développement des macroalgues (les laminaires et les autres). La turbidité est souvent plus importante dans les milieux fermés, par rapport aux milieux ouverts. Par contre, accompagnée d'un fort hydrodynamisme de type « chenal », ce phénomène de turbidité peut s'avérer bénéfique en terme de biodiversité de certains groupes trophiques, celui des filtreurs en particulier (cas de la ria d'Etel).
- L'eutrophisation peut intervenir partout et avec une intensité et une extension variable. Elle est cependant favorisée par les apports en nutriments des bassins versants et par une courantologie faible (milieu semi-fermé de type baie). Les blooms planctoniques, favorisés par le phénomène d'eutrophisation, peuvent en plus engendrer un manque d'oxygène dans le milieu.
- Pour les espèces d'eaux froides, l'augmentation globale de la température va intervenir comme facteur limitant, voire même létal, pour la reproduction et la croissance des espèces, qu'elles appartiennent aux algues ou à la faune fixée (coraux : *Dendrophyllia cornigera*, *Antipathes subpinnata*,...).



Faciès rare à *Dendrophyllia cornigera* (Corail jaune)
à Gorlé Vihan (Ouessant, 2006)



Corail Noir *Antipathes subpinnata*
à Gorlé Vihan (Ouessant, 2006)

- Enfin, la pêche professionnelle (dragage,...) et l'exploitation des laminaires (scoubidou) ont et continueront d'avoir un impact important sur la biodiversité de la sous-strate. En effet, même si les laminaires recolonisent les fonds rocheux (mais il semble que la "ressource" s'amenuise...), on omet toujours de mentionner que la flore et la faune associées sont en grande partie détruites par l'arrachage des blocs.
L'exploitation des laminaires, essentiellement réalisée dans le Finistère nord (les Abers), concerne 50 à 60 000 tonnes de laminaires par an (Sources : FAO).
- De part leurs configurations (digues...), les aménagements littoraux tels que les ports et les barrages modifient les courants, ce qui a pour conséquence de contenir et concentrer les vases polluées qu'ils génèrent. De ce fait, leur impact diminue à mesure qu'on s'éloigne de la côte.
- L'extraction de granulats marins peut constituer une source chronique de turbidité plus ou moins localisée selon l'étendue de la zone d'extraction et selon les courants.

GESTION ET PROTECTION

Alors que de nombreuses menaces pèsent sur les laminaires, aucune mesure de gestion ou de protection n'existent.

En Norvège, les sites de récolte des laminaires sont laissés en «jachère» pendant 5 ans.

Au niveau européen, les forêts de laminaires ont toutefois été retenues récemment comme indicateur de qualité écologique des Eaux côtières pour la Directive Cadre Eau (DCE). On note également une évolution vers une meilleure reconnaissance de leur importance écologique, pour la définition des Aires Marines Protégées. Un groupe de travail du CIEM « Phytobenthic communities » a été créé en 2007 avec pour objectifs d'harmoniser les méthodes d'échantillonnage et d'identification des habitats, d'étudier le rôle des communautés phytobenthiques, la dynamique des populations à l'échelle régionale et leur importance socioéconomique.

LES RECOMMANDATIONS

Importance des réseaux de suivi : le suivi qualitatif et quantitatif de cet habitat est récent. Il faut désormais espérer pouvoir réaliser suffisamment de séries temporelles, d'une part pour conforter ces tendances, et d'autre part pour espérer pouvoir discriminer plus finement les réponses biologiques face aux différentes perturbations du milieu.

Meilleure identification des forêts de Laminaires au sein des typologies d'habitats et leur reconnaissance en tant qu'habitat remarquable.

Effort de cartographie et de modélisation prédictive aux échelles locales et régionales.

BIBLIOGRAPHIE

BIRKETT D.A., MAGGS C.A., DRING M.J. and PJS. BOADEN, 1998. Infralittoral Reef Biotopes with Kelp Species. An overview of dynamic and sensitivity characteristics for conservation management of marine SACs. Scottish Association of Marine Science (UK Marine SACs Project). 174 pages.

CASTRIC-FEY, A., GIRARD-DESCATOIRE A., L'HARDY-HALOS, M.-TH., DERRIEN-COURTEL S., 2001. La vie sous-marine en Bretagne- Découverte des fonds rocheux. Les Cahiers Naturalistes de Bretagne n°3, Conseil Régional de Bretagne, Biotope édit., 176p.

DERRIEN-COURTEL S., LE GAL A., MERCIER-PECARD M., DERRIEN R., DECARIS F.-X. et MERCIER N., 2007. REBENT - Résultats de la surveillance du Benthos – Région Bretagne – Suivi stationnel des roches subtidales 2004-2005-2006. Contrat IFREMER, mars 2007, 526p.

ESWARDS M.S., 1998. Effects of long term kelp canopy exclusion on the abundance of the annual alga *Desmarestia ligulata* (Light F). *Journal of experimental Marine Biology and Ecology*, 228 : 309-326.

ERIKSSON B.K., JOHANSSON G. and SNOEIJIS P., 2002. Long-term changes in the macroalgal vegetation of the inner Gullmar fjord, swedish skagerrak coast. *J. Phycol.* 38 : 284-296.

Fiche technique 12-2004

GIRARD A., L'HARDY-HALOS M.TH. et A. CASTRIC-FEY, 1996. Inventaire de la faune et de la flore sur les fonds rocheux du Golfe du Morbihan et de la Ria d'Etel. Rapport DIREN, nov. 96. 167p. Convention Znieff 94.

MÉLÉDER-TARD V., 2007. Protocole de distribution des habitats benthiques côtiers par modélisation prédictive. Rapport Ifremer (Réf. DYNECO/AG/07-05/VMT, Mai 2007), 52p.

MUNDA I. M. AND LUNING K., 1977. Growth performance of *Alaria esculenta* off Helgoland. *HelgolSnder wlls. Meeresunters*, 29, 311-314.

COSSON J., 1999. Sur la disparition progressive de *Laminaria digitata* sur les côtes du Calvados (France), *Cryptogam, Algol.*, vol. 20, n°1, pp. 35-42.

DERRIEN-COURTEL S., DERRIEN R. ET BEAUPOIL C., 2003. Fiche technique REBENT 12-2004. Substrats durs subtidaux- Suivi des limites d'extension en profondeur des ceintures algales, Suivi faunistique et floristique (M.N.H.N - DMPA - Station de Biologie Marine de Concarneau), 18p.

PEREZ T., PERRIN B., CARTERON S. VACELET J. AND N. BOURY-ESNAULT, 2006. *Celtodoryx girardae* gen. Nov. Sp. nov., a new sponge species (Poecilosclerida : Demospongiae) invading the Gulf of Morbihan (North East Atlantic, France). *Cahiers de Biologie Marine*. 47: 205-214.

POUR EN SAVOIR PLUS ...

Site web REBENT <http://www.REBENT.org/> : bulletins de suivi stationnel des roches subtidales.

REALISATION

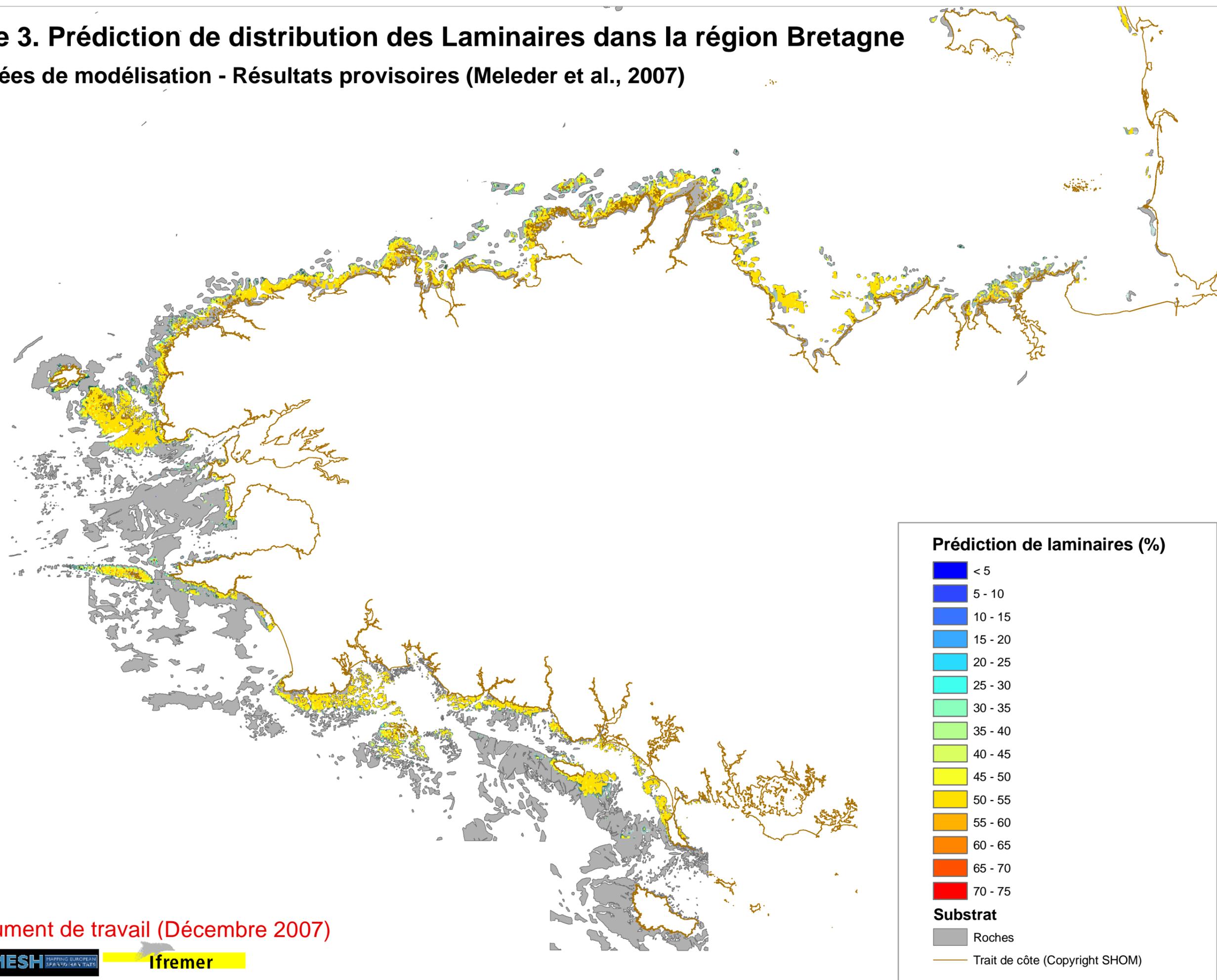
Cette fiche a été établie dans le cadre d'une convention IFREMER/DIREN-Bretagne :

- La responsabilité scientifique a été assurée par B. Guillaumont (Ifremer DYNECO/AG).
- La rédaction de la fiche a été assurée par S. Derrien-Courtel & A. Le Gal (MNHN/Station de Biologie Marine de Concarneau).
- La carte "Modélisation prédictive de la distribution des forêts de laminaires" a été réalisée par Vona Méléder-Tard (Ifremer/DYNECO/AG) dans le cadre MESH et Rebent.
- La mise en forme des documents a été assurée par T. Bajjouk (Ifremer/DYNECO/AG).
- Crédit photos : R. Derrien & S. Derrien

Fiche de synthèse d'habitat "Laminaires" – Avril 2009

Carte 3. Prédiction de distribution des Laminaires dans la région Bretagne

Données de modélisation - Résultats provisoires (Meleder et al., 2007)



Document de travail (Décembre 2007)



Ifremer