



MNHN
Station de Biologie Marine
de Concarneau



**Etat de santé des masses d'eaux côtières
dans le secteur Loire-Vilaine
avec le bio-indicateur des laminaires**

Rapport intermédiaire campagnes 2009

Programme financé par

**FONDATION
TOTAL**



**Sèche
environnement**
Sèche global solutions





Préambule

Cette étude a été sollicitée par l'association Estuaire Loire Vilaine (ELV) dans le cadre d'un programme général : «Evaluation de l'état de santé des masses d'eaux côtières et fonds marins dans le secteur Loire-Vilaine et contribution à la mise au point d'un réseau opérationnel de suivi de la qualité des eaux côtières avec le bio-indicateur des lamineuses » (ELV et al. 2009).

La stratégie d'échantillonnage a été établie par Bio-Littoral en association avec ELV. Le protocole scientifique appliqué dans cette étude correspond à celui établi pour la Directive Cadre Européenne, par S. DERRIEN-COURTEL du Muséum National d'Histoire Naturelle de Concarneau. Cette méthodologie a été validée par IFREMER en la personne d'H. Oger-Jeanneret du laboratoire Morbihan Pays de Loire (centre Ifremer de Nantes).

Les équipes scientifiques ayant réalisé les mesures de terrain appartiennent au Muséum National d'Histoire Naturelle de Concarneau et à Bio-Littoral, start-up de l'Université de Nantes, Laboratoire Mer Molécule et Santé.

Cette étude a bénéficié du soutien financier de nombreux partenaires :

La fondation TOTAL

L'Agence de l'Eau Loire Bretagne

L'Agence des Aires marines Protégées

L'Institut d'Aménagement de la Vilaine

Séché Environnement / La SAUR



Le présent rapport est un rapport intermédiaire, élaboré à partir de la campagne d'observations faites sur les champs de lamineux du secteur selon le protocole-programme agréé par tous les partenaires adjoint à ce rapport ELV et al. (2009)

Association coordinatrice : Estuaire Loire Vilaine

9 bis Bvd des Korrigans 44 510 Le Pouliguen

Président : LAUVRAY Eric

Vice Président MÉNARD Jean-Claude

Montage du dossier et coordination générale LE GOUVELLO Raphaëla (STERMOR)

Soutien Scientifique : OGER-JEANNERET Hélène du laboratoire Morbihan Pays de Loire centre Ifremer de Nantes.

Equipes scientifiques pour la réalisation des suivis laminaires

Muséum National d'Histoire Naturelle de Concarneau :

Dr DERRIEN-COURTEL Sandrine : Responsable scientifique Plongeur professionnel Classe IIB

LE GAL Aodren : Technicien Plongeur professionnel Classe IB, relevés en plongée

DERRIEN René : Chef de chantier hyperbare Plongeur professionnel Classe IIB

DECARIS François Xavier : Plongeur professionnel temporaire Classe IIB relevés en plongée

Bio-Littoral, Start-Up Université de Nantes, Laboratoire Mer Molécule et Santé

Dr BARILLÉ Anne-Laure Directrice de Bio-Littoral Plongeur professionnel Classe IB relevés plongée

BONNEAU Raphael : Plongeur professionnel Classe IIB plongeur secours, Atlantique Scaphandre.

HARIN Nicolas : Ingénieur Chef de chantier hyperbare, Chargé de mission sonar et traitement d'image

ORIENT Mathieu : Chargé de mission. Relevés en plongée Plongeur professionnel Classe IB

TRUHAUD Nicolas : Ingénieur. Plongeur professionnel Classe IB

Traitement des données :

Dr. BARILLÉ Anne-Laure, Directrice de Bio-Littoral.

Dr.DERRIEN-COURTEL Sandrine, Chargée de Recherche MNHN-Concarneau

LE GAL Aodren, Technicien MNHN-Concarneau

COCAUD Annaïk, Technicienne Bio-Littoral.

Co-auteurs du rapport :

BARILLÉ A-L et DERRIEN-COURTEL S.

Nous remercions particulièrement R. Le Gouvello, H. Oger-Jeanneret, J-C Ménard et A. Le Gal pour la minutieuse relecture de ce rapport et leurs remarques pertinentes.



Sommaire

I. INTRODUCTION	5
II. L'ECOSYSTEME LAMINAIRE	9
II.1. Biologie des laminaires	9
II.2. Facteurs écologiques	10
II.3. Rôle écologique des forêts de laminaires	14
Un habitat qui abrite une grande biodiversité	14
Une forte production primaire	14
Un réseau trophique complexe.	15
Une ressource pour les écosystèmes voisins	16
Les champs de laminaires : une Frayère et une Nurserie :	16
II. 4. Menaces actuelles sur cet écosystème	17
Impacts potentiels des activités anthropiques.	17
Résilience des champs de laminaires	19
III. PROTOCOLE ADOPTE POUR CETTE ETUDE	20
III.1. Stratégie d'échantillonnage	20
III. 2. Suivi du bon état écologique de l'habitat « laminaires »	21
IV RESULTATS DES TRANSECTS SUR LES LAMINAIRES	25
IV 1. Diversité floristique des champs de laminaires	25
IV.1.1. Ile Dumet	27
IV.1.2. Plateau du Four : site du Bonen	29
IV.1.3. Plateau du Four : site de Goué Vas	32
IV.1.4. La Pointe du Croisic	35
IV.1.5. La pointe de Penchâteau	37
IV.1.6. Baguenaud 1	40
IV.1.7. Baguenaud 2 pauvre en laminaires	43
IV.1.8. La Banche 1 nord	45
IV.1.9. La Banche 2 sud	49
IV.1.10. La pointe Saint Gildas	53
IV.1.11. L'île du Pilier	55
IV. 2 Analyse spatialisée	58
IV.2.1. La diversité des laminaires	58
IV.2.2. La diversité algale	60
IV.2.3. Evolution spatiale de la profondeur des ceintures algales	63
IV.2.4. Evolution spatiale de l'épiphytisme des stipes de <i>L. hyperborea</i>	64
IV.3. Etat écologique des sites étudiés : indice Laminaire	65
V. ETUDE SURFACIQUE – TEST DU TRAITEMENT AU SONAR LATERAL	68
V.1. Protocole	68
V.2. Résultats	70



VI. EVOLUTION HISTORIQUE DE LA REPARTITION DES LAMINAIRES	73
<i>Laminaria digitata</i>	75
<i>Saccorhiza polyschides</i>	77
<i>Saccharina latissima</i>	79
<i>Laminaria hyperborea</i>	80
VII. PROGRAMME GENETIQUE ECOKELP	81
VIII CONCLUSIONS	83
IX PERSPECTIVES	86
X BIBLIOGRAPHIE:	87



I. Introduction

Répondant à un constat alarmiste sur l'état de dégradation des fonds marins sur le littoral des Pays de la Loire et sud Morbihan, Jean Claude Ménard et Eric Lauvray, qui plongent en apnée dans ce secteur depuis plus de 40 ans, ont décidé de créer en 2008 l'association Estuaire Loire/Vilaine. L'objet de cette association est « l'étude, la préservation, la réhabilitation des fonds marins et la qualité des eaux dans les estuaires et l'espace côtier LOIRE / VILAINE » (ELV et al. 2009) (fig. 1).



Figure 1 : Emprise géographique du projet

Ces deux plongeurs ont notamment observé une raréfaction de la ressource halieutique (bars, lieus, soles). Des champs de laminaires ont entièrement disparu en quelques années dans les secteurs des Charpentiers, de la Pierre percée, de Baguenaud côté est, ainsi que toutes les zones exposées aux courants venant de l'estuaire de la Loire et ou de la Vilaine (cartes réalisées par ELV en Figures 2a, 2b, 2c tirées de ELV et al. 2009). Le phénomène est également observé sur le plateau de la Banche, à la pointe du Croisic ainsi que sur celle du Castelli. Les plongeurs font l'hypothèse que cette disparition est liée à une diminution de la photosynthèse en raison d'une augmentation de la turbidité et des blooms de phytoplancton. Sur certaines zones, les moulières recouvrent des secteurs importants de récifs et de roches modifiant considérablement la biodiversité (Figures 2a, 2b, 2c).

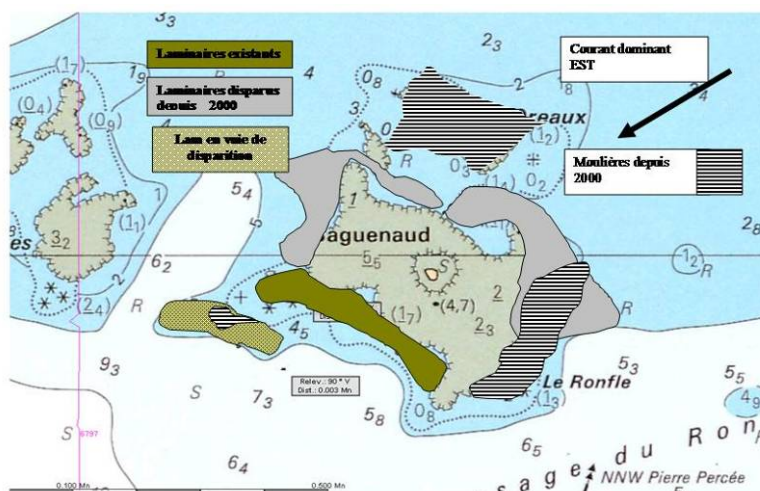


Figure 2 a : Etat des laminaires sur le secteur de Baguenaud selon ELV

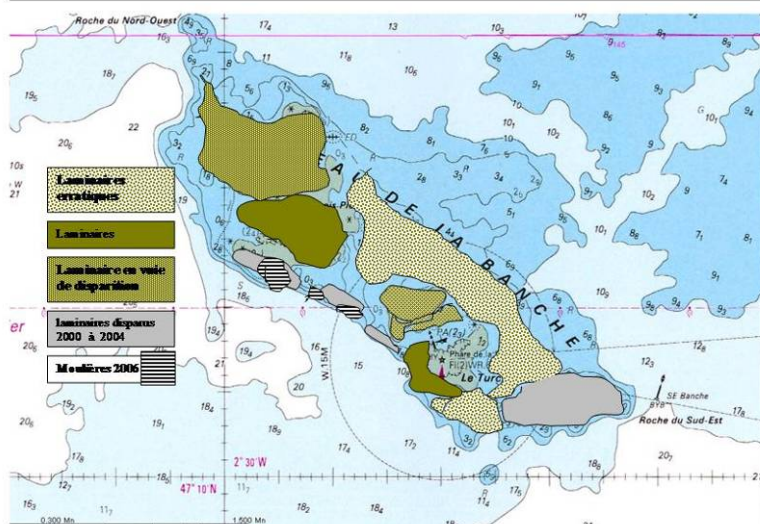


Figure 2b : Etat des laminaires sur le secteur de la Branche selon ELV

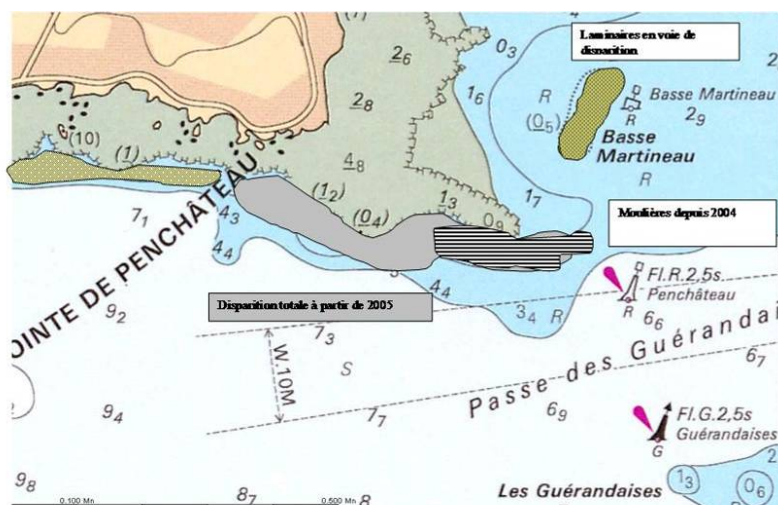


Figure 2c : Etat des laminaires sur le secteur de la Pointe de Penchâteau selon ELV



Afin de valider ce constat et d'en déterminer la ou les causes, ELV a contacté le milieu scientifique intervenant dans ce secteur pour mettre en place des estimateurs pertinents de cette évolution.

La mise en application de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), qui fixe un objectif de « bon état » des masses d'eau à l'horizon 2015, demande à chaque État Membre de mettre en place un suivi rigoureux de l'état des masses d'eau côtières jusqu'à un mille du trait côtier. Cette réglementation a débouché sur le renforcement de la surveillance existante en particulier dans le domaine biologique (macroalgues, invertébrés benthiques, herbiers de zostères,...) sur le modèle du réseau Rebent (<http://www.rebent.org/>), développé en Bretagne dès 2004. Ce réseau, piloté par l'Ifremer en lien avec de nombreux partenaires (Région Bretagne, Universités, CEVA, MEEDDAT, Agences de l'Eau, Fondation Total,...), s'attache depuis 2004 à recueillir et mettre en forme des données relatives aux habitats et biocénoses benthiques associées dans la zone côtière afin de mieux connaître l'existant et de détecter les évolutions spatio-temporelles.

Les macroalgues subtidales, et en particulier les Laminaires, font partie des éléments retenus par la DCE pour évaluer la qualité écologique des masses d'eau côtières. Dans cette optique, un suivi a été mis en place sur plusieurs sites depuis 2007.

En collaboration avec S. Derrien-Courtél du Museum National d'Histoire Naturelle de Concarneau, H. Oger-Jeanneret de l'Ifremer de Nantes, AL. Barillé de Bio-Littoral de l'Université de Nantes et R. Le Gouvello Stermor, il a été convenu de suivre le bio-indicateur laminaire, élaboré par S. Derrien-Courtél pour le suivi de la Directive Cadre Eau actuellement adopté par l'ensemble de la communauté européenne.

Objectifs de cette étude

Cette étude a pour but de dresser l'état de santé des champs de laminaires dans les masses d'eau du secteur Loire-Vilaine.. En effet, si le cadre réglementaire permet de répondre aux exigences de la DCE en termes d'évaluation globale de la qualité des masses d'eau, aucune étude exhaustive sur les champs de laminaires n'a été conduite sur ce secteur, ce qui ne permet pas un suivi précis de l'évolution de ces habitats, d'autant que la fréquence d'échantillonnage préconisée par la DCE pour les champs de Laminaires est d'une fois tous les 6 ans.

Le suivi pluriannuel des Laminaires proposé dans cette étude permettra de connaître les variations interannuelles liées aux facteurs météorologiques et les temps de réponse de l'écosystème laminaire aux brusques changements climatiques. Un des objectifs de ce rapport est de proposer la mise au point d'un protocole de surveillance opérationnelle sur l'indicateur « laminaires », afin d'évaluer avec plus de pertinence l'évolution de l'état des masses d'eau concernées. Par ailleurs, une surveillance renforcée des laminaires serait sans doute pertinente pour répondre aux objectifs de connaissance et de suivi des sites « Natura 2000 en mer » ou des aires marines protégées,...



La stratégie d'échantillonnage adoptée ici, porte sur huit sites rocheux subissant à différents niveaux l'influence du panache turbide de la Loire ou de la Vilaine. Ces huit sites sont regroupés sur deux masses d'eau définies par la DCE (GC45 et GC46) (Fig. 3). Cette densité de stations devrait permettre de démontrer la sensibilité de l'indicateur « macroalgues » comme estimateur de la qualité d'une masse d'eau littorale.

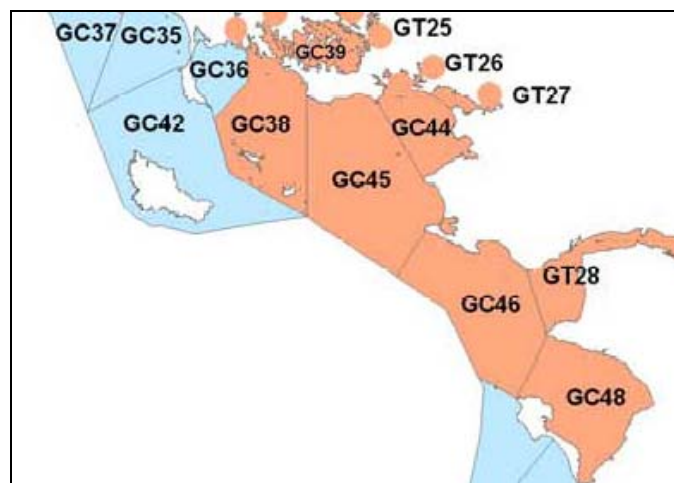
Couplé à une synthèse des données disponibles sur le secteur (travail en cours, réalisé par R. le Gouvello), ces données permettront à terme de hiérarchiser l'importance des facteurs perturbateurs (débit des fleuves, dragage du chenal, clapage de sédiment, extraction de granulats, engin de pêche....) sur le développement de l'habitat laminaire.

De plus, l'évolution surfacique des champs de laminaires est un indicateur très pertinent, au regard du rôle assuré par cet habitat dans l'écosystème côtier. Des essais de cartographie des champs de laminaires sur petits fonds ont été réalisés à l'aide d'un sonar à balayage latéral. L'adéquation de cette technique avec les résultats attendus est discutée au chapitre V.

Une étude historique de la répartition des laminaires en Pays de Loire est menée en parallèle de manière à prendre en compte les espèces qui sont en limite de répartition géographique dans ce secteur et qui sont donc susceptibles d'évoluer très rapidement avec le réchauffement climatique.

Des analyses génétiques sont réalisées par le laboratoire de Roscoff sur les laminaires des Pays de la Loire, dans le cadre du programme ECOKELP. Ces résultats pourront nous renseigner sur la stratégie adoptée par les laminaires pour coloniser les platiers rocheux du littoral atlantique.

Figures 3 : Situation géographique des masses d'eau définies par la DCE (Directive européenne Cadre sur l'Eau). Les masses d'eau qui risquent de ne pas atteindre les objectifs environnementaux (RNROE) sont signalées en rouge (source IFREMER)



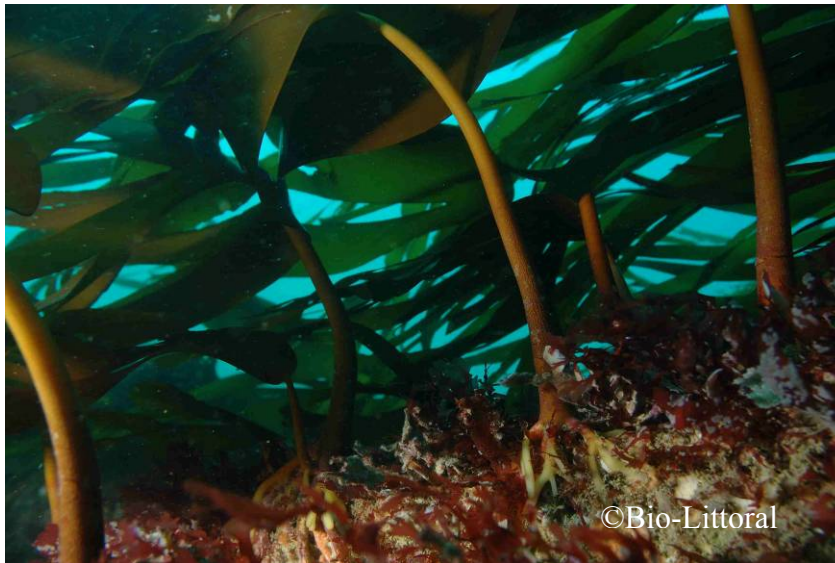
Ce projet pourrait déboucher à moyen terme sur une démarche générale de gestion intégrée de la mer et de la zone côtière Loire-Vilaine, prenant appui en particulier sur l'évolution de la réglementation européenne en matière de gestion et préservation des écosystèmes marins (Directive Cadre sur l'Eau, Natura 2000 en mer, Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin, Aires Marines Protégées).



II. L'écosystème laminaire

II.1. Biologie des laminaires

Les forêts de laminaires représentent un écosystème emblématique des fonds sublittoraux rocheux. Elles sont constituées par de grandes algues brunes (Phéophycées) dont la taille dépasse souvent le mètre (Fig. 4).



Figures 4 : Photo d'une forêt de laminaires, Ile d'Yeu 2006.

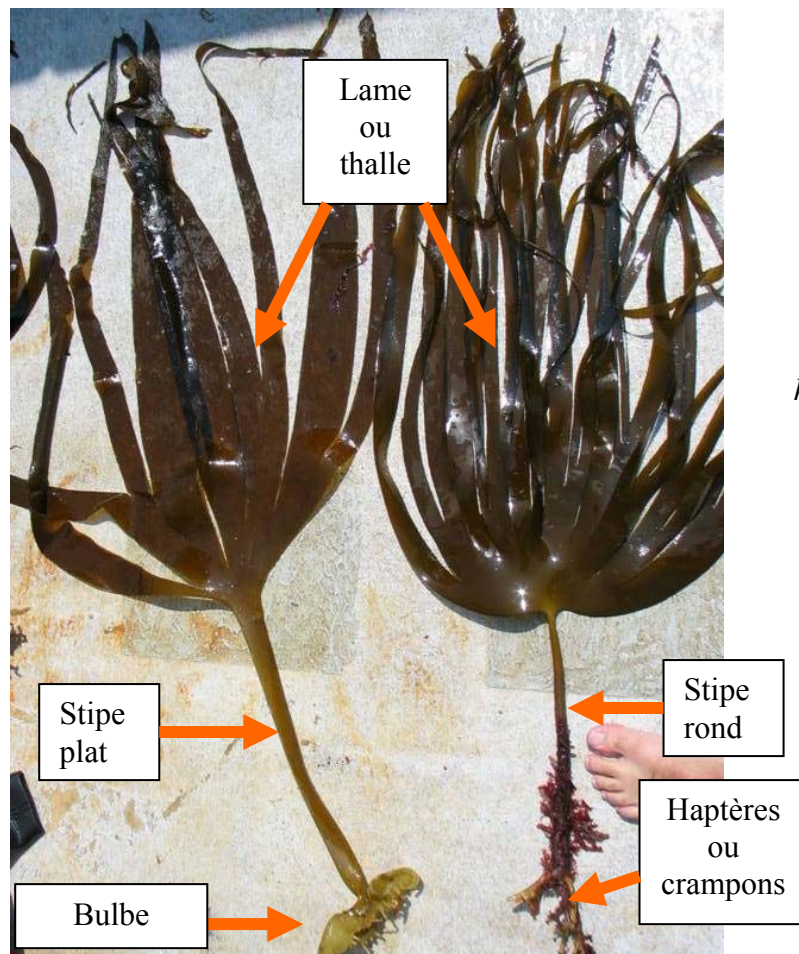
Comme tous les végétaux, les laminaires sont des organismes photosynthétiques qui produisent leur matière organique à partir de l'énergie lumineuse, du CO₂ et des nutriments. Mais contrairement aux végétaux terrestres, qui puisent les sels nutritifs dans la terre grâce à leur racine, les laminaires absorbent le CO₂ et les nutriments de l'eau, par toute la surface de leur thalle. Les crampons ou haptères, ne servent donc pas de « racines » ce n'est qu'un système de fixation rigide qui permet à l'algue de rester accrochée sur la roche même par fort hydrodynamisme (Fig. 5).

Le cycle reproductif chez les laminaires (Perez, 1968)

Sous nos latitudes, la reproduction des laminaires a lieu au cours de l'été et en automne. Elle commence par l'apparition de taches sombres (appelées sores) à l'extrémité du thalle. L'observation au microscope montre que les sores sont constitués principalement par des milliers de petits sacs (ou sporocystes) remplis de granulations (ou spores). Lorsque le sporocyste est mûr, il éclate, libérant les spores qui vont germer chacune en un filament microscopique (le prothalle) qui sera mâle ou femelle selon la nature du spore qui l'a engendré. Les prothalles libèrent ensuite des gamètes mâles ou femelles qui vont se féconder pour donner un zygote (2n). Chaque zygote germe en une laminaire qui mesurera à terme plus d'un mètre de haut. Chez la plupart des laminaires, les spores sont produites dès la première année.



Saccorhiza polyschides



Laminaria hyperborea

Figures 5 : Les trois parties qui composent une laminaire.

Le pouvoir de régénération des laminaires.

Une reconstitution parfaite du thalle de *Laminaria digitata* peut être obtenue entre sept et neuf mois, si la coupe est faite à au moins 5 centimètres du haut du stipe (Pérez, 1968). Ce pouvoir de régénération n'est possible que lors des quatre premières années de la vie d'une *L. digitata* (Pérez, 1978). Selon Parkes (in Pérez, 1968), une *Saccharina latissima*, âgée d'un an dont le thalle est coupé à 10 cm au dessus du sommet du stipe, se reconstitue en six mois. Contrairement aux idées reçues, un stipe coupé ne se régénère pas, mais il mettra environ 18 mois pour dégénérer, occupant un emplacement potentiel pour de nouvelles laminaires.

II.2. Facteurs écologiques

De nombreux facteurs abiotiques conditionnent la répartition horizontale et verticale des laminaires sur une petite ou grande échelle. Il s'agit de la nature du substrat, de l'hydrodynamisme, de la luminosité, de la température et de la salinité.

Le substrat doit avoir une certaine cohésion pour éviter que ces grandes algues ne se fassent emporter par les courants. Il s'agira alors de roche, de blocs ou de galets



suffisamment gros. L'inclinaison de la roche (platier ou tombant) joue également un rôle fondamental dans la répartition des espèces (Santos, 1993).

L'hydrodynamisme est un facteur de première importance. Ainsi les vagues, les courants et le marnage de la marée déterminent des milieux plus ou moins hospitaliers pour les laminaires. Un fort hydrodynamisme déstabilise le substrat mais il augmente l'oxygénation du milieu, cependant son influence disparaît peu à peu avec la profondeur. Deux grands types d'exposition à l'hydrodynamisme sont à distinguer dans les niveaux intertidal et haut infralittoral: le mode battu et le mode abrité (Birkett et al., 1998).

La température intervient dans les processus de croissance et de reproduction. Pour la laminaire *Saccharina latissima*, les températures supérieures à 20°C affectent la photosynthèse (Kjeldsen & Phinney, 1971).

La salinité peut varier considérablement sur la côte selon les influences fluviales et l'importance de la marée. Les algues s'accommodent de ces variations avec plus ou moins de succès, cependant il est rare que ce facteur soit seul en cause. Un panache fluvial est généralement turbide (chargé en particules organiques et minérales) ce qui atténue la pénétration de la lumière et modifie la nature du fond.

La lumière agit de différentes manières sur la photosynthèse des algues: par sa quantité (énergie lumineuse), par sa qualité (nature des rayonnements qui parviennent en profondeur), et par sa photopériode (durée des périodes d'éclairement et d'obscurité). Ce dernier paramètre est prépondérant dans la répartition biogéographique des laminaires car il rythme la vie des algues (reproduction, croissance...) (Cabioch et al., 2006).

La quantité et la qualité de la lumière conditionnent la répartition des algues selon un gradient bathymétrique. La distribution d'une espèce est limitée en profondeur par son point de compensation qui correspond au niveau où l'intensité lumineuse est telle que la photosynthèse et la respiration s'équilibrent d'un point de vue des échanges métaboliques. L'eau de mer se comporte comme un filtre qui absorbe progressivement les radiations lumineuses. Les radiations rouges disparaissent totalement aux environs de 10 mètres de profondeur. Les algues ayant différents cortèges pigmentaires, elles absorbent préférentiellement l'énergie lumineuse à différentes longueurs d'ondes. Les algues capables d'absorber les rayonnements bleus pourront donc se développer plus en profondeur.

La turbidité (eau chargée en particules organiques et minérales) peut provenir de la remise en suspension de substrat meuble sous l'action des houles ou des courants, mais elle provient surtout des apports continentaux par les fleuves. Une forte turbidité limite la pénétration de la lumière et empêche donc les algues de se développer en profondeur. La sédimentation de ces particules sur les thalles des algues pourrait perturber les échanges entre le thalle et l'eau et avoir un effet négatif sur la croissance des algues (Gruet, 1989) ou permettre le développement de certaines bactéries. Enfin, le recouvrement du substrat rocheux par une fine pellicule de vase, nuit au processus de fixation des spores (Perez, 1968). Une plus grande quantité de vase peut étouffer les jeunes pousses inhibant leur développement. L'effet nuisible du dépôt de vase sur les zoospores de la laminaire *Saccharina latissima* a été démontré par (Buraws, 1971 in Birkett et al., 1998).

Dans le secteur Loire/Vilaine, cinq espèces structurent les biocénoses à laminaires en se répartissant selon des ceintures bathymétriques (Gruet 1989) (Fig. 6). Le médiolittoral est la zone de balancement des marées. L'infralittoral correspond à la zone immergée qui reçoit suffisamment de lumière pour permettre un développement algal.

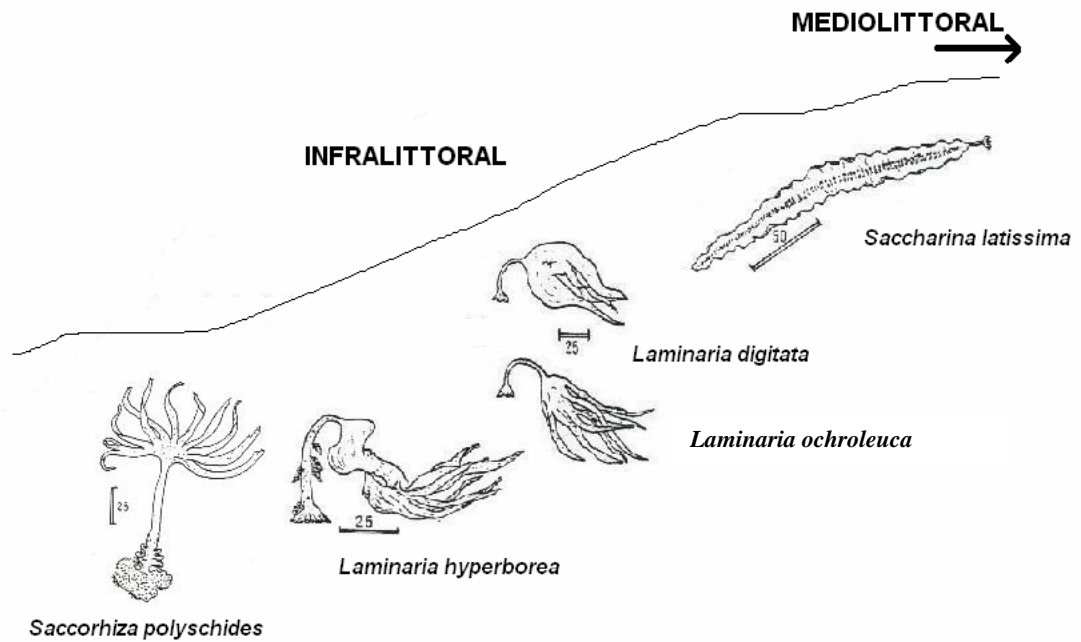


Figure 6 : Répartition bathymétrique des principales laminaires en fonction de la pénétration de la lumière (Gruet, 1989).



***Saccharina latissima* :**

- Infralittoral 0-20m (Bretagne)
- Stipe rond lisse court fixé au substrat par des crampons.
- Thalle non découpé et gaufré de part et d'autre d'une ligne médiane.
- Algue pérenne. Période de reproduction pendant la saison froide.
- Fonds rocheux et blocs des fonds sablo-graveleux de zone abritée
- Minimum de salinité supporté 20 g/l.
- Température optimale entre 10 et 16 °C. Diminution importante de la photosynthèse à partir de 20 °C



***Laminaria digitata* :**

- Médiolittoral inférieur et infralittoral 0-3m (Bretagne).
- Stipe lisse rond, long et flexible fixé à la roche par des crampons.
- Thalle découpé en longues lanières brunes.
- Algue pérenne. Période de recrutement en nov-déc. Longévité 5 ans. Croissance maximale en été.
- Fonds rocheux, blocs et galets de zone abritée à exposée.
- Minimum de salinité supporté 25 g/l.
- Température optimale entre 10 et 13 °C.



Laminaria ochroleuca :

- Infralittoral 0-30m (Bretagne)
- Stipe rond lisse et dressé surmonté d'une fronde longue et découpée de couleur jaunâtre.
- Algue pérenne.
- Fonds rocheux et blocs de zone abritée à mi-exposée.
- Euryhaline, elle est présente dans les estuaires et sur les côtes.
- Eurytherme, elle se trouve dans des eaux dont les températures sont comprises entre 10 et 20 °C



Laminaria hyperborea :

- Infralittoral 0-40m (Bretagne)
- Stipe rond flexible rugueux, souvent couvert d'épiphytes. Fixé au substrat par des crampons cartilagineux.
- Algue pérenne. Recrutement au printemps. Croissance maximum d'avril à juin. Longévité de 15 ans.
- Fonds rocheux et blocs de zone semi-exposés à très-exposés.
- Minimum de salinité supporté : 20 g/l.
- Température optimale de 10 à 17 °C. L'espèce supporte des températures voisines de 0°C mais les températures > 20°C sont létales.



Saccorhiza polyschides :

- Infralittoral 0-20m (Bretagne)
- Stipe plat avec falbalas à sa base (pas toujours). Fixé au substrat par un bulbe cartilagineux. La fronde est très découpée et souvent couverte de poils.
- Algue annuelle dite opportuniste, elle est pionnière dans les recolonisations de champs de laminaires exploités. Recrutement au printemps avec une croissance de plus de 3 m. Abrasion de la fronde jusqu'au détachement du stipe à la fin de l'automne.
- Elle se développe où *L. hyperborea* ne peut pas se maintenir : fonds rocheux, blocs et galets de zone abritée ou très exposée.
- Minimum de salinité supporté : 9 g/l.
- Production de sporophyte inhibée pour des températures < 3°C ou > 25 °C



II.3. Rôle écologique des forêts de laminaires

Les forêts de laminaires ont été décrites comme l'un des habitats les plus dynamiques et divers biologiquement de la planète (Brikett et al., 1998). Plusieurs critères expliquent cette grande richesse (Norderhaug et al., 2007).

Un habitat qui abrite une grande biodiversité

La biodiversité des forêts de laminaires est extraordinairement forte comparée à celle des autres communautés algales. En effet toute l'algue constitue en elle-même un substrat pour de nombreuses espèces (stipes, frondes, haptères), et leurs présences modifient les conditions physiques du milieu (hydrodynamisme, condition lumineuse) créant de nombreux habitats complexes et hétérogènes (Kelly, 2005). Ainsi à l'ombre des frondes se développe une flore diverse, les algues comme les animaux profitent de l'atténuation des conditions hydrodynamiques et les haptères constituent en eux-mêmes un milieu particulier. Le bulbe creux des *Saccorhiza polyschides* est un abri recherché par la faune vagile et un lieu de ponte pour certains poissons (Castric et al., 2001). De plus des épiphytes se développent sur les laminaires complexifiant le milieu et permettant à certaines espèces dominées par des gastéropodes : *Rissoa*, *Lacuna* (sont les plus abondants) et des amphipodes (*Jassa falcata*) de s'y développer (Norderhaug et al., 2002).

Les forêts de laminaires, des zones plus profondes présentent un nombre d'espèces plus important que les forêts « inshore » où on peut observer des arrivées d'eau douce et où l'action des vagues est plus importante (Kelly, 2005). La diversité et le nombre d'individus sont plus importants dans les forêts de *L. hyperborea* que dans les forêts de *L. digitata*. Cela pourrait être dû à l'exposition aux vagues et à l'émersion de *L. digitata* ainsi qu'au fait que leurs stipes étant lisses, ils sont peu colonisés. (Schultze et al. 1990 in Kelly, 2005).

Une forte production primaire

La forte production primaire des laminaires résulte d'une production nouvelle de biomasse, de matériels détritiques dégradés et de matières organiques dissoutes. Comme toutes plantes, les laminaires lors de leur croissance produisent de la matière nouvelle par photosynthèse (croissance de plus de trois mètres par an pour *Saccorhiza polyschides*). La croissance des frondes est souvent compensée par l'érosion de celles-ci, relarguant de la matière organique dans le milieu. De plus les laminaires produisent du mucus et d'autres matières extracellulaires dont sont recouverts les thalles. Enfin, les spores relarguées par les laminaires constituant également une part de cette production pourrait être une source de nourriture non négligeable pour les espèces vivantes autour des champs de laminaires. En effet, la production annuelle de spores d'un champ de laminaires est estimée à 70 gC/m²/an comparativement à la production primaire planctonique qui avoisine les 100-300 gC/m²/an (Kelly, 2005).

Les réseaux trophiques associés aux champs de laminaires sont essentiellement basés sur la consommation de détritiques, le broutage des algues fraîches étant faible (Schaal et al, 2009). En effet, les laminaires ne sont pas directement consommables pour la plupart des espèces car le rapport C/N est trop élevé, mais elles peuvent être dégradées par les bactéries (Norderhaug et al., 2003; Kelly, 2005 ; Christie et al., 2009). Le produit de cette



dégradation est une source importante de nourriture pour l'épifaune associée à cet habitat. Ainsi, cette matière organique particulaire (MOP) peut être utilisée sur place par les suspensivores, mais elle peut également sédimenter, ou encore être transportée vers les eaux profondes ou vers la côte. Cet habitat constitue donc une importante source de MOP continue pour les écosystèmes côtiers en particulier pendant les moments de faible production phytoplanctonique notamment lors des échouages après les tempêtes hivernales (Schaal et al, 2009). De plus les bactéries qui profitent de cette dégradation peuvent être elles-mêmes une source de nourriture pour d'autres espèces (Norderhaug et al., 2003) et enfin les épiphytes peuvent aussi être consommées. La production primaire des champs de laminaires est estimée entre 1000 et 2000 g.C.m⁻²/an (Mohammed et Frederiksen, 2004 in Kelly, 2005). Le tableau 1 permet de comparer cette production aux autres écosystèmes très productifs de la planète.

Tableau 1 : Comparaison de performances de production primaire dans divers habitats très productifs de la planète (Mc Lusky et Elliott, 2004). Gamme de variations mesurées sur plusieurs habitats de même type dans le monde.

Habitat	gC/m ² /an
Herbier de Zostère	58 - 330
Marais salant	100 – 500
Herbier à Spartines	133 - 1153
Mangrove	0-2700
Champ de Laminaires	1200 - 1800

La production primaire d'un champ de laminaire sous nos latitudes tempérées est comparable à celle des mangroves qui sont des habitats protégés assurant le rôle essentiel de nourricerie et de frayère pour la faune tropicale.

Un réseau trophique complexe.

Les invertébrés

Une faible proportion de brouteurs est observée dans cet écosystème car seuls certains gastéropodes (comme l'*Ansates pellucida* (Fig. 7)) sont capables de survivre avec les laminaires fraîches comme unique source de nourriture (Schaal et al., 2009). Une étude menée par Schaal et al. en 2010, montre que dans les champs de laminaires, les brouteurs basent essentiellement leurs régimes alimentaires sur les algues rouges épiphytes ou sur le bio-film déposé sur la fronde des laminaires.



Figure 7 : Photo de quatre gastéropodes *Ansates pellucida* en train de brouter un thalle de laminaire.



La forte production de MOP des champs de laminaires constitue une ressource alimentaire importante pour les suspensivores, les invertébrés dépositivores, et les filtreurs qui sont à leur tour des proies pour les invertébrés plus mobiles comme les polychètes, les cnidaires et les décapodes (Kelly, 2005).

Les poissons

Cette richesse en faune invertébrée rend ce milieu très attractif pour les poissons. En analysant les signatures isotopiques, Frederiksen (2003) démontre l'importance de cette faune de petits crustacés et de mollusques dans le régime alimentaire des poissons. Certains petits labridés (*Ctenolabrus rupestris* et *Centrolabrus exoletus*) qui se nourrissent essentiellement de petits gastéropodes tels que *Rissoa parva* et *Lacuna vincta*, sont spécialistes de ces écosystèmes (Norderhaug et al, 2005). Cette faune attire de plus grands prédateurs tels que le bar *Dicentrarchus labrax* ou le congre *Conger conger*.

Les oiseaux

Les champs de laminaires sont également des zones importantes pour certaines espèces d'oiseaux marins qui se nourrissent des invertébrés et des poissons présents tels que le Plongeon imbrin (*Gavia immer*), le Grèbe huppé (*Podiceps cristatus*) ou encore le Grand Cormoran (*Phalacrocorax carbo*). En Norvège, une analyse isotopique montre que 37 % et 49 % du carbone consommé par le Grand Cormoran et par l'Eider à duvet (*Somateria mollissima*), avait pour origine les forêts de laminaires (Frédéricksen, 2003).

Enfin, beaucoup d'espèces d'oiseaux comme l'Huîtrier Pie, les Courlis, les Tournepierre à collier... sont dépendantes des accumulations de laminaires en haut de plage en raison de leur forte densité en invertébrés (Kelly, 2005).

Une ressource pour les écosystèmes voisins

Un champ de laminaires accueille une grande densité d'invertébrés mobiles (beaucoup de petits crustacés). Cette capacité de déplacement leur permet de se cacher ou de fuir leurs prédateurs comme les poissons. D'après Jorgensen et al (2003) la dispersion est différente d'une espèce à une autre. Les espèces présentes dans les haptères se déplacent au sol alors que les espèces présentes sur les frondes ou sur les stipes se déplacent dans la masse d'eau, de laminaire en laminaire. Cette forte mobilité de la faune facilite les interactions avec les hauts niveaux trophiques (Norderhaug et al., 2002). Des migrations verticales benthiques et pélagiques ont été observées ainsi qu'un déplacement extérieur au champ. Ceci suggère que les champs de laminaires peuvent être une source secondaire (faune invertébrée) exploitée dans d'autres chaînes alimentaires comme les systèmes pélagiques ou les autres systèmes benthiques (Jorgensen et al. 2003).

Les champs de laminaires : une Frayère et une Nurserie :

L'importance des champs de laminaires comme nurserie pour le développement des juvéniles de poissons a largement été reconnue (Shaffer 2003, Kelly, 2005). Quelques invertébrés comme les gastéropodes ou les nudibranches attachent leurs œufs sur les haptères ou les stipes des algues. De plus ces milieux attirent de nombreuses espèces de poissons nidificatrices ou des espèces qui pondent leurs œufs agglutinés sur les algues. Les



Ganoïdes et les Salmonidés utilisent cet habitat comme une vaste nurserie et comme une zone de refuge (Kelly, 2005).

Les changements complets ou partiels des forêts de laminaires dus à des perturbations peuvent affecter la composition spécifique et causer la diminution de certaines espèces de poissons. La structure complexe et la densité (distribution et la taille des frondes) de *Macrocystis pyrifera* ont un impact sur le recrutement des populations de poissons associés à ces algues. La présence de ces champs en permettant la réduction des courants peut augmenter l'établissement de poissons en transition et/ou influencer leur survie pendant une certaine période de leur vie en leur procurant un abri et/ou une source alimentaire. Le recrutement des espèces est ainsi supérieur dans les zones où les frondes sont de grande taille ou denses (O'Connor et al., 2010).

Les champs de laminaires présentent donc un très fort intérêt écologique, cependant c'est un habitat fortement menacé.

II. 4. Menaces actuelles sur cet écosystème

Récemment, Sandrine Derrien-Courtél du Muséum National d'Histoire Naturelle de Concarneau a alerté l'ensemble des acteurs scientifiques sur l'état des champs de laminaires sur le littoral d'Iroise (Derrien-Courtél, 2008). Il semble, comme l'ont observé les plongeurs d'ELV, que sur plusieurs autres sites en Bretagne, les laminaires soient menacées, voire « intoxiquées » ou « malades ». Des campagnes de recensement et de prélèvements ont donc été conduites dans le Finistère en 2008 afin de subir une analyse pathologique, menée par la Station Biologique de Roscoff. Les scientifiques s'interrogent. La diminution des champs de laminaires est-elle liée à une augmentation de la turbidité des masses d'eaux, à la présence d'éléments dans l'eau qui leur sont néfastes, à une infection bactérienne, à une évolution du milieu liée au réchauffement climatique ? Toutes ces questions sont en cours d'études (Derrien-Courtél et al., 2007 et 2008).

Impacts potentiels des activités anthropiques.

Les champs de laminaires sont soumis à de nombreuses perturbations d'origine anthropique (Derrien-Courtél, 2009).

- **L'exploitation des laminaires** par la technique du scoubidou se pratique essentiellement dans le Finistère Nord et ne concerne pas le secteur Loire/Vilaine.
- **La pêche professionnelle par dragage**, peut avoir un impact important sur la biodiversité de la sous-strate faune/flore, suite à l'arrachage des blocs. Ce n'est pas une menace sur le littoral Loire/Vilaine car les champs de laminaires, limités par la turbidité se développent sur des reliefs trop accidentés pour permettre la pratique de ce type de pêche.



- **La surpêche des prédateurs** (comme le bar) pourrait provoquer une augmentation des organismes brouteurs et entraîner le développement d'algues opportunistes au détriment des laminaires et de leurs épiphytes (Christie et al., 2009). Le Comité Régional des Pêches (COREPEM) du Croisic est actuellement en train de recenser les pratiques de pêche sur la zone Loire/Vilaine. Il serait intéressant d'étudier l'état des champs de laminaires dans les zones les plus exploitées.
- **Une augmentation excessive des nutriments** peut altérer l'écosystème en éliminant les espèces les plus sensibles à l'eutrophisation. Si l'augmentation générale des apports azotés depuis quelques décennies, provoque des marées vertes notamment sur le littoral Breton, la zone littoral Loire/Vilaine semble épargnée par ces explosions de macroalgues (Ulves). Néanmoins, d'importants développements de microalgues dans le secteur Loire/Vilaine sont apparus depuis les années 1980 témoignant d'un milieu eutrophisé (zone à problème ou à potentiel problème selon la classification OSPAR 2003). Outre l'atténuation de la lumière que cela peut occasionner, les pêcheurs et la communauté scientifique s'interrogent sur la toxicité directe ou indirecte de ces blooms sur d'autres organismes (peuplements halieutiques, faune benthique). La dégradation de cette importante biomasse microalgale pourrait entraîner une baisse de l'oxygénation du milieu, notamment en profondeur. En 2009, un programme de surveillance a été mis en place par le COREPEM (Comité Régionale des Pêches) en association avec les pêcheurs professionnels. De tels blooms ne se sont pas produits en 2009, leur impact sur le développement des laminaires n'a donc pas pu être estimé.
- **L'apparition d'espèces introduites** comme l'éponge *Celtodoryx girardae* pourrait présenter une menace en terme de compétition spatiale avec les jeunes laminaires (Perez et al, 2006 ; Derrien-Courtel, 2006). De nombreuses éponges ont été observées dans les champs de laminaires lors de nos suivis. Leur détermination est malaisée et leur rôle écologique peu connu. C'est un suivi qu'il sera nécessaire de mettre en place sur le littoral des Pays de la Loire. L'invasion des côtes françaises par la sargasse *Sargassum muticum*, ne semble pas être une menace pour les laminaires sur les cotes des Pays de la Loire, car elle se développe essentiellement dans des zones abritées, fixée sur des supports fixes ou mobiles, en fond de chenaux, dans la zone intertidale. Le système de fixation des laminaires leurs permettent de résister à certain hydrodynamisme contrairement aux sargasses.
- Qu'elle soit d'origine anthropique ou naturelle, **la forte turbidité** de notre zone d'étude apparaît comme un facteur déterminant. D'origine anthropique, elle peut être le résultat du dragage du chenal de navigation en estuaire externe de la Loire, du clapage de sédiment sur le site de la Lambarde ou du dévasage de l'accès aux ports de la Vilaine. Ces actions sont récurrentes et les volumes importants. Plus ponctuellement, il peut y avoir des aménagements littoraux qui pourront engendrer très localement des panaches de turbidité et des zones de fortes sédimentations de matériel fin. Les impacts attendus sur les champs de laminaires sont la diminution de la lumière et donc la remontée des ceintures algales, ou l'envasement des sites rocheux qui deviennent alors impropres à la fixation des jeunes pousses.



- **L'augmentation globale de la température** (augmentation de plus d'1°C des eaux du littoral des Pays de la Loire depuis 50 ans, données IFREMER), peut avoir pour conséquence la disparition sur nos côtes des espèces les plus froides (comme *Laminaria hyperborea* ou *Laminaria digitata*). Ce phénomène a déjà été observé en Manche sur la façade anglaise pour l'algue *Alaria esculenta* (Munda & Lüning, 1977). A contrario, ce réchauffement peut favoriser la remontée vers le nord des espèces d'affinité méridionales comme *Laminaria ochroleuca*. Exacerbé dans des milieux peu profonds en période estivale, ce réchauffement favorise le développement d'espèces introduites telles qu'*Undaria pinnatifida* comme cela a été observé sur le littoral morbihannais (Derrien-Courtel, 2009).
- **Interaction température et turbidité.** Dans les zones de fortes turbidités et lors des périodes de canicules où la température de surface dépasse 25-26°C, la laminaire *Saccorhiza polyschides* pourrait être remplacée par des espèces mieux adaptées aux milieux anthropisés comme *Halydris siliquosa*, *Sargassum muticum*, *Desmarestia ligulata* ou *Solieria chordalis*. Un tel phénomène a été observé en Californie avec une diminution des densités de *Macrocystis pyrifera* (espèce également annuelle et à caractère opportuniste, comme *Saccorhiza polyschides*) s'accompagnant d'un important recrutement de *Desmarestia ligulata* (Edwards, 1988). Dans l'étude sur la zone Loire/Vilaine, nous sommes particulièrement attentifs au développement de ces espèces indicatrices d'une évolution à grande échelle.

Résilience des champs de laminaires

L'ensemble de ces perturbations, intervenant plus ou moins en synergie, aura des effets divers sur l'évolution des champs de laminaires. Cependant les champs de laminaires montrent une forte capacité de régénération lorsqu'ils sont exploités. A ce titre, Perez, (1971) proposait une mise en jachère de trois ans sur les champs de *Laminaria digitata* exploités de manière intensive. Toutefois la reconstitution des champs de laminaires n'est que partielle et certains épiphytes sont plus longs à se développer (Waage-Nielsen et al., 2003). Lorsqu'un champ de *Laminaria hyperborea*, après une forte perturbation, retrouve sa taille en 4 ou 5 ans, il faut environ 5 à 7 ans pour que les épiphytes retrouvent leur taille et leur structure (Christie et al., 2009). Cette régénération potentielle est conditionnée par le maintien de la bonne qualité de l'habitat (quantité de lumière disponible et nature du substratum).



III. Protocole adopté pour cette étude

Le protocole appliqué à cette étude a été établi par Anne-Laure Barillé et Sandrine Derrien-Courtel, sur la base du protocole DCE existant (Derrien-Courtel et Le Gal, 2008 ; ELV et al. 2009).

Il s'agit de suivre de 9 sites (des sites proposés par ELV et al. 2009 et des sites déjà surveillés dans le cadre de l'application de la DCE) largement répartis sur l'aire d'étude afin de répondre à plusieurs problématiques environnementales (qualité des masses d'eau, impact de la turbidité, impact d'aménagement ...).

III.1. Stratégie d'échantillonnage

Ces neuf sites d'études (Figure 8) ont été retenus en fonction de la pertinence de leur situation géographique et des connaissances antérieures (cf cartes du ELV (fig.2), suivi DCE 2006 et inventaires des lamineurs de 1975 à 1985, Gruet, 1989).

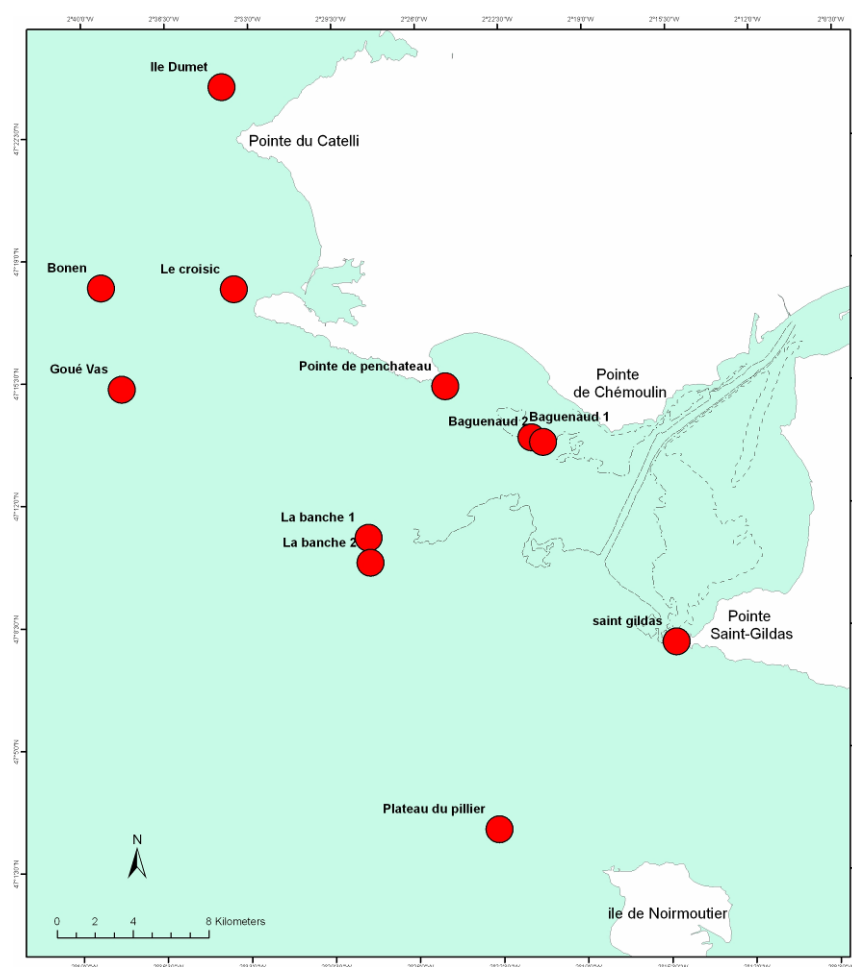


Figure 8 : Répartition géographique des stations échantillonnées dans le cadre du suivi laminaire réalisé en 2009 pour ELV.



Les sites qui nécessitent deux transects sont ceux qui sont directement situés sous l'influence du panache de l'estuaire de la Loire. Un premier suivi est réalisé dans une zone exposée au panache et un second suivi est réalisé dans une zone qui est protégée du panache turbide.

Tableau 2 : nombre de transects retenus par station

Site d'étude	Masse d'eau DCE	Nb de transects analysés	Données antérieures
Ile Dumet	CG 44	1	Site DCE suivi par S Derrien-Courtél
Pointe du Croisic	CG 45	1	Suivi par ELV
Plateau du Four Bonen	CG 45	1	Site DCE suivi par S Derrien-Courtél
Plateau du Four Goue Vas	CG 45	1	Suivi par ELV
Penchâteau	CG 46	1	Suivi par ELV
Baguenaud	CG 46	2	Suivi par ELV
Plateau de la Banche	CG46	2	Site DCE suivi par Bio-Littoral et par ELV
Saint-Gildas	CG 46	1	Site DCE intertidal et suivi par Y Gruet 1975-1985
Ile du Pilier	CG 47	1	Site DCE suivi par Bio-Littoral

III. 2. Suivi du bon état écologique de l'habitat « laminaires »

Ce protocole implique une série d'étapes chronologiques précises (Fig. 9).

Personnel intervenu dans les missions de plongée

Les plongées sont réalisées en conformité avec les règles de sécurité des plongées professionnelles : 3 plongeurs professionnels sont nécessaires simultanément, deux plongent ensemble et le troisième reste tout équipé en sécurité à bord, sous la direction d'un chef hyperbare qui gère le chantier de plongée.

Muséum National d'Histoire Naturelle de Concarneau :

DERRIEN-COURTEL Sandrine : Plongeur scientifique, Chef de chantier hyperbare Classe IIB
 DERRIEN René : Chef de chantier hyperbare Plongeur professionnel Classe IIB
 LE GAL Aodren : Plongeur scientifique Classe IB
 DECARIS François Xavier : Plongeur scientifique Classe IB temporaire

Bio-Littoral, Start-Up Université de Nantes,

BARILLÉ Anne-Laure Plongeur scientifique Classe IB
 BONNEAU Raphaël : Plongeur secours Classe IIB plongeur, Atlantique Scaphandre.
 HARIN Nicolas : Chef de chantier hyperbare,
 ORIOT Mathieu : Plongeur scientifique Classe IB
 TRUHAUD Nicolas : Ingénieur. Plongeur scientifique Classe IB

Signalisation du transect

Sur chaque station, le positionnement des transects est défini préalablement après analyse des cartes bathymétriques du SHOM de manière à choisir les isobathes les plus rapprochés afin d'avoir un plus grand étagement susceptible d'accueillir un plus grand nombre de ceintures algales. Sur site, le positionnement est ajusté en fonction de l'accessibilité offerte (sécurité des plongeurs vis-à-vis du courant et de la houle). Après avoir vérifié le profil bathymétrique au sondeur du bateau, une première bouée marque l'emplacement de la tête de transect. Le bout plombé de 50 à 100 m est alors dévidé en droite ligne à partir du bateau



selon le cap enregistré. (Remarque : les plongeurs du MNHN dévident leur transect directement sous l'eau). Les plongeurs retendent le bout en lui faisant épouser les reliefs. A la suite de cette opération, les deux bouées qui marquent l'emplacement du transect sont repérées au GPS. (Remarque : les plongeurs du MNHN ont le point GPS de la bouée de tête un cap à suivre sous l'eau et une longueur de transect à respecter).

Réalisation d'un profil bathymétrique de chaque transect

Le long du transect, la profondeur, l'heure sont notées tous les 50 cm afin d'établir un profil bathymétrique du transect. L'heure et la date permettent de recalculer la profondeur véritable par rapport au zéro des cartes marines. Pour une date et une heure données, la hauteur d'eau liée à la marée est calculée par le logiciel du Shom.

Limite d'extension en profondeur des ceintures

Les ceintures algales sont repérées le long du transect. Pour cela, le long de chaque transect, les limites d'extension en profondeur des différentes ceintures algales sont notées. L'heure est également notée pour recalculer la profondeur par rapport à la marée. Cinq types de ceintures sont appréciés en fonction de la nature et de la densité des peuplements qui les constituent.

Niveau 1 : ceinture facultative à *Laminaria digitata*.

Niveau 2 : étage infralittoral supérieur, ceinture à laminaires denses (densité ≥ 3 laminaires/m²) comprenant *Laminaria hyperborea*, *Laminaria ochroleuca* et *Saccorhiza polyschides*.

Niveau 3 : étage infralittoral inférieur, ceinture à laminaires clairsemées (densité < 3 laminaires/m²) comprenant *Laminaria hyperborea*, *Laminaria ochroleuca* et *Saccorhiza polyschides*.

Niveau 4 : étage circalittoral côtier : absence de laminaires, algues sciaphiles

Niveau 5 : étage circalittoral du large : absence d'algues dressées

Quand les laminaires sont absentes, nous devons redéfinir les niveaux d'étagement au moyen des espèces présentes dans ces habitats sous-marins d'eaux turbides, à la fois abrités et souvent soumis à des courants de marée importants. Dans ce cas, une autre typologie de ceintures algales est utilisée :

Niveau 1 : ceinture facultative à *Padina pavonica*

Niveau 2 : étage infralittoral supérieur : *Cystoseira* ssp., *Sargassum muticum*, *Halidrys siliquosa* et/ou *Saccharina latissima* denses (densité ≥ 3 pieds/m²), et/ou supérieures à la densité de *Solieria chordalis*.

Niveau 3 : étage infralittoral inférieur : *Cystoseira* sp., *Sargassum muticum*, *Halidrys siliquosa* et/ou *Saccharina latissima* clairsemées (densité < 3 pieds/m²), et/ou inférieures à la densité de *Solieria chordalis*.

Niveau 4 : étage circalittoral côtier : Dominance de la faune fixée sur la flore dressée

Niveau 5 : étage circalittoral du large : absence d'algues dressées

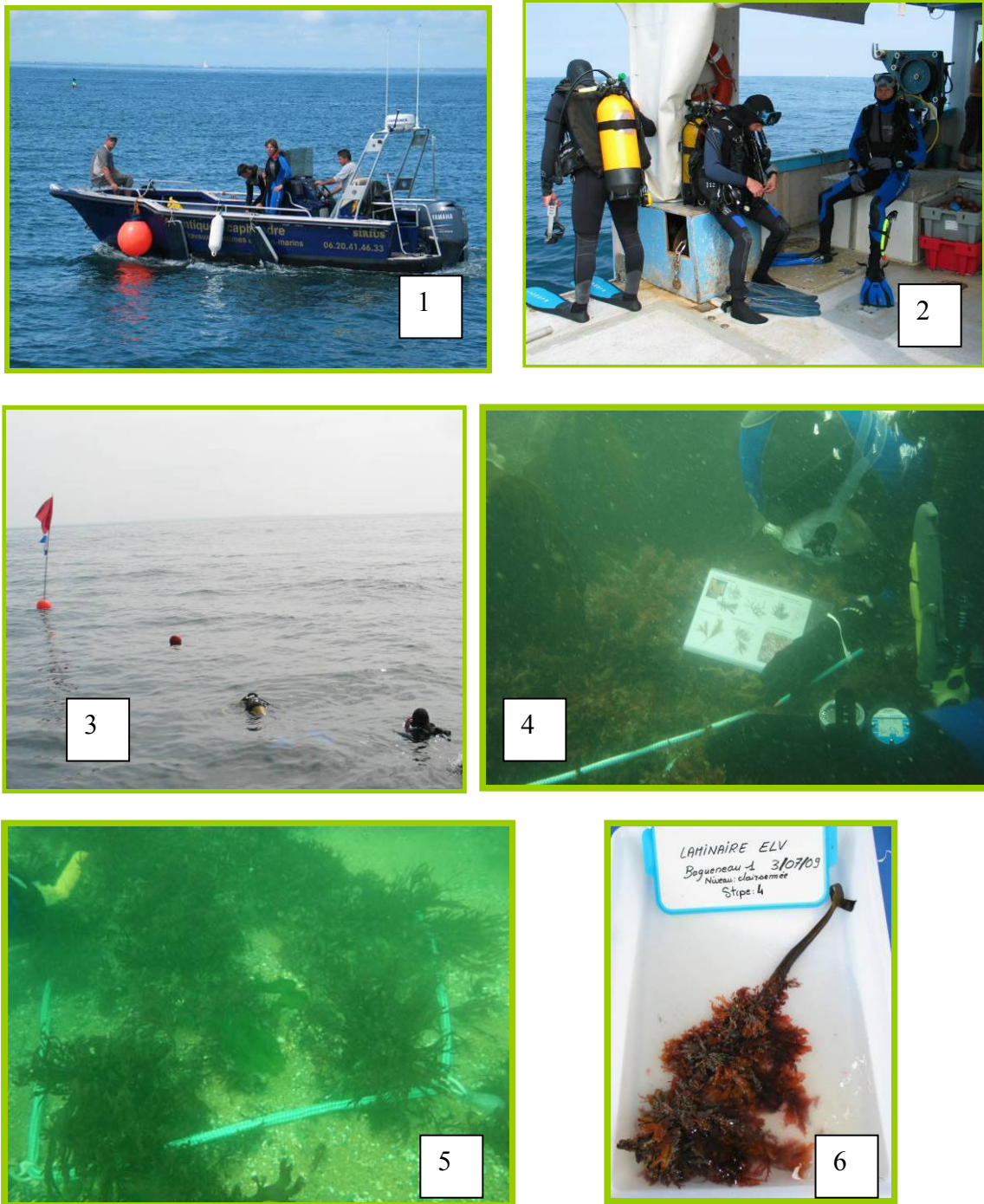


Figure 9 : Moyens à la mer (1). Trois plongeurs professionnels pour chacune des plongées (2). Balisage du transect (3). Prises de mesures tous les 50 cm le long du transect pour réaliser le profil bathymétrique (4). Comptage des différentes espèces algales dans un quadrat de 0.25 m^2 (5). Détermination des algues et calcul des surfaces occupées par l'épibiose sur 1 stipe de *Laminaria hyperborea* (6).



Biodiversité et densité algales

La composition spécifique et la densité des différentes espèces de laminaires et des algues qui constituent la sous-strate, sont notées pour chaque quadrat sur une fiche déjà pré-établie (feuille en kevlar).

Sur les niveaux 1 et 2, 10 quadrats de 0.25 m² sont échantillonnés

Sur les niveaux 3 à 5, 8 quadrats de 0.25 m² sont échantillonnés

Les quadrats sont positionnés sur une même cote bathymétrique au sein de la ceinture, si possible à -3m et -8m CM quand ces bathymétries se trouvent au sein des ceintures de l'infralittoral.

Epibiose sur 10 stipes de *Laminaria hyperborea* (niveaux 2 et 3)

Lorsque la linaire *Laminaria hyperborea* est suffisamment présente au niveau de la bathymétrie et/ou de la ceinture, 10 stipes sont analysés (ils sont analysés in situ par le MNHN, mais sont prélevés en plongée pour analyse des algues épiphytes en laboratoire par Bio-Littoral). Les paramètres mesurés sont les suivants :

- Longueur totale et diamètre du stipe
- longueur totale occupée par les épibioses
- Détermination et positionnement précis sur le stipe de chaque épibiose présente
- Surface moyenne occupée par chacune des 5 principales espèces épibioses

Ces mesures sont requises dans le calcul d'un indicateur de qualité du milieu dont l'analyse est en cours.

Moyens nautiques

Les sites sélectionnés ont été analysés en plongée sous-marine à partir des bateaux d'ELV, ou du muséum de Concarneau lorsque cela était possible sinon à partir d'autres embarcations louées pour l'occasion (tableau 3).

Tableau 3 : Date des plongées et moyens nautiques utilisés

Date	Sites	Plongeurs	Moyen à la mer
29/06/2009	la Banche 1	Bio-Littoral	la Sandrine (Alain ELV)
30/06/2009	la Banche 1	Bio-Littoral	la Sandrine (Alain ELV)
01/07/2009	La Banche 2	Bio-Littoral	la Sandrine (Alain ELV)
03/07/2009	Baguenaud 1-2	Bio-Littoral	Alizée (E. Auvray ELV)
8/07/2009	Dumet	MNHN	Bateau MNHN
9/07/2009	Goué Vas	MNHN	Bateau MNHN
10/07/2009	Bonen	MNHN	Bateau MNHN
13/07/2009	Le Pilier	Bio-Littoral	Sirius (Atlantique scaphandre)
14/07/2009	Le Pilier	Bio-Littoral	Sirius (Atlantique scaphandre)
14/09/2009	Penchâteau	Bio-Littoral	Agachon (zodiac JC Ménard ELV)
15/09/2009	Croisic	Bio-Littoral	Agachon (zodiac JC Ménard ELV)
15/10/2009	Saint Gildas	Bio-Littoral	du bord face au 3ème bunker



Période d'intervention sur le terrain

Tous les relevés et toutes les campagnes de plongées comme les investigations au sonar, ont été réalisés entre mai et octobre 2009. La période d'observation idéale préconisée par la DCE s'étend de mi-mars à mi-juillet, mais les conditions météorologiques n'ont pas toujours été clémentes les jours de faible coefficient de marée.

Conditions de plongée sur zone



Sur les stations situées au sud de la zone d'étude, les platiers rocheux sont très étendus et peu pentus.

L'importante turbidité de ce secteur engendre une visibilité très réduite souvent $< 1\text{m}$. Pour la sécurité des plongeurs un code de signaux sonores a été établi (Fig. 10).

Les ceintures de lamineuses se trouvent dans la zone de déferlement des vagues, ce qui perturbe la stabilité des plongeurs.

Figure 10 : Visibilité réduite au cours des plongées en raison de la forte turbidité.

IV Résultats des transects sur les lamineuses

IV 1. Diversité floristique des champs de lamineuses

Dans un premier temps, les paramètres mesurés sont présentés station par station, du nord vers le sud.

- L'Ile Dumet
- Bonen, Plateau du Four
- Goué Vas, Plateau du Four
- Le Croisic
- Penchâteau
- Baguenaud 1
- Baguenaud 2
- La Banche 1
- La Banche 2
- Saint Gildas
- Le Pilier



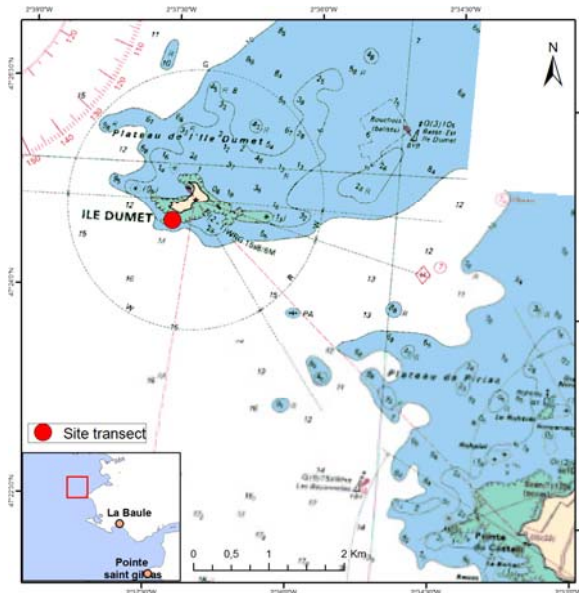
Pour chaque transect analysé sont présentés :

- ❖ L'opérateur qui a réalisé les analyses en plongée
- ❖ La position géographique avec les coordonnées GPS du point de départ.
- ❖ La date et les conditions de plongée.
- ❖ Le profil bathymétrique du transect établi en plongée. Les profondeurs sont ramenées au zéro des cartes marines à l'aide du logiciel du SHOM.
- ❖ Les profondeurs des différentes ceintures algales, individualisées selon la nature des espèces structurantes et la densité de celles-ci, correspondant aux niveaux 1 à 4 définis par le MNHN.
- ❖ Les densités des différentes espèces faune/flore répertoriées sur chaque transect, et pour chacun des niveaux.
- ❖ Les caractéristiques des espèces épiphytes des stipes de *Laminaria hyperborea*, lorsque cette laminaire est présente aux bathymétries et/ou niveaux concernés sur le site.

Dans un second temps, des analyses « facteur par facteur » permettront de synthétiser les résultats avec un rendu spatialisé sur des cartes géoréférencées.



IV.1.1. Ile Dumet



Opérateur : MNHN

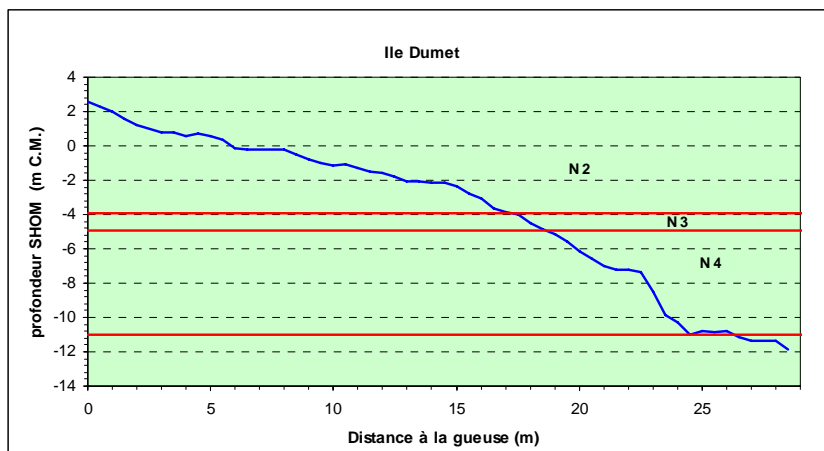
Date : 8 juillet 2009

Coordonnées GPS (ED50) du point le plus haut du transect :
Latitude : 47 ° 24,520 ' N
Longitude : 2 ° 37,388 ' W

Cap : 240

Longueur transect : 30m

Figure 11 : Situation géographique de la station de l'île Dumet.



Les profondeurs des ceintures algales sont :

N2 : entre +3 et -3,9 m C.M

N3 : entre -3,9 et -4,9 m C.M

N4 : entre -4,9 et -11.0 m C.M

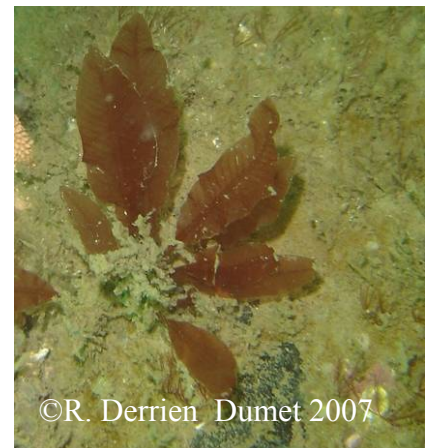
Figure 12 : Coupe du transect réalisé près de l'île Dumet. Les lignes rouges délimitent les ceintures algales.



©R. Derrien Dumet 2007

Importante
couverture
d'Ulves

*Delesseria
sanguinea*



©R. Derrien Dumet 2007



Densité des espèces répertoriées sur le transect

Tableau 4. Densité des espèces répertoriées sur le site de l'île Dumet dans la zone 2 de laminaires denses

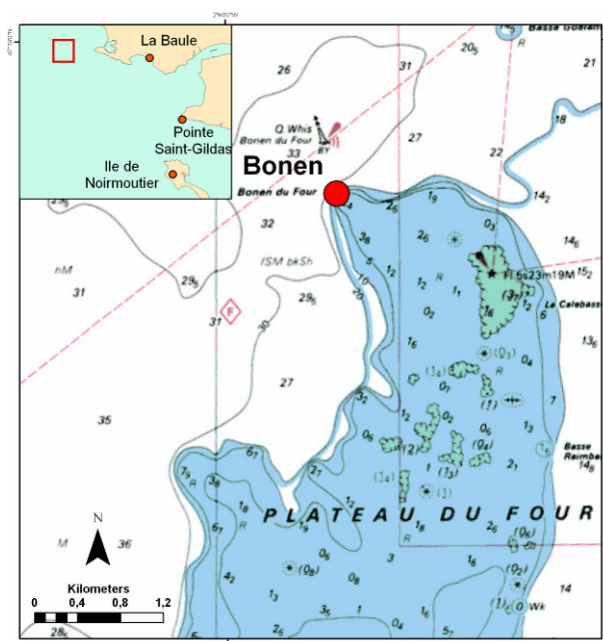
	Niveau I-II dense > 3 laminaires/m2										surf ech m2 ind/m2	
Espèces	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Q 6	Q 7	Q 8	Q 9	Q 10	2.5	
Date	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009		
esp structurantes												
Jeunes laminaires ind.	1	1	1	3				1			7	2.8
<i>Sacchoriza polyschides</i>	8	11	16	13	10	7	7	19	5	4	100	40
esp. opportunistes												
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	11	15	7	21	18		4	6	7		89	35.6
Ectocarpales									14	5	19	7.6
<i>Ulva sp.</i>								1		1	2	0.8
esp. encroutantes												
<i>Cruoria sp. %</i>	0%	0%	1%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		0.3%
<i>Phymatolithon lenormandii %</i>	5%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	0%	6%	0%		4.7%
Algues brunes encroutantes	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	2%	0%		0.5%
esp caractéristiques												
<i>Acrosorium venulosum</i>					2						2	0.8
<i>Brongniartella byssoides</i>									3		3	1.2
<i>Bryopsis plumosa</i>	15	3		6		9	12		23	13	81	32.4
<i>Ceramium sp.</i>		7	1	4		5	7		5	19	48	19.2
<i>Chondracanthus acicularis</i>		1		1				1			3	1.2
<i>Corallina sp.</i>			7	9			4	6			26	10.4
<i>Delesseria sanguinea</i>	4	9	4	16	6	6	7	2	4	1	59	23.6
<i>Dilsea carnosa</i>		1	1								2	0.8
<i>Erythroglossum laciniatum</i>									2		2	0.8
<i>Haliptilon squamatum</i>	24	11			15	2			1	26	79	31.6
<i>Polysiphonia sp.</i>	24	30	60	38	11	18	20	12	90	7	310	124
<i>Pterothamnion crispum</i>	33	12	38	10	17	12	12	7	28	22	191	76.4
<i>Rhodomenia holmesii</i>			13		9	25	3	16			66	26.4
<i>Rhodomenia pseudopalmata</i>						3		5			8	3.2
Total											1097	439

Tableau 5. Densité des espèces répertoriées sur le site de l'île Dumet dans le niveau 3 de laminaires clairsemées

	Niveau III clairsemé < 3 laminaires/m2								surf ech m2 ind/m2	
Espèces	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Q 6	Q 7	Q 8	2	
Date	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009		
esp. opportunistes										
<i>Heterosiphonia japonica</i>					2				2	1
esp. encroutantes										
<i>Cruoria sp. %</i>	3%	3%	4%	5%	4%	3%	4%	4%		3.8%
<i>Phymatolithon lenormandii %</i>	3%	5%	3%	3%	4%	3%	4%	3%		3.5%
esp caractéristiques										
<i>Acrosorium venulosum</i>			2				1		3	1.5
<i>Antithamnionella ternifolia</i>	22	5							27	13.5
<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>	1				1				2	1
<i>Bryopsis plumosa</i>			4		8				12	6
<i>Calliblepharis ciliata</i>				1					1	0.5
<i>Delesseria sanguinea</i>			1	1					2	1
<i>Dictyota dichotoma</i>			1		2				3	1.5
<i>Erythroglossum laciniatum</i>	1			1					2	1
<i>Heterosiphonia plumosa</i>				3					3	1.5
<i>Polysiphonia sp.</i>			6	15	10	5	37	7	80	40
<i>Pterosiphonia pennata</i>			2						2	1
<i>Pterothamnion crispum</i>			2	2					4	2
<i>Rhodomenia pseudopalmata</i>			1	1		1	4	25	32	16
<i>Rivularia bullata</i>					2				2	1
<i>Zanardinia typus</i>							3		4	2
Total									181	91



IV.1.2. Plateau du Four : site du Bonen



Opérateur : MNHN

Date : 10 juillet 2009

Coordonnées GPS (ED50): du point le plus haut du transect :

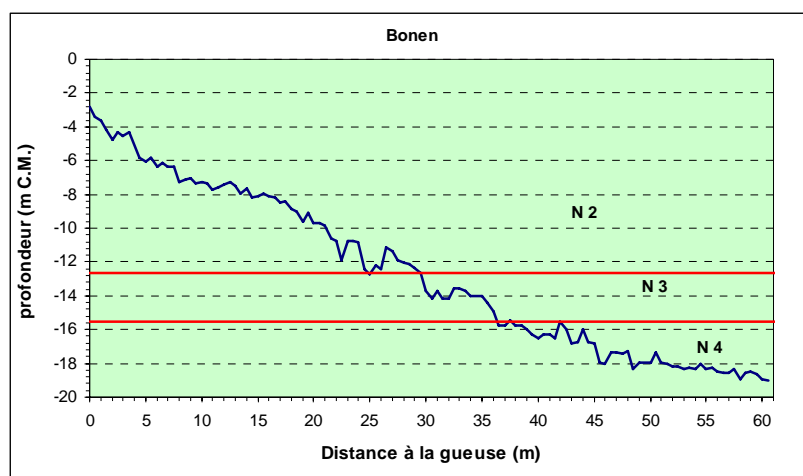
Latitude : 47 ° 18,216' N

Longitude : 2 ° 39,191' W

Cap : 300

Longueur transect : 80m

Figure 13 : Situation géographique de la station de Bonen



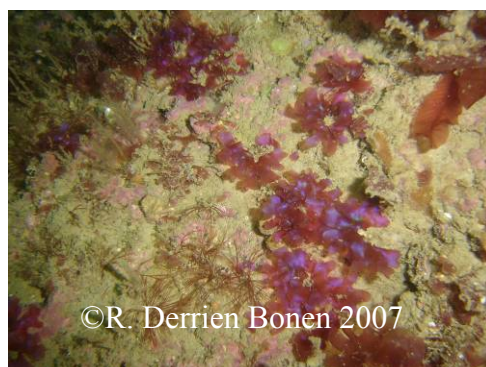
Les profondeurs des ceintures algales sont :

N2 : entre -2,5 et -12,68 m C.M

N3 : entre -12,68 et -15,54 m C.M

N4 : entre -15,54 et -21,01 m C.M

Figure 14 : Coupe du transect réalisé sur le site du Bonen. Les lignes rouges délimitent les ceintures algales.





Densité des espèces répertoriées sur le transect

Tableau 6. Liste des espèces répertoriées sur le site de Bonen dans la zone 2 de laminaires denses

	Niveau I-II dense > 3 laminaires/m2										surf ech m2	ind/m2
Espèces	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Q 6	Q 7	Q 8	Q 9	Q 10	2,5	
Date	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009		
esp structurantes												
jeunes laminaires	3		1	3		7	4	5	1	1	25	10
<i>Laminaria hyperborea</i>		2									2	0,8
<i>Saccorhiza polyschides</i>	3	2	3	1		6	2		1		18	7,2
esp. opportunistes												
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>		8		1			1				10	4
<i>Polysiphonia</i> sp.				28	150	90	60	30	80	47	485	194
esp. encroutantes												
Phymatolithon lenormandii %	5%	6%	6%	3%	3%	3%	3%	5%	3%	3%		4,0%
esp caractéristiques												
<i>Acrosorium venulosum</i>				3							3	1,2
<i>Aglaothamnion feldmaniae</i>				7							7	2,8
<i>Apoglossum ruscifolium</i>							1				1	0,4
<i>Bonnemaïsonia asparagoides</i>					1	1	1		1	5	9	3,6
<i>Calliblepharis ciliata</i>				40	14	27	27	43	28	25	204	81,6
<i>Callophyllis laciniata</i>	1	2	4				1		1	2	11	4,4
<i>Cryptopleura ramosa</i>	10	21	9	7	9	3	13	4	2	4	82	32,8
<i>Delesseria sanguinea</i>	6	2		2	4	3	1	1		1	20	8
<i>Dilsea carnosa</i>	1										1	0,4
<i>Erythroglossum laciniatum</i>		3		4		3					10	4
<i>Falkenbergia rufolanosa</i>				1			14				15	6
<i>Heterosiphonia plumosa</i>	3			14	5		7	15		15	59	23,6
<i>Kallymenia reniformis</i>	1		2			1	3			1	8	3,2
<i>Meredithia microphylla</i>				8	3					5	16	6,4
<i>Phyllophora crispa</i>		16	20						2		38	15,2
<i>Plocamium cartilagineum</i>	1										1	0,4
<i>Pterosiphonia complanata</i>				5	12	12				21	50	20
<i>Pterosiphonia parasitica</i>			2			5	15	7	13	7	49	19,6
<i>Pterothamnion plumula</i>			1								1	0,4
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	1			18	11	6	29	6	18		89	35,6
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>					1	3					4	1,6
<i>Dictyopteris polypodioides</i>					6	4		1	1	1	13	5,2
<i>Dictyota dichotoma</i>				6		3	6	3	2		20	8
<i>Dictyota dichotoma</i> var. implexa				1	1				1		3	1,2
<i>Zanardinia typus</i>				1		2		1			4	1,6
Total											1258	503

Tableau 7. Liste des espèces répertoriées sur le site de Bonen dans la zone 3 de laminaires clairsemées

	Niveau III clairsemé < 3 laminaires/m2								surf ech m2	ind/m2
Espèces	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Q 6	Q 7	Q 8	2	
Date	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009		
esp structurantes										
jeunes laminaires	1				1	1			3	1,5
esp. opportunistes										
<i>Heterosiphonia japonica</i>							2		2	1
Ectocarpales					2				2	1
<i>Polysiphonia</i> sp.	55	54	55	15	25	15	30	20	269	134,5
esp. encroutantes										
Phymatolithon lenormandii %	4%	4%	5%	4%	5%	6%	6%	6%		5,0%
esp caractéristiques										
<i>Bonnemaïsonia asparagoides</i>	1	7	3		7	23	23	15	79	39,5
<i>Calliblepharis ciliata</i>		1							1	0,5
<i>Callophyllis laciniata</i>						1			1	0,5
<i>Cryptopleura ramosa</i>				1					1	0,5
<i>Dilsea carnosa</i>						1			1	0,5
<i>Erythroglossum laciniatum</i>	4	5	3	4	29	4	8	17	74	37
<i>Heterosiphonia plumosa</i>					2				2	1
<i>Kallymenia reniformis</i>		1	1			1	1		4	2
<i>Phyllophora crispa</i>					2	9	8		19	9,5
<i>Plocamium cartilagineum</i>	1								1	0,5
<i>Pterosiphonia parasitica</i>					10		2		12	6
<i>Pterosiphonia pennata</i>						1			1	0,5
<i>Sphondylothamnion multifidum</i>						1			1	0,5
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	12	19	15	13	25	55	44	43	226	113
<i>Dictyota dichotoma</i>					1	1	1		3	1,5
<i>Aglaothamnion feldmaniae</i>							1		1	0,5
<i>Meredithia microphylla</i>					1				1	0,5
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>			5	4					9	4,5
Total									713	357



Epiphytisme sur *Laminaria hyperborea*

Tableau 8. Diversité des épiphytes de *Laminaria hyperborea* pour 10 stipes à -3 m C. M. sur le site de Bonen

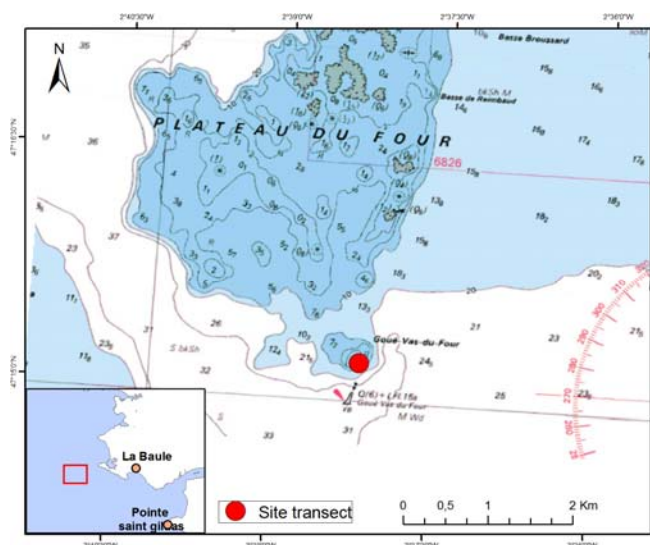
diversité épiphytes LHY	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	tot
<i>Apoglossum ruscifolium</i>							1				1
<i>Callophyllis laciniata</i>										1	1
<i>Cryptopleura ramosa</i>		1	1	1		1				1	5
<i>Membranoptera alata</i>			1								1
<i>Palmaria palmata</i>			1							1	2
<i>Phycodrys rubens</i>										1	1
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>			1								1
ARL									1		1

Tableau 9. Caractéristiques des épiphytes de *Laminaria hyperborea* pour 10 stipes à -3 m C. M. sur le site de Bonen

Bathy /Niveau	3m C.M/Niveau 2										moyenne
N° stipe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Longueur Tot (cm)	6	5	12	8	5	3	3	8	6.5	23	7.95
début épiphytisme (cm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
fin épiphytisme (cm)	2	4.5	9	5	1	1	1		3	21.5	
Longueur épiphytée (cm)	2	4.5	9	5	1	1	1	0	3	21.5	4.8
Diamètre milieu (cm)	0.6	0.5	1.3	0.8	0.4	0.2	0.4	0.6	0.2	1.3	
Surface épiphytes (cm ²)	0	36	80.5	1.5	0	5.5	6	0	6	281	41.65



IV.1.3. Plateau du Four : site de Goué Vas



Opérateur : MNHN

Date : 9 juillet 2009

Coordonnées GPS (ED50): du point le plus haut du transect :

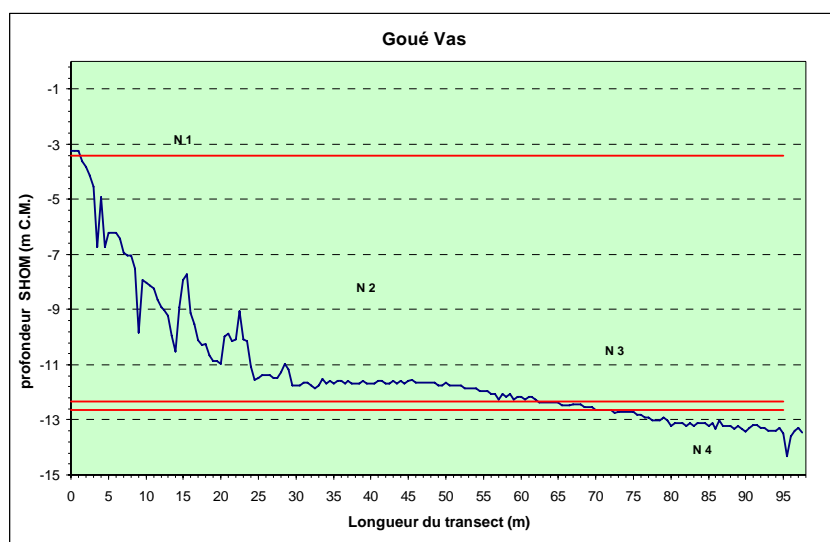
Latitude : 47 ° 15,205 ' N

Longitude : 2 ° 38,194 ' W

Cap : 110

Longueur transect : 100m

Figure 15 : Carte de situation de Goué Vas



Les profondeurs des ceintures algales sont :

N1 se termine à -3,42 m C.M

N2 : entre -3,42 et -12,33 m C.M

N3 : entre -12,33 et -12,63 m C.M

N4 commence à -12,63 m C.M.

Figure 16 : Coupe du transect réalisé sur le site du Goué Vas. Les lignes rouges délimitent les ceintures algales.





Densité des espèces répertoriées sur le transect

Tableau 10. Liste des espèces répertoriées sur le site de Goué Vas dans la zone 2 de laminaires denses

Niveau I-II dense > 3 laminaires/m2												surf ech m2 ind/m2	
Espèces	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Q 6	Q 7	Q 8	Q 9	Q 10	2.5		
Date	09/07/2009	09/07/2009	09/07/2009	09/07/2009	09/07/2009	09/07/2009	09/07/2009	09/07/2009	09/07/2009	09/07/2009			
esp structurantes													
jeunes laminaires		4	2	2	1	2		8		2	21	8.4	
<i>Saccorhiza polyschides</i>	6	2	7		6		6		2	5	34	13.6	
esp. opportunistes													
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>		1			14					4	19	7.6	
esp. encroutantes													
<i>Phymatolithon lenormandii</i> %	4%	3%	5%	3%	3%	3%		3%	3%	3%		3.3%	
esp caractéristiques													
<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>				1		2					3	1.2	
<i>Calliblepharis ciliata</i>		14		17					9		40	16	
<i>Callophyllis laciniata</i>	1		6	1	2			7	1		18	7.2	
<i>Cryptopleura ramosa</i>	3	4	7	17		12	2	20	7	2	74	29.6	
<i>Delesseria sanguinea</i>	1	3	3	1	2			3		3	16	6.4	
<i>Dictyopteris polypodioides</i>		1		4		18		29	3		55	22	
<i>Dictyota dichotoma</i>		7		6		1			6		20	8	
<i>Dilsea carnosa</i>	1										1	0.4	
<i>Erythroglossum laciniatum</i>		11		12				5	18	4	50	20	
<i>Kallymenia reniformis</i>	1			2	3	8	3	3	3	6	29	11.6	
<i>Lomentaria rosea</i>									7		7	2.8	
<i>Meredithia microphylla</i>		1						8	8		17	6.8	
<i>Phyllophora crispa</i>						6					6	2.4	
<i>Rhodophyllis divaricata</i>				1							1	0.4	
Total											411	164	

Tableau 11. Liste des espèces répertoriées sur le site de Goué Vas dans la zone 3 de laminaires clairsemées

Niveau III clairsemé < 3 laminaires/m2												surf ech m2 ind/m2	
Espèces	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Q 6	Q 7	Q 8	2				
Date	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009	08/07/2009					
esp. encroutantes													
<i>Cruoria</i> sp %	3%	3%	4%	5%	4%	3%	4%	4%			3.8%		
<i>Phymatolithon lenormandii</i> %	6%	6%	5%	6%	3%	2%	2%	2%			4.0%		
esp caractéristiques													
<i>Acrosorium venulosum</i>						7		8		15	7.5		
<i>Dictyota dichotoma</i>		1								1	0.5		
<i>Erythroglossum laciniatum</i>	8	5		4						17	8.5		
<i>Phyllophora crispa</i>	2		5	9						16	8		
<i>Pterosiphonia parasitica</i>			1							1	0.5		
<i>Cryptopleura ramosa</i>	2									2	1		
<i>Polysiphonia</i> sp.	55	45	12	51	14	120	20			317	158.5		
<i>Rhodomenia holmesii</i>					16	2	5	32		55	27.5		
<i>Rhodomenia pseudopalmata</i>		4								4	2		
Total											428	214	



Epiphytisme sur *Laminaria hyperborea*

La ceinture à laminaires denses de Goué Vas est essentiellement représentée par *Saccorhizapolyischides*. Les *Laminaria hyperborea* sont présentes mais rares dans ce secteur, c'est pourquoi elles ne sont pas comptabilisées dans les quadrats qui sont choisis au hasard pour une bathymétrie donnée. Pour les mesures d'épiphytisme, les plongeurs peuvent parcourir une plus grande zone pour trouver le nombre de stipes nécessaires, en respectant toutefois la même bathymétrie.

Tableau 12. Diversité des épiphytes de *Laminaria hyperborea* pour 10 stipes sur le site de Goué Vas

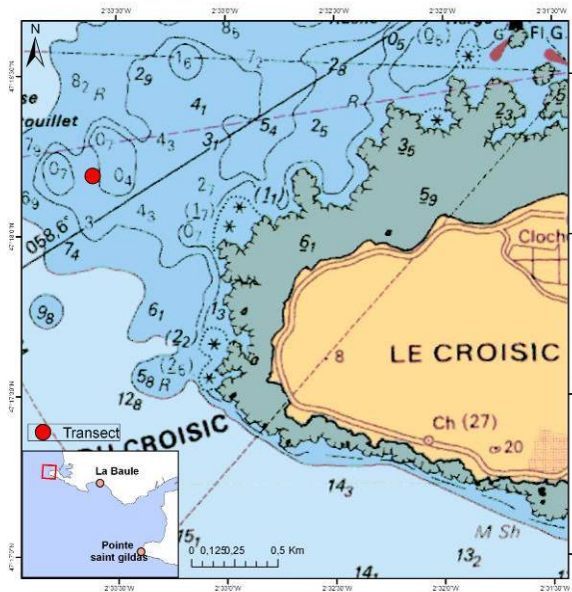
diversité épiphytes stipes LHY	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	tot
<i>Cryptopleura ramosa</i>					1						1
<i>Membranoptera alata</i>				1	1		1				3
<i>Phycodrys rubens</i>		1	1		1	1	1	1			6
<i>Polysiphonia sp.</i>						1		1			2
<i>Rhodomenia pseudopalmata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Bryozoaires encroûtant	1										1
Hydraire									1		1
ARF		1									1

Tableau 13. Caractéristiques des épiphytes de *Laminaria hyperborea* pour 10 stipes à -3 m C. M. sur le site de Goué Vas

Bathy /Niveau	3m C.M/Niveau 2										moyenne
N° stipe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Longueur Tot (cm)	32.5	43	31	36	26	22	32	22	47	15	30.65
début épiphytisme (cm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
fin épiphytisme (cm)	24	37	26	32	22	16	27	11	40	10	
Longueur épiphytée (cm)	24	37	26	32	22	16	27	11	40	10	24.5
Diamètre milieu (cm)	1.6	1.2	1.8	2	2	1.8	2	1.9	1.5	1.5	
Surface épiphytes (cm²)	728	356	137	520	405	253	516	117	730	120	388.2



IV.1.4. La Pointe du Croisic



Opérateur : Bio-Littoral

Date : 15 septembre 2009

Coordonnées GPS (WGS84):

Début du transect :

Latitude : 47° 18,183'N

Longitude : 2° 33,592'W

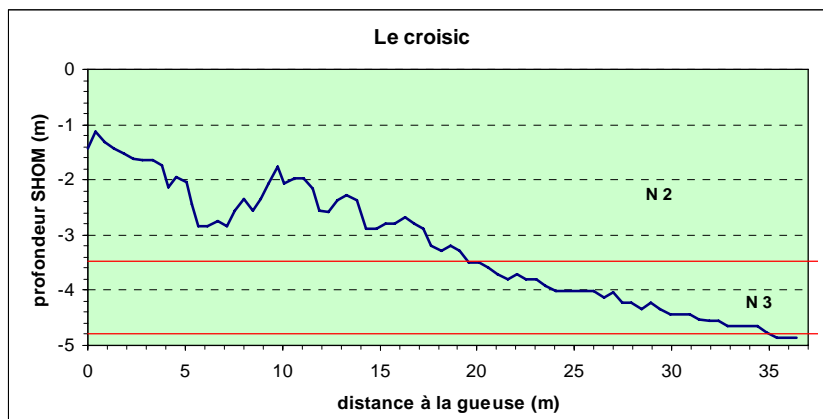
Fin du transect :

Latitude : 47° 18,194'N

Longitude : 2° 33,632'W

Longueur transect : 50m

Figure 17. Zone du transect réalisé à la pointe du Croisic le 15/09/2009.



Les profondeurs des ceintures algales sont :

N2 : entre -1 et -3.5 m C.M

N3 : entre -3.5 et -4.8 m C.M

Figure 18. Coupe du transect réalisé à la pointe du Croisic. Les lignes rouges délimitent les ceintures algales.

Remarques :

Petite plongée à la sortie du port pour voir les très fortes densités d'ophiures qui tapissent le sédiment meuble. Appareil photo en panne.



Densité des espèces répertoriées sur le transect

Tableau 14 : Densité des espèces répertoriées sur le site du Croisic dans la zone 2 de laminaires denses

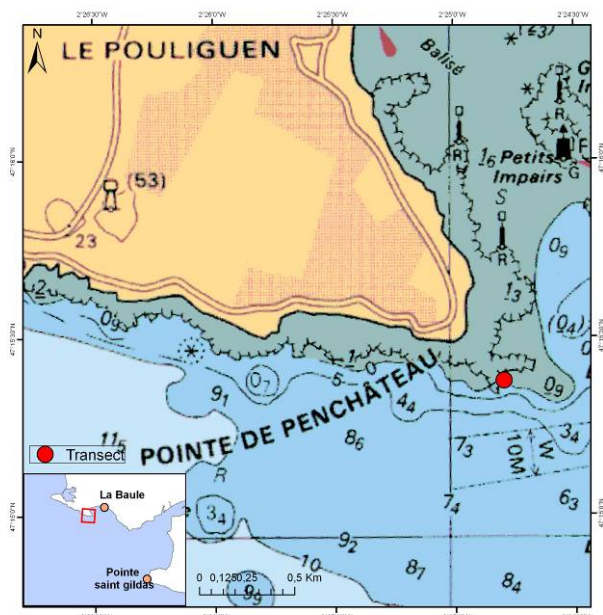
Espèces	Niveau I-II dense > 3 laminaires/m2										surf. ech.	ind/m²
	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Q 6	Q 7	Q 8	Q 9	Q 10	2.5	
plongeur	ALB	ALB	ALB	ALB	ALB	MO	MO	MO	MO	MO		
date	15/09/2009	15/09/2009	15/09/2009	15/09/2009	15/09/2009	15/09/2009	15/09/2009	15/09/2009	15/09/2009	15/09/2009		
Heure début cadrat	14h56	15h09	15h18	15h30	15h47	14h54	15h04	15h18	15h26	15h38		
Profondimètre cadrat	6.4	6.9	7.3	7	7.5	5.5	6	7	6.9	7.2		
Profondeur SHOM	1.53	2.02	2.43	2.15	2.71	0.63	1.12	2.13	2.04	2.37		
Niveau de densité	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
Espèces structurantes												
Jeunes laminaires ind.						2		1		9	12	4.8
<i>Saccorhiza polyschides</i>	7	3	2	3	1	1	5	3	2		27	10.8
esp. encroutantes												
<i>Cruoria sp.</i> %	0%	0%	5%	0%	5%	0%	5%	1%	2%	5%		2%
<i>Phymatolithon lenormandii</i> %	10%	5%	5%	5%	10%	3%	1%	5%	2%	8%		5%
Eponge %	0%	5%	5%	5%	5%	0%	0%	0%	0%	0%		2%
Roche %	10%	0%	15%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		3%
Espèces opportunistes												
<i>Acrosorium venulosum</i>		2	4	2				1			9	3.6
<i>Chondrus crispus</i>						8	5	1	2		16	6.4
<i>Corallina sp.</i>	34	31	14	14	5	15	12	14	12	1	152	60.8
<i>Cryptopleura ramosa</i>	12	8		11	10						41	16.4
<i>Delesseria sanguinea</i>		1	3	3			1		2	2	12	4.8
<i>Dictyota dichotoma</i>				1	2			1	2		6	2.4
<i>Dilsea carnosa</i>			2	1	1			1	3		8	3.2
<i>Gymnogondrus crenulatus</i>	3		4	12		2	2			1	24	9.6
<i>Halopteris filicina</i>					3						3	1.2
<i>Halurus equisetifolius</i>			1	1							2	0.8
<i>Heterosiphonia plumosa</i>					1						1	0.4
<i>Plocamium cartilagineum</i>				2	2		1		1		6	2.4
<i>Pterosiphonia complanata</i>			6	4						1	11	4.4
<i>Palmaria palmata</i>				1	1						2	0.8
Total											332	132.8

Tableau 15 : Densité des espèces répertoriées sur le site du Croisic dans la zone 3 de laminaires clairsemées

Espèces	Niveau III clairsemé < 3 laminaires/m2								surf. ech.	ind/m²
	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Q 6	Q 7	Q 8	2	
plongeur	ALB	ALB	ALB	ALB	MO	MO	MO	MO		
Date	15/09/2009	15/09/2009	15/09/2009	15/09/2009	15/09/2009	15/09/2009	15/09/2009	15/09/2009		
Heure début cadrat	12h00	12h11	12h30	12h47	12h12	12h25	12h36	12h46		
Profondimètre cadrat	8.5	8.4	8.3	8.4	8.2	8.3	8.1	8.1		
Profondeur SHOM	4.83	4.63	4.35	4.3	4.42	4.4	4.1	4.01		
Niveau de densité	3	3	3	3	4	4	4	4		
Espèces structurantes										
<i>Halidrys siliquosa</i>	1			1		1			3	1.5
Jeunes laminaires ind.				1		1	2		4	2
<i>Saccorhiza polyschides</i>			1	1	1				3	1.5
esp. encroutantes										
<i>Cruoria sp.</i> %	10%	10%	10%	0%	2%	1%	5%	1%		5%
<i>Phymatolithon lenormandii</i> %	15%	10%	10%	25%	8%	4%	5%	5%		10%
Roche/sable %	0%	25%	5%	10%	0%	0%	0%	0%		5%
Eponge %	0%	5%	15%	5%	0%	0%	0%	0%		3%
Espèces opportunistes										
<i>Acrosorium venulosum</i>	13	2	8	2	5	1	2	2	35	17.5
<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>					1			1	2	1
<i>Calliblepharis ciliata</i>	2	1	2			2			7	3.5
<i>Callophyllis laciniata</i>							1		1	0.5
<i>Corallina sp.</i>	12	26	46	5	8	8	4	6	115	57.5
<i>Cryptopleura ramosa</i>		7							7	3.5
<i>Delesseria sanguinea</i>	2	2	4	1	1	1	2	4	17	8.5
<i>Dictyopteris polypodioides</i>				2	1	1			4	2
<i>Dictyota dichotoma</i>					2	7	2	1	12	6
<i>Dilsea carnosa</i>		1	1	1			1		4	2
<i>Gymnogondrus crenulatus</i>			2				1		3	1.5
<i>Heterosiphonia plumosa</i>		2	1	1	2	1	1	1	9	4.5
<i>Osmundea pinnatifida</i>				13					13	6.5
<i>Plocamium cartilagineum</i>	1	3							4	2
<i>Polymeura bonnemaisoniae</i>			1						1	0.5
<i>Pterosiphonia complanata</i>	1	2	4		2	1	1	1	12	6
Total									256	128



IV.1.5. La pointe de Penchâteau



Opérateur : Bio-Littoral

Date : 14 septembre 2009

Coordonnées GPS (WGS84):

Début du transect :

Latitude : 47° 15,386'N

Longitude : 2° 24,782'W

Fin du transect :

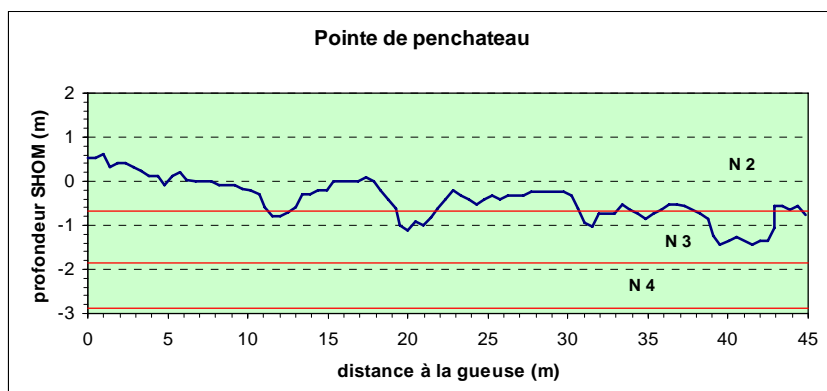
Latitude : 47° 15,37'N

Longitude : 2° 24,808'W

Longueur transect : 50m

Temps clame visibilité 6m.

Figure 19 : Zone du transect réalisé à la pointe de Penchâteau le 14/09/2009



Les profondeurs des ceintures algales sont :

N2 : entre +0.5 et -0.7 m C.M

N3 : entre -0.7 et -1.9 m C.M

N4 : entre -1.9 et -2.9 m C.M

Figure 20 : Coupe du transect réalisé à la pointe de Penchâteau. Les lignes rouges délimitent les ceintures algales

-Niveau 1-2



-Niveau 3 (densité < 3 laminaires/m²)





Densité des espèces répertoriées sur le transect.

Tableau 16. Densité des espèces répertoriées sur le site de Penchâteau dans la zone 2 de laminaires denses.

Niveau I-II dense > 3 laminaires/m2												surf ech m2	ind/m²
Espèces	Q 1	Q 2	Q 3	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Q 6	Q 7		2.5	
plongeur	ALB	ALB	ALB	ALB	ALB	ALB	MO	MO	ALB	MO			
date	14/09/2009	14/09/2009	14/09/2009	14/09/2009	14/09/2009	14/09/2009	14/09/2009	14/09/2009	14/09/2009	14/09/2009			
Heure début cadrat	12h04	12h36	12h45	11h57	12h14	12h25	12h27	12h43	12h52	12h57			
Profondimètre cadrat	4.7	4.4	4.7	4.8	5	4.5	4.3	4.3	5.3	4.9			
Profondeur SHOM	-0.52	-0.07	-0.33	-0.65	-0.77	-0.22	-0.01	0.06	-0.9	-0.48			
Niveau de densité	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3			
esp. structurantes													
<i>Laminaria hyperborea</i>	3	4	2	1	4	1	1	1	5			22	8.8
esp. opportunistes													
<i>Enteromorpha sp.</i>						1				2		3	1.2
<i>Ulva sp.</i>						1						1	0.4
esp. encroutantes													
<i>Cruoria sp.</i> %	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	1%			0.2%
<i>Phymatolithon lenormandii</i> %	0%	5%	5%	15%	25%	5%	2%	3%	0%	2%			6.2%
Eponge %	20%	25%	50%	10%	0%	5%	0%	0%	0%	0%			11.0%
esp. caractéristiques													
<i>Acrosorium venulosum</i>				1						3		4	1.6
<i>Callophyllis laciniata</i>								2	1			3	1.2
<i>Chondria dasyphylla</i>							1	4		1		6	2.4
<i>Corallina sp.</i>					2							2	0.8
<i>Cryptopleura ramosa</i>	17	7	17	22	16		9	7	7	5		107	42.8
<i>Delesseria sanguinea</i>		3		1	1	1			1			7	2.8
<i>Dilsea carnosa</i>	1	1		2	1				3	2		10	4
<i>Erythrogllossum laciniatum</i>	1			1								2	0.8
<i>Halurus equisetifolius</i>									6			6	2.4
<i>Plocamium cartilagineum</i>				1			1					2	0.8
<i>Rhodomenia pseudopalmata</i>	1							1		1		3	1.2
<i>Palmaria palmata</i>							1					1	0.4
total												179	71.6

Pas de niveau 3 trouvé sur le transect. Profondeur N3 déterminée beaucoup plus loin.



Halurus equisetifolius



Plocamium cartilagineum



Acrosorium venulosum



Epiphytisme sur *Laminaria hyperborea*

Tableau 17. Diversité des épiphytes de *Laminaria hyperborea* pour 10 stipes sur le site de Penchâteau.

diversité épiphytes LHY	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	total
<i>Ceramium</i> sp.	1	1	1	1				1		1	6
<i>Cryptopleura ramosa</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
<i>Erythrogllossum laciniatum</i>	1										1
<i>Heterosiphonia plumosa</i>										1	1
<i>Lomentaria articulata</i>									1		1
<i>Membranoptera alata</i>	1									1	2
<i>Phycodrys rubens</i>			1								1
<i>Polysiphonia</i> sp.								1			1
<i>Ptherothamnion plumula</i>	1				1						2
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Bryzoaire	1				1						2
Echinoderme	1					1					2
Hydraire		1									1

Tableau 18. Caractéristiques des épiphytes de *Laminaria hyperborea* pour 10 stipes à -3 m C. M. sur le site de Penchâteau.

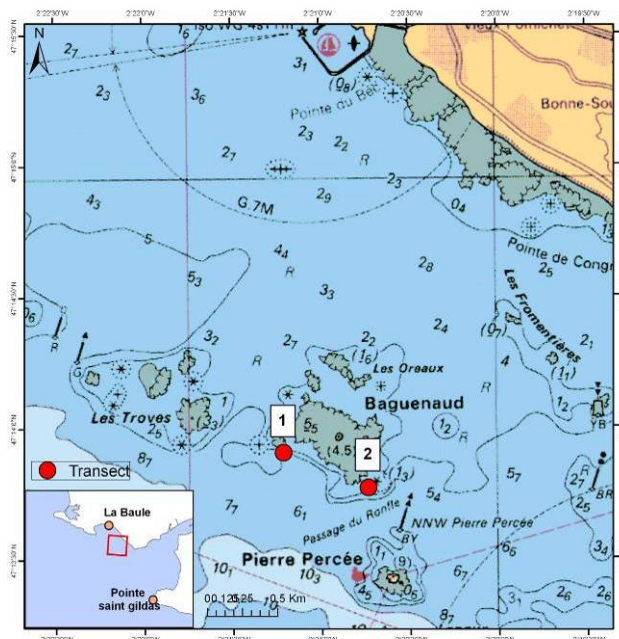
Bathy / Niveau	4,5 m C.M./Niveau 3										moyenne
N° Stipe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Longueur Tot (cm)	17	22	26	24	49	32	15	33	21	31	27
début épiphytisme (cm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
fin épiphytisme (cm)	10	10	14	11	26	20	2	19	7	16	
Longueur épiphytée (cm)	10	10	14	11	26	20	2	19	7	16	13.5
Diamètre milieu (cm)	1.2	1.1	1.3	1.2	1.4	1.4	1.1	1.5	1.2	1.4	1.28
Surface épiphytes (cm ²)	45	16.7	45.5	67.8	53	41.1	2.3	31.7	23.3	67.9	39.43

Epiphytisme très peu développé sur les stipes de *Laminaria hyperborea* de Penchâteau.





IV.1.6. Baguenaud 1



Opérateur : Bio-Littoral

Date : 3 juillet 2009

Coordonnées GPS (WGS84):

Début du transect :

Latitude : $47^{\circ} 13,887'N$

Longitude : $2^{\circ} 21,209'W$

Fin du transect :

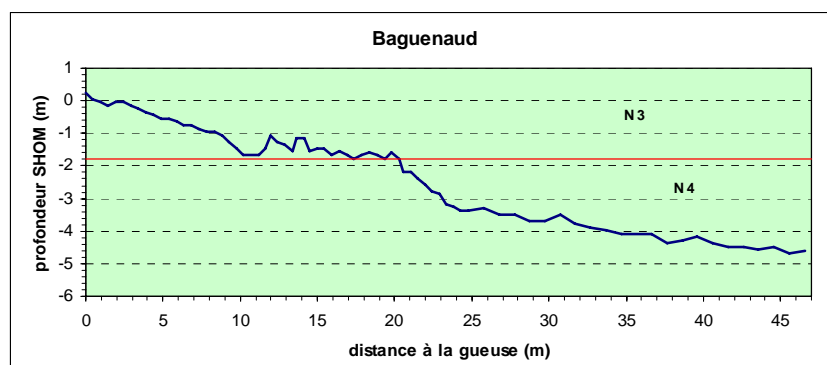
Latitude : $47^{\circ} 13,918'N$

Longitude : $2^{\circ} 21,212'W$

Longueur transect : 50m

Temps calme, visibilité 1m.

Figure 21. Zone du transect réalisé à Baguenaud 1 le 03/07/2009



Les profondeurs des ceintures algales sont :

N2 : pas trouvé

N3 : entre 0.0 et -1.8 m C.M

Figure 22. Coupe du transect réalisé à Baguenaud.1 Les lignes rouges délimitent les ceintures algales.

Illustration des ceintures algales

Baguenaud 1 - uniquement un Niveau 3 (Densité < 3 laminaires/m²)





Tableau 19. Densité des espèces répertoriées sur le site de Baguenaud 1 dans le niveau 3 à laminaires clairsemées

Espèces	Niveau III clairsemé < 3 laminaires/m2										surf. Éch.	ind/m²
	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Q 6	Q 7	Q 8	Q 9	Q 10	2.5	
plongeur	MO	MO	MO	MO	ALB	ALB	ALB	ALB	ALB	ALB		
date	03/07/2009	03/07/2009	03/07/2009	03/07/2009	03/07/2009	03/07/2009	03/07/2009	03/07/2009	03/07/2009	03/07/2009		
Heure début cadrat	12h51	12h58	13h04	13h12	12h37	12h44	12h56	13h06	13h23	13h27		
Profondimètre cadrat	5	5.3	5.4	5.6	3.2	3.7	5.1	5.2	4.2	4.1		
Profondeur SHOM	-0.94	-1.19	-1.25	-1.4	0.76	0.31	-1	-1.03	0.06	0.18		
Niveau de densité	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
esp structurantes												
<i>Laminaria hyperborea</i>	1	1	1	1			1	1			6	2.4
<i>Saccharina latissima</i>					3	2			1		6	2.4
Jeunes laminaires ind.				2							2	0.8
<i>Saccorhiza polyschides</i>			1								1	0.4
esp opportunistes												
<i>Enteromorpha sp.</i>						1	9				10	4
<i>Ulva sp.</i>	1		1	1		1	1				5	2
esp encroutantes												
Roche %	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	50%	5%	0%		11%
esp caractéristiques												
<i>Apoglossum ruscifolium</i>							5				5	2
<i>Cryptopleura ramosa</i>							3		1		4	1.6
<i>Delesseria sanguinea</i>				3			1	1			5	2
<i>Rhodomenia pseudopalmata</i>		1		1							2	0.8
total											46	18.4



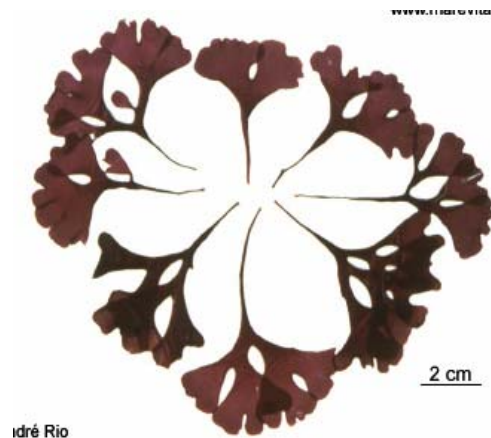
Cryptopleura ramosa



Apoglossum ruscifolium



Delesseria sanguinea



Rhodomenia pseudopalmata



Epiphytisme sur *Laminaria hyperborea*

Tableau 20. Diversité des épiphytes de *Laminaria hyperborea* pour 10 stipes de niveau 3 sur le site de Baguenaud 1.

diversité épiphytes LHY	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	total
<i>Callophyllis laciniata</i>		1				1					2
<i>Cryptopleura ramosa</i>	1	1	1		1	1	1	1	1		8
<i>Membranoptera alata</i>	1		1	1		1	1	1			6
<i>Phycodrys rubens</i>	1	1	1	1		1		1		1	7
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>		1	1	1	1	1	1	1	1		8
Balane			1	1	1	1	1	1	1		7
Bivalve									1		1
Bryzoaire	1			1				1			3
Eponge encroûtante			1	1		1					3
Ver polychète	1	1		1			1				4

Tableau 21. Caractéristiques des épiphytes de *Laminaria hyperborea* pour 10 stipes de niveau 3 sur le site de Baguenaud 1.

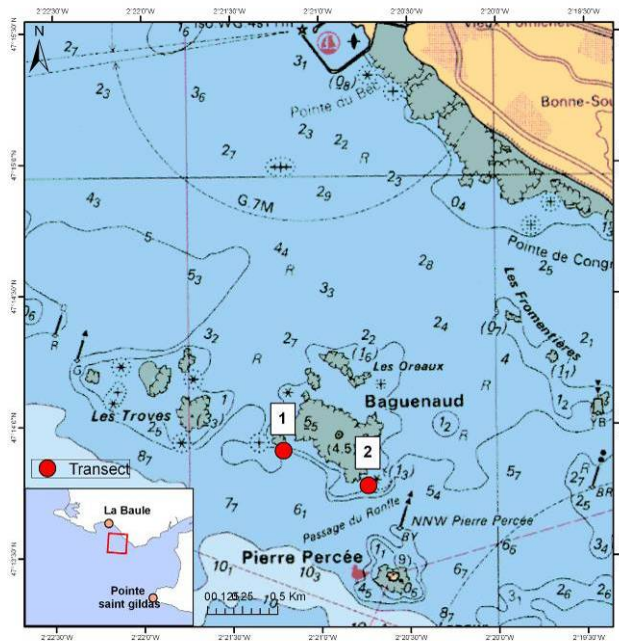
Bathy / Niveau	3,7 m C.M./Niveau 3										moyenne
N° Stipe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Longueur Tot (cm)	39	45	34	40	40	37	33	28	28	24	34.8
début épiphytisme (cm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
fin épiphytisme (cm)	21	22	22	27	22	26	22	18	13	11	
Longueur épiphytée (cm)	21	22	22	27	22	26	22	18	13	11	20.4
Diamètre milieu (cm)	1.2	1.4	1.7	1.7	1.5	1.5	1.4	1.3	1.2	1.3	1.42
Surface épiphytes (cm ²)	36.1	121	99	630	117	386	154	201	134	27.5	190.59

Epiphytisme moyennement à très développé, sur les stipes de *Laminaria hyperborea* de Baguenaud 1 (niveau 3 à laminaires clairsemées).





IV.1.7. Baguenaud 2 pauvre en laminaires



Opérateur : Bio-Littoral

Date : 3 juillet 2009

Coordonnées GPS (WGS84):

Début du transect :

Latitude : 47° 13,762'N

Longitude : 2° 20,717'W

Fin du transect :

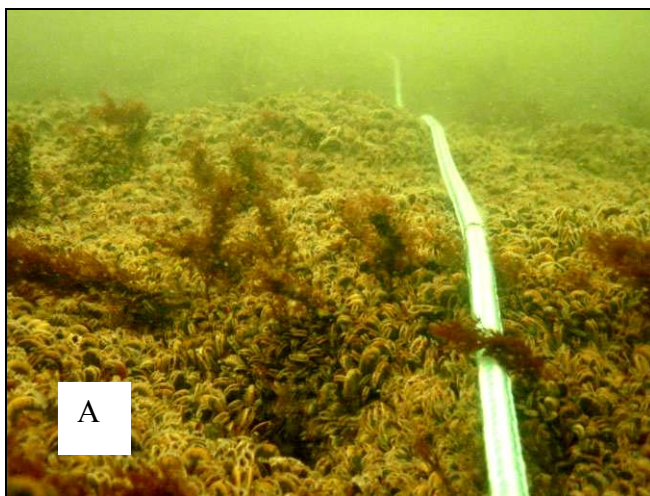
Latitude : 47° 13,776'N

Longitude : 2° 20,752'W

Longueur transect : 50m

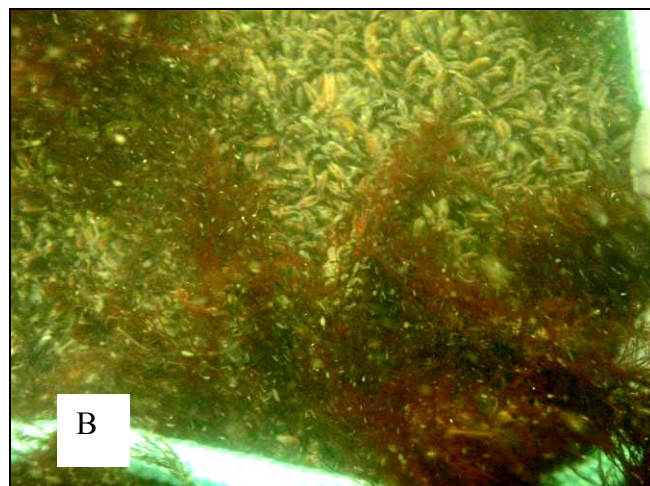
Temps calme, visibilité 1m.

Figure 23. Zone du transect réalisé à Baguenaud 2



A

Aucun transect n'a été réalisé sur ce site. Toute la zone est couverte d'une matte de moules sur un lit de vase de 10 à 15 cm d'épaisseur (A). La population de moules semble essentiellement constituée par une seule cohorte dont la taille moyenne est d'environ 3cm. Connaissant la vitesse de croissance d'une moule, cela signifie que cette installation est antérieure à 2006. Quelques algues rouges arrivent à se développer avant la période de recrutement des moules (mars – avril) (B) mais elles sont vite étouffées par les petites moules (C, D).



B



C



Plusieurs pieds de l'algue opportuniste *Desmarestia ligulata* ont été observés sur ce site (E). Sa présence indique une dégradation du milieu en raison de son développement inversement proportionnel à celui des laminaires (compétition spatiale) (Derrien-Courtél, com. pers.).

D'après les indications des plongeurs apnéistes qui fréquentent Baguenaud depuis plusieurs années, ce site était un important champ de laminaires qui a été remplacé par une moulière dans le début des années 2000.

Quelques laminaires (densité < 1 pour 25 m²) parviennent encore à se développer à travers la mat de moules.

Il s'agit surtout de *Saccharina latissima* (F) et de rares *Laminaria hyperborea* (G). Contrairement aux algues rouges les laminaires ne semblent pas colonisées par les jeunes moules. Cependant les moules peuvent coloniser les algues épiphytes de *L. hyperborea*.

Cette moulière abrite une très importante population d'étoiles de mer *Asteria rubens* qui se nourrissent de moules (G).

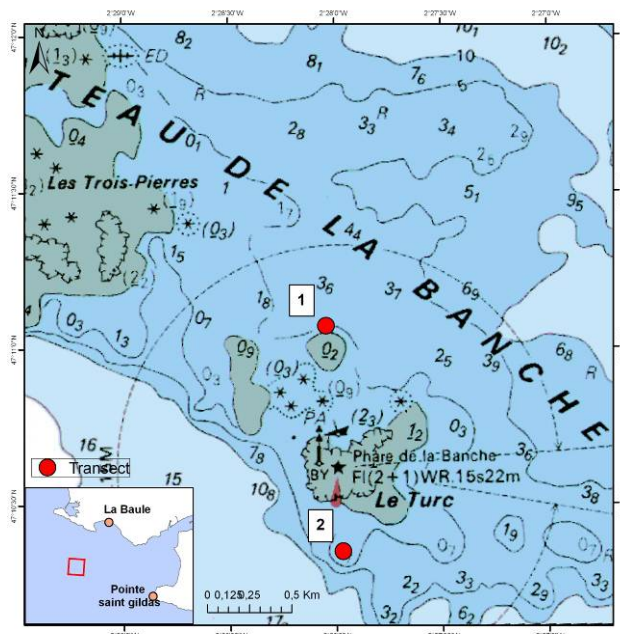


Cette importante couche de vase a pu être déposée lors de la crue de la Loire qui s'est produite en janvier 2004 avec des débits de 4000 m³/s pendant plus d'un mois.

Compte tenu de la fragilité du substrat (lit de vase) il est possible qu'un événement de fort hydrodynamisme tel que la tempête Xynthia ait pu modifier profondément cette moulière, il sera donc très intéressant d'y retourner en 2010.



IV.1.8. La Banche 1 nord



Opérateur : Bio-Littoral

Date : 1 juillet 2009

Coordonnées GPS (WGS84):

Début du transect :

Latitude : 47° 11, 077'N

Longitude : 2° 28,032'W

Fin du transect :

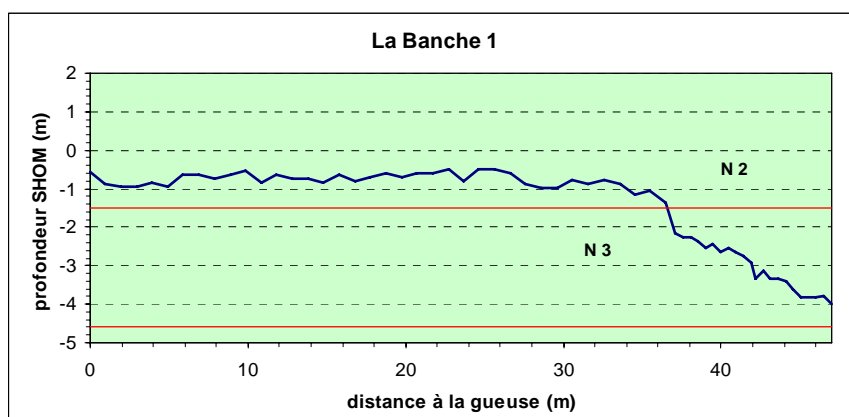
Latitude : 47° 11,068'N

Longitude : 2° 28,059'W

Longueur transect : 50m

Temps calme, visibilité 1m.

Figure 24. Zone du transect réalisé sur le plateau de la Banche 1



Les profondeurs des ceintures algales sont :

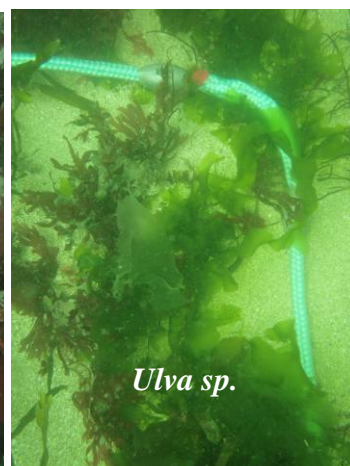
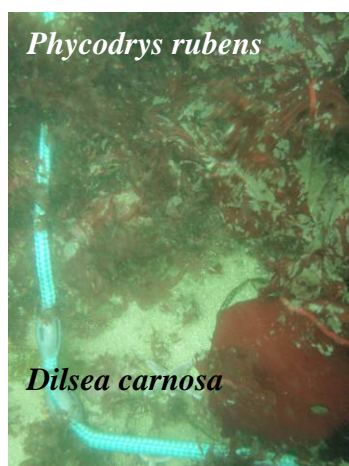
N2 : entre - 0.5 et -1.5 m C.M

N3 : entre -1.5 et -4.6 m C.M

R : Fin niveau N3 recherché en dehors du transect.

Figure 25 : Coupe du transect réalisé à la pointe de La Banche1. Les lignes rouges délimitent les ceintures algales

-Niveau 3 (densité < 3 laminaires/ha) :





Densité des espèces répertoriées sur le transect

Tableau 22. Liste des espèces répertoriées sur le site de La Branche 1 dans la zone 2 de laminaires denses

Espèces	Niveau I-II dense > 3 laminaires/m2										surf ech m2	ind/m²
	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Q 6	Q 7	Q 8	Q 9	Q 10	2.5	
plongeur	ALB	ALB	ALB	ALB	ALB	ALB	MO	MO	MO	MO		
date	30/06/2009	30/06/2009	30/06/2009	30/06/2009	30/06/2009	30/06/2009	30/06/2009	30/06/2009	30/06/2009	30/06/2009		
Heure début cadrat	13h	13h45	13h35	13h47	12h21	12h47	12h58	13h11	13h30	12h30		
Profondimètre cadrat	4.6	4.3	5	4.3	4.6	4.6	5.1	5.1	5	4.5		
hauteur de la marée Shom (m)	4.28	4.12	4.17	4.11	4.34	4.3	4.28	4.25	4.19	4.33		
Profondeur SHOM (m)	-0.32	-0.18	-0.83	-0.19	-0.26	-0.3	-0.82	-0.85	-0.75	-0.25		
Niveau de densité	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
esp structurantes												
<i>Laminaria hyperborea</i>	7	2	3	2	3		1	4	4	2	28	11.2
<i>Saccharina latissima</i>			3	3							6	2.4
Jeunes laminaires ind.					3			8	2	1	14	5.6
esp. opportunistes												
<i>Ulva sp.</i>						3		1			4	1.6
esp. encroutantes												
<i>Cruoria sp %</i>	2%	5%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		0.9%
<i>Phymatolithon lenormandii %</i>	15%	10%	10%	5%	10%	0%	2%	0%	2%	0%		5.4%
Roche %	0%	15%	0%	20%	5%	0%	0%	0%	0%	0%		4.0%
esp caractéristiques												
<i>Apoglossum ruscifolium</i>					3						3	1.2
<i>Calliblepharis ciliata</i>		1				1				1	3	1.2
<i>Callophyllis laciniata</i>				1					1		2	0.8
<i>Corallina sp.</i>	8					6					14	5.6
<i>Cryptopleura ramosa</i>	12	18	27	18	31	27	1	1	1	18	154	61.6
<i>Delesseria sanguinea</i>			4	4		1	1	2			12	4.8
<i>Dictyopteris polypodioides</i>								1			1	0.4
<i>Dictyota dichotoma</i>					2					1	3	1.2
<i>Erythroglossum laciniatum</i>			1				1		1		3	1.2
<i>Gymnogondrus crenulatus</i>						1					1	0.4
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>					3	1				2	6	2.4
<i>Kallymenia reniformis</i>	1		1		3			1		2	8	3.2
<i>Membranoptera alata</i>								1			1	0.4
<i>Nitophyllum punctatum</i>							1				1	0.4
<i>Plocamium cartilagineum</i>	6						1				7	2.8
<i>Polysiphonia sp.</i>						4	1				5	2.0
<i>Rhodophyllis divaricata</i>					2						2	0.8
Total											278	111.2

Tableau 23. Liste des espèces répertoriées sur le site de La Branche 1 dans la zone 3 de laminaires denses

Espèces	Niveau III clairsemé < 3 laminaires/m2										surf. Ech. m²	ind/m2
	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Q 6	Q 7	Q 8	Q 9	Q 10	2.5	
plongeur	MO	MO	MO	MO	ALB	ALB	ALB	ALB	ALB	ALB		
date	30/06/2009	30/06/2009	30/06/2009	30/06/2009	30/06/2009	30/06/2009	30/06/2009	30/06/2009	30/06/2009	30/06/2009		
Heure début cadrat	16h33	16h51	17h04	17h15	16h27	16h39	16h45	16h58	17h07	17h18		
Profondimètre cadrat	6.4	6.4	6.4	5.4	6.4	6	6.5	6.7	6.4	6		
hauteur de la marée Shom (m)	2.36	2.18	2.07	1.98	2.43	2.3	2.24	2.12	2.04	1.96		
Profondeur SHOM	-4.0	-4.2	-4.3	-3.4	-4.0	-3.7	-4.3	-4.6	-4.4	-4.0		
Niveau de densité	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
esp structurantes												
<i>Halidrys siliquosa</i>		1	1	1			2	2			7	2.8
<i>Laminaria hyperborea</i>	1		1	2	2					1	7	2.8
<i>Saccharina latissima</i>								2	1		3	1.2
Jeunes laminaires ind.				1	1						2	0.8
esp. opportunistes												
<i>Ulva sp.</i>								19	1		20	8.0
Ectocarpales									1		1	0.4
esp. encroutantes												
<i>Cruoria sp %</i>	1%	3%	3%	3%	5%	10%	0%	2%	0%	0%		2.7%
<i>Phymatolithon lenormandii %</i>	5%	1%	0%	0%	10%	5%	5%	15%	5%	15%		6.1%
Roche %	25%	25%	33%	15%	20%	30%	50%	50%	50%	15%		31.3%
esp caractéristiques												
<i>Acrosorium venulosum</i>	1		1			1	2		3	2	10	4.0
<i>Calliblepharis ciliata</i>	2	1	1								4	1.6
<i>Callophyllis laciniata</i>					4						4	1.6
<i>Corallina sp.</i>	5	2	2								9	3.6
<i>Cryptopleura ramosa</i>	4			1	6	8	15	2	7	4	47	18.8
<i>Delesseria sanguinea</i>	4			1	5	3	4			8	29	11.6
<i>Dictyopteris polypodioides</i>		1	2						2		5	2.0
<i>Dictyota dichotoma</i>					3		1				4	1.6
<i>Dilsea carnosa</i>						1			1		2	0.8
<i>Gigartina acicularis</i>							1	1			2	0.8
<i>Haraldiophyllum bonnemaisonii</i>					1						1	0.4
<i>Heterosiphonia plumosa</i>	2	3		4	6	5	6		6	9	41	16.4
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>						1			3	2	6	2.4
<i>Kallymenia reniformis</i>		5		2		1					8	3.2
<i>Prerocladia complanata</i>					1	2	3		15	6	27	10.8
<i>Rhodophyllis divaricata</i>		4									4	1.6
<i>Rhodomenia pseudopalmata</i>			2								2	0.8
total											245	89.6



Epiphytisme sur *Laminaria hyperborea*

La banche 1 Niveau I-II-Zone dense :

Tableau 24. Diversité des épiphytes de *Laminaria hyperborea* pour 10 stipes sur le site de la Banche 1 Niveau I-II-Zone dense

diversité épiphytes LHY	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	total
<i>Callophyllis laciniata</i>	1										1
<i>Cryptopleura ramosa</i>				1	1	1	1	1	1		6
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>		1									1
<i>Lomentaria articulata</i>			1	1	1						3
<i>Membranoptera alata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
<i>Nitophyllum punctatum</i>					1						1
<i>Palmaria plamata</i>						1					1
<i>Phycodrys rubens</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
<i>Polysiphonia</i> sp.		1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
<i>Rhodomenia pseudopalmata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Balane	1	1	1	1		1	1	1	1	1	9
Bivalve		1	1	1		1	1				5
Bryzoaire	1			1	1	1	1	1			6
Eponge encroûtante	1	1	1	1	1			1	1		7

Tableau 25. Caractéristiques des épiphytes de *Laminaria hyperborea* pour 10 stipes sur le site de la Banche 1 Niveau I-II-Zone dense.

Bathy / Niveau	1,5 m C.M./Niveau 1-2										moyenne
N° Stipe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Longueur Tot (cm)	54	66	68	64	67	62	71	71	72	65	66
début épiphytisme (cm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
fin épiphytisme (cm)	48	59	58	55	60	52	63	63	65	59	
Longueur épiphytée (cm)	48	59	58	55	60	52	63	63	65	59	58.2
Diamètre milieu (cm)	1.5	1.8	1.7	2.1	1.8	1.6	1.9	1.8	2		1.8
Surface épiphytes (cm ²)	692	944	560.7	788.3	465	754	1239	630	1159	658.8	789.1

La totalité des stipes est épiphytée.





-La banche 1 : Niveau III Zone clairsemées:

Tableau 26. Diversité des épiphytes de *Laminaria hyperborea* pour 10 stipes sur le site de la Banche 1 Niveau 3 -Zone clairsemée

diversité épiphytes LHY	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	total
<i>Callophyllis laciniata</i>	1	1		1	1				1		5
<i>Cryptopleura ramosa</i>	1	1	1	1	1	1		1		1	8
<i>Erythroglossum laciniatum</i>					1	1					2
<i>Membranoptera alata</i>		1		1	1	1	1	1			6
<i>Osmundea pinnatifida</i>	1										1
<i>Phycodrys rubens</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
<i>Plocamium cartilagineum</i>	1				1						2
<i>Polysiphonia sp.</i>		1									1
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	1	1	1	1	1	1		1	1	1	9
Balane		1			1	1		1	1	1	6
Bivalve	1	1									2
Bryzoaire				1							1
Eponge encroûtante		1		1	1			1		1	5

Tableau 27. Caractéristiques des épiphytes de *Laminaria hyperborea* pour 10 stipes sur le site de la Banche 1 Niveau 3 -Zone clairsemée

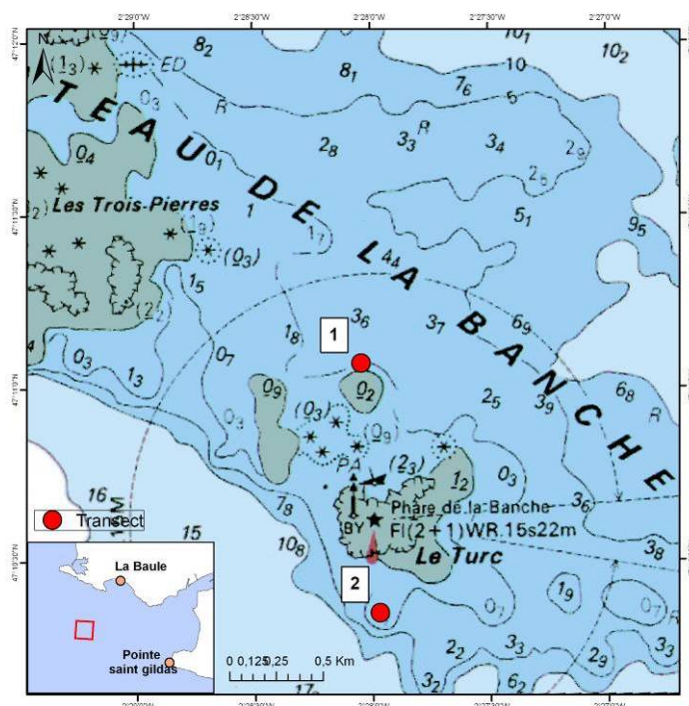
Bathy / Niveau	4,5 m C.M./Niveau 3										moyenne
N° Stipe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Longueur Tot (cm)	30	36	23	28	23	21	10	27	21	15	23.4
début épiphytisme (cm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
fin épiphytisme (cm)	24	29	13	18	21	16	21	21	14	10	
Longueur épiphytée (cm)	24	29	13	18	21	16	21	21	14	10	18.7
Diamètre milieu (cm)	1.7	1.8	1.3	1.7	1.4	1.3	1.5	1.4	1.3	1.2	1.46
Surface épiphytes (cm ²)	88	575	124	243	163	92	140	235	89	53	180.2

Epiphytisme important sur les deux tiers des stipes.





IV.1.9. La Banche 2 sud



Opérateur : Bio-Littoral

Date : 1 juillet 2009

Coordonnées GPS (WGS84) :

Début du transect :

Latitude : 47° 10, 35'N

Longitude : 2° 27,981'W

Fin du transect :

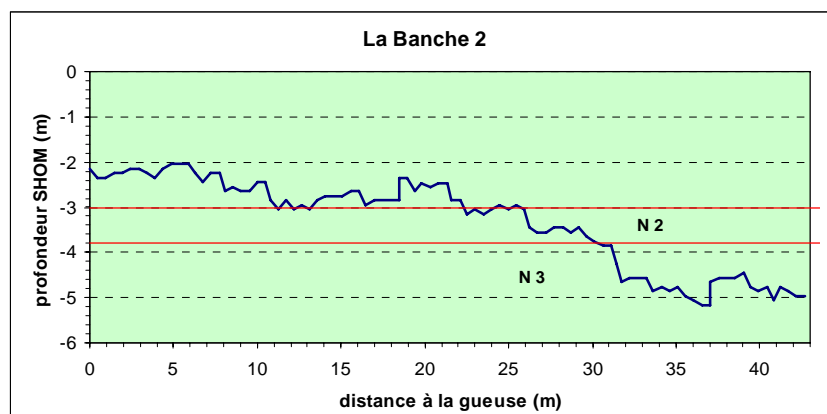
Latitude : 47° 10,35'N

Longitude : 2° 27,953'W

Longueur transect : 50m

Temps calme, visibilité 1m.

Figure 26. Zone du transect réalisé sur le plateau de la Banche2



Les profondeurs des ceintures algales sont :

N2 : entre - 2 et -3.3 m C.M

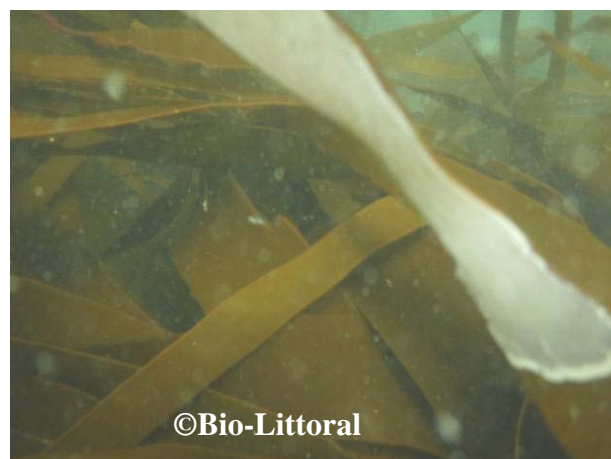
N3 : entre -3.3 et -3.8 m C.M

Figure 27. Coupe du transect réalisé au plateau de la Banche2. Les lignes rouges délimitent les ceintures algales.



©Bio-Littoral

Laminaria hyperborea



©Bio-Littoral

Thalle de *L hyperborea* épiphyté par des Bryozoaires



Tableau 28. Liste des espèces répertoriées sur le site de La Branche 2 dans la zone I-II de laminaires denses.

Espèces	Niveau I-II dense > 3 laminaires/m2										surf. ech. m2	ind/m²
	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Q 6	Q 7	Q 8	Q 9	Q 10	2.5	
plongeur	MO	MO	MO	MO	ALB	ALB	ALB	ALB	ALB	ALB		
date	01/07/2009	01/07/2009	01/07/2009	01/07/2009	01/07/2009	01/07/2009	01/07/2009	01/07/2009	01/07/2009	01/07/2009		
Heure début cadrat	13h45	14h11	13h21	13h30	13h29	13h44	13h53	16h00	14h00	14h10		
Profondimètre cadrat	5.8	5.4	5.5	5.7	6.6	6.3	6.3	5.5	5.3	5.6		
hauteur marée shom (m)	4.29	4.25	4.3	4.3	4.3	4.29	4.28	3.55	4.27	4.25		
Profondeur SHOM (m)	1.51	1.15	1.2	1.4	2.3	2.01	2.02	1.95	1.03	1.35		
Niveau de densité	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
esp structurantes												
<i>Laminaria hyperborea</i>	2	3	2	3	1	4	4		2	1	22	8.8
Jeunes laminaires ind.	2		1		2						5	2
<i>Saccorhiza polyschides</i>	2				2					8	12	4.8
esp. encroutantes												
<i>Cruoria sp</i> %	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%		0.2%
<i>Phymatolithon lenormandii</i> %	15%	10%	5%	2%	20%	10%	20%	5%	10%	5%		10.2%
Roche %	8%	10%	5%	5%	0%	0%	5%	5%	0%	0%		3.8%
esp caractéristiques												
<i>Apoglossum ruscifolium</i>						1					1	0.4
<i>Callophyllis laciniata</i>	1			1	1			3	1		7	2.8
<i>Chondrus crispus</i>							2	6	9		17	6.8
<i>Cryptopleura ramosa</i>	4	2	4		4	5	11	12	8	9	59	23.6
<i>Delesseria sanguinea</i>	3	3	2	2	6	3		4	4	2	29	11.6
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	1										1	0.4
<i>Dictyota dichotoma</i>			1								1	0.4
<i>Gymnogondrus crenulatus</i>						5					5	2
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>						1					1	0.4
<i>Heterosiphonia plumosa</i>	1		1		2	3		6	3	4	20	8
<i>Kallymenia reniformis</i>		2	3		2					2	9	3.6
<i>Pterosiphonia complanata</i>				2							2	0.8
<i>Rhodymenia pseudopalmeta</i>			4			2					6	2.4
total											197	78.8

Tableau 29. Liste des espèces répertoriées sur le site de La Branche 2 dans la zone III de laminaires clairsemées.

Espèces	Niveau III clairsemé < 3 laminaires/m2									surf. Ech. M2	ind/m2
	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Q 6	Q 7	Q 8	2		
plongeur	ALB	ALB	ALB	MO	MO	MO	MO	ALB			
date	01/07/2009	01/07/2009	01/07/2009	01/07/2009	01/07/2009	01/07/2009	01/07/2009	01/07/2009			
Heure début cadrat	16h15	16h21	16h55	16h06	16h10	16h15	16h24	16h40			
Profondimètre cadrat	5.7	5.7	5.7	6.3	6	5.7	5.6	5.7			
hauteur marée shom (m)	3.39	3.33	2.94	3.49	3.45	3.39	3.29	3.11			
Profondeur SHOM (m)	-2.31	-2.37	-2.76	-2.81	-2.55	-2.31	-2.31	-2.59			
Niveau de densité	3	3	3	3	3	3	3	3			
esp structurantes											
<i>Laminaria hyperborea</i>								1	1	0.5	
<i>Saccorhiza polyschides</i>	2				1		1	1	5	2.5	
esp. opportunistes											
esp. encroutantes											
<i>Phymatolithon lenormandii</i> %	5%	10%	5%	3%	5%	3%	10%	10%		6%	
Roche %	0%	0%	5%	5%	5%	5%	8%	5%		4%	
esp caractéristiques											
<i>Acrosorium venulosum</i>	1					1			2	1.0	
<i>Apoglossum ruscifolium</i>						2			2	1.0	
<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>	1								1	0.5	
<i>Cryptopleura ramosa</i>	14	4	8	1		1	1	13	42	21.0	
<i>Delesseria sanguinea</i>	4	5	5	4	2	3	5	5	33	16.5	
<i>Dictyota dichotoma</i>			1	1			1	3	6	3.0	
<i>Heterosiphonia plumosa</i>	6	4		5	3	2	1		21	10.5	
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>		4							4	2.0	
<i>Kallymenia reniformis</i>	2				1			4	7	3.5	
<i>Plocamium cartilagineum</i>	7	6							13	6.5	
<i>Pterocladia complanata</i>						2			2	1.0	
<i>Rhodymenia pseudopalmeta</i>				1					1	0.5	
total									140	70.0	



Epiphytisme sur *Laminaria hyperborea*

La Branche 2 Niveau I-II-Zone dense :

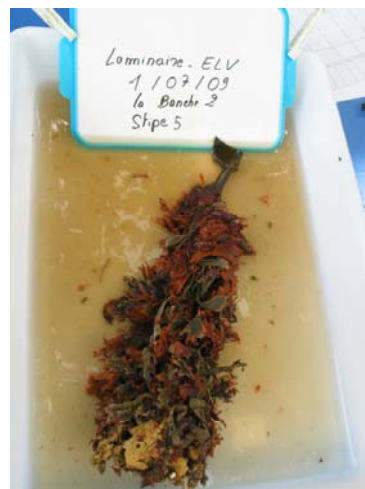
Tableau 30. Diversité des épiphytes de *Laminaria hyperborea* pour 10 stipes sur le site de la Branche 2 Niveau I-II-Zone dense.

diversité épiphytes LHY	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Total
<i>Callophyllis laciniata</i>	1	1	1	1		1				1	6
<i>Cryptopleura ramosa</i>	1	1	1	1	1	1	1		1	1	9
<i>Haraldiophyllum bonnemaisonii</i>										1	1
<i>Laurencia obtusa</i>		1									1
<i>Lomentaria articulata</i>	1					1					2
<i>Membranoptera alata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
<i>Phycodrys rubens</i>		1	1		1	1	1	1	1		7
<i>Plocamium cartilagineum</i>	1			1							2
<i>Rhodophyllis divaricata</i>					1						1
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Balanne	1	1	1	1	1		1	1		1	8
Bryzoaire	1	1	1	1	1	1	1	1	1		9
Eponge encroutante	1	1	1	1	1		1			1	7

Tableau 31. Caractéristiques des épiphytes de *Laminaria hyperborea* pour 10 stipes sur le site de la Branche 2, niveau I-II-Zone dense.

Bathy / Niveau	1,3 m C.M./Niveau 1-2										moyenne
N° Stipe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Longueur Tot (cm)	32	43	51	38	28	30	28	31	38	26	34.5
début épiphytisme (cm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
fin épiphytisme (cm)	25	33	35	28	25	26	26	17	33	12	
Longueur épiphytée (cm)	25	33	35	28	25	26	26	17	33	12	26
Diamètre milieu (cm)	1.7	1.8	1.8	1.8	1.9	1.8	1.8	1.6	1.9	1.8	1.79
Surface épiphytes (cm ²)	212.5	731.5	390.8	410.7	312.5	327.2	437.7	158.7	704	108	379.36

Epiphytisme très développé sur les stipes de *Laminaria hyperborea*





Epiphytisme sur *Laminaria hyperborea*

La Branche 2 Niveau III-Zone clairsemée :

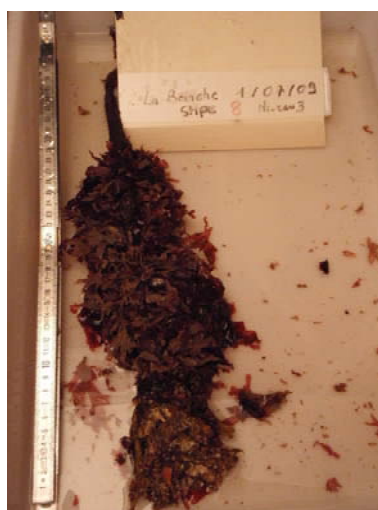
Tableau 32. Diversité des épiphytes de *Laminaria hyperborea* pour 10 stipes sur le site de la Branche 2 Niveau III-Zone clairsemée

diversité épiphytes LHY	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	total
<i>Callophyllis laciniata</i>						1	1	1	1	1	5
<i>Cryptopleura ramosa</i>	1		1	1	1		1		1		6
<i>Membranoptera alata</i>					1	1	1	1	1	1	6
<i>Palmaria plamata</i>									1		1
<i>Phycodrys rubens</i>	1				1	1		1		1	5
<i>Rhodophilys divaricata</i>		1									1
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>					1						1

Tableau 33. Caractéristiques des épiphytes de *Laminaria hyperborea* pour 10 stipes sur le site de la Branche 2 Niveau III-Zone clairsemée

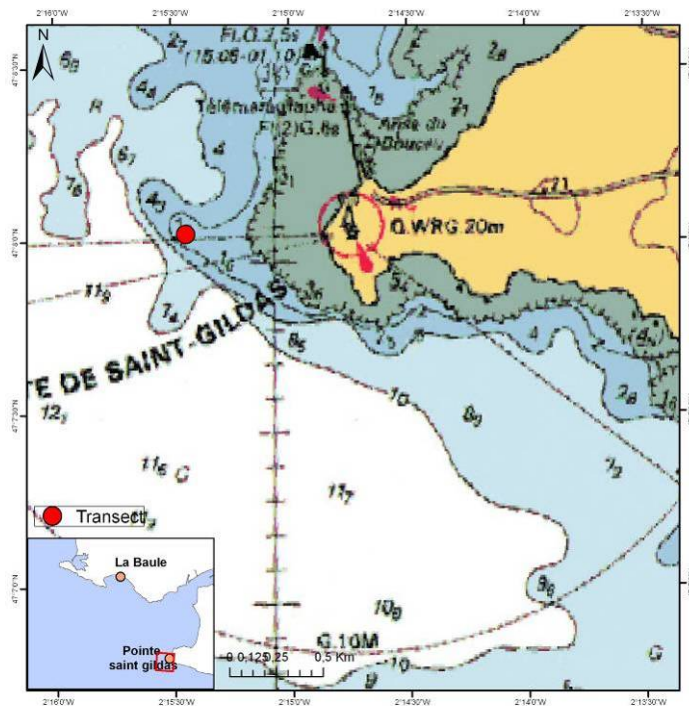
Bathy / Niveau	3,5 m C.M./Niveau 3										moyenne
N° Stipe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Longueur Tot (cm)	15	12	16	6.5	21	21	33	32	21	30	20.75
début épiphytisme (cm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
fin épiphytisme (cm)	14	4	7	4	21	19	23	24	17	26	
Longueur épiphytée (cm)	14	4	7	4	21	19	23	24	17	26	15.9
Diamètre milieu (cm)	1.2	0.9	1	0.8	1.4	1.3	1.4	1.8	1.6	1.7	1.31
Surface épiphytes (cm ²)	2.3		98	36	126	98.2	61.3	108	110.5	108.3	83.18

Epiphytisme très développé mais sur des stipes plus courts que dans la zone à laminaire dense.





IV.1.10. La pointe Saint Gildas



Opérateur : Bio-Littoral

Date : 15 octobre 2009

Coordonnées :

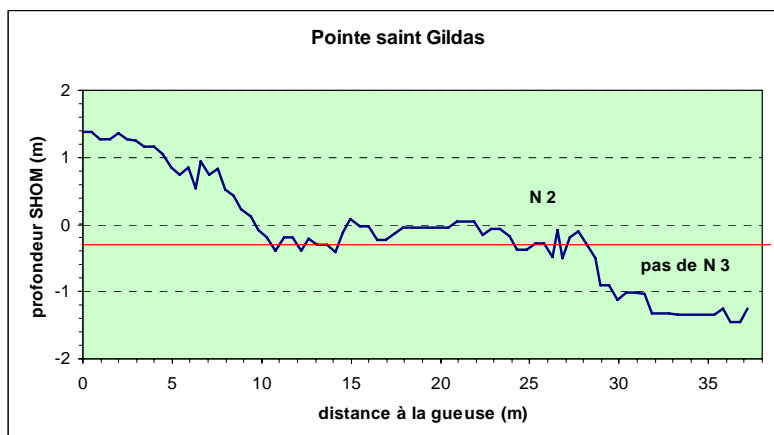
Fin de la faille intertidale en
face du 3ème Bunker

Cap 220

Longueur transect : 50m

Temps calme, visibilité 4m.

Figure 28. Zone du transect réalisé à la pointe saint Gildas le 15/10/2009



Les profondeurs des ceintures
algales sont :

N2 : entre +1.5 et -0.3 m C.M

Figure 29. Coupe du transect réalisé à la Pointe Saint Gildas. Les lignes rouges délimitent les ceintures algales.

Niveau 1-2 (densité > 3 laminaires/m²)

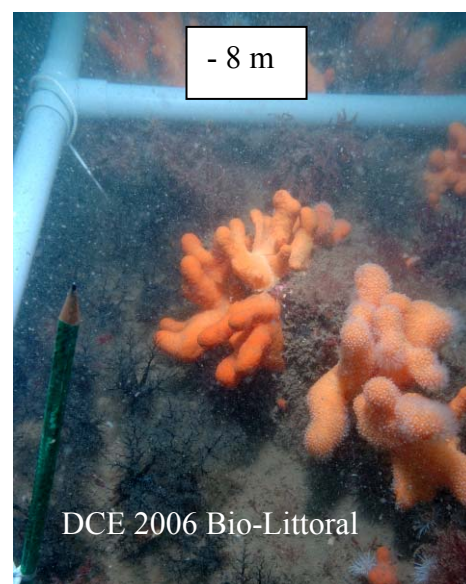


-Niveau 3 (densité < 3 laminaires/m²)





A la pointe de Saint-Gildas, la turbidité est telle, que les laminaires ne peuvent se développer qu'en limite basse de la zone intertidale. A -3 m, seules les algues rouges sciaphiles parviennent encore à croître. Un faciès de circalittoral dominé par la faune fixée apparaît dès 6 m de fond.



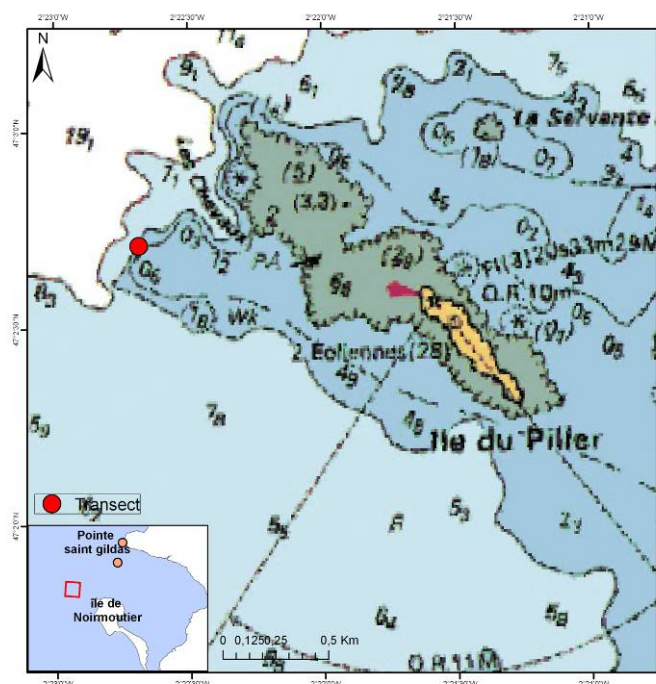
Densité des espèces répertoriées sur le transect

Tableau 34. Liste des espèces répertoriées sur le site de la pointe Saint-Gildas dans la zone I-II de laminaires denses

Espèces	Niveau I-II dense > 3 laminaires/m2										Surf éch m² ind/m²	
	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Q 6	Q 7	Q 8	Q 9	Q 10	2.5	
plongeur	ALB	ALB	ALB	ALB	ALB	ALB	ALB	ALB	ALB	ALB		
date	15/10/2009	15/10/2009	15/10/2009	15/10/2009	15/10/2009	15/10/2009	15/10/2009	15/10/2009	15/10/2009	15/10/2009		
Heure début cadrat	13h35	13h50	14h02	14h10	14h18	14h30	16h32	16h39	16h48	16h58		
Profondimètre cadrat	5.4	5.2	5.1	4.9	5.6	5.1	4.7	4.7	4.9	4.9		
Profondeur SHOM	-0.8	-0.4	0.18	0.4	-0.4	0.19	0.74	0.71	0.46	0.12		
Niveau de densité	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
esp structurantes												
<i>Halidrys siliquosa</i>	1	1	1	2		1		1		1	8	3.2
<i>Saccharina latissima</i>	12	5	3	1	2	4	11	20	7	2	67	26.8
<i>Saccorhiza polyschides</i>									2		2	0.8
<i>Solieria chordalis</i>	1										1	0.4
esp. opportunistes												
<i>Ulva sp.</i>									9		9	3.6
esp. encroutantes												
<i>Cruoria sp</i> %	5%	5%	5%	5%	3%	3%	5%	3%	3%	3%		4%
<i>Phymatolithon lenormandii</i> %	10%	15%	5%	10%	0%	0%	30%	20%	5%	10%		11%
<i>Lithophyllum incrustans</i> %	0%	0%	0%	0%	0%	10%	0%	0%	0%	0%		1%
Roches %	0%	0%	0%	0%	20%	0%	0%	10%	10%	30%		7%
esp caractéristiques												
<i>Calliblepharis ciliata</i>						12					12	4.8
<i>Chondrus crispus</i>					2		2	8		10	22	8.8
<i>Corallina sp.</i>	2	12	10	7		6	15	3	2	18	75	30
<i>Cryptopleura ramosa</i>		4	2	6	2	3				2	19	7.6
<i>Delesseria sanguinea</i>			1			1					2	0.8
<i>Dilsea carnosa</i>	1			1		3			3	4	12	4.8
<i>Gigartina multipartita</i>			3	1	7					1	12	4.8
<i>Gymnogondrus crenulatus</i>					24		23	26	24		97	38.8
<i>Halurus equisetifolius</i>										2	2	0.8
<i>Palmaria palmata</i>						2					2	0.8
<i>Phyllophora crispa</i>								1			1	0.4
<i>Plocamium cartilagineum</i>	1	1							2	4	8	3.2
<i>Polysiphonia sp.</i>									2		2	0.8
<i>Pterosiphonia complanata</i>										18	18	7.2
<i>Rhodomenia pseudopalmata</i>					1						1	0.4
Total											372	145



IV.1.11. L'île du Pilier



Opérateur : Bio-Littoral

Date : 13 juillet 2009

Coordonnées GPS (WGS84)

Début du transect :

Latitude : 47° 2,701'N

Longitude : 2° 22,669'W

Fin du transect :

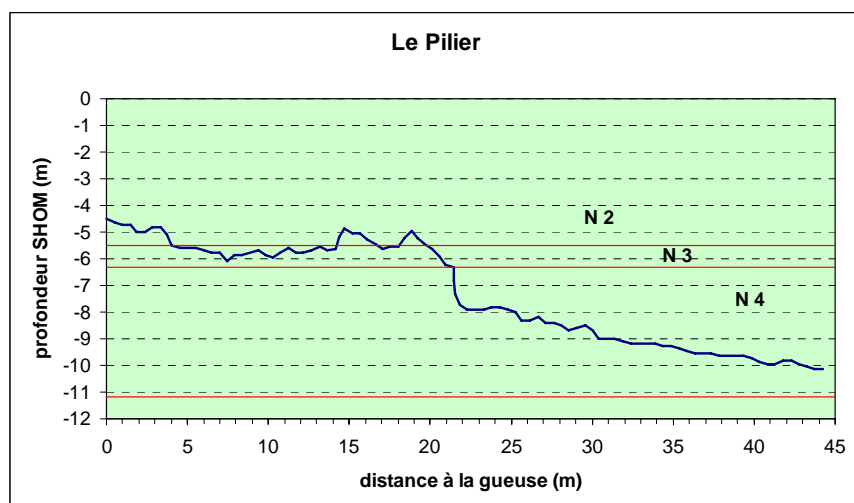
Latitude : 47° 2,718'N

Longitude : 2° 22,7'W

Longueur transect : 50m

Houle 2 m, mer agitée, visibilité 4m.

Figure 30 : Zone du transect réalisé autour de l'île du Pilier



Les profondeurs des ceintures algales sont :

N2 : entre -4.5 et -5.5 m C.M

N3 : entre -5.5 et -6.3 m C.M

N4 : entre -6.3 et -11.2 m C.M

Figure 31 : Coupe du transect réalisé au plateau du Pilier. Les lignes rouges délimitent les ceintures algales

-Niveau 1-2 (Densité > 3 laminaires/m²) :



-Niveau 3 (Densité < 3 laminaires/m²) :





Densité des espèces répertoriées sur le transect

Tableau 35. Liste des espèces répertoriées sur le site de l'île du Pilier dans la zone I-II de laminaires denses.

Espèces	Niveau I-II dense > 3 laminaires/m2										surf ech m2 ind/m²	
	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Q 6	Q 7	Q 8	Q 9	Q 10	2.5	
plongeur	MO	MO	MO	MO	MO	ALB	ALB	ALB	ALB	ALB		
date	13/07/2009	13/07/2009	13/07/2009	13/07/2009	13/07/2009	13/07/2009	13/07/2009	13/07/2009	13/07/2009	13/07/2009		
Heure début cadrat	12h06	16h40	16h50	17h05	17h16	11h47	12h11	16h47	17h10	17h15		
Profondimètre cadrat	8.4	7.4	7.7	8.2	8	8.2	8.3	7.5	8.1	8.2		
Profondeur SHOM	-4.98	-5.24	-5.4	-5.5	-5.4	-4.6	-4.6	-5.3	-5.5	-5.5		
Niveau de densité	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
esp structurantes												
<i>Laminaria hyperborea</i>	4	2	2	2	1	5	4	1	2	1	24	9.6
esp. encroutantes												
<i>Cruoria</i> sp %	0%	0%	5%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%		1%
<i>Phymatolithon lenormandii</i> %	3%	1%	2%	3%	2%	5%	10%	0%	0%	0%		3%
esp caractéristiques												
<i>Acrosorium venulosum</i>	1	8	3	4	3	3	4	7	7	4	44	17.6
<i>Calliblepharis ciliata</i>				2					26	11	39	15.6
<i>Callophyllis laciniata</i>	1	2		2	1						6	2.4
<i>Corallina</i> sp.	7	3	1	5	2	6	4	29	19	2	78	31.2
<i>Cryptopleura ramosa</i>		1				7	11	7	2	9	37	14.8
<i>Delesseria sanguinea</i>	8	6	4	5	7	9	8	7	4	6	64	25.6
<i>Dictyopteris polypodioides</i>		1	3	1			1	2		2	10	4
<i>Dictyota dichotoma</i>	1	2	2	2	2	7		2	3	2	23	9.2
<i>Dilsea carnosa</i>	1		2	1		1		1	2		8	3.2
<i>Erythroglossum laciniatum</i>						2	6		6		14	5.6
<i>Gymnogondrus crenulatus</i>	4										4	1.6
<i>Halopteris filicina</i>										2	2	0.8
<i>Halurus equisetifolius</i>					1						1	0.4
<i>Heterosiphonia plumosa</i>		1	1	2	2			12	4	9	31	12.4
<i>Kallymenia reniformis</i>					1		1		1		3	1.2
<i>Nitophyllum punctatum</i>										2	2	0.8
<i>Plocamium cartilagineum</i>	1	3			2	1				4	11	4.4
<i>Polyneura bonnemaisonii</i>								1			1	0.4
ascidie orange %						20	20				40	16
Total											442	176.8

Tableau 36. Liste des espèces répertoriées sur le site de l'île du Pilier dans la zone III de laminaires clairsemées.

Espèces	Niveau III clairsemé < 3 laminaires/m2										surf ech m2 ind/m²	
	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Q 6	Q 7	Q 8	Q 9	Q 10	2.5	
plongeur	MO	MO	ALB	ALB	ALB	ALB	ALB	Mo	MO	MO		
Date	13/07/2009	13/07/2009	13/07/2009	13/07/2009	14/07/2009	14/07/2009	14/07/2009	14/07/2009	14/07/2009	14/07/2009		
Heure début cadrat	17h40	17h30	17h34	17h45	8h59	9h11	9h21	9h08	9h14	9h18		
Profondimètre cadrat	9.4	9.1	9.2	9.3	10.4	10.8	10.4	10.8	10.7	10.4		
Profondeur SHOM	-6.4	-6.3	-6.4	-6	-5.8	-6.2	-5.8	-6.2	-6.1	-5.8		
Niveau de densité	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
esp structurantes												
<i>Halidrys siliquosa</i>			1	2		1	2				6	2.4
<i>Saccharina latissima</i>				1							1	0.4
esp. encroutantes												
<i>Cruoria</i> sp %	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		0.5%
<i>Phymatolithon lenormandii</i> %	1%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		0.6%
Roche %	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	0%	0%	0%		1.0%
esp caractéristiques												
<i>Acrosorium venulosum</i>	5	6	17	3	8	6	15	6	6	3	75	30
<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>		1								1	2	0.8
<i>Calliblepharis ciliata</i>	5	8	27		3		4	4			51	20.4
<i>Callophyllis laciniata</i>		1						1	2		4	1.6
<i>Corallina</i> sp.	5	7	17	19		18	18	1	4	3	92	36.8
<i>Cryptopleura ramosa</i>		1	3	7	10	6	3				30	12
<i>Delesseria sanguinea</i>	1		8		5	13	4	2	3	3	39	15.6
<i>Dictyopteris polypodioides</i>			1	2	6	4	3		2	1	19	7.6
<i>Dictyota dichotoma</i>	1	1	1		2		1	1	1	1	9	3.6
<i>Dilsea carnosa</i>	1		3	7	1	1	1	1	2		17	6.8
<i>Erythroglossum laciniatum</i>			1	1	8	6	2				18	7.2
<i>Heterosiphonia plumosa</i>	1		5	13	2	2	17	2		1	43	17.2
<i>Meredithia microphylla</i>			2								2	0.8
<i>Nitophyllum punctatum</i>			1								1	0.4
<i>Polyneura bonnemaisonii</i>			1								1	0.4
ascidie orange %			25								25	10
Total											435	174.0



Epiphytisme sur *Laminaria hyperborea*

Tableau 37. Diversité des épiphytes de *Laminaria hyperborea* pour 10 stipes sur le site du Pilier Niveau I-II-Zone dense

diversité épiphytes LHY	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	total
<i>Callophyllis laciniata</i>							1				1
<i>Cryptopleura ramosa</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
<i>Lomentaria articulata</i>		1			1	1					3
<i>Membranoptera alata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1		1	9
<i>Nitophyllum punctatum</i>	1					1				1	3
<i>Palmaria plamata</i>	1					1					2
<i>Phycodrys rubens</i>	1		1	1	1	1	1	1	1	1	9
<i>Polysiphonia sp.</i>		1			1						2
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>		1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Balane	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Bivalve			1								1
Bryzoaire	1							1	1	1	4
Echinoderme			1								1
Eponge encroûtante	1	1	1	1	1	1		1	1	1	9

Tableau 38. Caractéristiques des épiphytes de *Laminaria hyperborea* pour 10 stipes à -3 m C. M. sur le site du Pilier Niveau I-II-Zone dense

Bathy / Niveau	4,6 m C.M./Niveau 2										moyenne
N° Stipe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Longueur Tot (cm)	57	61	56	53	69	57	38	65	46	37	53.9
début épiphytisme (cm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
fin épiphytisme (cm)	34	43	44	39	51	43	27	44	36	27	
Longueur épiphytée (cm)	34	43	44	39	51	43	27	44	36	27	38.8
Diamètre milieu (cm)	1.8	1.9	1.8	1.8	0.21	0.2	1.6	2	1.6	1.5	1.441
Surface épiphytes (cm ²)	698	534	997	624	561	663	167	308	270	221	504.3

Epiphytes peu développées sur les stipes du Pilier.





IV. 2 Analyse spatialisée

IV.2.1. La diversité des laminaires

Les stations situées les plus au large montrent une plus grande diversité spécifique de laminaires. Parmi les cinq espèces de grandes laminaires déjà recensées dans la région, *Laminaria digitata* et *Laminaria ochroleuca* n'ont pas été observées sur les sites de notre étude (Fig. 32). *L. digitata* est pourtant présente en bas de la zone intertidale entre Penchâteau et le Croisic, mais nos sites sont trop profonds pour pouvoir l'observer. Nous avons privilégié les limites inférieures des ceintures II et III.

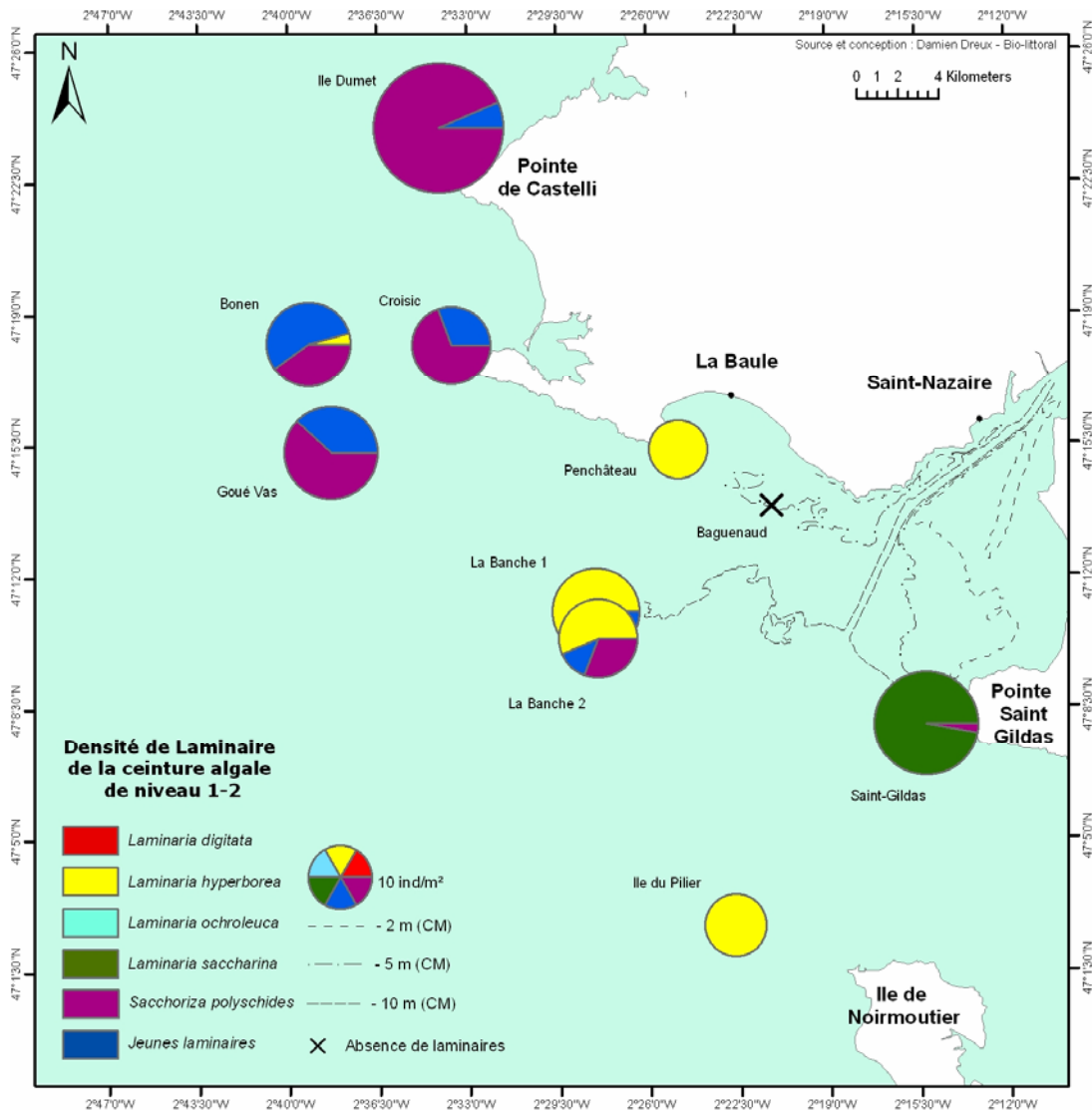


Figure 32. Densité des laminaires (ind/m²) de la ceinture algale de niveau 1-2 pour les stations étudiées. La taille des cercles est proportionnelle à la densité des algues.

Sacchoriza polyschides, est dominante dans les sites les plus au large de l'estuaire avec une densité moyenne de 15-50 ind/m² sur le Plateau du Four, Ile Dumet et le Croisic. *Laminaria hyperborea* est prépondérante sur les stations proches de l'embouchure de l'estuaire de la Loire.



La pointe Saint Gildas montre une forte densité de *Saccharina latissima*. Cela est lié à la faible profondeur du site, et à la couche euphotique qui n'atteint pas -1m CM. Seul un site ne présente pas de zone à laminaires denses, celui de Baguenaud.

Penchâteau et Saint-Gildas ne présentent pas de niveau à laminaires clairsemées (Fig. 33). En revanche sur les sites de l'île Dumet et Goué Vas, cette ceinture est bien présente mais aucune laminaire n'a été relevée dans les quadrats en raison d'une très faible densité de celles-ci.

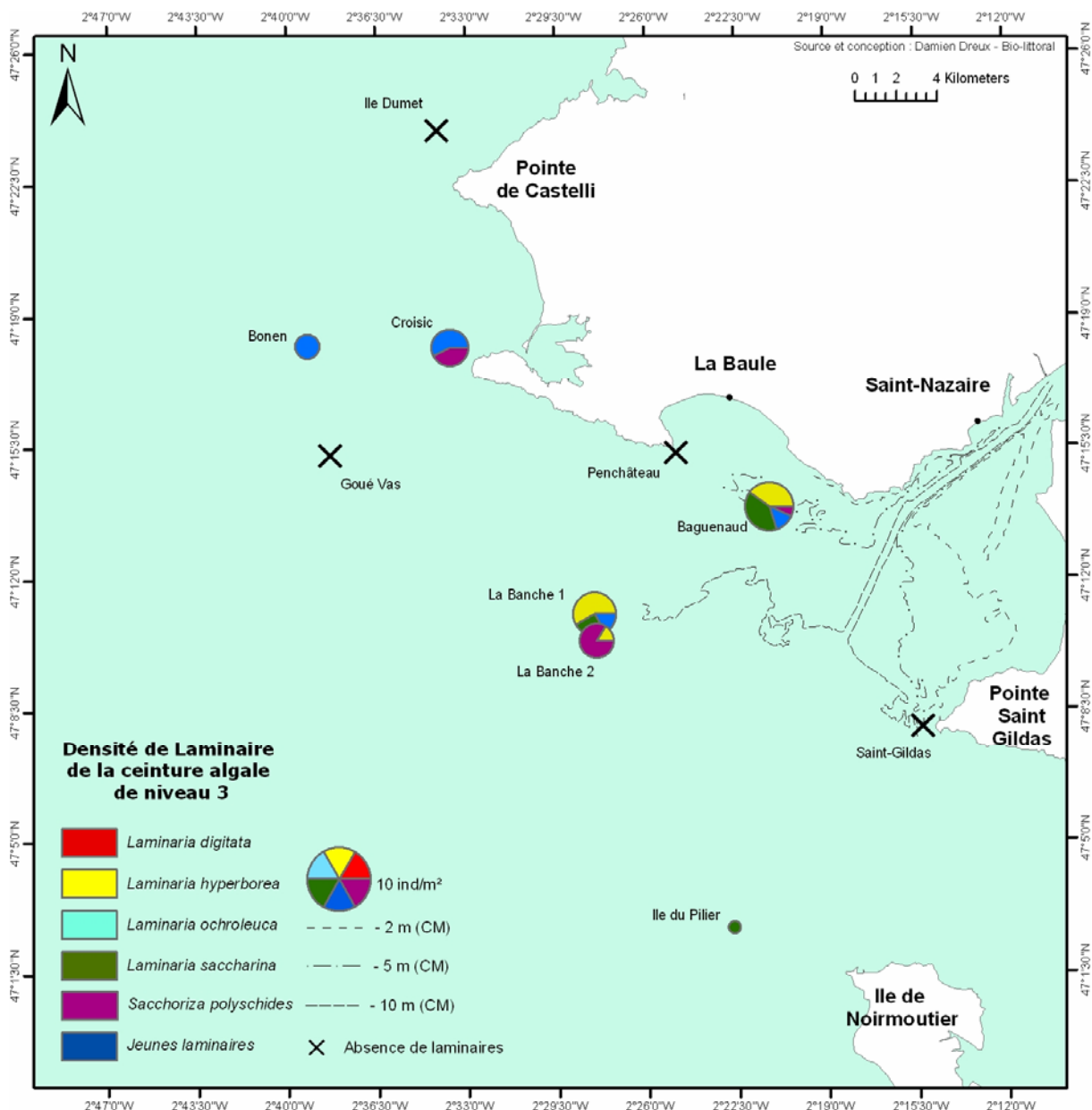


Figure 33. Densité des laminaires (ind/m²) de la ceinture algale de niveau 3 pour les stations étudiées.

Les fortes densités de *Saccorhiza polyschides* rencontrées sur le Plateau du Four, Ile Dumet et le Croisic (15-50 ind/m²) et plus au sud (les relevés réalisés en 2009 pour la DCE sur l'île d'Yeu indiquent également de très fortes densités de *Saccorhizes* : 40 ind/m²) indiquent que *S. polyschides* est bien adaptée à notre région. En Bretagne, *S. polyschides* est l'algue pionnière qui



colonise en premier les champs de *Laminaria digitata* juste après leur exploitation (Castric et al., 2001), mais après une ou deux années ces dernières recolonisent le site d'exploitation au détriment des *S. polyschides* (Valero & Engel, 2009). Cette prolifération presque monospécifique de *S. polyschides* sur les sites de suivis de notre étude et la quasi-disparition des autres laminaires pourtant présentes lors des relevés antérieurs (cf. relevé Bio-Littoral pour la DCE 2006 sur l'île d'Yeu), semblent indiquer qu'un facteur perturbant ait été la cause de la récente disparition des laminaires habituelles (*L. hyperborea*, *L. ochroleuca* et *S. latissima*). Sur l'île d'Yeu, les fortes tempêtes venues de nord-ouest lors de l'hiver 2008-2009 sont certainement responsables de ce changement de population de laminaires. Si les conditions climatiques restent stables et sans impact de pollution, un changement de population de laminaires est attendu sur ces sites. Cependant la tempête Xynthia qui a sévi sur nos côtes lors de l'hiver 2009-2010 a certainement retardé ce retour vers une situation « normale ».

La raréfaction ou l'absence de *S. polyschides* sur les sites proches de l'estuaire de la Loire, montre que cette espèce est sensible à l'impact généré par la Loire. La dessalure n'est pas le facteur responsable car *S. polyschides* se développe jusqu'à 9g/l (Norton et South, 1969). Les Saccorhizes remplacent généralement *L. hyperborea* dans les sites à proximité des fonds de vase (Castric et al., 2001). La diminution de la lumière par la turbidité ne semble pas pouvoir expliquer cette répartition. En effet, une étude comparative sur l'écophysiologie de *L. digitata* et *S. polyschides* indique que, pour des conditions d'éclairement et de température identiques, *S. polyschides* a une activité photosynthétique plus performante que *L. digitata* (Valero et Engel, 2009). Cependant sur les sites près de l'estuaire, cette absence de compétition spatiale avec *S. polyschides*, (algue opportuniste avec un fort potentiel de recrutement) permet le développement des autres algues mêmes si les conditions ne sont pas optimales. C'est pourquoi ces stations situées dans le panache de la Loire présentent la plus grande diversité de laminaires tandis que les densités restent faibles.

IV.2.2. La diversité algale

La flore qui compose la sous-strate des laminaires, qu'elle soit fixée sur la roche ou en épiphyte sur les stipes de laminaires, participe de manière prépondérante au bon fonctionnement écologique des champs de laminaires. Les rhodophycées (algues rouges), forment les trois quarts des algues de cette sous-strate sur l'ensemble des sites. Les algues rouges ont un cortège pigmentaire qui leur permet de réaliser leur photosynthèse avec peu de lumière, c'est pourquoi elles sont généralement les dernières à coloniser les plus grandes profondeurs. Parmi les plus communes recensées dans ces suivis, notons *Acrosorium venulosum*, *Calliblepharis ciliata*, *Cryptopleura ramosa*, *Delesseria sanguinea*, *Dilsea carnosa*, *Heterosiphonia plumosa*, *Rhodymenia pseudopalmata*.

Un des paramètres déterminants sera la proportion des deux autres groupes d'algues que sont les phéophycées (algues brunes) et les chlorophycées (algues vertes).

Concernant la ceinture de niveau 1-2 (Fig. 34), le fait à retenir est la proportion de chlorophycées sur l'île Dumet nettement supérieure aux autres stations. Il s'agit essentiellement de *Bryopsis plumosa*, qui se développe également dans les étangs littoraux et les ports (Cabioch et al., 2006). Sa présence sur ce site peut être interprétée comme indicatrice de milieu perturbé. Dans le niveau 3, d'autres algues vertes sont présentes (Fig. 35) telles que les ulves sur l'île Dumet comme sur les sites les plus près de l'embouchure de la Loire (Penchâteau, La Banche et la Pointe de Saint-Gildas). Les ulves sont généralement responsables des grandes marées vertes qui viennent



s'échouer sur les plages bretonnes. Elles sont indicatrices d'une eutrophisation : enrichissement trop important du milieu en éléments nutritifs apportés par les cours d'eau en lien avec des conditions hydrodynamiques qui permettent leur prolifération. Il semble que les conditions climatiques de l'été 2009 ait favorisé un développement important des ulves et leur dépôt sur tout le littoral breton et sud-breton (données CEVA Ifremer AELB). A l'île Dumet, il pourrait s'agir de l'influence de la Vilaine tandis que sur les autres sites, il s'agit des apports de la Loire.

Les densités algales augmentent avec l'éloignement par rapport à l'embouchure de la Loire (Fig. 35), tandis que les sites sous influence de la Vilaine présentent les plus fortes densités.

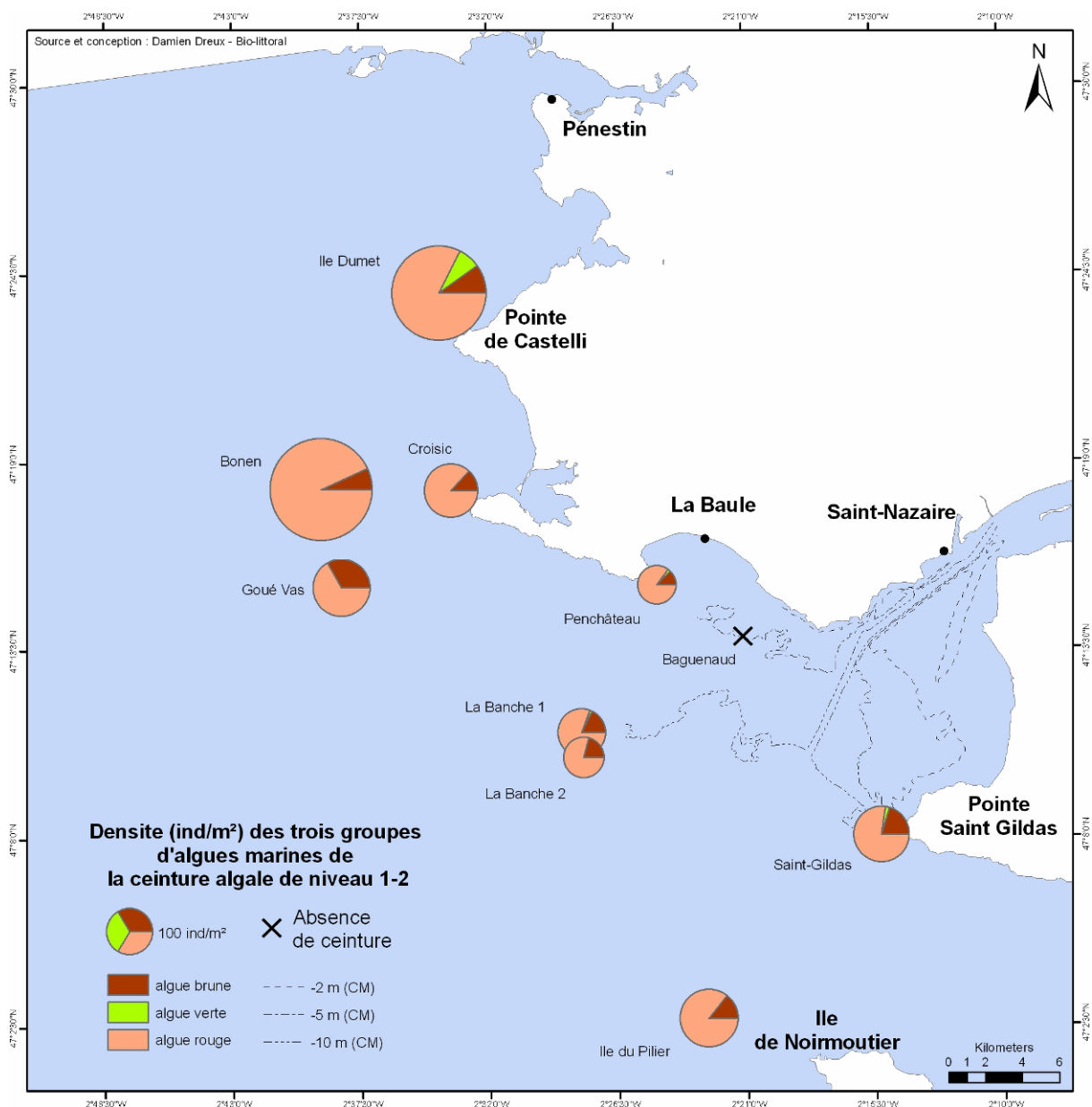


Figure 34. Densité des trois groupes d'algues marines (ind/m²) de la ceinture algale de niveau 1-2.



Il apparaît que les algues de la sous-strate bénéficient des apports en sels minéraux des deux fleuves mais que la turbidité de l'estuaire de la Loire soit un facteur très limitant pour leur développement. Le panache de la Vilaine est également conséquent et son influence se fait ressentir jusque sur la côte sauvage de Belle-Ile car sa dérive générale est principalement sud-ouest. Son impact est plus important sur l'Ile Dumet et moindre sur les stations du Plateau du Four (Bonen et Goué Vas).

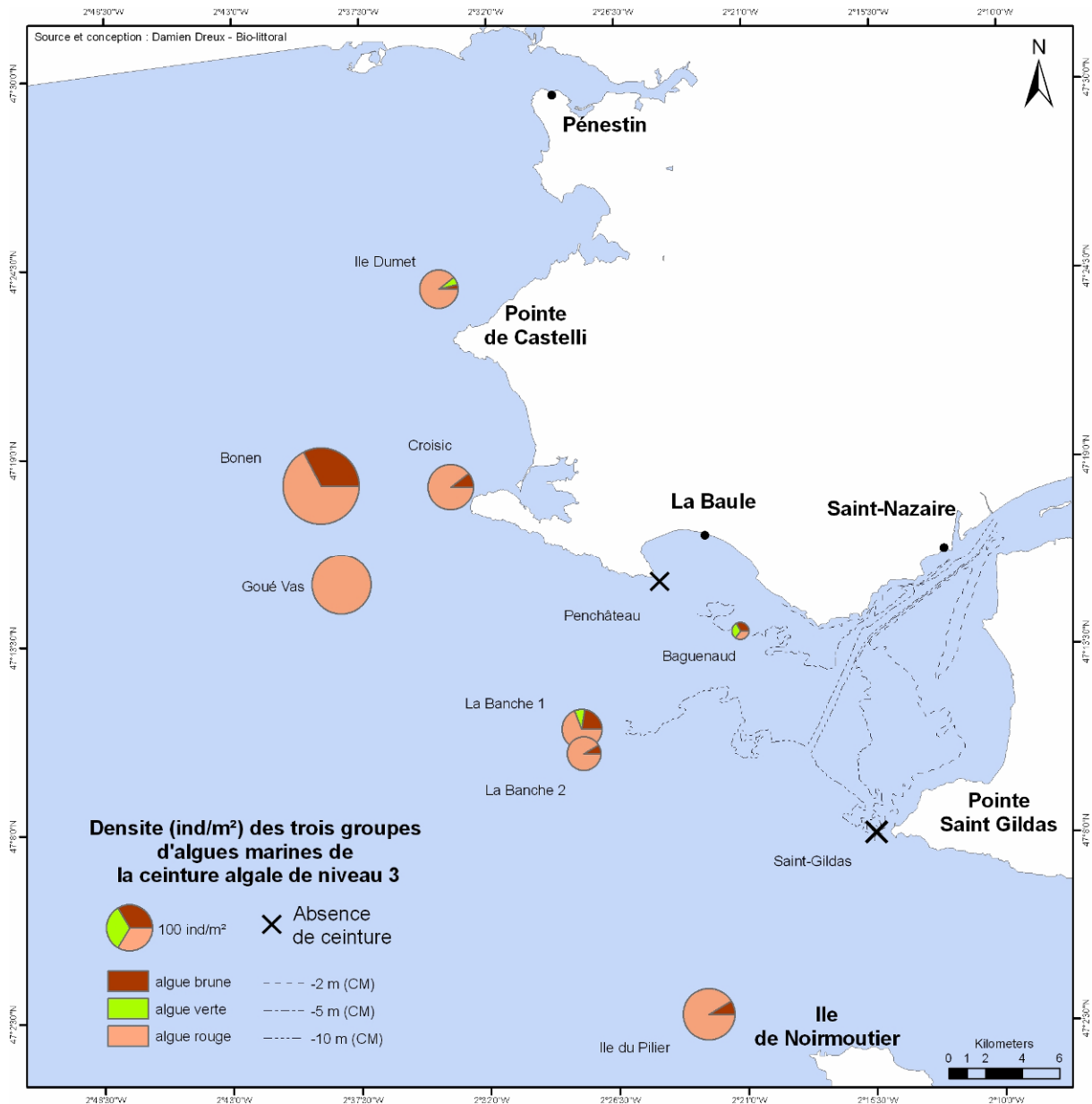


Figure 35. Densité des trois groupes d'algues marines (ind/m²) de la ceinture algale de niveau 3



IV.2.3. Evolution spatiale de la profondeur des ceintures algales

Le développement en profondeur des algues est limité par la hauteur de la couche euphotique. Les sites les plus éloignés de l'estuaire de la Loire (Bonen, Goué Vas, le Pilier) montrent des ceintures algales plus profondes (Fig. 36). En effet, la turbidité de l'eau limite la pénétration en profondeur de la lumière, réduisant la zone potentielle de photosynthèse.

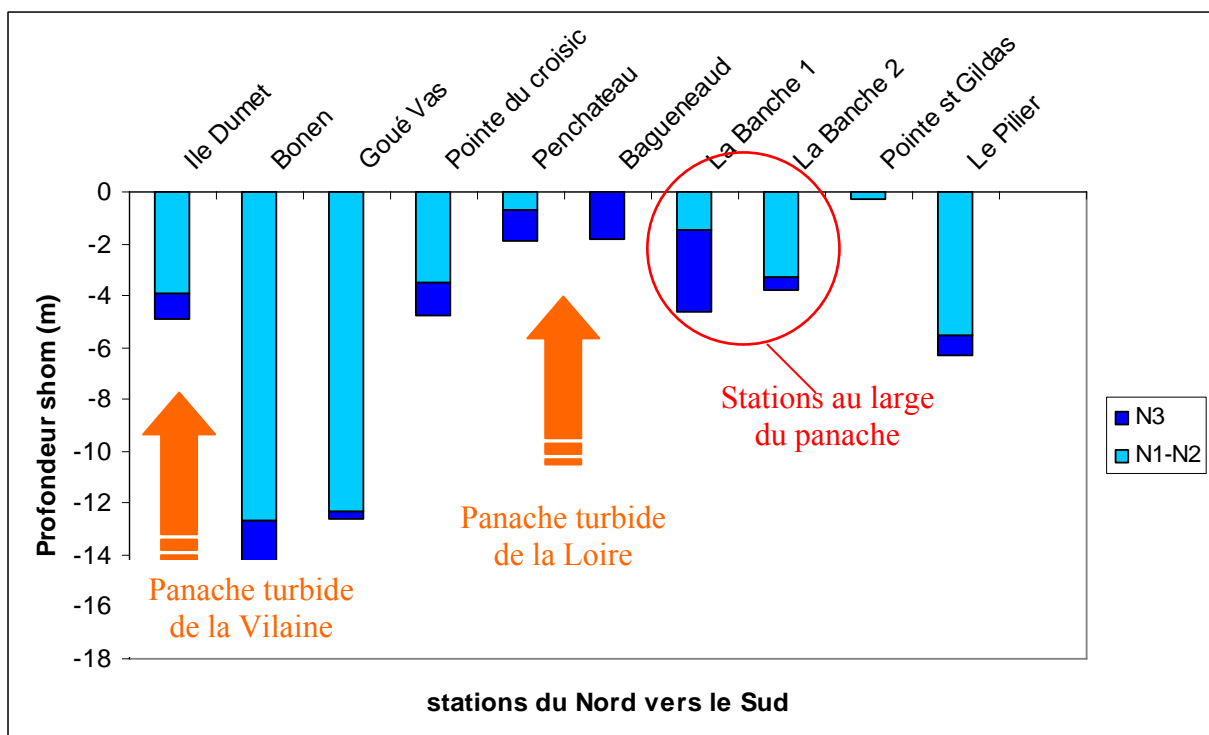
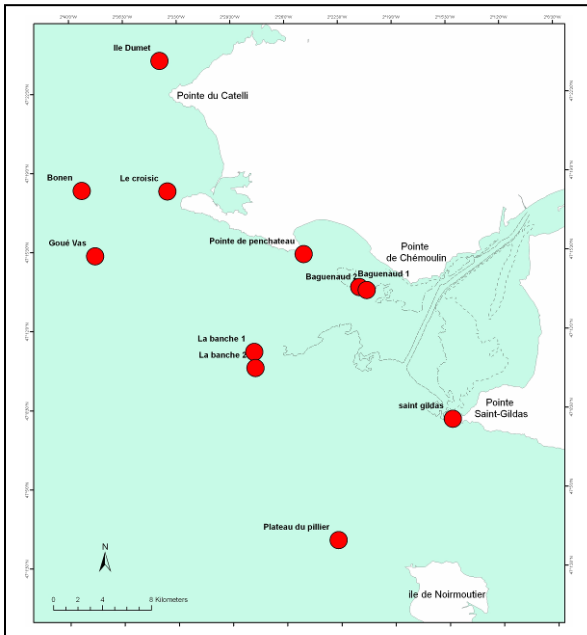


Figure 36. Présentation de la profondeur des différentes ceintures algales sur les sites explorés. (N1-N2 laminaires denses > 3/m², N3 laminaires < 3/m²).



Les ceintures des sites proches de l'embouchure sont les plus réduites et ne dépassent pas -3m : Penchâteau, Baguenaud et la Pointe de Saint-Gildas. La diminution de la profondeur des ceintures de l'île Dumet par rapport à celles du plateau du Four (Bonen et Goué Vas) traduirait l'influence du panache de la Vilaine. Ces observations sont à croiser avec d'autres éléments de suivi concernant le secteur.

Concernant les deux stations situées sur le plateau de la Banche, les profondeurs atteintes par les laminaires sont semblables (-5m), mais la largeur de la ceinture dense est réduite sur le site le plus au nord (La Banche 1) (Fig. 36).

IV.2.4. Evolution spatiale de l'épiphytisme des stipes de *L. hyperborea*

En raison de l'absence ou de la trop grande rareté de cette espèce, aucun stipe de *L. hyperborea* n'a été analysé sur les sites de la pointe Saint-Gildas, du Croisic et de l'île Dumet.

L'épiphytisme des ceintures à laminaires denses est supérieur à celui des ceintures algales moins denses et plus profondes (Fig. 37).

La surface épiphytée des stipes est nettement supérieure sur les sites du large : le Pilier, la Banche et Goué Vas (Fig. 37).

Le site de Penchâteau, situé en limite de l'estuaire de la Loire, montre un épiphytisme très réduit. Bonen présente une valeur identique, indiquant encore une fois l'influence de la Vilaine.

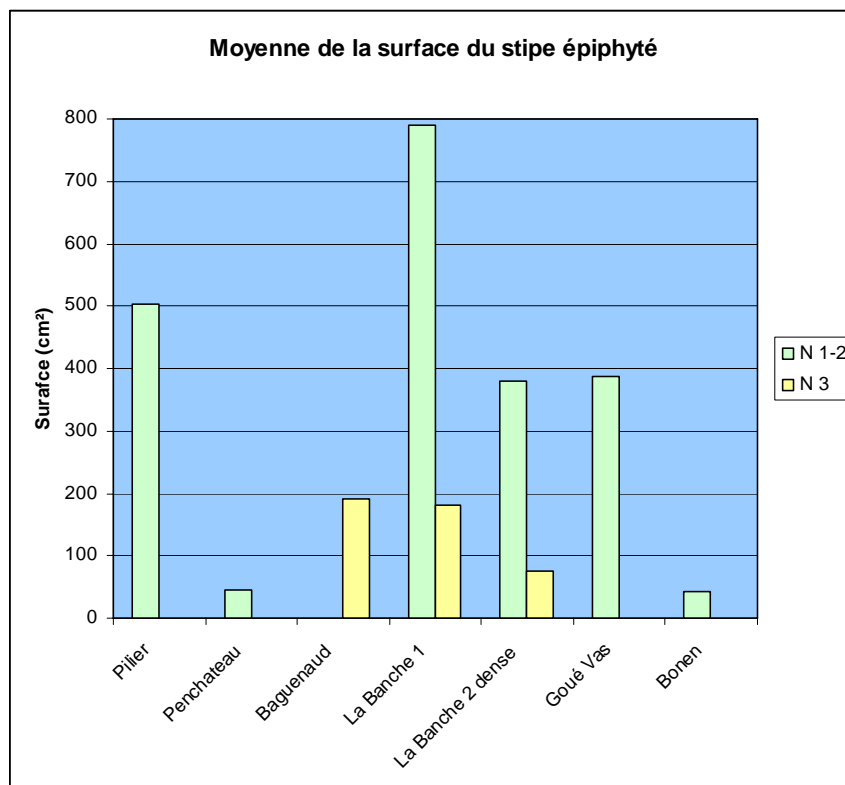


Figure 37. Surface occupée par les épiphytes sur les stipes de *Laminaria hyperborea*. Moyenne des 10 stipes pour chacun des niveaux 1-2 (ceintures à laminaires denses) et niveau 3 (ceintures à laminaires moins denses).



IV.3. Etat écologique des sites étudiés : indice Laminaire

Dans le cadre du REBENT puis de la DCE et dans un souci de suivi de la qualité du milieu, les laminaires ont été retenues pour tester la mise en place d'un indicateur qualité élaboré par le MNHN de Concarneau.

Une note est attribuée sur chaque site en fonction de différents paramètres pour chaque ceinture algale. Un barème plus ou moins discriminant est attribué en fonction de l'importance du facteur pris en compte. Par exemple, la profondeur est notée sur 30 points contrairement à la richesse spécifique qui est comptabilisée sur 10 seulement (Tableau 39). Seuls les facteurs présents sont pris en compte. L'absence de *L. hyperborea* et donc d'épiphytisme n'est pas traduite par un 0 sur ce site. Lorsque tous les facteurs sont présents, la note maximale pouvant être atteinte est de 100 pour le niveau 2 à laminaire dense et de 80 pour le niveau 3 à laminaires clairsemées. Dans le cadre du REBENT, les niveaux 4 et 5 sont également étudiés, mais ces ceintures n'ont pas été suivies dans le cadre cette étude.

Tableau 39. Présentation de l'attribution d'un indice de qualité, exemple de la ceinture de niveau 1-2 du site de Bonen, selon les codes de calculs définis par Derrien-Courtet et al., 2007

Niveau 1-2				
Paramètre	Valeur	Note	Barème	I.Q.
Limite d'extension en profondeur de la ceinture algale	-12,68	30,0	30	
Densité des espèces définissant l'étagement	26	10	20	
Composition spécifique	Nombre d'espèces caractéristiques	15	20	
	Densité des espèces opportunistes	198		
	Présence d'espèces indicatrices de bon état écologique	non		
Richesse spécifique totale	31	5	10	
Epiphytismes des stipes de <i>L. hyperborea</i>	Longueur moyenne des stipes	7,95	20	
	Surface moyenne d'épibiose par ml de stipe	867,7		
Total		60,0	100,0	60,0

L'indice de qualité (IQ) d'une ceinture correspond au rapport de la note totale sur le barème attribué. Quant à l'indice de qualité total, il correspond à la moyenne des indices des différentes ceintures. L'EQR (Ecological Quality Ratio), note finale, est obtenue en calculant le rapport de l'indice de qualité total avec celui du site de référence et permettra le classement de ce milieu en fonction de son état écologique.

Dans le cadre du programme DCE, plusieurs sites de références ont été désignés pour représenter un étalon. La totalité des masses d'eau ont été regroupées en 3 ensembles pour lesquels 1 à 3 sites servent de référence. En particulier, pour les sites d'eau peu turbide mais sous influence sédimentaire (ce qui correspond au cas des masses d'eau étudiées dans le cadre du programme E.L.V), les deux sites de référence sont les sites des Pierres Noires (Baie d'Etel) et des Haies de la Conchée (Saint Malo). La moyenne des indices de qualité de ces sites donne la valeur de référence (I.Q.réf=58,7) qui sert ensuite à calculer l'E.Q.R des sites.

Le tableau 40 présente les notes pour chaque facteur attribué sur les 10 transects échantillonné et cela pour chacun des deux niveaux de densités de laminaires. Ces notes sont été calculées par le MNHN de Concarneau.



En règle générale, la qualité du niveau 1-2 reflète la qualité du niveau 3 plus profond.

Tableau 40. Récapitulatif des notes et des indices attribués aux sites étudiés

Niveau 1-2	Le Croisic	La Branche 1	Le Pilier	La Branche 2	Bagueneaud	Pen Château	Pointe St Gildas	Dumet	Bonen	Goué Vas
Note ceinture	8,3	3,6	13,2	7,9		1,7	0,7	9,4	30,0	29,7
Note densité espèces structurantes	5	5	0	5		0	0	15	10	10
Note composition spécifique	10	12,5	17,5	10		12,5	10	0	7,5	2,5
Note diversité	0	2,5	2,5	0		0	2,5	2,5	5	2,5
Note stipe		17,5	15	12,5					7,5	12,5
Total	23,3	41,1	48,2	35,4	0	14,2	13,2	26,9	60,0	57,2
Barème	80	100	100	100	0	80	80	80	100	100
Notes sur 20	5,8	8,2	9,6	7,1		3,6	3,3	6,73	12	11,44

Niveau 3	Le Croisic	La Branche 1	Le Pilier	La Branche 2	Bagueneaud	Pen Château	Pointe St Gildas	Dumet	Bonen	Goué Vas
Note ceinture	9,8	9,4	12,8	5,7	3,7			10,0	30,0	30,0
Note densité espèces structurantes										
Note composition spécifique	17,5	12,5	17,5	18	7,5			5	7,5	2,5
Note diversité	2,5	5	2,5	2,5	0			2,5	2,5	0
Note stipe		10		5	10					
Total	29,8	36,9	32,8	31,2	21,2	0	0	17,5	40,0	32,5
Barème	60	80	60	80	80	0	0	60	60	60
Notes sur 20	9,9	9,2	10,9	7,8	5,3			5,83	13,33	10,83

	Le Croisic	La Branche 1	Le Pilier	La Branche 2	Bagueneaud	Pen Château	Pointe St Gildas	Dumet	Bonen	Goué Vas
I.Q.	39.3	43.5	51.3	37.3	26.5	18.0	16.5	31.4	55.7	63.35
Valeur de réf	58.7	58.7	58.7	58.7	58.7	58.7	58.7	58.7	58.7	58.7
EQR	0.67	0.74	0.88	0.63	0.45	0.30	0.28	0.53	1.08	0.95

Le code couleur a été déterminé par les experts européens et correspond à la même évaluation quel que soit l'indicateur mesuré (physique, chimique, biologique...)

	Mauvais
	Médiocre
	Moyen
	Bon
	Très bon

Conformément à nos précédentes observations, les sites de très bonne qualité sont ceux qui sont situés le plus au large de la côte (Le Pilier, Bonen et Goué Vas) (Fig. 38). Les sites du Croisic et la zone protégée du plateau de la Branche sont classés en bonne qualité, tandis que la station de la Branche qui est plus près de la zone de clapage de la Lambarde est classée en moyenne qualité ainsi que l'Ile Dumet qui subit l'influence de la Vilaine.



Les stations les plus perturbées sont celles qui sont le plus près de l'embouchure de l'estuaire de la Loire et qui subissent régulièrement l'impact de son panache turbide (Penchâteau, la pointe de Saint-Gildas et Baguenaud dans une moindre mesure).

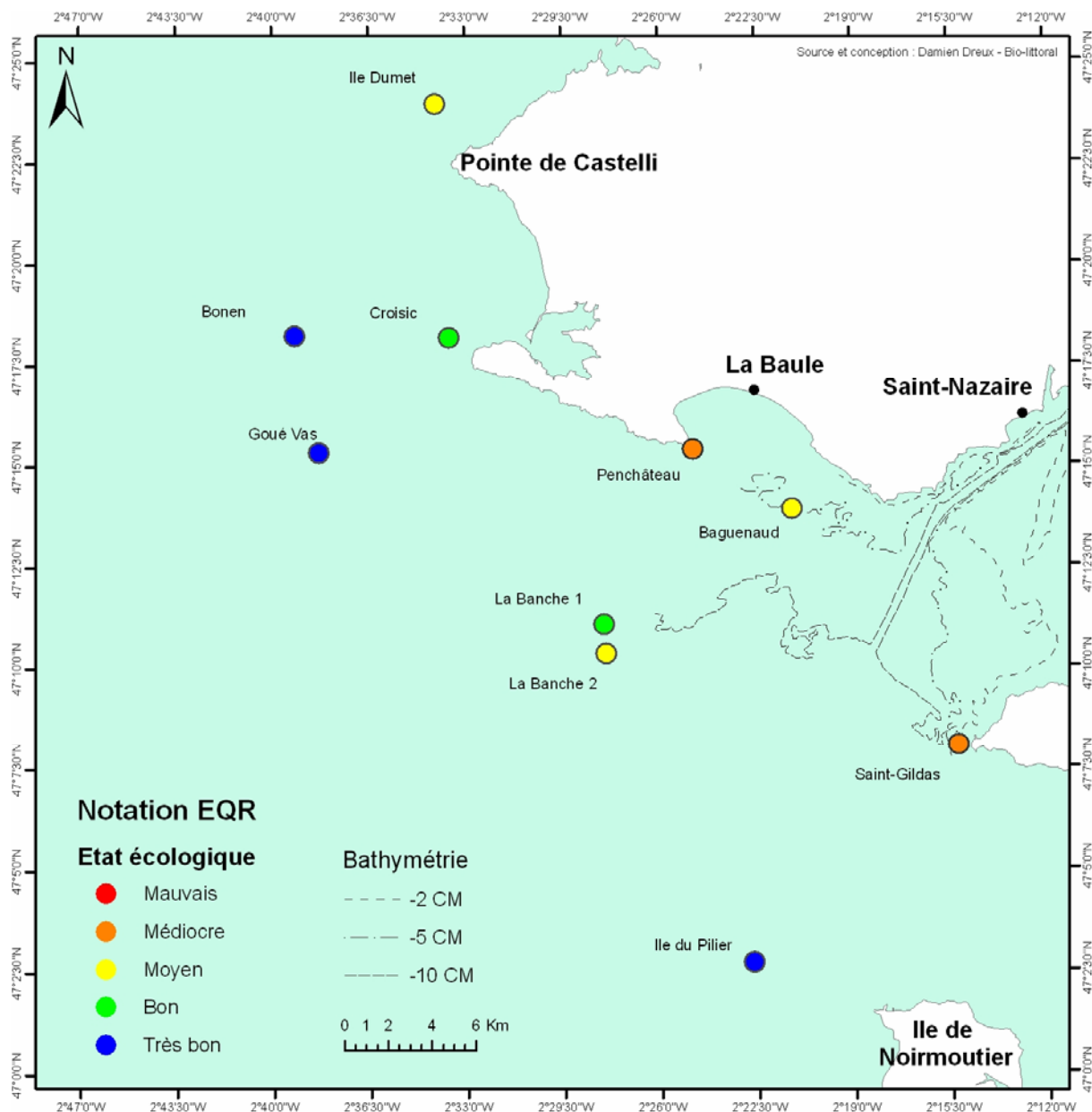


Figure 38 . Etat écologique des sites étudiés selon les critères de notation définis pour la DCE.



V. Etude surfacique – test du traitement au sonar latéral

Les études stationnelles, réalisées en plongée, donnent un relevé précis de l'état de habitat laminaire. Cependant l'importance du rôle écologique de cet habitat dans la masse d'eau dépend de la surface occupée par les champs de laminaires. Les cartographies historiques des champs de laminaires se réduisent pour l'essentiel à des photo-interprétations d'images aériennes ou satellitales lorsque la clarté de l'eau le permet. Cependant cette technique a ses limites, car il y a une possible confusion entre les roches sombres et les zones de laminaires d'une part, et d'autre part, le signal s'atténue avec la profondeur ou la turbidité. Dans le secteur Loire-Vilaine, soumis aux influences des panaches turbides estuariens, cette technique n'est pas pertinente.

Les grands programmes d'observation benthique menés en Bretagne (REBENT et MESH) ont permis de tester les méthodes de détection acoustique notamment sur la zone du Trégor et des Abers (Cf fiche n°3 sur la synthèse d'habitats laminaires, site IFREMER avril 2009). Cette technique a été testée par Bio-Littoral sur 3 des zones de suivi de la campagne ELV : l'île Dumet, Baguenaud et l'île du Pilier.

V.1. Protocole

Sur chaque site étudié, la cartographie des surfaces occupées par les forêts de laminaires est obtenue à l'aide du sonar à balayage latéral (KLEIN 3000). Sur ces petits fonds les fauchées varient de 25 à 50 m de large et les deux fréquences enregistrées (100 et 500 kHz) permettent une grande définition de l'image (la taille du point correspond à environ 1% de la hauteur d'eau, soit une résolution de l'image de 10 cm pour une hauteur d'eau de 10m). Le poisson est traîné à l'arrière du bateau par un câble coaxial en kevlar qui le relie à un ordinateur étanche (Fig. 39).



Figure 39. Le sonar Klein 3000 à balayage latéral utilisé pour l'étude.



Les images du fond sont directement visibles sur l'écran de l'ordinateur. Le positionnement exact du sonar est connu car un système interne au poisson permet de calculer sa distance au bateau et la trajectoire du bateau est transmise au logiciel par le GPS Mobil-Mapper CE. Le logiciel de traitement permet de pointer les points intéressants à valider (Fig. 40). La vérité terrain est réalisée à l'aide d'une caméra sous-marine qui donne des images couleurs d'une grande définition permettant de reconnaître les espèces de laminaires (portée de câble de 30 m) (Fig. 40).

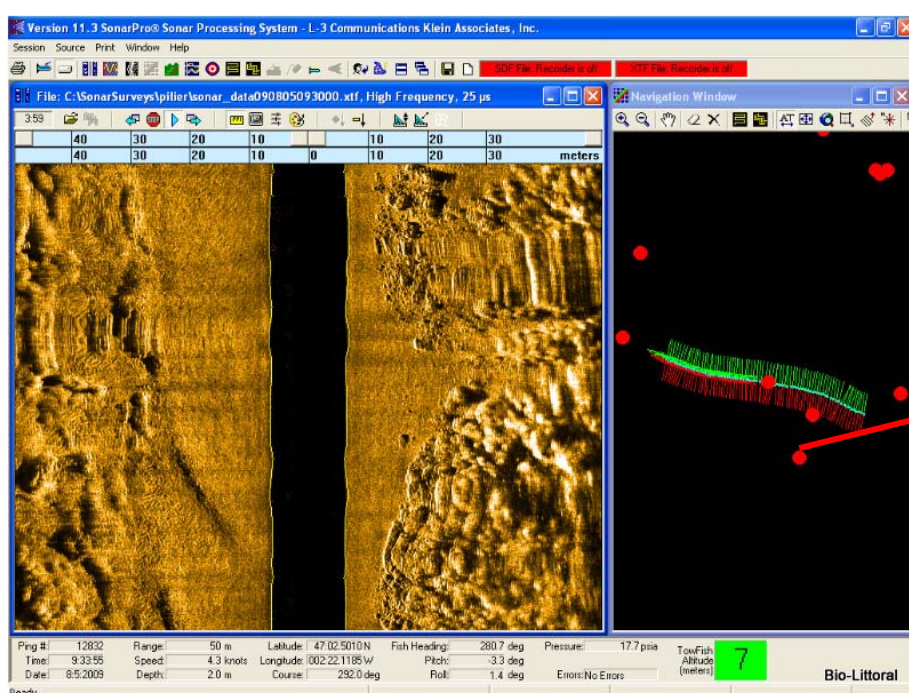


Figure 40. Rendu instantané de l'image du sonar à bord et pointage des zones intéressantes à visualiser à l'aide de la caméra vidéo sous-marine, pour déterminer la nature de la couverture algale.

Les caractéristiques des campagnes sonar sur les sites de l'île Dumet, Baguenaud et l'île du Pilier sont données dans le tableau 41.

Tableau 41. Informations concernant les campagnes sonar.

Site	Date	Marée	Intervenants	Embarcation	Conditions	Travaux effectués	Surface prospectée
Ile Dumet	31/07/09	PM 14h22	Nicolas Harin	Flyer 550 de location	Météo estivale, mer calme, vent faible	Acquisition sonar : 11h30 – 15h00	1,42 km ²
		coef : 36	Nicolas Truhaus			Acquisition caméra : 15h30 – 16h45	
Baguenaud	03/08/09	PM 16h23	Nicolas Harin	Cap camarat (Eric Lauvray ELV)	Météo médiocre, vent accompagné d'un fort clapot	Acquisition sonar : 15h00 – 17h00	0,73 km ²
		coef : 57	Evans Trebaul			Acquisition caméra : 17h10 – 18h00	
Ile du Pilier	05/08/09	PM 17h24	Nicolas Harin	Bateau de location (Minahouet Pornic)	Météo estivale, mer calme, vent faible	Acquisition sonar : 9h00 – 13h00	1,54 km ²
		coef : 73	Raphaëla le Gouvello			Acquisition caméra : 13h30 – 15h00	



Réalisation de cartes

Le traitement du signal sonar et la réalisation des cartes de répartition des laminaires ont été réalisés par N. HARIN de Bio-Littoral à l'aide du logiciel GeoSurvey. Ces cartes sont retranscrites sur le logiciel ArcGis.

V.2. Résultats

Cette technique, largement employée dans les grands fonds, est testée pour la première fois sur les petits fonds rocheux de la zone des estuaires Loire-Vilaine. Les résultats sont intéressants mais des difficultés persistent. En effet, la turbidité ambiante et l'agitation de la mer, due au ressac sur les têtes de roches, même par temps calme, perturbent le signal. A faible profondeur, il est également difficile d'obtenir une large couverture spatiale, il faut donc faire plusieurs passages en évitant les écueils pour ne pas endommager le sonar.

Le traitement des images permet de distinguer une roche nue d'une roche végétalisée, mais il y a un fort risque de confusion entre les grandes algues (notamment entre les sargasses et les laminaires qui ont été observées sur les enregistrements vidéo). De même il est difficile d'individualiser les zones de jeunes laminaires peu denses et les zones d'algues rouges dressées.

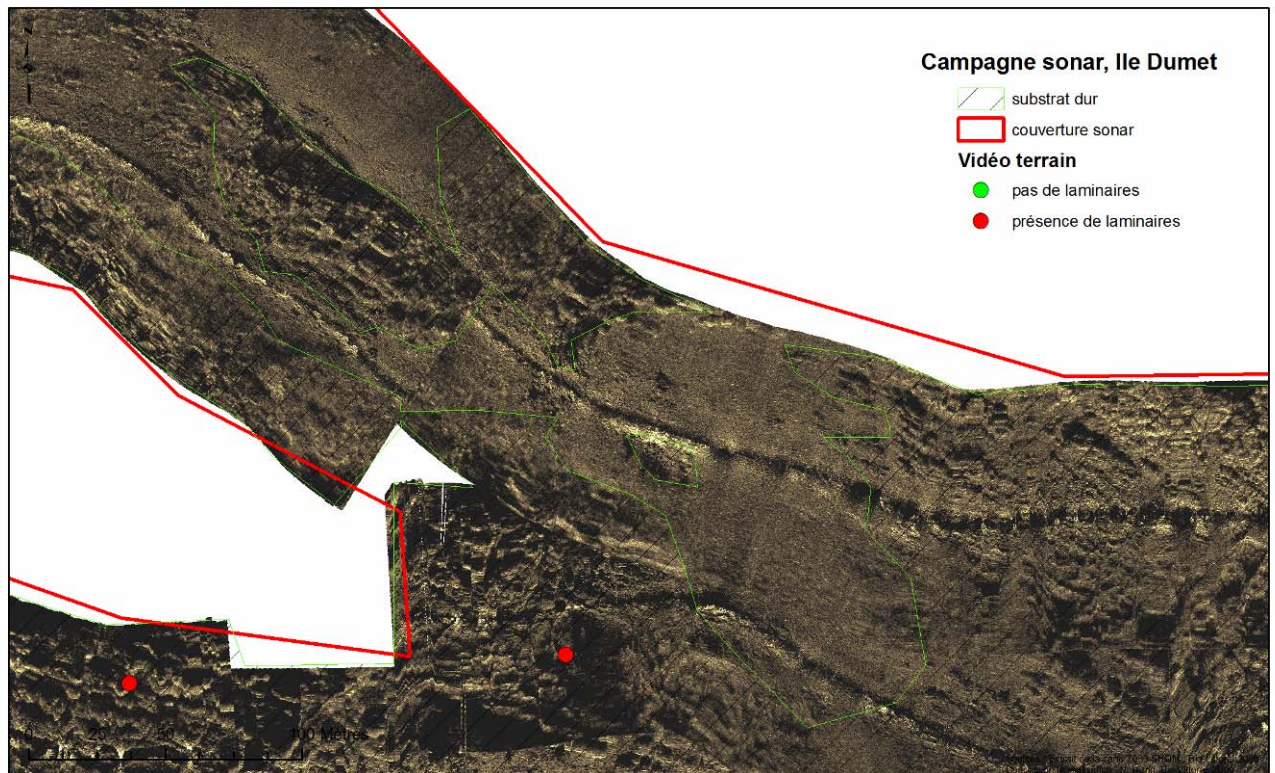


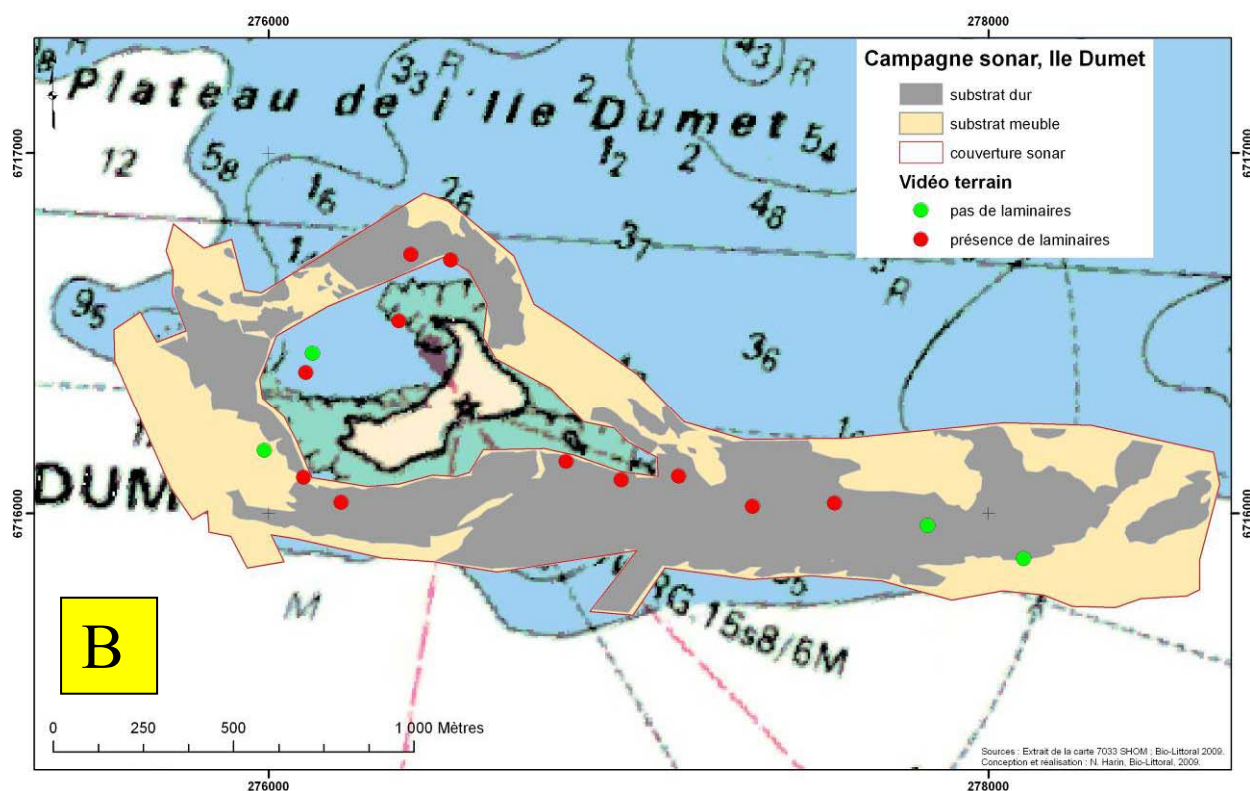
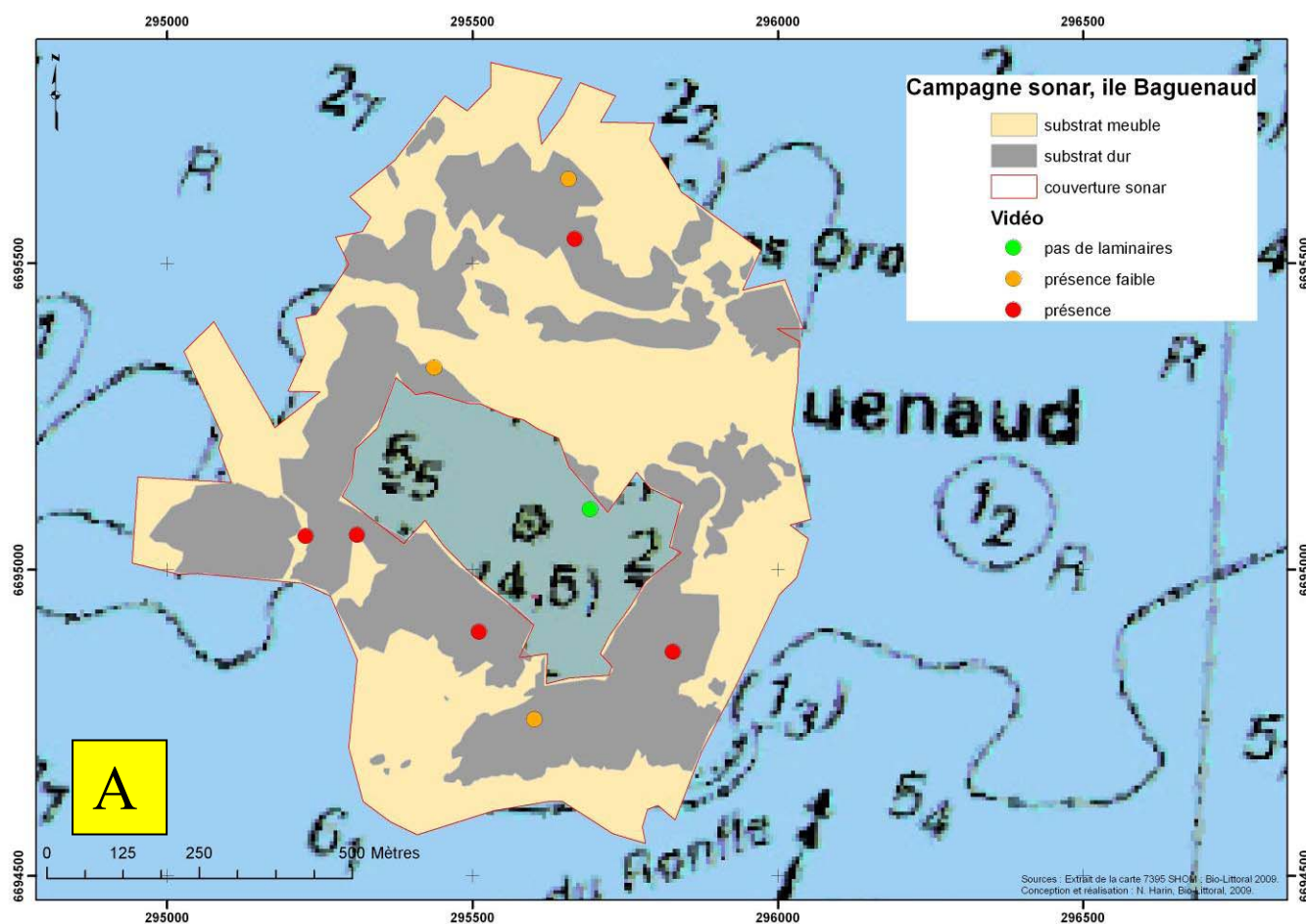
Figure 41. Illustration de la définition d'une image du sonar Klein 3000, sur la station de l'île Dumet. Les zones entourées de vert sont les roches.



Dans l'état actuel du traitement, ces prospections ont surtout permis de cartographier de façon précise l'emprise géographique de la zone rocheuse pour ces petits fonds, une zone généralement mal appréhendée par les cartes SHOM (Fig. 42).

Cette première donnée est d'intérêt car elle permet d'estimer le potentiel de recouvrement optimal que pourraient avoir les champs de lamineux en l'absence de facteur limitant. Dans notre secteur, le facteur turbidité qui réduit la profondeur de la couche euphotique, empêche les lamineux de coloniser les zones supérieures à -5m, alors que des profondeurs de -40m sont observées en Bretagne dans des zones d'eau claire pour ces mêmes espèces. La limitation de la turbidité, pourrait localement permettre de doubler la superficie des lamineux en gagnant seulement 1 ou 2 mètres de couche euphotique supplémentaire ou en évitant les dépôts de vase lors de la fixation des jeunes lamineux.

L'incertitude sur les interprétations des données acquises par le sonar à balayage latéral a conduit l'équipe du programme ELV et al. (2009) à prendre la décision d'arrêter les campagnes au sonar et ré-affecter ainsi les budgets prévus à du suivi stationnel en 2010. Cela dit, par intérêt scientifique, Bio-Littoral continue d'explorer l'exploitation de ces données acquises avec le sonar Klein 3000 à l'aide d'autres logiciels de traitement d'image. Si une meilleure interprétation des images peut être réalisée, ces résultats seront présentés dans le rapport final.



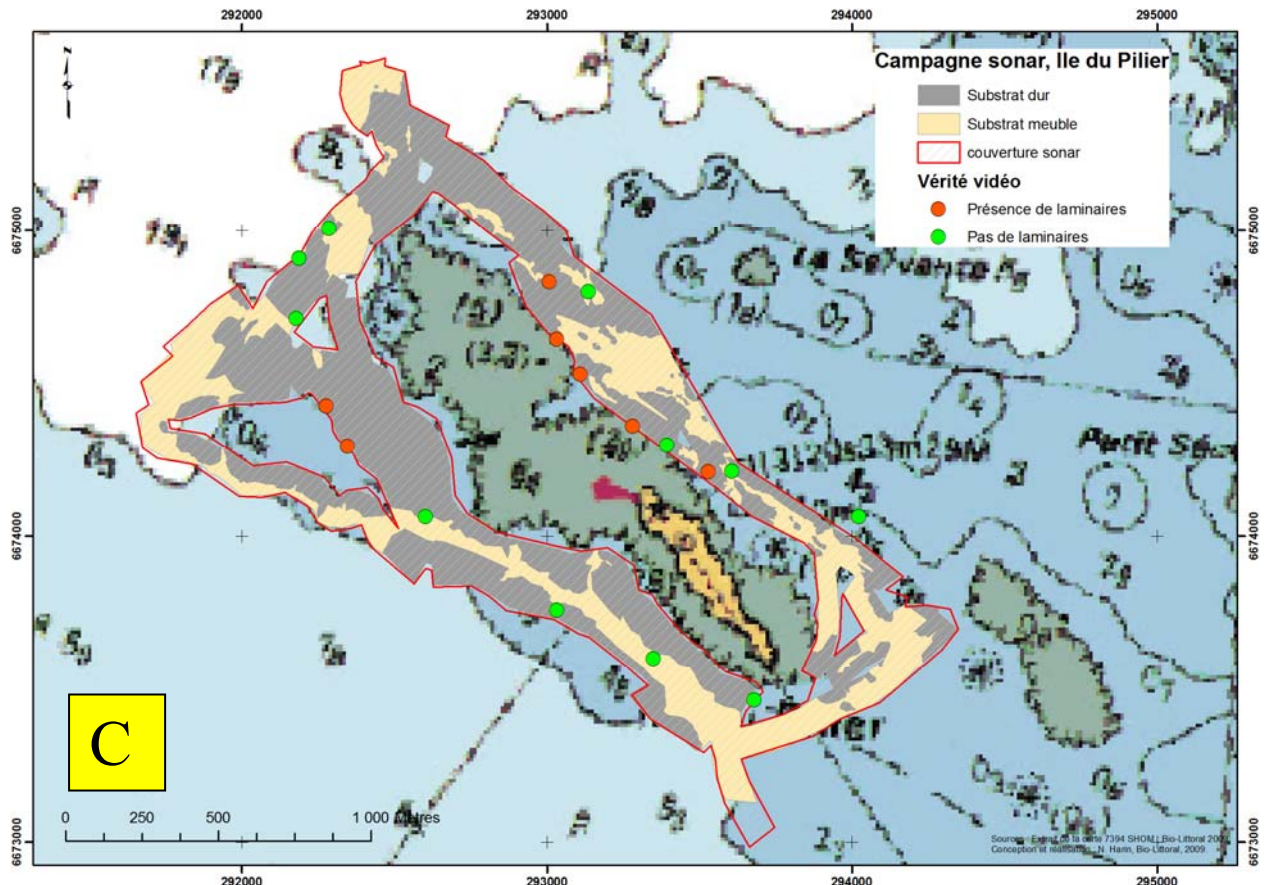


Figure 42. Présentation de la nature du substrat obtenue en traitant les images sonar. Le substrat dur est illustré en gris clair, le substrat meuble en jaune pâle. A : Baguenaud, B : Ile Dumet et C : Ile du Pilier.

VI. Evolution historique de la répartition des laminaires

Bio-Littoral, start-up du laboratoire MMS (Mer, Molécules et Santé) de l'Université de Nantes, a été créée en 2004, pour poursuivre les recherches de M. Yves GRUET, biologiste marin de l'Université de Nantes, actuellement à la retraite, qui a consacré sa vie à l'étude de l'écosystème littoral des Pays de la Loire. Les nombreux inventaires qu'il a menés depuis 1970 sur la faune et la flore de l'estuaire de la Vilaine jusqu'aux Sables d'Olonne, ont été intégrés dans la base de données de Bio-Littoral.

Les investigations réalisées par M. Gruet, ont été réalisées essentiellement à pied par marée basse de grand coefficient de marée et quelques fois en apnée. Seule la présence ou l'absence remarquée des espèces est notée.

Procédant d'un travail personnel, ces inventaires ont été réalisés en fonction des disponibilités du chercheur sans intervalle de temps fixé. Pour suivre l'évolution historique de la répartition des laminaires dans notre région, quatre périodes de différentes durées, couvrant à chaque fois l'ensemble des stations, ont été définies : de 1970 à 1974, de 1975 à



1989, de 1990 à 1999, de 2000 à 2009 (Fig.43). Tous les travaux de Bio-Littoral et ceux de la littérature dont nous étions certains, ont été également intégrés à cette base de données.

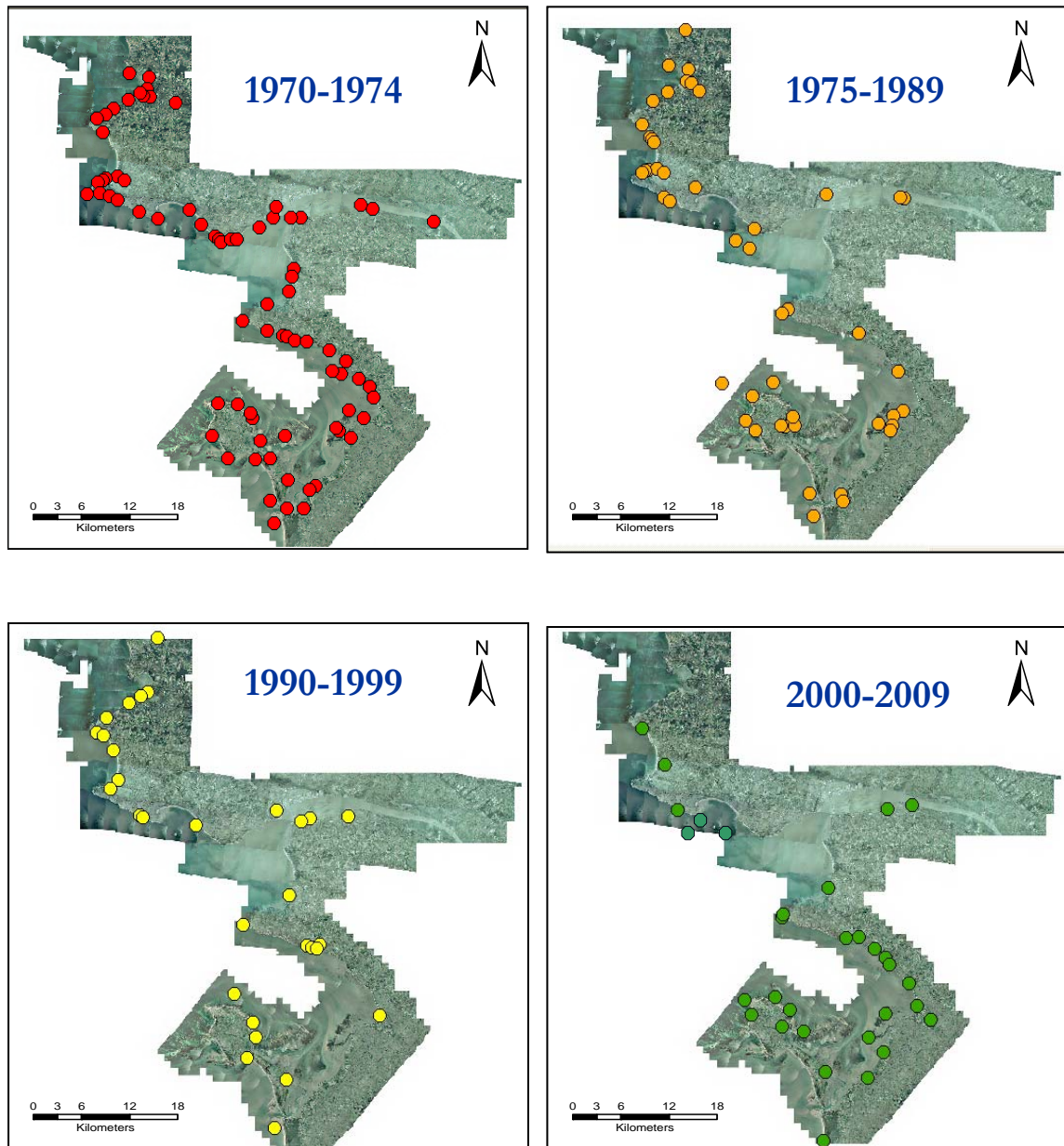


Figure 43. Positionnement géographique des stations inventoriées par Y. Gruet puis plus récemment par Bio-Littoral regroupées en fonction des dates d'observations.



Laminaria digitata

Son aire de répartition mondiale est l'Atlantique nord-est et nord-ouest ([Cabioch et al., 2006](#)).

Régionalement, son aire de répartition semble limitée au sud par l'estuaire de la Loire ([Gruet, 1975](#)). Cependant en 1959, [Crisp et al.](#), trouvent quelques pieds de *Laminaria digitata* sur un site plus au sud, à la Pointe de Saint Gildas mais uniquement dans une cuvette. Cette espèce n'est pas retrouvée en 1975, ni ultérieurement par Gruet malgré un inventaire exhaustif. D'autre part, [Sauvageau \(in Dizerbo et Herpé, 2007\)](#) l'aurait aperçu en 1896, encore plus au sud vers les Sables d'Olonnes. Le recensement de la flore marine de Noirmoutier par [Soulet en 1981 \(in Dizerbo et Herpé, 2007\)](#), la signale sur plusieurs points autour de l'île dans le bulletin de l'association des Amis de Noirmoutier dont l'objet est de défendre le patrimoine historique noirmoutrien. Pourtant aucune *Laminaria digitata* n'a été rencontrée lors de nos nombreuses investigations sur l'île de Noirmoutier depuis 1975. Un doute persiste, car il est difficile de différencier une jeune *Laminaria hyperborea* non encore épiphytée (très commune à Noirmoutier) d'une *Laminaria digitata*. Nous avons nous même commis cette confusion dans nos relevés sur la Pointe de Saint Gildas lors du suivi de l'Impact de la marée noire de l'Erika en 2000 ([Gruet et al., 2001](#)) et ce n'est qu'en suivant le développement de ces algues que nous nous sommes rendu compte de notre erreur. Au stade juvénile, ces deux espèces présentent les mêmes caractéristiques morphologiques et seule l'analyse d'une coupe de thalle ou de stipe permet de les différencier. Pour l'île d'Yeu, [Beauchamp](#) écrit en 1923 «*L. flexicaulis* (ancien nom de *Laminaria digitata*) manque ou est très rare comme à Ré», ce qui donne peu d'indication quant à sa présence.

Compte tenu des doutes inhérents à la présence de *Laminaria digitata* sur l'île de Noirmoutier et sur l'île d'Yeu, nous nous en tiendrons aux données validées depuis 1970 (Fig. 44). Actuellement, l'estuaire de la Loire marque la limite de répartition sud de *Laminaria digitata*.

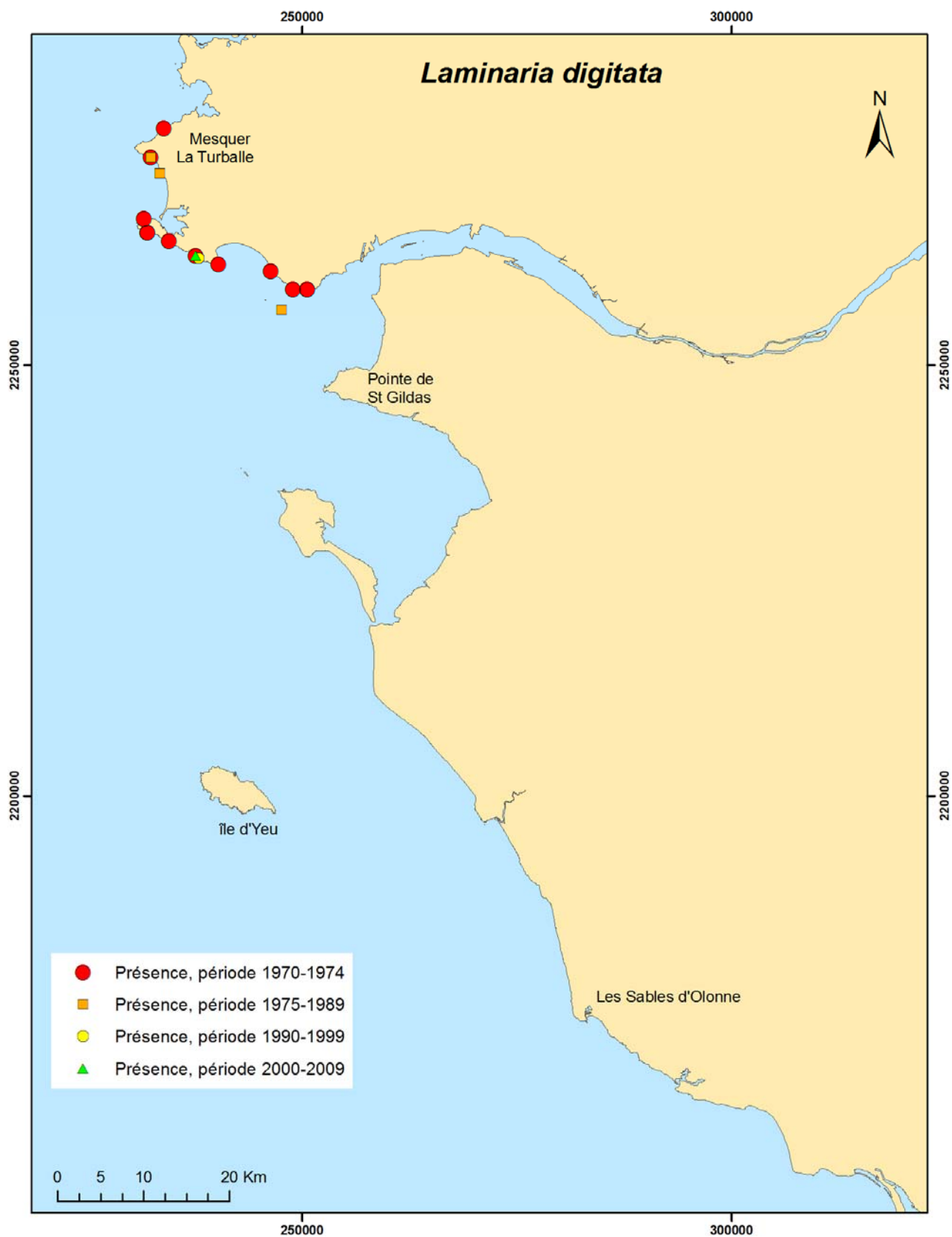


Figure 44. Evolution historique des recensements de *Laminaria digitata* sur le littoral des Pays de la Loire, de 1970 à 2009.



Saccorhiza polyschides

Son aire de répartition mondiale est donnée pour l'Atlantique nord, de la Norvège au Maroc, y compris la Méditerranée (Cabioch et al. 2006). Son abondance diminue du nord vers le sud sur les côtes françaises pour être bien représentée ensuite en Galice et au Nord du Portugal (Fisher-Piette, 1963 in Gruet, 1975; Dizerbo & Herpe, 2007).

D'après Crisp et Fisher-Piette (1959) de grandes variations se sont produites d'une année à l'autre sur la côte Atlantique française. En effet, *Saccorhiza polyschides* est une algue opportuniste annuelle qui entre en compétition avec *Laminaria digitata* ou *Laminaria hyperborea*. Dès qu'une perturbation, telle qu'une tempête affecte les champs de laminaires pérennes (*L. digitata* ou *L. hyperborea*), les performances de recrutement de *Saccorhiza polyschides* lui permettent de coloniser rapidement la place laissée vacante. Un développement très prolifique se produit alors, ces algues ayant la faculté de croître de plus de 3m en une année. Puis lorsque les conditions du milieu sont plus stables, les algues pérennes regagnent petit à petit leur terrain. Généralement il faut compter environ 3 ans pour un retour aux peuplements initiaux (Perez, 1968).

Dans notre région *S. polyschides* est absente des côtes les plus battues (de Penchâteau au Croisic) car elle s'arrache assez facilement. Elle ne se développe pas non plus dans les zones turbides telles que l'estuaire de la Loire ou la baie de Bourgneuf. En 2009, un seul pied de *Saccorhiza polyschides* a été trouvé sur le site de Baguenaud. (Fig. 45).

Des études *in situ* et en laboratoire indiquent que, sous des conditions identiques d'éclairement ou de température, la photosynthèse de *S. polyschides* est plus performante que celle de *L. digitata* (Valero et al., 2009), mais ces expériences se déroulaient en eau claire.

Une des raisons qui pourrait expliquer la sensibilité de *S. polyschides* à la turbidité est la présence de poils sur toute la surface du thalle qui fixent les particules sédimentaires présentes dans la colonne d'eau. Tandis que dans des eaux turbides, les autres laminaires sont « propres », *S. polyschides* est couverte de vase, ce qui doit perturber les échanges avec la colonne d'eau mais surtout limiter la quantité de lumière reçue par les cellules.



Bio-Littoral La vigie 2006

Cette particularité pourrait donc expliquer l'absence de *S. polyschides* dans les zones les plus turbides, permettant ainsi le développement, même faible des autres grandes laminaires.

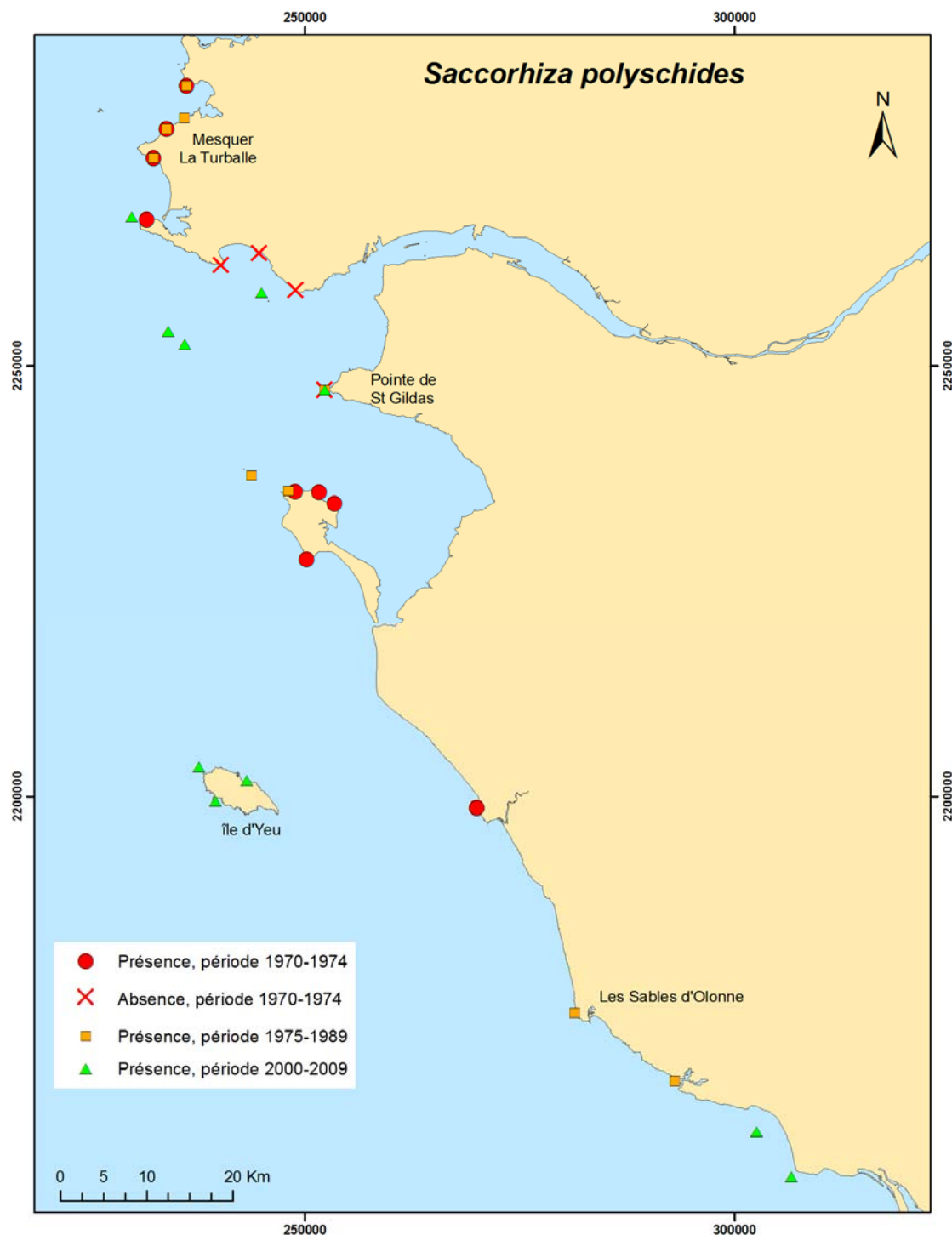


Figure 45. Evolution historique des recensements de *Saccorhiza polyschides* sur le littoral des Pays de la Loire de 1970 à 2009.



Saccharina latissima

La répartition mondiale de cette laminaire couvre l'Atlantique nord-est du Spitzberg jusqu'au Portugal et l'Atlantique nord-ouest (Castric et al., 2001). *Saccharina latissima* est très commune en Bretagne. Cette espèce septentrionale disparaît au sud de l'île d'Oléron pour réapparaître sur les côtes au nord de l'Espagne et du Portugal (Gruet, 1975, Dizerbo et Herpe, 2007).

Régionalement, elle est présente sur toutes les côtes rocheuses sauf dans le fond de la baie de Bourgneuf ou dans l'estuaire de la Loire (Fig. 46). Dans la région des Pays de la Loire, les individus sont moins grands que ceux de la Manche (> 1m), et les plus grands thalles sont situés sur les côtes de la Turballe et du Croisic (Gruet, 1975).

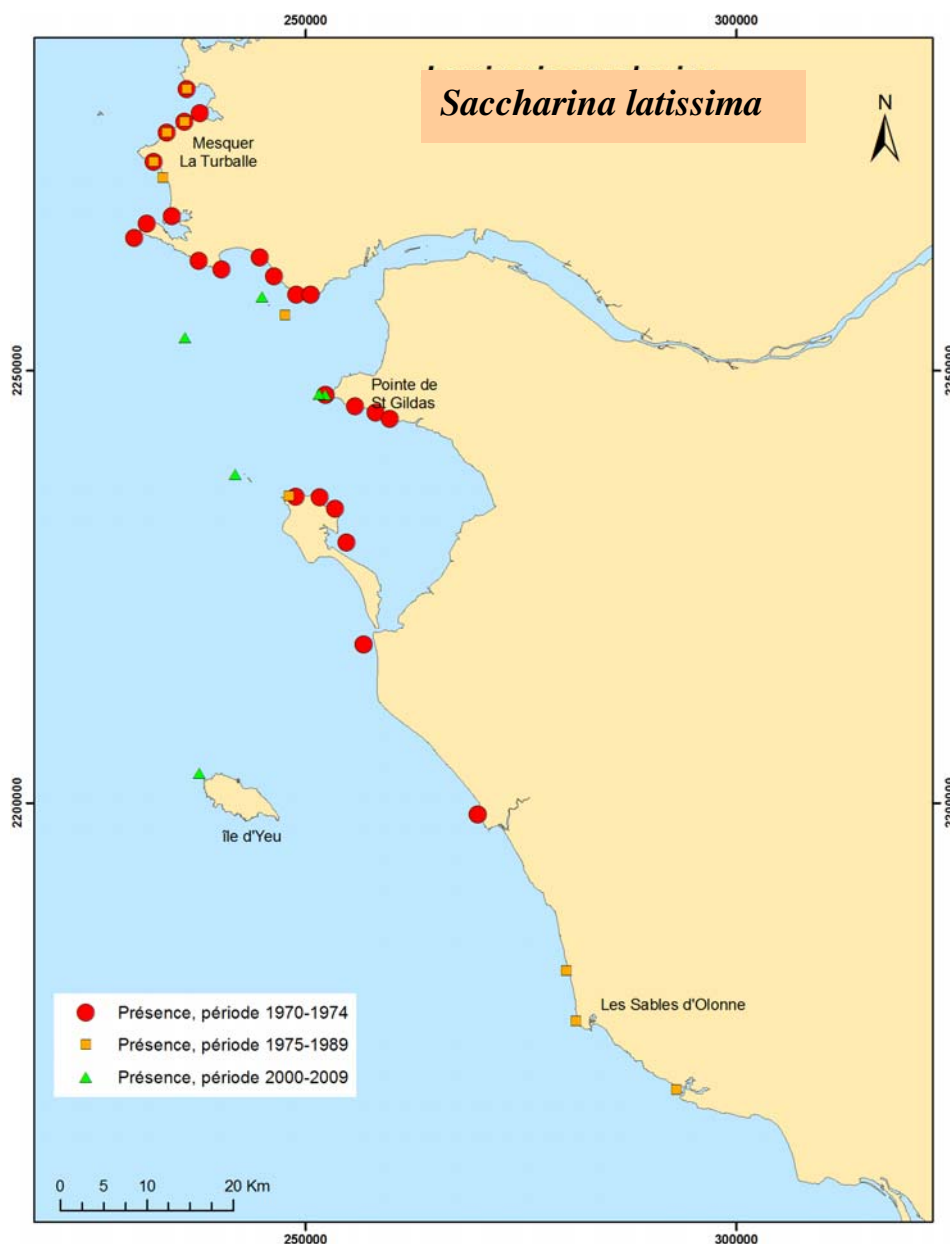


Figure 46. Evolution historique des recensements de *Saccharina latissima* sur la littoral des Pays de la Loire, de 1970 à 2009.



Laminaria hyperborea

Abondante dans toutes les mers nordiques et sur la Manche, la frontière sud de répartition de *Laminaria hyperborea* se situait vers l'île de Ré (Fisher-Piette (1935) in Dizerbo & Herpe, 2007).

Localement, sa répartition est très similaire à celle de *S. latissima*, avec une présence sur toute la côte rocheuse sauf dans les fonds de baie envasée (baie de Bourgneuf) et dans la zone interne de l'estuaire (Fig. 47).

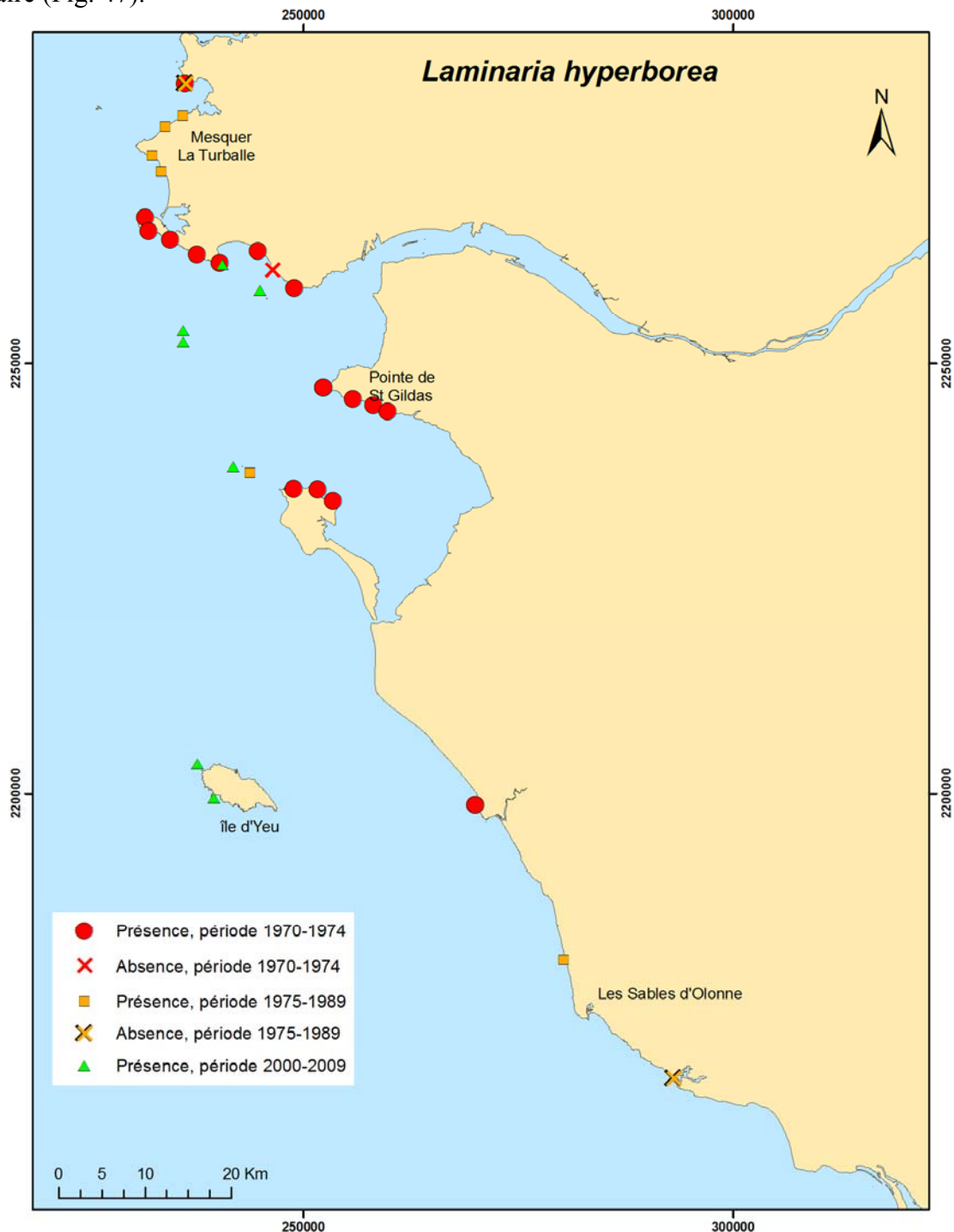


Figure 47. Evolution historique des recensements de *Laminaria hyperborea* sur le littoral des Pays de la Loire, de 1970 à 2009.



VII. Programme génétique ECOKELP

Le programme ECOKELP (réf.) vise à caractériser l'importance écologique, sociale et économique de quelques espèces emblématiques de Laminariales. Deux régions sont étudiées parallèlement: les côtes chiliennes et européennes.

Cinq axes de recherche sont proposés dans ECOKELP :

- ❖ une caractérisation de la biodiversité (identification des principaux herbivores et validation d'une technique d'estimation de la biomasse) ;
- ❖ une étude fonctionnelle des interactions herbivores/macro-algues (réseaux trophiques et base biochimique de la réponse à l'herbivorie);
- ❖ une approche expérimentale écologique et physiologique en laboratoire visant à étudier la réponse à la température et à la lumière ;
- ❖ une analyse de la dispersion et de la colonisation via une approche de génétique des populations à différentes échelles spatiales et via le développement d'un modèle théorique métapopulationnel tenant compte du cycle de vie complexe des laminaires ;
- ❖ une analyse des processus économiques et sociaux qui contribuent à réduire ou à renforcer la durabilité de ces systèmes au Chili et en France.

La diffusion des résultats issus des axes précédents se fera en partenariat avec des représentants des industriels et des gestionnaires de réserves afin de sensibiliser les différents publics aux politiques de gestion de la ressource et de conservation de la biodiversité associée.

Ce programme vise notamment à faire la cartographie des populations génétiques des laminaires sur l'ensemble du littoral Français. ELV a participé à ce programme en demandant à ces deux opérateurs (MNHN et Bio-Littoral) de prélever des échantillons de laminaires sous certaines conditions (Fig. 48) lors des plongées réalisées sur les sites ELV.



Figure 48. Prélèvement de laminaires pour l'analyse génétique. Découpage des ronds de laminaires à l'aide d'un tube en cuivre et d'une plaque de bois.



En plongée, les « ronds » de 3 cm de diamètre sont découpés à la base du thalle de la laminaire à l'aide d'un tube en cuivre et d'une plaque en bois. Environ 30 laminaires d'une même espèce sont ainsi échantillonnées sur une même zone, à une même bathymétrie. Les échantillons sont ensuite conservés dans du silica gel avant d'être envoyés pour analyse à la station Biologique de Roscoff.

Le tableau suivant recense les divers échantillons qui ont été récoltés pour analyse lors de la campagne ELV 2009.

Opérateur	Site de prélèvement	Collecteur	Espèces prélevées
MNHN	Bonen du Four	R. Derrien	<i>Laminaria hyperborea</i>
MNHN	Bonen du Four	R. Derrien	<i>Saccorhiza polyschides</i>
MNHN	Goué vas du Four	R. Derrien	<i>Laminaria hyperborea</i>
MNHN	Goué vas du Four	R. Derrien	<i>Saccorhiza polyschides</i>
MNHM	Ile Dumet	R. Derrien	<i>Saccorhiza polyschides</i>
Bio-Littoral	La Banche 1	M. Oriot	<i>Laminaria hyperborea</i>
Bio-Littoral	La Banche 1	M. Oriot	<i>Saccorhiza polyschides</i>
Bio-Littoral	Le Pilier	M. Oriot	<i>Laminaria hyperborea</i>

Actuellement, les extractions mitochondriales ont été faites pour deux des sites de *Laminaria hyperborea* en vue d'une analyse des séquences d'ADN. Ces données devraient être disponibles en fin d'année 2010.

Les analyses sont longues et coûteuses, cependant les échantillons à traiter pouvant être stockés durant de nombreuses années, il est recommandé de faire ces prélèvements pour l'ensemble des espèces sur les sites étudiés, afin d'établir une « référence génétique ».



VIII Conclusions

L'application de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) qui fixe un objectif de « bon état écologique » des masses d'eau européennes à l'horizon 2015, demande à chaque État Membre, la mise en place d'un suivi rigoureux des masses d'eau côtières, avec notamment le développement d'indicateurs biologiques et chimiques pertinents.

L'indicateur laminaire

Les peuplements benthiques, qui vivent fixés sur le substrat intègrent toutes les évolutions de la masse d'eau dans laquelle ils vivent. Ils n'ont aucune possibilité de fuir, même temporairement, un facteur perturbant (température, tempête, pollution, panache turbide...) comme peuvent le faire les peuplements de poissons. Les grandes algues, telles que les laminaires forment des habitats qui peuvent couvrir de grandes superficies et sont donc facilement repérables sous l'eau. Les algues puisent toutes leurs ressources dans la colonne d'eau, le substrat ne sert que de socle pour la fixation. Une évolution des peuplements algaux traduira donc une variation des paramètres physico-chimiques de la masse d'eau (température, salinité, turbidité, polluant, hydrodynamisme...). Les laminaires ont des réponses rapides et marquées à ces paramètres, ce qui leur confère toutes les qualités d'un bon indicateur écologique de la qualité des masses d'eau. Dans le cadre du REBENT (REseau BENThique) puis de la DCE, un indicateur basé sur la biodiversité la répartition géographique et bathymétrique de l'habitat « laminaire » a été élaboré par S. Derrien-Courtel du MNHN de Concarneau en 2006. Malgré la mise en place des suivis REBENT à l'échelle de la Bretagne, puis des suivis DCE à l'échelle de la façade Manche /Atlantique, cet indicateur bénéficie de peu de recul. Il est particulièrement intéressant de le tester dans un milieu perturbé (zones d'influence des estuaires de la Loire et de la Vilaine) avec une stratégie d'échantillonnage dense permettant d'établir des gradients de perturbation.

L'étude réalisée en 2009 à la demande de l'Association ELV, a permis d'établir les indices de qualité Laminaires, tels qu'ils sont définis par le MNHN de Concarneau, sur 9 stations réparties sur 7 sites géographiques compris entre l'estuaire de la Vilaine et l'estuaire de la Loire. Il ressort très nettement de cette analyse que le facteur le plus perturbant de la région est la turbidité. Les stations étant de meilleure qualité avec l'éloignement vis-à-vis des estuaires (Loire et Vilaine). Les stations situées au large (Le Pilier, Le Plateau du Four) présentant des champs de laminaires de très bonne qualité. Bien que situés au large, les champs de Laminaires de l'île Dumet présentent une qualité moyenne, liée à la présence de nombreuses algues opportunistes. Cela pourrait être lié à un début d'eutrophisation générée notamment par les sels nutritifs qui proviendraient de la Vilaine mais cette hypothèse reste à confirmer par une étude appropriée.

Les sites du Croisic ou de la Banche sont suffisamment éloignés de l'embouchure de la Loire pour ne pas subir d'influence trop néfaste du panache turbide du fleuve sauf en période de grande crue (Fig. 49). En effet, les images satellites indiquent qu'en période de crue, ce panache se dirige vers le nord en longeant la côte, longeant ainsi le plateau de la Banche (Fig. 49). Cependant, les périodes de crues avec des débits supérieurs à 3000 m³/s sont des événements qui deviennent de plus en plus rares.



Figure 49. Image des panaches turbides générés par les crues de la Loire et de la Vilaine prise par le satellite MODIS le 10 mars 2007.

Sur le plateau de la Banche, la qualité des champs de lamineaires varie de manière significative entre la station située au sud qui est de moins bonne qualité et celle située au nord. Ce phénomène pourrait être lié au panache turbide généré par le rejet en mer des vases draguées dans le chenal de la Loire. En effet, une moyenne annuelle de 7 millions de m³ de vase sont clapées sur le site de la Lambarde depuis plus de 20 ans. Une partie de cette vase pourrait remonter sur la Banche selon la dérive côtière. Cette hypothèse reste cependant à confirmer par une analyse plus précise du trajet du panache et par d'autres suivis annuels.

Cette étude démontre donc la pertinence de cet indicateur, qui permet d'une part, de traduire finement un gradient de perturbation, et d'autre part de présumer les causes potentielles d'un déclassement en fonction des paramètres mesurés (exp: la densité des algues sensibles à l'eutrophisation sur l'île Dumet...). Cependant, il reste à soumettre cet indicateur aux variations interannuelles ou à suivre son comportement lors d'épisodes hydrodynamiques tels que la tempête Xynthia. C'est pourquoi, une nouvelle campagne de suivis Lamineaires sur les mêmes sites sera entreprise en 2010.



Le réchauffement global

La répartition géographique des algues est un bon indicateur de l'évolution de la température de l'eau. Le littoral des Pays de Loire apparaît comme une zone charnière où cohabitent actuellement des espèces méridionales et des espèces plus nordiques. Un réchauffement se traduira par une prépondérance des espèces méridionales avec l'apparition d'espèces méditerranéennes, comme le *Lithophyllum tortuosum* sur l'île d'Yeu, tandis que les espèces nordiques comme *Laminaria digitata* dont la limite de répartition sud est marquée par l'estuaire de la Loire, vont disparaître de ce secteur. Ces changements s'accompagneront d'un changement de faune, avec un impact potentiel sur la pêche locale.

L'habitat laminaire

Hormis leur rôle d'indicateur, les champs de laminaires ont un rôle écologique essentiel dans la zone côtière. Leur forte croissance, et la biomasse des nombreuses algues qu'elles abritent, leur permettent d'atteindre une productivité annuelle similaire à celles des mangroves tropicales. Ces « forêts » offrent un abri pour la reproduction et le développement des juvéniles d'invertébrés et de poissons (Castric-fey et al., 2001). Si peu d'animaux sont capables de consommer directement les laminaires, les algues qui composent la sous-strate forment une importante ressource trophique pour tous les herbivores qui seront à leur tour consommés. Cet habitat offre une grande diversité animale et végétale. La dégénérescence des laminaires produit une source de matière détritique qui alimente aussi bien le compartiment pélagique limitrophe que les grandes plages de sables dépourvues de végétaux, générant ainsi de nouveaux réseaux trophiques. Par leur importante biomasse, les laminaires participent donc activement aux cycles de la matière vivante sur notre littoral et il est primordial pour l'équilibre écologique des masses d'eau côtières de les préserver.

L'analyse des paramètres relevés lors de nos suivis en plongée, nous permet de mieux appréhender le fonctionnement de cet écosystème remarquable. Le fait de pouvoir suivre simultanément des secteurs aussi variés bien que dans une même zone géographique, est riche d'enseignement sur la prépondérance des facteurs qui les affecte. Un suivi sur plusieurs années consécutives permettrait de suivre la réponse de cet écosystème aux variations naturelles (crue, sécheresse, gel,...) tout en étudiant le temps de résilience vers un état optimal. Ces données sont nécessaires pour prévoir un plan de gestion de cet habitat à long terme.

Le bon fonctionnement écologique d'un habitat dépend de son état. Pour un certain nombre de fonctions écologiques (notion de services rendus) l'étendu de l'habitat est parfois un facteur discriminant. Plus sa surface est importante plus son impact sur la qualité de la masse d'eau sera important, notamment comme assimilateur de sels nutritifs dans les zones côtières, afin de réduire les blooms de phytoplancton toxique ou les marées vertes. Les tests de cartographie précise des champs de laminaires par sonar n'ont pas donné entière satisfaction malgré la précision du sonar employé. Il n'est pas possible de différencier les grandes algues telles que *Sargassum muticum* des laminaires, et les faibles densités d'algues sont difficilement repérables. Cependant, cette technique a permis d'établir des cartes très précises de la nature du fond sur l'île Dumet, le Pilier et Baguenaud. Les zones de roches de faible profondeur pouvant être potentiellement colonisées par les laminaires si la couche euphotique le permet, on peut envisager de modéliser l'habitat potentiel



des laminaires et calculer par la suite l'évolution des surfaces de laminaires en fonction des variations de turbidité et de température.

IX Perspectives

La poursuite des travaux présentés dans ce chapitre, correspond au programme d'étude prévu pour 2010. Les résultats feront l'objet d'un rapport final établi par le MNHN.

Dans un premier temps, les résultats très intéressants de la première campagne nous ont amené à reconduire en 2010 la campagne d'investigation en plongée sur les 9 stations suivies en 2009 avec un protocole et des opérateurs identiques. Ce suivi a été couplé avec la surveillance DCE. Cette analyse permettra d'appréhender la variabilité inter-annuelle des paramètres suivis et de tester la robustesse du bio-indicateur et de proposer d'éventuelles améliorations en termes de stratégie d'échantillonnage.

A l'issue de cette campagne 2010, l'évolution temporelle des différents paramètres caractéristiques des habitats laminaires (profondeur des ceintures, densité des algues, biodiversité, bioindicateur..) sera analysée par le MNHN. Certains sites ne disposeront que de deux données 2009 et 2010 mais sur les stations étudiées par le MNHN, l'île Dumet et Bonen, ces paramètres sont suivis depuis 2008. Cette analyse permettra d'appréhender la variabilité inter-annuelle des paramètres suivis et de tester la robustesse du bio-indicateur.

Une synthèse bibliographique, concernant les divers facteurs intervenant sur la qualité des masses d'eau dans le secteur Loire-Vilaine sera réalisée par R. Le Gouvello de STERMOR. L'identification des facteurs anthropiques, couplée aux analyses biologiques sur les champs de laminaires devrait permettre d'évaluer un certain nombre de risques encourus par cet habitat et de proposer à l'échelle de ce secteur, des mesures de gestion adéquates.

Les résultats des analyses génétiques réalisées sur les laminaires seront présentés dans le rapport final.

Au cours de l'année 2010, l'association ELV a participé à de nombreuses réunions d'informations, notamment dans le cadre des réunions Natura 2000 du plateau du Four. Le film réalisé par ELV et l'exposé de nos premiers résultats ont rencontré un vif intérêt auprès des pêcheurs professionnels des Pays de la Loire. Au terme de cette étude, les principaux résultats seront présentés aux différents partenaires lors d'une réunion puis des conférences grand public pourront également être organisées.



X Bibliographie:

- Beauchamp P. de**, 1922-1923 – Etudes de Bionomie intercotidale. Les îles de Ré et d'Yeu. *Archives de Zoologie expérimentale et générale*, tome 61, p.455-520, pl. XVII à XXIV. Biblio. Régio. B
- Birkett D. A., Maggs C. A., Dring M. J., Boaden P. J. S. and Seed R.**, 1988, Infralittoral reef biotopes with kelp species (volume VII). An overview of dynamic and sensitivity characteristics for conservation management of marine SACs. *Scottish Association of Marine Science (UK Marine SACs Project)*. 174pp.
- Castric-Fey A., Girard-Descatoire A., L'Hardy-Halos, M.-Th. Et S. Derrien-Courtél**, 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.]
- Christie H., Jorgensen N.M., Norderhaug K.M**, 2007, Bushy or smooth, high or low; importance of habitat architecture and vertical position for distribution of fauna on kelp. *Journal of sea research* 58:198-208.
- Christie H., Norderhaug K.M., Fredriksen S.**, 2009, Macrophytes as habitat for fauna. *Marine Ecology Progress Series* 396: 221-233.
- Derrien-Courtél S.**, 2008, L'étude des peuplements subtidaux rocheux (flore et faune) du littoral Breton permet-elle de contribuer à l'évaluation de la qualité écologique du littoral et d'en mesurer les changements dans le temps ? Thèse MNHN, 221p.
- Derrien-Courtél S., Le Gal A., Mercier-Pécard M., Derrien R., Decaris F.-X., 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.
- Derrien-Courtél S., Mercier-Pécard M., Derrien R., Decaris F.-X., Le Gal A. et Mercier N.**, 2008. Inventaire ZNIEFF-MER faunistique et floristique des fonds subtidaux rocheux de Belle-Ile en Mer. Données 2002-2005. Rapport du Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Milieux et Peuplements Aquatiques. Station de Biologie Marine de Concarneau, 259p.
- Derrien-Courtél S., Mercier-Pecard Marie, Derrien R. et Decaris François-Xavier**, 2009. Inventaire ZNIEFF-MER faunistique et floristique des fonds subtidaux rocheux des îles d'Houat et Hoëdic, septembre 2009, 214p.
- Derrien-Courtél S., Le Gal A.**, 2010. Mise au point du protocole de suivi des macroalgues subtidales pour la façade Manche-atlantique, dans le cadre de la DCE-Eaux côtières. Contrat IFREMER, janvier 2010, 37p.
- Derrien-Courtél S.**, 2009, Fiche de synthèse d'habitat laminaires dans le cadre du REBENT Bretagne, 13p.



- Dizerbo A & Herpe E.**, 2007 – Liste et répartition des algues marines des côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique, île Anglo-normandes incluses. Ed. Scientifiques Anaximandre, LEBHAM EA 3877 IUEM UBO, 315p.
- Eckman J. E., Duggins, D. O. et Sewell A. T.**, 1989, Ecology of understory kelp environments, I. Effects of kelps on flow and particle transport near the bottom. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 129: 173-187.
- Fiche n°3 sur la synthèse d'habitats laminaires : http://www.rebent.org/medias/documents/www/contenu/documents/Rapport_DCE_nov2005.pdf
- Fredriksen, S.**, 2003, Food web studies in a Norwegian kelp forest based on stable isotope ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) analysis. *Marine Ecology Progress Series*, 260: 71-81.
- Gruet Y.**, 1975 – Répartition des laminaires (algues phéophycées) sur l'estran de la cote de Loire-Atlantique et du nord de la Vendée. Bull. SC. Sc. Nat. Ouest de la France, 73 101-109.
- Gruet Y.**, 1989 – Algues Loire Atlantique Vendée. ED. Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de l'Ouest de la France, 90p.
- Gruet Y, Barillé-Boyer AL, Barillé L., Perusson O., Pineau M., Le Neuthiec R. Baudet J. et Y Rincé**, 2001 – Impact écologique de la marée noire de l'Erika sur la faune marine d'invertébrés benthiques de l'estran de Loire-Atlantique et de Vendée. Rapport ISOMER de l'Université de Nantes, 140p.
- Jorgensen N.M and Christi H.**, 2003, Diurnal, horizontal and vertical dispersal of kelp-associated fauna. *Hydrobiologia*, 503: 69-76
- Kelly E.**, 2005, The role of kelp in the marine environment. *Irish Wildlife Manuals*, No. 17. National Parks and Wildlife Service, Department of Environment, Heritage and Local Government, Dublin, Ireland. Løvas S.M., 124pp.
- Løvas S.M., Tørum A**, 2001, Effect of the kelp *Laminaria hyperborea* upon sand dune erosion and water particle velocities, *Coastal Engineering*, 44: 37-63
- Lüning K.**, 1979, Growth Strategies of Three Laminaria Species (phaeophyceae) Inhabiting Different Depth Zones in the Sublittoral Region of Helgoland (North Sea)., *Marine Ecology – Progress series* 1:195-207.
- Mc Lusky D.S. & Elliott M.**, 2004, The estuarine ecosystem, ecology, threats and management. Third edition Oxford University Press, 214p.
- Mohammed, A. I. & Fredriksen, S.**, 2004, Production, respiration and exudation of dissolved organic matter by the kelp *Laminaria hyperborea* along the west coast of Norway. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 84: 887-894.
- Munda I.M. & Luning K.**, 1977, Growth performance of *Alaria esculenta* off Helgoland. *HelgolSnder Wlss Meeresunters*, 29 : 311-314.
- Norderhaug K.M., Christie H, Rinde E.**, 2002, Colonisation of kelp imitations by epiphyte and holdfast fauna; a study of mobility patterns. *Marine Biology* 141:965-973.



- Norderhaug K.M., Fredriksen S., Nygaard, K.**, 2003. Trophic importance of *Laminaria hyperborea* to kelp forest consumers and the importance of bacterial degradation to food quality. Marine Ecology Progress Series 255:135-144.
- Norderhaug K.L., Christie H., Fosså J.H and Fredriksen S.**, 2005, Fish–macrofauna interactions in a kelp (*Laminaria hyperborea*) forest, Journal of the Marine Biological Association of the UK. 85 (5): 1021-1300.
- Norderhaug K.M., Christie H., Fredriksen S.**, 2007, Is habitat size an important factor for faunal abundances on kelp (*Laminaria hyperborea*), Journal of Sea Research, 58:120-124.
- Norton T.A. & G.R. South**, 1969, Influence of reduced salinity on the distribution of two laminarian algae. Oikos, 20 : 320-326.
- O'Connor, Todd W. A**, 2010, Consequences of habitat disturbance and recovery to recruitment and the abundance of kelp forest fishes, Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, In press.
- Perez R.**, 1968, Les nouvelles methods de récoltes et le repeuplement des champs de laminaires. Science et Pêche, Bull Inst. Pêches Marit.175, 1-7p.
- Perez R.**, 1971, Ecologie, croissance et régénération teneurs en acide alginique de *Laminaria digitata* sur les côtes françaises de la Manche. Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.35 (3) 287-346.
- Perez T.**, Perrin B., Carteron S., Vacelet J. & N. Boury-Esnault, 2006, *Celtodoryx girardae* a new sponge species invading the Gulf of Morbihan. Cahier de Biologie Marine. 47 : 205-214.
- Schaal G., Riera P., Leroux C**, 2009 Trophic significance of the kelp *Laminaria digitata* (Lamour.) for the associated food web: a between-sites comparison. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 85: 565-572.
- Schaal G., Riera P., Leroux C**, 2010, Trophic, Ecology in a Northern Brittany (Batz Island, France) kelp (*Laminaria digitata*) forest, as investigated through stable isotopes and chemical assays, Journal of Sea Research, 63: 24–35
- Shaffer, S.** 2003. Preferential use of nearshore kelp habitats by juvenile salmon and forage fish. Proceedings of the Georgia Basin/Puget Sound Research Conference.11pp.
- Schultze, K., Janke, K., Kruess, A. and Weidemann, W.** 1990., The macrofauna and macroflora associated with *Laminaria digitata* and *L. hyperborea* at the island of Helgoland (German Bight, North Sea). *Helgolander Meeresuntersuchungen*, 44:39-51.
- Soulet, Y.**, 1981 - Les algues marines des côtes de l'île de Noirmoutier. Bull. « Amis de Noirmoutier » n° 44 : 5-9.
- Soulet, Y.**, 1984 - Les ceintures de végétations des côtes rocheuses de l'île de Noirmoutier. Bull. « Amis de Noirmoutier » n° 55-56, 69-74.



- Stal J., Pihl L., Wennhage H., 2007**, Food utilisation by coastal fish assemblages in rocky and soft bottoms on the Swedish west coast: Inference for identification of essential fish habitats, Estuarine, Coastal and Shelf Science 71:593-607.
- Valero M. & C. Engel, 2009** – Dynamique des champs de *Laminaria digitata*, ressource algale en Bretagne : Impact biotique, abiotique et anthropiques. Programme Ecokelp site internet de la station marine de Roscoff, 10p.
- Waage-Nielsen E., Christie H., Rinde E., 2003** Short-term dispersal of kelp fauna to cleared (kelp- harvested) areas, Hydrobiologia 503:77-91.



Liste bibliographique pour la détermination des macroalgues

Livres :

Cabioch J., J-Y Floch,, A le Toquin, C.F. Boudouresque, A Meinesz, M Verlaque. 2006 : Guide des algues des mers d'Europe Manche Atlantique et Méditerranée. Ed . Delachaux et Niestlé, 272p.

Castric-Frey A., Girard-Descatoire A., M-Th. L'hardy-Halos & S. Derrien-Courtél, 2001 – La vie sous-marine en Bretagne. Découverte des fonds rocheux ED. ADMS, 177p.

Gruet Y., 1989 – Algues Loire Atlantique Vendée. ED. Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de l'Ouest de la France, 90p.

Lecocq F.M., 1990 – Petit guide pour l'identification des algues marines du littoral Breton et Vendéen. Ed. Laboratoire de biologie et cytophysiologie végétales de l'Université de Nantes, 80p.

Loiseaux de Goers S et MC Noailles _ 2008 – Algues de Roscoff. Ed de la station Biologique de Roscoff. 215 pages.

Simon M-F., 1994 – Algues marines communes à Roscoff. 6eme édition Station Biologique de Roscoff. 10 p.

Sites internet :

Algeabase : www.algeabase.org

Index Nominum Algarum : <http://ucjeps.berkeley.edu/cgi-bin>

Inventaire Station Marine de Roscoff : www.sb.roscoff.fr/Inventaire/InvAlgues

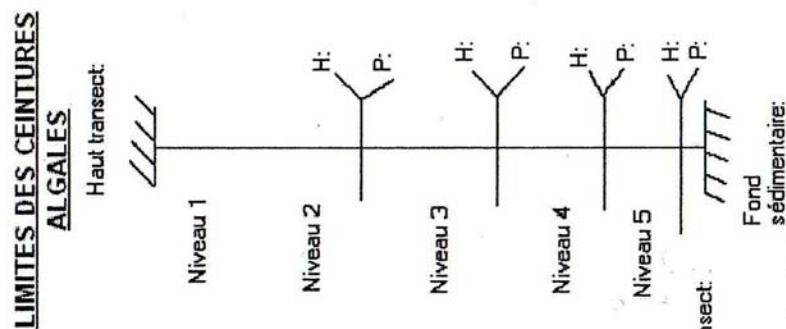
Marevita : www.marevita.org



ANNEXE

ANNEXE 1 : Fiche de relevé immergeable¹

MISSION :	
Plongeur :	
SITE :	
DATE :	



Q 1	Q 2	Q 3	Espèces	Q 4	Q 5	Q 6
			Heure début cadrat			
			Profondimètre cadrat			
			Niveau de densité			
			Cystoseira sp.			
			Halidrys siliquosa			
			Laminaria digitata			
			Laminaria hyperborea			
			Laminaria ochroleuca			
			Laminaria saccharina			
			Jeunes laminaires ind.			
			Sargassum muticum			
			Sacchoriza polyschides			
			Soliera chordalis			
			Padina pavonica			
			Enteromorpha sp.			
			Ulva sp.			
			Desmarestia ligulata			
			Ectocarpales			
			Hincksia sp			
			Undaria primatifida			
			Ceranum sp.			
			Cruoria sp %			



			Phymatolithon lenormandii %			
			Lithophyllum incrustans %			

Q1	Q2	Q3	Espèces	Q4	Q5	Q6
			Niveau de densité			
			Acrossorium venulosum			
			Apoglossum ruscifolium			
			Bonnemaïsonia asparagoides			
			Calliblepharis ciliata			
			Calliblepharis jubata			
			Callophyllis laciniata			
			Chondria dasyphylla			
			Corallina sp.			
			Cryptopleura ramosa			
			Delesseria sanguinea			
			Dictyoperis polypodioides			
			Dictyota dichotoma			
			Dilsea carnosa			
			Drachiella spectabilis			
			Erythroglossum laciniatum			
			Halopteris filicina			
			Hypoglossum hypoglossoides			
			Heterosiphonia japonica			
			Heterosiphonia plumosa			
			Kallymenia reniformis			
			Meredithia microphylla			
			Nitophyllum punctatum			
			Osmundea pinnatifida			
			Phyllophora crispa			
			Plocamium cartilagineum			
			Polyneura bonnemaïsonii			
			Pterothamnion plumula.			
			Rhodophyllis divaricata			
			Rhodymenia pseudopalmata			
			Spaerococcus coronopifolius			
			Chondrus crispus			
			Gymnogondrus crenulatus			