



HAL
open science

L'évaluation des besoins de conservation d'un patrimoine naturel littoral marin. L'exemple des estrans meubles de l'archipel de Chausey.

Laurent Godet

► **To cite this version:**

Laurent Godet. L'évaluation des besoins de conservation d'un patrimoine naturel littoral marin. L'exemple des estrans meubles de l'archipel de Chausey.. domain_other. Museum national d'histoire naturelle - MNHN PARIS, 2008. Français. NNT : . tel-00275244

HAL Id: tel-00275244

<https://theses.hal.science/tel-00275244>

Submitted on 22 Apr 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Muséum National d'Histoire Naturelle
Station Marine de Dinard

Année 2008

Numéro attribué par la bibliothèque

THESE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR DU MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

Discipline : Conservation et Environnement littoral

Présentée et soutenue publiquement par :

Laurent GODET

Le 14 mars 2008

**L'EVALUATION DES BESOINS DE CONSERVATION
D'UN PATRIMOINE NATUREL LITTORAL MARIN**

L'exemple des estrans meubles de l'archipel de Chausey

JURY

Jacques Clavier, Professeur, Université de Bretagne Occidentale – Rapporteur
Fernand Verger, Professeur Emérite, Ecole Normale Supérieure – Rapporteur

Christian Retière, Professeur, Muséum National d'Histoire Naturelle – Directeur de thèse

Marie-Françoise André, Professeur, Université de Clermont-Ferrand - Examineur

Jérôme Fournier, Chargé de Recherche 1^{ère} classe, CNRS - Examineur

Patrick Le Mao, Cadre de recherche C3, IFREMER - Examineur

Frédéric Olivier, Maître de Conférences, Muséum National d'Histoire Naturelle - Examineur

Marc Robin, Professeur, Université de Nantes - Examineur

SOMMAIRE

Remerciements

Introduction générale

Partie I - Définitions et originalités de la notion de patrimoine naturel appliquée à un espace littoral marin fragmenté

Chapitre 1. Qu'est-ce qu'un patrimoine naturel littoral marin ?

Chapitre 2. Les îles Chausey, un modèle d'étude idéal des problématiques de conservation du patrimoine naturel littoral

Chapitre 3. Des premières observations naturalistes à l'élaboration d'un outil de description et de suivi des habitats naturels littoraux marins

Partie II - Quels critères utiliser pour évaluer les besoins de conservation d'un patrimoine naturel littoral marin ?

Chapitre 1. L'utilisation de critères classiques d'évaluation du patrimoine naturel : la conservation d'une nature riche, rare ou vulnérable

Chapitre 2. Les besoins de conservation d'une nature ordinaire : l'exemple des banquettes à *Lanice conchilega*

Partie III - Vers une typologie des besoins de conservation des habitats littoraux marins

Chapitre 1. Enjeux, aléas et possibilités de conservation des habitats littoraux marins

Chapitre 2. Typologie des besoins de conservation

Chapitre 3. Propositions de conservation

Conclusion générale

Références bibliographiques

Annexes

Table des matières

REMERCIEMENTS

Mes tous premiers remerciements sont adressés au Professeur Christian Retière, sans qui cette thèse n'aurait jamais été. Je le remercie de m'avoir accordé son indéfectible soutien tout au long de ce travail. Sa rigueur, son honnêteté scientifique et sa connaissance du domaine marin m'ont été à la fois d'un grand secours et d'un enseignement sans précédent. Je le remercie également chaleureusement de m'avoir accordé toute sa confiance dès le début de cette thèse. Merci à lui d'avoir su me diriger tout en me laissant suffisamment de liberté pour que je puisse m'épanouir et apprécier pleinement mon travail.

Je remercie très sincèrement le Professeur Jacques Clavier d'avoir accepté la lourde tâche de rapporter de cette thèse, malgré son emploi du temps chargé.

La présence du Professeur Fernand Verger dans ce jury, en qualité de rapporteur, est pour moi un immense honneur. Je le remercie d'accepter de juger le présent travail.

J'adresse mes profonds remerciements aux Professeurs Marie-Françoise André et Marc Robin qui ont bien voulu examiner cette thèse et participer au jury.

Je remercie le Docteur Patrick Le Mao pour la pertinence des remarques qu'il a formulées à propos de ce travail et le suivi de son bon déroulement pendant ces trois années. Les discussions que j'ai pu avoir avec lui ont toujours été riches d'enseignement. Je le remercie également pour sa bonne humeur et les moments de convivialité que seuls deux ornithologues peuvent partager !

Je remercie ensuite tout particulièrement les Docteurs Jérôme Fournier et Frédéric Olivier que je mentionne ici par ordre alphabétique tant ils m'ont tous les deux apporté une aide capitale et complémentaire durant ce travail.

Jérôme Fournier a été en quelque sorte l'initiateur même de ce travail qui a « débroussaillé » le premier ce terrain d'étude qu'est l'archipel de Chausey. Je n'aurais sans doute pas eu la même aisance à débiter cette thèse sans tous les documents et toutes les données qu'il m'a fournis en toute confiance dès le début, avant même qu'il ne rejoigne véritablement notre équipe. Il a su prendre le temps de me former durant des journées entières à des méthodes et outils que je ne connaissais pas, pourtant presque indispensables à la bonne conduite de ce travail. Il a toujours été présent pour toutes mes interrogations relevant de domaines aussi variés que la géographie bien sûr, mais aussi l'épistémologie ou la conservation. Sa culture géographique et ses compétences naturalistes m'ont été non seulement d'une grande aide mais ont également contribué à mon amour du littoral.

Frédéric Olivier a été à la fois présent sur les deux fronts de « la tête et des jambes ». Il a toujours su prendre de son temps pour répondre à toutes mes interrogations. J'ai continuellement pu bénéficier de sa réflexion lors de l'élaboration des pistes de recherche que j'ai développées. Ses compétences scientifiques mais aussi son pragmatisme et sa connaissance des réalités de terrain m'ont souvent fait gagner un temps bien précieux. Merci également pour les heures passées à me former et à me faire apprécier la faunistique. Sans ses connaissances, les 19322 invertébrés récoltés à Chausey n'auraient sans doute pas toujours eu le nom qui leur revenait... Mais je le remercie également beaucoup pour son aide sans faille dans l'organisation et la participation à toutes les missions de terrain, qui ne se sont pas toujours déroulées par 25°C et force 2. Les semaines passées avec lui à échantillonner et à transporter du sédiment sur les estrans de Chausey, sous un temps souvent maussade, resteront de formidables souvenirs. Les pannes de moteur de bateau et de motopompe ou les soirées passées à tamiser les prélèvements de la journée à la lueur du réverbère de la cale de la Grande Ile sont également des moments qui ne sont pas toujours reposants mais pendant lesquels j'ai pu compter sur lui...

Je remercie Monique Le Vot, du laboratoire de géomorphologie de Dinard. C'est elle qui a non seulement réalisé toutes les analyses granulométriques de cette thèse mais a su également prendre le temps de m'expliquer une petite partie de son immense savoir. Ce travail s'inscrit ainsi dans la longue liste des thèses auxquelles elle a pleinement participé.

Merci à Nicolas Toupoint, d'abord étudiant en stage de master 2 à la station, devenu un partenaire de travail, puis un ami qui m'est cher. Une partie de ce travail lui revient pleinement. Je le remercie d'avoir fait preuve d'autant de motivation et de m'avoir apporté son soutien dans un cadre qui dépassait largement son travail de stage à proprement parler. Merci à ce « lève tard » de m'avoir accompagné par des petits matins d'hiver sur les grèves chausiauses pour compter les limicoles.

Merci à Marjolaine de Sinety, étudiante de l'université de Tours, qui a également participé à ce travail. Son aide, non seulement au laboratoire mais également sur le terrain, m'a été très précieuse. J'espère que son passage à la station lui a permis d'apprendre autant que j'ai pu le faire à ses côtés.

Je remercie les différents biologistes qui m'ont aidé à réactualiser les noms d'espèces d'invertébrés marins inventoriés à Chausey depuis 1828 : Philippe Boucher et Bernard Métivier pour les mollusques, Jean Loup d'Hondt pour les bryozoaires, Claude Lévi pour les spongiaires, Patrick Le Mao pour les crustacés et Françoise Monniot concernant les tuniciers.

Merci à Fabrice Gallien, Sébastien Provost et Gérard Debout du Groupe Ornithologique Normand pour m'avoir fourni des documents et informations d'un grand intérêt concernant l'avifaune de l'archipel.

Je remercie les personnes qui nous ont été d'un soutien logistique et technique lors de nos missions. En premier lieu, merci à Jean-François Toulorge, Jean-Marc Le Saint, Richard et Pascal qui m'ont bien souvent accueilli à bord du Gwenn-ar-Roz pour les traversées entre Granville et l'archipel. Merci beaucoup à Claude et Chantal ainsi que Philippe Thévenin pour leur aide logistique sur Chausey et l'accueil chaleureux qu'ils m'ont

toujours réservé. Merci également à M. Salardaine et son équipe ainsi que Franck Le Monnier pour les traversées à bord de leurs bateaux.

Thomas Abiven et Arnaud Guigny, gardes du littoral de Chausey, ont également contribué à la facilitation de ce travail de thèse et je leur en suis très reconnaissant. Les facilités de déplacement dans l'archipel, leur contribution à l'organisation de notre hébergement sur place, mais également leur hospitalité les soirs que j'aurais pu passer seul au centre de voile m'ont été d'un grand réconfort. Je dois également la photographie de couverture et quelques photos aériennes obliques de cette thèse à Thomas...

Merci à Paul H. Norwood depuis l'Alaska, l'Irak et le Chili, et Julien Norwood, depuis Paris, d'avoir accepté de relire et de corriger tous mes textes et présentations en anglais.

Je suis également reconnaissant envers mon ami Vincent Devictor qui a pris le temps de me former et de répondre à toutes mes questions en statistiques. Les grandes discussions passionnées que nous avons eues ensemble et les deux articles que nous avons publiés au cours de mon DEA m'ont également permis de développer des thématiques que j'espère originales dans cette thèse.

Merci aux différents membres de la Station qui m'ont accompagné et soutenu avec toute leur sympathie durant ce travail, tout particulièrement Eric Feunteun. Merci beaucoup à Jihane Trigui mais aussi Thibaut Nebout pour la relecture de certaines parties de cette thèse. Merci également au laboratoire de géomorphologie de Dinard (Hélène Gloria, Monique Le Vot et Chantal Bonnot-Courtois) pour les documents prêtés tout au long de mon travail.

Je remercie Patrick Danel et Michel Bellouis de l'Ifremer pour m'avoir permis d'exploiter les photographies aériennes anciennes de 1924 et 1953 de l'archipel de Chausey.

Merci à Philippe Antoine, Président de la SCI de Chausey, pour son accueil et sa convivialité.

Merci à Philippe Archambault, de l'Université de Québec à Rimouski, d'avoir pris le temps de réfléchir à des traitements statistiques qui m'ont fait évoluer dans mon travail et d'avoir relu et corrigé un de mes articles.

Enfin, je remercie toute la patience et la compréhension de mes proches auprès desquels je n'ai pas été aussi présent que souhaité pendant ces trois années. Je suis en premier lieu reconnaissant envers Emma mais aussi mes deux parents.

INTRODUCTION GÉNÉRALE



La biologie de la conservation, jeune discipline dite « *de crise* » (Soulé 1985), devant faire face à la « *sixième extinction* » (Leakey & Lewin 1996), s'est avant tout focalisée sur le domaine terrestre. Dans les deux ouvrages fondateurs de cette discipline (Soulé & Wilcox 1980, Soulé 1986) aucun chapitre ne traite du domaine marin dans le premier et un seul dans le second (Johannes & Hatcher 1986). Il faut en fait attendre les dernières années pour voir apparaître un des premiers ouvrages entièrement consacrés à la conservation de la biodiversité marine (Norse & Crowder 2005). Ce désintérêt des biologistes de la conservation pour le domaine marin a déjà été souligné par quelques auteurs (Kaufman 1988, Irish & Norse 1996, Kochin & Levin 2003, Norse & Crowder 2005). Pourtant, le domaine marin, et plus particulièrement l'espace littoral, est un lieu sur lequel se concentrent de plus en plus les pressions anthropiques. En 2003, 40% de la population mondiale vivait à moins de 60km du trait de côte (Unep 2003). Ce tropisme littoral exacerbe aujourd'hui les enjeux de conservation sur un espace par définition étroit. En Europe, il a fallu attendre une prise de conscience de la fragilité de la nature littorale pour qu'elle soit peu à peu considérée comme un patrimoine naturel qu'il était souhaitable de conserver. La montée d'un « *désir de rivage* » a en effet profondément modifié cet ancien « *espace du vide* » (Corbin 1990) à tel point que le littoral est maintenant victime de son succès et devient un nouvel objet d'étude des biologistes de la conservation.

Le littoral est un espace dont les limites sont complexes à définir car elles sont à la fois floues et mobiles dans le temps et l'espace. La vision sans doute la plus restrictive que l'on peut en donner, celle d'un « *trait de côte* », conduit à le considérer comme une simple ligne de contact entre la terre et la mer. Nous préférons parler « *d'espace littoral* » et voir cette entité comme une « *zone tampon* », c'est à dire un espace de transition plus ou moins progressive entre les domaines terrestre et marin. A large échelle spatiale, on peut donc considérer l'espace littoral comme un vaste écotone. Outre ces problèmes de limites principalement d'ordre sémantique, cet espace de transition a vu également ses « *frontières* » fluctuer physiquement à l'échelle planétaire dans le temps et l'espace. Ne serait-ce qu'au cours des 2000 dernières années, les variations du niveau marin ont engendré des successions de transgressions et régressions parfois de grande ampleur en certains points de la planète (Pirazzoli 1976).

L'humanisation des milieux, au sens qu'en donnent Pinchemel & Pinchemel (1997), consiste en une artificialisation de ceux-ci par un processus de « *domination* » de l'Homme sur la nature, en utilisant ses potentialités, en s'adaptant à ses impératifs ou en maîtrisant ses contraintes. L'humanisation des littoraux par les sociétés humaines occidentales a conduit celles-ci à rendre fixe ce qui était naturellement mobile. Il s'agit non seulement de constructions mentales de limites, comme celles que nécessite l'aménagement du territoire définissant ce qui est littoral ou non (bande des 100 mètres de la « *Loi Littoral* », limites du Domaine Public Maritime etc. pour ne prendre que des

exemples français) mais aussi d'aménagements physiques qui ont cherché à transformer ou figer un espace naturellement mouvant. En Europe, on ne compte plus les milliers d'hectares de polders, les kilomètres de linéaires côtiers occupés par des bâtiments industriels ou d'habitation et la multitude d'ouvrages de génie civil s'égrenant le long des littoraux.

Mais l'espace littoral n'est homogène ni du point de vue de ses caractéristiques physiques ni du point de vue de son humanisation. Il existe une évidente dichotomie entre un littoral terrestre et marin. La partie terrestre du littoral, jamais recouverte par la mer, est celle que l'homme occupe, qu'il habite et qu'il aménage à sa guise. Les paysages littoraux terrestres de la plupart des rivages européens sont le produit de profondes modifications anthropiques, voire de créations *ex nihilo* de paysages complètement neufs dans le cas spectaculaire des poldérisations. En revanche, le domaine littoral marin, constitué de l'espace intertidal et subtidal peu profond, connaît une humanisation bien différente. Les sociétés humaines ne l'habitent pas, bien qu'elles l'exploitent depuis fort longtemps (le sel, les coquillages et le poisson sont des ressources marines exploitées au moins depuis le néolithique). Les paysages, bien que modifiés par l'Homme, y ont un aspect plus naturel car moins dominés par l'homme (bien que ceci soit de moins en moins vrai : certains fonds de la Mer du Nord sont par exemple aujourd'hui profondément modifiés). L'espace littoral marin « échappe » donc en quelque sorte à l'Homme et les échelles spatiales marines dépassent bien souvent ce que l'Homme est à même d'appréhender au sein des paysages terrestres qu'il a su aménager et « dominer » à son échelle d'action. Les sociétés humaines occidentales ont longtemps considéré le domaine littoral marin comme un réservoir de ressources naturelles mais aussi comme l'espace dans lequel se diluent et se dispersent les pollutions (Jones 2002). A l'inverse, le domaine terrestre a toujours été plus tangible, les différents usages que les sociétés en font ainsi que les espaces qu'il est souhaitable de conserver étant bien individualisables dans l'espace (Cole-King 1995).

Toutefois, la vulnérabilité moindre de la nature marine, moins soumise en apparence à l'humanisation littorale, n'est qu'un leurre. La nature littorale marine est aujourd'hui soumise à des menaces tout aussi considérables que celle terrestre (voir Gray 1997). Ce n'est sans doute que la prise de conscience de l'intérêt de conserver la nature littorale marine qui est très récente, pour la raison évidente d'un retard du niveau de connaissance la concernant en comparaison au domaine terrestre. Il convient de rappeler que le temps qui nous sépare de l'ère des grandes descriptions des fonds marins littoraux européens n'est pas lointain. A titre d'exemple, les peuplements benthiques et leur répartition dans le Golfe Normand-Breton ont été décrits pour la première fois il y a moins de 30 ans (Retière 1979).

Les toutes premières mesures de « conservation » en domaine marin naissent à la fin du XIX^{ème} siècle, avec la découverte du caractère non inépuisable des stocks de poissons pêchés, qui a

conduit à des limitations et gestions des pêches dans certains secteurs (Cushing 1988). La prise de conscience de l'intérêt de conserver des éléments naturels marins autres que les seules ressources commercialisables est beaucoup plus récente et découle en partie de l'observation des conséquences de grandes catastrophes telles les marées noires. L'échouage du Torrey Canyon en 1967, qui provoqua le déversement de 117000 tonnes d'hydrocarbures sur les côtes européennes, a ainsi été le point de départ de coopérations internationales pour lutter contre la pollution et conserver le milieu marin (signature de l'accord de Bonn en 1969). Les successions de catastrophes écologiques ont peu à peu favorisé la mise en place des réseaux internationaux de suivi et surveillance des systèmes marins littoraux. La cartographie des habitats marins littoraux fait ainsi actuellement l'objet de programmes en pleine construction. Citons en Europe le programme MESH Mapping European Seabed Habitats (<http://www.searchmesh.net>), né en 2004, ou, pour la France, le programme REBENT (« Réseau benthique » - <http://www.ifremer.fr/rebent/>), qui vise principalement au recueil et à la mise en place des données relatives aux habitats côtiers, surtout sous forme de cartes.

Jusqu'à très récemment, les espaces littoraux marins ne bénéficiaient que de transpositions d'outils juridiques conçus pour le milieu terrestre et la création d'espaces protégés accusait un retard très marqué en domaine marin : il y a une dizaine d'années Kelleher & al. (1995) évaluaient à 1306 le nombre d'espaces marins protégés contre environ 37000 en domaine terrestre. Les « *aires marines protégées* » regroupent en fait toutes les formes de protection dont le périmètre intègre entièrement ou en partie le domaine intertidal ou subtidal et sont définies par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) comme « *tout espace intertidal ou infratidal, ainsi que ses eaux sus-jacentes et sa flore, sa faune et ses caractéristiques historiques et culturelles, que la loi ou d'autres moyens efficaces ont mis en réserve pour protéger tout ou partie du milieu ainsi délimité* » (Kelleher & Kenchington 1992). En France, jusqu'en 2006, le réseau d'aires marines protégées métropolitaines regroupait :

- un Parc National : Port Cros
- 8 Réserves Naturelles : Bouches de Bonifacio, Scandola, Riou, Cerbère-Banyuls, Banc d'Arguin, Baie de l'Aiguillon, Sept Iles, Saint-Brieuc
- le Parc Naturel Régional de Camargue
- 2 sites Natura 2000 : Chausey et Bréhat
- 3 espaces bénéficiant de diverses mesures de protection : Calanques de Marseille (groupement d'intérêt public, classement au titre de la protection des paysages), Parc de la Côte Bleue (groupement intercommunal qui a pour vocation de devenir un PNR), Cap d'Agde (ZNIEFF marine, sites inscrits, proposition de Site d'Intérêt Communautaire qui a pour vocation de devenir un Site Natura 2000)

Mais les espaces littoraux marins peuvent-ils et doivent-ils se contenter de transpositions de mesures et de critères de conservation qui ont d'abord été élaborés pour le domaine terrestre ? N'y a-t-il pas d'autres critères à prendre en compte en vue de conserver le patrimoine naturel littoral marin ? Le travail présenté ici s'interroge sur la manière dont doivent être identifiés ces besoins de conservation sur les littoraux marins des milieux tempérés. Cette question cruciale pour le développement d'une politique adaptée de conservation des littoraux marins est au cœur des préoccupations politiques européennes actuelles.

En France, la très récente loi N°2006-436 du 14 avril 2006 relative aux parcs nationaux, aux parcs naturels marins et aux parcs naturels régionaux, marque un tournant hautement symbolique avec la création d'un outil spécifiquement destiné au domaine marin : le parc naturel marin. Conformément à l'article L 334-3 du Code de l'Environnement, cette protection vise à « *contribuer à la connaissance du patrimoine marin, ainsi qu'à la protection et au développement durable du milieu marin* ». Il n'existe aujourd'hui qu'un seul parc naturel marin en France : celui de la Mer d'Iroise. L'Agence Nationale des Aires Marines Protégées, créée en 2006, a pour fonction l'appui des politiques publiques de gestion, la création d'aires marines protégées dont elle doit animer le réseau et elle doit également servir d'agence de moyens pour les parcs naturels marins. D'ici 2012, 10 parcs naturels marins devraient être créés en France.

La création d'un outil spécifiquement destiné au domaine marin offre peut être l'opportunité de surmonter les problèmes inhérents aux aires marines protégées, parfois jugées comme des mesures trop vagues et trop générales (Ballantine 1999, Jones 1994) ou inefficaces (McClanahan 1999). Le retard pris par la biologie de la conservation en domaine marin peut devenir un avantage : l'expérience de l'inefficacité de certaines mesures conservatoires (« paper parks » par exemple) peut bénéficier à la création de nouveaux réseaux d'aires marines protégées s'appuyant sur des critères et des objectifs conservatoires pertinents. Autour de la question centrale de l'identification de besoins de conservation d'un espace aussi original que le domaine littoral marin, problématique de la présente étude, gravitent plusieurs questions. A quelles échelles du vivant (biocénose, population, espèce, gène etc.) et de sa distribution (région biogéographique, mer, golfe, baie etc.) doit-on raisonner pour conserver efficacement la nature littorale marine ? Les outils et méthodes actuels de description, de cartographie et de suivis sont-ils toujours appropriés à une logique de conservation ? Si la biologie de la conservation a souvent mis en avant l'urgence de conservation des éléments riches, rares et vulnérables, les éléments naturels littoraux « *ordinaires* » n'ont-ils pas également besoin d'être conservés ? Comment hiérarchiser les différents besoins de conservation d'un patrimoine naturel littoral ? Enfin, s'il existe aujourd'hui un large éventail de paradigmes de la conservation s'étalant des mesures les plus écocentristes jusqu'à celles résolument anthropocentristes, quelle serait la voie la plus appropriée pour une conservation durable du littoral ?

Nous avons choisi comme modèle d'étude les Iles Chausey, archipel de la Manche, situé au fond du Golfe Normand-Breton. La sélection de ce site nous est apparue pertinente pour l'évaluation des besoins de conservation à plusieurs titres. Tout d'abord, une grande partie des problématiques contemporaines de conservation y sont réunies puisqu'il s'agit à la fois d'une mosaïque riche et complexe d'habitats naturels mais aussi d'un carrefour d'activités humaines. Ensuite, cet espace insulaire est une aire marine protégée (site Natura 2000), elle-même intégrée au projet de parc naturel marin du Golfe Normand-Breton. Dans le cadre de notre travail nous avons choisi de nous focaliser sur le domaine intertidal de substrat meuble de l'archipel. Comme nous le verrons, il s'agit non seulement d'un espace vaste et morphologiquement complexe mais aussi celui sur lequel se concentre la quasi totalité des activités.

Notre travail est articulé en trois grands ensembles.

1. Définitions et originalités de la notion de patrimoine naturel appliquée à un espace littoral insulaire fragmenté

Le but de ce premier volet est à la fois de fournir un cadre épistémologique général à notre travail et de parvenir à la description la plus fine possible du patrimoine naturel littoral marin du site, en vue d'en dégager les besoins conservatoires.

Tout d'abord, si la majorité des biologistes de la conservation préfèrent employer les termes de « *biodiversité* » ou de « *nature* », nous justifions notre approche par la « *clé d'entrée patrimoine naturel* » et soulignons les originalités de cette notion lorsqu'elle est appliquée au littoral.

Nous mettons ensuite en lumière les caractéristiques physiques et humaines du site, espace d'exception à plus d'un titre mais aussi, paradoxalement, modèle pertinent car transposable à une grande partie des littoraux européens de la Manche et de l'Océan Atlantique.

Enfin, les originalités de cet espace insulaire très fragmenté nous ont conduit à développer une nouvelle méthode de cartographie et de suivi des habitats littoraux. L'application de cette méthode, dite « *naturaliste* », a permis l'élaboration d'une cartographie et d'une description fine des habitats, dans une optique d'évaluation de leurs besoins conservatoires.

2. Quels critères utiliser pour évaluer les besoins de conservation d'un patrimoine naturel littoral marin ?

L'objectif de cette deuxième partie est de comparer les critères juridiques et scientifiques classiquement utilisés pour sélectionner les éléments naturels méritant d'être conservés avec leurs réels besoins écologiques et socio-économiques de conservation.

Nous proposons tout d'abord un classement de l'ensemble des habitats intertidaux de substrat meuble de l'archipel selon les critères généralement utilisés dans le domaine de la conservation.

Ensuite, à travers l'exemple d'un habitat particulier (celui des banquettes à *Lanice conchilega*), nous mettons en lumière la multiplicité des besoins de conservation d'un élément naturel « ordinaire » qui ne bénéficie actuellement d'aucune mesure conservatoire en Europe.

Les critères ainsi mis en avant à travers cet exemple fournissent la trame d'étude des problématiques de conservation de l'ensemble des autres habitats.

3. Vers une typologie des besoins de conservation des éléments du patrimoine naturel littoral marin

Dans ce dernier volet, nous proposons une typologie des besoins conservatoires des habitats de Chausey aboutissant à des propositions de conservation pour l'archipel.

Les besoins de conservation de chacun des habitats de Chausey sont déterminés par une approche pluridisciplinaire liant l'écologie, la géographie, mais aussi l'histoire.

Nous proposons ensuite une typologie de ces besoins, en partie transposable à l'ensemble des habitats littoraux des milieux tempérés.

Enfin la réflexion de cette dernière partie s'achève sur des propositions de conservation pour l'archipel prenant en compte les mesures conservatoires déjà existantes.

PARTIE I - DÉFINITIONS ET ORIGINALITÉS DE LA NOTION DE PATRIMOINE NATUREL APPLIQUÉE À UN ESPACE LITTORAL MARIN FRAGMENTÉ



CHAPITRE 1. QU'EST-CE QU'UN PATRIMOINE NATUREL LITTORAL MARIN ?

Pourquoi avoir choisi la notion de « *patrimoine naturel* » pour étudier des problématiques de conservation de la nature ? D'aucun aurait parlé de « *biodiversité* », d' « *espèces* », de « *faune et flore* » ou tout simplement de « *nature* ». Nous justifions ici l'emploi de cette notion et les particularités qu'elle peut recouvrir, plus précisément lorsqu'elle est appliquée à l'espace littoral.

1. La nature considérée comme un patrimoine

1.1. De la notion de patrimoine à celle de patrimoine naturel

Etymologiquement, le terme de « patrimoine », du latin « *patrimonium* », est issu du droit romain et fait référence à une liste de biens hérités du père. Il a été repris largement dans la loi, notamment dans le code civil de 1804. Cette notion s'est ensuite généralisée à de très nombreux champs disciplinaires, principalement dans les années 1970, de sorte que certains auteurs ont parlé de « *boom patrimonialisateur* » (Desvallées 1998, Gravari-Barbas & Guichard-Anguis 1999), du phénomène d'« *explosion de patrimoines* » (Micoud 1995) ou, plus sobrement, de « *notion à plusieurs ramifications* » (Godard 1989). De fait, les syntagmes accolés au mot « *patrimoine* » sont aujourd'hui très nombreux : patrimoine culturel, patrimoine génétique, patrimoine rural, patrimoine naturel etc. Aujourd'hui, la notion de patrimoine est aussi bien appliquée aux biens possédés par un individu, qu'aux biens dont une communauté d'individus a la responsabilité. Toutefois, le terme fait toujours référence à la notion de transmission d'un objet hérité du passé et qui doit être transmis. La traduction de « *patrimoine* » en anglais sous le terme de « *heritage* » souligne d'ailleurs bien cette notion de transmission.

Parler de « *patrimoine naturel* » plutôt que de « *nature* », de « *faune et flore* » ou de « *biodiversité* » implique un lien entre l'Homme et la Nature. Cette dernière est considérée comme un patrimoine des sociétés humaines, qui l'ont reçue en héritage, en jouissent et doivent la transmettre. L'expression de « *patrimoine naturel* » est donc un coup de force sémantique qui parvient à associer deux notions antagonistes : la Nature (c'est à dire le sauvage) et son contraire (l'Homme).

Il convient toutefois de ne pas assimiler le patrimoine naturel à notre univers domestique. Contrairement à des biens matériels, si les éléments naturels ont une valeur, ils n'ont pas de prix et ne peuvent pas être uniquement achetés et vendus comme de simples biens de consommation. Les économistes distinguent d'ailleurs plusieurs valeurs propres aux éléments naturels :

- La valeur d'usage : lorsqu'un élément naturel constitue une ressource et est consommé. On distingue au sein de la valeur d'usage : la valeur de consommation directe (utilisation de la

ressource sans transformation comme pour les produits de la chasse ou de la pêche) ; la valeur de production (transformation du produit) ; la valeur récréative.

- La valeur d'option : lorsqu'un élément naturel sera consommé dans le futur
- La valeur d'existence : lorsqu'un élément naturel procure une satisfaction ou un bien être quelconque
- La valeur écologique : lorsqu'un élément naturel est nécessaire au bon fonctionnement d'un écosystème

Puisque les éléments naturels n'ont pas de prix, mais plutôt une valeur, et qu'ils doivent être transmis de générations en générations, les sociétés humaines ne **possèdent pas** un patrimoine naturel, mais elles en ont **la responsabilité**. Pour que la nature soit transmise -au moins- en l'état de générations en générations, et donc pour qu'elle puisse rester un patrimoine, il faut que ses valeurs restent intactes, d'où **une idée de conservation de la nature inhérente au concept même de patrimoine naturel**.

Le risque principal de l'utilisation de la notion de patrimoine naturel est sans doute la vision très anthropocentrée qu'elle implique de la nature qui peut alors être réduite à une **collection d'objets** auxquels nous attribuons plus ou moins de valeur.

1.2. Le patrimoine naturel : une liste hiérarchisée d'éléments naturels

Les multiples définitions de la notion de « patrimoine naturel » renvoient en général à **une liste d'éléments naturels** de toutes sortes (écosystèmes, habitats, espèces etc.) qui le constituent. Ainsi, pour le Service du Patrimoine Naturel (S.P.N.) du Muséum National d'Histoire Naturelle, le patrimoine naturel est « *l'ensemble des biens qu'il convient de gérer et de transmettre aux générations suivantes* » (In : Delavigne 2001). Pour certains auteurs, parler de patrimoine naturel tend donc plus à parler d'une « *collection d'objets* » que d'un ensemble cohérent (Eizner 1996). En effet, toute évaluation d'un quelconque patrimoine naturel passe d'abord par un inventaire de ces différents éléments (en général les espèces). De même que Prosper Mérimée était en charge d'un inventaire du patrimoine bâti français, une évaluation du patrimoine naturel nécessite d'abord un inventaire des éléments naturels qui le constituent. « Patrimoine naturel » est donc une expression quelque peu « fourre-tout » qui remplace par exemple « faune et flore » dans les inventaires. Pourtant, on n'accorde pas à tous les éléments naturels le qualificatif de patrimonial.

En théorie, si tous les éléments naturels font partie du patrimoine naturel, ceci est incompatible avec le pragmatisme nécessaire dans le domaine de la conservation de la nature. La biologie de la conservation, ou écologie de la conservation, est résolument une discipline de crise (« *crisis discipline* » selon Soulé 1985, « *discipline de crise* » selon Barbault 1997) qui nécessite une sélection de ce qui doit être conservé en priorité. Proposer des mesures de conservation implique non seulement de connaître au mieux le patrimoine naturel dont il est question, mais aussi de parvenir à hiérarchiser

des priorités de conservation. Il y a donc des éléments naturels « plus patrimoniaux que d'autres », autrement dit auxquels on accorde plus de valeur conservatoire qu'à d'autres.

Dans les faits, le qualificatif de « *patrimonial* » est le plus souvent associé à une **espèce**. On parle d'« *espèce patrimoniale* » comme d'une espèce qui a un « *statut particulier* » et qu'il convient de conserver en priorité. Ce terme regroupe en général toutes les espèces rares ou vulnérables, dont des listes ont été formalisées dans des textes juridiques de protection. Pour Delavigne (2001) les espèces patrimoniales sont en lien avec des listes de référence qui relèvent essentiellement des listes d'espèces protégées, des listes d'espèces citées en annexe de textes réglementaires européens, des listes d'espèces inscrites aux Livres Rouges, des listes d'espèces dites « déterminantes » (qui servent à la constitution des ZNIEFF de 2^{ème} génération). **Un élément patrimonial est donc un élément qui a un statut particulier qui justifie sa conservation.**

La patrimonialisation des espèces n'est pas un phénomène nouveau. Dans la culture du monde occidental, la plupart des espèces ont une place dans une hiérarchie généralement admise de manière plus ou moins inconsciente par l'ensemble des individus. Dans chaque culture existent des espèces patrimoniales (même si elles ne sont pas dénommées comme telles) et des espèces sans statut particulier, de sorte que toute espèce prend une place au sein d'une hiérarchisation : espèces plus ou moins nobles, espèces nuisibles *versus* espèces protégées, espèces maléfiques *versus* espèces sacrées etc.

L'étude du bestiaire médiéval du monde occidental est extrêmement révélatrice de la hiérarchie établie entre espèces animales. Au sein de l'Europe païenne du début du 1^{er} millénaire de notre ère, les cultes sont essentiellement voués à des éléments naturels (sources, montagnes etc.) et bien sûr à des animaux. Les rites païens sont calqués sur des événements naturels (équinoxes, solstices etc.) et le rythme d'activité de plusieurs espèces animales bien particulières. L'Église chrétienne, par un travail de sappe de longue haleine, a remplacé chacun de ces rites du calendrier païen par des rites chrétiens correspondant à des épisodes bibliques : toutes les fêtes vouées à un animal ont été remplacées par des fêtes vouées à un Saint. A ce sujet, White (*In* : Deléage 1991) signale très justement : « *La victoire du christianisme occidental sur le paganisme –la plus grande révolution psychique de notre culture– consacre la séparation et la supériorité de l'homme vis-à-vis de la nature. Supériorité qui se confond avec une hostilité déclarée à l'égard de la végétation et le plus grand mépris envers les animaux.* ». Les animaux sacrés et vénérés ont été déçus par l'Église qui en a imposé d'autres par la force. Michel Pastoureau, un des rares historiens s'intéressant à l'histoire des animaux dans nos cultures, a ainsi démontré que l'ours brun *Ursus arctos* était l'animal patrimonial par excellence dans toute l'Europe (Pastoureau 2007). Les plus anciens témoignages du culte voué à cette espèce datent certainement du néolithique avec des sépultures mixtes entre hommes et ours. L'ours mâle, sexuellement attiré par les femmes était reconnu pour en emporter certaines. Les guerriers invincibles naissant de ces unions mixtes étaient les fondateurs de dynasties royales (les rois du Danemark et de Norvège du XIII^{ème} siècle ont ainsi fait établir des généalogies montrant qu'ils sont

issus de « *filis d'ours* », Pastoureau 2007). Tout au long de l'année et partout en Europe, les fêtes vouées à l'ours se succédaient, parmi lesquelles celle de l'automne célébrant son entrée en hibernation était sans doute la plus importante (l'Eglise a remplacé cette fête païenne par la fête de la Toussaint). De nombreuses traces de cette vénération restent dans notre patrimoine culturel, parmi lesquelles les toponymes sont riches d'enseignements. La ville dans laquelle est rédigé le présent manuscrit, Dinard (« *Dinarzh* » en breton), a d'ailleurs pour étymologie « *Dinarthu* » signifiant « *fort de l'ours* », et le drapeau de la ville arbore un ours depuis 1997. L'ours, cet animal totémique, par lequel se perpétuaient donc de nombreux rites païens, a été détrôné par l'Eglise qui l'a remplacé peu à peu par le lion. Cet animal exotique a été imposé comme « *roi des animaux* », **animal patrimonial s'il en est**, par un long travail des hommes d'Eglise. Il s'agit bien là d'une patrimonialisation absolument paradoxale et d'un coup de force improbable qui fait entrer dans le patrimoine culturel des peuples européens un animal qui leur est totalement étranger ! Le lion est donc un superbe exemple de l'importance de la culture dans la patrimonialisation des espèces. Peu importe qu'une espèce soit connue par la société, qu'elle soit « utile » ou qu'elle puisse être observée par tout un chacun : **l'espèce patrimoniale est avant tout une construction sociale**, qui peut même être imposée de force par un pouvoir.

Une image très forte et très intéressante pour se représenter ce qui pouvait être considéré comme le « *patrimoine naturel* » au Moyen-Âge nous est également fournie par l'Eglise chrétienne à travers l'iconographie liée à l'arche de Noé. Les animaux qui gagnent l'arche sont ceux qui doivent être sauvés du Déluge : il s'agit probablement, dans le monde occidental, de la **première allégorie de la conservation du**



Figure 1. L'entrée dans l'arche de Noé.
Enluminure de Jacquemard de Hesdin (XVème siècle).
Une première allégorie de la conservation d'un « *patrimoine naturel* » ?

patrimoine naturel. Noé, symbolisant l'Homme, est chargé de sauver tous les animaux. Il s'agit bien ici de sauver une **collection d'éléments naturels**. Mais si l'on observe quelques enluminures médiévales de l'arche de Noé, on note que seulement quelques espèces sont concernées : principalement des mammifères et quelques oiseaux (Figure 1). Les animaux domestiques tiennent une place importante, ainsi que plusieurs grands animaux exotiques tels que l'éléphant, le dromadaire ou le lion. D'ailleurs, sur l'enluminure de Jacquemard de Hesdin (Figure 1), le lion est placé au centre et est un des seuls dont la face est manifestement tournée vers celui qui observe l'œuvre. Les

invertébrés sont complètement absents de cette iconographie et ne sont donc pas considérés comme des espèces qui doivent être sauvées en priorité par l'Homme.

Cette hiérarchie parmi les espèces est encore inconsciemment très présente dans tous les esprits, y compris dans des esprits se voulant rationnels et objectifs et les listes actuelles d'espèces patrimoniales de toutes sortes sont fondamentalement influencées par notre culture. Le système de classification linnéenne, né au XVIII^{ème} siècle, fait encore référence aujourd'hui. Comme le font remarquer à juste titre Lecointre & Le Guyader (2006), cette classification est fortement basée sur des principes religieux (pour Linné, la classification est une « *science divine* »), tous les êtres vivants connus y sont classés en fonction des attributs qu'ils ont en commun ou non avec l'homme. Les invertébrés sont des animaux sans vertèbres (contrairement à l'homme), les agnathes n'ont pas de mâchoires (contrairement à l'homme) etc. Ceci a été traduit par la métaphore de « *l'échelle des êtres* » développée par G.W. Leibniz (1646-1716) et C. Bonnet (1720-1793) qui hiérarchisent les espèces ainsi : au sommet se trouve l'homme, et les étages inférieurs sont occupés par des espèces de plus en plus éloignées de l'homme à mesure que l'on descend (Figure 2).

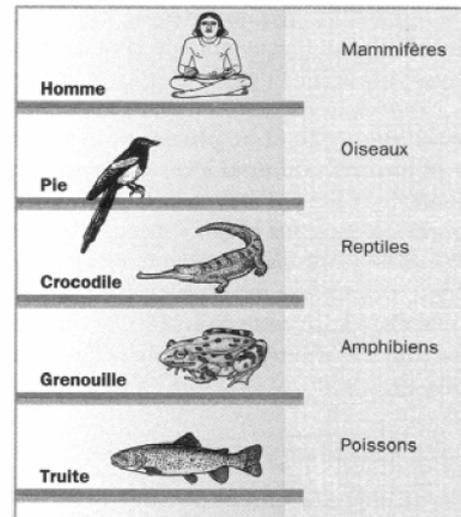


Figure 2. L'échelle des êtres. Image issue des théories de Leibniz et de Bonnet, XVIII^{ème} siècle (In : Lecointre et Le Guyader 2006)

Aujourd'hui, une bonne partie de la conservation de la nature passe par des gestions centrées sur une ou quelques espèces qui constituent en quelque sorte le fer de lance de politiques de conservation (gestion désignée par l'expression « *single species management* » par les anglo-saxons (Simberloff 1998)). Ces espèces sont véritablement de « super espèces patrimoniales » qui occultent bien souvent la présence d'une foule d'autres éléments naturels.

Dans un contexte d'érosion rapide de la biodiversité et un besoin urgent de mesures conservatoires les « *single-species management* » semblent un atout pour une action rapide (Simberloff 1998, Roberge & Angelstam 2004) évitant l'écueil d'un immobilisme dû à trop d'analyse (Carroll & Meffe 1994) et ayant l'avantage d'être précis en évitant des mesures trop générales du type « maintenir ou préserver la biodiversité d'un site » (Simberloff 1998). Tout le problème réside alors dans le choix de l'espèce qui doit être conservée et dans la validité de ce choix : doit-on conserver une espèce qui a un rôle clé dans l'écosystème, une espèce susceptible de drainer des fonds et qui puisse être très facilement médiatisée, une espèce dont la conservation implique celle de nombreuses autres etc. ?

Le premier grand type d'espèce protégée est, sans surprise, l'espèce **rare** et/ou **vulnérable**. L'essentiel la biologie de la conservation s'intéresse à ces espèces dont la protection est la plus urgente. Selon certains auteurs, la conservation d'une **espèce clé**, notion introduite à la fin des années 1960, est

censée permettre la conservation de l'ensemble d'un espace. L'**espèce parapluie**, est considérée par d'autres auteurs comme une notion fondamentale en conservation : il s'agit d'espèces dont le territoire est tellement vaste que conserver l'espèce implique nécessairement la conservation de toutes les espèces qui occupent ledit territoire. Enfin, l'**espèce amirale**, est une espèce qui éveille l'intérêt et la sympathie du public, donc éventuellement de bailleurs de fonds et qui facilite par voie de conséquence la conservation de nombreuses autres espèces.

Toutefois la sélection de ces super espèces patrimoniales a fait et fait toujours l'objet de nombreuses critiques. Le concept d'espèce clé ou parapluie a été remis en question du fait du caractère ambigu de leurs définitions (Strong 1992, Mills & al. 1993). Concernant les espèces amirales, on peut s'interroger sur l'honnêteté qu'il y a à demander un soutien financier ou médiatique pour des espèces qui peuvent ne pas présenter en elles-mêmes un enjeu de conservation particulier. Par ailleurs, que se passe-t-il si l'espèce amirale qui a drainé tous les fonds et la sympathie disparaît ? L'émotion et l'investissement du public seront-ils encore aussi forts par la suite ? Pire encore, comment réussir à conserver un espace où il n'y a pas d'espèces amirales ni d'espèces menacées ? Par ces concepts assez flous, les espèces sont bien souvent qualifiées de patrimoniales au gré de phénomènes de mode et sur le coup de l'émotion du grand public.

1.3. L'intégration des habitats dans le patrimoine naturel

Le patrimoine naturel a donc d'abord été considéré comme une liste hiérarchisée d'éléments naturels -principalement des espèces- selon différents critères. La conservation d'espaces passant par la conservation d'une espèce patrimoniale étant sans doute le summum de ce qui peut être réalisé dans les processus de patrimonialisation.

Mais depuis quelques décennies, le mot « patrimonial » ne vient plus seulement qualifier des espèces mais aussi des habitats, compris ici comme le complexe biocénose + biotope. De même qu'il existe des listes d'espèces patrimoniales, depuis 1992, la Directive CEE 92/43 dite « Directive habitats » répertorie par exemple les habitats nécessitant une conservation particulière. On passe alors d'une vision du patrimoine naturel comme une collection d'objets auxquels on attribue plus ou moins de valeur à une vision *spatiale* de la nature. L'Homme se considère alors comme étant à l'intérieur du système, et non plus comme une « super espèce », répertoriant et hiérarchisant des espèces par rapport à lui-même.

Il est bien évidemment illusoire de chercher à savoir précisément à partir de quand l'Homme a commencé à appréhender le patrimoine naturel à l'échelle des habitats et non plus seulement à celle des espèces tant ce processus est issu d'une construction culturelle progressive. On peut toutefois remarquer que, comme les espèces, les habitats ont également fait l'objet de hiérarchisations d'ordre culturel. L'homme a très tôt identifié des « habitats », plutôt dans le sens d'espaces relativement homogènes du point de vue de leurs caractéristiques environnementales, comme les forêts, les landes,

les marais etc. qui correspondent à ce que l'on appellerait aujourd'hui des « habitats génériques » dans des textes européens telle que la Directive Habitats. Des représentations mentales de toutes sortes sont associées à chacun de ces « habitats » : les marais ont pendant très longtemps inspiré la peur et l'effroi, de même que les grandes forêts, alors que les pelouses alpines et autres habitats de haute montagne ont eu longtemps une image beaucoup plus sereine et apaisante dans l'imaginaire collectif. Cependant, les habitats n'ont pas fait l'objet de classifications hiérarchisées aussi précoces que les espèces, l'Homme ne pouvant pas se situer par rapport à des habitats puisqu'il en faisait en quelque sorte entièrement partie.

En revanche, le fait de considérer les habitats comme un patrimoine, et donc comme quelque chose qui doit être conservé est très récent. La fragmentation des habitats, induite par les activités humaines, est aujourd'hui reconnue comme étant une des causes principales de disparition des espèces. Conserver les habitats est donc une nécessité pour conserver des espèces. Comme pour ces dernières, toute une hiérarchie, selon d'autres critères cette fois, s'est mise en place pour hiérarchiser les habitats selon des degrés de patrimonialité. Les habitats les plus riches, les plus diversifiés et dans lesquels les abondances d'espèces sont les plus importantes, ainsi que les habitats rares ou accueillant des espèces rares sont ceux qui font en général l'objet des mesures de conservation les plus abouties.

2. Les originalités du patrimoine naturel littoral marin

Le littoral, considéré au sens large comme une interface entre la terre et l'océan, tient une place tout à fait particulière dans le patrimoine naturel de nos sociétés. Il s'agit en effet d'un espace fluctuant, très dynamique, avec lequel les sociétés humaines ont entretenu des liens étroits depuis fort longtemps. Tour à tour attractif, repoussant, suscitant l'émoi, l'effroi ou l'admiration contemplative, le littoral n'est considéré comme un patrimoine naturel que depuis peu de temps dans nos sociétés occidentales.

2.1. Un espace peuplé de longue date, mais en marge d'un effroyable océan

Les littoraux sont des espaces qui ont été peuplés très tôt. L'exploitation des nombreuses ressources naturelles marines telles que le sel (dès le néolithique), le poisson, ou encore les coquillages (notamment attesté par les vestiges de buttes coquillières le long de la côte) l'explique en partie. Par ailleurs, c'est notamment sur le littoral qu'ont pu se développer de grandes cités antiques et médiévales dont l'économie a reposé sur le commerce maritime. C'est également par le littoral que de nombreux territoires ont été découverts, permettant l'élaboration progressive des premiers portulans (les plus vieux datant probablement de la fin du XIII^{ème} siècle), et ce n'est que bien plus tard que des explorateurs ont osé s'aventurer dans les terres, tel Livingstone au XIX^{ème} siècle. Mais l'océan, bien

qu'exploité pour ses ressources et servant de voie de communication vers le monde extérieur, a inspiré pendant fort longtemps la peur.

Cette peur trouve d'abord son origine dans l'imaginaire du monde occidental chrétien. Donadieu (2002) note que l'océan ne faisait pas partie des figures idylliques du paradis chrétien, bien au contraire. La mer était considérée comme un milieu hostile au plus haut degré. C'est le milieu des tempêtes et du chaos, qui renvoie aux récits bibliques du cataclysme du Déluge. Corbin (1990) précise d'ailleurs que jusqu'à la moitié du XVIII^{ème} siècle l'ensemble des formes littorales était considéré comme la résultante même du Déluge. Les tempêtes incessantes s'abattant sur les littoraux témoignaient ainsi de « *l'histoire tragique du monde coupable* » (Donadieu 2002). Le malheureux s'y aventurant risquait la noyade et y naviguer signifiait prendre le risque d'un naufrage. On retrouve cette vision de la mer comme celle d'un lieu de tous les cauchemars encore très tardivement. Dans les *Travailleurs de la Mer*, Victor Hugo dépeint avec romance un océan terriblement dangereux pour l'homme et peuplé de créatures cauchemardesques (voir par exemple la scène de Gilliat combattant le poulpe lorsqu'il s'est échoué aux Roches Douvres). **Les créatures qui peuplent la mer sont à peu près toutes considérées comme des abominations**, car elles vivent dans un milieu chaotique. Elles sont peu connues, maléfiques et en fait très comparables aux animaux terrestres nocturnes pourchassés pendant longtemps, car méconnus. On ne trouve pas d'animaux marins sauvés du Déluge par Noé car le Déluge est justement une montée des eaux et donc de tous les êtres qui y vivent. Il reste encore des traces de ce bestiaire des animaux marins et de l'imaginaire qui y est associé. Les espèces marines (et aquatiques en général) tiennent une bonne part dans la cryptozoologie (voir la liste des principales espèces relevant de la cryptozoologie dressée par Barloy en 1985) et ont fait l'objet de tous les fantasmes (voir Encadré 1).

Cette peur de l'océan a conduit les hommes à ne pas vivre directement sur le trait de côte et même à effacer la trace de tout ce qui pouvait rappeler la mer sur le littoral. Les villages médiévaux du littoral se trouvent toujours un peu en retrait du trait de côte, les ouvertures des habitations ne sont que rarement tournées vers la mer. Les zones humides littorales, espaces amphibies, espaces d'interpénétration de la terre et de la mer par excellence, ont été asséchées. Elles étaient avant tout vues comme des lieux de putréfaction et de prolifération de miasmes etc. qui engendraient pléthore de maladies. Cette vision des zones humides littorales reste longtemps dans les esprits comme en témoignent par exemple les écrits de Cavoleau (1844) à propos des marais vendéens au XIX^{ème} siècle (Encadré 2). Les grandes campagnes d'assainissement des zones humides littorales en Europe de l'ouest ont cherché à les rendre peu à peu habitables en les faisant tout bonnement disparaître. Les politiques précoces de poldérisation, d'abord conduites par les moines en France dès le XIII^{ème} siècle, conquêtes de la terre aux dépens de la mer, étaient perçues comme une victoire de l'homme et du progrès sur le chaos. On retrouve une multitude de légendes associées aux zones humides littorales (Sebillot 1968) : le « tousseux jaune » fantôme qui se déplace en barque dans les chenaux du Marais Poitevin, la dangereuse chienne noire des prés-salés du Mont Saint-Michel ou encore le dangereux

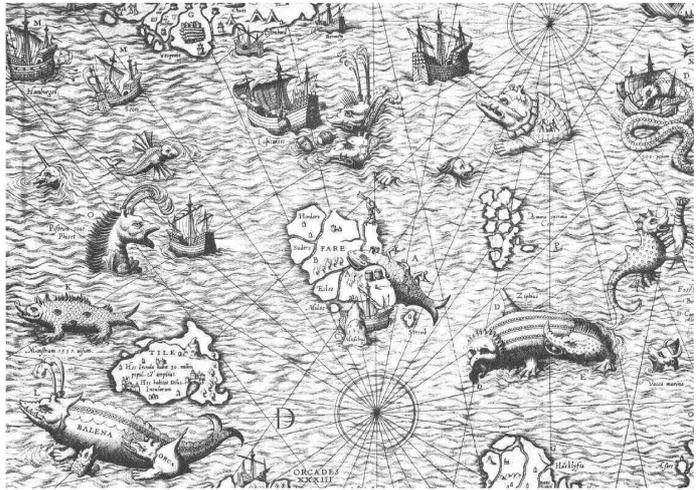
dragon du Marais Vernier sont autant de créatures qui contribuent à la peur des zones humides littorales.

Encadré 1.

L'exploration des mers au XVI^{ème} siècle : une rencontre avec un « anti-patrimoine naturel » peuplé de monstres marins.

Au coeur de la Renaissance, durant le XVI^{ème} siècle, les hommes sont animés d'une soif de découverte du Monde. Avec les grandes expéditions à travers les mers, des créatures fabuleuses naissent dans l'imaginaire des hommes. C'est durant cette période que naissent les serpents de mer, crocodiles marins géants ou encore "monstre ayant façon de moine" (Belon 1555) ; légendes véhiculées ensuite dans le monde entier. L'essentiel des créatures rencontrées sont monstrueuses, démesurément grandes et agressives. Elles s'en prennent aux hommes et à leurs embarcations. Depuis que l'Homme voyage sur les océans, ces récits fabuleux de monstres marins se sont perpétués.

Les créatures de l'océan font peur et on est bien loin des doux animaux terrestres, rangés deux par deux, qui entrent dans l'Arche de Noé... Dans l'imaginaire collectif, la faune marine est étrangère à l'Homme : plus l'on s'éloigne des rivages, plus on s'éloigne de ce que l'on connaît, et plus la rencontre avec le chaos de l'océan et de ses créatures monstrueuses devient probable.



La carte fournie par Antoine Lafréri en 1572 (ci-dessus), intitulée "Faune océanique", met en scène toute une série de monstres marins peuplant les mers du globe. (source de la carte : <http://perso.orange.fr/bernard.langellier/classif/monstres.html>).

Encadré 2.

Une description des marais maritimes de Vendée au XIX^{ème} siècle par J.A. Cavoleau* (1844). (*Ancien secrétaire de la Préfecture de Vendée, membre associé de la Société Royale et Centrale d'Agriculture).

« L'air des marais est chargé de vapeurs humides qui s'élèvent des fossés, des canaux et des réservoirs d'eau dont quelques-uns sont entourés. Ces vapeurs entraînent avec elles les émanations putrides des plantes, des insectes et des reptiles qui périssent et se décomposent dans la multitude de fossés dont les marais sont coupés. Toute la classe laborieuse, qui vit constamment en plein air, respire à tout instant ces miasmes délétères. La classe des journaliers est la plus exposée, surtout dans la saison où elle est forcée de travailler au curage des fossés et canaux. Le poison dont est imprégné la vase qu'ils remuent s'introduit à chaque minute par tous les pores de leur corps, où il porte le ravage. Echauffés par le travail, ils ne peuvent étancher leur soif qui les brûle qu'avec les eaux infectes, qui sont restées stagnantes, pendant plusieurs mois, dans les canaux et le fossés, et dont le seul aspect fait soulever le cœur. Forcés de quitter leurs habitats pour travailler plus librement, ils n'ont pas l'intention de les reprendre lorsque la fraîcheur humide du soir vient resserrer leurs pores et supprimer subitement la sueur dont ils étaient inondés. Ajoutez à cela des aliments grossiers et malsains dont ils se nourrissent, c'est à dire le beurre rance et les sardines salées, sans aucun mélange de fruits et de légumes, vous trouverez tout naturel que nos marais soient un séjour très malsain. Dès le commencement de l'été, il s'y manifeste beaucoup de fièvres intermittentes bilieuses, auxquelles succèdent, depuis la fin de l'automne jusqu'au printemps, les fièvres catarrhales pulmonaires. La fièvre putride-maligne, l'angine, les érysipèles, les fluxions au visage, la sciatique, les rhumatismes chroniques, sont très communs. Aux fièvres succèdent souvent les obstructions aux viscères abdominaux et l'hydropisie. Le scorbut est tellement naturalisé dans ces contrées que l'on n'est presque forcé de ne pas le considérer comme une maladie, quoiqu'il complique toutes les autres, et qu'il rende le traitement plus difficile. »

2.2. Le littoral victime de son succès : émergence de la notion de patrimoine appliquée au littoral



Figure 3.

A gauche : Joseph Vernet (1745) *Tempête sur la côte méditerranéenne*.

Au centre : Eugène Boudin (1847) *Rivage de Portrieux*.

A droite : David Cox (1832) *Figures on Calais Pier*.

En France, les premières réserves forestières, en forêt de Fontainebleau, ont été des réserves artistiques, nées grâce à l'école des Peintres de Barbizon du XIX^{ème} siècle. Il semble que l'art ait également joué un rôle capital dans la perception des littoraux en Europe. Ce n'est qu'au Siècle des Lumières qu'émerge la notion de nature marine pouvant être considérée comme admirable et relevant également de la bonté du Créateur. Tout ce qui avait horrifié les hommes devient alors grandiose et superbe. Joseph Vernet (Figure 3) peint de superbes tableaux d'orages et de tempêtes qui émeuvent le public des villes. Les paysages littoraux, sous le pinceau de Van Goyen, Van de Cappelle, puis de David Cox, Dyce ou Turner au XIX^{ème} siècle donnent l'image d'un espace splendide, grandiose et d'un lieu de vie pittoresque. Les paysages littoraux, et particulièrement la plage, font l'objet de nombreuses peintures de la fin du XIX^{ème} siècle. Donadieu (2002) énumère ainsi les nombreux peintres français peignant des paysages littoraux : Eugène Boudin à Camaret, Portrieux ou Trouville, Auguste Renoir et Paul Signac à Saint-Briac, Monet à Belle Ile, Antibes et Etretat, Cézanne à l'Estaque, Seurat à Port-en-Bessin, Mauffrat à Pont Aven etc. (Figure 3). Nourris de ces images d'Epinal quelque peu édulcorées du littoral, les premiers touristes commencent à fréquenter le bord de mer, d'abord en Grande-Bretagne. On prête à l'air marin des vertus thérapeutiques et reposantes. Les stations balnéaires, d'abord réservées à l'aristocratie qui cherche à fuir un temps les maux de la ville, fleurissent peu à peu. A la fin du XIX^{ème} siècle, favorisés par l'essor du chemin de fer, naissent les premiers lotissements de villégiature, ainsi qu'une économie hôtelière. Les populations autochtones, transformées d'abord en hôte ou guide pour touristes, furent reléguées au second plan et transformées en élément du folklore local.

Le littoral est aujourd'hui victime de son succès. On parle maintenant d'une « littoralisation » ou d'une « maritimisation » pour traduire l'explosion démographique qu'ont connue les littoraux, notamment en France. Les données chiffrées de cet essor des activités humaines sur le littoral sont d'ailleurs éloquentes. En 1999, les communes littorales regroupaient 5,85 millions d'habitants sur

seulement 4% du territoire métropolitain, équivalent à une densité plus de deux fois supérieure à celle de la moyenne nationale (272 habitants au km² contre 108). 842000 logements et 66000 locaux nouveaux ont été construits sur le littoral métropolitain de 1980 à 1996, ce qui représente 12% des logements et 7% des locaux construits en France chaque année. Dans les départements littoraux, de 1990 à 1996, plus du quart des superficies construites l'a été sur les communes du bord de mer (voir Robin & Verger 1996). Outre le développement du bâti, le littoral est également la première destination touristique en France. Cazes (2000) estime à 60 millions le nombre d'individus séjournant en moyenne par an sur le littoral. L'espace littoral a été massivement urbanisé, les cordons littoraux ont été bâtis et les dunes ont rapidement disparu. Les zones humides ont été drainées pour y gagner de nouvelles zones constructibles. Au début des années 1980, le Service d'Aménagement Touristique du Littoral estimait qu'en Bretagne, les espaces naturels, libres de toute urbanisation, ayant des longueurs au moins égales à deux kilomètres et des largeurs de 500m, ne représentaient que 6% du littoral breton. Les conséquences sur les milieux, la faune et la flore sont allées de pair.

Si la fréquentation des littoraux est de plus en plus intense, paradoxalement, ceux qui le fréquentent souhaitent y trouver des espaces les plus « naturels » possibles (Miossec 1998). Face à ce constat d'une nature littorale de plus en plus mitée et dégradée, des mesures voient le jour en France tardivement, dans les années 1970. Comme le souligne Miossec (1993), la France a pris pour parti la voie réglementaire pour gérer ce problème. Le Rapport Piquard, du nom du conseiller d'Etat l'ayant rédigé, est publié en 1973. Il définit le littoral comme « *un patrimoine exigü et précaire* », dont les richesses naturelles sont fragiles et menacées. Dans ce rapport, rédigé au cœur des Trente Glorieuses, les forces et faiblesses du littoral français et les possibilités de développement économique sont détaillées. Toutefois, la notion de préservation est également mise en avant (« *Il paraît indispensable de préserver pour les générations futures le libre accès à l'intégrité des sites les plus remarquables* »). L'État ne souhaite pas stopper le développement économique sur les littoraux mais affiche clairement la nécessité de le réguler. Le Conservatoire du Littoral, dont la principale mission est l'acquisition d'espaces littoraux (mais aussi lacustres) pour leur protection définitive, naît en 1975. Tout un dispositif réglementaire, au travers de circulaires et directives, est ensuite mis en place dans les années 1970 (voir Miossec 1993). La Loi du 3 janvier 1986, dite « Loi Littoral », vient compléter cette réglementation, apparemment peu efficace. Peu à peu, les sociétés « s'approprient » donc cette nature littorale qu'elles ont d'abord fui, dont elles ont ensuite eu peur en la découvrant, puis qu'elles ont apprécié au point de la dégrader.

Conclusion du Chapitre 1 « Qu'est ce qu'un patrimoine naturel littoral ? »

Considérer la nature comme un patrimoine rend les sociétés humaines responsables de la nature afin que celle-ci soit transmise en l'état (au moins) aux générations futures. Tous les éléments naturels ne font cependant pas partie du patrimoine naturel : le qualificatif de « patrimonial » n'est

généralement accordé qu'à une petite partie des éléments naturels. On parle généralement d'espèce patrimoniale plutôt que d'un habitat, d'un paysage ou d'une biocénose patrimoniale... Dans notre culture occidentale, la patrimonialisation des espèces, et plus récemment des habitats, relève avant tout de constructions socioculturelles. Au cours de l'histoire, l'imaginaire collectif s'est approprié peu à peu un patrimoine naturel dont il estime -plus ou moins consciemment- avoir la responsabilité. La nature littorale a longtemps été mise à l'écart de ce processus de patrimonialisation. Si le littoral a été peuplé par l'homme de longue date, il a longtemps gardé son caractère ambigu de zone de contact entre la terre et l'océan, lieu du chaos et stigmaté du Déluge, dans lequel évoluent des créatures plus repoussantes et cauchemardesques les unes que les autres. Aujourd'hui, les littoraux sont devenus l'inverse d'un espace repoussant : on est passé d'un « *territoire du vide* » à un « *désir de rivage* » (Corbin 1990). Les paysages sont entrés peu à peu dans le patrimoine, notamment grâce aux tableaux de grands peintres. Mais il a fallu attendre que cet espace étroit et exigü commence à être véritablement massacré pour que les espèces qui y vivent soient elles aussi considérées comme patrimoniales. Le patrimoine naturel littoral a ainsi dû être imposé par l'Etat français par tout un arsenal réglementaire à partir des années 1970. Il faut croire qu'il fallait attendre que la nature littorale soit dégradée pour qu'elle commence à être considérée comme un patrimoine.

CHAPITRE 2. LES ILES CHAUSEY, UN MODÈLE D'ÉTUDE IDÉAL DES PROBLÉMATIQUES DE CONSERVATION DU PATRIMOINE NATUREL LITTORAL

Pourquoi avoir choisi les Iles Chausey, ce petit archipel peu connu, comme modèle d'étude des problématiques de conservation du patrimoine naturel littoral ? Dans ce chapitre, nous mettrons en lumière les caractéristiques physiques et humaines de ce site qui en font à la fois un espace d'exception à plus d'un titre mais aussi, paradoxalement, un modèle d'étude pertinent car généralisable à une grande partie des littoraux européens de la Manche et de l'Océan Atlantique.

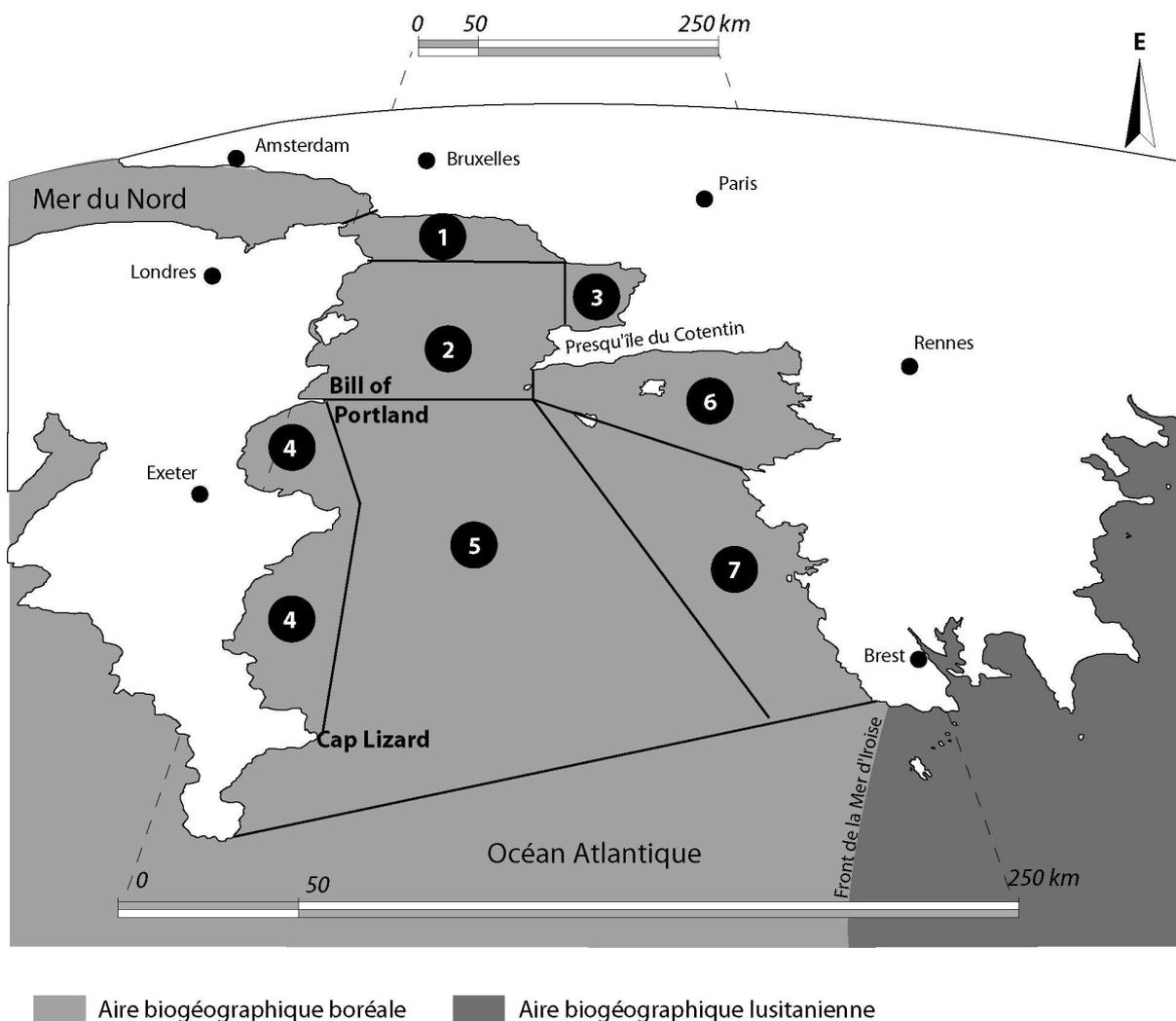
1. Une situation d'exception dans une mer épicontinentale à fort régime de marée

1.1. La Manche : une « mer-fleuve » épicontinentale

L'archipel des Iles Chausey est situé en Manche, « mer-fleuve » étroite appartenant au plateau continental du nord-ouest de l'Europe, reliant l'Océan Atlantique à la Mer du Nord. Cette mer peu profonde est un plan régulièrement incliné atteignant une centaine de mètres de profondeur environ dans sa partie occidentale contre des profondeurs d'une cinquantaine de mètres dans sa partie la plus orientale. Elle est classiquement divisée en trois grands secteurs : Manche Orientale, Centrale et Occidentale (Cabioc'h 1968). La Manche Occidentale est, quant à elle, classiquement divisée en quatre secteurs (Cabioc'h 1968 *In* : Retière 1979) :

- Les Baies Anglaises au nord d'une ligne joignant le Cap Lizard au Bill of Portland
- La Manche Nord-Occidentale
- La Manche Armoricaïne
- Le Golfe Normand-Breton

Il s'agit en outre d'une zone de contact entre les deux régions biogéographiques lusitanienne et boréale séparées par le front de la Mer d'Iroise (Carte 1).



1. Manche Orientale - 2. Manche Centrale - 3. Baie de Seine - 4. Baies Anglaises
 5. Manche Nord-Occidentale - 6. Golfe Normand-Breton - 7. Manche Armoricaine

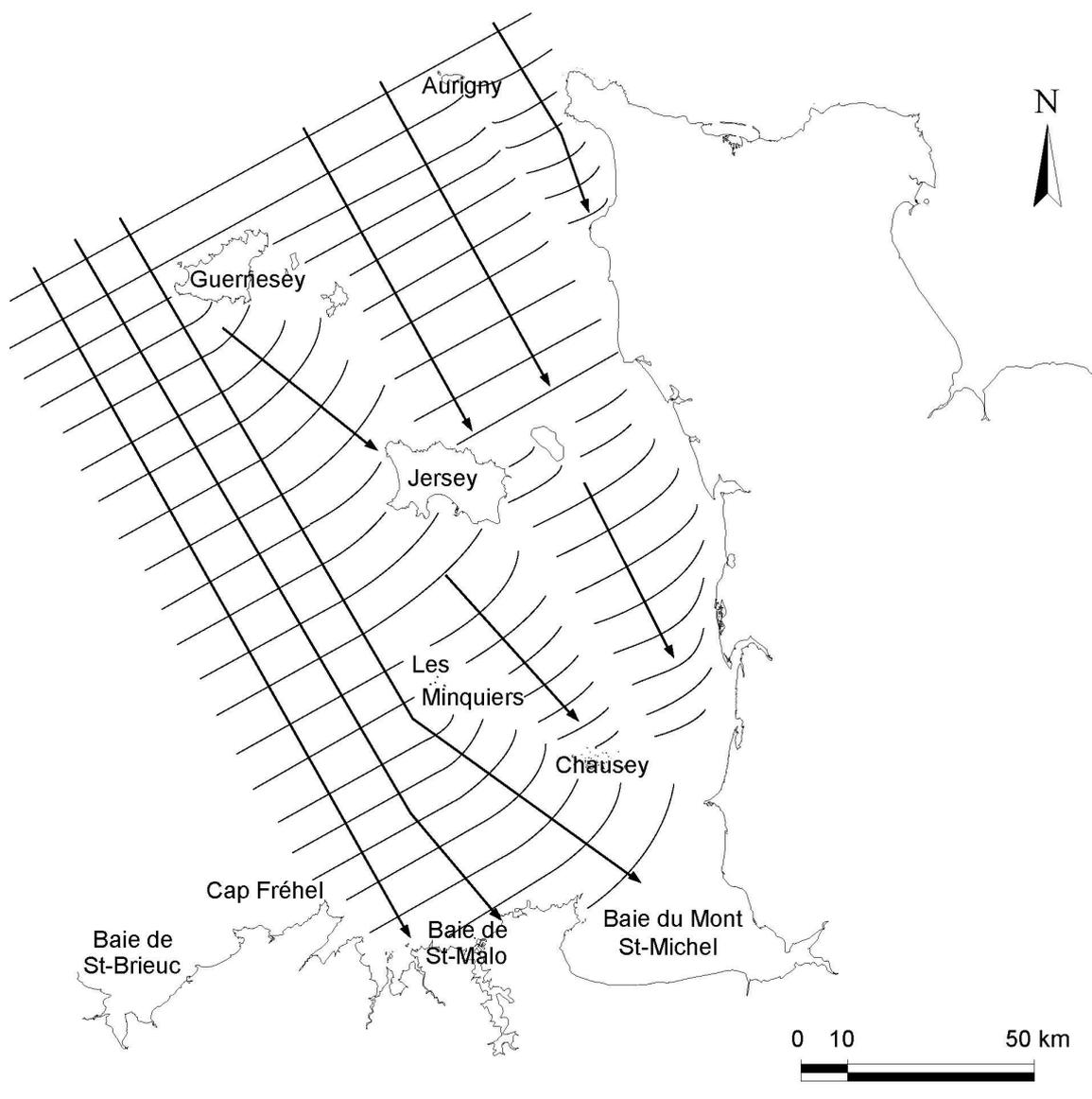
Carte 1.
Principaux secteurs de la Manche (d'après Cabioch 1968) et régions biogéographiques

1.2. Le Golfe Normand-Breton, un régime de marée mégatidal

L'archipel des Iles Chausey est situé au fond du Golfe Normand-Breton. Ce golfe est d'abord caractérisé par de faibles profondeurs (60 m maximum au nord-ouest, à l'ouest de Guernesey). Il est également ponctué de plusieurs îles (principalement les îles anglo-normandes de Jersey, Guernesey, Sercq et Aurigny) et son littoral est indenté de grandes baies (Baies de Saint-Brieuc, de Saint-Malo ou encore du Mont Saint-Michel). Du point de vue de l'hydrodynamisme, le rôle des courants de marée y est prépondérant. L'onde de marée, qui vient de l'Océan Atlantique, se propage vers l'est en s'enflant progressivement lors de sa propagation sur le plateau continental et se combine ensuite avec une onde réfléchiée sur la presqu'île du Cotentin. L'amplitude de marée augmente globalement d'ouest en est et la force de Coriolis, amplifiant l'onde sur son côté droit, la renforce sur les côtes françaises (*In* :

Cabioch 1968). L'onde de marée passe de 5 m à Portland en période de vive-eau moyenne, à 7 m au niveau de la Hague et elle croît encore en allant vers le sud-est, dans le fond du Golfe Normand-Breton, pour atteindre des marnages de près de 15 m en période de vive-eau d'équinoxe en Baie du Mont Saint-Michel. Le fond du Golfe Normand-Breton se trouve donc en situation de régime dit « **mégatidal** » (car d'une amplitude supérieure à 10 mètres).

Les vents dominants sont de secteur ouest à nord-ouest et orientés suivant l'axe médian de la Baie du Mont Saint-Michel. Les îles et les hauts-fonds qui barrent l'entrée du Golfe amortissent les



LEGENDE

- Orientation des crêtes de houle
- Orthogonales de houle

Carte 2. Epure schématique d'une propagation d'une houle de nord-nord-ouest dans le Golfe Normand-Breton. D'après Le Bouteiller et Portugal In : Retière (1979).

houles océaniques arrivant de la Manche généralement d'ouest ou de nord-ouest (Carte 2). La diffraction en arrière des îles Anglo-Normandes et la réfraction entre les Minquiers et le Cap Fréhel entraînent des pertes d'énergie. A Granville et immédiatement au sud des îles Chausey, l'amplitude de la houle ne dépasse 2 m que pendant une dizaine de jours par an avec une valeur maximum de 3.5 m ; la moitié du temps, elle reste inférieure à 0.5 m avec une période comprise entre 7 et 11 s.

En conclusion, la situation de Chausey est donc exceptionnelle à plusieurs titres. L'archipel se trouve dans une mer peu profonde, qui relie l'Océan Atlantique à la Mer du Nord et est une zone de contact entre les deux régions biogéographiques boréale et lusitanienne. Plus particulièrement, Chausey se trouve au fond d'un golfe soumis à des régimes de très grandes marées. En effet, au sein de l'océan planétaire, seuls deux autres sites ont des marnages supérieurs : la Baie de Fundy au Canada et l'estuaire de la Severn en Angleterre.

2. Un archipel fragmenté aux vastes estrans

Le Golfe Normand-Breton est caractérisé par de nombreuses îles, îlots et écueils. Parmi ceux-ci, on trouve les îles anglo-normandes, les plateaux rocheux des Minquiers ou encore des Roches Douvres, et l'archipel de Chausey, le plus méridional de ces accidents topographiques qui ponctuent le Golfe.

2.1. Un archipel granitique « précontinental »¹

L'étude de l'histoire géologique du site de Chausey permet de comprendre sa genèse, élément indispensable à la connaissance de sa morphologie actuelle qui, comme nous le verrons, est tout à fait originale par rapport à d'autres îles de la Manche et de l'Atlantique.

L'archipel des Iles Chausey constitue l'affleurement d'un massif intrusif granitique mis en place pendant l'orogénèse cadomienne, à la fin des temps précambriens (datation du granite 596 ± 12 Ma) au sein de roches encaissantes briovériennes qui n'affleurent jamais. Il fait partie du vaste pluton granitique de la « Mancellia » granitique, notamment décrit par Jonin (1973). Les limites du massif de Chausey, qui s'étend sur 12.5 km d'est en ouest et 5.5 km du nord au sud et couvre une superficie d'un peu plus de 5100 ha, correspondent approximativement à l'isobathe -10 m par rapport au 0 SHOM (Figure 4). Deux types de roches granitiques le composent : une granodiorite et un granite porphyroïde (Jonin 1977). Le premier type de roche (granodiorite) domine très largement l'archipel, et c'est lui qui a été exploité par les carrières tout au long du Moyen-Âge et jusque dans les années 1950. Le granite

¹ Pour l'histoire géologique de l'archipel, nous nous référons essentiellement aux travaux de Max Jonin (1973, 1977).

porphyroïde (plus riche en mégacristaux de feldspaths potassiques) n'affleure que dans une zone restreinte du centre-ouest de l'archipel au niveau des îlots des Romonts. Chausey est donc un massif composite, car caractérisé par plusieurs venues granitiques successives. Il a été brisé en trois blocs par un jeu de failles normales orientées SE/NW. Les deux couloirs de failles principaux sont empruntés actuellement par les bras de mer que sont le Chenal de Beauchamp et celui du Sound, profondes d'une dizaine de mètres au maximum (Figure 4). Le bloc occidental est le plus haut et on y trouve les îlots les plus élevés, dont la Grande Ile.

Le batholite granitique de Chausey a une histoire assez similaire à celle des autres batholites avoisinants que sont par exemple l'îlot de Tombelaine et le Mont Saint-Michel dans la Baie homonyme ou encore le Mont Dol, immédiatement au nord de la ville de Dol-de-Bretagne. A l'échelle des temps géologiques, Chausey est insulaire depuis peu de temps. Pendant la dernière glaciation (vers 17000 ans BP), la mer était environ 120 m au-dessous du niveau actuel, et une large partie du plateau continental était alors découvert. Les batholites mentionnés précédemment, Chausey, mais également toutes les îles du Ponant n'étaient que des buttes dominant de vastes étendues terrestres planes. Vers 15000 ans BP, à la fin de la dernière glaciation, le niveau marin s'élève et la mer envahit la plateforme de la Manche précédemment exondée (Bonnot-Courtois & al. 2002). Chausey a très probablement été séparé du continent vers 9500-9200 BP, période à laquelle la mer recouvre alors le Golfe Normand-Breton et pénètre en période de vive-eau au large de Cancale (Bonnot-Courtois & al. 2002). Sa séparation du continent est donc très récente à l'échelle des temps géologiques, mais précoce comparée à celle de la majorité des Iles du Ponant qui sont devenues des îles vers 6500 ans B.P. Chausey peut être qualifiée **d'archipel précontinental**, car actuellement très proche du continent (10 km séparent les écueils de l'extrême sud-est de l'archipel de la pointe du Roc à Granville).

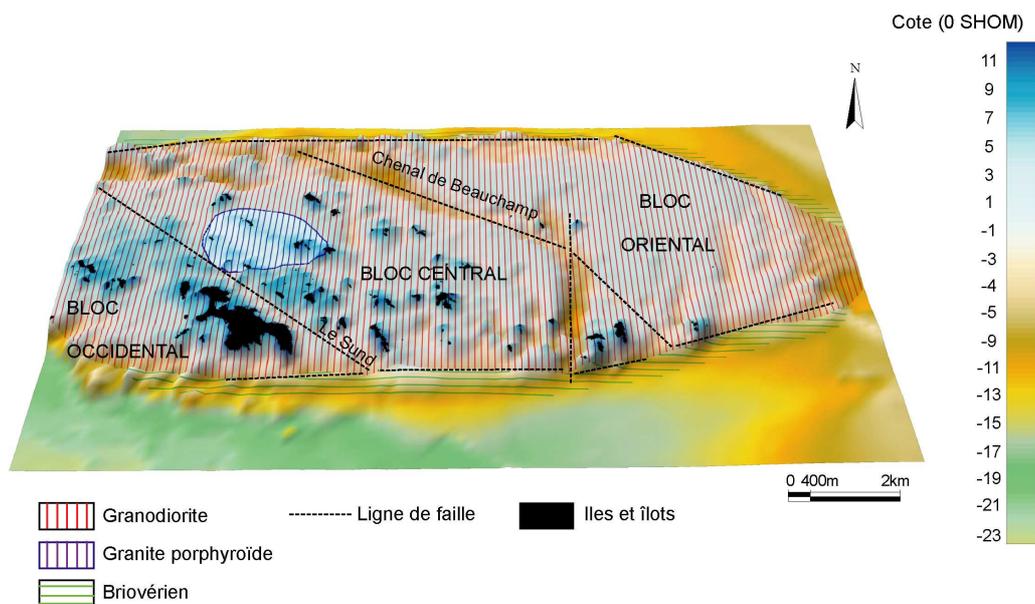


Figure 4. Caractéristiques géologiques de l'archipel de Chausey. Informations géologiques tirées de la carte géologique de la France au 1/50.000ème Granville, superposées à un Modèle Numérique réalisé à partir des relevés bathymétriques de Tocquet & al. (1957).

2.2. Un archipel aux vastes estrans meubles

Chausey est un site très complexe, composé d'une multitude d'îlots, de vastes zones intertidales de substrats durs et meubles, elles-mêmes entrecoupées de chenaux et de zones subtidales plus ou moins profondes. Un simple aperçu des paysages exondés à marée basse permet de se rendre compte de l'extrême fragmentation de cet archipel.

a. Un domaine terrestre restreint et fragmenté

Le domaine terrestre, d'une superficie totale de **82** ha, est morcelé en une vingtaine d'îles et un peu plus de 130 îlots (Carte 4). Nous avons fixé arbitrairement à 0.5 ha la superficie distinguant les îles (de 0.5 ha à 48.5 ha pour la Grande Ile) des îlots (de moins de 10 m² à 0.5 ha). Selon le dicton local, il y aurait 365 îles à marée basse et 52 à marée haute (autant que de jours et de semaines dans l'année). Toutefois, en adoptant une définition stricte de « l'île » ou de « l'îlot » comme étant une « *terre isolée de tous côtés par les eaux* » (George & Verger 1996), nous avons considéré que toutes les « îles » et tous les « îlots » immergés à marée haute sont en fait des écueils. Ils appartiennent au domaine intertidal de substrat dur et ne sont donc nullement comparables aux îles et îlots, véritablement terrestres. La carte 3 présente les principaux îlots, îles, écueils et chenaux ainsi que la toponymie qui y est associée².

b. Un domaine intertidal très étendu

Le domaine intertidal couvre une large superficie de **1995** ha. Ses limites hautes et basses correspondent respectivement aux lignes des plus hautes et plus basses mers de vive-eau d'équinoxe (coefficient de 118). Nous avons fixé comme limite haute de l'estran la limite avec les terres toujours émergées à toutes les marées (îles et îlots). Bien que nous disposions du zéro SHOM, nous ne l'avons pas utilisé pour fixer les limites basses de l'estran car ce zéro ne correspond pas à une réalité physique à deux titres : i) il s'agit par définition d'un zéro théorique³ (niveau théorique atteint par les plus basses mers pour un coefficient théorique de 120), ii) le 0 SHOM indiqué sur la carte marine de

² Voir Hurel & Eve (2006) pour le détail et l'histoire des toponymes de l'archipel, ceux-ci ayant en général plusieurs orthographes et les îlots ayant bien souvent deux ou trois noms différents.

³ Le zéro SHOM (Service Hydrologique et Océanographique de la Marine), appelé également zéro des cartes marines, zéro de réduction des sondes ou zéro hydrographique, correspond à un niveau *théorique* des plus basses mers. Sa détermination au XIX^{ème} siècle par de longues séries d'observation, a abouti à une multitude de zéros tout le long du littoral français. Afin d'assurer une continuité de ces zéros sur des cartes marines, le Service Hydrologique et Océanographique de la Marine a défini des « zones de marée » centrées sur un port de référence où le zéro est le même sur toute la zone. Chausey fait partie de la zone de marée « Des Héaux-de-Bréhat au Cap Lévi » dont le port de référence est St-Malo. Il existe une correction à apporter à ce zéro pour obtenir le niveau théorique des plus basses mers de Chausey.

Chausey correspond à celui de Saint-Malo, auquel il faudrait ajouter une correction⁴. La donnée bathymétrique disponible est celle des cartes de 1957 dressées par l'EDF (sondages hydrographiques réalisés entre 1954 et 1955, Tocquet & al. 1957) où toutes les cotes sont rapportées au zéro NGF⁵, en suivant des isobathes tracées tous les mètres. Nous avons numérisé ces données cartographiques et avons retracé toutes les isobathes sous le logiciel S.I.G. ArcviewTM 3.1. Les plus basses mers de niveau d'équinoxe à Chausey (coefficient de 118) et donc la limite basse de l'estran correspondent à l'isobathe -6 m NGF (0.7 m SHOM à Chausey). Une carte bathymétrique est présentée (carte 5).

La majorité du domaine intertidal est composée de substrats meubles (**1388** ha). L'étude de la répartition superficielle des sédiments de l'archipel par Fortin (1972) révèle deux secteurs bien distincts au sein des estrans meubles : i) un secteur oriental à l'est du Chenal de Beauchamp, largement soumis à un fort hydrodynamisme et constitué de sédiments grossiers et à forte teneur en calcaire (nombreux débris coquilliers) ; ii) un secteur occidental, ceinturé d'îles, îlots et barrières rocheuses, constitué d'une grande diversité de sédiments essentiellement siliceux issus du remaniement sur place des arènes et formations meubles qui recouvraient autrefois ce domaine⁶. Les substrats durs intertidaux couvrent **527** ha et des zones mixtes, composées de champs de blocs intertidaux sur substrat meuble, s'étendent sur **80** ha. Cette zone mixte est essentiellement localisée dans l'extrême sud-ouest de l'archipel, à l'interface entre les zones de substrats durs et meubles (Carte 4).

c. Un domaine subtidal situé en périphérie du batholite

Le domaine subtidal (**2991** ha) représente 58% de la superficie du batholite. Il s'agit surtout de zones de très faibles (comprises au-dessus de la cote 3 m SHOM) à faibles profondeurs, ces dernières correspondent à quelques chenaux (Chenal de Beauchamp essentiellement) et à la bordure externe de l'archipel jusqu'à la cote -10 m SHOM. Les espaces sous-marins compris au-dessous de cette cote sont hors du batholite granitique de Chausey et nous les considérons donc comme n'appartenant plus à l'archipel.

⁴ A Chausey, la basse mer est plus haute qu'à Saint-Malo de 0.45 m.

⁵ Le zéro NGF (Nivellement Général de la France), appelé également zéro normal est issu du réseau Lallemand, qui a vérifié et complété le réseau Bourdalouë. Il a été établi suite à des observations du niveau moyen de la Méditerranée à Marseille de 1885 à 1897. Ce zéro utilisé normalement en domaine terrestre est aujourd'hui désuet et a été remplacé par le zéro IGN 1969.

⁶ Le lecteur peut en outre se reporter à l'annexe 3 présentant les principales caractéristiques morpho-sédimentaires des formations superficielles de l'archipel identifiées au cours de ce travail.

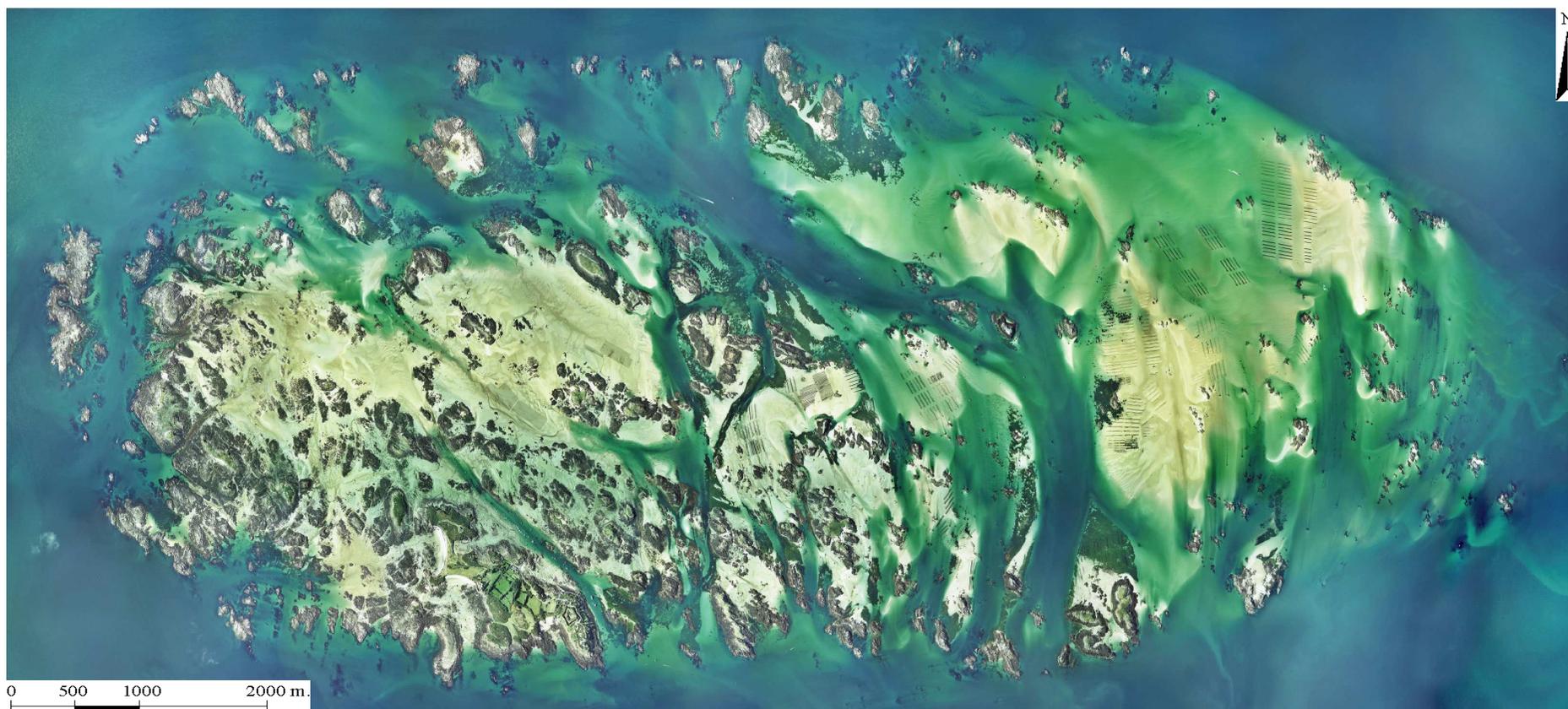
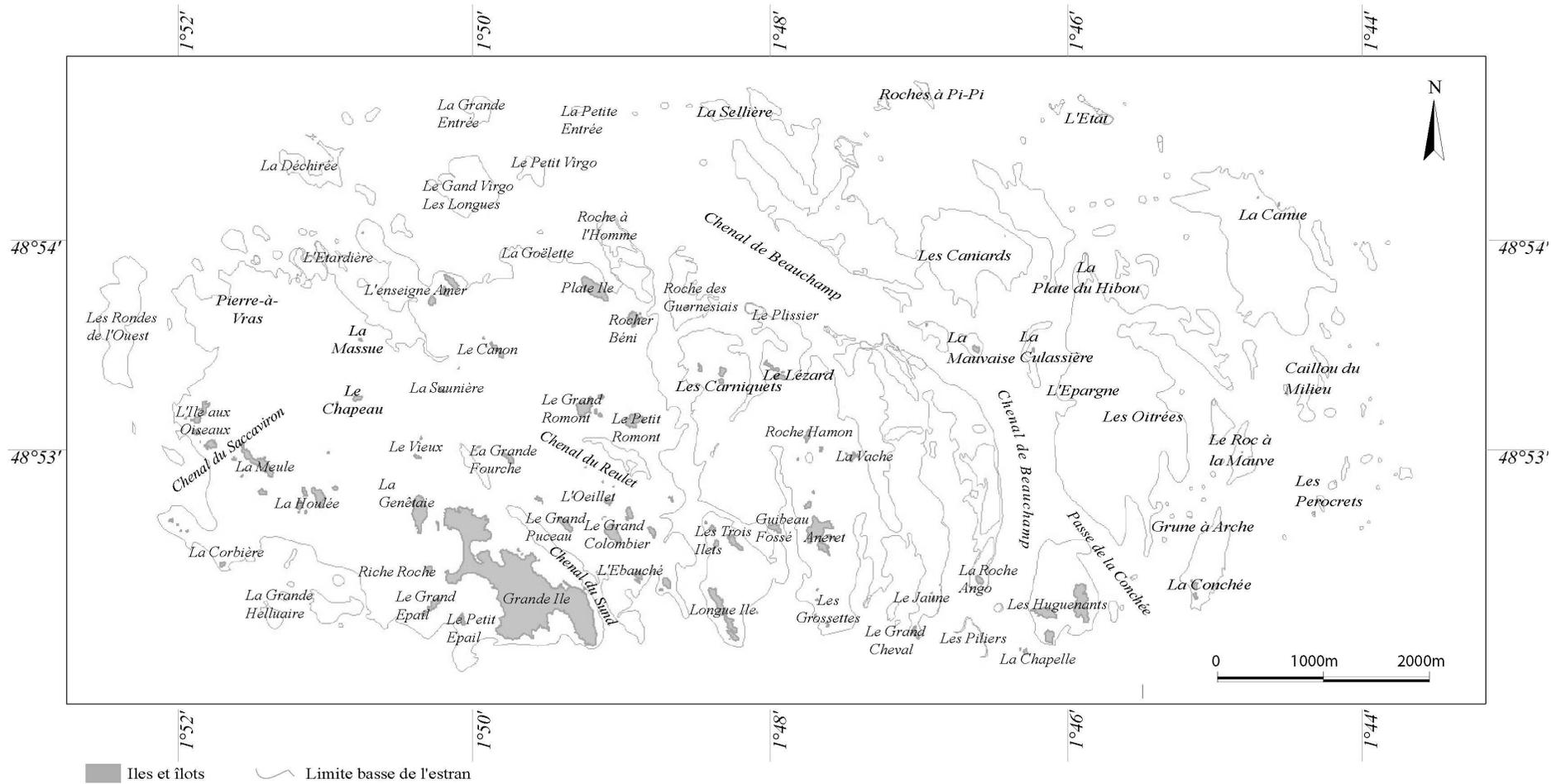
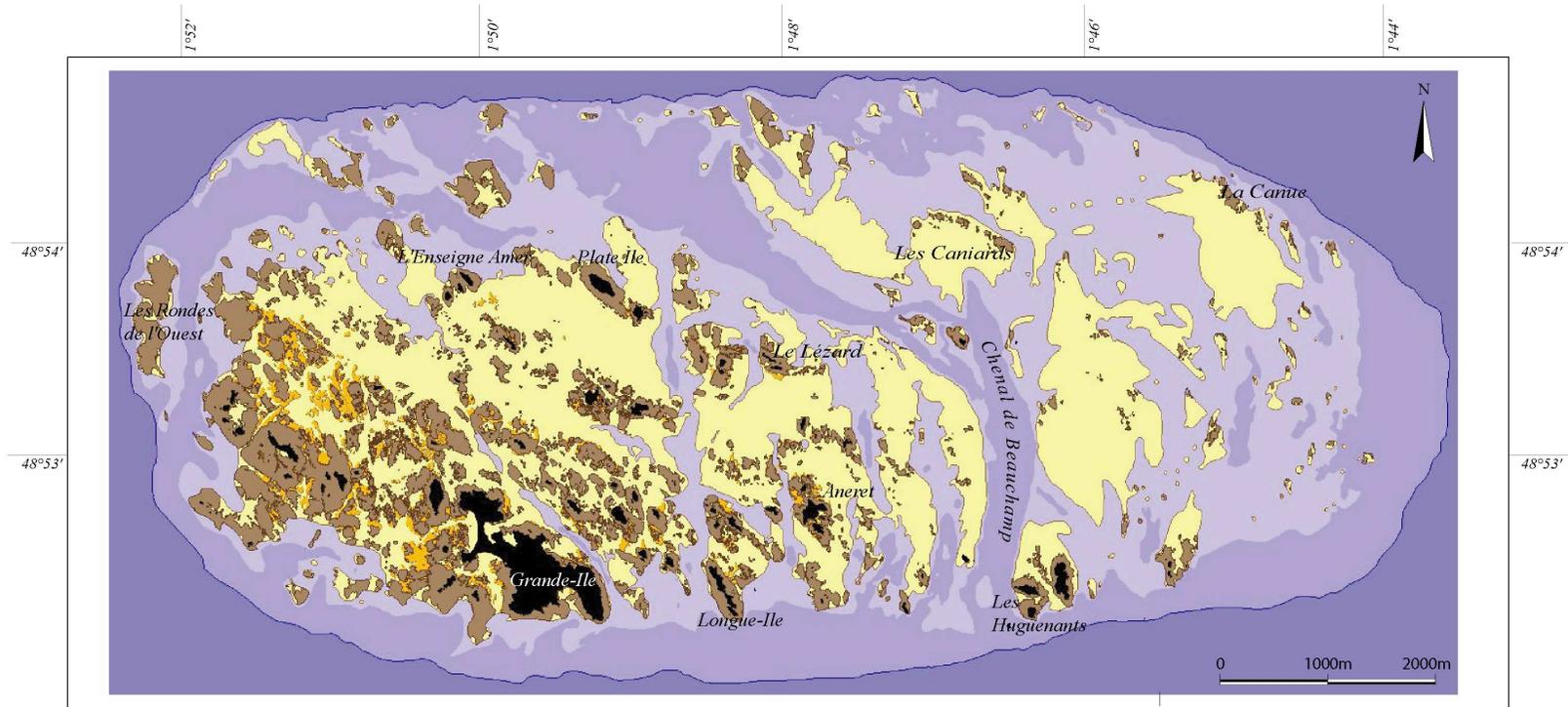


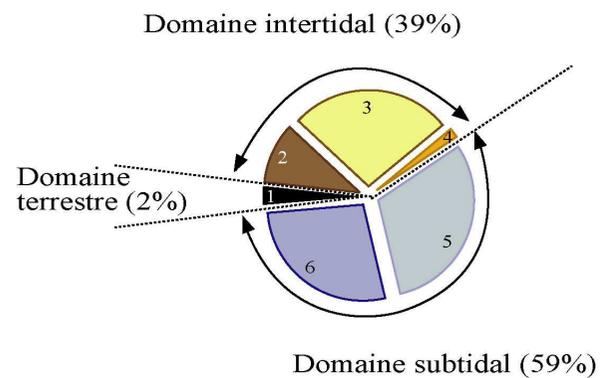
Figure 5 : Mosaique photographique de l'archipel de Chausey. Mission DIREN/IGN FR 5539/100C 13.08.2002 16h30. Hauteur d'eau : +2.60m SHOM. Réalisation : Jérôme Fournier. Commanditaire : P. Talec (DIREN Basse-Normandie).



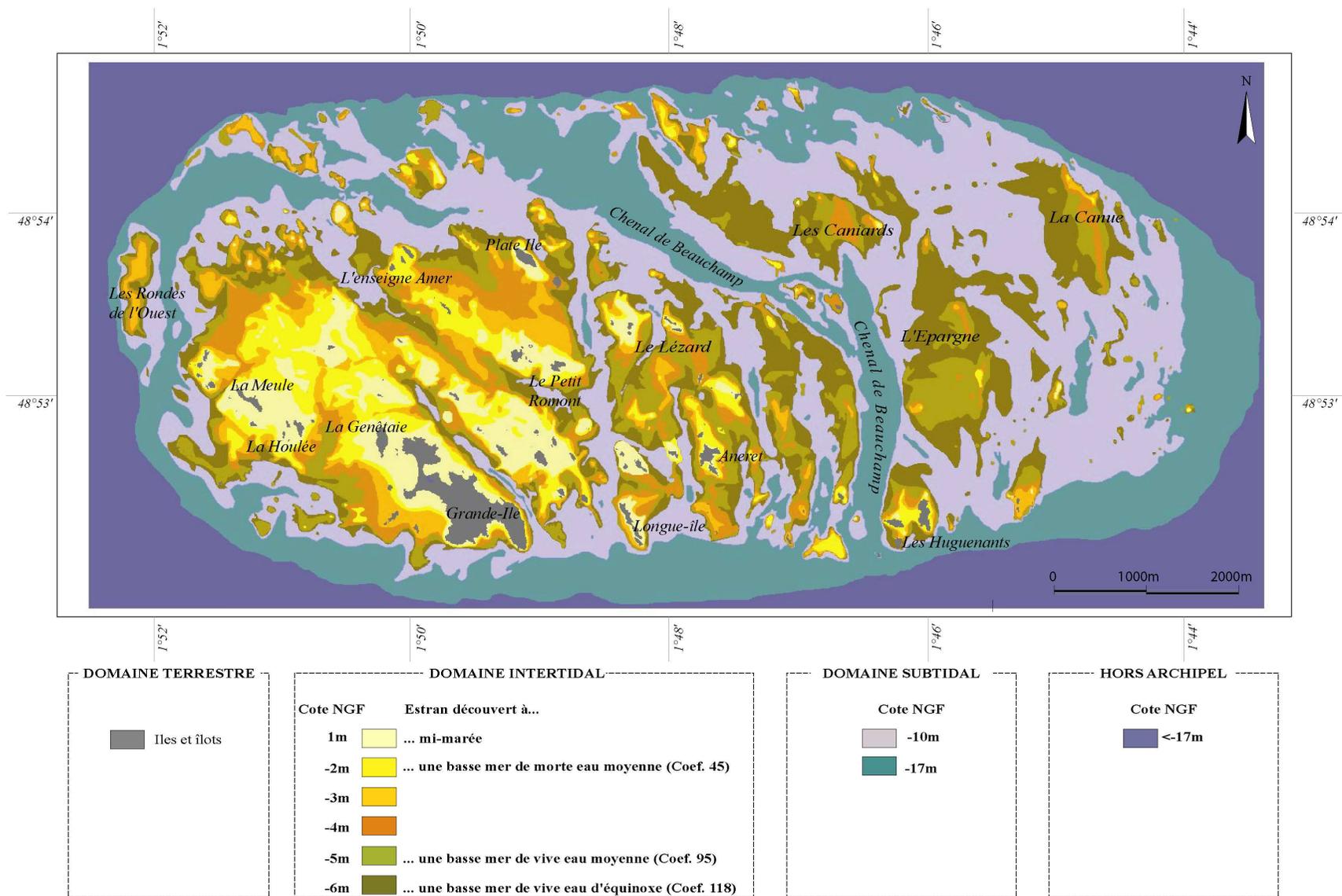
Carte 3. Principaux toponymes des îles, îlots, écueils et chenaux de l'archipel.



- Domaine terrestre {
 - 1 Îles et îlots - 82ha
- Domaine intertidal {
 - 2 Estran de substrat dur - 527ha
 - 3 Estran de substrat meuble - 1388ha
 - 4 Champs de blocs intertidaux - 80ha
- Domaine subtidal {
 - 5 Subtidal peu profond (>-3m SHOM) - 1580ha
 - 6 Subtidal plus profond (<-3m SHOM) - 1411ha
- Hors archipel {
 - Domaine subtidal hors archipel (<-10m SHOM)



Carte 4. Domaines terrestres, intertidaux et subtidaux de l'archipel.



Carte 5. Carte bathymétrique de l'archipel.

En conclusion, l'archipel de Chausey est un massif granitique peu éloigné du continent, duquel il a été séparé récemment lors de la transgression flandrienne ; à ce titre, il est comparable à quelques autres îles de l'archipel du Ponant. En revanche, la morphologie même du batholite, combinée aux niveaux marins actuels et aux régimes de marée mégatidal, détermine une configuration spatiale très originale des domaines terrestres, intertidaux et subtidaux. Contrairement aux autres îles des littoraux européens de la Manche et de l'Atlantique, il s'agit d'un archipel avant tout caractérisé par de vastes estrans meubles, couvrant près de 40% de la superficie totale du batholite. Le domaine terrestre, très peu étendu, est fragmenté en de multiples îles et îlots. Malgré leur superficie très restreinte, ceux-ci ont eu toutefois une importance capitale pour le développement de plusieurs activités humaines.

3. Une concentration d'activités humaines sur un site restreint

« Nous avons eu un peu l'impression d'aborder une terre inconnue quand nous avons débarqué à Chausey le 23 juin 1959 pour y passer 4 jours à observer les oiseaux. »

C. Ferry, débarquant aux Iles Chausey en 1959 (Ferry 1960).

Les paysages qui résultent à la fois de l'histoire géologique du site et de l'influence prépondérante de la marée ont de tout temps fasciné le visiteur se rendant à Chausey. La citation de Ferry reportée ci-dessus est très révélatrice de l'émotion ressentie lorsqu'on arrive à Chausey pour la première fois. Après une petite heure de bateau, on a laissé derrière nous ce qu'on appelle déjà presque péjorativement « le continent » et on a l'impression de débarquer dans un véritable petit paradis vierge. Pourtant l'archipel est un site habité et exploité depuis fort longtemps. Les paysages de Chausey portent aujourd'hui de toutes parts les stigmates d'une anthropisation très précoce. Comme nous l'avons vu lorsque nous avons abordé l'histoire géologique du site, ce qui est aujourd'hui un archipel n'était qu'une butte au milieu de vastes étendues terrestres il y a encore quelques milliers d'années. Ceci explique que les premières traces de vie humaine à Chausey remontent au néolithique (vers 9000 avant J.C.), comme en témoigne notamment la présence d'un Cromlech (monument mégalithique formant une enceinte de pierres levées, généralement circulaire) au milieu des vasières du nord du Sound (Photographie 1).



*Photographie 1.
Le Cromlech de Chausey. Au second plan, le chenal du Sound, puis la
Grande Ile avec la Chapelle.
Photographie : Nicolas Toupoint, 21/10/2005.*

3.1 Les îles et îlots, premiers points d'appui d'une exploitation saisonnière des ressources naturelles

Jusqu'à l'apparition des premiers bateaux à vapeur, au milieu du XIX^{ème} siècle, rallier Chausey depuis Granville ou Saint-Malo impliquait une longue traversée à la voile assez hasardeuse. Les traversées hivernales étaient généralement évitées et même les trajets effectués pendant la belle saison pouvaient réserver des surprises désagréables. De Quatrefages (1854) narre ainsi avec romance son voyage de Granville à Chausey : « *La mer était très grosse et le vent contraire ; il fallut louvoyer. Néanmoins je tins bon près de trois quarts d'heure, et déjà le commandant m'avait complimenté sur la manière dont je supportais le tangage, lorsque quelques soulèvements d'estomac m'avertirent que je ne tarderais pas à payer mon tribut* ». Son retour de Chausey pour Saint-Malo n'a guère été plus aisé : la gabare sur laquelle il avait embarqué a été contrainte de s'arrêter toute une nuit durant pour repartir le lendemain par faute de vent. Ainsi, on comprend que les premières activités d'exploitation des ressources naturelles de Chausey étaient réalisées uniquement durant la belle saison. Pour éviter tout trajet long et risqué, on restait plusieurs mois sur l'archipel et les îles et îlots servaient de camp de base saisonnier à des ouvriers qui ont exploité le granite ainsi que les algues brunes.

La première véritable exploitation de matières premières à Chausey débute probablement au XI^{ème} siècle. L'archipel est offert aux moines du Mont Saint-Michel par Richard II qui y débutent une exploitation du granite qui se poursuivra jusqu'au milieu du XX^{ème} siècle par des successions d'ouvriers de différentes origines (Gibon 1988). Lorsque Milne-Edwards et Audouin se rendent à Chausey en 1828 (Milne-Edwards & Audouin 1832), ils remarquent l'intense activité d'exploitation du granite qui anime l'archipel. Cette année-là, les ouvriers étaient alors affairés à exploiter le granite

pour la construction d'un môle qu'on élevait à l'entrée du port de Granville. Au XIX^{ème} siècle, les ouvriers sont à peu près une centaine à venir exploiter le granite de Chausey. Originaires de différents points de la côte proche (alentours de Cherbourg selon Milne-Edwards & Audouin 1832, mais aussi des alentours de Saint-Malo selon De Quatrefages 1854), ils ne restent que 6 mois à Chausey, durant la « belle saison ». Leurs conditions de vie et de travail sont éprouvantes. Ils se trouvent dans des



Photographie 2. Vestiges témoignant de l'extraction de granite. Vue aérienne de l'Ile aux Oiseaux le 21/08/2005.

L'île porte encore les vestiges d'habitations de carriers et son flanc est (à droite sur la photo) est fortement incisé par d'anciennes carrières de granite. (Source : Brigand & Le Berre 2006).

logements de fortune, de petites cabanes sommaires faites de quelques planches. De petits « villages » de plusieurs cabanes s'organisent, certaines font office de cantine, d'autres de dortoirs dans lesquels les hommes s'entassaient pour passer la nuit. La Grande Ile a ainsi accueilli au XIX^{ème} siècle pendant plusieurs années un petit « village » saisonnier de carriers au niveau de Port Homard (anse SW de l'île), désigné sous le nom de « *Village des malouins* » (De Quatrefages 1854).

La plupart des îles et gros îlots ont accueilli à un moment ou un autre des cabanes de carriers. Cette activité s'est peu à peu éteinte pour disparaître complètement dans les années 1950. Le modelé actuel de l'ensemble des îles et îlots de l'archipel a

été refaçonné de manière importante par cette activité. La Grande Ile en porte de nombreux stigmates, mais aussi beaucoup d'autres, comme les îles de l'ouest de l'archipel (Photographie 2). Le granite de Chausey a fourni notamment le matériau nécessaire à l'édification de nombreux ouvrages : des parties du Mont Saint-Michel, les immeubles actuels de la ville de Saint-Malo *intra-muros* et ses remparts (reconstruits après la 2^{ème} Guerre Mondiale), certains trottoirs de Paris, certains quais des docks Londres etc. ce qui donne une idée de l'ampleur de la quantité de matériau qui a pu y être prélevée.

Dès le XVII^{ème} siècle, les carriers sont rejoints par un autre corps de métier : les « *barilleurs* », ou brûleurs de varech. Tous les étés, une petite cinquantaine d'ouvriers était employés à récolter et brûler les grandes quantités de fucales de l'archipel afin d'en extraire la soude, utilisée ensuite dans la fabrication de savon et de verre. Par groupe de six à huit, les barilleurs se sont construits de petites huttes sur presque chaque îlot de l'archipel. En été, les fumées issues des combustions de varech qui s'élevaient de l'archipel étaient si importantes et nauséabondes qu'un arrêté a même empêché de brûler le varech de Chausey par vent d'ouest pour ne pas empester Granville et le reste de la côte. D'après les témoignages de Milne-Edwards & Audouin (1832) les espèces utilisées étaient principalement *Fucus vesiculosus* et *Ascophyllum nodosum* (*Fucus nodosus* dans le texte) respectivement désignées sous le nom de « *craquet* » et « *vraigin* » par les barilleurs. Le *Fucus serratus*, bien qu'abondant sur l'archipel et connu par les barilleurs (qu'ils désignaient sous le nom de

« *vraiplat* ») n'était pas exploité pour deux raisons. D'abord il se situe à des niveaux bathymétriques plus bas et est donc moins souvent accessible. Ensuite, les barilleurs avaient l'habitude de former de gros tas avec le varech fraîchement coupé ; ils le ligotaient pour en faire des radeaux qu'ils déplaçaient ensuite en les traînant sur l'eau. Si les *Ascophyllum* et les *F. vesiculosus* ont d'abondantes vésicules pleines d'air et flottent bien, ce n'est pas le cas de *F. serratus*, qui aurait alors dû être transporté par bateau, ce qui aurait été plus coûteux. Le varech de Chausey était également utilisé comme amendement pour l'agriculture. Des bateaux venaient de Jersey et du continent pour en chercher. On peut s'étonner de voir des bateaux et une telle « industrie » se mettre en place pour l'exploitation d'espèces somme toute très communes sur l'ensemble des littoraux rocheux normands et bretons. Ce doit être en fait l'abondance exceptionnelle du varech de Chausey qui en a fait longtemps un site d'exception. Bien que diverses espèces d'algues brunes étaient également exploitées tout le long de la côte normande, leur récolte était très réglementée. Au XIX^{ème} siècle, seuls les habitants de la commune pouvaient venir récolter le varech d'un site (seul le varech échoué sur les plages pouvait être récolté par tout le monde) et les dates de coupe autorisées étaient limitées à quelques jours dans l'année, en général vers la fin mars. Les fraudes étaient punies sévèrement. A Chausey, De Quatrefages (1854) raconte même que quelques familles de Jerseyens se rendaient parfois dans des parties isolées de l'archipel pour venir y prélever du varech pour fumer leurs terres (et même pour venir pêcher quelques poissons). Bien souvent ces familles étaient repérées par des carriers ou des barilleurs locaux qui se chargeaient de se faire justice eux-mêmes, bien avant que les garde-côtes n'interviennent... L'activité liée à l'exploitation du varech s'est éteinte peu à peu vers la fin du XIX^{ème} siècle.

La pêche, activité également assez ancienne à Chausey, compte encore quelques actifs aujourd'hui (à peine 10). La première véritable activité de pêche à Chausey (au sens d'activité faisant l'objet d'un commerce avec l'extérieur) débute probablement au XIX^{ème} siècle. Les premiers pêcheurs de Chausey étaient originaires de Blainville (commune de la côte normande), qui se rendaient tous les ans sur l'archipel pour la pêche au homard *Homarus gammarus*. Au milieu du XIX^{ème} siècle, sept à huit familles s'installaient chaque année sur la côte nord de la Grande Ile. Les premières décennies, ils y vivaient dans des conditions pénibles, dans de petites cabanes de quelques mètres carrés. Ce n'est qu'au XX^{ème} siècle que les premières maisons de pierres sont construites par les pêcheurs et que cette partie de l'île prendra le nom actuel de « *Village des Blainvillais* » (Photographie 3). Les homards, pêchés au casier, étaient traditionnellement vendus à Coutances au XIX^{ème} siècle, puis expédiés à Paris. Dans les années 1850, De Quatrefages (1854) estime à 1000-1200 le nombre de homards prélevés par chaque famille en une saison, soient 7000 à



Photographie 3.
Le « *Village des Blainvillais* », sur la côte nord de la Grande Ile (Godet avril 2005).

9600 en tout par an. Les femmes des pêcheurs, quant à elles, exploitaient traditionnellement le bouquet *Palaemon serratus*, dont les prises annuelles avoisinaient, toujours selon De Quatrefages, 2500 kg par an.

Aujourd'hui, l'essentiel de la pêche à Chausey est effectuée au casier (les prises concernent essentiellement les crustacés suivants : tourteaux *Cancer pagurus*, araignées de mer *Maja squinado*, étrilles *Necora puber* et homards *H. gammarus*). Peu de pêcheurs habitent l'archipel toute l'année durant. D'autres types de casiers, plus petits, sont également utilisés par certains pêcheurs pour la pêche au bouquet *P. serratus*. La pêche à la drague (concernant essentiellement la praire *Venus verrucosa* et dans une moindre mesure l'amande de mer *Glycymeris glycymeris*) est moins pratiquée en raison des contraintes de navigation du site et n'est effectuée que certains secteurs de l'archipel : sud de l'archipel, ouest, nord, secteur des Romonts et entrées du chenal de Beauchamp.

3.2 Une fréquentation touristique et une exploitation conchylicole continue des estrans

Depuis maintenant plusieurs décennies, l'archipel est bien plus facilement accessible et deux groupes d'acteurs fréquentent le site en toute saison. Les premiers sont les touristes qui viennent soit par les vedettes régulières au départ de Granville (toute l'année) et de Saint-Malo (l'été), soit grâce à leurs embarcations personnelles. Les deuxièmes sont les professionnels de la conchyliculture qui ont développé des cultures de bivalves aujourd'hui en plein essor. Ces deux groupes d'acteurs sont essentiellement originaires des côtes normandes et bretonnes proches. Les touristes se rendent à Chausey à la journée ou pour de courts séjours, tandis que les professionnels ne fréquentent l'archipel que le temps d'une journée de travail, correspondant généralement à un coefficient de marée minimum pour pouvoir travailler.

a. Une fréquentation touristique tournée vers la pêche à pied

Si les premières visites touristiques de l'archipel au début du XX^{ème} siècle restaient une activité assez confidentielle, il en va autrement aujourd'hui. Chausey est un site de plus en plus accessible : des vedettes régulières relient l'archipel au continent et le nombre de plaisanciers dotés d'embarcation est en plein essor. Ces dernières années, les vedettes débarquent annuellement environ 70.000 personnes par an sur la Grande Ile en provenance de Chausey (source : CCI de Granville - Figure 6).

La pêche à pied est probablement l'activité de loisir la plus caractéristique de Chausey. Durant une grande marée d'équinoxe, le nombre de pêcheurs à pied peut atteindre plus de 1500 personnes. Trois catégories de pêcheurs à pied ont été distinguées par Brigand & Le Berre (2006) : les Chausiais ; les excursionnistes venus par les vedettes régulières au départ de Granville ou Saint-Malo ; les plaisanciers venus avec leurs propres embarcations. Les Chausiais pratiquent cette activité de manière assez régulière, mais ils restent bien sûr très minoritaires. Beaucoup de pêcheurs viennent du continent

par les vedettes régulières au départ de Granville, et, dans une moindre mesure, de Saint-Malo. Toutefois, sur le nombre important de visiteurs débarqués par les vedettes, beaucoup ne pêchent pas ou peu (plus de 50% - Brigand & Le Berre 2006). Seule une frange d'environ 15% des excursionnistes se rendant sur l'archipel lors des grandes marées a pour objectif principal la pêche à pied. Les secteurs prospectés sont ceux accessibles à pied depuis la Grande Ile et donc essentiellement compris dans un périmètre situé entre la Grande Ile, l'Ile aux Oiseaux et Pierre-à-Vras. C'est la pêche aux bivalves qui est la plus prisée (coque *Cerastoderma edule*, praire *Venus verrucosa* et palourdes *Tapes decussatus* et *Ruditapes philippinarum*), avec en moyenne 2 kg prélevés par personne. En revanche, l'essentiel des plaisanciers, dotés de leur propres embarcations, qui se rendent à Chausey pratiquent la pêche à pied (seuls 13% disent ne jamais pêcher - Brigand & Le Berre 2006). Lors de grandes marées, la majorité des pêcheurs à pied sont en fait des plaisanciers, en provenance de Granville essentiellement. Les quantités prélevées ont également été estimées par Brigand & Le Berre (2006) à environ 2 kg et les espèces pêchées sont très variées : bivalves (coque *C. edule*, praire *V. verrucosa*, palourdes *T. decussatus*, *R. philippinarum* et même « fias » *Macra glauca*) ; crustacés (tourteaux *C. pagurus*, étrilles *N. puber*, homard *H. gammarus* ou bouquets *P. serratus*) etc. Les secteurs qu'ils prospectent sont assez diffus, mais restent tout de même déterminés par les conditions d'accessibilité à la navigation. Lors des grandes marées estivales, ou simplement par beau temps, le nombre de bateaux de plaisanciers peut dépasser plusieurs centaines d'unités (375 bateaux ont par exemple été comptés le 18/09/1997 par le Laboratoire Géosystèmes).

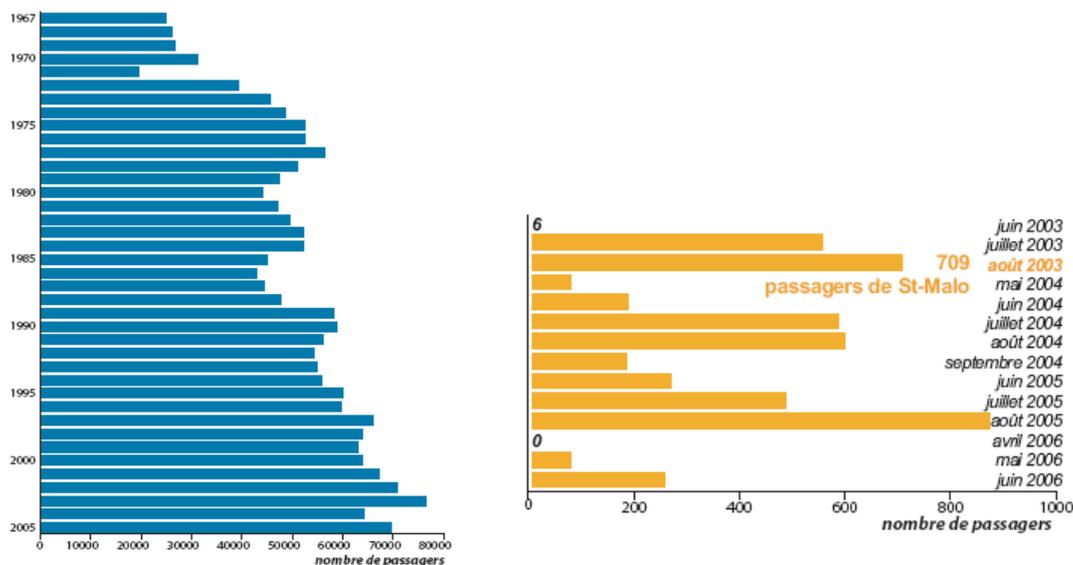
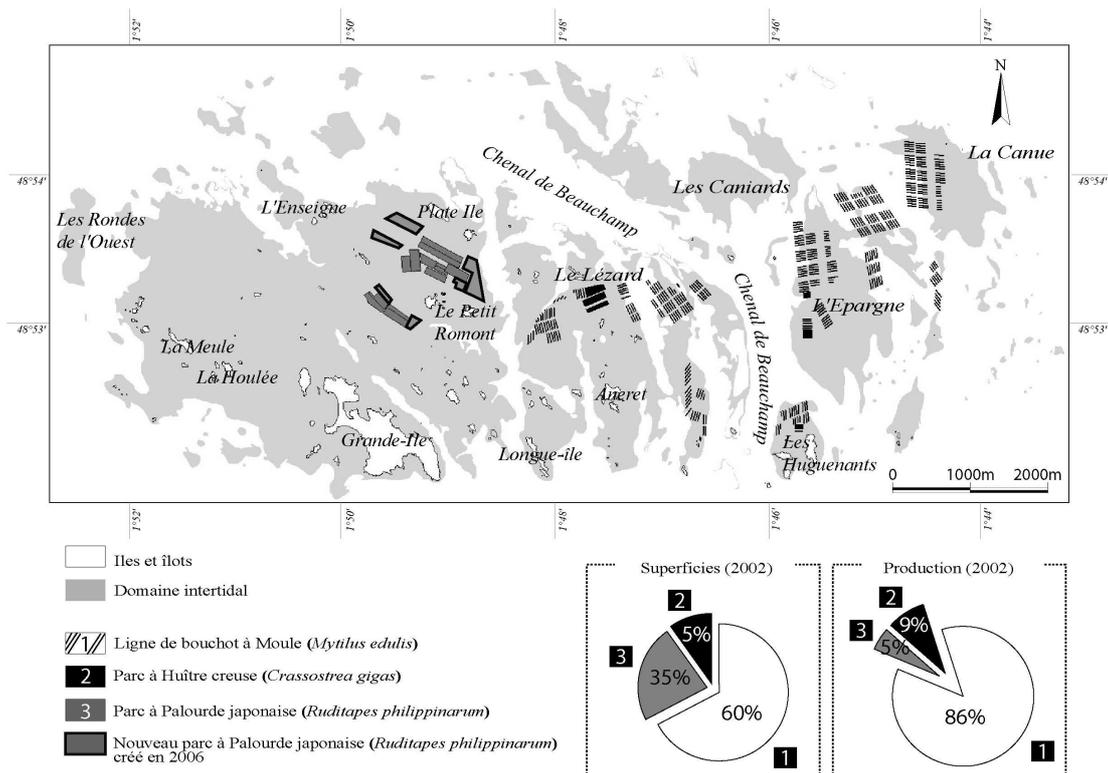


Figure 6. Nombre de passagers débarqués à Chausey en provenance de Granville (à gauche, source : CCI Granville) et de Saint-Malo (à droite, source ; CCI de Saint-Malo).
In : Brigand & Le Berre 2006.

b. La conchyliculture, une activité en plein développement sur les estrans

Les activités professionnelles qui dominent aujourd'hui l'archipel sont sans conteste celles liées à la conchyliculture (Carte 6). Trois cultures marines sont pratiquées à Chausey : la mytiliculture (*Mytilus edulis*), l'ostréiculture (*Crassostrea gigas*) et la vénériculture ou culture de palourdes (*R. philippinarum*). **La mytiliculture** s'est développée sur le site depuis 1965. On note une très nette progression de l'activité (que nous avons pu cartographier par photo-interprétation) depuis le début des années 1980, passant d'un linéaire de bouchots de 19.5 km en 1982 à près de 34 km en 1992 et près de 36 km en 2002 (soient environ 70 ha d'emprise). La production était de 2000 tonnes par an en 2002. **La vénériculture** est une activité qui s'est implantée à la fin des années 1980 à Chausey. L'introduction de la palourde japonaise, bivalve originaire du Pacifique, s'est faite en France dans les années 1970 à des fins d'élevage. Après un rapide développement des élevages en France, l'activité a presque totalement disparu, ceci principalement dû : i) à la maladie dite de « l'anneau brun » (le *Vibrio* P1 qui perturbe le processus de calcification de l'animal) qui s'est répandue au sein de toutes les exploitations (Mazurié & al. 1993) et a produit des mortalités très importantes dans les élevages ; ii) à un effondrement des prix de la palourde japonaise sur les marchés européens suite à l'explosion de la production en provenance des lagunes italiennes. L'activité s'est maintenue à Chausey et est en expansion. 14 ha supplémentaires, créés en été 2006 sont venus s'ajouter aux 24 ha préexistants, ce qui représente aujourd'hui une superficie totale de 38 ha. Les 24 ha initiaux contribuaient en 2002 à une production de 120 tonnes de palourdes par an (Carte 6). **L'ostréiculture**, quant à elle, est une activité mineure sur l'archipel et elle couvre moins de 10 ha, concentrée sur un petit secteur. Sa production était estimée à 200 tonnes par an en 2002 (Carte 6).



Carte 6. La conchyliculture sur l'archipel.

En conclusion, c'est l'accessibilité de l'archipel qui a toujours déterminé le rythme et l'intensité des activités humaines à Chausey. Rattaché au continent et donc accessible à pied avant la remontée du niveau marin, Chausey a pu être peuplé dès le néolithique. Sa séparation du continent par la mer a rendu son accès bien plus difficile par les moyens de navigation traditionnels à la voile ou à l'aviron. Récemment, les moyens de navigation motorisés ont facilité l'accessibilité à ce site insulaire et ont permis une fréquentation et une exploitation des estrans durant toute l'année.

Conclusion du chapitre 2 « Chausey, un modèle idéal d'étude des problématiques de conservation du patrimoine naturel littoral »

Un site d'étude complexe

L'archipel des îles Chausey est d'abord un site complexe dont les limites peuvent différer selon l'angle d'étude adopté. Une enquête ethnographique, conduite en 2006 (Bonin 2006) a par exemple révélé que lorsque l'on demande à des acteurs de dessiner l'archipel de Chausey, les découpages et les limites mêmes de l'archipel varient de manière importante selon les usagers. Il est intéressant de noter que les plaisanciers dessinent généralement un archipel essentiellement constitué

de chenaux et de balises, que les Chausiais sont capables de dessiner précisément la position de chaque îlot, portion d'estran et chenal, et que des promeneurs à la journée venus par les vedettes ne dessinent généralement que la Grande Ile et les parties de l'estran accessibles à pied depuis celle-ci. Pour un géographe, comment définir alors les limites de cet archipel ? Pour des géographes humains, à qui les notions « d'espace perçu » ou « d'espace vécu » d'Armand Frémont peuvent être chères, ce qui compte est très certainement non pas l'espace de l'archipel en tant que tel, mais plutôt l'espace tel qu'il est appréhendé par les acteurs qu'ils étudient. Il convient alors de transcender les limites physiques du site, car ce qui compte est une « *réalité de deuxième ordre* » : les limites de l'espace d'étude doivent être vues à travers le filtre de la perception d'un groupe d'acteurs. Pour un biogéographe, les limites de l'archipel sont très certainement ses limites physiques : limites du batholite granitique, cote bathymétrique bien précise etc. Le travail présenté ici s'intéresse aux problématiques de conservation du « *patrimoine naturel littoral* ». Comment se positionner alors lorsque l'on étudie à la fois la nature elle-même mais aussi la responsabilité de l'Homme qui doit la conserver ? Puisque dans la notion de patrimoine naturel, c'est précisément la nature elle-même qui est transmise de génération en génération, quel que soit le groupe d'acteurs concerné, il nous est apparu nécessaire de définir des limites *naturelles* de l'archipel de la manière la plus objective qui soit. Le terme d' « archipel » désigne d'abord un « groupe d'îles ». L'archipel de Chausey est donc, *stricto sensu*, l'ensemble des îles qui le compose et l'espace appartenant à l'archipel peut, par extension, être assimilé à un polygone dont les sommets sont chacune des îles. Deuxièmement, l'archipel peut être considéré comme un ensemble géologique homogène et l'on considère donc ici le site comme la résultante d'une histoire géologique originale. Cette définition de l'archipel *lato sensu* considère ses limites comme celles du batholite granitique qui le constitue. C'est cette définition, qui nous paraît la plus large et peut-être la plus objective, que nous retiendrons lorsque nous parlerons de l'archipel de Chausey.

Le caractère exceptionnel de l'archipel

L'archipel de Chausey est un site unique au monde. Sa situation, en mer à régime de marée mégatidal, son histoire géologique, ayant contribué à son importante fragmentation morphologique, en font le seul archipel de la planète situé en régime de marée mégatidal qui soit caractérisé par un aussi vaste domaine intertidal. Les estrans, qui couvrent près de 40% du site sont à l'image de l'ensemble de l'archipel : ils sont fragmentés et les estrans meubles sont caractérisés par une grande hétérogénéité sédimentaire. C'est bien ce domaine intertidal particulièrement étendu qui fait de l'archipel un site unique. Ni le vaste archipel des Minquiers, tout proche de Chausey, ni les îles anglo-normandes ne possèdent par exemple de tels estrans.

Le caractère insulaire ajoute à l'originalité du site et a fortement déterminé la nature et l'intensité des activités humaines qui se sont succédées à Chausey au cours de l'histoire. Trois grandes étapes peuvent être dégagées dans l'histoire du peuplement et de la fréquentation du site.

- D'abord relié au continent, l'archipel était alors accessible à pied : les hommes ont ainsi fréquenté Chausey au Néolithique, probablement vers 11000 ou 10000 ans BP, avant l'isolement par la remontée du niveau marin qui a séparé Chausey du continent 2000 à 3000 ans plus tard.
- Dès 9500 ans BP, Chausey devient insulaire. Sa fréquentation n'est alors possible qu'en embarquant à bord de bateaux (à la voile ou à l'aviron). S'y rendre est une petite expédition, assez longue et réservant beaucoup d'imprévus. Le peuplement de Chausey est donc avant tout saisonnier : on s'y rend une fois par an, uniquement à la belle saison. Le domaine terrestre sert de point d'appui saisonnier pour l'exploitation du granite des îles et îlots et du varech du domaine intertidal de substrat dur.
- Depuis quelques décennies, Chausey est très facilement accessible grâce aux embarcations motorisées, aux voiliers modernes et aux nouveaux matériels de navigation. L'archipel, et plus particulièrement ses estrans, est fréquenté toute l'année de manière beaucoup plus intense et des structures conchylicoles ont même été implantées durablement sur les estrans meubles.

Des problématiques de conservation du patrimoine naturel généralisables

Ce caractère exceptionnel des estrans de l'archipel en fait paradoxalement un modèle pour l'étude du patrimoine naturel littoral car pouvant être généralisé à de nombreux sites. En effet, l'hétérogénéité bio-sédimentaire du site a déterminé une concentration de milieux et d'espèces qui a été remarquée depuis fort longtemps. En 1828, Milne-Edwards et Audouin qualifiaient les « côtes » de l'archipel comme « *abondamment pourvues d'animaux* », Fauvel en comparant Chausey aux autres côtes Normandes précisait en 1900 que « *c'est là que la faune est la plus riche et la plus océanique* », et Davy de Virville de préciser dans les années 1930 qu'on peut observer à Chausey « *une faune et une flore si ce n'est très riche, du moins d'un aspect très particulier* » (Davy de Virville 1939). Ensuite, le caractère insulaire du site a impliqué une forte concentration des activités humaines sur un espace relativement restreint. Sur les estrans, couvrant un peu moins de 2000 ha, se concentre une bonne partie des activités classiquement trouvées sur les littoraux de la façade de la Manche et de l'Atlantique. Par conséquent, Chausey, mosaïque de milieux naturels et carrefour d'activités humaines est donc un laboratoire d'étude idéal des problématiques de conservation d'un patrimoine naturel littoral des côtes de la Manche et du littoral Atlantique européen.

CHAPITRE 3. DES PREMIÈRES OBSERVATIONS NATURALISTES À L'ÉLABORATION D'UN OUTIL DE DESCRIPTION ET DE SUIVI DES HABITATS NATURELS LITTORAUX MARINS

Il serait impensable de s'intéresser au patrimoine naturel de l'archipel en occultant son histoire naturaliste longue de près de 200 ans. Dans ce chapitre, après avoir mis en lumière les connaissances acquises par les naturalistes depuis le début du XIX^{ème} siècle, nous proposons une nouvelle méthode de description et de suivi des habitats littoraux. Les résultats issus de l'application de celle-ci révèle la diversité et la fragmentation des habitats intertidaux, eux-mêmes caractérisés par une grande « plasticité » déterminée par la complexité des conditions environnementales.

1. Un site connu des naturalistes depuis le début du XIX^{ème} siècle

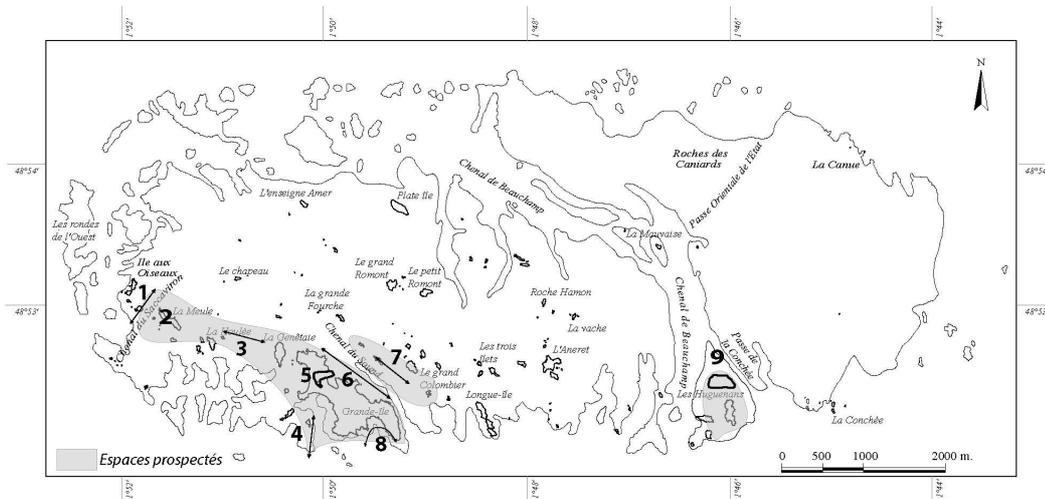
L'archipel de Chausey est exceptionnel de par le vif intérêt qu'il a suscité au sein de la communauté naturaliste des scientifiques mais aussi des amateurs. Depuis le XIX^{ème} siècle, des « savants » aussi célèbres que De Quatrefages, De Beauchamp ou encore Gadeau de Kerville s'y sont succédés. C'est en fait une véritable mode que lancent Milne-Edwards et Audouin, lorsqu'ils passent quelques semaines de l'été 1828 sur la Grande Ile de l'archipel. Les sites visités par ces deux illustres personnages, comme le chenal du Saccaviron, le seront ensuite à de nombreuses reprises, naturalistes scientifiques et amateurs espérant à la fois marcher sur les traces de leurs prédécesseurs, découvrir de nouvelles espèces et réaliser les toutes premières expériences sur du matériel vivant. Nous retracerons ici les grandes étapes de la riche histoire naturaliste de l'archipel, puis élaborerons une synthèse des travaux qui en ont découlé en vue de répondre aux questions suivantes : quelles espèces y ont été inventoriées, quels espaces ont été prospectés, quelle vision les naturalistes ont eu de l'archipel, quelle valeur accordaient-ils à la nature littorale, quels enseignements peut-on tirer de leurs travaux et quelles peuvent en être les « lacunes » en matière d'évaluation du patrimoine naturel littoral ?

1.1. Les grandes étapes historiques dans la connaissance naturaliste du site

a. *Les premiers contacts avec le monde vivant littoral marin*

Les Iles Chausey sont la destination d'Audouin et Milne-Edwards lors de leur deuxième voyage sur les côtes de la Manche en 1828. Les deux scientifiques s'installent pendant plusieurs jours dans la ferme, sur la Grande Ile. L'archipel constitue pour eux un laboratoire vivant parfait pour leurs recherches : c'est un point de départ idéal pour leurs excursions, les animaux récoltés sont stockés dans des cuves d'eau de mer juste devant la ferme et les deux hommes n'ont pas à « *craindre la curiosité* » de quiconque sur ces îles « *presque inhabitées* ». Ce séjour est pour eux l'occasion de récolter nombre d'invertébrés marins vivants dont ils étudient aussi bien la morphologie et l'anatomie que le comportement. Accordant une attention particulière aux éponges, bryozoaires et ascidies coloniales, ils réalisent des planches anatomiques détaillées de ces dernières et découvrent les particularités du développement et certaines modalités de la fixation de leurs larves. Ces derniers travaux seront présentés en 1828 devant l'Académie des Sciences (Audouin & Milne-Edwards 1828). Outre ces travaux de zoologie, les deux scientifiques s'emploient également à des « *excursions zoologiques* » dont ils dressent un résumé vulgarisé dans leur ouvrage de 1832 (Milne-Edwards & Audouin 1832). C'est surtout l'extrême partie sud-ouest de l'archipel, c'est-à-dire la plus accessible, qui est visitée (Carte 7). Leurs excursions ont pour point de départ la Grande Ile, elles atteignent l'Ile aux Oiseaux à l'ouest et les rochers du nord du Sound au nord, mais aussi le groupe d'îles des Huguenants, plus à l'est, et peut-être quelques îlots du nord de l'archipel (« *un petit voyage vers le nord du groupe des îles Chausey [...] nous a fourni un assez grand nombre d'espèces d'animaux* »). Nombre des individus récoltés aux cours de leurs petits périples serviront à la description d'espèces nouvelles pour la science. Les auteurs s'intéressent particulièrement au chenal du Saccaviron, à l'ouest de l'archipel, qu'ils trouvent d'une grande richesse biologique, mais notent également quelques éléments tout à fait intéressants concernant le domaine intertidal de substrat meuble : des herbiers à *Zostera marina* semblent déjà occuper le groupe d'îles des Huguenants (où ils sont encore présents aujourd'hui) mais aussi la rive sud du chenal du Sound (d'où ils sont aujourd'hui absents) ; les abords du chenal de la Houlée sont colonisés par ce qui est très probablement l'annélide polychète *Lanice conchilega* (désignée sous le nom de « *Térébelles dont l'extrémité frangée s'élève au-dessus du sol* ») que l'on trouve encore aujourd'hui en ce même lieu. Les auteurs décrivent également sommairement l'Anse de la Truelle « *remplie de vase* » et colonisée,

probablement dans ses parties hautes, par des « *Orchesties* » correspondant très certainement à *Orchestia gammarellus* que l'on trouve encore aujourd'hui en abondance sous les *Obiones Atriplex portulacoides* de cette même anse (Carte 7).



1 : Chenal du Saccaviron "A chaque instant nous découvrons des masses énormes d'Ascidies composées, [...] des Eponges d'espèces variées, des Pleurobranches, des Planaires, des Eolides, des Cigarettes, et des Actinies, [...] une quantité d'Ascidies simples, de Lobulaires, de Téthies, et d'Alcyons. [...] nous trouvions de ces énormes globes verdâtres qui pendant long-temps ont été confondus avec les Zoophytes, sous le nom d'Alcyon bourse, mais qui appartient réellement au règne végétal ; sous d'autres pierres se cachaient de longues Phyllodoces de la plus belle couleur verte, des Polynoés brunâtres, des Clavellines transparentes ; enfin, une foule d'animaux les plus divers et les plus curieux. Ce lieu, qui, de tous ces parages, est peut-être le plus riche en animaux, devint souvent le but de nos excursions."

2 : Ile de la Meule "L'île de la Meule est entourée, à une grande distance, par des écueils peu élevés qui couvrent presque toute la surface du fond ; on y trouve, comme sur la grande île, une fontaine d'eau douce."

3 : Chenal de la Houlée "Après avoir dépassé le Gros-Mont, nous arrivâmes à l'île de la Genêtaie [...] et nous nous trouvâmes ensuite sur un grand banc de sable qu'il nous fallut traverser pour gagner l'île de la Meule ; on voit dans les parties basses de cette plage, là où il reste toujours quelques filets d'eau, un grand nombre de tubes de Térébellles dont l'extrémité frangée s'élève au-dessus du niveau du sol."

4 : Pointe de l'Epée "Vers l'est, le Port Homard est borné par une chaîne de rochers qui s'avancent très loin dans la mer, et au-delà de la côte est formée par des dunes de sable."

5 : Anse de la Truelle et tombolo "Une anse profonde qui est remplie de vase [...] en y pêchant à mer basse [...] nous fûmes surpris du nombre immense de petits crustacés du genre Mysis [...]. Près de là nous vîmes aussi beaucoup d'Orchesties et des quantités innombrables de coquilles du genre Turbo"

6 : Rives nord de Grande Ile "Notre course fut assez pénible à cause de la grande quantité de vase qui se trouve accumulée dans cette partie du Sond, et nous n'y rencontrâmes guère que quelques Annelides et des Bernard-l'Hermitte [...]. Dans quelques points, la surface de cette plage était couverte d'une herbe maritime que les botanistes désignent sous le nom de *Zostera marina*."

7 : Les Puceaux "Nous avons visité les rochers situés au nord du Sond, et nous y avons trouvé aussi un grand nombre d'Ascidies, soit simples, soit composées, des Eponges, des Annelides, des Mollusques et des Crustacés assez variés."

8 : Pointe de la Tour / Port Marie "[elle] est bordée par des rochers trop escarpés et trop battus par les vagues pou recéler beaucoup d'animaux marins ; mais dans la petite anse appelée Port Marie [...] les rochers sont plus abrités [...] aussi en retournant les grosses pierres, y trouvions-nous un assez grand nombre de sphéromes et [...] des milliers d'entomostracés".

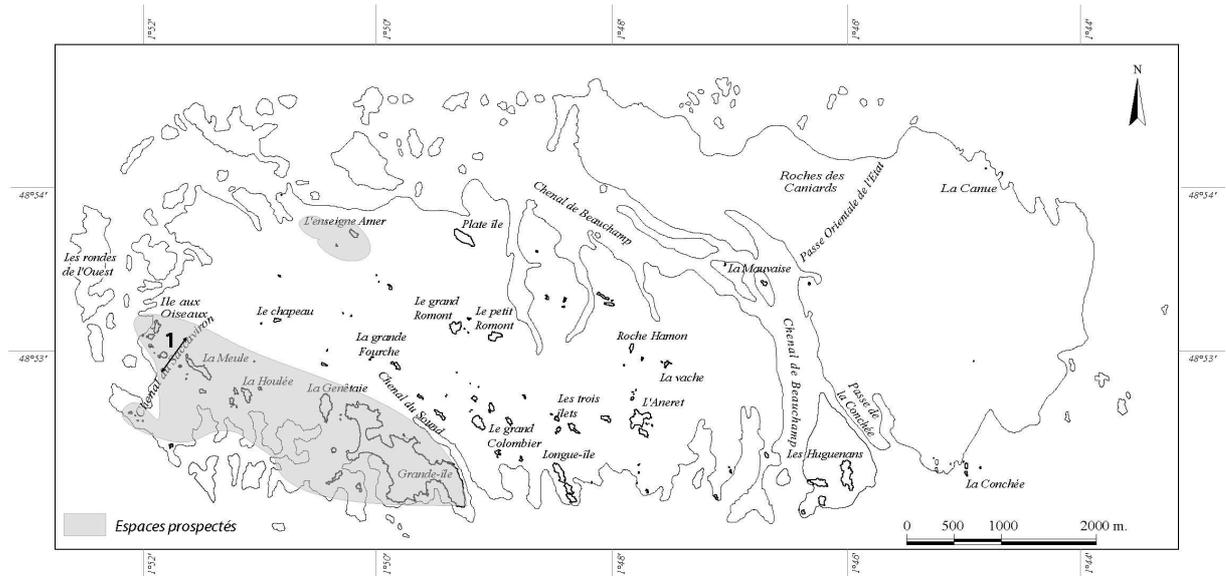
9 : Les Huguenans "Aux Huguenans, nous avons trouvé sur les herbiers l'Aphrodite hispide dont l'existence n'avait été signalée jusqu'ici que dans la Méditerranée."

Milne-Edwards et Audouin 1832

Carte 7. Prospections scientifiques de Milne-Edwards et Audouin en 1828.

Treize années plus tard, en juin 1841, c'est de Quatrefages qui séjourne à Chausey. Docteur en sciences physiques, docteur en médecine, professeur de zoologie à la faculté des sciences de Toulouse et fraîchement diplômé d'un troisième doctorat en histoire naturelle, cet ami d'Henri Milne-Edwards, pour lequel il travaille, commence à s'intéresser aux invertébrés marins et tout spécialement à la faune annélide. Son voyage à Chausey est sa première rencontre avec la mer et le phénomène des marées. Dans « Les Souvenirs d'un Naturaliste », De Quatrefages (1854) dresse un récit particulièrement pittoresque de son séjour qui s'apparente plus à une vulgarisation de ses observations qu'à une restitution scientifique. Le but de ses recherches était triple. D'abord, De Quatrefages consacre les premiers temps de son séjour à la récolte et à la description des espèces qu'il rencontre, parmi lesquelles « *il s'en trouva bon nombre de nouvelles* » selon l'auteur lui-même. L'auteur rappelle à ce sujet combien il est déplorable que les naturalistes s'acharnent à explorer des terres lointaines et inaccessibles pour découvrir de nouvelles espèces alors que presque tout reste encore à découvrir sur les côtes françaises : « *le Desman de la Sibérie était connu plus d'un demi-siècle avant celui des Pyrénées et tandis que la drague des voyageurs se promène autour des Moluques, des Philippines ou des Antilles, on connaît à peine les productions marines de la Manche et des golfes de Gascogne ou de Lyon. Aussi n'est-il pas besoin de faire quelques mille lieues pour trouver des espèces nouvelles* ».

Deuxièmement, il s'attache à des travaux d'anatomie et de physiologie sur des espèces d'invertébrés déjà connues de la science. Mais peut-être plus riches encore sont ses travaux de « *zoologie* » qui s'apparentent à de l'éthologie et de l'écologie. L'auteur pratique déjà quelques « *expériences in situ* » pour étudier les interactions entre espèces : il observe ainsi comment une arénicole qu'il jette dans une mare se fait harceler par des bouquets, puis par des petits gastéropodes du genre *Turbo*, par un petit crabe et se fait finalement dévorer par un tourteau. Les excursions du naturaliste ne concernent pratiquement que la partie sud-ouest de l'archipel (voir Carte 8). Il ne fait, pour ainsi dire, pas de descriptions détaillées des sites qu'il prospecte. Sur la trace d'Audouin et Milne-Edwards, l'auteur s'attarde presque exclusivement sur la description et l'inventaire des espèces du chenal du Saccaviron, les autres sites visités ne faisant l'objet que de descriptions extrêmement sommaires.



1 : Chenal du Saccaviron "Figurez-vous une vallée étroite et profonde, aux flancs escarpés, couverte de roches bouleversées. [...] Au fond de cette gorge sauvage que l'océan n'abandonne que trois ou quatre fois par l'année, imaginez-vous un ruisseau de cette belle eau de mer si fraîche, si limpide, roulant sur des cailloux que les Fucus, les Corallines, les Spongodium et cent autres espèces d'Algues émaillent de mille couleurs. C'est dans cette localité privilégiée, où la moindre pierre est un monde que je pus contempler dans son incroyable variété l'empire des animaux marins inférieurs. [...] Les Turbos, les Buccins à la teinte brune et blanchâtre, les Rissoa à la petite coquille roulée en cornet, les Balanes au test pyramidal, couvraient le dehors des rochers. Dans les endroits abrités, de petites procelaines roses ; de grands Oscabrians [...] des Thétis, espèces de limaces de mer d'un beau jaune orangé, portant sur le dos, tout à fait en arrière, leurs branchies en forme de buisson ; des Haliotides à l'écaille de nacre. [...] Pendaient çà et là, comme autant de girandoles, des Clavellines transparentes, des Botrylles. [...] Des milliers de Zoophytes disputaient la place à ces animaux, qui tous appartiennent au grand embranchement des Mollusques. Des Etoiles de mer du plus beau carmin, des Ophiures. [...] Au-dessus, les Flustres étalaient leurs petites raquettes pierreuses ; les Sertulaires, les Campanulaires. [...] Des Eponges, [...], des Thétis montraient leur lobes arrondis [...] à côté des digitations des Alcyons, et des Lobulaires."

De Quatrefages 1854

Carte 8. Projections scientifiques de De Quatrefages en 1841.

A la fin du XIX^{ème} siècle, Gadeau de Kerville, entame ses recherches sur les faunes marines et maritimes de Normandie. Cet infatigable scientifique voyageur a pour but principal de dresser un inventaire faunistique des régions qu'il parcourt. C'est en été 1893, qu'il se rend à Chausey (Gadeau de Kerville 1894) et qu'il y récolte 95 espèces d'invertébrés marins dont il confie l'identification à des spécialistes de chaque groupe. Parmi celles-ci, plusieurs seront des nouvelles espèces non seulement pour le site, la région, mais aussi pour la science.

En 1899, une expédition aux Iles Chausey est organisée par le Muséum National d'Histoire Naturelle (plus particulièrement par le professeur Edmond Perrier) à laquelle participent plusieurs grands zoologistes de l'époque dont Charles Gravier et Pierre Fauvel (Gravier 1900). Sur la trace de leurs prédécesseurs et du fait de la courte durée de leur séjour, c'est encore le chenal du Saccaviron qui est essentiellement prospecté. Six ans plus tard, Fauvel (1905) publie son Histoire Naturelle du Cotentin dans laquelle il consacre une place importante aux espèces trouvées lors de cette expédition. Il dresse méthodiquement une liste totalisant 84 espèces d'invertébrés marins récoltés lors de ce voyage.

En 1910, les travaux de Joubin (1910) traitent des gisements de mollusques comestibles dans « la Baie de Cancale » (incluant Chausey). Il y est fait état de quelques mollusques (*Ruditapes decussatus*,

Venus verrucosa, *Pecten maximus* et *Haliotis tuberculata*) pour lesquels Chausey semble constituer un site tout à fait remarquable.

b. La découverte de l'organisation et de la distribution du vivant

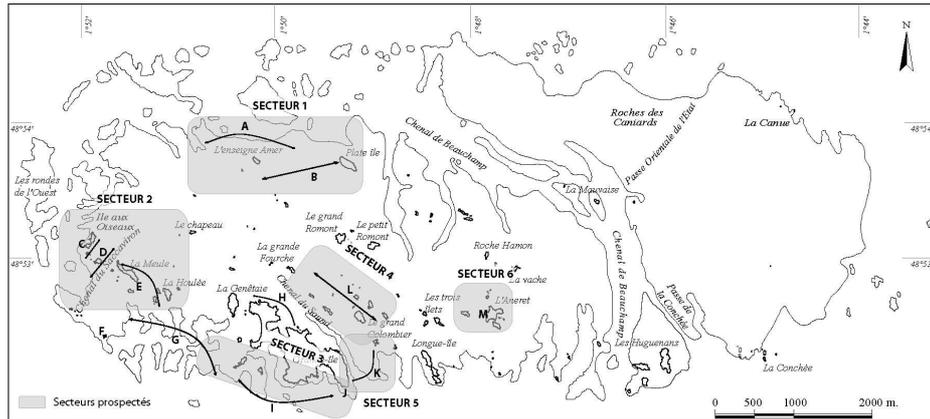
A l'aube des années 1920, ce sont près de 200 espèces d'invertébrés marins qui sont inventoriées à Chausey. Malgré la richesse de ces données et les avancées scientifiques fournies par les découvertes réalisées à Chausey, aucun auteur n'a jusqu'alors cherché à donner un aperçu général et spatialisé de ses observations permettant éventuellement de dresser des cartes sommaires. En 1923, De Beauchamp fournit le premier travail de bionomie benthique de l'archipel (De Beauchamp 1923a). Même s'il réalise malheureusement une étude du site moins approfondie que celles accomplies ailleurs (Roscoff (De Beauchamp 1914), île de Bréhat (De Beauchamp & Lami 1921) ou encore Ré ou Yeu (De Beauchamp 1923b)) et qu'il ne donne « *qu'un court sommaire* » de ses observations de Chausey, c'est un des premiers scientifiques travaillant sur le site à fournir un aperçu synthétique et spatialisé des grandes entités biologiques du site. Six secteurs principaux peuvent être dégagés de son étude (voir Carte 9). Le secteur 3, pauvre en espèces, battu par les houles, et le secteur 4, à de hauts niveaux bathymétriques, n'intéressent que peu l'auteur (Carte 9). De Beauchamp s'attarde plutôt sur le secteur 2 (qu'il nomme le « *groupe des îles de l'ouest* ») où il décrit le chenal du Saccaviron, l'Île aux Oiseaux et les alentours immédiats des îles. Les secteurs 5 et 6 suscitent également l'intérêt de l'auteur car ceux-ci, colonisés par des herbiers à *Zostera marina*, sont riches en espèces. Enfin, les rochers du secteur 1, situés grossièrement entre Plate Ile, l'Enseigne et l'Etardière (au nord-ouest de l'archipel) font l'objet d'une comparaison avec ceux des secteurs 2 et 6, et une liste d'espèces de substrat meuble y est détaillée. Les descriptions précises de chaque lieu et les espèces qu'y trouve l'auteur sont présentées plus en détail sur la Carte 9.

c. L'enrichissement et l'actualisation des données naturalistes

Après ces grands travaux fondateurs, Chausey a été la destination presque « à la mode » de toute une série d'excursions scientifiques à la journée depuis la fin du XIX^{ème} siècle jusqu'à la fin des années 1970. Ces excursions ont été initiées principalement par deux organismes : la Société Linnéenne de Normandie d'une part, qui organise traditionnellement chaque année depuis 1823 des excursions naturalistes auxquelles participent des scientifiques, et le Laboratoire Maritime du Muséum d'autre part, installée initialement sur le l'île de Tatihou (Manche) et qui initie des excursions à Chausey principalement depuis son déménagement en Ille-et-Vilaine à Saint-Servan en 1928, puis à Dinard en 1935.

Les bulletins de la Société Linnéenne de Normandie publient le récit de 3 excursions scientifiques majeures sur le site : celle de Crié (1876), celle de Corbière et de Joyeux-Laffuie (1891) et, bien plus

tard, celle de Cosson et Billard (1977). En 1876, Crié publie son Essai sur la végétation de l'archipel de Chausey. Il s'agit d'une liste des espèces floristiques terrestres et marines (phanérogames et algues) ainsi que de quelques bryozoaires et cnidaires de l'archipel qu'il a rencontrées sur les sites précédemment prospectés par De Quatrefages, Audouin et Milne-Edwards (alentours de la Grande Ile, îlots des Huguenants et surtout le chenal du Saccaviron). L'auteur fournit ainsi une liste riche de 179 espèces d'algues, sans compter les espèces de plantes terrestres, ainsi que 14 nouvelles espèces animales pour le site, trouvées dans le chenal du Saccaviron (4 nouvelles espèces de bryozoaires et 10 de cnidaires).



A "Plus au N. [...], vers l'Etardière et l'Enseigne, la limite [des Zostères] s'abaisse [...] et ne dépasse pas celles des Laminaires."

B "Dans les grands bancs séparés par des chenaux qui s'étendent entre la Massue, l'Etardière, l'Enseigne et l'Île Plate [...] l'espèce dominante y est *Solen ensis* L. [...] avec *Mactra solida* L. et *Lucina lactea* L., les *Cardium*, *Venus*, *Psammobia*. [...], *Mactra helvacea* Chemn. et *Tellina tenuis* da Costa paraissent plus rares, *Pectunculus glycymeris* (L.) se trouve au plus bas de l'eau." ; "Comme Annélides je n'ai vu que les espèces banales de *Nephtys*, *Notomastus*, *Leiochone*, *Petaloproctus*, *Lanice*, plus *Travisia Forbesi* Johnst. d'ailleurs rare." ; "sous de petits rochers isolés [...] l'Actinie *Metridium dianthus* Ellis que je n'ai pas vue ailleurs [...] ; *Sagartia elegans* Dal. et *pallida* (Holdsw.), *Tubularia larynx* Ell. et *Sol.* sont également abondantes et la proportion d'Ascidiées est toute différente [par rapport aux grottes du centre et de l'ouest de l'archipel] : beaucoup moins de *Styelopsis*, souvent encroûtés par de petites colonies de *Leptoclinium asperum* M.-Edw., beaucoup plus de *Polyclinidés* (surtout *Circinalium*) et d'*Heterocarpa glomerata* Alder, pas d'Ascidiidés."

C "C'est un petit bassin tapissé de pierrailles et de vase, au milieu des rochers qui forment l'île aux Oiseaux, et où les Phanérogames halophiles [...] viennent se mêler aux algues : c'est au mois d'août une pelouse verdoyante de pousses de *Salicornes* mêlées des fleurs violettes de *Statice* et du feuillage gris des *Arroches*, au milieu de laquelle se dressent des pierres couvertes de *Pelvetia*, *F. platycarpus* et même quelques *vesiculosus* au niveau des plus basses *Salicornes* [...]. Les *F. lutarius* sont mêlés aux Phanérogames en un schorre saillant au-dessus de la vase molle à *Z. nana*."

D "[les cuvettes du chenal du Saccaviron] sont toutes garnies de Zostères à un niveau très supérieur à celui des autres points (4m. ou plus)" ; "les plus hauts [herbiers de *Zostera marina*] viennent toucher les plus bas des *nana*" ; "L'espèce encroûtante la plus développée sous les blocs, sur les parois verticales et les Algues, est là aussi l'Ascidie *Diplosomoides Lacazei* (Giard). [...] Il est encore plus abondant avec les Eponges *Oscarella lobularis* (O.Schm.), *Stylostichon plumosum* (Mont.). [...] *Fragarium elegans* Giard, *Circinalium concrecens* G., *Amaroucium densum* G. et *Nordmanni* M.-Edw., *Morchellium argus* M.-Edw. et *Aplidium zostericola* M.-Edw., ne manquent pas un peu plus bas. *Styelopsis grossularia* van Ben. est développé en individus surbaissés sous les pierres des rapides, avec *Cynthia morus* Forb." ; "de la faune errante je ne signalerais que les grosses espèces non banales, qui sont communes sous les pierres dans les points cités, le bas du Saccaviron en particulier : *Cucumaria Montagu* Flem., *Eunice Harassei* Quatref. et *Polymnia nebulosa* (d.Ch.), *Haliotis tuberculata* L., *Fissurella graeca* L., *Archidoris tuberculata* Cuv. et *marmorata* Bergh., les Décapodes communs (*Carcinus*, *Cancer*, *Pilumnus*, *Porcellana*, *Galathea*)." ;

E & H "il existe une lacune assez considérable entre *Z. marina* et *Z. nana* Roth, qui forme au-dessus de petits herbiers suspendus [...]. Ils sont abondants au bord de la Grande Ile et du Sound ainsi qu'entre les îlots de l'W. sur la vase qui se dépose à ce niveau souvent en véritables dômes."

F "Le point le plus battu que j'ai visité est le rocher de la Corbière au bord W., où les *Fucus* ont presque disparu laissant à leur place les *Chthamales* confluentes avec quelques *Nemalion lubricum* (Duby) de petite taille, et dans le bas au-dessus des Laminaires les gazons [de *Laurencia pinnatifida* et *Gigartina acicularis*] mêlés de *Bifurcaria*, *Griffithsia*, *Corallina*, et vernis de *Mélobésiées*."

G "Au bord des herbiers (îlots de l'W.) apparaissent une série d'autres formes comme *Nereis irrorata* Malmr., *Marphysa sanguinea* (Mont.), *Eulalia punctifera* Gr., *Branchiomma vesiculosum* (Mont.), *Pharcolosoma elongatum* Kef. et vulgare (de Blainv.), *Edwardsia Beautemps* Quatref."

H "On ne peut séparer de ces associations [*Z. nana*] celle de *F. lutarius* Kütz. qui existe [...] au-dessous des *Vaucheria Thureti* Woron. sur les vases supérieures, parfois seule (N. de la Grande Ile), plus souvent jointe à celle de *Z. nana*."

I "[*Zostera marina*] paraît manquer dans la zone des marées au S. de l'île principale, de la Pointe de la Tour au Grand Epail."

J "Les *Fucacées* supérieures se dissocient au profit des *Chthamales*, *Lichines* et *Rivulaires*. A la Pointe de la Tour, au S., on voit même apparaître parmi les inférieures les gazons de *Laurencia pinnatifida* (Gmel.) et *Gigartina acicularis* (Wulf.)."

G & K "[*Zostera marina*] est bien développé, sur le sable légèrement vaseux, aussi bien à l'entrée du Sound (jusqu'au N. de la Crabière) que dans le groupe d'îlots de l'W., à partir de Riche Roche"

L "Sur l'autre rive du Sound, beaucoup de rochers (Fourches, Romonts, Puceaux, Colombiers) sont à un niveau trop élevé pour qu'on puisse étudier autre chose que les associations supérieures."

M "*Ascophyllum nodosum* (L.) devient tout à fait exubérant aux points les plus abrités comme Guibeau-Fossé et les deux Ancres." ; "Mentionnons seulement comme caractéristiques du bord immédiat des herbiers vaseux *Ascidia mentula* Müller, *Ciona intestinalis* (L.), *Clavelina lepadiformis* Sav., *Perophora listeri* Wieg. Egalement les *Polyclinidés* cités plus hauts, qui de même que les *Diplosomoides*, *Leptoclinium*, *Botryllus* sont peu abondants."

De Beauchamp 1923a

Carte 9. Prospections scientifiques de De Beauchamp en 1923.

En 1891, la société Linnéenne organise un voyage de trois jours dans la région de Granville avec la journée du 6 juin passée à Chausey. Corbière (1891) dresse une liste des plantes terrestres et halophiles trouvées sur la Grande Ile et Joyeux-Laffuie (1891) commente la prospection qui avait pour but d'aller visiter le Saccaviron qu'il n'a pas pu atteindre, pris par le temps et la marée. L'auteur ne détaille malheureusement pas les espèces rencontrées. Près d'un siècle plus tard, Cosson & Billard (1977) publient, également dans le bulletin de la Société Linnéenne de Normandie, un inventaire des algues de la Grande Ile et du secteur compris entre celle-ci et l'Ile aux Oiseaux riche de 156 espèces. L'espèce la plus notable, selon les auteurs, est *Fucus lutarius* (connu sur le site depuis 1825 In : Davy de Virville 1939) dont Chausey est la plus grande des rares stations de France.

L'âge d'or des excursions scientifiques à Chausey se situe dans les années 1930 avec les chercheurs de la Station Marine du Muséum National d'Histoire Naturelle. Fischer-Piette y fait plusieurs visites : il publie une note sur les espèces fixées des rochers battus d'après ses observations personnelles d'une excursion de 1932 et celles de De Beauchamp de 1923 (Fischer-Piette 1932), sur *Onchidella celtica*, gastéropode rare et localisé, trouvé lors de l'expédition du Laboratoire Maritime du 29 juillet 1936 au jardin de l'île aux Oiseaux (Fischer-Piette 1936). Mais les apports des scientifiques du laboratoire concernent pour une grande part la connaissance de l'archipel sur le plan algologique. De nombreuses algues ont été récoltées en septembre et novembre 1937, en février, avril, juillet et août 1938 sur les sites déjà bien connus (Grande Ile, île aux Oiseaux, Huguenants) par Robert Lami, mais aussi à proximité d'îlots plus excentrés et moins connus (Plate Ile, l'Enseigne, la Petite Enseigne, Pierre-à-Vras et la Déchirée) par Davy de Virville (voir Davy de Virville 1939 et la florule algologique de Gontran Hamel publiée par Lami 1972). Davy de Virville relève 264 espèces d'algues, mais le plus gros apport en terme de connaissance des algues du site est celui de Gontran Hamel. Sa florule algologique, publiée par Lami en 1972, compte 339 espèces d'algues. Géhu (1960) rédige également un article détaillé sur la végétation du jardin de l'île aux Oiseaux suite à une expédition sur le site en été 1960 ainsi qu'une note concernant l'observation de deux plantes terrestres peu communes observées sur la Grande Ile le 6 août 1965. Les excursions chausiaises des années 1930 du Laboratoire Maritime du Muséum ont permis en outre la récolte de nombreux crustacés. Bertrand synthétise les listes d'espèces de malacostracés (42 espèces - Bertrand 1940a) et de pygogonides (3 espèces - Bertrand 1940b) collectées. Beaucoup d'excursions naturalistes du laboratoire n'ont malheureusement pas fait l'objet de publications mais on peut retrouver la trace de certaines d'entre elles, à l'instar des *Fucus lutarius* récoltés à Chausey dès 1924 par Gontran Hamel, puis en 1926 (24 août 1926) par Louis Mangin, conservés au sein de l'herbier de la station marine de Dinard, et, bien plus tard, par Marie-Louise Priou en 1965.

d. La vulgarisation scientifique et la volonté de protection

Ce n'est qu'à partir des années 1970 que des articles naturalistes concernant Chausey traitent clairement de problématiques de protection du site et ne dressent plus uniquement des inventaires et comptes-rendus de travaux zoologiques. Benard & al. (1975) dans le *Courrier de la Nature Homme Oiseaux* (actuel « *Courrier de la Nature* » de la Société Nationale de Protection de la Nature), après avoir rappelé brièvement les caractéristiques géologiques, floristique et faunistiques du site, concluent sur la nécessité de protection de l'archipel en réserve intégrale. Les auteurs justifient la nécessité de protection à plusieurs titres : l'archipel a un grand intérêt esthétique, il est d'une richesse biologique « *exceptionnelle* » et les nids des oiseaux marins sont dérangés par « *les touristes et des photographes peu scrupuleux* ».

En 1977, un numéro spécial de la revue naturaliste *Penn ar Bed* regroupe les travaux de quelques scientifiques relatifs à la géologie (Jonin 1977), la végétation marine (Floc'h 1977) et l'avifaune (Braillon & Nicolau-Guillaumet 1977) de l'archipel. Ce numéro spécial s'achève sur un article (Jonin & Guyomar'ch 1977) qui traite de la nécessité de conservation de l'archipel, espace de plus en plus soumis aux pressions anthropiques. Les auteurs proposent de : i) limiter la pression humaine ; ii) se garder de tout aménagement touristique de la Grande Ile ; iii) protéger la dune et sa flore ; iv) protéger l'archipel pendant la période de nidification des oiseaux marins ; v) résoudre au plus vite la question des ordures. Une brève conclusion (Floc'h & al. 1977) apporte une cotation du milieu naturel de l'archipel de Chausey selon l'échelle de cotation des milieux naturels de Lucas (1973) basée sur 4 critères : esthétique géomorphologique, géologie, zoologie et botanique. L'archipel est jugé « très intéressant » sur le plan de l'esthétique géomorphologique (« *grande beauté du paysage liée au phénomène de marée* »); « intéressant » sur le plan géologique (« *une des rares parties de la Mancellia granitique montrant de beaux affleurements* ») et zoologique (« *l'archipel de Chausey héberge la plus grande colonie de Grand cormoran de France* ») et « très intéressant » sur le plan botanique (ceci dû à l'algue rare *Fucus lutarius* ; une bruyère peu commune en limite nord de répartition : *Erica vagans* ; une espèce de chardon en régression : *Eryngium maritimum*). Le site atteint un niveau « 3 » et constitue donc un site « *exceptionnel* » qui doit, à ce titre, « *être érigé en réserve naturelle et bénéficier d'une protection réelle et efficace* ».

Le Groupe Ornithologique Normand (GONm) a coordonné également de nombreux travaux concernant l'avifaune de Chausey. Mentionnons les articles relatifs à la nidification du cormoran huppé *Phalacrocorax aristotelis* (Debout 1985a), de l'huîtrier pie *Haematopus ostralegus* (Debout 1985b, Demongin 1998), les oiseaux nicheurs de la Grande Ile (Pouchard 1992), les oiseaux marins nicheurs du site (Debout 1993), la possible nidification de l'océanite tempête *Hydrobates pelagicus* et du puffin des Anglais *Puffinus puffinus* (Leneveu 1993) et la thèse de Leneveu (1992) sur les oiseaux marins nicheurs de Chausey. Parmi tous les domaines naturalistes qui ont été explorés à Chausey, c'est l'ornithologie, portée essentiellement par les actions et recherches des acteurs du GONm, qui a été à

l'origine des premières mesures de protection du site. Un arrêté municipal interdisant le débarquement sur la majeure partie des îlots en période de reproduction est pris en 1978 et une réserve ornithologique, suite à une convention entre la Société Civile Immobilière des Iles Chausey et le GONm, est créée en 1987.

Quelques naturalistes amateurs continuent depuis quelques années à découvrir de nouvelles espèces pour le site : c'est le cas de Le Monnier (1997-1998, 1998) concernant les coléoptères et de Livory (1995, 1996, 1997, 1997-1998, 1998, 2000a, 2000b, 2002) à propos de groupes d'invertébrés très variés (crustacés, insectes marins et terrestres, mollusques etc.).

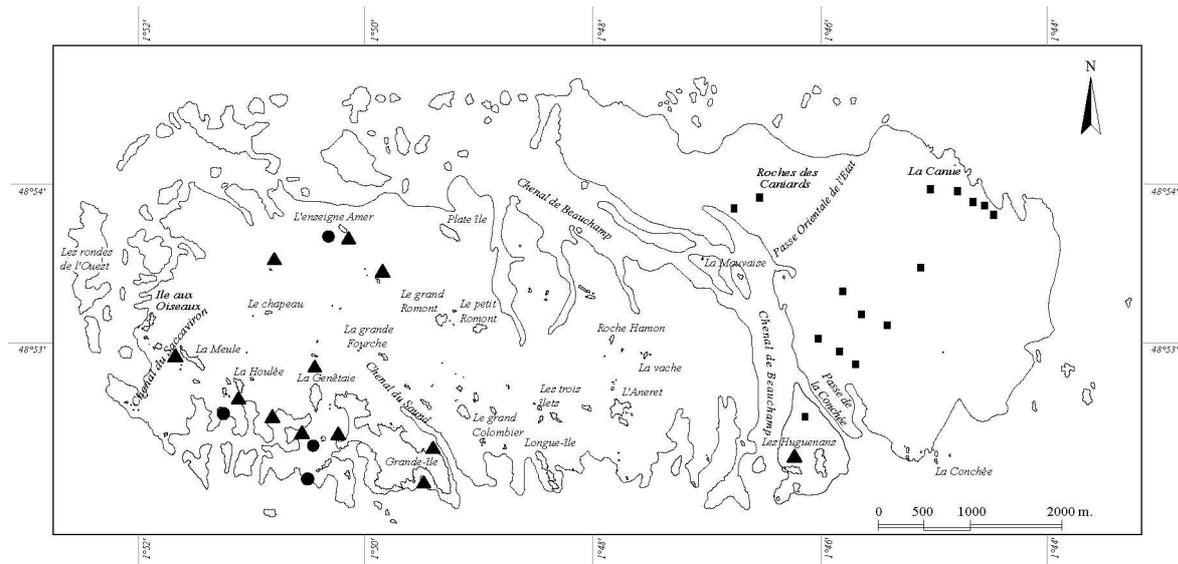
e. Un complément d'inventaire floro-faunistique

Depuis les années 1980, plusieurs études scientifiques, s'apparentant à des missions d'expertise ou s'intégrant à des programmes d'inventaires, ont été menées à Chausey. Elles ont permis d'ajouter beaucoup d'espèces nouvelles pour Chausey concernant des groupes très peu étudiés sur le site (poissons par exemple) et ont eu l'avantage de s'intéresser à des secteurs de l'archipel jusqu'alors peu prospectés (est de l'archipel).

Les données faunistiques de terrain de Lubet (Professeur de zoologie de l'Université de Caen) ont été intégrées à l'inventaire ZNIEFF I (DIREN Basse-Normandie 1998). Elles concernent 138 espèces d'invertébrés marins dont 91 nouvelles pour le site.

Dans le cadre d'une étude écologique d'avant-projet du site marémoteur Cotentin Centre (projet qui n'a pas abouti de créer un barrage au départ de la Pointe du Grouin (35) jusqu'à Granville (50) *via* Chausey), Hamon (1983), a effectué des prélèvements benthiques dans la partie est de l'archipel et a dressé une cartographie grossière de quelques formations (ceintures algales, herbiers à *Zostera marina*, et « zones » à *Lanice conchilega*) (voir Carte 10). Ce sont surtout ses prélèvements benthiques qui sont intéressants en terme de connaissances faunistiques de l'archipel. Les stations de prélèvements se situent uniquement dans la partie est du site, jusqu'alors jamais prospectée. L'auteur estime étrangement que ces stations permettent de « *couvrir l'ensemble de la zone* » (c'est à dire l'archipel) et « *de prélever dans les principales unités biosédimentaires* ». Son inventaire ajoute plus de 120 espèces nouvelles pour le site.

Enfin, De Noter & Hureau (1995) publient un inventaire de poissons benthiques prélevés à Chausey (Carte 10) ; Noël & al. (1995) (Carte 10), dans le cadre de l'inventaire national des décapodes de France, ajoutent quelques espèces nouvelles pour le site. Le bureau d'étude Ecosub (2006), dans le cadre d'une « *caractérisation de l'état écologique des habitats naturels et côtiers en relation avec les ZNIEFF-Mer et la Directive Cadre sur l'Eau* », réalise trois plongées qui lui permettent d'inventorier quelques espèces animales et végétales.



LEGENDE

- Stations de prélèvement de macrofaune benthique (Hamon 1983)
- Stations de prélèvement poissons benthiques (De Noter & Hureau 1995)
- ▲ Stations de prélèvement de crustacés (Noël & al. 1995)

Carte 10. Localisation des stations de prélèvements de macrofaune benthique (Hamon 1983), de poissons (De Noter & Hureau 1995) et de crustacés (Noël & al. 1995).

1.2 Les données historiques : apports et insuffisances en terme de connaissance du patrimoine naturel

a. Des travaux scientifiques fondateurs

Pour plusieurs scientifiques du XIX^{ème} siècle, le voyage à Chaussy constitue la première rencontre avec la mer, mais également avec des spécimens vivants d'animaux dont ils ne connaissent alors que la représentation sur des planches anatomiques ou qu'ils n'ont observés qu'à travers le verre d'une fiole placée sur une étagère. Cette observation de la nature *in situ*, mais également les observations et expériences sur des invertébrés vivants donnent lieu à la naissance de concepts novateurs : (1) pérennité et évolution du vivant, (2) relation des espèces entre elles et avec leurs milieux, (3) généralisation des lois de la distribution du vivant et émergence de la notion d'association floro-faunistique.

(1) Les premières réflexions au sujet de la dispersion larvaire des invertébrés sont conduites par Milne-Edwards et Audouin en 1828 ! Les auteurs se demandent comment des animaux « *fixés pour toujours* », comme les ascidies, peuvent « *perpétuer leur espèce* ». Ils découvrent que les larves d'ascidies ne sont pas fixées, qu'elles sont solitaires, et « *bien plus remarquable encore* », qu'elles sont « *douées de la faculté de se déplacer, [qu'elles] nagent avec rapidité à l'aide de mouvements*

ondulatoires qu'[elles] impriment à une longue queue dont [elles] sont pourvues, et paraissent se diriger de manière à éviter les obstacles qui s'opposent à leur passage ». Même s'ils ne prétendent pas expliquer toutes les modalités de la dispersion et de la fixation larvaire, les bases du questionnement sont déjà posées : « *dans l'état actuel de la science, il est bien difficile de concevoir comment se propagent au loin les divers animaux [...] fixés pour toujours sur un rocher ou tout autre corps [mais] les observations que nous avons faites sur la génération et le développement des ascidies composées nous paraissent de nature à jeter beaucoup de lumière sur cette question* ».

(2) L'observation des invertébrés marins vivants, quelques années plus tard, amène également De Quatrefages à conduire des réflexions d'ordre écologique. Pour cet auteur, les simples inventaires d'espèces ne suffisent plus, les scientifiques naturalistes doivent désormais étudier des mécanismes et des interactions entre espèces : « *celui qui ne connaît d'un animal que le nom et la place qui lui revient dans un système de nomenclature plus ou moins bien assis ne mérite pas plus le titre de naturaliste qu'un garçon de bibliothèque n'est digne de l'épithète de savant, parce qu'il sait par cœur le titre de ses livres, leur numéro d'ordre et la case où ils sont logés. Non ; qu'il s'agisse d'un livre ou d'un animal, il faut aller plus loin que la reliure, il faut pénétrer sous la peau. Rechercher les rapports des êtres organisés et ceux qui les rattachent au règne inorganique ; étudier le jeu des organes, instruments animés de ces mystérieux liens ; pénétrer dans leur mécanisme, les suivre dans leurs modifications, afin de saisir, s'il est possible, ce qu'ils ont d'essentiel ou d'accessoire ; remonter enfin tous ces effets à la cause et pénétrer peut-être un jour les arcanes de la vie ; voilà la grande, la vraie zoologie, celle vers qui doivent converger toutes les sciences naturelles* ».

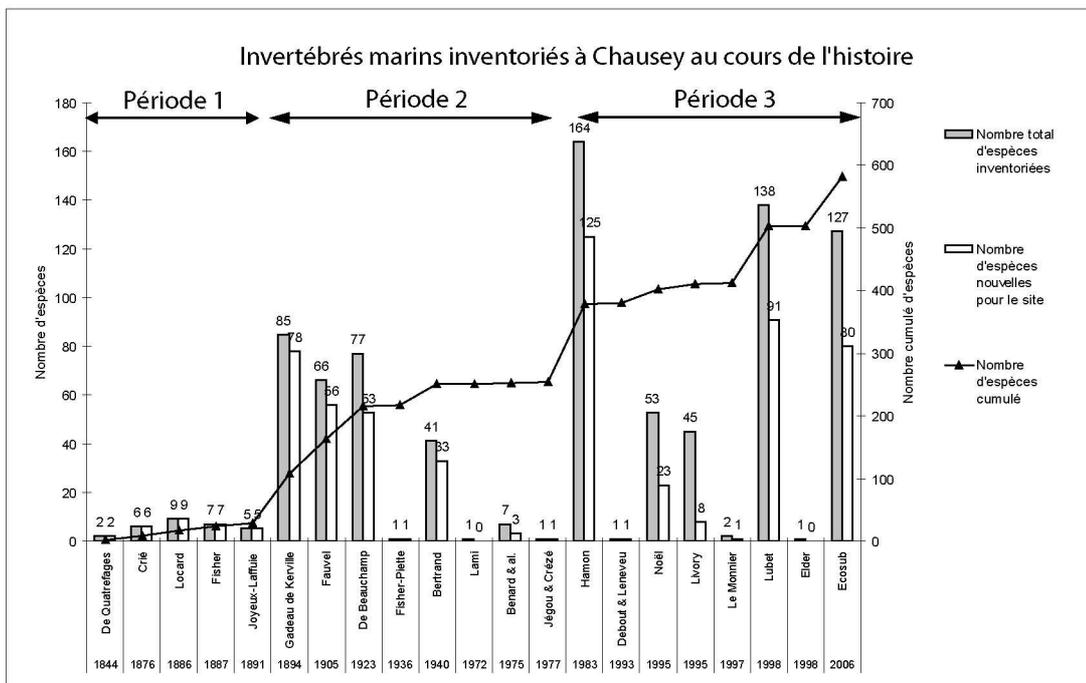
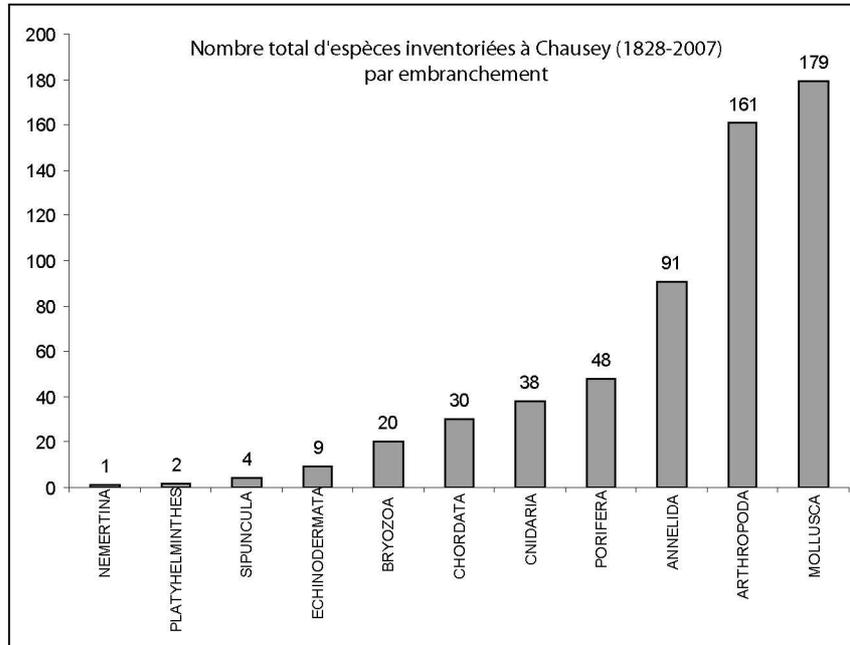
(3) Les lois de distribution de la vie dans la zone de balancement des marées, à l'instar d'autres sites comme Bréhat ou les alentours de Roscoff, sont étudiées précocement à Chausey. Les descriptions de De Beauchamp, en 1923, montrent que les notions telles l'étagement bathymétrique des organismes ou l'influence de l'exposition plus ou moins importante à l'énergie des houles sur la répartition des organismes sont assimilées : « *les plus hauts herbiers de Zostera marina viennent toucher les nana* » ; « *le point le plus battu que j'aie visité est le rocher de la Corbière au bord W., où les Fucus ont presque disparu laissant à leur place les Chthamales* » ; « *ce n'est que sur les pointes et rochers isolés que les Fucacées supérieures se dissocient au profit des Chthamales, Lichines et Rivulaires, suivant les lois habituelles* ». L'auteur parle d'ailleurs d'associations d'organismes qui sont conditionnées par leur environnement : « *Sur l'autre rive du Sound, beaucoup de rochers [...] sont à un niveau trop élevé pour qu'on puisse étudier autre chose que les associations supérieures* ». Les travaux de De Beauchamp vont donc bien au-delà d'une simple description naturaliste de terrain, l'auteur tire des lois générales quant à la distribution des organismes sur les estrans.

Outre ces avancées sur le plan fondamental, le séjour de scientifiques sur l'archipel permet d'avoir un état de référence d'exception du patrimoine naturel du site.

b. Un formidable état de référence sur deux siècles

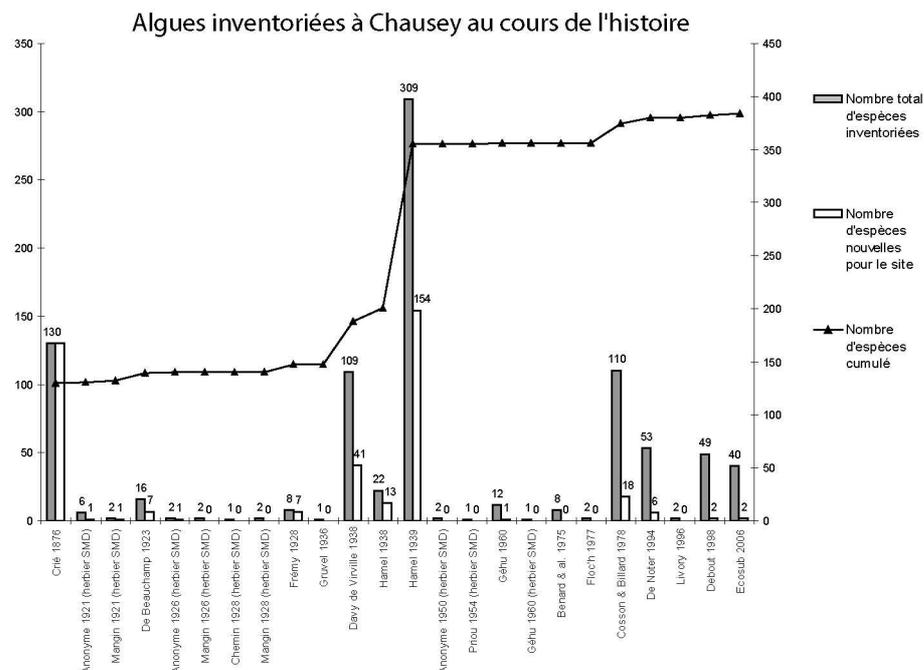
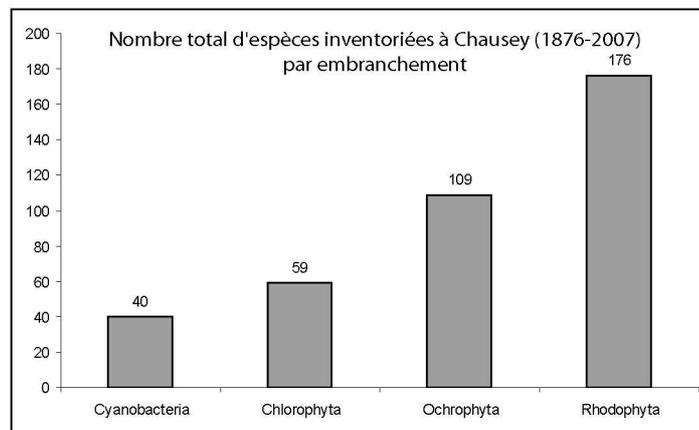
L'ensemble des données accumulées par les générations de naturalistes ayant séjourné à Chausey, mais aussi la fiabilité de la majorité d'entre elles (au regard des compétences de leurs auteurs), permettent de disposer de listes d'espèces de référence. Nous proposons en Annexe 2 une liste de toutes les espèces d'invertébrés marins inventoriées depuis 1828 à Chausey, avec, pour chacune d'elles, la date, le nom et l'auteur la mentionnant ainsi que des informations complémentaires (données d'abondance et de localisation). Cette masse considérable de données n'a cependant pu être exploitée qu'après une réactualisation de tous les noms d'espèces. Pour ce faire, nous avons utilisé la nomenclature ERMS (The European Register of Marine Species (Costello & al. 2001)). Notre liste des invertébrés marins inventoriés à Chausey regroupe 1266 données faunistiques, 911 noms d'espèces, correspondant, après réactualisation des noms, à **un total de 584 espèces**. Les mollusques (179 espèces) et les arthropodes (162 espèces, dont 90% de crustacés) constituent plus de la moitié des espèces inventoriées, suivis par les annélides (91), éponges (48), cnidaires (38), chordées (30), bryozoaires (20) et quelques autres groupes représentés par moins de 10 espèces (voir encadré 3). D'une manière générale, et sans grande surprise, les embranchements regroupant des espèces de petite taille (*platyhelminthes*) ou d'identification délicate (*nemertina*) sont peu inventoriés. Les espèces les plus mentionnées dans les listes (plus de 3 fois) regroupent des espèces facilement observables *in situ* car de taille importante (*Carcinus maenas*, *Aplidium argus*, *Calliostoma ziziphinum*, *Gibbula magus*, *Gibbula umbilicalis* etc.), visibles du fait de leur grande abondance localement (*Convoluta roscoffensis*) ainsi que les espèces pêchées (*Hommarus gammarus*, *Cancer pagurus*, *Haliotis tuberculata*, *Cerastoderma edule*, *Ruditapes decussatus*, *Venus verrucosa*). Bien que beaucoup d'espèces aient été mentionnées, la probabilité d'en trouver de nouvelles demeure très forte. En effet, presque tous les travaux naturalistes ajoutent de nouvelles espèces pour le site et une espèce n'est mentionnée en moyenne qu'un peu plus d'une fois (1,4 mention en moyenne par espèce). On retrouve 3 grandes périodes dans l'inventaire des invertébrés marins de Chausey (voir encadré 3). Durant la première, les auteurs listent peu d'espèces dans leurs publications : même s'ils en observent très certainement un grand nombre, leurs travaux s'apparentent en fait plus à des comptes-rendus scientifiques vulgarisés. Durant la deuxième (à partir de Gadeau de Kerville 1894) le nombre d'espèces listées est important, les auteurs ayant pour but de publier des inventaires contribuant à une meilleure connaissance des sites qu'ils étudient. La troisième, regroupant à la fois des travaux d'expertise scientifique et des publications de naturalistes amateurs est la plus prolifique du point de vue du nombre d'espèces inventoriées. Par exemple, les travaux de Hamon (1983), qui prospecte de nouveaux secteurs de l'archipel et utilise des techniques différentes de prélèvement, apportent 125

espèces nouvelles pour le site. De même, des naturalistes amateurs, comme Livory ou Le Monnier, qui ont pour principal objectif le plaisir de mentionner de nouvelles espèces pour l'archipel, contribuent également grandement à cet inventaire. La validité de leurs données est toutefois à reconsidérer, notamment du point de vue de l'identification des animaux (les ouvrages utilisés semblent correspondre plus à des guides d'identification grand public qu'à des faunes).



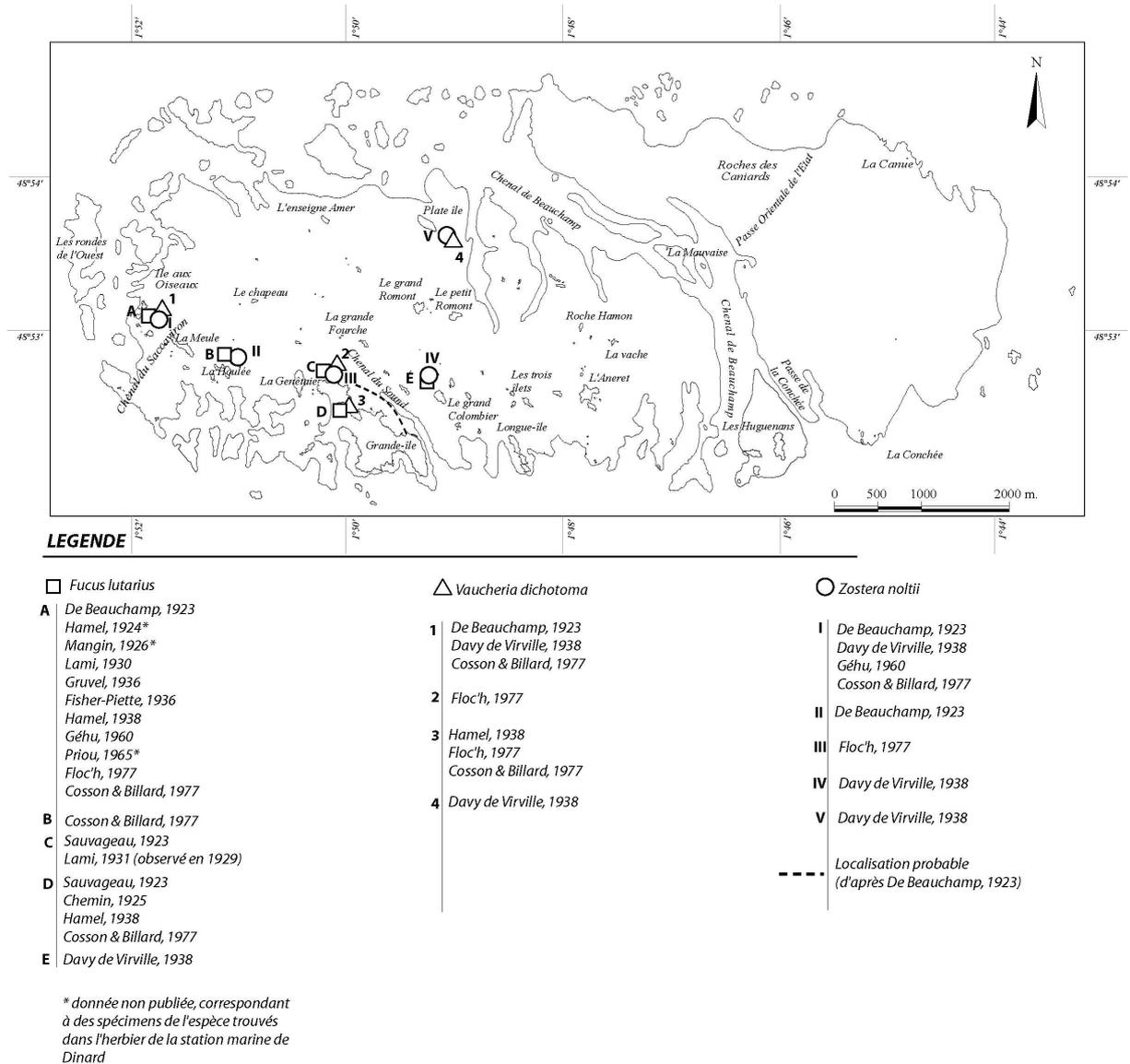
Encadré 3. Espèces d'invertébrés marins inventoriés à Chausey depuis 1828.

Ce travail réalisé pour les invertébrés marins a également été effectué pour les algues et est présenté en Annexe 1. Nous avons réactualisé tous les noms d'espèces en suivant la nomenclature Algae Base (Guiry & Guiry 2007). Cette liste regroupe 1189 données, 581 noms d'espèces différents, correspondant, après réactualisation des noms, à **un total de 384 espèces**. Sans grande surprise, les Rhodophytes constituent l'essentiel des espèces inventoriées (177 espèces), suivies par les Ochrophytes (108 espèces), les Chlorophytes (59 espèces), puis les Cyanobactéries (40 espèces) (voir encadré 4). L'inventaire des algues de Chausey semble plus accompli que celui des invertébrés et une espèce d'algue fait, en moyenne, l'objet de 3 mentions (contre seulement un peu plus d'une fois pour les invertébrés marins). Concernant les algues, 4 inventaires majeurs peuvent être retenus : celui de Crié en 1876 (130 espèces), celui de Davy de Virville en 1939 (109 espèces), celui de Hamel en 1939, publié par Lami (1972) (309 espèces) et celui de Cosson & Billard en 1977 (110 espèces d'algues) (encadré 4).



Encadré 4. Espèces d'algues inventoriées à Chausey depuis 1876.

Grâce à cet état de référence, on peut cartographier et attester de la pérennité de certaines espèces en certaines stations. Sur l'exemple de 3 espèces végétales : le *Fucus lutarius* (actuel *Fucus vesiculosus* var. *volubilis*), la *Vaucheria dichotoma* ou encore la *Zostera noltii* (Carte 11), on s'aperçoit que la majorité de leurs stations sont non seulement connues de longue date et font l'objet de mentions régulières mais sont également très stables dans le temps.



Carte 11. Mentions historiques de quelques espèces remarquables.

Malgré le nombre important de données faunistiques et floristiques, on peut s'étonner de l'absence d'un bon nombre d'espèces communes dans ces listes, ou du peu de précisions que les auteurs apportent les concernant.

c. Un attrait incontestable pour la rareté

De nombreuses espèces très communes sur tous les estrans de la Manche n'ont fait l'objet d'aucune mention à Chausey (les bivalves *Lucinoma borealis* ou encore *Abra tenuis*, l'annélide polychète *Nephtys hombergii* ou encore l'amphipode *Talitrus saltator*) ou n'ont été inventoriées que très tardivement (il faut par exemple attendre 1993 pour avoir la première mention de l'annélide polychète *Hediste diversicolor* (Debout & Leneveu 1993a) à Chausey !).

La plupart des auteurs ne voyaient pas l'intérêt de signaler la présence d'espèces communes. On relève par exemple chez De Beauchamp (1923a) : « *je ne parlerai pas de la faune banale associée* » ; « *de la faune errante je ne signalerai que les grosses espèces non banales* ». Les espèces rares semblent susciter bien d'avantage la curiosité : le même auteur dit avoir cherché, en vain, dans les schorres de l'Île aux Oiseaux, le gastéropode pulmoné *Onchidella celtica* qu'il avait précédemment trouvé dans des milieux similaires à Bréhat. Fischer-Piette (1936) n'hésite pas à chercher l'espèce à l'y découvrir enfin. Un naturaliste amateur (Livory 2000b) la recherche également de son côté sur l'archipel et l'y trouve sur un autre secteur (dont il tait volontairement le nom).

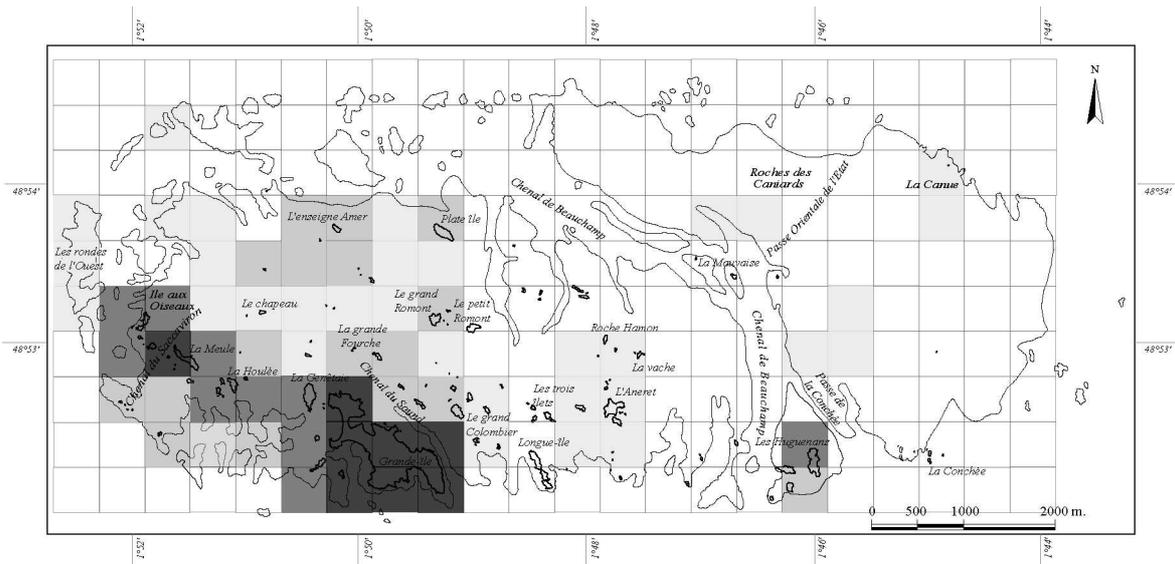
Les remarques générales à propos des invertébrés marins sont également valables pour les algues : si la plupart des espèces banales sont toutefois mentionnées, une attention toute particulière est portée aux espèces rares. Depuis sa découverte sur le site par Delise en 1825 (Davy de Virville 1939), le « *Fucus lutarius* » (considéré aujourd'hui comme conspécifique à *Fucus vesiculosus* Linnaeus (voir Powel 1963, Leclerc & al. 1998) et renommé *Fucus vesiculosus* var. *volubilis* Goodenough & Woodward 1797 (Guiry & Guiry 2007)) a été assidûment recherché par les naturalistes. Plus de 20 auteurs signalent sa présence à Chausey, de même que *Vaucheria dichotoma*, algue verte constituant des « velours » sur les vasières de haut niveau. Les deux phanérogames marines *Zostera noltii* et *Zostera marina* ont eu également la part belle dans les écrits naturalistes. La présence de stations à *Zostera noltii*, espèce qui constitue à Chausey de petits herbiers très localisés, a été repérée dès le début du XX^{ème} siècle.

d. Un attrait pour les espaces les plus riches en espèces

Les estrans de l'archipel ont été prospectés de manière très hétérogène. La carte 12 montre que les secteurs les mieux couverts sont la Grande Île et ses abords, l'extrême sud-ouest de l'archipel et, dans une moindre mesure, le groupe d'îles des Huguenants. Les problèmes d'accessibilité y sont bien évidemment pour beaucoup. L'accès classique à l'archipel se fait par le chenal du Sound et le débarquement s'effectue sur Grande Île, à partir de laquelle les prospections à pied sont quelque peu limitées par le chenal du Sound au nord, ainsi que par d'autres chenaux ne se vidant que lors de marées de vive-eau. Dans une moindre mesure, certains naturalistes ayant séjourné sur l'archipel

parviennent à se faire conduire en bateau sur quelques points excentrés (Huguenants et secteurs nord-ouest de l'archipel) ou bien débarquent directement au niveau du chenal du Saccaviron.

Toutefois, l'hétérogénéité de ces prospections est également due non seulement à des « phénomènes de mode » concernant les sites visités mais aussi à un attrait incontestable des naturalistes pour les sites les plus riches en espèces. Par les descriptions qu'ils en font, Audouin et Milne-Edwards rendent célèbre le petit chenal du Saccaviron. Presque tous les zoologistes se rendant à Chausey ont pour but ultime sa visite. Ainsi, Joyeux-Laffuie écrit-il en 1891 « *Notre but est de visiter les points les plus connus ; le Saccaviron, étroit chenal qui sépare la Meule de l'Ile aux Oiseaux, où Audouin et Milne-Edwards ont les premiers signalé une faune aussi riche que variée* » et Gravier en 1900 : « *C'est surtout le fameux Saccaviron, situé entre la Meule et l'Ile aux Oiseaux, qui ne découvre qu'aux plus grandes marées [...] et dont Audouin, H. Milne-Edwards et de Quatrefages avaient vanté les ressources, que nous avons exploré avec ardeur* ». Et d'une manière générale, les sites les plus pauvres en espèces (en général les habitats de niveau bathymétrique élevé ou les sables mobiles de bas niveaux) sont délaissés. Après s'être attardé longuement sur des secteurs riches en espèces, De Beauchamp (1923a) donne des descriptions expéditives des secteurs pauvres en espèces : « *sur l'autre rive du Sound, beaucoup de rochers (Fourches, Romonts, Colombiers) sont à un niveau trop élevé pour qu'on puisse y étudier autre chose que les associations supérieures* ». La carte des prospections naturalistes (Carte 12) montre clairement le désintérêt de secteurs pourtant relativement accessibles situés juste au nord du chenal du Sound, mais constitués essentiellement de vasières de haut niveau pauvres en espèces, et au sud-ouest de la Grande Ile, secteur relativement oligospécifique.



LEGENDE



Carte 12. Nombre de prospections naturalistes ayant fait l'objet d'une publication : données cumulées de 1828 à 2007 par maille.

e. Le caractère exceptionnel de l'archipel : construction mentale ou réalités écologiques ?

Si Chausey a été un site d'étude privilégié pour environ 9 à 10 générations de naturalistes, on doit s'interroger sur les raisons d'une telle attractivité : tient-elle à un phénomène de « mode » initié par les premiers grands naturalistes qui auraient instauré un « mythe Chausey » ou alors à un caractère écologique réellement exceptionnel ?

Il est incontestable que la première rencontre avec la mer et le premier voyage en bateau sur des îles constitue une petite aventure pour les premiers naturalistes. Observer des animaux dans leur milieu, ou même simplement vivants est également une source d'émerveillement pour eux. Il suffit de lire De Quatrefages, fasciné par l'observation d'une Annélide polychète du genre *Eunice* vivante sous son microscope, pour le comprendre : « Voyez comme elle s'indigne de cette captivité ! Comme ses nombreux anneaux se contractent, s'allongent, se tordent en spirale, et à chaque mouvement nous renvoient des jets de lumière où toutes les nuances du prisme se mêlent aux reflets de l'or et de l'acier bruni ! [...] La voilà qui rampe sur le fond du vase en agitant ses mille pattes, formées de larges palettes d'où sortent des faisceaux de dards. Voyez ces admirables panaches qui se développent sur ses deux flancs ! [...] Eh bien, n'est-ce pas merveilleux ? Est-il un animal qui puisse lui disputer le prix de la parure ? ».

Ces premiers écrits contribuent à la création d'un « mythe Chausey », accentué par le fait qu'il s'agit d'îles isolées du continent par plusieurs kilomètres. L'archipel est la destination clé de

promenades naturalistes normandes, comme l'attestent les écrits de Corbière (1891) : « *Le programme de la réunion de 1891 offrait aux botanistes un grand attrait. La visite aux pittoresques falaises de Granville et de Carolles, l'exploration de la mare et des sables maritimes de Bouillon, celles des dunes de Donville et de Bréville, et, par-dessus tout peut-être, le voyage aux îles Chausey, promettaient, en plus du plaisir des yeux, une riche et intéressante moisson* » ; de Joyeux-Laffuie (1891) : « *Chausey était la grande attraction de la réunion à Granville* » ; « *Pour les zoologistes, cet archipel est devenu une terre presque classique depuis les voyages d'Audouin, Milne-Edwards et De Quatrefages* » ; ou encore de Gravier (1900) : « *c'est vers ces îles, qui constituent une localité privilégiée pour les zoologistes que [...] M. le professeur Ed. Perrier a dirigé une excursion des plus fructueuses* ». Quitter le continent pour aller à Chausey, signifie quitter le tumulte des villes et l'agitation ambiante pour trouver le calme et la nature : Delaby, curé de Chausey écrit en 1977 : « *Quand on part de Granville et que l'on s'approche de l'archipel des îles Chausey, par temps clair avec un brin de soleil, on se sent littéralement saisi, après avoir quitté seulement depuis trois quarts d'heure ce que l'on est convenu d'appeler la civilisation avec tous ses raffinements, de se trouver en face d'un spectacle aussi sauvage et chaotique, émergeant avec des reflets dorés ou bruns, parfois verts quand il y a de l'herbe. On ne peut en détacher son regard, on est fasciné [...] Quel est donc cet étrange et mystérieux archipel qui nous reporte à des millénaires en arrière et ayant une saveur de création !* ». Partir de l'archipel signifie regagner une vie plus tourmentée comme l'atteste les phrases de De Quatrefages (1854) quittant l'archipel à bord du *Della*, une des gabares transportant le granite de Chausey à St-Malo : « *Le soleil baissait, et la brume du soir descendait sur Chausey comme un voile de gaze que ses derniers rayons coloraient d'une teinte rosée. Bientôt tout s'effaça : la terre et le ciel se confondirent à l'horizon, et Chausey disparut à mes regards peut-être pour toujours. A ce moment, j'éprouvai un sentiment profond de tristesse. Sur ces roches isolées, j'avais passé de bien douces heures, et savais-je ce que me gardait le monde où j'allais rentrer ?* ». Ce sentiment de visite d'une terre isolée anime sans doute l'idée de découverte d'une *Terra incognita* de la part des naturalistes visitant Chausey. Ferry en 1960 écrit par exemple dans un article publié dans la revue *Alauda* sur des observations ornithologiques aux Iles Chausey : « *nous avons eu un peu l'impression d'aborder une terre inconnue quand nous avons débarqué à Chausey le 23 juin 1959 pour y passer 4 jours à observer les oiseaux* ». Chacun croit y faire sa propre « petite découverte ». Le naturaliste Livory croit par exemple découvrir en *Onchidella celtica* une espèce nouvelle pour la Normandie (Livory 2000b), alors qu'elle est connue dans le schorre de l'Ile aux Oiseaux de Chausey depuis 1936 (Fischer-Piette 1936).

En consultant la masse des écrits naturalistes, le caractère exceptionnel du patrimoine marin de l'archipel semble donc beaucoup relever à la fois de l'image idéalisée d'une *Terra incognita* où l'on peut encore tout découvrir et d'un petit paradis où tout est encore vierge, sauvage et à l'abri de l'activité humaine grouillante du continent. Toutefois, cet attrait pour le site et la place particulière qu'il prend dans les écrits est en partie justifié par des caractéristiques écologiques originales.

Tout d'abord, selon les auteurs, Chausey est un site caractérisé par une faune riche et abondante. Audouin & Milne-Edwards (1828) justifient le choix de leur site d'étude ainsi : « *Cette année, nous nous sommes dirigés vers le petit groupe des îles Chausey, situées vis-à-vis de Granville dans le département de la Manche. Plusieurs circonstances on décidé ce choix. Ces îles, ou plutôt ces écueils, au nombre de cinquante-trois, offrent une grande superficie de côtes abondamment pourvues d'animaux ; elles sont toutes inhabitées etc.* ». Pour Fauvel (1905) « *c'est là que la faune est la plus riche et la plus océanique* » parmi les autres sites normands qu'il prospecte. Davy de Virville souligne en 1939 : qu'on « *peut y observer une faune et une flore si ce n'est très riche, du moins d'aspect très particulier* ». On peut ensuite noter que les auteurs rendent compte d'une grande diversité « d'habitats » (même si ce terme n'est employé que tardivement). De même que pour Bréhat, De Beauchamp trouve en Chausey un site d'étude parfait pour vérifier les lois de distribution du vivant sur les estrans. Chausey lui permet de distinguer plusieurs secteurs, ainsi que les espèces et facteurs environnementaux qui les caractérisent (voir Carte 9). La diversité des habitats et des espèces, mais aussi et surtout la situation de cet archipel en régime de fortes marées sont reconnus par les auteurs. C'est un site qui devient, pour ainsi, dire, un « site école » pour l'étude de la vie dans la zone de balancement des marées.

f. De la perception de la fragilité du site à une volonté de protection

Du sentiment d'isolement de la « civilisation urbaine » et de la beauté paysagère du site, naît la perception idéalisée de Chausey, petit paradis vierge et encore intact. On s'inquiète très tôt de voir ce lieu perturbé. Joubin (1910) au tout début du XX^{ème} siècle s'effraie déjà d'un éventuel pillage des ressources de l'archipel par des pêcheurs à pied venus de l'extérieur par les bateaux qui font la navette depuis le continent : « *Jusqu'à ces dernières années les îles Chausey, d'un abord difficile, dépourvues d'hôtels et de moyens de communication, ne recevaient la visite que de rares pêcheurs. Mais maintenant que l'on a organisé tous les moyens d'accès, que des bateaux à vapeur font pendant tout l'été un service spécial pour les pêches d'amateurs et transportent à chaque marée des centaines de destructeurs, il est probable que la richesse de Chausey en animaux côtiers touche à sa fin. C'était le seul point de la région où l'on pouvait trouver à peu près intacte la faune côtière, car la 'civilisation (?) balnéaire' qui sévit sur tout le littoral en a détruit la plupart des êtres vivants en les pourchassant sans relâche et en empoisonnant les eaux* ». De la peur de voir que ce patrimoine naturel exceptionnel et encore intact puisse être altéré à des propositions de protection, il n'y a qu'un pas, que les naturalistes des années 1970 franchissent. C'est donc de cette longue et riche histoire naturaliste, qui voit en Chausey un patrimoine exceptionnel intact, que naissent très tôt les premières mesures de protection du site. Il est d'ailleurs intéressant de noter qu'en France les premières mesures de protection d'espaces naturels ont d'abord concerné les milieux insulaires (une des premières réserves naturelles est celle des Sept Iles dans les Côtes d'Armor, créée en 1912) et que les mesures de

protection les plus fortes, à l'image des Parcs Nationaux, concernent les milieux montagnards, les moins peuplés et perturbés par les activités anthropiques et un archipel : celui de Port-Cros.

g. Des données malgré tout insuffisantes pour attribuer une valeur au patrimoine naturel

Ces données, riches d'enseignement et majoritairement d'une très grande qualité, ne sont toutefois pas suffisantes pour permettre une estimation de la valeur du patrimoine naturel intertidal du site pour plusieurs raisons. Tout d'abord, le terme même de « patrimoine naturel » est une notion très récente et en anachronisme avec la majorité des études que nous avons précédemment évoquées. Par conséquent, jusque récemment, lui attribuer une valeur n'aurait pas eu de sens. Ensuite, l'évaluation de ce patrimoine impose d'en avoir une vision d'ensemble alors que les prospections des auteurs n'ont jusqu'alors concerné que des fragments de l'archipel (les plus attractifs ou les plus accessibles). Enfin, et c'est un truisme, ces données de référence sont anciennes et doivent être réactualisées.

2. Proposition d'un outil de description et de suivi des habitats littoraux

Dans l'Article N°1, nous proposons un nouvel outil permettant une cartographie fine et un suivi des habitats intertidaux de sites caractérisés par une extrême fragmentation spatiale et nous le testons sur l'archipel de Chausey.

La cartographie des habitats marins est en effet une étape préliminaire importante dans une logique de conservation et de gestion des espaces côtiers. Les différentes méthodes existantes de cartographie d'habitats marins requièrent généralement des prélèvements faunistiques et sédimentaires sur des grilles régulières d'échantillonnage et elles ont souvent recours à des relevés bathymétriques ou à des outils toujours plus perfectionnés issus de la télédétection. Toutefois, ces différentes méthodes ne permettent pas de cartographier les mêmes éléments (éléments biologiques, éléments abiotiques, assemblages benthiques, habitats benthiques etc.) et ne requièrent ni le même coût en temps et en argent, ni les mêmes compétences techniques. En conséquence, les suivis à long terme sont souvent impossibles et ne peuvent être conduits par des non spécialistes comme les gestionnaires d'aires marines protégées. Notre méthode (dite « méthode naturaliste »), essentiellement basée sur des observations directes de terrain d'éléments biotiques et abiotiques, est testée et comparée avec les méthodes classiquement utilisées dans le domaine de la cartographie d'habitats marins. Elle apparaît relativement rapide et peu onéreuse à mettre en œuvre au regard du haut niveau de précision obtenu. De plus, elle est particulièrement bien adaptée aux environnements intertidaux fragmentés, précisément là où les résultats issus d'autres méthodes restent limités.

Article N°1

Article soumis à *Marine Ecology Progress Series*.

A naturalist method to map highly fragmented benthic habitats

Laurent Godet*¹, Jérôme Fournier*, Nicolas Toupoint*, Christian Retière*, Frédéric Olivier*

* Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN), Département Milieux et Peuplements Aquatiques,
Station marine de Dinard USM0404 - UMR 5178 BOME
17, Avenue George V - 35800 Dinard – France
Tel.: +33(0)299461390

¹ Corresponding author: godet@mnhn.fr

Keywords: benthic habitats, Chausey Archipelago, mapping, Naturalist Method, tidal flats

Running head: Naturalist Method to map benthic habitats

Abstract

Mapping seafloors is a fundamental step for managing and/or preserving coastal zones. Various methods have been used to map seafloors, primarily benthic macrofauna and sediment sampling along regular grids or transects, bathymetry and/or remote sensing. These methods map very different things (e.g., biotic or abiotic features, benthic assemblages, and/or benthic habitats), and they do not have the same accuracy levels nor do they have the same cost in time and money. Furthermore, such methods cannot be used by non-specialists, such as protected area managers, and consequently, long-term monitoring mapping is often impossible. In this paper, we propose a method called the Naturalist Method (NM), based essentially on direct field observation of specific biotic and abiotic criteria. This method was tested and compared with other classical mapping methods. The results of this comparison show that our Naturalist Method is relatively rapid and inexpensive given the highly accurate results obtained. Moreover, NM is particularly suitable for highly-fragmented intertidal landscapes where other methods are often limited.

Introduction

Seafloor maps are very useful for evaluating the potential impact of human activities on the marine environment or for performing long-term monitoring (e.g. Schwinghammer et al. 1995, Donnan & Davies 1996, Kaiser & Spencer 1996). However, mapping methods are very diverse: they often map very different elements, they do not produce the same levels of accuracy, and they do not have the same cost. This study focuses on benthic habitat mapping. In this context, *habitat* is used to mean "a place in which both the physical and biological characteristics are homogeneous, and are different from those of the surrounding area(s)". In other words, these characteristics vary less intra-habitat than they do inter-habitat.

The spatial patterns of benthic *habitats* (initially considered to be *communities*) have been studied since the early 1900s, first by Petersen (1913, 1915) and then by such authors as Molander (1930), Holme (1950), Cabioch (1968) and Cabioch & al. (1978). These surveys applied the same regular sampling efforts, and the habitats were generally determined *a posteriori* according to different methods that clustered the similar stations based on their physical and biological characteristics. These early studies not only provided large inventories and seafloor maps, but also the foundations on which repose current knowledge about the benthic assemblages and the environmental parameters that determine the spatial distribution of benthic organisms (e.g. Thorson

1957). However, the methods used in these early studies are highly time-consuming due to the need to sort and identify the marine invertebrates, and they require the competencies of highly skilled biologists, especially in the identification step. Because of the time required, survey designs calling for fine mesh sampling are often impossible, which makes it difficult to detect small-scale patterns of heterogeneity. In general, the time required insures that long-term habitat monitoring is difficult to perform, and the need for highly qualified personnel bars the non-specialists best placed to perform them (e.g., protected area managers) from conducting such monitoring.

Over the last several decades, many remote sensing techniques have been developed for mapping seafloors, mainly through satellite images, aerial photographs, or acoustic surveys using bathymetry and sidescan sonar (see the review by Diaz & al. 2004). These techniques allow large areas to be mapped quickly, and are suitable for both highly-fragmented and monotonous benthic systems (Freitas & al. 2003). Remote sensing allows the accurate mapping of the spatial patterns of several marine species, among which aquatic vegetation, especially seagrasses, are by far the most studied in temperate climates (see Duarte 1999). When mapping benthic habitats, traditional mapping methods using remote sensing often focus on bathymetry and sediment structures, and thus consider habitats as "dwelling places" or "preferred substrates" for plants or animals, with the biota representing a kind of cover overlying the physical bottom features (Diaz & al. 2004). Biological data are only used to test the presumed concordance of species distributions with these characteristics. For this reason, the mapping methods that apply this meaning of the word, *habitat*, concern mainly the preservation of particular species through their habitat, which is considered as their preferred environment (e.g. Cochrane & Lafferty 2002, Whaley & al. 2007).

This paper proposes an interdisciplinary method, called the Naturalist Method (NM), essentially based on field observations. Our aim is not to propose an innovation in terms of technique, but rather to propose an innovation in terms of process. Our interdisciplinary method i) allows the accurate mapping of benthic *habitats*, as defined in paragraph 1 of this introduction; ii) allows the mapping of highly-fragmented intertidal sandflats and the identification of all their habitats; iii) is relatively quick and inexpensive in order to allow long-term monitoring; and iv) is quite user-friendly, permitting its use by non-specialists, for example, managers of protected marine areas.

Material and Procedures

Test Site

We selected a very particular site to test our method: the Chausey Islands, located in the Normand-Breton Gulf (France). This archipelago is subject to an extreme megatidal regime, with a tidal range up to 14 m during spring tides (Fig. 1). It covers roughly 4500 ha, with 1410 ha of sandflats emerged during extreme low water spring tides and 829 ha during mean low water spring tides. The complexity of this archipelago, with its more than 300 islets and its extreme megatidal regime, gives rise to a highly-fragmented intertidal benthic landscape.

The Naturalist Method (NM)

An aerial photo mosaic was assembled from a 42-photograph set with a spatial scale of 1:10000. These photos were taken on 13 August 2002, rectified using ER Mapper Software 6.1, and imported into the Geographic Information System (GIS) Arcview 3.1 Software (ESRI 1998).

Using GIS on the aerial photo mosaic, 49 km of transects were plotted, covering the largest possible area of the site's intertidal sandflats and crossing over the main benthic features identified on the aerial photograph. In the spring of 2005, field observations were made along a 100-meter band on both sides of the transects at 50m intervals or at points where visible changes in the biological or sedimentary features could be detected. (The area surveyed was equal to 1072.84 ha, or 76% of the site's sandflats.) These observations were written up, generating a total of 980 descriptions, which were then completed with photographs of the sediment and landscapes in each of the four cardinal directions. These data were geo-referenced using a Global Positioning System (GPS) and then integrated into the GIS.

The field descriptions include both abiotic and biotic data and can be grouped into 5 categories: i) the main topographic characteristics of the tidal flat; ii) the sediment characteristics; iii) the hard or soft substrata vegetation (phanerogams and algae) known to be good indicators of specific bathymetric levels (selected from Lewis 1964); iv) soft-bottom flora species identified in the field; and v) soft-bottom fauna species identified in the field. (See Table 1 for the detailed list of data).

Once the 980 field descriptions had been generated, a correspondence analysis was performed on the data. Next, a hierarchical clustering, measuring the Euclidian distance between observations, was executed on the coordinates of the first factors of the correspondence analysis in order to group stations in terms of their similarities based on the data used.

The identified habitats, corresponding to homogeneous groups, were then displayed on the aerial photograph in the GIS, with a different symbol representing each habitat. The habitats were mapped according to the habitat points displayed, the geo-referenced landscape photographs, and benthic features visible on the aerial photograph.

The entire mapping process was performed on the same 1:1000 scale. The "real scale" (1:10000) corresponds to the spatial resolution of the aerial photographs, and the 1:1000 scale corresponds to the zoom used with the GIS to facilitate the mapping process. In fact, it is nearly impossible to draw polygons with side lengths of less than 3mm on a computer screen. Using the 1:1000 scale allowed polygons of terrain as small as 9m² to be mapped.

Figure 2 presents the details about the NM method -including the hardware, software, and special skills required to use the method, the various steps, and the expected time for each step. For reasons of simplicity, the habitats identified using NM are designated as 'NM Habitats'.

Assessment

NM Mapping: the results

A first correspondence analysis (CA) was performed on the 980 field descriptions. The first two factors explain 17.95% of the total inertia, with 23.77% for the first three factors. The hierarchical clustering performed on the coordinates of the first three factors distinguished two main groups, A and B, with 2 NM habitats (A1 and A2) within the group A (Fig. 3).

A second CA was performed on group B, with the first two factors explaining 19.11% of the total inertia and the first three factors explaining 25.28%. The hierarchical clustering performed on the coordinates of the first three factors distinguished 7 other main NM habitats (Fig. 3). The first factorial plane (Axis 1 and 2) is characterized by a Guttman effect (i.e., a horseshoe effect), revealing a sediment-bathymetry gradient that ranges from muddy sediments of a high bathymetric level in the top left hand corner to ridged coarse sediment of a low bathymetric level in the top right hand corner. The factor projection on the first factorial plane revealed the main factors characterizing each group. All the codes/names of all the NM habitats and the factors characterizing them are shown in Fig. 3.

The map of the 9 NM habitats is presented in Fig. 4. This map represents more than 90% of the sandflats emerged during mean low water spring tides and 60% of the sandflats emerged during extreme low water spring tides.

Based on the above descriptions, the NM method allows large areas to be mapped relatively

quickly. For example, it took one person approximately 100 days to map the area presented in Fig. 4. The method's accuracy level is high, and it allows small-scale heterogeneity features to be mapped. There is no benthic sampling, sorting, or identification required, and only a few species sets have to be recognized. As a result, no highly specialized skills are required. Moreover, this method's data acquisition procedure is appropriate to our definition of *habitat* because it involves simultaneous acquisition of sedimentary and biological data.

Comparison of the NM habitats with the benthic assemblages identified through a traditional benthic survey

Benthic habitat mapping is traditionally based on macrofaunal benthic sampling surveys emphasizing the different benthic assemblages. In this section, we evaluate the equivalence of NM and traditional benthic surveys by comparing the NM habitats with macrofaunal benthic assemblages identified by the more traditional survey methods.

Macrofaunal benthic sampling was conducted in Autumn 2005 in the 6 largest NM habitats. Three stations in each of the 5 main habitats (*Hediste diversicolor* muds; *Arenicola marina* sands; *Lanice conchilega* beds; *Glycymeris glycymeris* coarse sands; and *Zostera marina* beds) and the more localized habitat (*Cerastoderma edule* coarse sands) were sampled. At each station, four 0.1 m² cores were collected. Samples were then washed through a 2mm-mesh circular sieve. After sieving, all samples were immediately preserved in formol. In the laboratory, the material retained by the mesh sieve was sorted twice, the second time after Rose Bengal staining. All the macrozoobenthos components were identified to the lowest possible taxonomic order using standard taxonomic keys, and then were enumerated. Benthic-demersal species were not included in our results.

We followed methods recommended by Clarke & Warwick (1994) and used the Plymouth Routines in Multivariate Research (PRIMER) version v5.2.2 software (Clarke & Gorley 2001) to analyze the structure of macrozoobenthic assemblages. Non-metric multi-dimensional scaling ordinations (nMDS) were done on the basis of Bray-Curtis similarity matrices calculated from 4th root transformed species density data and from presence-absence transformed species density data. Stress values were shown for each MDS plot to indicate the accuracy of the representation of distances between samples (Clarke 1993). Significant differences between groups were tested using the ANOSIM sub-routine (Clarke & Green 1988).

A total of 209 macroinvertebrate taxa were identified from the 64 samples. The dendrogram of the hierarchical cluster analysis (Fig. 5A) and the corresponding MDS plot based on 4th root transformed data (Fig. 5B) reveal 3 or 8 groups (namely groups 'a' to 'h'), isolated at similarity levels of 18% or 41% respectively (Fig. 5B). Macro-benthic assemblages differ significantly between the groups with 41% similarity (ANOSIM $0.778 \leq R \leq 1$; $0.0001 \leq p \leq 0.029$) except for the clusters g and h (ANOSIM $R=0.067$; $p=0.304$).

The significantly different assemblages correspond to the different NM habitats. Assemblage 'a' corresponds to the *H. diversicolor* muds, 'd' to *L. conchilega* beds, and 'e' to *Z. marina* beds. Assemblage 'c' includes one station from the *A. marina* sands and one from the *C. edule* coarse sands. The *G. glycymeris* coarse sands are split into two significantly different assemblages: 'f' and 'g'/'h'.

The dendrogram of the hierarchical cluster analysis and the corresponding MDS plot based on presence-absence transformed data reveal the same assemblages as with 4th root transformed data, except for two significantly different assemblages corresponding to the *A. marina* sands and *C. edule* coarse sands. Consequently, according to this presence-absence transformation, the assemblages correspond exactly to the NM habitats, except for the *G. glycymeris* coarse sands habitat, which is split into two significantly different assemblages.

Thus, we can conclude that the NM habitats accurately correspond to macrofaunal benthic assemblages. In fact, the assemblages only differ from the NM habitats on a few points: for example, two different assemblages were distinguished among the *A. marina* sands, due to differences in the relative abundances of a few species but not due to differences in species composition. The two significant assemblages distinguished among the *G. glycymeris* coarse sands were the result of one station having more abundant and more diversified assemblages than the other two.

Why choose NM rather than traditional benthic macrofaunal sampling?

Given the near perfect correspondence of the NM habitats to the "real" benthic assemblages, why should the NM method be chosen over traditional benthic sampling? Based on the calculations given below, we feel the advantages of our method are quite clear.

We assessed both the mesh size and the time required to provide a high resolution map from regular grid benthic sampling that would be as accurate as the one provided by our Naturalist Method. Using the GIS software, we created 6 regular grids of 6 different square mesh sizes (2000m, 1000m, 500m, 250m, 125m, 62.5m)

overlapping the NM habitats. We attributed to each cell the largest habitat present in the cell. For each mesh size, we calculated:

- 1) a mean error ' α ' percentage, corresponding to the surface of the remaining NM habitats in each cell (i.e., all the NM habitats within the cell, except the largest one); and
- 2) a mean error ' β ' percentage, corresponding to 1 minus the ratio of the total area assessed using the regular grid method over the total area assessed using NM.

α and β were only calculated for cells covered by at least $\frac{1}{4}$ of intertidal soft sediments. Based on our own benthic sampling surveys, we assume that the mean time required for one person to collect benthic samples, sort the biological material, and identify the different invertebrate species is equal to 10 days per station (4 replicates).

The smaller the mesh size, the lower the α values (Fig. 6A): the 62.5m mesh size grid is the minimum grid needed to reach 10 % α values. However, according to our calculations, the total number of stations (N=69) for even the smaller 500m grid would mean 3 years of work for one person and would entail a relatively high error level ($\alpha = 24.5$ %), which is not a realistic scenario. Moreover, although relatively large and poorly fragmented habitats (e.g., *G. glycymeris* coarse sands and *L. conchilega* beds; Fig. 6B) may be accurately identified with large meshes, the others are imprecisely identified, even with the finest mesh size tested (Fig. 6C).

In summary, it would appear that reaching an accuracy level similar to NM with regular macrozoobenthic sampling requires a sampling mesh size too small to be feasible.

Comparison of NM and classic remote sensing methods

In order to compare NM to remote sensing methods, we mapped the different benthic features visible on the aerial photo mosaic using distinct layers of polygons with the GIS software, zooming in to a 1:1000 scale. Field validations with GPS were performed for every class identified on the intertidal sandflats. For each class of less than 20 ha, each polygon was checked in the field and boundaries were determined with GPS. For classes of more than 50 ha, quadrats-transects were plotted across the principal mapped polygons. For the class of more than 300 ha (*Z. marina* beds), only the main patches were checked in the field because these beds are known to be accurately mapped with photo interpretation methods (Robbins 1997).

This method allowed us to map all the islets, both rocky intertidal and subtidal areas, and 6 different soft-bottom classes on a 1:1000 scale, including salt marshes (2.63 ha), *Vaucheria* spp. (11.79 ha), *F. lutarius* (1.94 ha), *L. conchilega* (90

ha), *Z. noltii* (1.55ha) and *Z. marina* beds (119.46 ha intertidal and 223.69 ha subtidal). However, most of the intertidal sandflats were unidentified (1272 ha) so that the parts of the intertidal sandflats identified represented only 27% of the sandflats emerged during mean low water spring tides and less than 16% of the sandflats emerged during extreme low water spring tides.

As a result, photo-interpretation allowed us to identify and map only 2 of the 9 NM habitats: the *L. conchilega* and *Z. marina* beds, which are associated to two specific benthic assemblages. Only a tiny part of the total intertidal sandflat area could be identified via the photo-interpretation method, and the identified entities did not necessarily correspond to original homogeneous biological or sedimentary groups. In fact, identified groups were essentially restricted to the visible flora or fauna found in high densities (i.e., halophilous vegetation, *F. lutarius*, *Vaucheria* spp., *Z. noltii*, *Z. marina* and *L. conchilega*). Thus, photo-interpretation seems to be fully appropriate for mapping specific benthic habitats that are visible on the photographs, but is inappropriate for mapping all of the intertidal benthic habitats on a site for which direct field observations (or benthic sampling) are still required.

Comparison of NM and methods mapping bathymetric and sedimentary features

Because many modern benthic mapping techniques focus on bathymetric and sedimentological features to map habitats (Diaz & al. 2004), we decided to compare NM to methods used to map bathymetric and sedimentary features. To do so, we collected the two kinds of data:

- *Bathymetric data* - A bathymetric map was generated from bathymetric data for the test site acquired by Tocquet & al. (1957); six bathymetric levels were mapped and integrated into the GIS.
- *Sedimentary data* - 384 sediment cores were sampled across the archipelago using a 10cm-deep core with a diameter of 50 mm. The sediment size class distribution was analyzed for all samples, which were rinsed repeatedly with distilled water allowing fine sediments to settle overnight prior to decanting. Clean sediments were dried at 60°C for 24h. Grain-size analyses were conducted using dry sieving through AFNOR standard sieves with 1, 0.8, 0.63, 0.50, 0.40, 0.315, 0.25, 0.20, 0.16, 0.125, 0.100 mm and 80, 63, 50, 40 μ m meshes. Sediments smaller than 40 μ m were collectively retained as a pan fraction. The weight of each size fraction was recorded as a percentage of the total sample weight.

Grain size parameters were calculated arithmetically and geometrically (in microns) with

the Gradistat v.4.1. program (Blott & Pye 2001), modified by Fournier (2004 unpublished data) according to the Moment and Folk and Ward method. This program provides the sediment names and a physical description of the textural groups to which the sample belongs (e.g., Slightly Gravelly Sand) according to Folk (1954). Identified textural groups were then displayed on the aerial photograph through the GIS, using a different symbol for each group. Each group was then mapped according to the groups displayed on the photograph and photo interpretation.

On the GIS, the intersection of the different layers -corresponding either to the bathymetric levels and sedimentological textural groups or to the NM habitats- was used to determine the equivalence between these different data. In order to propose a synthetic overview of these equivalences, we focused on the 4 bathymetric levels and 5 textural groups. Consequently, a bathymetric-sedimentary group may correspond to one or more different NM habitats.

For each bathymetric-sedimentary group, we calculated the corresponding area of each NM habitat. We then attributed to each bathymetric-sedimentary group the identity of the main NM habitat composing it. For example, if the bathymetric-sedimentary group #1 is composed of 15% of *G. glycymeris* coarse sands, and 85% of *Z. marina* beds, we identify group #1 as a *Z. marina* beds habitat. The % of area in the other habitats included in the bathymetric-sedimentary group was considered as a **habitat mapping error probability**. For example, the error probability associated to group #1 is equal to 15% (i.e., 15% of this bathymetric-sedimentary group covers other habitats than the main one from which the group's name was derived).

Figure 7 clearly shows that the NM habitats correspond roughly to distinct bathymetric levels and to different sedimentary textures. For example, *T. saltator* sands are located at high bathymetric levels characterized by coarse sands. Nevertheless, several habitats may overlap the bathymetric levels and textural groups. If two bathymetric and sedimentary classes are almost covered by two respectively different habitats (e.g., the coarse sediment of low bathymetric levels are mainly covered by *G. glycymeris* coarse sands and the muddy sediments of low bathymetric levels are mainly covered by *Z. marina* beds), several NM habitats may occur within a given bathymetric-sedimentary class.

Table 2 shows the habitat mapping error probability of each bathymetric-sedimentary group. Only three bathymetric-sedimentary groups have an error probability lower than 10%. These groups correspond to low-bathymetric levels groups with coarse or fine muddy sands.

In summary, the NM habitats appear to correspond roughly to specific bathymetric levels and textural groups. However, a given bathymetric level and/or a given textural group may contain several habitats. Consequently, sedimentological and bathymetric data do not seem acceptable for identifying and mapping benthic habitats.

Discussion

The Naturalist Method: an accurate method which conforms to biological realities

The Naturalist Method allows both highly accurate mapping and highly accurate identification of all the prospected sectors. In fact, the remaining unidentified sandflats could have been mapped by generating additional field descriptions along additional transects. Because the NM habitats correspond to benthic biological realities, the NM method should allow expensive and time-consuming benthic and sedimentological benthic surveys to be avoided. Moreover, the NM habitats conform to well-known benthic community classifications that have been described previously by several authors. Fifty years ago, Pérès (1957) had already proposed the first world-wide classification of benthic communities based on benthic bionomic studies conducted throughout the world (e.g. Pruvot 1895, De Beauchamp 1914, Petersen 1918, Ford 1923, Le Danois 1925, Pearse & al. 1942, Stephenson & Stephenson 1949, Jones 1951, Thorson 1952, Molinier & Picard 1953, Costa & Picard 1957). Almost all the NM habitats correspond to the benthic communities previously described by Pérès (1957), and they also correspond to international typologies, such as the recent EUNIS (European Nature Information System) classification scheme (Tab. 3).

The Naturalist Method: a relatively quick, inexpensive and user-friendly method

NM is a relatively quick and inexpensive method, based mainly on basic naturalistic knowledge. Some particular skills are needed (e.g., photogrammetrical and GIS skills), and there is a certain expense due to the cost of the aerial photography needed to produce the geo-referenced aerial photo mosaic, but this comes into play essentially during the preliminary phase and is no more costly than the mapping support required by the majority of the other mapping methods.

Certainly, there are several ways to compensate for a lack of skill or a lack of money. With enough money, no special photogrammetrical skills are required: aerial photo mosaics that have already been geo-referenced can be bought (500 € for 100 km² in France if the mosaic already exists, but more than 15000€ if the mosaic must be

created), as can very high-resolution geo-referenced satellite images, which are available for almost all the parts of the world (3500€ for 100km² for a 0.8m² resolution panchromatic image from the IKONOS Satellite).

On the other hand, users with specific skills in photogrammetry and not much money could buy much more inexpensive sets of aerial photographs (40€ for one color photograph in France, or 1760€ for a set of 44 aerial photographs like the one for the Chausey Islands, if the photographs already exist; 160€ for one color photograph, or 7040€ for a 44-photo set if the photographs do not already exist and must be ordered). Free-access high-resolution satellite images and aerial photographs are becoming more and more easily available on the web (e.g., Google EarthTM), and offer the possibility of creating aerial photo mosaics for free.

NM is all the more inexpensive because the required software can all be found for free: there are many free GIS software (e.g., SPRINGTM: www.inpe.br; GRASSTM: www.grass.itc.it) and free statistical software (e.g., RTM) are now available on the Internet.

The remote sensing methods: accurately mapping a few isophens

Benthic mapping via photo interpretation allows a very small number of natural entities to be mapped. These entities correspond to visible biotic or abiotic features, but not necessarily to benthic habitats. Furthermore, unlike the NM method, which identifies habitats using exploratory statistics, interpreting and selecting the different classes from aerial photos is a subjective process that is highly dependent on the user's experience and field-knowledge. For this reason, we suggest using geo-referenced aerial photo mosaics only as preliminary supports for benthic habitat mapping.

The remote sensing techniques using satellite images performed for our test site (not presented in this paper) did not produce better results than the photo interpretation. In fact, a preliminary evaluation of the SPOT5 satellite's ability to map benthic habitats was performed in 2005 on the Chausey archipelago (Cotonnec & al. 2005). Using the usual image processing routines, 11 classes were detected, but they included only one soft-bottom intertidal habitat (the *L. conchilega* beds).

Habitat mapping using bathymetric and sedimentary data: a different meaning of the word habitat

As demonstrated above, bathymetric and sedimentary features do not correspond precisely to NM habitats. In fact, sediment types are known to control the benthic species distribution (Thorson 1971), with similar groups of species commonly

occurring on similar substrata, and grain size being the most commonly found correlative factor (Rhoads 1976). However, as suggested by Newell & al. (1998), benthic community composition is not controlled by the simple granulometric properties of the sediment nor by the bathymetric features. For example, particle mobility and the association of biological and chemical factors operating over the long-term must also be taken into account (Newell & al. 1998). Nevertheless, these bathymetric and sedimentary data may be quite useful for identifying and/or modeling benthic *habitats*, if the word is used to mean the 'dwelling place' of particular species.

Comments and recommendations

Classic quantitative benthic sampling methods may be more precise and more appropriate for detecting the subtle biological differences that allow the different benthic assemblages living within a single NM habitat to be distinguished. In fact, NM may be less appropriate than benthic sampling methods for habitats characterized by small individuals, such as small amphipods or polychaetes. NM primarily assesses macrofauna on the basis of visible bioturbations and structures or the tracks the fauna produce, and thus small bivalves or polychaete species can be underestimated. In addition, we deliberately chose to select a very small number of megafaunal species that can be identified directly in the field, sometimes at the Genus or Family taxonomic level. However, we assume that the very large number of observations provided a counterbalance for this potential bias. Moreover, several authors have shown that the family level is well suited for describing macrofauna patterns (Warwick 1988, Warwick & al. 1990, Gray & al. 1992).

In this study, we applied NM at a test site characterized by highly-fragmented landscapes. The method could be less suitable for more homogenous landscapes and might have to be modified slightly. First, it is clearly more difficult to detect gradual sedimentary and biological changes in the field than clear-cut ones. Second, in many homogeneous sandflats, the bathymetric and sedimentary characteristics are very gradual and the naturalist method would have to be adapted to insure that the NM transects cross the different principle bathymetric and sedimentary features.

In addition, the accuracy of the benthic habitat mapping depends both on the spatial resolution of the aerial photographs and on the zoom scale used to map the habitats on the GIS. Therefore, we strongly recommend that potential NM users obtain photographs that are as accurate as possible and that they always apply the same zoom scale when mapping on the GIS.

Finally, in our opinion, NM could be applied to shallow subtidal sandflats with slight changes in the procedure. For example, field descriptions by observers walking along transects on intertidal sandflats could be replaced by seafloor photograph sets taken with Benthos Deep Sea Survey Camera. By using such cameras instead of traditional grab sampling, Kostylev & al. (2001) managed to improve the speed of data analysis and was able to collect more information with less expense. The drawbacks highlighted by these authors are the same as those related to direct field observations: the presence of infauna can only be assessed by referring to the tubes, burrows, and other bioturbation features found on the seafloor. Still, such drawbacks could probably be limited by also using a small number of macrofauna grab samples. For intertidal sandflats, we proposed in this article collecting a few species and then identifying them in the laboratory; for subtidal areas, this type of collection could also be used to supplement the information gathered by the camera.

Tables et Figures de l'article N°1

Table 1. Criteria used for the field descriptions of the Naturalist Method (* indicates the species collected and identified in the laboratory).

(* indicates the species collected and identified in the laboratory)

		Categories			Abbr.	'note'	
1 st level	2nd level	3rd level	4th level	5th level			
Abiotic criteria	Topography characteristics	Slope			Low	0=None 1=Weak 2=Strong	
		Ripplemarks			Ripp		
		Ridges			Ridg		
		Mounds and depressions			Moun		
	Sediment characteristics	Texture	Silt		Silt	0/1	
			Fine sands		Fine	0/1	
			Medium sands		Medi	0/1	
			Coarse sands		Coar	0/1	
			Muddy		Mudd	0/1	
		Structure	Limp		Limp	0/1	
			Soft		Bull	0/1	
			Indurate		Indi	0/1	
		Oxidation	Oxidised		Oxid	0/1	
			Anoxic	In surface		Anox1	0/1
				In a depth of 10cm		Anox2	0/1
Biological criteria	Vegetation indicating a specific bathymetric level	Soft bottom vegetation	Algae	<i>Fucus lutarius</i>	Fuclut	0/1	
				<i>Vaucheria</i> spp.	Vauc	0/1	
		Hard substrate vegetation on blocks among soft sediments	Phanerogams	Halophilous vegetation		Halo	0/1
					<i>Zostera noltii</i>	Zosnol	0/1
				<i>Zostera marina</i>	Zosmar	0/1	
				<i>Pelvetia canaliculata</i>	Pelv	0/1	
			Algae	<i>Fucus spiralis</i>	Fucspi	0/1	
				<i>Fucus vesiculosus</i>	Fucves	0/1	
				<i>Ascophyllum nodosum</i>	Asconod	0/1	
				<i>Fucus serratus</i>	Fucser	0/1	
	Other vegetation	Soft bottom vegetation	Algae		<i>Enteromorpha</i> spp.	Ente	0/1
					<i>Ulva</i> spp.	Ulva	0/1
	Benthic fauna	Animal tracks	<i>Arenicola marina</i> faeces or burrows			Aremar	0=absent 1= scattered 2=abundant
			<i>Hediste diversicolor</i> burrows or living animals			Heddiv	0/1
			<i>Lanice conchilega</i> sand-fringes			Lancon	0=absent 1= scattered 2=abundant
<i>Petaloproctus terricola</i> tubes			Peta	0/1			
<i>Sabella pavonina</i> tubes			Sabe	0/1			
Living animals		Cnidairs	<i>Anemonia viridis</i>		Anem	0/1	
			<i>Cereus pedunculatus</i>		Cere	0/1	
			<i>Edwardsia</i> spp.		Edwa	0/1	
		Annelids	<i>Cirratulidae</i> spp.		Cirr	0/1	
			<i>Nephtys caeca</i> *		Nepcae	0/1	
			<i>Nephtys hombergii</i> *		Nephom	0/1	
			<i>Nephtys cirrosa</i> *		Nepcir	0/1	
			<i>Perinereis cultrifera</i> *		Peri	0/1	
		Plathyhelminthes	<i>Convoluta roscoffensis</i>		Conv	0/1	
		Sipunculids	<i>Sipunculida</i> spp.		Sipu	0/1	
			<i>Talitrus saltator</i>		Tali	0/1	
		Crustaceans	<i>Carcinus maenas</i>		Carc	0/1	
			<i>Liocarcinus</i> spp.		Lioc	0/1	
			<i>Paguridae</i> spp.		Pagu	0/1	
			<i>Capsella variegata</i>		Caps	0/1	
		Molluscs	<i>Cerastoderma edule</i>		Cen	0=absent 1= scattered 2=abundant	
			<i>Crepidula fornicata</i>		Crep	0/1	
			<i>Gibbula magus</i>		Gibb	0/1	
<i>Nassarius reticulatus</i>			Nass	0/1			
<i>Ensis ensis</i>			Ensi	0/1			
<i>Glycymeris glycymeris</i>			Glyc	0/1			
<i>Mactra glauca</i>			Mact	0/1			
<i>Mytilus edulis</i>			Myti	0/1			
<i>Paphia rhomboides</i>			Paph	0/1			
<i>Ruditapes philippinarum</i>			Rudi	0/1			
<i>Spisula solida</i>			Spis	0/1			
<i>Venerupis aurea</i>			Vene	0/1			
<i>Venus verrucosa</i>			Venu	0/1			

Table 2. Habitat mapping error probability when using only bathymetric and sedimentological data (Bold >50% ; Normal = [10%;50%] ; underlined <10%).

		Sedimentary texture				
		A	B	C	D	E
Bathymetry	1	24,63	66,00	66,23	46,99	36,36
	2	23,30	38,37	44,20	67,06	52,99
	3	<u>1,15</u>	43,40	40,10	67,52	60,82
	4	<u>0,62</u>	13,15	34,57	13,63	<u>5,08</u>

LEGEND

Textural groups	Bathymetric levels
A Sandy gravel	1 Up to mid-tide level
B ± Gravely sand	2 Between mid-tide level and mean low water neap level
C Sand	3 Between mean low water neap level and mean low water spring level
D ± Gravely muddy sand	4 Between mean low water spring level and extreme low water spring level
E ± Gravely and ± sandy silt	

Table 3. Correspondence between the NM habitats, the benthic community classification of Pérès (1957) and the EUNIS classification.

This article	Pérès 1957	EUNIS Classification scheme
<i>Talitrus saltator</i> sands	Jumping amphipod community of the upper intertidal sandflats	Talitrids on the upper shore and strandline (A2.211)
<i>Convoluta roscoffensis</i> sands	<i>Nerine cirratulus</i> and <i>Bathyporeia</i> community of the mediolittoral sands and slightly muddy sands	<i>Scolecopsis</i> spp. In littoral mobile sand (A2.2231)
<i>Hediste diversicolor</i> muds	<i>Nereis diversicolor</i> , <i>Carcinus maenas</i> and <i>Corophium volutator</i> community of the western european shores	<i>Hediste diversicolor</i> and oligochaetes in littoral mud (A2.3223)
<i>Arenicola marina</i> sands	<i>Macoma</i> , <i>Cardium</i> and <i>Arenicola</i> community of the infralittoral sands and muddy sands. Higher densities of <i>Arenicola</i> in the muddy sands and sands with a high organic matter rate	<i>Macoma balthica</i> and <i>Arenicola marina</i> in muddy sand shores (A2.241)
<i>Cerastoderma edule</i> coarse sands	<i>Macoma</i> , <i>Cardium</i> and <i>Arenicola</i> community of the infralittoral sands and muddy sands. Higher densities of <i>Cardium</i> in high current velocity areas	<i>Cerastoderma edule</i> and polychaetes in littoral muddy sands (A2.242)
<i>Lanice conchilega</i> beds	?	<i>Lanice conchilega</i> in littoral sand (A2.244)
<i>Ensis ensis</i> sands	?	<i>Echinocardium cordatum</i> and <i>Ensis</i> spp. In lower shore and shallow sublittoral slightly muddy fine sand (A5.241)
<i>Glycymeris glycymeris</i> coarse sands	<i>Solenidae</i> , <i>Macluridae</i> and <i>Donacidae</i> community of the infralittoral sands and muddy sands.	<i>Mediomastus fragilis</i> , <i>Lumbrineris</i> spp. and venerid bivalves in circalittoral coarse sand or gravel (A5.132)
<i>Zostera marina</i> beds	<i>Zostera marina</i> community of the infralittoral sandflats	<i>Zostera marina</i> / <i>Zostera angustifolia</i> beds on lower shore or infralittoral clean or muddy sand

Figure 1. Localization of the study site.

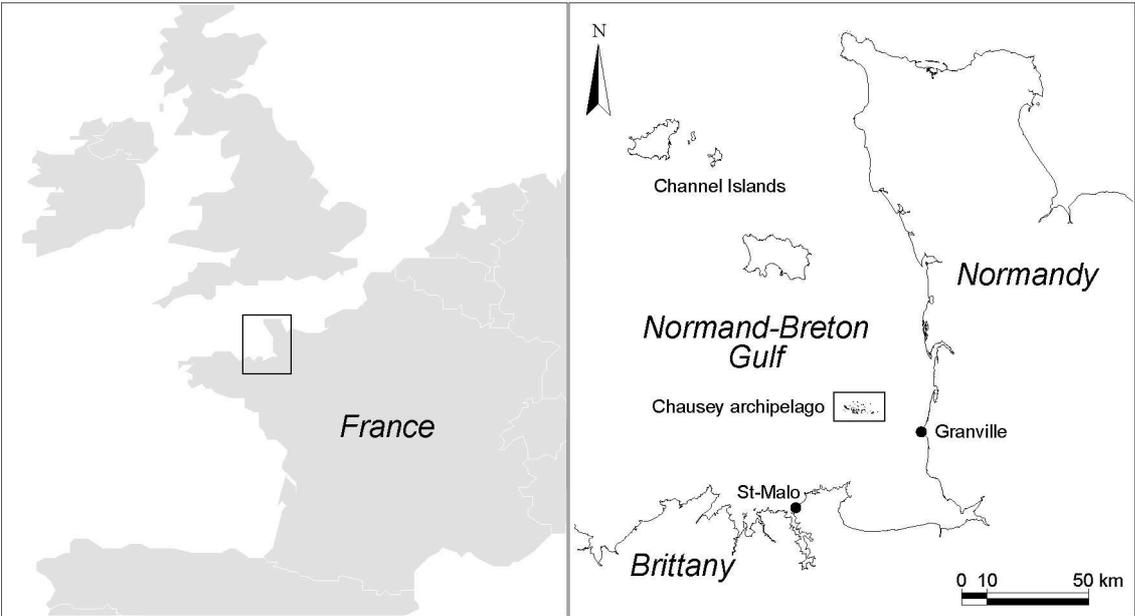


Figure 2. The Naturalist Method step by step.

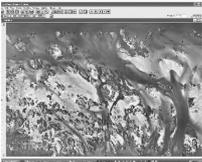
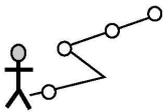
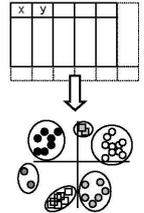
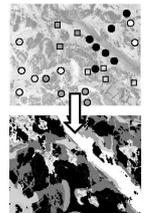
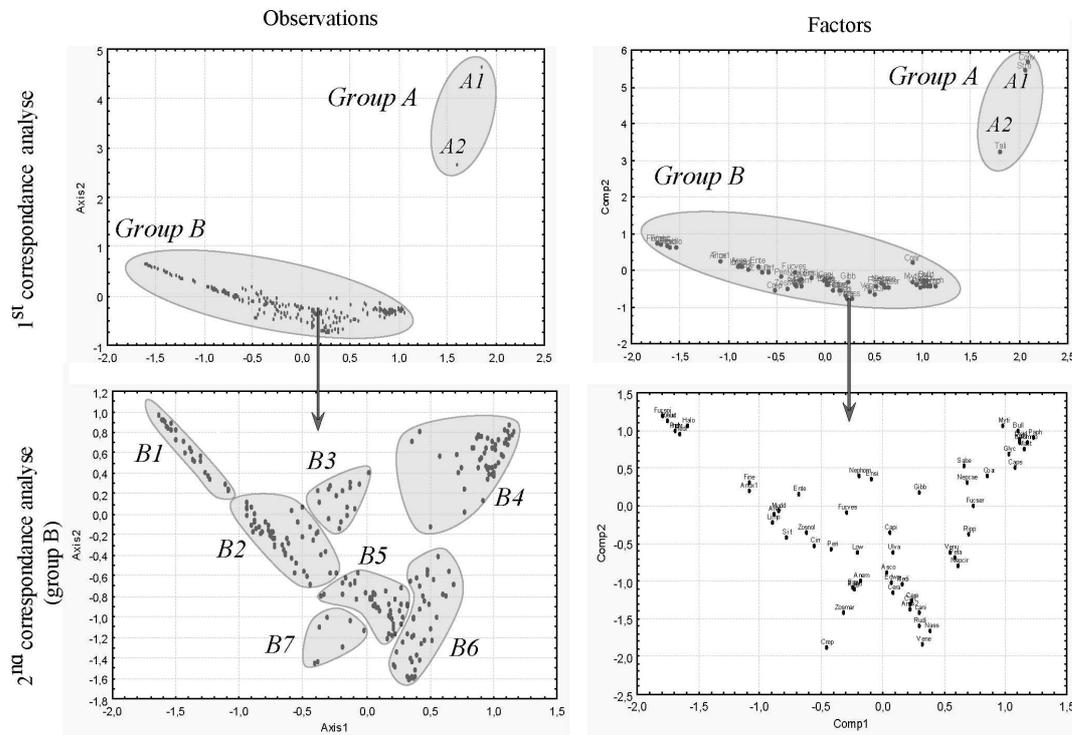
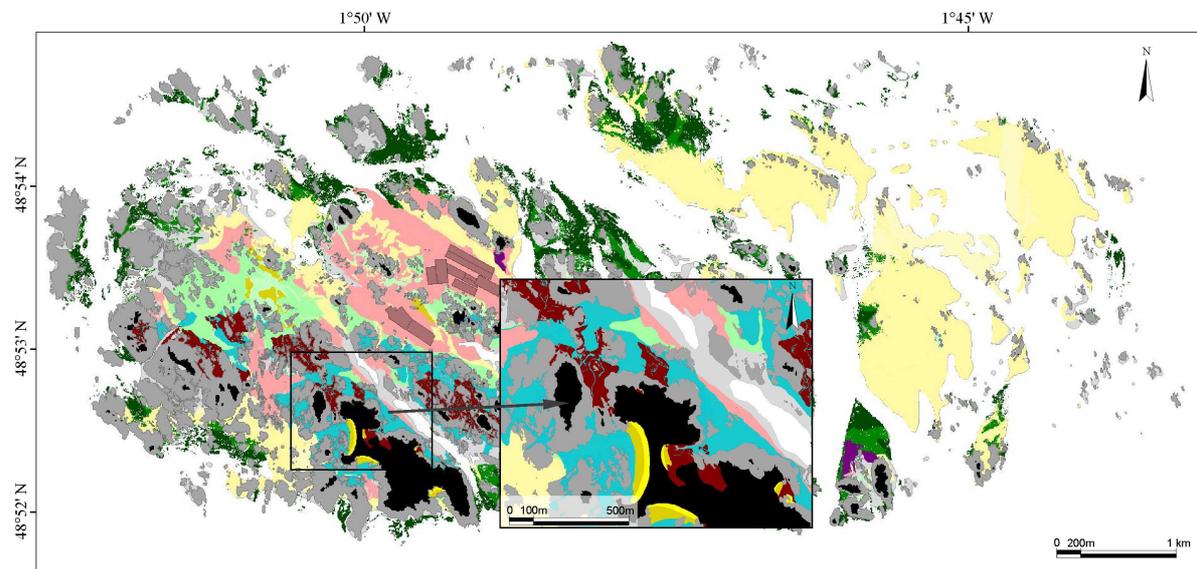
STEPS	TIME (day/person)	EQUIPMENT REQUIRED		SPECIAL SKILLS REQUIRED
		Hardware	Software	
<p>Georeferenced airphoto mosaic</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Airphoto mission - Image processing - Creation of an airphoto mosaic - Mosaic georeferencing - Integration of the mosaic into a GIS 	10-15 days	- Personal Computer	<ul style="list-style-type: none"> - Geospatial imagery processing software (e.g. ER Mapper) - Geographic Information System (GIS) software (e.g. ESRI-Arcview) 	<ul style="list-style-type: none"> - Basic photogrammetry skills - Basic GIS skills
↓				
<p>Field survey preparation</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Development of a standard field form - Design of the naturalist transects on the airphoto mosaic - Preliminary field survey along a transect with all the team, with at least one experienced naturalist 	<ul style="list-style-type: none"> - 2 days - 1 day - 1 day 	<ul style="list-style-type: none"> - Personal Computer - Global Positioning System (GPS) - Field form - Plastic vials - Camera - Spade - 0.25m² quadrat 	<ul style="list-style-type: none"> - Geographic Information System (GIS) software (e.g. ESRI-Arcview) 	<ul style="list-style-type: none"> - Basic GIS skills - Naturalistic skills: (field identification of the main biological and sedimentological features of the area)
↓				
<p>Field survey</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Field descriptions along transects by following the field form - Photographs of the landscapes, fauna and flora and sedimentological features - Sampling of the large unidentified macrofauna individuals 	40 days	<ul style="list-style-type: none"> - Global Positioning System (GPS) - Field form - Plastic vials - Camera - Spade - 0.25m² quadrat 	/	<ul style="list-style-type: none"> - Naturalistic skills
↓				
<p>Data analysis</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Integrating all the data (descriptions, photographs) into the GIS - Correspondence analysis and hierarchical clustering on all the field descriptions - Identification and description of the biotic and abiotic characteristics of all the identified habitats 	<ul style="list-style-type: none"> - 5 days - 1-2 days - 1 day 	<ul style="list-style-type: none"> - Personal Computer 	<ul style="list-style-type: none"> - Geographic Information System (GIS) software (e.g. ESRI-Arcview) - Statistical software (e.g.R) 	<ul style="list-style-type: none"> - Basic statistical knowledge (exploratory statistic)
↓				
<p>Habitat mapping</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Display of the identified habitats on the airphoto mosaic - Habitat mapping on a 1:1000 scale with the identified habitats display and photo interpretation 	30 days	- Personal Computer	<ul style="list-style-type: none"> - Geographic Information System (GIS) software (e.g. ESRI-Arcview) 	<ul style="list-style-type: none"> - Basic GIS skills

Figure 3. Correspondence analysis performed on the 980 field descriptions of the Naturalist Method.



Code	Factors	NM habitat names
A1	Strong slopes; the platyhelminthe <i>Convoluta roscoffensis</i>	<i>Convoluta roscoffensis</i> sands
A2	The amphipod <i>Talitrus saltator</i>	<i>Talitrus saltator</i> sands
B1	The algae of hard substratum: <i>Pelvetia canaliculata</i> and <i>Fucus spiralis</i> ; the algae of soft bottom: <i>Fucus lutarius</i> , <i>Vaucheria</i> spp.; Halophilous vegetation; the polychaete <i>Hediste diversicolor</i>	<i>Hediste diversicolor</i> muds
B2	Fine sands; muddy sands; anoxic sediment in surface; the algae <i>Enteromorpha</i> spp., <i>Fucus vesiculosus</i> ; the marine phanerogam <i>Zostera noltii</i> ; the polychaetes <i>Arenicola marina</i> , <i>Perinereis cultrifera</i> and polychaetes of the family of the <i>Cirratulidae</i>	<i>Arenicola marina</i> sands
B3	The polychaete <i>Nephtys hombergii</i> ; the gastropod <i>Gibbula magus</i> ; the bivalve <i>Ensis ensis</i>	<i>Ensis ensis</i> sands
B4	Soft sediments, oxidized, with ridges; the alga of hard substrate <i>Fucus serratus</i> ; the two polychaetes <i>Nephtys caeca</i> , <i>Sabella pavonina</i> ; the 6 bivalves <i>Glycymeris glycymeris</i> , <i>Capsella variegata</i> , <i>Mactra glauca</i> , <i>Mytilus edulis</i> , <i>Paphia rhomboides</i> , <i>Spisula solida</i> ; and fishes of the Genus <i>Ammodytes</i>	<i>Glycymeris glycymeris</i> coarse sands
B5	Medium sands; anoxic layer of the sediment to a depth of more than 10cm; the alga of hard substratum <i>Ascophyllum nodosum</i> ; the anemone of the Genus <i>Edwardsia</i> and the anemone <i>Cereus pedunculatus</i> ; the crab <i>Carcinus maenas</i> ; the bivalve <i>Cerastoderma edule</i>	<i>Cerastoderma edule</i> coarse sands
B6	Sediments with ripplemarks; algae of the Genus <i>Ulva</i> ; the 3 polychaetes <i>Lanice conchilega</i> , <i>Nephtys cirrosa</i> and <i>Petaloproctus terricola</i> and other polychaetes of the family of the <i>Cirratulidae</i> ; the gastropod <i>Nassarius reticulatus</i> ; the two bivalves <i>Venerupis aurea</i> and <i>Venus verrucosa</i>	<i>Lanice conchilega</i> beds
B7	The seagrass <i>Zostera marina</i> ; the gastropoda <i>Crepidula fornicata</i>	<i>Zostera marina</i> beds

Figure 4. Habitats identified with the Naturalist Method (= NM Habitats).



LEGEND

	Isles and islets		<i>Talitrus saltator</i> sands		<i>Arenicola marina</i> sands		<i>Ensis ensis</i> sands
	Hard substrate		<i>Convoluta roscoffensis</i> sands		<i>Cerastoderma edule</i> coarse sands		<i>Glycymeris glycymeris</i> coarse sands
	Unidentified intertidal sandflats		<i>Hediste diversicolor</i> muds		<i>Lanice conchilega</i> beds		<i>Zostera marina</i> beds (intertidal - subtidal)
	Manilla clam cultivation concessions						

Figure 5. Dendrogram (A) and Multi-dimensional scaling ordinations (B) performed on the basis of Bray-Curtis similarity matrix calculated from 4th root transformed species density data of 16 stations and 64 samples performed on the 6 main NM habitats.

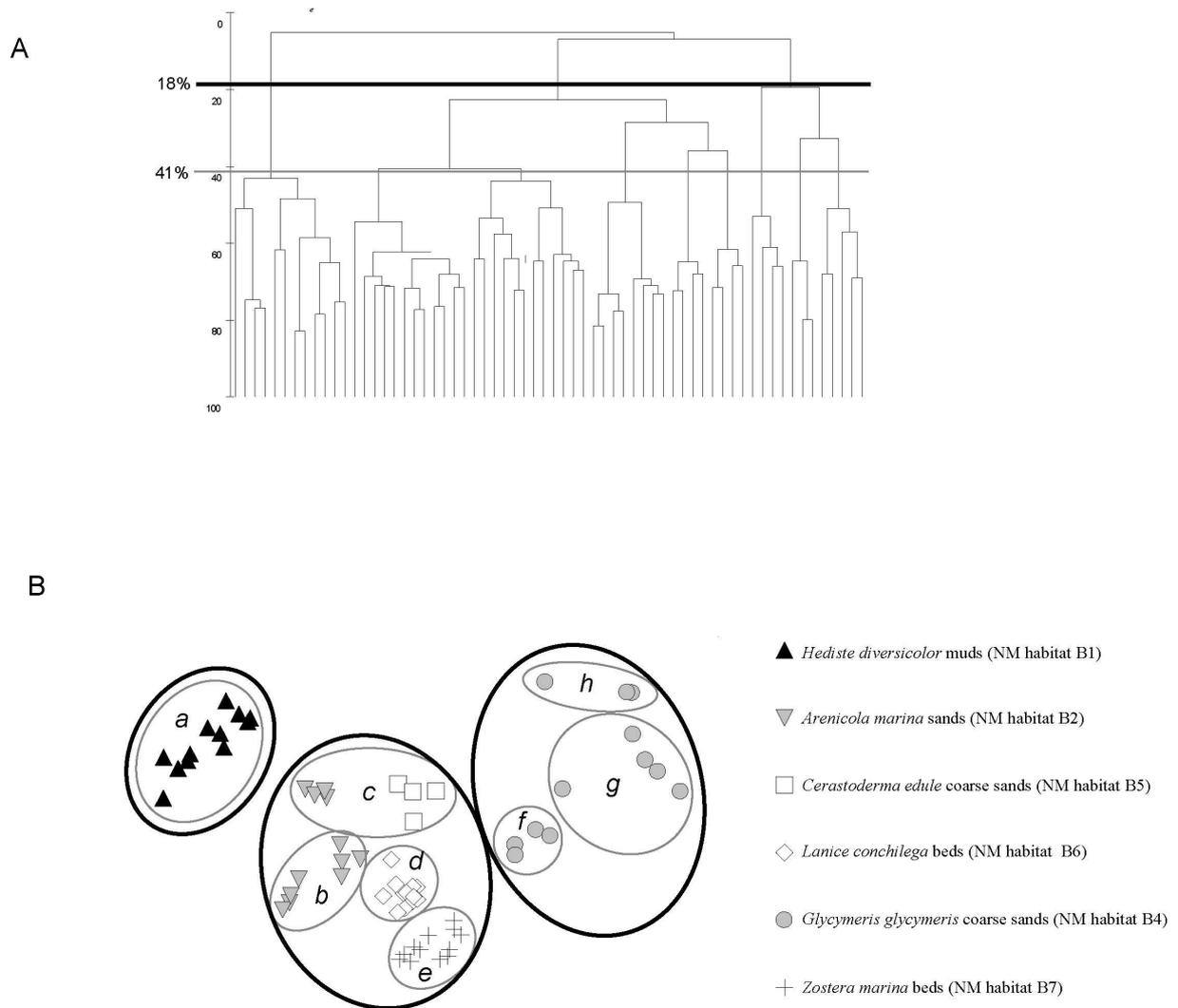
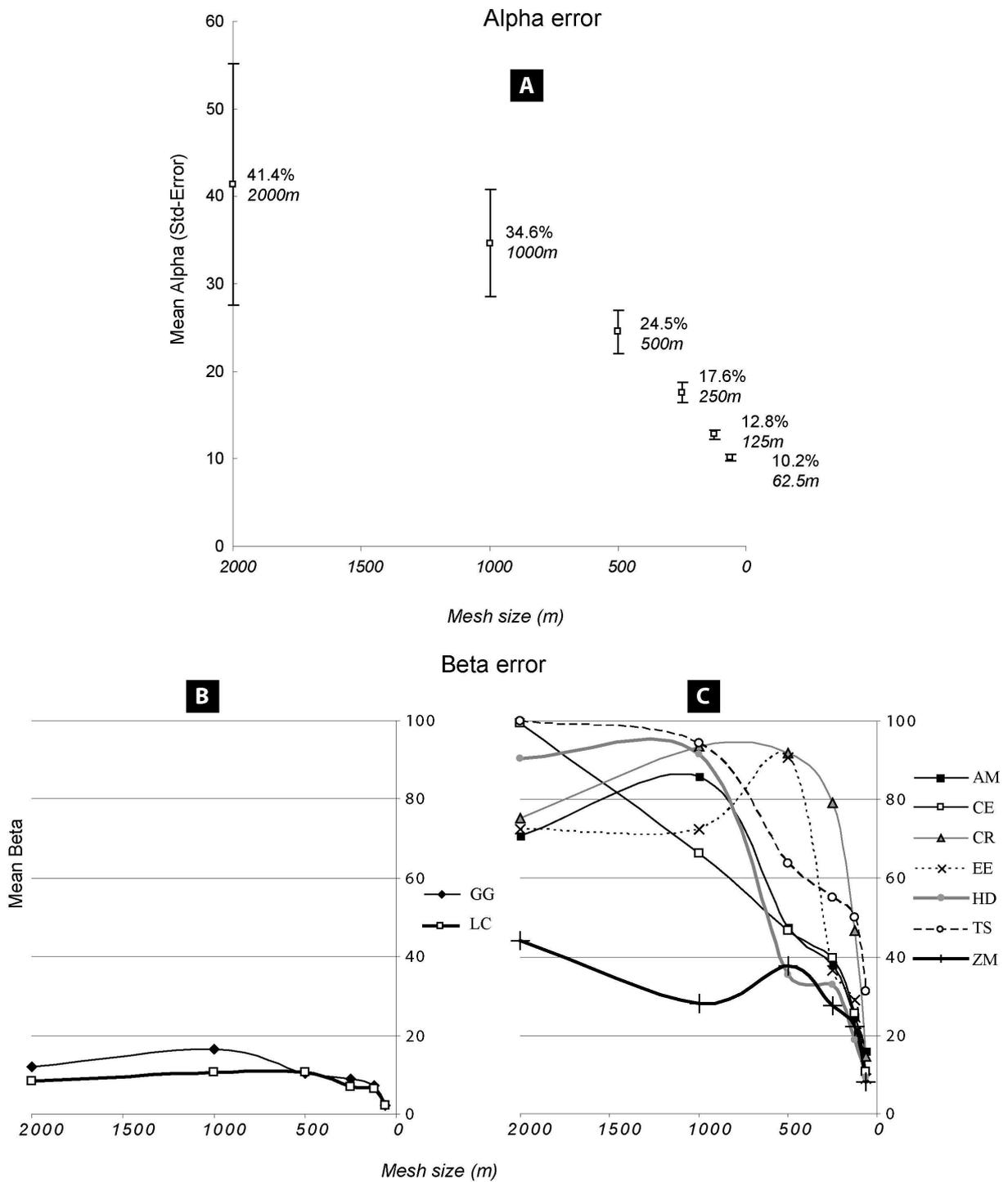
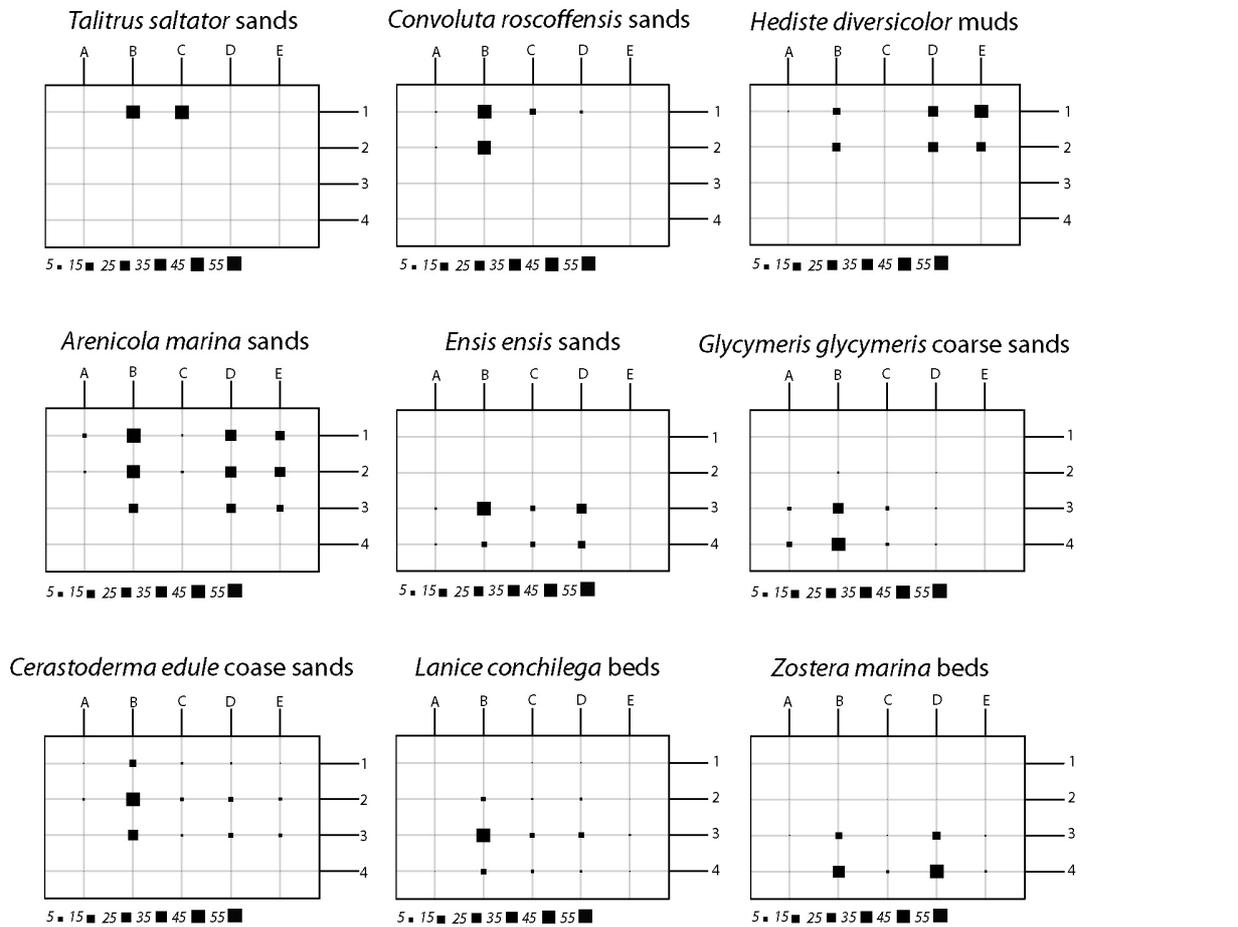


Figure 6. α and β % error, according to the mesh size.



GG: *Glycymeris glycymeris* coarse sands; LC: *Lanice conchilega* beds; AM: *Arenicola marina* sands; CE: *Cerastoderma edule* coarse sands; CR: *Convoluta roscoffensis* sands; EE: *Ensis ensis* sands; HD: *Hediste diversicolor* muds; TS: *Talitrus saltator* sands; ZM: *Zostera marina* beds

Figure 7. % of the total area of each NM habitat included in the different bathymetric levels and textural groups.



LEGEND

Sedimentary texture		Textural groups	Bathymetric levels				
A	B	C	D	E	1	1	Above the mid-tide level
					2	2	Between mid-tide level and mean low water neap level
					3	3	Between mean low water neap level and mean low water spring level
					4	4	Between mean low water spring level and extreme low water spring level

3. Présentation détaillée des habitats

L'application de la méthode naturaliste (Naturalist Method : NM) a permis d'identifier 9 habitats intertidaux de substrat meuble :

- l'habitat des sables secs à *Talitrus saltator*
- l'habitat de l'horizon de rétention et de résurgence à *Scolelepis squamata* et *Convolvata roscoffensis*
- l'habitat des sédiments envasés de haut niveau à *Hediste diversicolor*
- l'habitat des sables plus ou moins envasés de mi-marée à *Arenicola marina*
- l'habitat des sables de niveau moyen à bas à *Cerastoderma edule*
- l'habitat des sables de niveau bas à fortes densités de *Lanice conchilega*
- l'habitat des sables grossiers de niveau bas à *Glycymeris glycymeris*
- l'habitat des sables fins plus ou moins envasés de niveau bas à *Ensis ensis*
- l'habitat des herbiers à *Zostera marina*

Toutefois, 3 habitats n'ont pas pu être discriminés par la NM en raison du nombre de critères distinctifs et de descriptions de terrain insuffisants. Ce sont :

- l'habitat des sédiments envasés de haut niveau à *Atriplex portulacoides*
- l'habitat de la haute slikke à *Salicornia* spp. et *Spartina* spp.
- l'habitat des sables moyens de niveau bas à *Capsella variegata*

Il nous est cependant paru utile d'en dresser la cartographie et d'en donner une description, au même titre que les 9 habitats identifiés par la NM. L'habitat des sédiments à *A. portulacoides* et la haute slikke à *Salicornia* spp. et *Spartina* spp. ont pu être cartographiés par photo-interprétation et ont fait l'objet d'une vérification de terrain. La cartographie de l'habitat des sables à *C. variegata* a été esquissée sur la base d'observations géoréférencées des points où l'espèce a été observée en forte abondance.

En outre, un habitat extrêmement localisé (quelques mètres carrés) et appartenant presque au domaine terrestre est également présent dans deux petites criques de la Grande Ile : il s'agit de l'habitat des sédiments de très haut niveau à *Juncus* spp., communément désigné sous le terme de « jonchaie ».

La carte générale de ces 13 habitats (Carte 13) est suivie de fiches les décrivant, tant d'un point de vue géographique (localisations, superficies) que naturaliste (caractéristiques sédimentaires et biologiques observées *in situ* et issues du traitement des données). Il s'agit ici de présenter les originalités de ces habitats sur l'archipel.

Chaque fiche de description d'habitat est organisée comme suit :

- **localisation**

A la cartographie fine de l'habitat, ont été surimposés les champs de blocs.

- **coupe topographique schématique**

La position bathymétrique de l'habitat et sa situation par rapport aux habitats contigus figurent sur une coupe topographique schématique.

- **description générale**

Les caractéristiques générales suivantes de l'habitat y sont mentionnées : superficies, position sur l'estran (en fonction de la bathymétrie et des facteurs hydrodynamiques), localisation sur l'archipel. Les principaux éléments observables *in situ*, telles les espèces ou les traces et indices de leur activité biologique (galeries d'annélides, « tortillons » d'arénicoles etc.) y sont également listés.

- **caractéristiques sédimentaires⁷**

A côté de la description des caractéristiques sédimentaires issues de l'observation sur le terrain (principalement degré d'oxydation et consistance du sédiment), figure sur chaque fiche le « spectre granulométrique » de l'habitat. Ce spectre intègre les superficies relatives de l'habitat comprises dans chacun des principaux groupes texturaux basés sur la méthode des moments utilisant la classification de Folk & Ward (1957) (i) *graviers à éléments sableux*, ii) *sables à éléments graveleux et sables légèrement graveleux*, iii) *sables*, iv) *sables vaseux à éléments graveleux, sables légèrement graveleux, sables vaseux*, v) *vases à éléments graveleux, vases sableuses*). Ces superficies ont été évaluées grâce au croisement des couches S.I.G. relatives aux habitats d'une part et aux groupes texturaux d'autre part.

- **faune**

Les données faunistiques sont issues de l'exploitation des prélèvements benthiques réalisés sur les 7 habitats les plus vastes :

- l'habitat des sédiments envasés de haut niveau à *Hediste diversicolor*
- l'habitat des sables plus ou moins envasés de mi-marée à *Arenicola marina*
- l'habitat des sables de niveau moyen à bas à *Cerastoderma edule*
- l'habitat des sables de niveau bas à fortes densités de *Lanice conchilega*
- l'habitat des sables grossiers de niveau bas à *Glycymeris glycymeris*
- l'habitat des sables moyens de niveaux bas à *Capsella variegata*
- l'habitat des herbiers à *Zostera marina*

La faune benthique a été prélevée sur 3 stations de ces habitats, à l'exception de l'habitat des sables de niveau moyen à bas à *Cerastoderma edule* et de l'habitat des sables moyens de niveaux bas à

⁷ Le lecteur peut en outre se reporter à l'annexe 3 présentant les principales caractéristiques morpho-sédimentaires des formations superficielles de l'archipel.

Capsella variegata sur lesquels l'échantillonnage n'a été réalisé qu'en une seule station. A chaque station ont été effectués :

- un échantillonnage de la mégafaune (>1cm) à l'aide de 4 ratissages de 1m², permettant d'évaluer la présence d'espèces de grande taille généralement caractérisées par une distribution dispersée
- un échantillonnage de la macrofaune endogée (>2mm maille ronde) à l'aide de 4 carottages de 1/10m², en vue de déterminer la composition du peuplement⁸

Les valeurs des indices classiquement utilisés sont ensuite indiquées : abondance (nombre d'individus), richesse spécifique totale (nombre d'espèces) et diversité (indice H' de Shannon). La (ou les) espèce(s) contribuant le plus à l'identité du peuplement de l'habitat, exprimée sous la forme d'un « *pourcentage de contribution à la similarité* » ont été également identifiées par une analyse SIMPER via le logiciel PRIMER (Clarke 1993)⁹. Les éventuelles espèces *exclusives* de l'habitat (présentes uniquement dans celui-ci) et *constantes* (présentes dans toutes les stations échantillonnées de l'habitat) sont également mentionnées. Les coordonnées des stations de prélèvement correspondent au système géodésique NTF Clarke 1880 et à une projection Lambert II étendu.

3.1 Cartographie des habitats du domaine intertidal meuble de Chausey

La carte 13 présente l'ensemble des habitats intertidaux de substrat meuble de l'archipel.

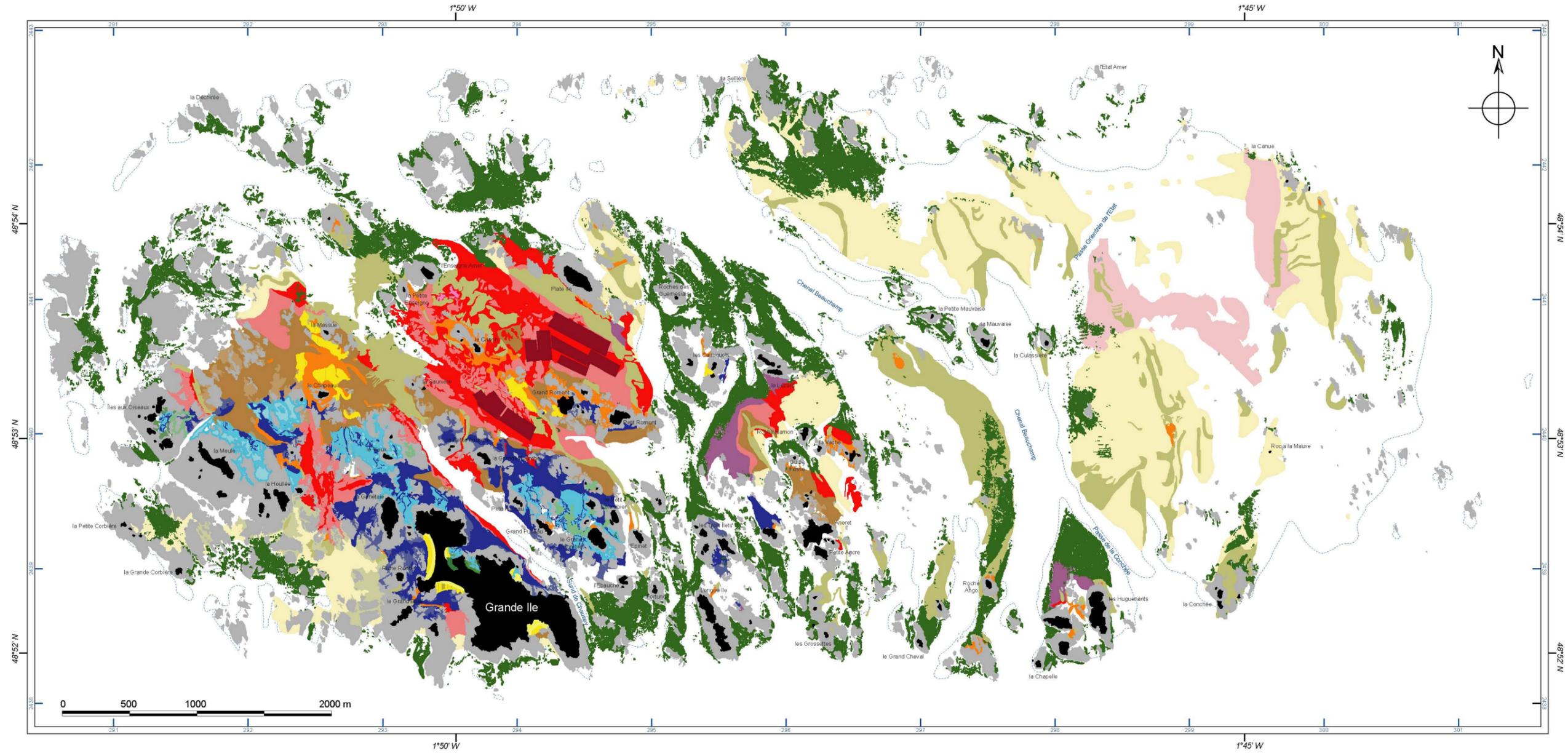
⁸ Voir l'article N°1 pour la méthodologie détaillée à ce sujet, au paragraphe « *Comparison of the NM habitats with the benthic assemblages identified through a traditional benthic survey* ».

⁹ Les échantillons de chaque « groupe » (ici les habitats) sont comparés sur une matrice de similarité basée sur l'indice de similarité de Bray-Curtis, calculé à partir des données transformées en double racine. L'analyse SIMPER permet d'identifier les espèces qui contribuent le plus à l'identité de chaque groupe (i.e. habitat) par rapport aux autres.

CARTE 13

CARTE DES HABITATS INTERTIDIAUX DE SUBSTRAT MEUBLE

Etat en 2006



Réalisé par Laurent Godet (MNHN) et Jérôme Fournier (CNRS) d'après la mosaïque orthophotographique IGN/DIREN Basse-Normandie 2002 FR 5539/100 C et levés de terrain effectués par Laurent Godet (MNHN), Jérôme Fournier (CNRS), Frédéric Olivier (MNHN) et Nicolas Toupoint (MNHN).
 Ellipsoïde de Clarke 1880. Projection conique conforme de Lambert II étendu. Le carroyage, le trait de côte et l'isobathe 0 sont extraits de la carte IGN 1214 O les Chausey-Granville 1991.
 Les utilisateurs de cette carte sont priés de faire connaître au laboratoire les erreurs ou omissions qu'ils auront pu constater. Il sera tenu compte de leurs observations dans la prochaine édition.

Référence bibliographique :
GODET L., FOURNIER J., OLIVIER F. et RETIERE C. (2007). Archipel des Chausey. Carte des habitats intertidaux de substrat meuble (1:10.000).
 Dinard, Station Marine, MNHN, CNRS.

0 SHOM (limite du domaine subtidal peu profond)

Iles et îlots

Substrat dur

H. des sédiments de très haut niveau à *Juncus* spp.

H. des sédiments envasés de haut niveau à *Atriplex portulacoides*

H. de la haute slikke à *Salicornia* spp. et *Spartina* spp.

H. des sables secs à *Talitrus saltator*

H. des horizons de rétention et de résurgence à *Scolecipis squamata* et *Convoluta roscoffensis*

H. des sédiments envasés de haut niveau à *Hediste diversicolor*

avec champs de blocs

H. des sédiments +/- envasés de mi-marée à *Arenicola marina*

avec champs de blocs

H. des sables de niveau moyen à bas à *Cerastoderma edule*

avec champs de blocs

Banc de sable grossier de niveau moyen oligoséculaire

H. des sables de niveau bas à fortes densités de *Lanice conchilega* ("banquettes" à *L. conchilega*)

H. des banquettes à *L. conchilega* sous contrainte anthropique (parcs vénériques)

Sables de niveau bas à faibles densités de *Lanice conchilega* : écotone entre les banquettes à *L. conchilega* et les autres habitats

H. des sables grossiers de niveau bas à *Glycymeris glycymeris*

avec champs de blocs

Banc de sable de niveau bas : faciès d'appauvrissement de H. des sables grossiers de niveau bas à *G. glycymeris*

H. des sables fins +/- envasés à *Ensis ensis*

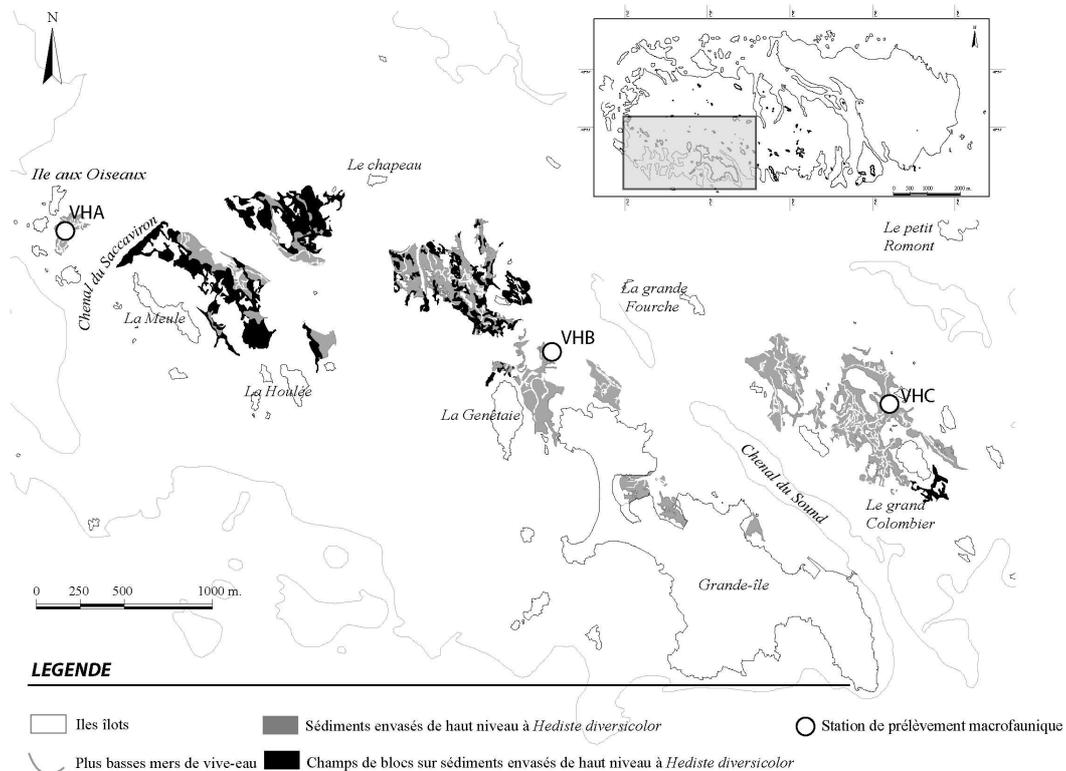
H. des sables moyens de niveau bas à *Capsella variegata*

H. des herbiers à *Zostera marina*

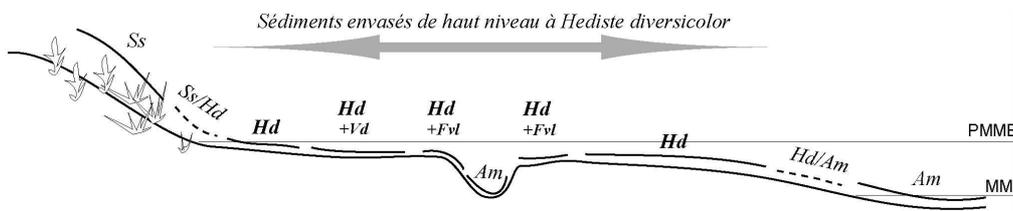


3.2. Fiches descriptives des habitats

a. Habitat des sédiments envasés de haut niveau à *Hediste diversicolor*



Carte 14. Localisation de l'habitat à *H. diversicolor* sur l'archipel.



- Ss* Haute slikke à *Salicornes* et *Spartines*
- Ss/Hd* Ecotone entre la haute slikke à *Salicornes* et *Spartines* et les sédiments envasés de haut niveau à *H. diversicolor*
- Hd** Sédiments envasés de haut niveau à *Hediste diversicolor* - sans végétation
- Hd+Vd** Sédiments envasés de haut niveau à *Hediste diversicolor* - avec velours denses à *Vaucheria dichotoma*
- Hd+Fvl** Sédiments envasés de haut niveau à *Hediste diversicolor* - bordures de chenaux colonisés par *Fucus vesiculosus* var. *volubilis*
- Hd/Am* Ecotone entre les sédiments envasés de haut niveau à *H. diversicolor* et les sédiments envasés à *Arenicola marina*
- Am* Sédiments envasés à *Arenicola marina*
- PMME** Niveau des pleines mers de morte-eau
- MM** Niveau de mi-marée

Figure 7. Coupe topographique schématique de l'habitat à *H. diversicolor*.



LEGENDE

-  Chenal à *Arenicola marina* incisant l'habitat
-  Tache de *Fucus vesiculosus* var. *volubilis*
-  Velours à *Vaucheria dichotoma*

Photographies 4. Deux vues différentes de l'habitat à H. diversicolor : incisé par des chenaux à Arenicola marina et recouvert par Fucus vesiculosus var. volubilis (en haut) et Vaucheria dichotoma (en bas).

- **Description générale**

Cet habitat couvre une superficie de 37.7ha (dont 9.9ha couverts par des champs de blocs), soient 2.7% de la superficie totale de l'estran meuble du site. Il est localisé sur le haut estran des secteurs les plus abrités de l'archipel, au-dessus des pleines mers de morte-eau et est colonisé dans ses parties hautes par des salicornes et des spartines de la haute slikke (Figure 7). Sans surprise, il se concentre donc sur les points élevés du domaine intertidal de l'archipel, dans un petit quart sud-ouest du site et se divise en 6 secteurs : secteur des Colombiers (au nord du Sound) ; bordure nord et nord-ouest de la

Grande Ile ; 2 secteurs de part et d'autre du Chapeau ; bordure nord de l'île de la Meule et « jardin » de l'île aux Oiseaux (Carte 14). Le sédiment est localement recouvert par l'algue *Vaucheria dichotoma* (3.1 ha) qui forme des « velours verts », çà et là par *Fucus vesiculosus* var. *volubilis* (1.5 ha) et, de manière plus sporadique, par la phanérogame *Zostera noltii* (0.4 ha). Cet habitat est souvent incisé par des chenaux colonisés par *Arenicola marina*. On reconnaît aisément cet habitat par la présence bien visible des orifices des nombreuses galeries de l'annélide polychète *Hediste diversicolor*.

Comme l'illustrent les deux photographies de l'habitat (Photographies 4), le *Fucus vesiculosus* var. *volubilis* occupe les bourrelets des bords de chenaux envasés plus ou moins fermes à *A. marina*. Lorsqu'il est présent, il forme un revêtement presque continu, sous lequel se forme souvent un voile de diatomées, comme le remarquait déjà Géhu (1960) dans le « Jardin » de l'île aux Oiseaux. Les *V. dichotoma* sont souvent associées au *F. vesiculosus* var. *volubilis* mais elles tapissent généralement les petits plateaux de sédiments envasés.

• Caractéristiques sédimentaires

Les sédiments sont peu oxygénés et réduits en général dès la surface ou à quelques mm de profondeur. Leur consistance est en général indurée, comme au pied du Gros Mont de la Grande Ile, bien qu'elle puisse être assez « molle » sur certains secteurs.

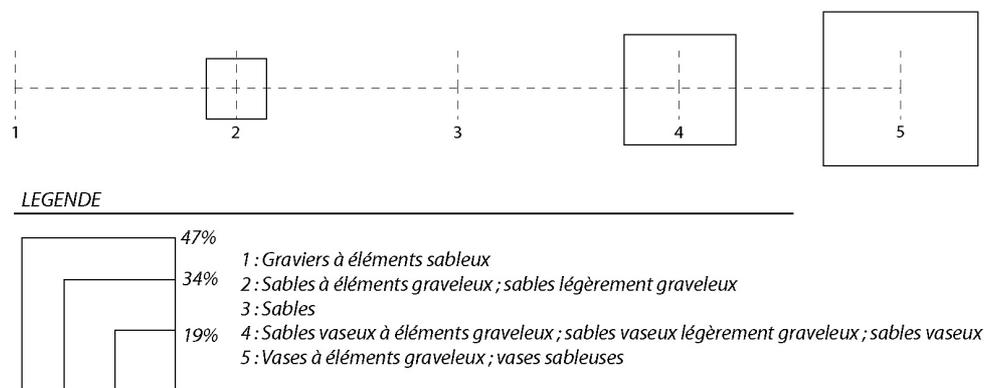


Figure 8.
Spectre granulométrique de l'habitat à *H. diversicolor* (% de la superficie totale de l'habitat compris dans chaque groupe textural)

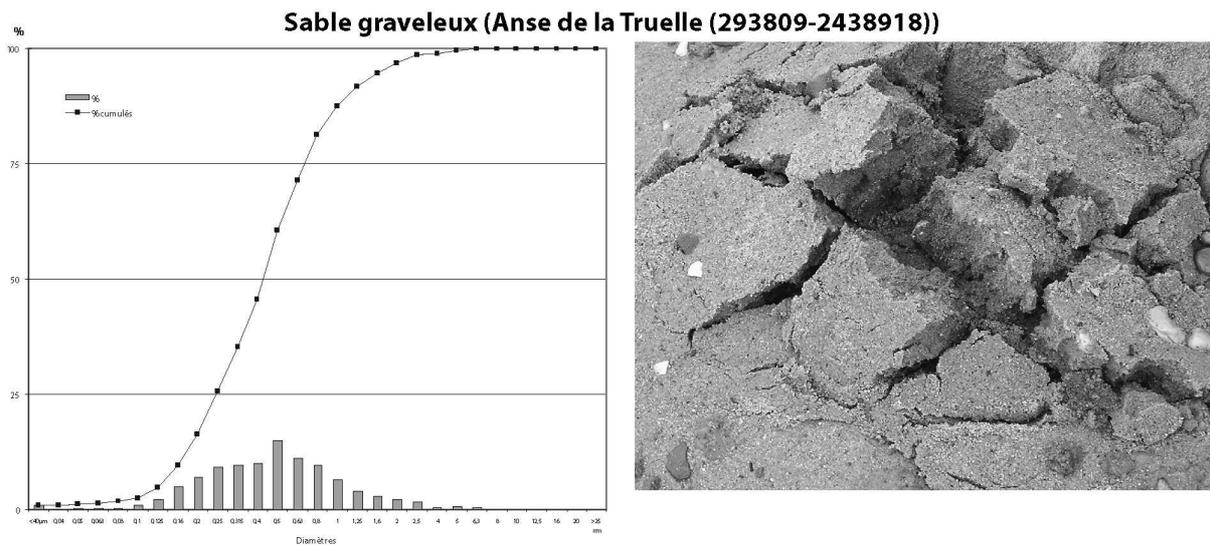
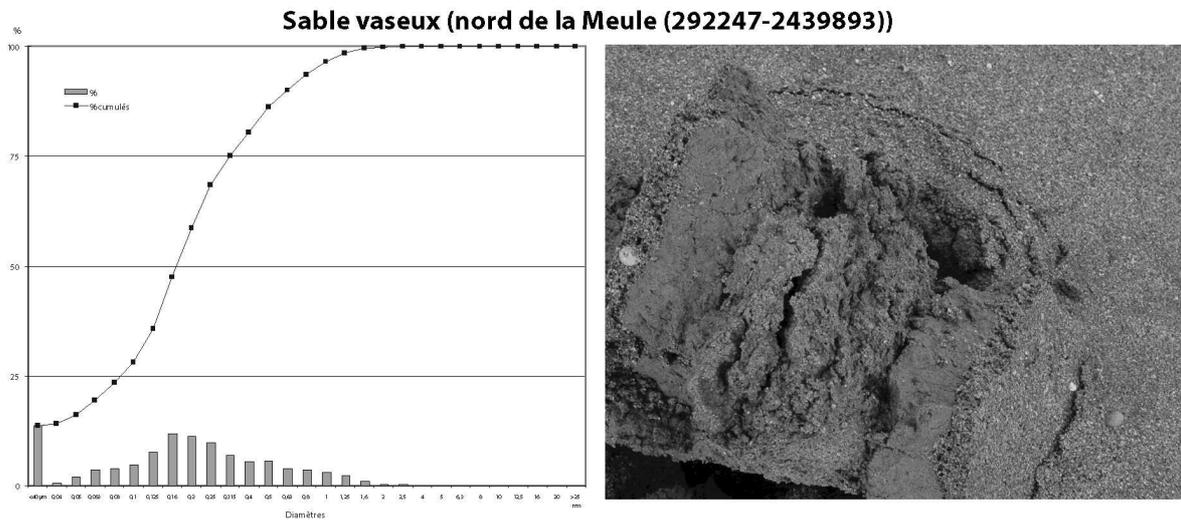
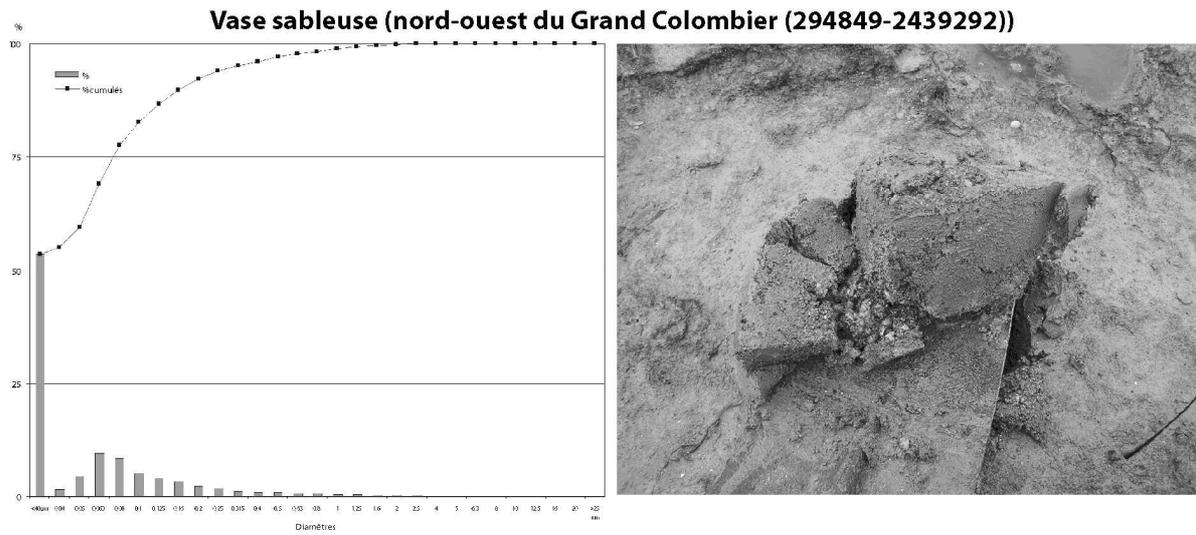


Figure 9.
*Courbes granulométriques (gauche) et photographies (droite) des trois principaux groupes texturaux de l'habitat à *H. diversicolor*.*

La texture des sédiments est assez variée (Figure 8). Si la majorité des sédiments de l'habitat sont des vases sableuses et à éléments graveleux ainsi que des sables envasés (81% de la superficie totale de l'habitat), peuvent également lui correspondre des sédiments plus grossiers, notamment dans l'Anse de la Truelle (nord de Grande Ile) et au sud-ouest du Chapeau (Figure 9).

- **Faune**

Megafaune

Aucun individu n'a été échantillonné par les ratissages.

Macrofaune

Les abondances sont moyennes (197 individus par $1/10^{\text{ème}}$ de m^2 en moyenne - Figure 10) en comparaison de celles observées au sein des autres habitats. Le peuplement est surtout caractérisé par une richesse spécifique relativement faible (moins de 9 espèces en moyenne par station, 22 au total) ainsi qu'une faible diversité spécifique (moyennes des indices de Shannon $H' = 1.5$) (Figure 10).

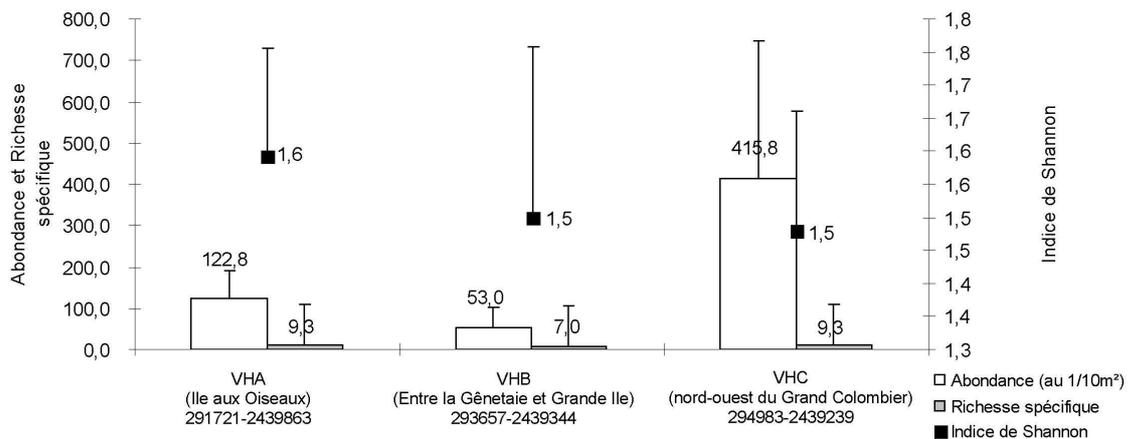


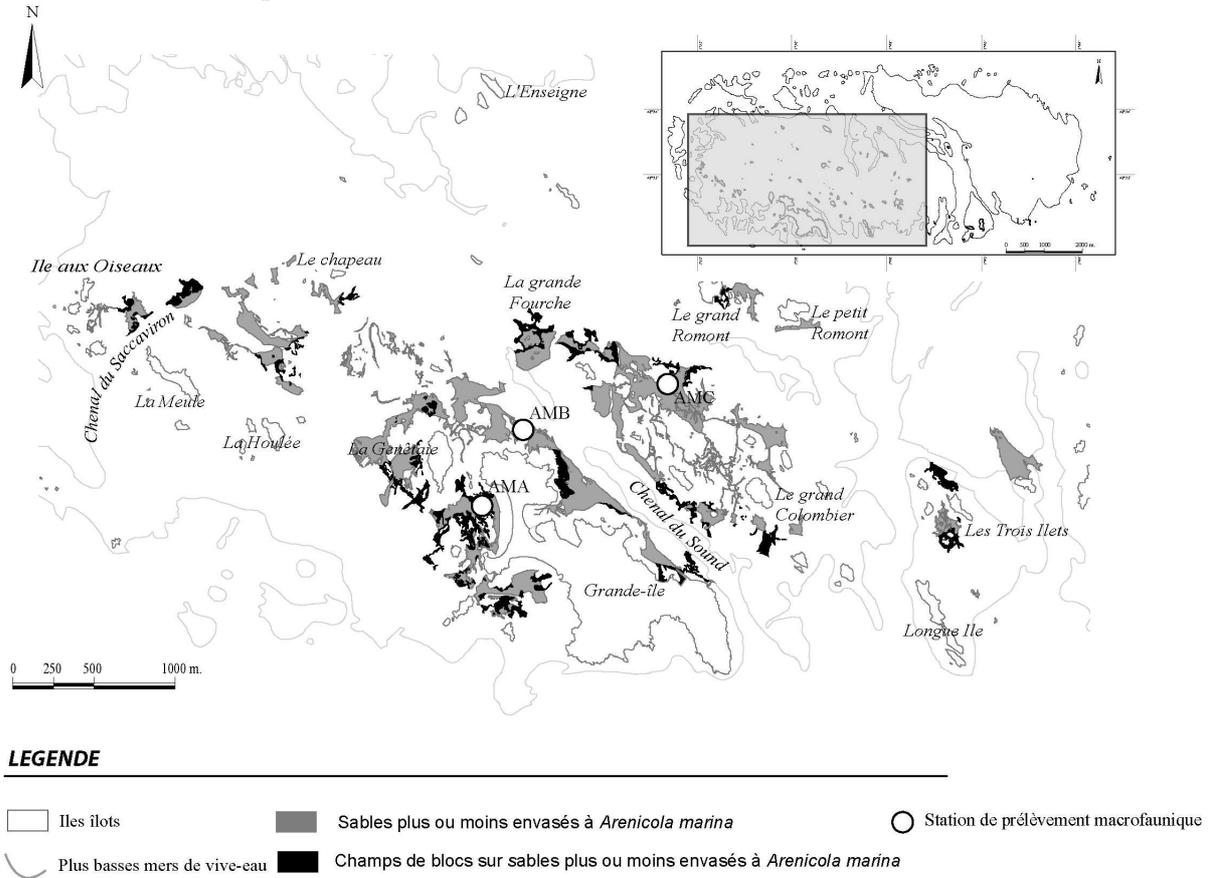
Figure 10.
Abondance, richesse spécifique et diversité moyennes de la macrofaune benthique échantillonnée sur trois stations de l'habitat à H. diversicolor.
(valeurs : moyennes par station ; barres d'erreur : écarts-types)

Les espèces qui contribuent le plus à l'identité du peuplement de cet habitat (% contribution SIMPER) sont tout naturellement l'annélide polychète *Hediste diversicolor* mais aussi *Pygospio elegans* (Tableau 1). Parmi les espèces constantes, on peut noter la présence, en faible abondance, d'espèces terrestres telles que le coléoptère carabique *Cillenus lateralis* et des larves d'insectes, soulignant la position d'interface de l'habitat entre les milieux marins et terrestres. Toutefois, en fonction de conditions environnementales différentes, les abondances varient entre les stations. L'amphipode *Corophium volutator*, le gastéropode *Littorina saxatilis* et le bivalve *Abra tenuis* abondent sur la station VHA. La présence de l'amphipode *Orchestia gammarellus* sur cette même station révèle en outre sa proximité avec une végétation de schorre à *Atriplex portulacoides* (Tableau 1). Par ailleurs, on peut souligner l'abondance de l'annélide polychète *Fabricia sabella* et des isopodes *Cyathura carinata* et *Gnathia maxillaris* sur la station VHC.

Espèces	Abondances au m ²				% contribution (SIMPER)
	VHA	VHB	VHC	Moyenne	
Nemertina					
Némertes indéterminés	0,0	2,5	5,0	0,3	0,0
Annelida polychaeta					
<i>Pygospio elegans</i>	185,0	60,0	1275,0	50,7	21,6
<i>Hediste diversicolor</i>	112,5	265,0	502,5	29,3	23,4
<i>Fabricia sabella</i>	0,0	0,0	110,0	3,7	0,0
<i>Capitella capitata</i>	0,0	2,5	0,0	0,1	0,0
Annelida oligochaeta					
Oligochètes indéterminés	52,5	5,0	1435,0	49,8	0,0
Crustacea amphipoda					
<i>Corophium volutator</i>	130,0	0,0	0,0	4,3	1,7
<i>Orchestia gammarellus</i>	2,5	0,0	0,0	0,1	0,0
Crustacea isopoda					
<i>Cyathura carinata</i>	0,0	30,0	170,0	6,7	6,5
<i>Gnathia maxillaris</i>	0,0	0,0	22,5	0,8	0,1
<i>Lekanesphaera rugicauda</i>	12,5	0,0	0,0	0,4	0,3
Crustacea decapoda					
<i>Carcinus maenas</i>	0,0	5,0	2,5	0,3	0,2
Mollusca gastropoda					
<i>Littorina saxatilis</i>	127,5	0,0	0,0	4,3	2,2
Gastéropodes indéterminés	0,0	2,5	5,0	0,3	0,2
Mollusca bivalvia					
<i>Abra tenuis</i>	447,5	17,5	5,0	15,7	12,3
Insecta					
Larve d'insecte sp. 1	110,0	65,0	377,5	18,4	18,7
Larve d'insecte sp. 2	25,0	70,0	205,0	10,0	11,0
<i>Heteroceridae</i> sp. 1	0,0	0,0	37,5	1,3	0,2
<i>Cillenus lateralis</i>	2,5	2,5	2,5	0,3	0,8
<i>Heteroceridae</i> sp. 2	2,5	0,0	0,0	0,1	0,0
Arachnida					
Acariens indéterminés	0,0	0,0	2,5	0,1	0,0
Myriapoda					
Myriapodes indéterminés	12,5	2,5	0,0	0,5	0,8

Tableau 1. Espèces macrofauniques échantillonnées sur trois stations de l'habitat à *H. diversicolor*.
(par groupe taxonomique et par abondance moyenne décroissante)

b. Habitat des sables plus ou moins envasés de mi-marée à *Arenicola marina*



Carte 15. Localisation de l'habitat à *A. marina* sur l'archipel.

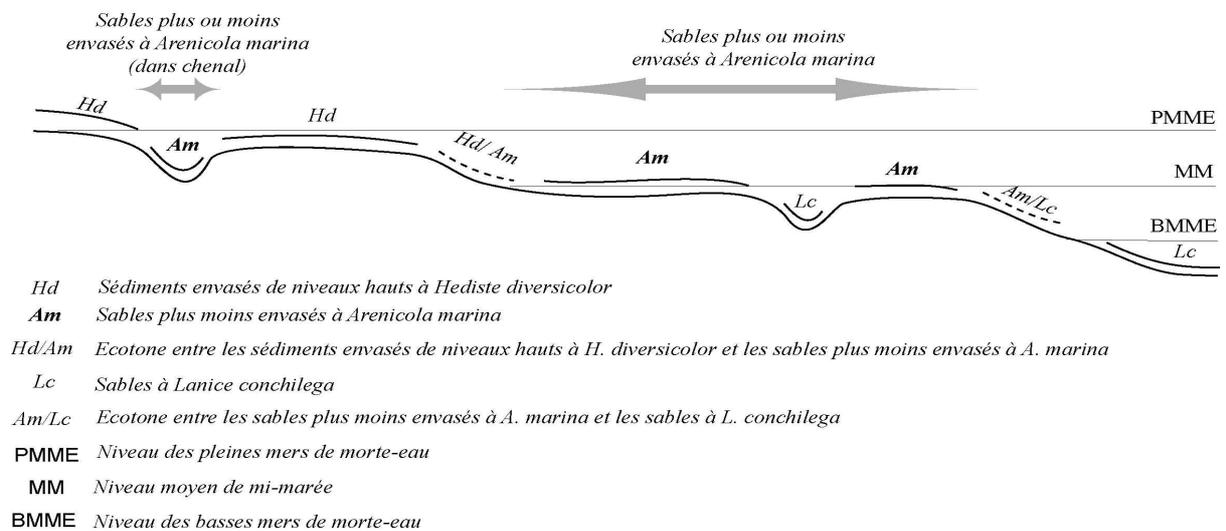


Figure 11. Coupe topographique schématique de l'habitat à *A. marina*.

- **Description générale**

Cet habitat couvre une superficie de 72ha (dont 16.8ha couverts par des champs de blocs), soient 5.1% de l'estran meuble. Il est principalement localisé dans des zones plus ou moins abritées, au niveau de la mi-marée, mais aussi dans les chenaux assez profonds incisant l'habitat des sédiments envasés de haut niveau à *H. diversicolor* (Figure 11). Il se concentre dans le quart sud-ouest de l'archipel, principalement autour de la Grande Ile, entre le Grand Colombier et la Grande Fourche, entre le Chapeau et l'Ile aux Oiseaux, et, de manière plus sporadique, entre les Grand et Petit Romonts et aux alentours des Trois Ilets (Carte 15). Le sédiment est localement recouvert par des *Vaucheria* spp. (sur 4.6ha), principalement au nord-ouest de Grande Ile, au sud-est de la Grande Fourche. L'annélide polychète *Arenicola marina* peuple l'ensemble de l'habitat à des densités plus ou moins fortes (d'une dizaine d'individus par m² jusqu'à plus de cent) et apporte localement, de par son activité, un modelé caractéristique constitué de petites bosses et cuvettes (Photographie 5).



*Photographie 5. Modelé caractéristique de l'habitat à A. marina.
(Jardin de l'Ile aux Oiseaux (291790-2439963)).*

- **Caractéristiques sédimentaires**

Les sédiments sont peu oxygénés et réduits en général dès la surface ou à quelques centimètres de profondeur. Leur consistance est particulièrement « molle » sur la rive sud du chenal du Sound, dans le secteur du Grand Colombier ainsi que dans le « Jardin » de l’Ile aux Oiseaux. Les sédiments de cet habitat correspondent à des sables plus ou moins vaseux et à des vases sableuses dans le secteur du grand Colombier, sur les rives sud du chenal du Sound et dans le « Jardin » de l’Ile aux Oiseaux et à des sables légèrement graveleux à graveleux dans les secteurs du sud-ouest de la Grande Ile, de la Gênetiaie et du Chapeau (Figures 12 et 13).

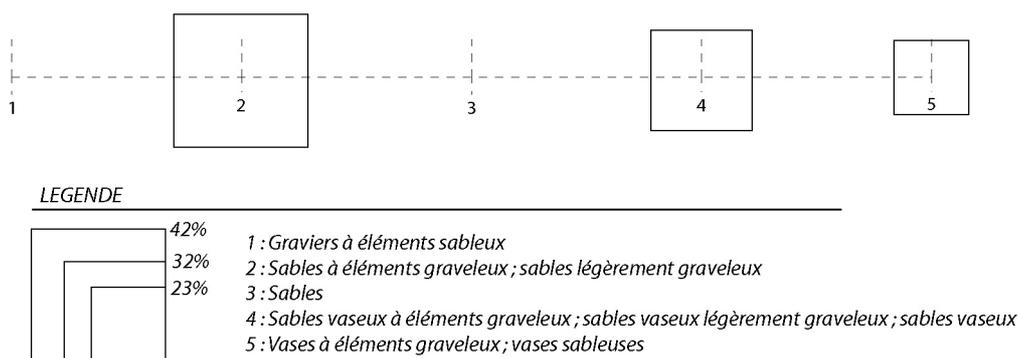


Figure 12. Spectre granulométrique de l'habitat à *A. marina* (% de la superficie totale de l'habitat compris dans chaque groupe textural).

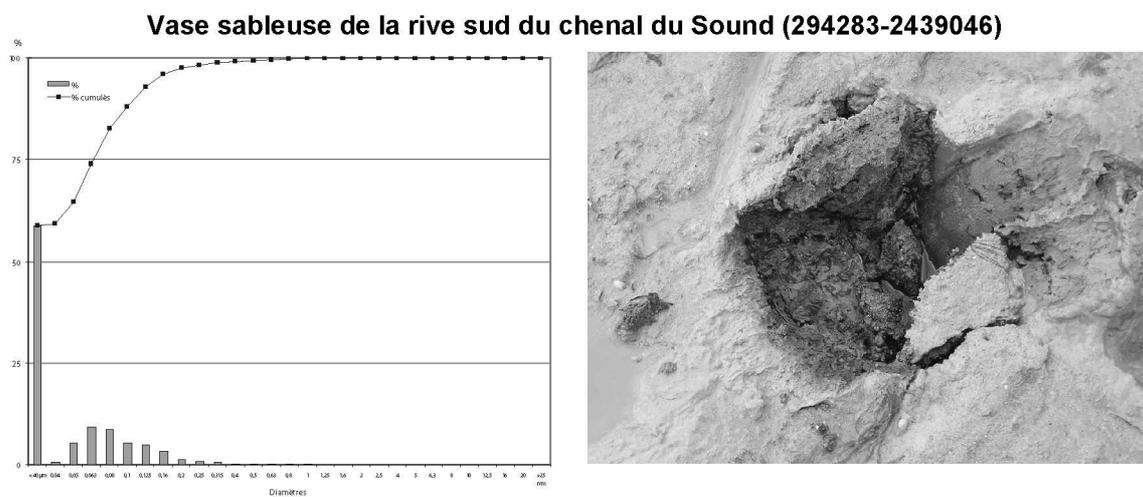
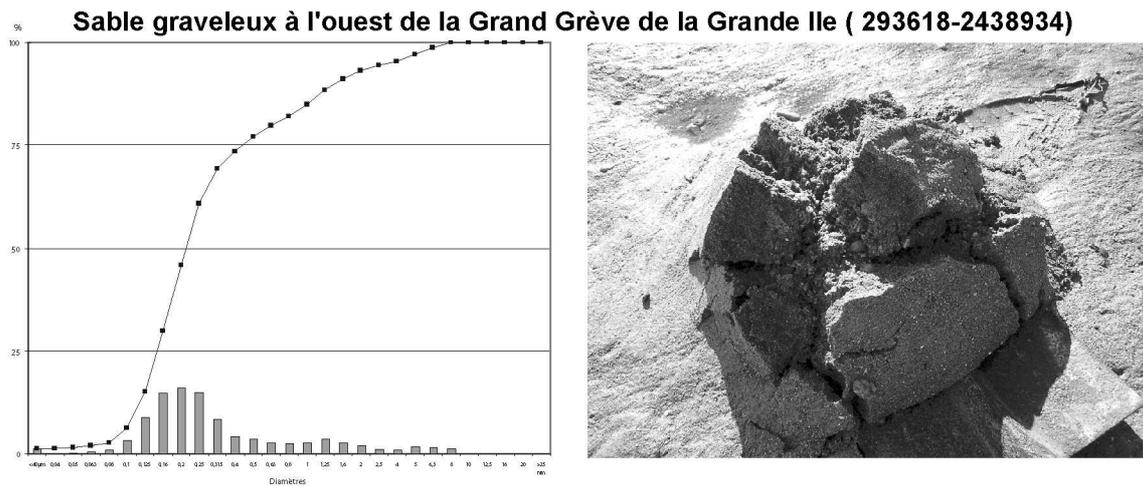


Figure 13. Courbes granulométriques (gauche) et photographies (droite) des deux principaux groupes texturaux de l'habitat à *A. marina*.

- **Faune**

Mégafaune

Le bivalve *Cerastoderma edule* est la seule espèce présente sur les trois stations (2.3 individus par m² en moyenne) (Tableau 2). Nous avons également prélevé en faible abondance deux représentants de la faune vagile : *Carcinus maenas* et *Nassarius reticulatus* ainsi que le bivalve *Ruditapes philippinarum* (Tableau 2).

Espèces	Abondances au m ²						Moyenne
	AMA		AMB		AMC		
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	
Crustacea decapoda							
<i>Carcinus maenas</i>	0,3	0,5	-	-	-	-	0,1
Mollusca gastropoda							
<i>Nassarius reticulatus</i>	-	-	0,3	0,5	0,3	0,5	0,2
Mollusca bivalvia							
<i>Cerastoderma edule</i>	2,5	1,3	3,8	0,5	0,8	1,0	2,3
<i>Ruditapes philippinarum</i>	0,5	0,6	-	-	-	-	0,2

Tableau 2. Espèces de la mégafaune échantillonnées par ratissage sur trois stations de l'habitat à *A. marina*.

Macrofaune

La macrofaune benthique n'est ni très abondante (207 individus par 1/10m² en moyenne), ni particulièrement riche (moins de 14 espèces en moyenne par station, 38 espèces au total) ou diversifiée (moyennes des indices de Shannon H'[']=1.4) (Figure 14). Les espèces qui contribuent le plus à l'identité du peuplement de cet habitat sont les polychètes *Cirriiformia tentaculata*, déposivore de surface, *Phyllodoce mucosa*, prédateur, *Notomastus latericeus* et *Arenicola marina*, psammivores, ainsi que les deux bivalves *Abra tenuis* et *Cerastoderma edule*. Parmi les 32 autres espèces, très peu sont constantes : l'anémone *Cereus pedunculatus*, l'isopode *Cyathura carinata* et des individus juvéniles de *Carcinus maenas* (Tableau 3). Bien que la station AMB diffère légèrement des deux autres, l'homogénéité du peuplement est plus affirmée qu'au sein de l'habitat des sédiments envasés de haut niveau à *Hediste diversicolor*.

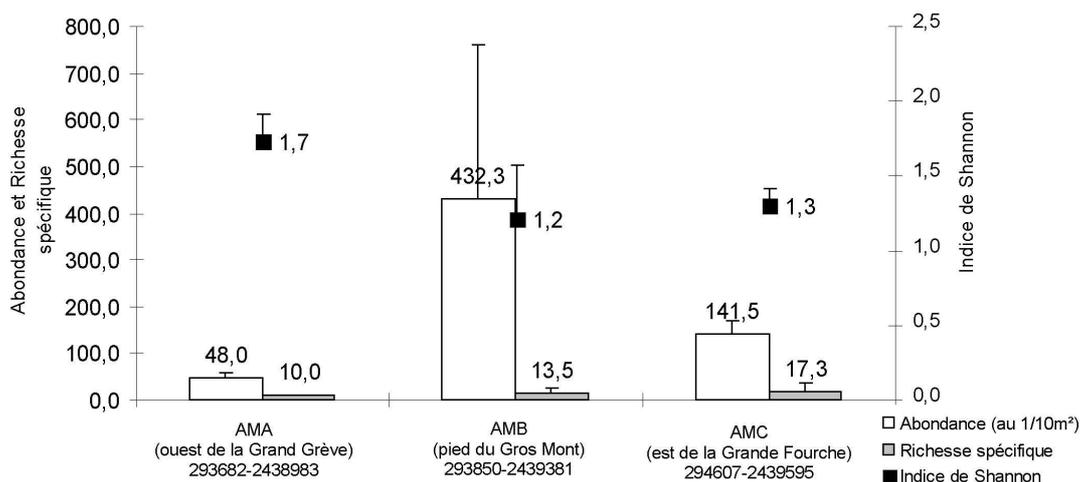


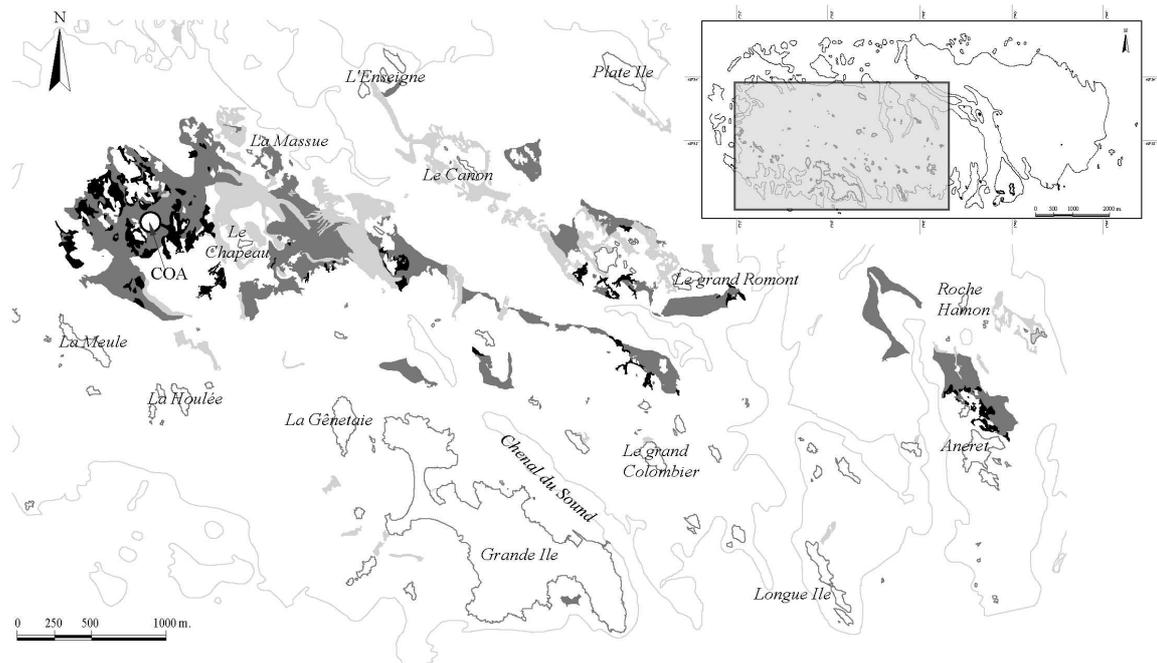
Figure 14. Abondance, richesse spécifique et diversité spécifique moyenne de la macrofaune benthique sur trois stations de l'habitat à *A. marina*. (valeurs : moyennes par station ; barres d'erreur : écarts-types)

Espèces	Abondances au m ²				% contribution SIMPER
	AMA	AMB	AMC	Moyenne	
Cnidaria					
<i>Cereus pedunculatus</i>	2,5	15,0	7,5	8,3	3,3
Nemertina					
Némertes indéterminés	0,0	12,5	0,0	4,2	0,0
Annelida polychaeta					
<i>Cirriformia tentaculata</i>	2,5	262,5	1010,0	425,0	11,4
<i>Notomastus latericeus</i>	160,0	0,0	62,5	74,2	8,0
<i>Scoloplos armiger</i>	150,0	0,0	10,0	53,3	4,3
<i>Phyllodoce mucosa</i>	25,0	45,0	22,5	30,8	10,7
<i>Arenicola marina</i>	52,5	2,5	12,5	22,5	7,0
<i>Ampharete acutifrons</i>	0,0	42,5	5,0	15,8	2,6
<i>Nephtys hombergii</i>	12,5	0,0	30,0	14,2	3,8
<i>Lanice conchilega</i>	0,0	2,5	32,5	11,7	1,6
<i>Pygospio elegans</i>	0,0	30,0	0,0	10,0	0,5
<i>Caulleriella</i> sp1	0,0	22,5	0,0	7,5	0,6
<i>Lumbrineris latreilli</i>	0,0	17,5	5,0	7,5	1,1
<i>Capitella capitata</i>	0,0	0,0	12,5	4,2	0,1
<i>Marphysa bellii</i>	0,0	0,0	12,5	4,2	0,8
<i>Capitella giardi</i>	10,0	0,0	0,0	3,3	0,0
<i>Myriochele heeri</i>	0,0	0,0	5,0	1,7	0,2
<i>Aonides oxycephala</i>	0,0	0,0	5,0	1,7	0,1
<i>Polydora ciliata</i>	0,0	5,0	0,0	1,7	0,0
<i>Mediomastus fragilis</i>	0,0	0,0	2,5	0,8	0,0
<i>Perinereis cultrifera</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0
<i>Platynereis dumerilii</i>	0,0	0,0	2,5	0,8	0,0
<i>Malmgreniella arenicolae</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0
<i>Scoelepis</i> sp.	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0
Annelida oligochaeta					
Oligochètes indéterminés	0,0	2822,5	0,0	940,8	0,0
Sipuncula					
<i>Golfingia elongata</i>	0,0	0,0	2,5	0,8	0,0
Crustacea amphipoda					
<i>Microdeutopus chelifer</i>	0,0	5,0	0,0	1,7	0,2
<i>Corophium volutator</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0
Crustacea isopoda					
<i>Cyathura carinata</i>	2,5	412,5	45,0	153,3	6,7
Crustacea decapoda					
<i>Carcinus maenas</i>	15,0	5,0	15,0	11,7	8,1
Mollusca gatropoda					
<i>Nassarius reticulatus</i>	2,5	0,0	12,5	5,0	0,9
Mollusca bivalvia					
<i>Abra tenuis</i>	20,0	582,5	35,0	212,5	14,3
<i>Lucinoma borealis</i>	0,0	0,0	42,5	14,2	0,6
<i>Cerastoderma edule</i>	12,5	10,0	10,0	10,8	11,6
<i>Venerupis aurea</i>	0,0	2,5	0,0	0,8	0,0
<i>Ruditapes philippinarum</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0
Echinodermata					
<i>Amphipholis squamata</i>	0,0	10,0	15,0	8,3	1,4
Insecta					
Larve d'insecte sp 3	0,0	10,0	0,0	3,3	0,0

Tableau 3. Espèces macrofauniques échantillonnées sur trois stations de l'habitat à A. marina.

(par groupes taxonomiques et par abondance moyenne décroissante)

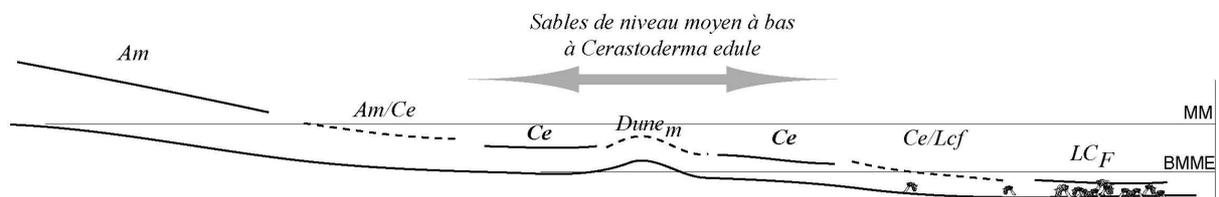
c. Habitat des sables moyens à bas à *Cerastoderma edule*



LEGENDE

- Iles îlots
- Sables de niveau moyen à bas à *Cerastoderma edule*
- Sables de niveau moyen à bas à *Cerastoderma edule* avec champs de blocs
- Bancs de sables dunaires de niveau moyen
- Plus basses mers de vive-eau
- Station de prélèvement macrofaunique

Carte 16. Localisation de l'habitat à *C. edule* sur l'archipel.



- Am* Sables plus ou moins envasés de mi-marée à *Arenicola marina*
- Am/Ce* Ecotone entre les sables plus ou moins envasés de mi-marée à *Arenicola marina* et les sables de niveau moyen à bas à *Cerastoderma edule*
- Dune_m* Bancs de sables dunaires de niveau moyen
- Ce* Sables de niveau moyen à bas à *Cerastoderma edule*
- Ce/Lcf* Ecotone entre les sables de niveau moyen à bas à *Cerastoderma edule* et les sables à faibles densités de *Lanice conchilega*
- Lcf* Sables de niveaux bas à fortes densités de *Lanice conchilega*
- MM** Niveau de mi-marée
- BMME** Niveau des basses mers de morte eau

Figure 15. Coupe topographique schématique de l'habitat à *C. edule*.

- **Description générale**

L'habitat couvre une superficie de 83ha (dont 13.7 parmi des champs de blocs), soient 6% de la superficie totale du domaine intertidal meuble de Chausey. Il est localisé principalement dans la partie ouest de l'archipel, entre les îles de la Meule, de la Houlée et de la Massue, mais aussi dans le secteur des Romonts, d'Aneret et de la Roche Hamon (Carte 16). Cet habitat est situé sur une bande bathymétrique assez étroite qui s'étend de part et d'autre du niveau des basses mers de morte-eau. A Chausey, on le trouve donc très logiquement entre les sables de mi-marée à *Arenicola marina* et l'apparition des premières *L. conchilega*, qui s'implantent sur les parties les plus basses de l'habitat. Dans la partie ouest, il est interrompu par des grands bancs de sables grossiers parfois coquilliers.

- **Caractéristiques sédimentaires**

Les sédiments, toujours réduits dès la surface ou seulement à quelques centimètres de profondeur, sont grossiers dans la partie ouest (entre les îles de la Meule, de la Houlée et de la Massue), plutôt fins à moyens et envasés dans le secteur d'Aneret et très envasés dans le secteur sud des Romonts (Figure 17). Les figures sédimentaires observées au sein de l'habitat sont variées : rides, ripplemarks et structures linguoïdales, le ponctuent dans le secteur ouest, alors que les figures des secteurs plus orientaux, soumis à un hydrodynamisme moins intense, sont très peu marquées.

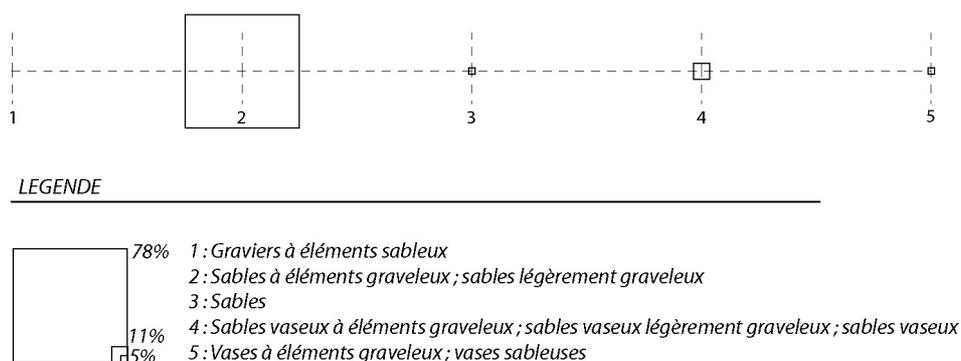
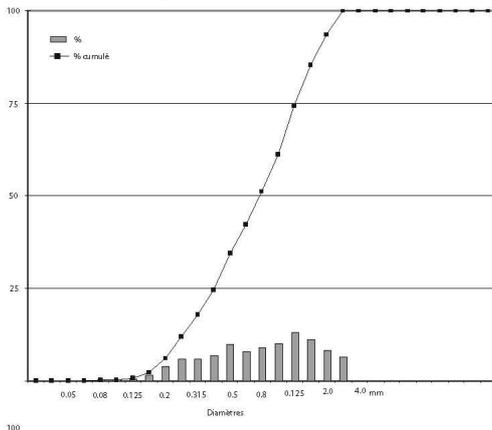
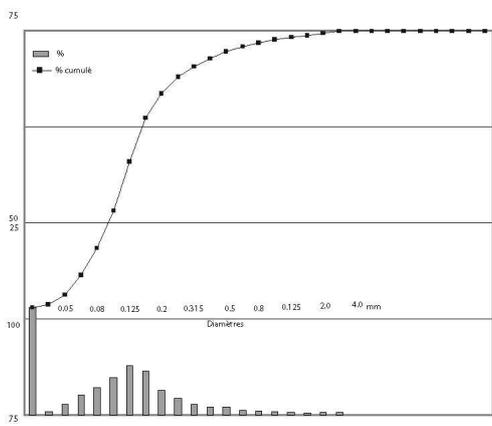


Figure 16. Spectre granulométrique de l'habitat à *C. edule* (% de la superficie totale de l'habitat compris dans chaque groupe textural).

Sables grossiers entre la Houllée, le Chapeau et la Massue (292671-2440465)



Vases sableuses au sud-ouest du grand Romont (295071-2439902)



Sables fins envasés du nord d'Aneret (296918-2439188)

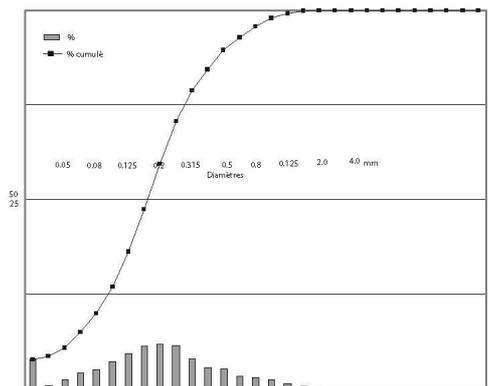


Figure 17. Courbes granulométriques (gauche) et photographies (droite) des trois principaux groupes texturaux de l'habitat.

- Faune

Mégafaune

C'est tout naturellement le bivalve *Cerastoderma edule* qui domine largement les espèces échantillonnées par ratissage (plus de 7 individus par m² en moyenne) (Tableau 4). Les bivalves *Ruditapes philippinarum* et *Venerupis aurea* y sont présents en faible densité. Le gastéropode *Nassarius reticulatus* y est présent comme sur presque tous les autres habitats.

Espèces	Abondances au m ²	
	Moyenne	Ecart-type
Mollusca gastropoda		
<i>Nassarius reticulatus</i>	0,3	0,5
Mollusca bivalvia		
<i>Cerastoderma edule</i>	7,3	3,3
<i>Ruditapes philippinarum</i>	1,3	1,0
<i>Venerupis aurea</i>	0,3	0,5

Tableau 4. Espèces de la mégafaune échantillonnées dans l'habitat à *C. edule*

Macrofaune

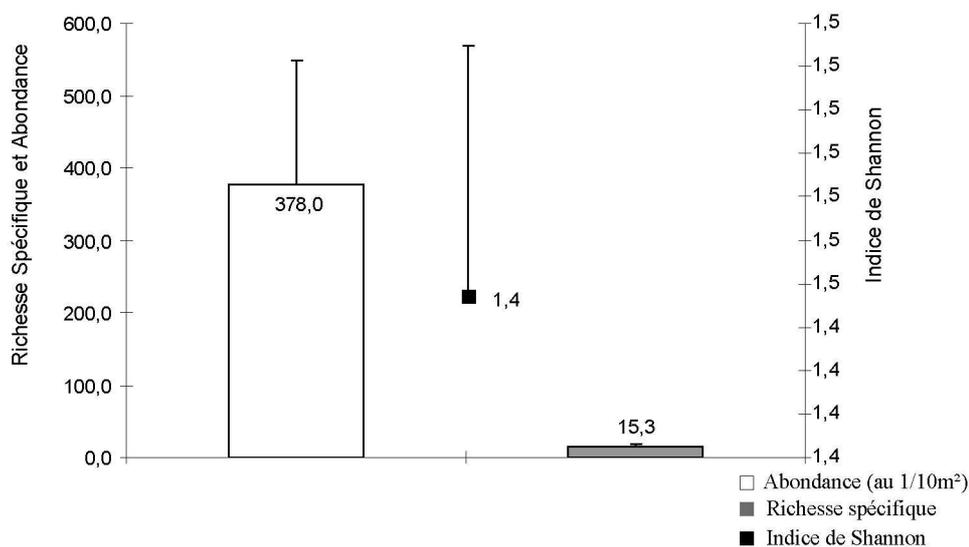


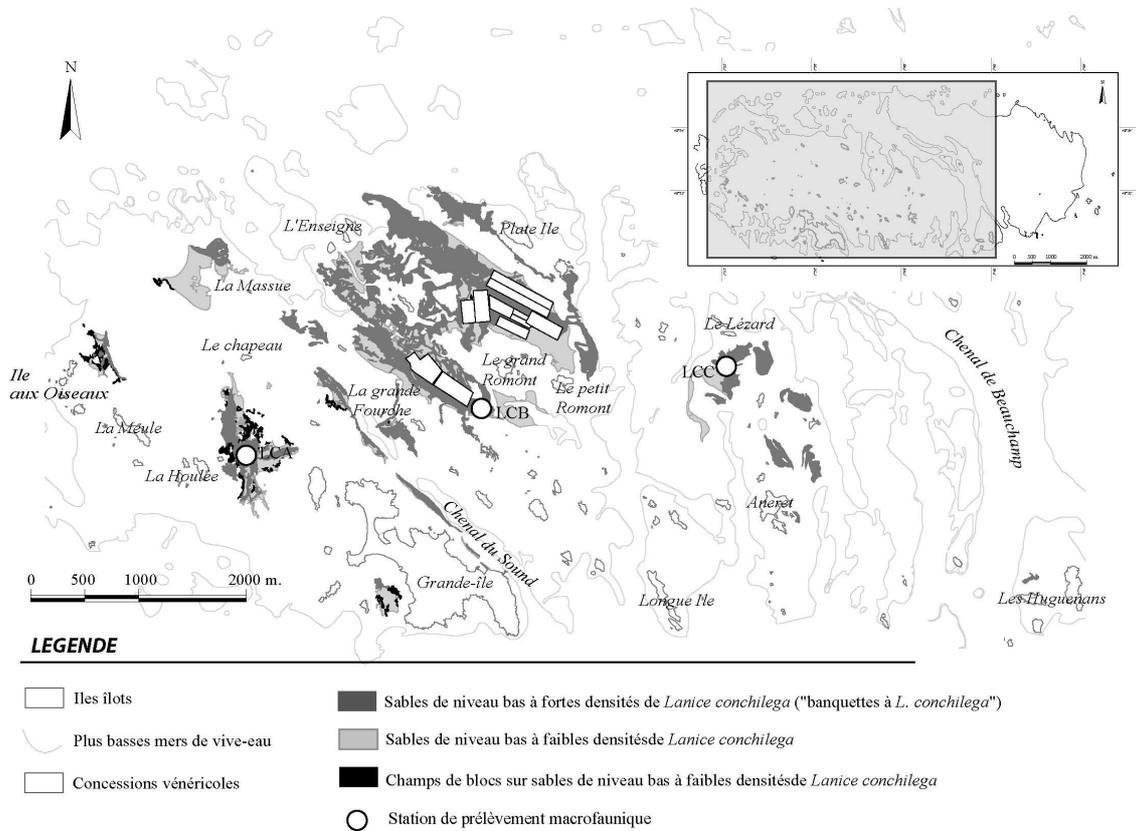
Figure 18. Abondance, richesse et diversité spécifique de la macrofaune benthique échantillonnée sur une station de l'habitat à *C. edule* (valeurs : moyennes sur la station ; barres d'erreur : écarts-types)

La macrofaune benthique de cet habitat n'est pas spécialement riche (27 espèces échantillonnées sur la station) ni très diversifiée (indice de Shannon moyen de 1.4) (Figure 18). Les espèces qui contribuent le plus à l'identité du peuplement de l'habitat sont les annélides polychètes *Cirriiformia tentaculata*, *Caulleriella* sp., *Perinereis cultrifera*, *Lumbrineris latreilli* et *Aonides oxycephala*, l'isopode *Lekanesphaera levii* et le bivalve *Cerastoderma edule* (Tableau 5). L'abondance des deux espèces de cirratulidae *C. tentaculata* et *Caulleriella* sp. atteste d'un enrichissement ponctuel en matière organique. La présence de *L. latreilli* met en lumière le caractère grossier et hétérogène du sédiment, alors que celle de *P. cultrifera* reflète la présence de « micro biotopes » d'interface galet/sédiment. Il est à noter la présence de *L. levii*, espèce habituellement trouvée à des niveaux bathymétriques inférieurs. La contribution relativement faible de la coque *C. edule* à l'identité du peuplement est directement due au fait qu'elle est également présente dans d'autres habitats.

Genre et espèce	Abondance au m ²	% contribution (SIMPER)
Annelida polychaeta		
<i>Cirriiformia tentaculata</i>	1197,5	20,3
<i>Caulleriella</i> sp1	962,5	17,4
<i>Perinereis cultrifera</i>	142,5	10,3
<i>Lumbrineris latreilli</i>	135,0	9,9
<i>Aonides oxycephala</i>	47,5	7,8
Maldanidae sp1	22,5	3,6
<i>Ehlersia cornuta</i>	20,0	3,7
<i>Capitella capitata</i>	15,0	1,1
<i>Polydora ciliata</i>	15,0	3,1
<i>Phyllodoce mucosa</i>	10,0	0,9
<i>Spio decoratus</i>	10,0	0,0
<i>Sphaerosyllis bulbosa</i>	10,0	1,0
<i>Malmgreniella arenicolae</i>	7,5	0,0
<i>Nephtys hombergii</i>	5,0	1,1
<i>Spiophanes bombyx</i>	5,0	0,0
<i>Nephtys caeca</i>	2,5	0,0
<i>Eumida sanguinea</i>	2,5	0,0
<i>Pseudopolydora antennata</i>	2,5	0,0
Annelida oligochaeta		
Oligochètes indéterminés	1077,5	0,0
Crustacea decapoda		
<i>Carcinus maenas</i>	5,0	0,0
Crustacea isopoda		
<i>Lekanesphaera levii</i>	35,0	8,0
<i>Cyathura carinata</i>	27,5	4,5
Crustacea tanaidacea		
<i>Apseudes latreillii</i>	5,0	1,0
Mollusca gastropoda		
<i>Nassarius reticulatus</i>	5,0	0,0
Mollusca bivalvia		
<i>Cerastoderma edule</i>	10,0	6,4
<i>Ruditapes philippinarum</i>	2,5	0,0
<i>Venerupis aurea</i>	2,5	0,0

Tableau 5. Espèces macrofauniques échantillonnées au sein d'une station de l'habitat (par groupes taxonomiques et par abondance moyenne décroissante)

d. Habitat des sables de niveau bas à fortes densités de *Lanice conchilega*



Carte 17. Localisation de l'habitat sur l'archipel à *L. conchilega*.

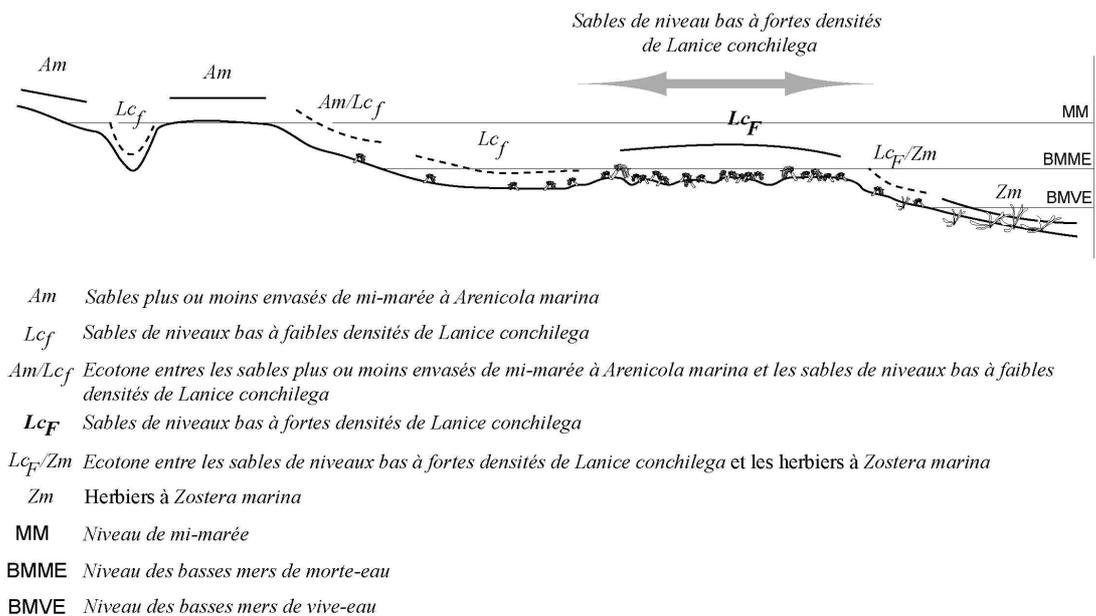
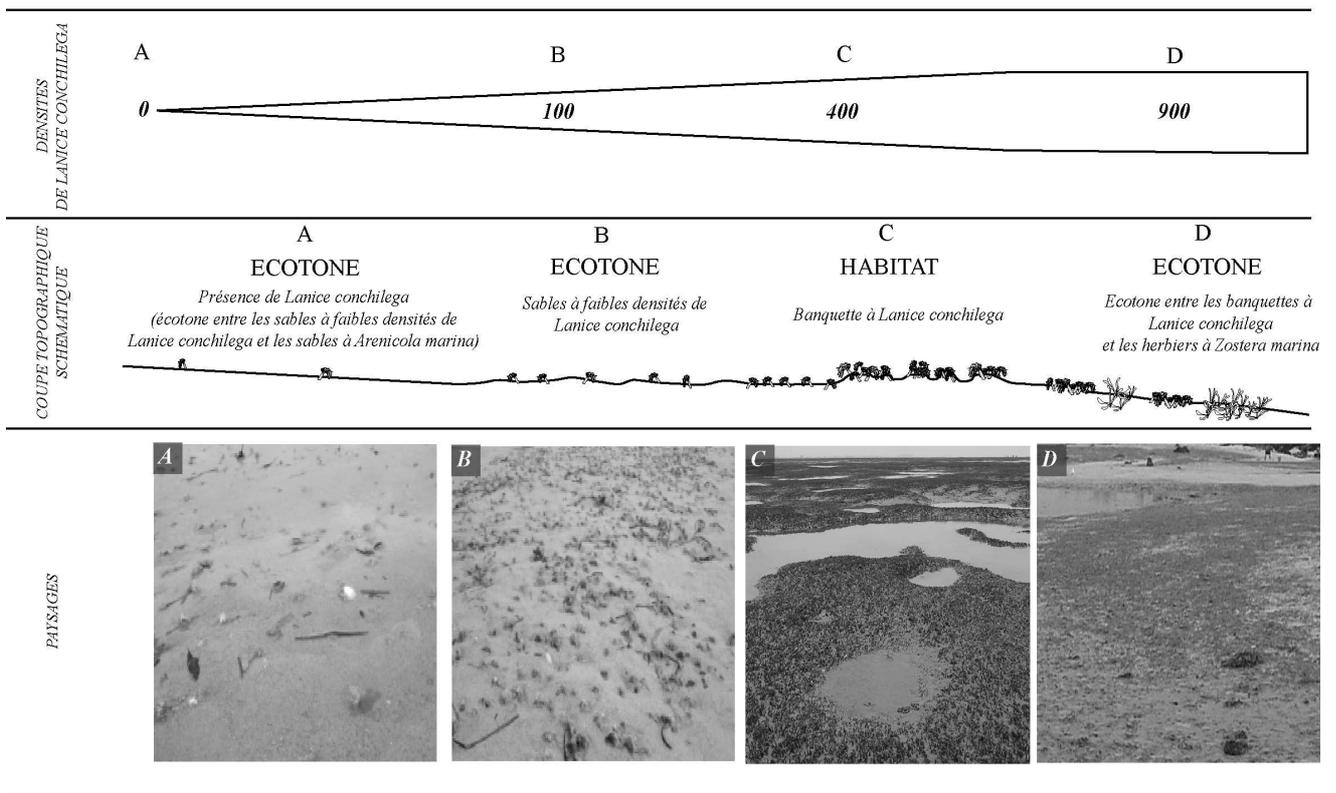


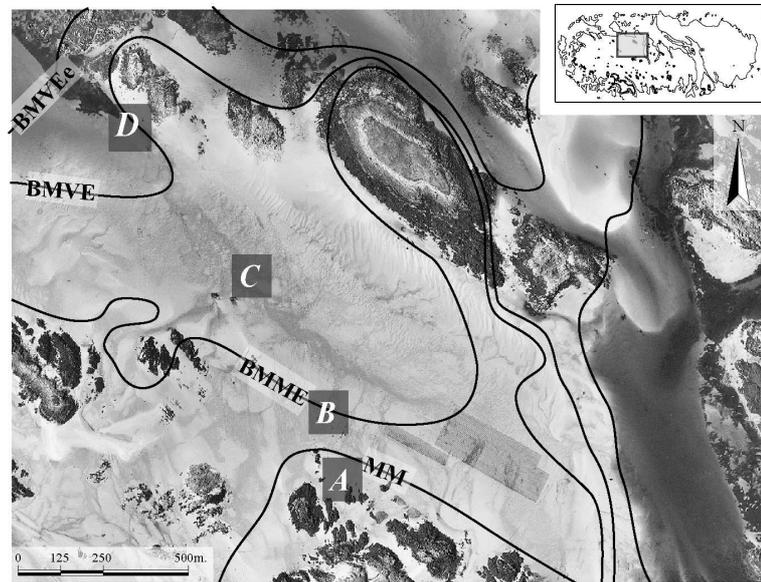
Figure 19. Coupe topographique schématique de l'habitat à *L. conchilega*.

- **Description générale**

Cet habitat, appelé communément « banquette à *Lanice conchilega* », couvre une superficie de 100ha, soit 7% du domaine intertidal de l'archipel. Si l'espèce *L. conchilega* est quasiment présente sur l'ensemble des niveaux bathymétriques adéquats des deux tiers ouest de l'archipel, les agrégations de **plus de 400 individus au m²**, qui constituent ce que nous considérons véritablement comme des banquettes, sont plus localisées. En effet, l'habitat est fragmenté en quatre secteurs principaux (Carte 17) : 30ha en Plaine du Rétin (entre les Romonts et Plate Ile), 22ha dans le Chenal du Relais (entre la Grande Fourche et les Romonts), 6ha dans le secteur de la Houlée et 11ha de petites banquettes morcelées entre le Lézard et Aneret. Les petites banquettes des Huguenants, des rives du chenal du Sound, du sud de Grande Ile à Port Homard, du nord de l'Ile aux Oiseaux et de la Massue sont beaucoup plus réduites (moins de 3ha chacune). Les banquettes se trouvent essentiellement entre le niveau des basses mers de morte-eau moyennes (coefficient de 45) et les basses mers de vive-eau moyennes (coefficient de 90) (Figure 19). Les agrégations de l'espèce *L. conchilega* génèrent une microtopographie tout à fait originale consistant en une succession de bosses autour des agrégations de l'annélide et de cuvettes (Figure 19). *L. conchilega* peut également coloniser en assez forte densité les chenaux qui incisent des habitats de niveaux bathymétriques plus élevés (habitat des sables à *Arenicola marina* par exemple). Dans la plupart des secteurs, le passage d'un habitat particulier à celui des banquettes à *L. conchilega* est progressif : celui-ci est généralement bordé de zones où les densités de l'espèce sont plus faibles (moins de 400 ind/m²), pouvant être considérées comme des écotones (Encadré 5). Les deux écotones les plus fréquemment observés à Chausey sont ceux qui relient l'habitat avec celui des sables à *Arenicola marina*, aux limites bathymétriques supérieures des banquettes, et avec celui des herbiers à *Zostera marina* aux limites bathymétriques inférieures (Encadré 5). L'ensemble des sables à « faibles » densités de *Lanice conchilega* (<400 ind. m²) couvre une superficie totale de 69.8ha (dont 4.8ha couverts par des champs de blocs).



EXEMPLE DE LOCALISATION



MM : Niveau de mi-marée
 BMME : Niveau des basses mers de morte-eau
 BMVE : Niveau des basses mers de vive-eau moyennes
 BMVEe : Niveau des basses mers de vive-eau d'équinoxe

Encadré 5.
 Les banquettes à *Lanice conchilega* et leurs écotones.

- **Caractéristiques sédimentaires**

Les banquettes à *L. conchilega* sont principalement situées sur des sédiments assez grossiers (75% sur des sables graveleux – Figure 20). Celles proches de Plate Ile et juste au nord des Romonts sont sur des sables bien triés, alors que les petites banquettes longeant la rive sud des chenaux du Relais (entre la Grande Fourche et les Romonts) et du Sound correspondent à des sédiments plus fins et envasés (sables vaseux légèrement graveleux).

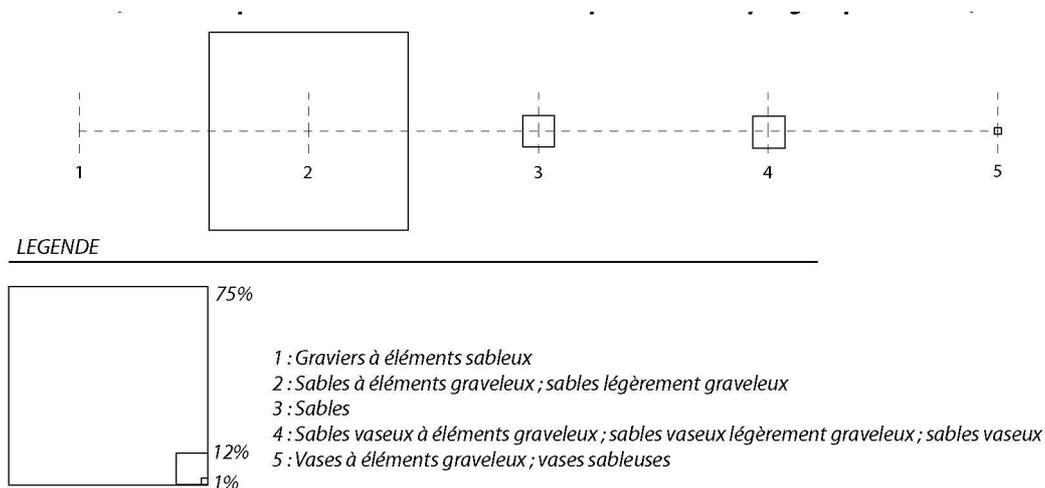
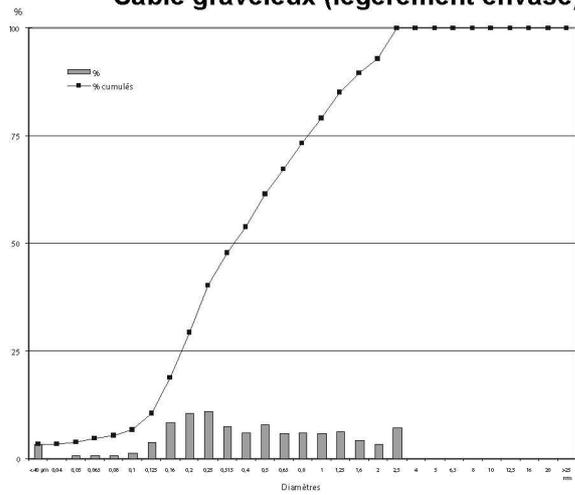
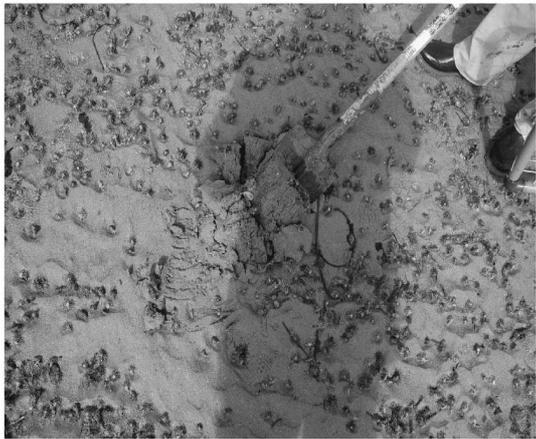
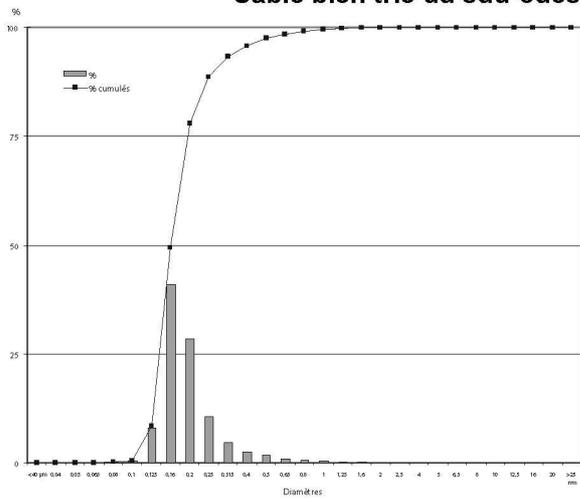


Figure 20. Spectre granulométrique de l'habitat à *L. conchilega* (% de la superficie de l'habitat compris dans chaque groupe textural).

Sable graveleux (légèrement envasé) du nord de Houllée (293265-2439462)



Sable bien trié du sud-ouest de Plate Ile (294721-2441089)



Vase sableuse sur la rive sud du chenal du Sound (294241-2439141)

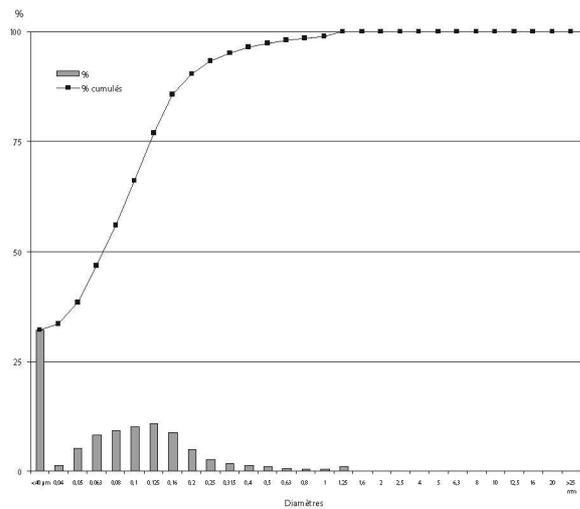


Figure 21. Courbes granulométriques (gauche) et photographies (droite) des trois principaux groupes texturaux de l'habitat à *L. conchilega*.

Mégafaune

Le bivalve *Cerastoderma edule* est l'espèce de la plus abondante recueillie par les ratissages (près de 10 individus par m²), suivie ensuite par le gastéropode *Crepidula fornicata* (2.2 au m² en moyenne) et le bivalve *Venerupis aurea* (1.6 au m² en moyenne). Les autres espèces ont été échantillonnées en effectifs beaucoup plus réduits (Tableau 6).

Espèces	Abondances au m ²						Moyenne
	LCA		LCB		LCC		
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	
Cnidaria							
<i>Cereus pedunculatus</i>	0,3	0,5	-	-	-	-	0,1
Crustacea decapoda							
<i>Carcinus maenas</i>	0,3	0,5	0,3	0,5	0,8	1,0	0,4
Mollusca gastropoda							
<i>Crepidula fornicata</i>	-	-	3,3	2,4	3,3	3,8	2,2
<i>Nassarius reticulatus</i>	-	-	1,3	1,0	1,8	2,1	1,0
Mollusca bivalvia							
<i>Mytilus edulis</i>	-	-	-	-	0,8	1,5	0,3
<i>Crassostrea gigas</i>	-	-	-	-	0,5	0,6	0,2
<i>Cerastoderma edule</i>	11,3	8,3	6,3	3,1	12,0	6,9	9,8
<i>Loripes lacteus</i>	-	-	-	-	0,3	0,5	0,1
<i>Ruditapes philippinarum</i>	0,3	0,5	-	-	0,3	0,5	0,2
<i>Venerupis aurea</i>	2,3	1,5	1,0	1,4	1,5	1,0	1,6
<i>Venerupis pullastra</i>	0,3	0,5	-	-	1,0	1,4	0,4
<i>Venus verrucosa</i>	-	-	0,3	0,5	0,8	0,5	0,3

Tableau 6. Espèce de la mégafaune échantillonnées sur trois stations de l'habitat à *L. conchilega*.

Macrofaune

La macrofaune, qui n'est pas particulièrement abondante (240 individus par 1/10 m² en moyenne par station), est en revanche riche en espèces (plus de 26 espèces en moyenne par échantillon, pour un total de 71 espèces) et est très diversifié (indice de Shannon moyen de 2.4) (Figure 22). Le nombre d'espèces qui contribuent à l'identité du peuplement de l'habitat est élevé et concerne les 12 espèces suivantes (% SIMPER > 4.5%) : *Euclymene oerstedii*, *Notomastus latericeus*, *Lucinoma borealis*, *Cereus pedunculatus*, *Marphysa bellii*, *Lumbrineris latreilli*, *Nassarius reticulatus*, *Loripes lacteus*, *Nephtys hombergii*, *Cirriformia tentaculata*, *Caulleriella* sp. et *Golfingia elongata* (Tableau 7). Parmi celles-ci on distingue des espèces appartenant à de nombreuses guildes trophiques : psammivores (*E. oerstedii*, *N. latericeus*, *G. elongata*), prédateurs (*M. bellii*, *N. hombergii*, *L. latreilli*), déposivores de surface (*C. tentaculata* et *Caulleriella* sp.) filtreur/déposivore (*L. conchilega*), filtreur (*L. borealis*) et nécrophage (*N. reticulatus*). Il est à noter la présence d'espèces constantes, en abondance plus faible, parmi lesquelles on peut distinguer des filtreurs (*L. lacteus* et *C. edule*), des psammivores (*Mediomastus fragilis* et *Scoloplos armiger*) ainsi qu'un déposivore (*Aonides oxycephala*). Au sein de

l'habitat, l'abondance de certaines espèces sur seulement deux stations (LCB et LCC) est probablement à mettre en relation avec les activités conchyloles proches (vénériculture près de LCB et ostréiculture près de LCC). A titre d'exemple, on peut citer l'abondance du cirratulidae *Caulleriella* sp. ou du nécrophage *N. reticulatus* sur ces deux stations.

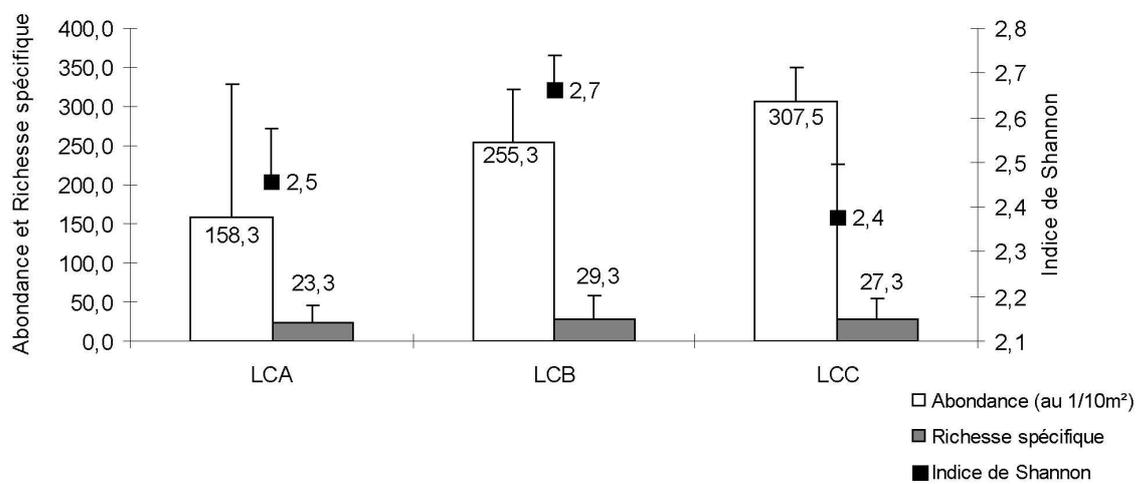


Figure 22. Abondance, richesse spécifique et diversité moyennes de la macrofaune benthique échantillonnée sur trois stations de l'habitat à *L. conchilega*.

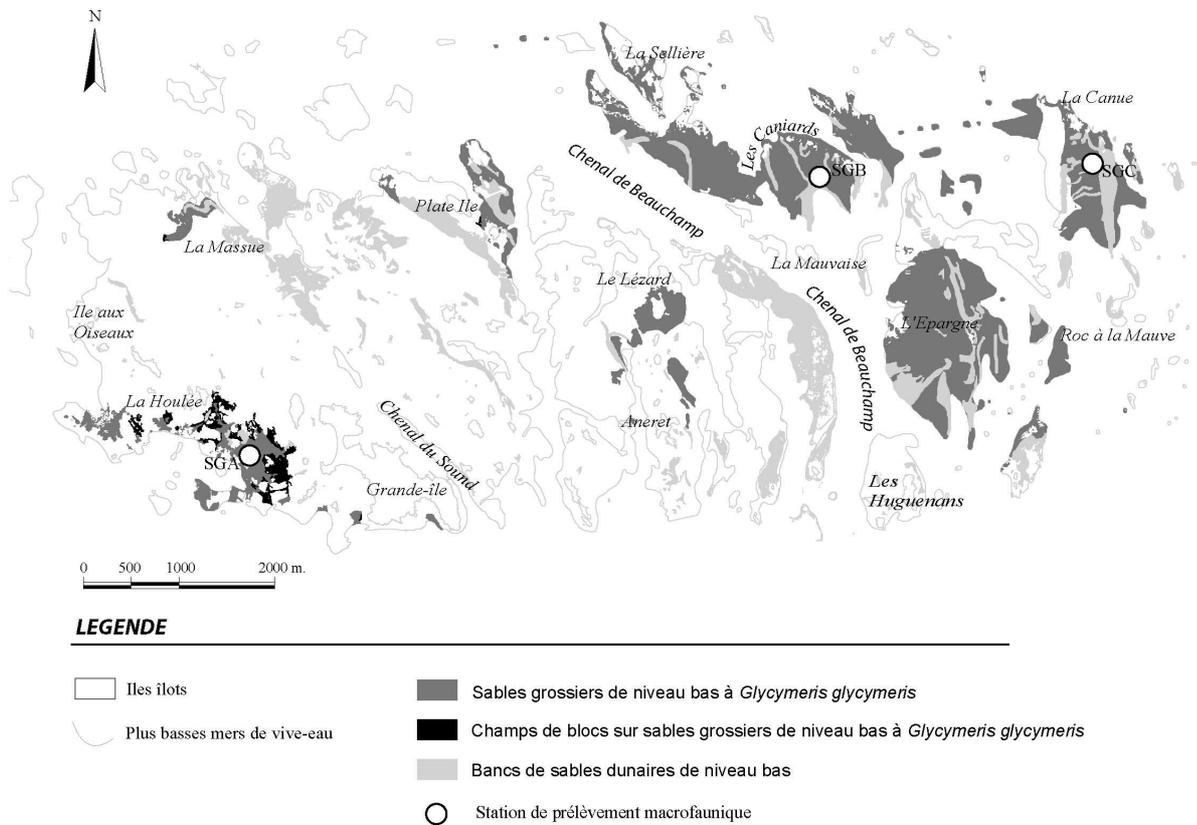
Espèces	Abondances au m ²				% contribution SIMPER
	LCA	LCB	LCC	Moyenne	
Cnidaria					
<i>Cereus pedunculatus</i>	115,0	185,0	80,0	126,7	6,5
<i>Edwardsia</i> sp.	5,0	15,0	5,0	8,3	1,2
<i>Anemone</i> sp1	5,0	0,0	0,0	1,7	0,0
<i>Cerianthus lloydi</i>	0,0	0,0	2,5	0,8	0,0
Nemertina					
Némertes indéterminés	2,5	10,0	0,0	4,2	0,0
<i>Tubulanus polymorphus</i>	0,0	2,5	7,5	3,3	0,2
Annelida polychaeta					
<i>Eucliyene oerstedii</i>	345,0	445,0	837,5	542,5	9,0
<i>Notomastus latericeus</i>	237,5	420,0	207,5	288,3	8,5
<i>Marphysa bellii</i>	137,5	275,0	422,5	278,3	6,2
<i>Lanice conchilega</i>	22,5	55,0	482,5	186,7	4,8
<i>Lumbrineris latreilli</i>	145,0	135,0	62,5	114,2	5,6
<i>Myriochele heeri</i>	7,5	82,5	225,0	105,0	3,7
<i>Cirriiformia tentaculata</i>	65,0	185,0	10,0	86,7	4,4
<i>Cauleriella</i> sp1	35,0	110,0	100,0	81,7	4,4
<i>Chaetozone setosa</i>	0,0	35,0	80,0	38,3	1,2
<i>Nephtys hombergii</i>	35,0	17,5	30,0	27,5	4,6
<i>Aonides oxycephala</i>	35,0	32,5	12,5	26,7	3,2
<i>Maldanidae</i> sp1	12,5	30,0	35,0	25,8	3,1
<i>Mediomastus fragilis</i>	2,5	55,0	10,0	22,5	0,7
<i>Scoloplos armiger</i>	15,0	20,0	12,5	15,8	2,3
<i>Polydora ciliata</i>	0,0	35,0	10,0	15,0	0,6
<i>Scalibregma celticum</i>	10,0	2,5	22,5	11,7	1,3
<i>Pseudopolydora antennata</i>	0,0	25,0	0,0	8,3	0,0
<i>Exogone hebes</i>	0,0	22,5	0,0	7,5	0,3
<i>Perinereis cultrifera</i>	5,0	15,0	0,0	6,7	0,2
<i>Phylodoce mucosa</i>	0,0	17,5	2,5	6,7	0,5
<i>Ehlersia cornuta</i>	0,0	2,5	10,0	4,2	0,2
<i>Pholoe inornata</i>	0,0	2,5	5,0	2,5	0,2
<i>Poecilochaetus serpens</i>	0,0	0,0	7,5	2,5	0,1
<i>Glycera gigantea</i>	2,5	2,5	0,0	1,7	0,1
<i>Paradoneis lyra</i>	0,0	5,0	0,0	1,7	0,1
<i>Petaloproctus terricola</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0
<i>Eunereis longissima</i>	0,0	0,0	2,5	0,8	0,0
<i>Platynereis dumerilii</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0
<i>Eteone longa</i>	0,0	2,5	0,0	0,8	0,0
<i>Sabellidae</i> sp.	0,0	2,5	0,0	0,8	0,0
<i>Spio decoratus</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0
<i>Spio martinensis</i>	0,0	0,0	2,5	0,8	0,0
Annelida oligochaeta					
Oligochètes indéterminés	0,0	2,5	0,0	0,8	0,0
Platyhelminthes turbellaria					
<i>Turbellaria</i> indéterminé	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0
Sipuncula					
<i>Golfingia elongata</i>	27,5	40,0	30,0	32,5	4,1
<i>Golfingia vulgaris</i>	0,0	0,0	2,5	0,8	0,0
Pycnogonida					
<i>Pycnogonida</i> sp.	0,0	2,5	0,0	0,8	0,0
Crustacea amphipoda					
<i>Ampelisca tenuicornis</i>	0,0	2,5	30,0	10,8	0,4
<i>Ampelisca brevicornis</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0
<i>Lysianassa ceratina</i>	0,0	2,5	0,0	0,8	0,0
<i>Stegocephaloides christianiensis</i>	0,0	0,0	2,5	0,8	0,0
Crustacea cumacea					
<i>Bodotria pulchella</i>	0,0	2,5	0,0	0,8	0,0
Crustacea decapoda					
<i>Carcinus maenas</i>	12,5	5,0	7,5	8,3	1,4
Crustacea isopoda					
<i>Cyathura carinata</i>	42,5	0,0	0,0	14,2	0,0
<i>Lekanesphaera levii</i>	2,5	7,5	0,0	3,3	0,2
<i>Anilocra frontalis</i>	0,0	2,5	0,0	0,8	0,0
Crustacea tanaidacea					
<i>Apseudes latreillii</i>	42,5	52,5	12,5	35,8	3,1
<i>Tanaidacea</i> indéterminé	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0

Tableau 7. Espèces macrofauniques échantillonnées sur trois stations de l'habitat à *L. conchilega* (par groupes taxonomiques et par abondance moyenne décroissante).

Espèces	Abondances au m ²				% contribution SIMPER
	LCA	LCB	LCC	Moyenne	
Mollusca polyplacophora					
Chiton sp.	0,0	2,5	0,0	0,8	0,0
Mollusca gastropoda					
<i>Nassarius reticulatus</i>	25,0	35,0	102,5	54,2	5,0
<i>Nudibranchia</i> indéterminé	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0
Mollusca bivalvia					
<i>Lucinoma borealis</i>	130,0	75,0	120,0	108,3	6,7
<i>Abra tenuis</i>	15,0	20,0	10,0	15,0	1,8
<i>Loripes lacteus</i>	2,5	17,5	17,5	12,5	0,9
<i>Cerastoderma edule</i>	7,5	10,0	17,5	11,7	2,2
<i>Abra alba</i>	0,0	2,5	20,0	7,5	0,3
<i>Venerupis aurea</i>	12,5	0,0	7,5	6,7	0,4
<i>Nucula</i> sp.	0,0	5,0	2,5	2,5	0,2
<i>Venerupis pullastra</i>	2,5	0,0	2,5	1,7	0,1
<i>Ruditapes decussatus</i>	0,0	0,0	2,5	0,8	0,0
<i>Arcopagia crassa</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0
<i>Tellina incarnata</i>	0,0	0,0	2,5	0,8	0,0
<i>Venus verrucosa</i>	0,0	2,5	0,0	0,8	0,0
Phoronida					
<i>Phoronis</i> sp.	0,0	67,5	15,0	27,5	0,4
Echinodermata					
<i>Amphipholis squamata</i>	0,0	10,0	0,0	3,3	0,2

Tableau 7 (suite)

e. Habitat des sables grossiers à *Glycymeris glycymeris*



Carte 18. Localisation de l'habitat à *G. glycymeris* sur l'archipel.

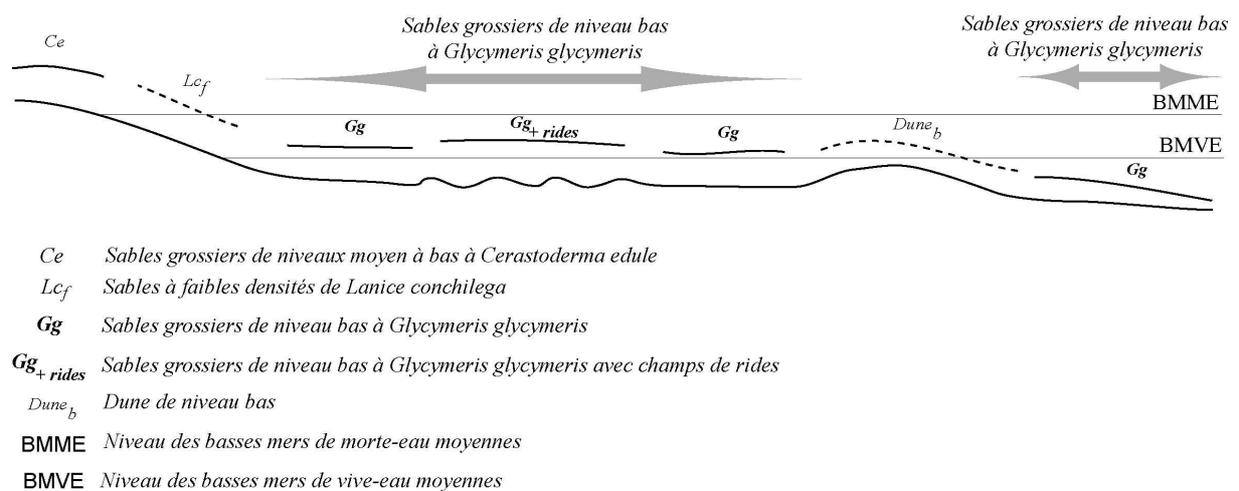
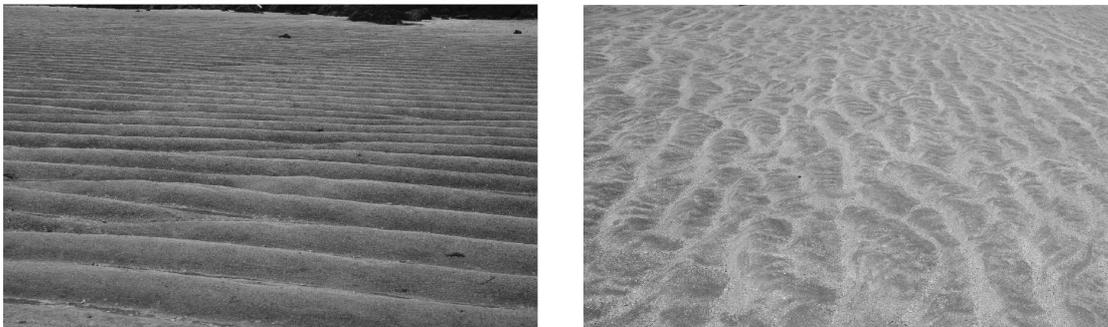


Figure 23. Coupe topographique schématique de l'habitat à *G. glycymeris*

- **Description générale**

Les sables grossiers de niveau bas à *Glycymeris glycymeris* couvrent près du quart du domaine intertidal de substrat meuble de Chausey (349.6ha). L'essentiel de cet habitat se situe dans le tiers est de l'archipel, à l'est du Chenal de Beauchamp (Carte 18). De manière plus ponctuelle, on le trouve aussi au sud-ouest de la Grande Ile, au nord de Plate Ile et dans le secteur du Lézard. Il se situe à des niveaux bathymétriques bas (principalement sous les basses mers de vive-eau moyenne) et se prolonge en domaine subtidal, toujours sur des secteurs soumis à un fort hydrodynamisme (Figure 23). On y observe des successions de figures sédimentaires caractéristiques (champs de rides, structures linguïdales, et ripplemarks (Photographies 6)) ainsi que des secteurs très plats et monotones. Des dunes de sables grossiers, principalement dans la partie orientale de l'archipel, ponctuent cet habitat et en constituent très probablement des faciès d'appauvrissement.



Photographies 6. Deux types de figures sédimentaires au sein de l'habitat à G. glycymeris. Champs de rides d'une longueur d'onde métrique (à gauche) au sud-ouest de Grande Ile (293107-2438782) et structures linguïdales (à droite) aux Caniards (298242-2441418)

- **Caractéristiques sédimentaires**

La texture correspond essentiellement à des sables à éléments graveleux (Figure 24). Ces sédiments sont généralement bien oxygénés, mais peuvent être localement réduits en profondeur (au-delà de 10cm).

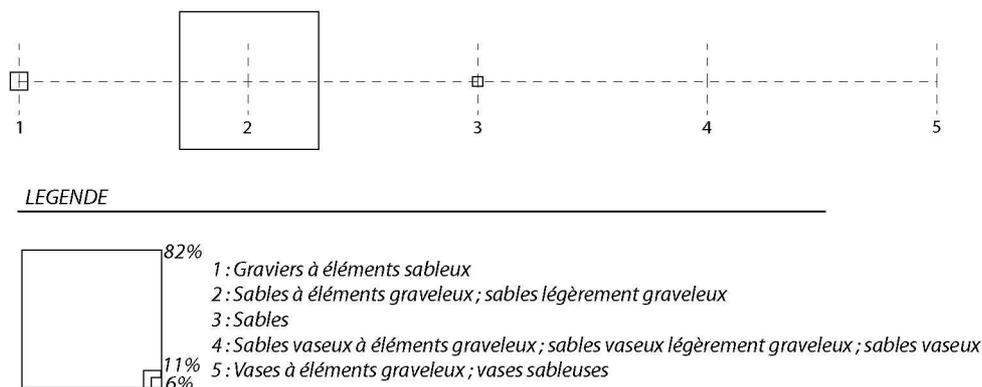


Figure 24. Spectre granulométrique de l'habitat à *G. glycymeris* (% de la superficie totale de l'habitat compris dans chaque groupe textural).

- **Faune**

Megafaune

La mégafaune est peu abondante et diffère selon les trois stations, avec un appauvrissement en allant de la station SGA à SGC. Les deux seules espèces trouvées en abondance moyenne ($>1/m^2$) sont le gastéropode *C. fornicata* et le bivalve *G. glycymeris* (Tableau 8).

Espèces	Abondances au m ²						Moyenne
	SGA		SGB		SGC		
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	
Crustacea decapoda							
<i>Pagurus</i> sp.	0,3	0,5	-	-	-	-	0,1
<i>Liocarcinus holsatus</i>	0,3	0,5	-	-	0,3	0,5	0,2
Crustacea decapoda							
<i>Gibbula magus</i>	0,3	0,5	-	-	-	-	0,1
Mollusca gastropoda							
<i>Crepidula fornicata</i>	0,3	0,5	-	-	7,8	11,3	2,7
<i>Nassarius reticulatus</i>	0,3	0,5	-	-	0,3	0,5	0,2
<i>Natica</i> sp.	0,3	0,5	-	-	-	-	0,1
Mollusca bivalvia							
<i>Glycymeris glycymeris</i>	4,5	4,8	-	-	0,3	0,5	1,6
<i>Mytilus edulis</i>	0,0	0,0	-	-	1,0	2,0	0,3
<i>Laevicardium crassum</i>	0,3	0,5	-	-	-	-	0,1
<i>Paphia rhomboides</i>	0,3	0,5	-	-	-	-	0,1
<i>Parvicardium scabrum</i>	0,3	0,5	-	-	-	-	0,1
<i>Spisula solida</i>	0,3	0,5	0,3	0,5	-	-	0,2

Tableau 8. Espèces de la mégafaune échantillonnées sur 3 stations de l'habitat à *G. glycymeris*.

Macrofaune

La macrofaune est assez peu abondante (moins de 60 individus en moyenne par station), moyennement riche (49 espèces au total) et assez peu diversifiée (indice de Shannon moyen de 1.6) (Figure 25). Les espèces qui contribuent le plus à l'identité du peuplement de l'habitat sont les polychètes *Sphaerosyllis bulbosa*, *Nephtys cirrosa* et *Ehlersia cornuta* ainsi que le bivalve *Goodalia triangularis* (Tableau 9). Parmi celles-ci, *N. cirrosa* est bien connue pour vivre dans des sédiments propres et mobiles de type dunaire, alors que *S. bulbosa*, *E. cornuta* et *G. triangularis* sont des espèces de petite taille également connues pour vivre dans des sables grossiers, mais à la limite de notre maille d'échantillonnage. On observe des différences marquées entre la station du sud-ouest de Grande Ile (SGA) et les deux autres, beaucoup moins riches en espèces.

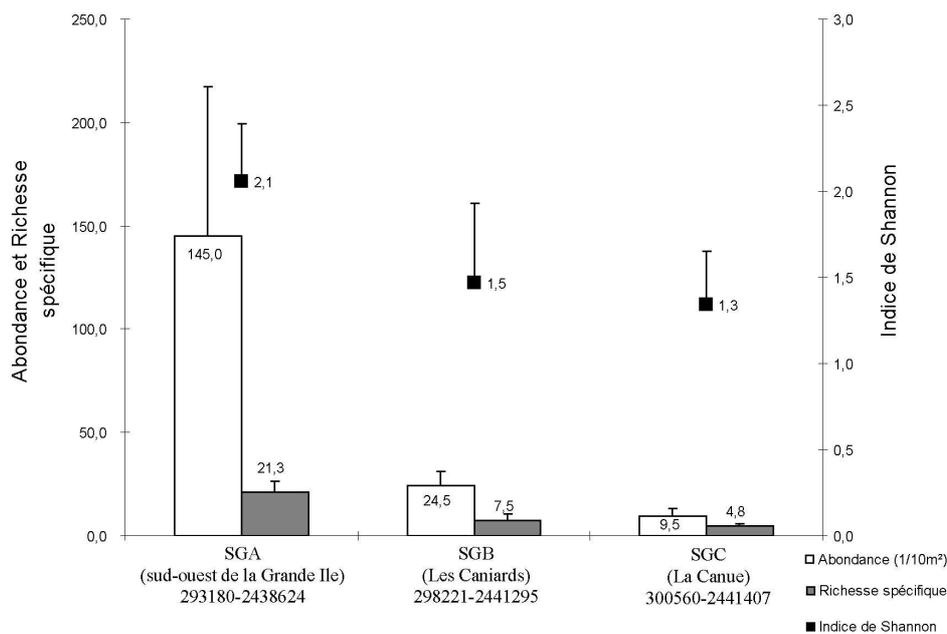


Figure 25. Abondance, richesse spécifique et diversité moyennes de la macrofaune benthique échantillonnée sur trois stations de l'habitat à *G. glycymeris*. (valeurs : moyennes par stations ; barres d'erreur : écarts-types)

Espèces	Abondances au m ²				% contribution
	SGA	SGB	SGC	Moyenne	
Cnidaria					
<i>Edwardsia</i> sp.	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0
Nemertina					
Némertes indéterminés	2,5	0,0	5,0	2,5	0,0
Annelida polychaeta					
<i>Ehlersia cornuta</i>	122,5	20,0	2,5	48,3	12,3
<i>Notomastus latericeus</i>	130,0	2,5	0,0	44,2	2,3
<i>Ophelia rathkei</i>	0,0	127,5	0,0	42,5	5,1
<i>Sphaerosyllis bulbosa</i>	15,0	20,0	45,0	26,7	20,8
<i>Nephtys cirrosa</i>	12,5	12,5	10,0	11,7	16,2
<i>Aonides oxycephala</i>	35,0	0,0	0,0	11,7	1,0
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	12,5	17,5	0,0	10,0	3,2
<i>Glycera oxycephala</i>	10,0	10,0	2,5	7,5	3,0
<i>Lumbrineris latreilli</i>	15,0	2,5	0,0	5,8	1,1
<i>Goniadella bobreskii</i>	12,5	0,0	0,0	4,2	0,5
<i>Nephtys caeca</i>	10,0	0,0	0,0	3,3	0,4
Sabellidae indéterminé	10,0	0,0	0,0	3,3	0,0
<i>Pista cristata</i>	10,0	0,0	0,0	3,3	0,5
<i>Nephtys hombergii</i>	7,5	0,0	0,0	2,5	0,2
<i>Malacoceros vulgaris</i>	7,5	0,0	0,0	2,5	0,4
<i>Spio decoratus</i>	7,5	0,0	0,0	2,5	0,5
<i>Caulleriella</i> sp1	5,0	0,0	0,0	1,7	0,1
<i>Websterinereis glauca</i>	5,0	0,0	0,0	1,7	0,1
<i>Amphicteis gunneri</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0
<i>Mediomastus fragilis</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0
<i>Eunereis longissima</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0
<i>Travisia forbesii</i>	0,0	0,0	2,5	0,8	0,0
<i>Myriochele heeri</i>	0,0	2,5	0,0	0,8	0,0
<i>Poecilochaetus serpens</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0
<i>Harmothoe extenuata</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0
<i>Malmgreniella arenicolae</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0
<i>Lanice conchilega</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0
Crustacea amphipoda					
<i>Monoculodes carinatus</i>	12,5	0,0	0,0	4,2	0,9
<i>Leucothoe incisa</i>	7,5	0,0	0,0	2,5	0,1
<i>Pontocrates arenarius</i>	0,0	0,0	7,5	2,5	2,7
<i>Lysianassa insperata</i>	5,0	0,0	0,0	1,7	0,1
Phoxocephalidae indéterminé	5,0	0,0	0,0	1,7	0,0
<i>Urothoe marina</i>	5,0	0,0	0,0	1,7	0,2
<i>Ampelisca tenuicornis</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0
<i>Bathyporeia sarsi</i>	0,0	2,5	0,0	0,8	0,0
Crustacea decapoda					
<i>Thia scutellata</i>	5,0	0,0	0,0	1,7	0,1
Crustacea isopoda					
<i>Apseudes latreillii</i>	612,5	0,0	0,0	204,2	2,2
<i>Eurydice pulchra</i>	0,0	10,0	2,5	4,2	3,1
Mollusca polyplacophora					
<i>Chiton</i> sp	15,0	0,0	0,0	5,0	0,4
Mollusca gastropoda					
<i>Nassarius reticulatus</i>	17,5	0,0	0,0	5,8	0,2
Mollusca bivalvia					
<i>Goodallia triangularis</i>	247,5	10,0	17,5	91,7	18,4
<i>Glycymeris glycymeris</i>	72,5	7,5	0,0	26,7	3,6
<i>Parvicardium scabrum</i>	15,0	0,0	0,0	5,0	0,5
<i>Capsella variegata</i>	10,0	0,0	0,0	3,3	0,2
<i>Paphia rhomboides</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0
<i>Arcopagia crassa</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0
Echinodermata					
<i>Amphipholis squamata</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0

Tableau 9. Espèces macrofauniques échantillonnées sur trois stations de l'habitat à *G. glycymeris* (par groupes taxonomiques et par abondance moyenne décroissante).

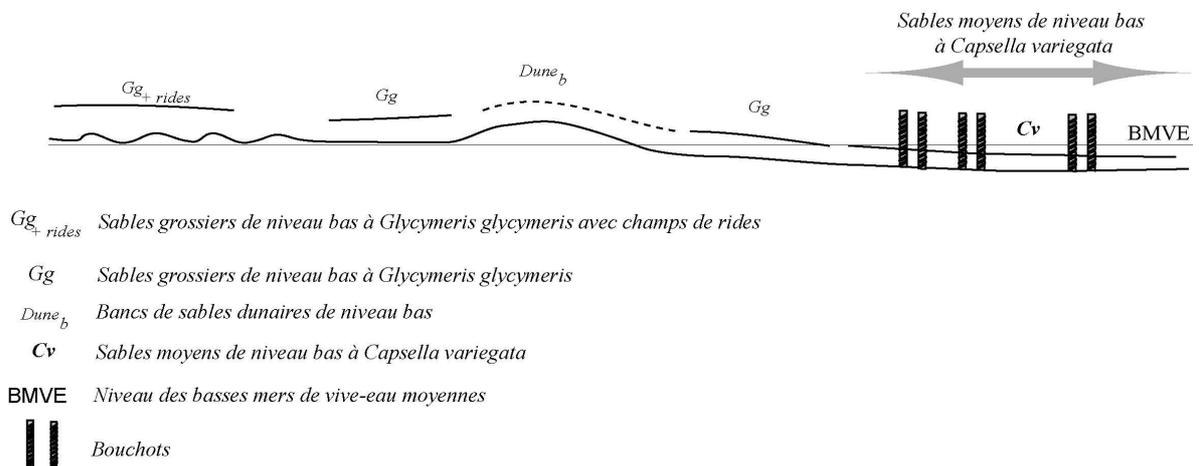
f. Habitat des sables moyens de niveau bas à *Capsella variegata*



LEGENDE

- Plus basses mers de vive-eau
- Sables moyens de niveau bas à *Capsella variegata*
- Bancs de sable de niveau bas
- Station de prélèvement macrofaunique

Carte 19. Localisation de l'habitat à *C. variegata* sur l'archipel.



- Gg_{rides} Sables grossiers de niveau bas à *Glycymeris glycymeris* avec champs de rides
- Gg Sables grossiers de niveau bas à *Glycymeris glycymeris*
- $Dune_b$ Bancs de sables dunaires de niveau bas
- Cv Sables moyens de niveau bas à *Capsella variegata*
- BMVE Niveau des basses mers de vive-eau moyennes
- Bouchots

Figure 26. Coupe topographique schématique de l'habitat à *C. variegata*.

- **Description générale**

L'habitat couvre une superficie de 56.2ha, soient 4% de la superficie totale du domaine intertidal de substrat meuble de l'archipel. Il est présent uniquement dans l'extrême partie nord-est de l'archipel, au sud ouest de la Canue (Carte 19). Il est contigu à l'habitat des sables grossiers de niveau bas à *G. glycymeris* mais correspond à des sédiments en moyenne plus fins, où l'on n'observe plus les grandes figures sédimentaires marquées de champs de rides de longueur d'onde métrique ou plurimétrique (Figure 26). L'habitat des sables à *C. variegata* est essentiellement localisé dans les secteurs d'implantation de bouchots à moules, où l'hydrodynamisme est atténué et où les figures sédimentaires correspondent plutôt à des structures linguoidales (Photographie 7). Lors du flot, on observe des densités importantes du bivalve *Capsella variegata* remontant à la surface du sédiment.



*Photographie 7.
Structures linguoidales entre les bouchots du sud-ouest de la Canue.*

- **Caractéristiques sédimentaires**

Les sédiments occupés par l'habitat, tous biens oxygénés, correspondent exclusivement à des sables moyens à grossiers non envasés (Figures 27, 28).

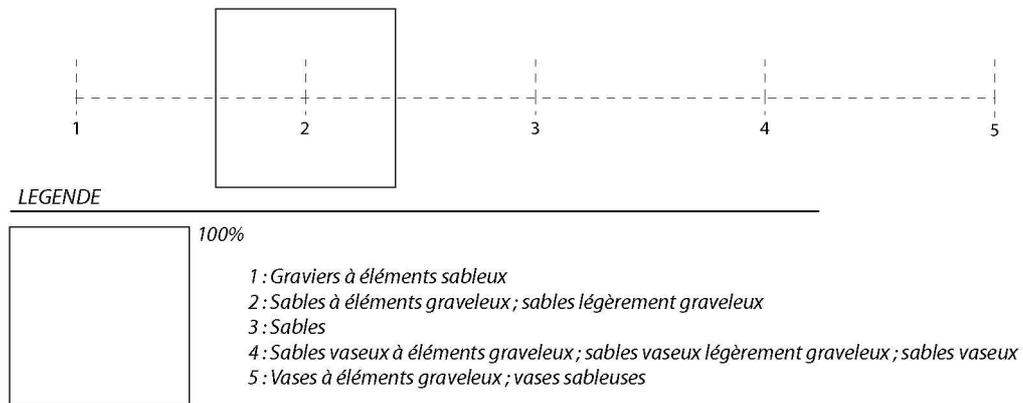


Figure 27. Spectre granulométrique de l'habitat à *C. variegata* (% de la superficie totale de l'habitat compris dans chaque groupe textural)

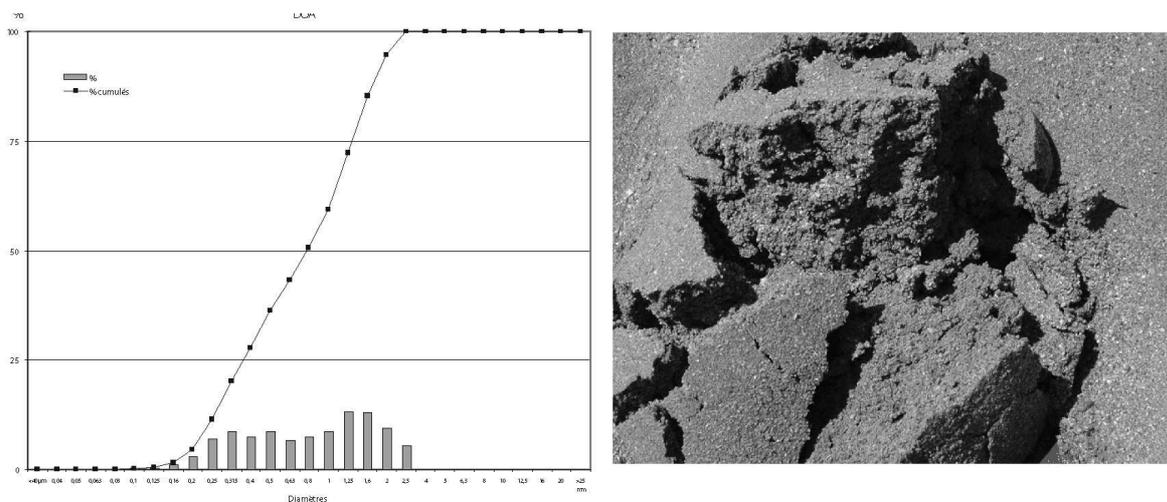


Figure 28. Courbe granulométrique (gauche) et photographie (droite) du sédiment au sein de l'habitat à *C. variegata*.

- **Faune**

Mégafaune

La mégafaune est peu abondante (Tableau 10). Après le gastéropode *C. fornicata*, c'est le bivalve *Capsella variegata* qui est le plus abondant (densités de près de 4 individus par m²). *N. reticulatus* est présent en abondance moyenne, comme sur les autres habitats intertidaux de l'archipel, et les densités du bivalve *G. glycymeris* sont faibles (moins d'un individu au m²).

Espèces	Abondances au m ²	
	DOA	
	Moyenne	Ecart-type
Mollusca gastropoda		
<i>Crepidula fornicata</i>	6,3	7,3
<i>Nassarius reticulatus</i>	1,5	1,7
Mollusca bivalvia		
<i>Glycymeris glycymeris</i>	0,3	0,5
<i>Capsella variegata</i>	3,8	2,6

Tableau 10. Espèces de la mégafaune échantillonnées sur une station de l'habitat à *C. variegata*.

Macrofaune

Cet habitat n'accueille pas une faune riche ou diversifiée ; le nombre d'espèces échantillonnées au sein de la station n'excède pas 25 et l'indice de Shannon moyen est de 0.7 (Figure 29). Deux espèces dominant très largement le peuplement de cet habitat : le bivalve *Goodalia triangularis* d'une part (76% des individus prélevés) et l'annélide polychète *Sphaerosyllis bulbosa* d'autre part (20% des individus prélevés), qui contribuent à plus de 50% de l'identité du peuplement de l'habitat (Tableau 11). Viennent ensuite deux autres polychètes de la famille des Syllidae *Syllis armillaris* et *Ehlersia cornuta*, contribuant à 16% à la similarité de l'habitat.

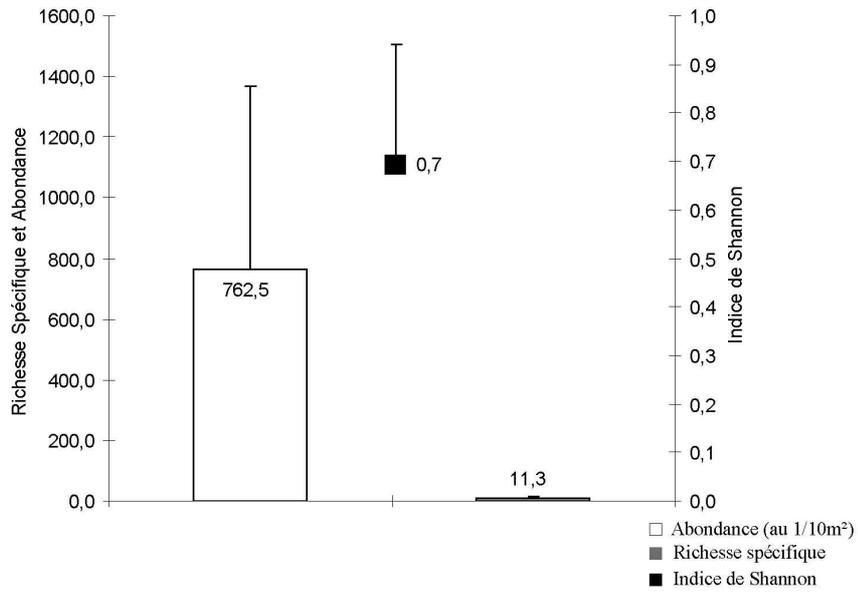
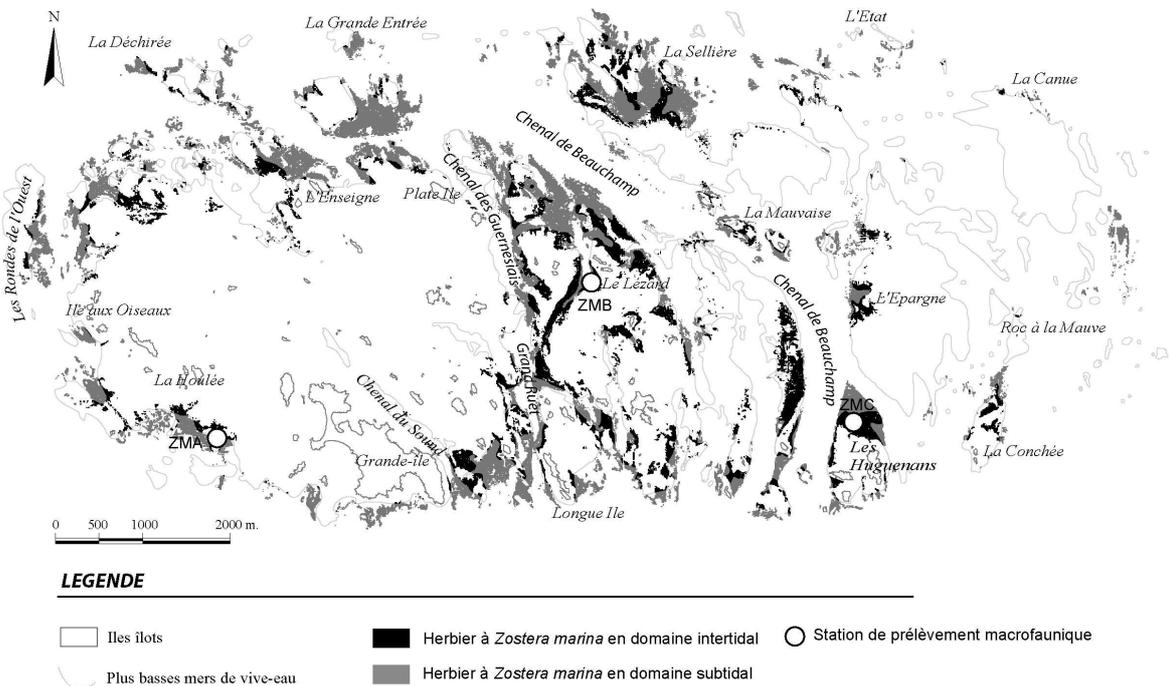


Figure 29. Abondance, richesse spécifique et diversité moyenne de la macrofaune benthique échantillonnée sur une station de l'habitat à *C. variegata*. (valeurs : moyennes sur la station ; barres d'erreur : écarts-types)

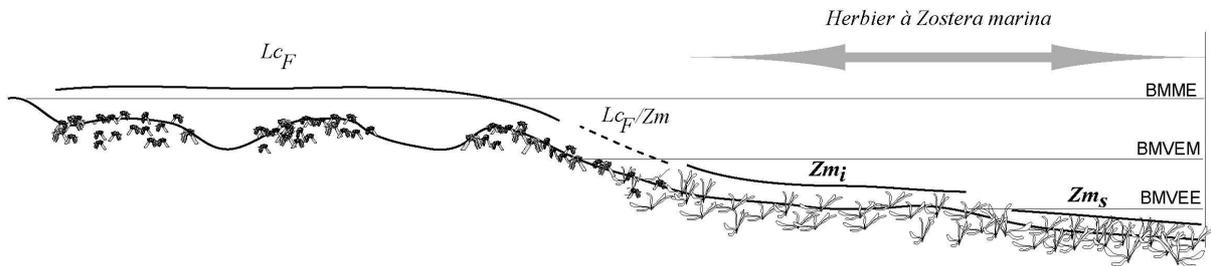
Espèce	Abondances au m ²	% contribution (SIMPER)
Nemertina		
Némertes indéterminés	12,5	0,0
Annelida polychaeta		
<i>Sphaerosyllis bulbosa</i>	1550,0	25,2
<i>Syllis armillaris</i>	30,0	8,3
<i>Saccocirrus papilocercus</i>	20,0	4,1
<i>Ehlersia cornuta</i>	17,5	8,0
<i>Glycera oxycephala</i>	15,0	4,1
Syllidae type Exogoninae	15,0	4,6
<i>Harmothoe extenuata</i>	12,5	4,1
<i>Nephtys cirrosa</i>	12,5	1,4
Syllidae sp1	10,0	0,0
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	7,5	1,3
<i>Spio filicornis</i>	5,0	0,0
<i>Pseudomystides</i> sp.	5,0	1,3
<i>Spio decoratus</i>	2,5	0,0
Crustacea amphipoda		
<i>Pontocrates arenarius</i>	10,0	1,2
Amphilochidae sp.	7,5	0,0
Amphipode indéterminé	5,0	0,0
Crustacea cumacea		
<i>Bodotria pulchella</i>	7,5	1,3
Crustacea decapoda		
<i>Thia scutellata</i>	5,0	1,4
Crustacea isopoda		
<i>Eurydice pulchra</i>	2,5	0,0
Mollusca gastropoda		
<i>Nassarius reticulatus</i>	2,5	0,0
Mollusca bivalvia		
<i>Goodallia triangularis</i>	5875,0	27,1
<i>Glycymeris glycymeris</i>	45,0	4,2
<i>Capsella variegata</i>	10,0	1,4
<i>Spisula solida</i>	5,0	1,2

Tableau 11. Espèces macrofauniques échantillonnées sur une station de l'habitat à *C. variegata* (par groupes taxonomiques et par abondance moyenne décroissante)

g. Habitat des herbiers à *Zostera marina*



Carte 20. Localisation de l'habitat à *Z. marina* sur l'archipel.



- Lc_F Sables de niveaux bas à fortes densités de *Lanice conchilega*
- Lc_F/Zm Ecotone entre les sables de niveaux bas à fortes densités de *Lanice conchilega* et les herbiers à *Zostera marina*
- Zm_i Herbiers à *Zostera marina* intertidaux
- Zm_s Herbiers à *Zostera marina* subtidaux
- BMME Niveau des basses mers de morte-eau
- BMVEM Niveau des basses mers de vive-eau moyenne
- BMVEE Niveau des basses mers de vive-eau d'équinoxe

Figure 30. Coupe topographique schématique de l'habitat à *Z. marina*.

- **Description générale**

Les herbiers à *Zostera marina* sont très étendus sur l'archipel et couvrent une superficie totale de 353.8ha, dont plus du tiers en domaine intertidal (129.8ha). Il s'agit d'un habitat très dispersé à travers l'archipel mais les herbiers les plus développés (taches de 20ha et plus) se trouvent en bordure des grands chenaux : Chenal de Beauchamp, Chenal des Guernesiais/Grand Ruet, entrée du Sound ainsi que sur les bordures nord et ouest de l'archipel, avec, en allant du nord au sud-ouest, la Sellière, la Grande Entrée, le secteur des Rondes de l'Ouest, et le sud de la Houlée (Carte 20). C'est dans ces secteurs que les herbiers trouvent les conditions idéales pour leur développement : ni trop haut sur l'estran, où les exondations sont trop prolongées, ni trop bas en domaine subtidal pour bénéficier d'un éclaircissement suffisant (voir Figures 30 et 31).

Dans leurs parties hautes, on trouve souvent des herbiers à *Zostera marina* en mélange avec des banquettes à *Lanice conchilega*. Cette zone d'écotone est caractérisée le plus souvent par de petites taches contiguës de chacun des habitats plus que d'une superposition des deux (voir Figure 30).

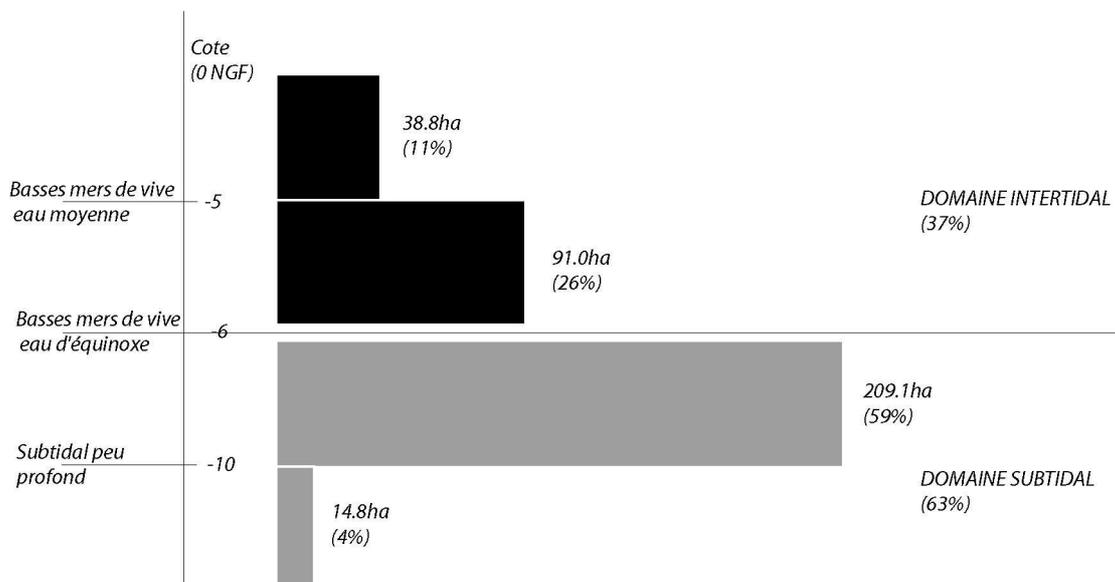


Figure 31. Localisation bathymétrique de l'habitat à *Z. marina*.

- **Caractéristiques sédimentaires**

Les herbiers à *Zostera marina* sont installés sur les sédiments appartenant à l'ensemble des principaux groupes texturaux des sables vaseux aux graviers (Figure 32). Les herbiers situés sur des sédiments fins et envasés (sables vaseux) sont principalement localisés aux Huguenants et à l'ouest du Lézard. Les herbiers de la bordure externe de l'archipel, les plus vastes, sont principalement situés sur des sédiments grossiers (sables à éléments graveleux) à très grossiers (graviers à éléments sableux), alors que ceux de l'intérieur de l'archipel occupent des sables bien triés.

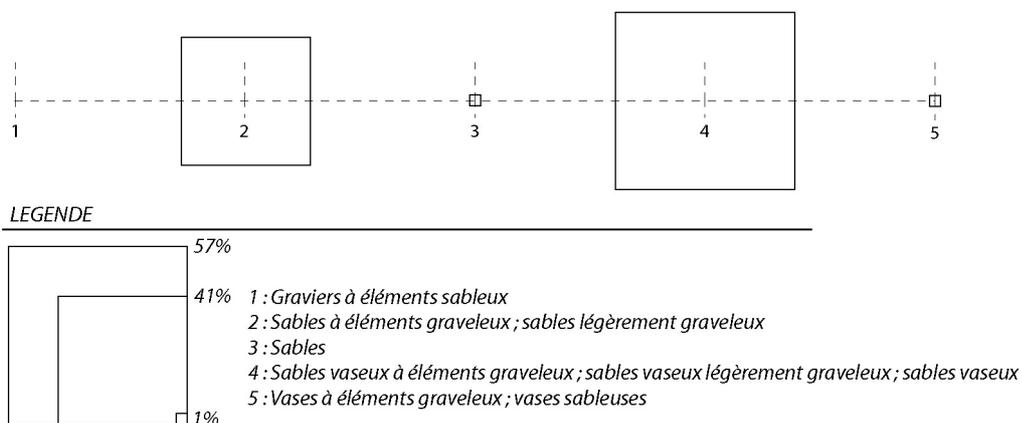
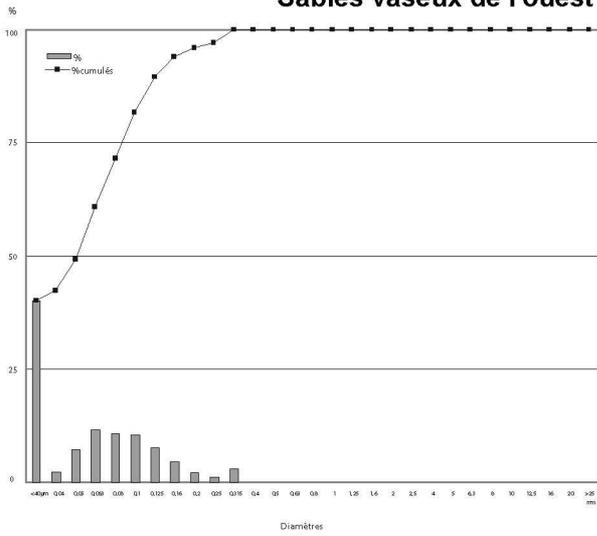
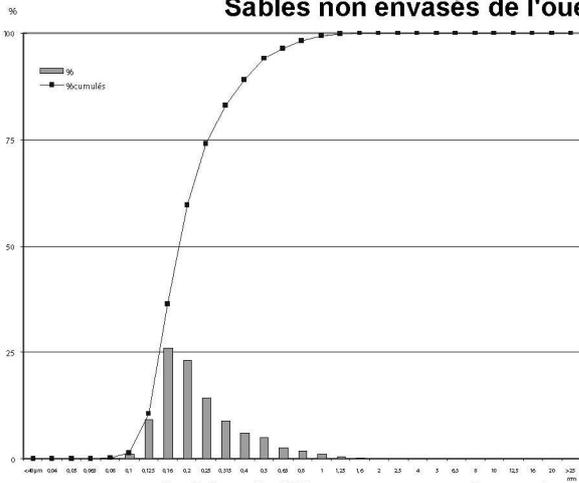


Figure 32. Spectre granulométrique de l'habitat à *Z. marina* (% de la superficie totale de l'habitat compris dans chaque groupe textural)

Sables vaseux de l'ouest du Lézard (296348-2440289)



Sables non envasés de l'ouest de Plate Ile (294523-2441292)



Sables à éléments graveleux du sud de la Houlée (292596-24388970)

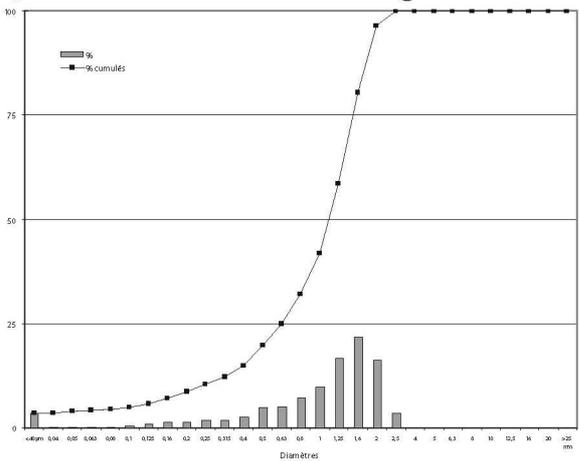


Figure 33 Courbes granulométriques (gauche) et photographies (droite) des trois principaux groupes texturaux de l'habitat à *Z. marina*.

- Faune

Mégafaune

Espèces	Abondances au m ²						Moyenne
	ZMA		ZMB		ZMC		
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	
Cnidaria							
<i>Cereus pedunculatus</i>	0,3	0,5	-	-	-	-	0,1
<i>Edwardsia</i> spp.	0,3	0,5	-	-	-	-	0,1
<i>Anemonia viridis</i>	-	-	8,0	15,3	-	-	2,7
Sipuncula							
<i>Golfingia vulgaris</i>	0,3	0,5	0,3	0,5	-	-	0,2
Crustacea decapoda							
<i>Pagurus</i> sp.	1,0	2,0	2,8	1,7	1,3	0,5	1,7
<i>Carcinus maenas</i>	0,5	0,6	0,5	0,6	-	-	0,3
<i>Liocarcinus navigator</i>	0,3	0,5	0,3	0,5	1,0	-	0,5
Mollusca gastropoda							
<i>Gibbula magus</i>	-	-	0,8	1,5	-	-	0,3
<i>Crepidula fornicata</i>	-	-	32,0	25,5	2,8	5,5	11,6
<i>Nassarius reticulatus</i>	1,0	1,2	1,5	1,3	0,5	1,0	1,0
Mollusca bivalvia							
<i>Glycymeris glycymeris</i>	0,5	0,6	-	-	-	-	0,2
<i>Mytilus edulis</i>	-	-	-	-	2,0	2,7	0,7
<i>Chlamys varia</i>	-	-	0,3	0,5	-	-	0,1
<i>Laevicardium crassum</i>	-	-	-	-	0,3	0,5	0,1
<i>Loripes lacteus</i>	0,3	0,5	-	-	-	-	0,1
<i>Venerupis aurea</i>	-	-	1,0	0,8	-	-	0,3
<i>Venus verrucosa</i>	2,3	2,6	2,3	1,3	-	-	1,5

Tableau 12. Espèces de la mégafaune échantillonnées sur trois stations de l'habitat à Z. marina.

L'espèce la plus abondante est sans conteste le gastéropode *Crepidula fornicata*, présente sous forme de chaînes plus ou moins longues, dont les densités approchent les 12 individus par m² (Tableau 12). Parmi les autres représentants de la mégafaune des herbiers, on peut citer également l'anémone *Anemonia viridis* (près de 3 individus au m²), les pagures et la praires *Venus verrucosa* (1.5 individus au m²) (Tableau 12).

Macrofaune

La macrofaune des herbiers est à la fois abondante (282 individus par 1/10m² en moyenne – Figure 34), très riche (104 espèces au total) et diversifiée (indice de Shannon moyen de 2.4).

Les espèces qui contribuent le plus à l'identité du peuplement de l'habitat sont : *N. latericeus*, *E. oerstedii*, *L. lacteus*, *C. setosa*, *L. borealis*, *L. latreilli* et *N. reticulatus* (Tableau 13). Parmi celles-ci certaines sont connues pour être affines des herbiers (*L. lacteus* et *L. borealis*), mais un ensemble d'autres, présentes dans d'autres habitats, sont ici caractérisées par leur très forte abondance. Plusieurs autres espèces sont constantes, mais en abondance plus faible, parmi lesquelles des espèces affines des herbiers (telle *Neanthes (Nereis) irrorata*) mais aussi tout un autre cortège d'espèces présentes sur d'autres fonds. Au spectre textural allant des sables grossiers (station ZMA) aux vases (station ZMB) correspond la présence d'espèces particulières : *Marphysa sanguinea*, *Gibbula magus*, *Parvicardium scabrum*, *Paphia rhomboïdes* et *Ensis ensis* dans les sables grossiers, et *Eunereis longissima* par exemple dans les sédiments envasés.

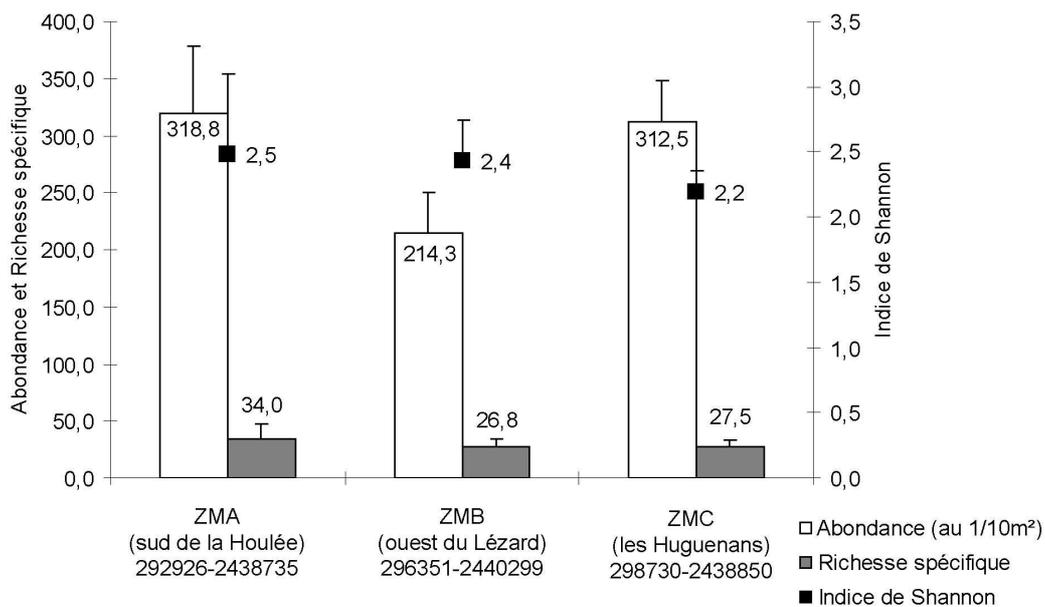


Figure 34. Abondance, richesse spécifique et diversité spécifiques moyennes de la macrofaune benthique échantillonnée sur trois stations de l'habitat à *Z. marina*.
(valeur : moyennes par station ; barres d'erreur : écarts-types)

Genre et espèce	Abondances au m ²				%
	ZMA	ZMB	ZMC	Moyenne	contribution SIMPER
Cnidaria					
<i>Anemonia viridis</i>	2,5	32,5	0,0	11,7	0,5
<i>Edwardsia</i> sp.	10,0	5,0	0,0	5,0	0,4
<i>Cerianthus lloydi</i>	2,5	2,5	7,5	4,2	0,4
<i>Cereus pedunculatus</i>	0,0	5,0	0,0	1,7	0,0
Nemertina					
Némertes indéterminés	22,5	5,0	30,0	19,2	0,0
<i>Tubulanus polymorphus</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0
Annelida polychaeta					
<i>Notomastus latericeus</i>	345,0	382,5	1057,5	595,0	10,8
<i>Chaetozone setosa</i>	880,0	385,0	50,0	438,3	7,6
<i>Euclymene oerstedii</i>	402,5	185,0	477,5	355,0	9,3
<i>Marphysa bellii</i>	0,0	410,0	0,0	136,7	0,9
<i>Poecilochaetus serpens</i>	187,5	0,0	212,5	133,3	3,5
<i>Myriochele heeri</i>	62,5	12,5	250,0	108,3	2,7
<i>Caulerliella</i> sp1	140,0	0,0	20,0	53,3	2,1
<i>Lumbrineris latreilli</i>	85,0	32,5	37,5	51,7	5,6
<i>Aonides oxycephala</i>	32,5	40,0	2,5	25,0	1,7
<i>Mediomastus fragilis</i>	22,5	22,5	15,0	20,0	2,0
<i>Maldanidae</i> sp1	40,0	2,5	5,0	15,8	1,0
<i>Perinereis cultrifera</i>	22,5	22,5	0,0	15,0	1,1
<i>Nephtys hombergii</i>	15,0	12,5	10,0	12,5	2,0
<i>Phyllodoce mucosa</i>	2,5	2,5	32,5	12,5	1,1
<i>Malacoceros vulgaris</i>	30,0	2,5	5,0	12,5	1,4
<i>Nereis irrorata</i>	7,5	17,5	10,0	11,7	1,1
<i>Eteone longa</i>	22,5	0,0	10,0	10,8	1,0
<i>Spio decoratus</i>	30,0	0,0	2,5	10,8	0,2
<i>Capitella capitata</i>	0,0	0,0	27,5	9,2	0,5
<i>Spio filicornis</i>	10,0	0,0	17,5	9,2	1,4
<i>Pholoe inornata</i>	12,5	7,5	2,5	7,5	1,4
<i>Spiophanes bombyx</i>	0,0	0,0	17,5	5,8	0,2
<i>Polydora ciliata</i>	5,0	0,0	10,0	5,0	0,4
<i>Exogone hebes</i>	5,0	2,5	7,5	5,0	0,4
<i>Scoloplos armiger</i>	0,0	0,0	12,5	4,2	0,1
<i>Scalibregma celticum</i>	5,0	5,0	2,5	4,2	0,6
<i>Malmgreniella arenicolae</i>	7,5	2,5	0,0	3,3	0,2
<i>Capitella giardi</i>	0,0	0,0	7,5	2,5	0,0
<i>Amphicteis gunneri</i>	0,0	2,5	2,5	1,7	0,1
<i>Cirriformia tentaculata</i>	5,0	0,0	0,0	1,7	0,0
<i>Schistomeringos rudolphi</i>	5,0	0,0	0,0	1,7	0,0
<i>Nematonereis unicornis</i>	0,0	0,0	5,0	1,7	0,1
<i>Clymenura tricurata</i>	0,0	5,0	0,0	1,7	0,0
<i>Eunereis longissima</i>	0,0	2,5	2,5	1,7	0,1
<i>Marphysa sanguinea</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0
<i>Paraonidae</i> sp.	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0
<i>Phyllodoce</i> sp1	0,0	0,0	2,5	0,8	0,0
<i>Megalomma vesiculosum</i>	0,0	0,0	2,5	0,8	0,0
<i>Pseudopolydora antennata</i>	0,0	0,0	2,5	0,8	0,0
<i>Sphaerosyllis bulbosa</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0
<i>Amphitrite</i> sp1 (<i>variabilis</i> ?)	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0
<i>Lanice conchilega</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0

Tableau 13. Espèces macrofauniques échantillonnées sur trois stations de l'habitat à Z. marina (par groupes taxonomiques et par abondance moyenne décroissante)

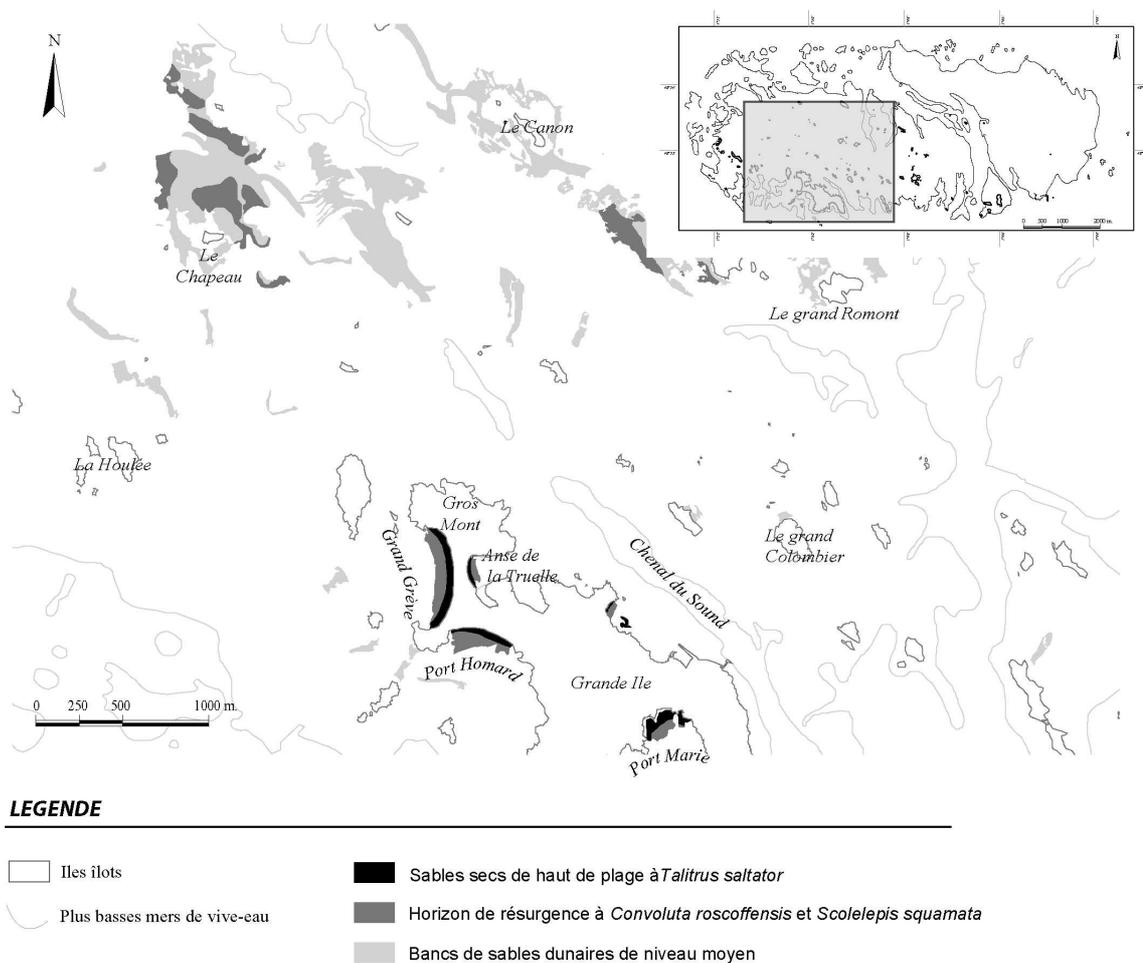
Annelida oligochaeta						
Oligochètes indéterminés	15,0	42,5	5,0	20,8	0,0	
Sipuncula						
<i>Golfingia vulgaris</i>	7,5	0,0	0,0	2,5	3,3	
<i>Golfingia elongata</i>	60,0	55,0	2,5	39,2	0,1	
Crustacea amphipoda						
<i>Ampelisca brevicornis</i>	10,0	0,0	212,5	74,2	1,2	
<i>Gammarella fucicola</i>	17,5	47,5	22,5	29,2	0,9	
<i>Microdeutopus stationis</i>	12,5	67,5	0,0	26,7	1,3	
<i>Dexamine spinosa</i>	20,0	35,0	10,0	21,7	3,4	
<i>Sunampithoe pelagica</i>	2,5	7,5	10,0	6,7	0,4	
<i>Atylus guttatus</i>	12,5	0,0	0,0	4,2	0,1	
<i>Caprella acanthifera</i>	12,5	0,0	0,0	4,2	0,2	
<i>Aora typica</i>	2,5	7,5	0,0	3,3	0,4	
<i>Orchestia roffoensis</i>	0,0	7,5	0,0	2,5	0,1	
<i>Ericthonius punctatus</i>	2,5	2,5	0,0	1,7	0,1	
<i>Ampelisca diadema</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0	
<i>Ampithoe</i> sp1	0,0	2,5	0,0	0,8	0,0	
<i>Atylus</i> sp1 (pas guttatus)	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0	
<i>Apherusa ovalipes</i>	0,0	2,5	0,0	0,8	0,0	
<i>Leucothoe incisa</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0	
<i>Lysianassa insperata</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0	
<i>Harpinia crenulata</i>	0,0	2,5	0,0	0,8	0,0	
<i>Phoxocephalidae</i> indét.	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0	
<i>Urothoe poseidonis</i>	0,0	0,0	2,5	0,8	0,0	
<i>Parambus typicus</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0	
Crustacea leptostraca						
<i>Nebalia bipes</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0	
Crustacea decapoda						
<i>Pagurus cuanensis</i>	25,0	22,5	2,5	16,7	2,5	
<i>Liocarcinus navigator</i>	5,0	12,5	5,0	7,5	1,4	
<i>Anapagurus hyndmanni</i>	15,0	0,0	0,0	5,0	0,2	
<i>Macropodia rostrata</i>	0,0	2,5	5,0	2,5	0,2	
<i>Pagurus bernhardus</i>	0,0	0,0	2,5	0,8	0,0	
<i>Pisidia longicornis</i>	0,0	2,5	0,0	0,8	0,0	
<i>Ebalia tumefacta</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0	
Crustacea isopoda						
<i>Cymodoce truncata</i>	0,0	7,5	2,5	3,3	0,2	
Crustacea tanaidacea						
<i>Apseudes taipa</i>	27,5	22,5	0,0	16,7	0,3	
<i>Apseudes latreillii</i>	22,5	2,5	10,0	11,7	0,5	
Mollusca gastropoda						
<i>Nassarius reticulatus</i>	27,5	20,0	45,0	30,8	4,2	
<i>Gibbula magus</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0	
<i>Calyptrea chinensis</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0	
Gastéropode indéterminé	0,0	0,0	2,5	0,8	0,0	
Mollusca bivalvia						
<i>Loripes lacteus</i>	212,5	117,5	455,0	261,7	7,9	
<i>Lucinoma borealis</i>	240,0	62,5	122,5	141,7	6,0	
<i>Abra alba</i>	12,5	37,5	0,0	16,7	1,3	
<i>Epilepton clarkiae</i>	20,0	20,0	2,5	14,2	0,7	
<i>Nucula</i> sp.	15,0	17,5	0,0	10,8	1,0	
<i>Tellina incarnata</i>	0,0	0,0	7,5	2,5	0,1	
<i>Venus verrucosa</i>	5,0	2,5	0,0	2,5	0,1	
<i>Mysella bidentata</i>	2,5	2,5	0,0	1,7	0,1	
<i>Mytilus edulis</i>	0,0	0,0	5,0	1,7	0,0	
<i>Parvicardium scabrum</i>	5,0	0,0	0,0	1,7	0,1	
<i>Venerupis aurea</i>	0,0	2,5	2,5	1,7	0,1	
<i>Ensis ensis</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0	
<i>Lepton squamosum</i>	0,0	0,0	2,5	0,8	0,0	
<i>Paphia rhomboides</i>	2,5	0,0	0,0	0,8	0,0	
Phoronida						
<i>Phoronis</i> sp.	0,0	0,0	2,5	0,8	0,0	
Echinodermata						
<i>Ophiura</i> sp.	2,5	5,0	2,5	3,3	0,2	
<i>Leptosynapta bergensis</i>	0,0	0,0	10,0	3,3	0,0	
<i>Amphipholis squamata</i>	0,0	2,5	0,0	0,8	0,0	

h. Autres habitats

Les cinq habitats présentés dans cette rubrique couvrent des superficies bien plus restreintes que les précédents (quelques hectares seulement), aussi avons-nous choisi de les décrire plus sommairement.

- **Habitat des sables secs de haut de plage à *Talitrus saltator***

Les sables secs de haut de plage, d'une superficie de 2.3ha sont uniquement localisés sur les 4 plages principales de la Grande Ile : Grand Grève et plage de l'Anse de la Truelle de part et d'autre d'un tombolo reliant le Gros Mont au reste de la Grande Ile ; plage de Port Homard et de Port Marie (Carte 21). Des sables secs, bien aérés, et des laisses de mers bien développées colonisées par l'amphipode *Talitrus saltator* caractérisent cet habitat (Photographies 8).



Carte 21. Localisation de l'habitat des sables secs de haut de plage à *Talitrus saltator* et de l'habitat de l'horizon de rétention et de resurgence à *Scolecopsis squamata* et *Convolvula roscoffensis*.

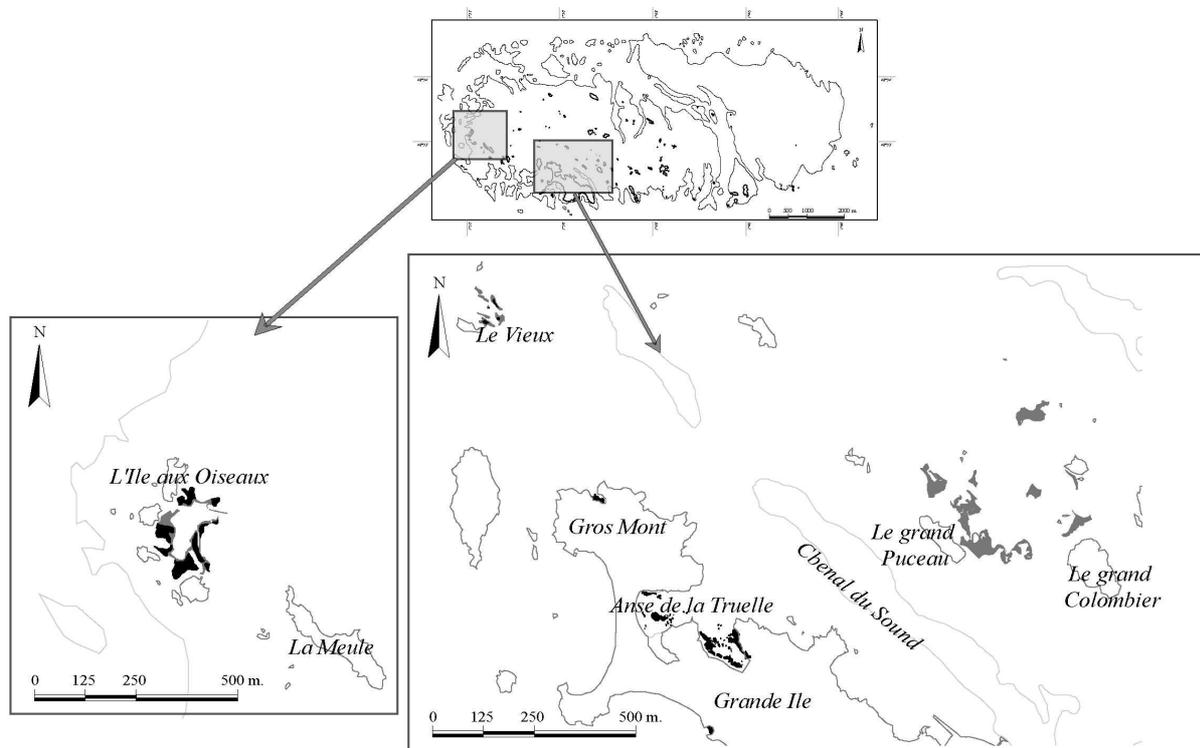
- **Habitat de l'horizon de rétention et de résurgence à *Scolelepis squamata* et *Convolvata roscoffensis***

Cet habitat (couvrant une superficie de 10ha) est situé à des niveaux bathymétriques légèrement plus bas que ceux des hauts de plage. A Chausey, ils correspondent à des zones de rétention et de résurgence d'eau douce. Ils sont situés soit au pied des sables secs à *Talitrus saltator*, autour de la Grande Ile, soit au pied de structures dunaires de haut niveau, comme dans la partie ouest de l'archipel (Carte 21). Le platyhelminthe *Convolvata roscoffensis* abonde dans cet habitat, tout particulièrement dans le secteur du Chapeau (Photographies 8, droite). Nous n'avons trouvé l'annélide polychète *Scolelepis squamata*, également caractéristique de cet habitat, que dans le secteur de la Grand Grève, bien qu'elle doive très probablement être présente ailleurs.



Photographies 8. Gauche : Habitat des sables secs de haut de plage à *Talitrus saltator* avec une laisse de mer (1) et habitat de l'horizon de rétention et de résurgence à *Scolelepis squamata* et *Convolvata roscoffensis* (2) sur la plage de l'Anse de la Truelle. Droite : *Convolvata roscoffensis* en fortes densités dans les creux de petite rides des horizons de résurgence dans le secteur du Chapeau.

- **Habitat des sédiments envasés de haut niveau à *Atriplex portulacoides***



LEGENDE

- | | |
|------------------------------|--|
| Iles îlots | Sédiments envasés de haut niveau à <i>Atriplex portulacoides</i> |
| Plus basses mers de vive-eau | Haute slikke à <i>Salicornia</i> spp. et <i>Spartina</i> spp. |

Carte 22. Localisation de l'habitat des sédiments envasés de haut niveau à *Atriplex portulacoides* et de l'habitat de la haute slikke à *Salicornia* spp. et *Spartina* spp.

Cet habitat est très localisé à Chausey. Il est constitué de petites « taches » colonisées par *Atriplex portulacoides*, sur des sédiments en général assez grossiers (de type graviers) toujours envasés (Photographies 9, gauche). Il est situé dans des secteurs de très haut niveau bathymétrique (au-dessus des pleines mers de vive-eau moyenne) et abrités des houles : « Jardin » de l'Ile aux Oiseaux, petites anses de la Grande Ile (au pied du Gros Mont et du château Renault, dans l'anse de la Truelle) (Carte 22). Au total, cet habitat, très fragmenté à Chausey, couvre une superficie très restreinte d'à peine 1.3ha. L'amphipode *Orchestia gammarellus* est présent en abondance sous les touffes d'*A. portulacoides* et on y trouve les galeries les plus hautes sur l'estran de l'annélide polychète *Hediste diversicolor*. La faune d'invertébrés terrestres y est également bien présente : les collemboles et myriapodes y abondent, et nous y avons observé le coléoptère carabique *Aepopsis robini* sous des pierres de l'Anse de la Truelle.

- **Habitat de la haute slikke à *Salicornia* spp. et *Spartina* spp.**

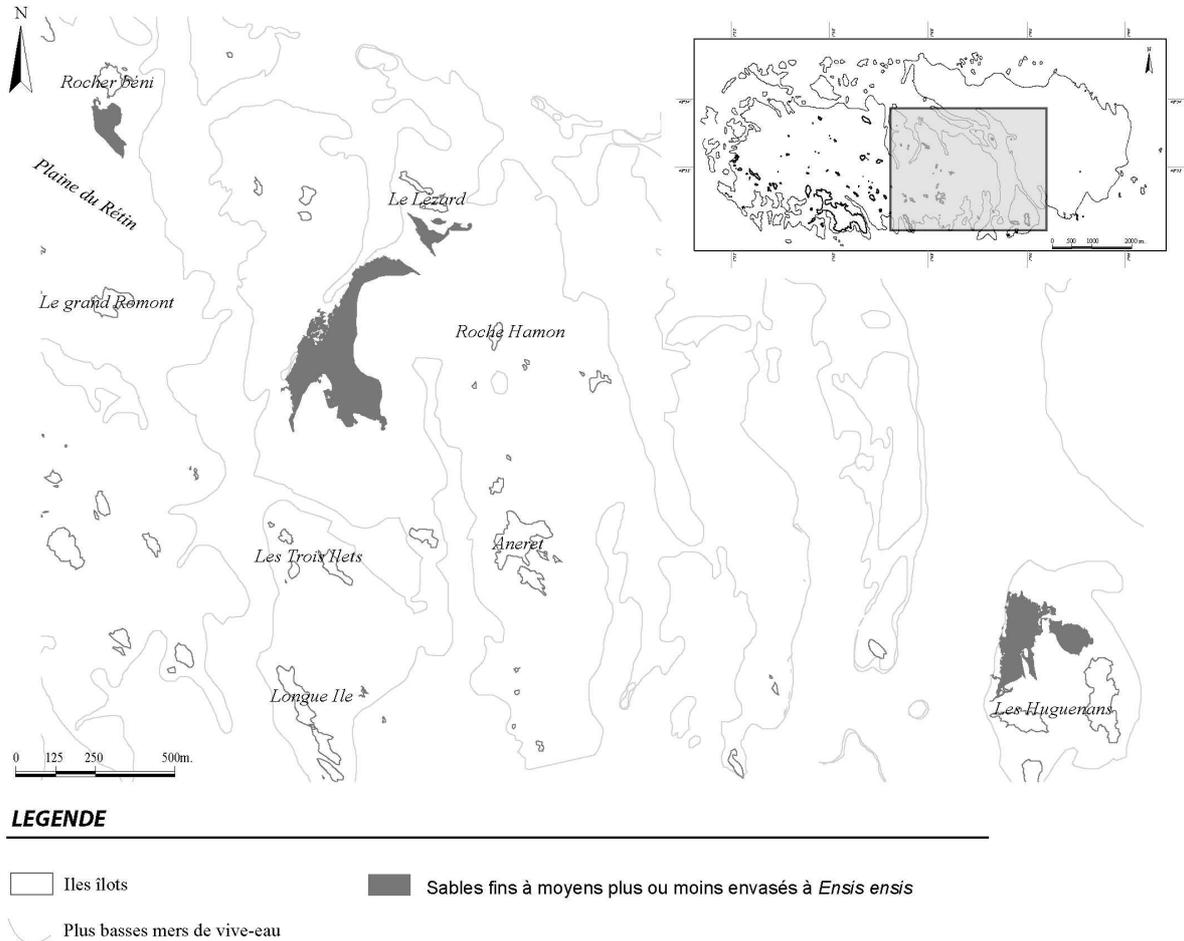
La haute slikke de Chausey est colonisée par une végétation pionnière composée de plusieurs espèces de Salicornes et de Spartines. Géhu (1960), qui a étudié cet habitat au sein du jardin de l'Île aux Oiseaux, a identifié trois espèces de salicornes : *Salicornia europaea*, *S. herbacea* et *S. radicans* ; ainsi qu'une espèce de Spartine : *Spartina townsendi*.

Il s'agit d'un habitat présent au « Jardin » de l'Île aux Oiseaux et, de manière ponctuelle, au Vieux, mais qui est surtout bien développé sur les sédiments envasés de haut niveau au nord du chenal du Sound (Carte 22). Au total, cet habitat, situé à des niveaux bathymétriques légèrement plus bas que les obions *A. portulacoides*, couvre une superficie d'à peine plus de 2ha. On y trouve une faune d'invertébrés terrestres (collembolés, myriapodes etc.) et l'annélide polychète *Hediste diversicolor* peut y être notée.



Photographies 9. Gauche : habitat des sédiments envasés de haut niveau à *A. portulacoides* (Anse de la Truelle). Droite : haute slikke à *Salicornia* spp. (nord-est du grand Puceau).

- **Habitat des sables fins à moyens plus ou moins envasés de niveau bas à *Ensis ensis***



Carte 23. Localisation de l'habitat à *E. ensis* sur l'archipel.

Cet habitat très particulier couvre près de 18ha et se répartit en trois secteurs : sud du Rocher Béni, ouest de Roche Hamon et nord des Huguenants (Carte 23). Il s'agit, avec les herbiers à *Zostera marina*, des seuls habitats de niveau bas (sous les basses mers de vive-eau moyenne) de Chausey caractérisé par un léger envasement. Il est en contact direct avec les herbiers à *Zostera marina*, situés un peu plus bas sur l'estran. On y observe de très fortes densités du bivalve *Ensis ensis* (une cinquantaine par m² dans le secteur des Huguenants) et très souvent le gastropode *Gibbula magus* en abondance.

Conclusion du chapitre 3 « des premières observations naturalistes à l'élaboration d'un outil de description et de suivi des habitats naturels littoraux ».

L'émerveillement devant la diversité du vivant

Qu'ils soient scientifiques ou amateurs, les naturalistes ont été émerveillés par le patrimoine naturel littoral de Chausey depuis près de 200 ans. L'intérêt continu porté à cet archipel ne relève toutefois pas du hasard : les naturalistes ont presque tous été attirés par *la diversité même de la nature* au sein de Chausey. Celle-ci a été perçue à plusieurs échelles du vivant (celle des espèces, des associations floro-faunistiques, des assemblages faunistiques etc.) mais n'avait toutefois jamais fait l'objet de descriptions spatiales précises. On ne peut connaître par exemple les superficies couvertes par les banquettes à *L. conchilega* observées par Milne-Edwards et Audouin, ou encore les secteurs précis au sein desquels Fauvel a prélevé les espèces qu'il mentionne. Le seul à avoir fourni une description dans l'espace d'associations floro-faunistiques à Chausey est De Beauchamp dans les années 1920.

La « spatialisation » de la diversité des habitats

Contrairement à un travail classique de bionomie, le but de la méthode naturaliste que nous avons mise au point n'est pas de décrire des assemblages floro-faunistiques ni des unités homogènes d'un point de vue physique (caractéristiques sédimentaires, bathymétriques etc.). Cette méthode vise à décrire spatialement *la nature* intertidale dans son acceptation la plus large, prenant en compte à la fois le vivant et le physique. C'est pourquoi nous avons pris le parti de cartographier des *habitats*, au sens d'une combinaison biotope-biocénose. La cartographie issue de l'application de cette méthode met en lumière la grande diversité des habitats qui composent les estrans de l'archipel, mais également leur extrême fragmentation.

La mise en évidence d'une diversité intra habitats

Les descriptions détaillées des habitats intertidaux de Chausey mettent en avant une originalité supplémentaire d'un site aussi fragmenté. Au sein de l'archipel, il existe en effet une « *plasticité* » de chacun des habitats, qui correspond à la grande complexité des conditions environnementales locales. Contrairement à d'autres environnements littoraux européens, tels que les grandes baies du Golfe Normand-Breton toutes proches ou encore les vastes estrans de la mer des Wadden, chaque habitat de Chausey, soumis à une certaine variabilité spatiale des conditions environnementales, se présente sous des « nuances » différentes à travers l'archipel.

Conclusion de la Partie 1 - « Définitions et originalités de la notion de patrimoine naturel littoral appliquée à un espace littoral marin fragmenté »

La carte des habitats intertidaux de substrat meuble (Carte 13) et leurs descriptions, qui finalisent cette première partie, ont été le fruit d'une série de choix visant à fournir une base pertinente pour identifier ensuite des besoins de conservation.

La « clé d'entrée » : le patrimoine naturel

Une grande partie des études portant sur des problématiques de conservation de la nature prennent comme clé d'entrée la « biodiversité », éventuellement déclinée aux différentes échelles du vivant (spécifique, génétique etc.). Pour notre part nous avons choisi en la matière celle du « patrimoine naturel » et avons souhaité ainsi mettre en avant la responsabilité de l'Homme envers la nature qui l'entoure. Contrairement à la notion de « nature », traditionnellement opposée à la « culture » et donc à l'Homme, l'approche « patrimoine naturel » a l'avantage de considérer d'emblée la conservation de la nature comme une nécessité. La nature est un héritage qu'il convient de transmettre aux générations futures.

Un « découpage » du patrimoine naturel en habitats

Pour parvenir à identifier les besoins de conservation du patrimoine naturel, c'est à dire établir une hiérarchie ou du moins une typologie conservatoire, il convient de réaliser un « découpage » de celui-ci en plusieurs entités. Les sociétés humaines ont toujours « mis en patrimoine la nature » d'une manière ou d'une autre. Généralement, une société détermine peu à peu ce qu'elle considère être son patrimoine naturel par toute une série de constructions socioculturelles, plus ou moins imposées par un pouvoir central. Ce patrimoine est bien souvent considéré comme une liste *d'espèces* qui ont chacune une place particulière dans une hiérarchie. Cette vision éminemment judéo-chrétienne d'un patrimoine considéré comme une liste d'objets a longtemps été très confortable pour l'Homme qui se place au-dessus de ceux-ci et les hiérarchise par rapport à lui-même. L'approche du patrimoine naturel à travers un « découpage » par habitats est beaucoup plus récente. A notre sens il correspond bien mieux à la notion même de « patrimoine naturel » car il souligne les liens nature-sociétés, l'Homme étant, *de facto*, intégré aux habitats qui sont des espaces dans lesquels il évolue. Contrairement à une vision « espèce centrée », l'Homme n'est plus un simple super observateur qui hiérarchise. Bien au contraire, il s'intègre lui-même à la nature qu'il évalue.

La pertinence du choix de l'archipel des Iles Chausey

Chausey s'avère être un site idéal pour appréhender des problématiques de conservation du patrimoine naturel non seulement sur le plan épistémologique mais aussi sur le plan écologique.

D'un point de vue épistémologique, la longue histoire naturaliste du site que nous avons retracée souligne bien l'évolution de la perception du patrimoine naturel. Les naturalistes s'intéressent d'abord aux espèces, dont ils dressent des listes. La notion de patrimoine naturel n'est abordée que tardivement à travers des ensembles écologiques cohérents (association floro-faunistiques), à l'initiative de De Beauchamp dans les années 1920. L'idée même de besoin de conservation du patrimoine naturel de l'archipel n'émerge que 50 ans plus tard, dans les années 1970.

Sur le plan écologique, de nombreux naturalistes ont été émerveillés par la diversité du vivant sur l'archipel, déterminée par une extrême fragmentation et complexité morphologique. Au cours de nos premières excursions naturalistes, nous avons ressenti cette même impression d'une extraordinaire diversité d'habitats concentrée sur quelques centaines d'hectares. On y retrouve en effet la quasi totalité des habitats intertidaux de substrat meuble des mers de l'Europe du nord-ouest, ce qui confère au site un caractère exceptionnellement généralisable.

Jusqu'à présent, il n'y avait aucune description générale et « spatialisée » de ce patrimoine. Nous avons donc réalisé la première description de l'ensemble du patrimoine naturel intertidal meuble du site, en le « découpant » en habitats. Les méthodes classiquement utilisées pour cartographier des habitats intertidaux sont soit inapplicables soit non pertinentes pour un site aussi fragmenté que celui de Chausey, c'est pourquoi nous en avons élaboré une nouvelle. Celle-ci, dite « naturaliste », nous a permis de fournir à la fois une cartographie et une description précise des habitats de l'ensemble du domaine intertidal meuble de l'archipel. A Chausey, ces habitats sont nombreux et leur agencement dans l'espace est d'une rare complexité. Néanmoins, la précision que nous avons obtenue pour les décrire et les cartographier nous permettent d'envisager sereinement l'évaluation de leurs besoins de conservation.

PARTIE 2 - QUELS CRITÈRES UTILISER POUR ÉVALUER LES BESOINS DE CONSERVATION D'UN PATRIMOINE NATUREL LITTORAL MARIN ?



CHAPITRE 1. L'UTILISATION DE CRITÈRES CLASSIQUES D'ÉVALUATION DU PATRIMOINE NATUREL : LA CONSERVATION D'UNE NATURE RICHE, RARE OU VULNÉRABLE

A l'issue du chapitre précédent, grâce à l'analyse des données naturalistes historiques et au développement d'une méthode originale de cartographie, nous sommes parvenus à une description fine et spatialisée du patrimoine naturel intertidal de substrat meuble de l'ensemble de l'archipel des Iles Chausey.

Il s'agit maintenant d'évaluer sa valeur patrimoniale en vue de hiérarchiser les besoins de conservation des différents habitats qui le composent. Mais avant de parvenir à cette hiérarchisation, il convient de conduire une réflexion sur les critères qui peuvent être utilisés pour ce faire.

Dans le premier chapitre, nous dégagerons, dans un premier temps, les critères juridiques mis en avant dans les réglementations et ceux retenus par la communauté scientifique pour évaluer un patrimoine naturel, et identifier, *in fine*, ce qui doit être conservé en priorité. Dans un second temps, nous hiérarchiserons les besoins de conservation des espèces et habitats intertidaux de substrat meuble de l'archipel en n'utilisant que ces critères.

1. Les critères juridiques et scientifiques classiquement utilisés dans le domaine de la conservation

1.1 Critères juridiques

Nous analysons ici les principales listes juridiques ayant trait à la protection des espèces et des habitats. Parmi les éléments naturels que nous qualifions de « listés », certains sont *réellement protégés* (par une directive, une loi, un arrêté etc.) et d'autres ne bénéficient que d'une inscription dans une liste qui *propose de les conserver* (directive OSPAR, Livres Rouges). Les textes auxquels nous nous intéressons sont : i) à l'échelle européenne : les Conventions de Berne et de Bonn, les Directives Habitats et Oiseaux et la Convention Ospar ; ii) au niveau national : la loi du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature et le Livre Rouge des Espèces marines et littorales menacées en France ; iii) au niveau régional : la liste d'espèces végétales protégées à l'échelle de la Basse-Normandie. Nous dégagerons de ces textes les principaux critères qui ont justifié l'intégration en leur sein d'espèces et d'habitats particuliers.

a. A l'échelle européenne

La Convention de Berne, signée en 1979, a pour but d'assurer la conservation de la faune et de la flore sauvage et de leurs habitats naturels. Les annexes I et II fournissent une liste d'espèces faunistiques et floristiques dont les parties contractantes doivent assurer la conservation. L'annexe III concerne les espèces dont l'exploitation doit être « *réglementée* » en vue de leur protection. Dès son préambule, le texte de la convention précise que la flore et la faune sauvage « *constituent un patrimoine naturel d'une valeur esthétique, scientifique, culturelle, récréative et intrinsèque, qu'il importe de préserver et de transmettre aux générations futures* » et part du constat que de nombreuses espèces se raréfient et sont aujourd'hui menacées d'extinction (« *Constatant la raréfaction de nombreuses espèces de la flore et de la faune sauvages et la menace d'extinction qui pèse sur certaines d'entre elles* »). Les critères retenus pour sélectionner les espèces dans les annexes I et II sont essentiellement des critères de **rareté** et de **vulnérabilité** (Article 1 al. 2 : « *Une attention particulière est accordée aux espèces, y compris les espèces migratrices, menacées d'extinction et vulnérables* » ; Article 3 al. 1 : « *Chaque Partie contractante prend les mesures nécessaires pour que soient mises en œuvre des politiques nationales de conservation de la flore et de la faune sauvages et des habitats naturels, en accordant une attention particulière aux espèces menacées d'extinction et vulnérables, surtout aux espèces endémiques, et aux habitats menacés, conformément aux dispositions de la présente Convention* »). Une attention particulière est également portée aux espèces **migratrices** (le chapitre IV est entièrement dédié aux dispositions particulières concernant ces espèces), ce qui justifie pleinement une convention internationale, transcendant les limites géographiques des Etats.

La Convention de Bonn, signée en 1982, a pour objectif la conservation à l'échelle mondiale des **espèces migratrices** appartenant à la faune sauvage. La Directive précise d'emblée que la faune sauvage doit faire l'objet « *d'une attention particulière, en raison de son importance mésologique, écologique, génétique, scientifique, récréative, culturelle, éducative, sociale et économique* ». L'annexe I dresse une liste des **espèces migratrices menacées, en danger d'extinction**, nécessitant une protection immédiate. L'annexe II mentionne les espèces migratrices se trouvant dans un **état de conservation défavorable** et nécessitant l'adoption de mesures de conservation et de gestion appropriées. La Convention donne des définitions suivantes : « *est une "espèce migratrice" l'ensemble de la population ou toute partie séparée géographiquement de la population de toute espèce ou de tout taxon inférieur d'animaux sauvages, dont une fraction importante franchit cycliquement et de façon prévisible une ou plusieurs des limites de juridiction nationale* » ; « *"l'état de conservation" d'une espèce migratrice est constitué de l'ensemble des influences qui, agissant sur cette espèce migratrice, peuvent affecter à long terme sa répartition et l'importance de sa population* » ; « *est "menacée", une espèce migratrice donnée qui est en danger d'extinction sur l'ensemble ou sur une partie du territoire d'un État* ».

La Directive « Oiseaux » (Directive 79/409 CEE), signée en 1979 et modifiée en 1981, concerne la conservation des oiseaux sauvages. L'annexe I présente les espèces justifiant la protection d'espaces en Zones de Protection Spéciale (Z.P.S.). Les critères retenus dans la sélection des espèces d'oiseaux intégrées à l'Annexe I sont encore des critères de **rareté** (déclinés selon les différents types de rareté : faibles abondances des populations, aire de répartition restreinte, espèces inféodées à un habitat particulier) et de **vulnérabilité** (menace de disparition ou vulnérabilité de leur habitat). Ces critères sont précisés dans l'article 4 : a) espèces **menacées de disparition** ; b) espèces **vulnérables à certaines modifications de leur habitat** ; c) des espèces considérées comme **rares** parce que leurs populations sont faibles ou que leur répartition locale est restreinte ; d) d'autres espèces nécessitant une attention particulière en raison de la **spécificité de leur habitat**.

La Directive « Habitats » (Directive 92/43 CEE), signée en 1992, a pour objet d'assurer le maintien de la diversité biologique par la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages. L'annexe I dresse une liste des habitats naturels d'intérêt communautaire et l'annexe II des espèces végétales et animales. Les habitats et espèces listés dans ces deux annexes sont utilisés pour la désignation de Zones Spéciales de Conservation (Z.S.C.), formant, avec les Z.P.S., le réseau européen Natura 2000. L'annexe IV concerne les espèces animales et végétales à protéger strictement.

La Convention Oskar pour la protection du milieu marin de l'Atlantique Nord-Est, a réuni et mis à jour les Conventions d'Oslo de 1972 (traitant des opérations d'immersion de rejets en mer) et de Paris de 1974 (sur la pollution d'origine tellurique). Elle s'est dotée d'une stratégie pour la diversité biologique et les écosystèmes qui comprend quatre éléments : des objectifs de qualité écologique, des listes d'espèces et habitats, un volet zones marines protégées et une liste d'activités humaines « *ayant des effets préjudiciables potentiels* ». MASH, groupe de travail OSPAR en charge des zones marines protégées des espèces et habitats marins, a mis en place des listes d'espèces et habitats marins dont la conservation serait souhaitable et qui devraient être intégrées à terme aux listes d'espèces protégées européennes telles certaines annexes des directives habitats et oiseaux. La Convention Oskar ne liste donc pas des espèces protégées à proprement parler mais des espèces *devant l'être*.

b. A l'échelle nationale

La loi du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature est une véritable révolution en terme de conservation de la biodiversité à l'échelle nationale. A l'échelle nationale, jusqu'à cette date, les espèces étaient protégées dans un but essentiellement **utilitariste**, ce que l'on perçoit bien à travers l'exemple de la protection des oiseaux. Le concept « d'oiseau utile » préside le congrès de Budapest de 1891, puis la Conférence Internationale de Paris en 1895, mais les Etats ne parviennent pas à s'accorder sur les espèces à classer en tant que « nuisibles » ou en tant qu' « utiles ». Le 19 mars 1902, une convention internationale est signée pour la conservation de la faune et concerne principalement l'élaboration d'une liste des oiseaux « **utiles à l'agriculture** ». C'est la convention internationale pour

la protection des oiseaux, signée à Paris le 18 octobre 1950, qui s'éloigne pour la première fois de la notion d'utilitarisme des espèces. Elle donne naissance à un concept nouveau dans la loi ; le **concept d'espèces menacées**. Cette loi prévoit la protection de tous les oiseaux pendant leur reproduction, et pendant leurs migrations (art.2 al.2) et chaque partie contractante s'engage à établir des listes d'espèces pouvant être détruites ou capturées sur leur propre territoire (art. 8). Avec la loi du 10 juillet 1976, la France reconnaît un **intérêt intrinsèque** aux espèces animales et végétales. Le premier article de la loi (art. L.200-1 du code rural) met en avant que la protection de la faune et de la flore est d'intérêt général. Cette loi a été complétée par le décret n° 77-1295 du 25 novembre 1977 (art. R.2100-1 et suivants du code rural) qui prévoit que la liste des espèces doit être établie par arrêtés conjoints du ministre en charge de la protection de l'environnement et celui de l'agriculture, ou, lorsqu'il s'agit d'espèces marines, du ministre chargé des pêches maritimes. Il faudra attendre plusieurs années pour que les décrets fixent ces listes d'espèces (1981 par exemple, pour les oiseaux). Les critères retenus pour sélectionner les espèces qui peuvent bénéficier d'une protection instituée par l'article L. 211-1 du code rural se trouvent dans cet article ; pour mériter une protection, les espèces doivent présenter « **un intérêt scientifique particulier** » ou doivent être justifiées par « **les nécessités de la préservation du patrimoine biologique national** » (art. L. 211-1 al.1 du code rural). De plus elles doivent être « *non-domestiques* ». Jugée trop restrictif par la Cour de Justice Européenne, la notion d'appartenance au « *patrimoine biologique national* », a été changé en « **patrimoine biologique** » dans la loi n°95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement.

En outre, un arrêté du 9 juillet 1999 fixe une liste des espèces de vertébrés protégés au niveau national qui sont : i) **menacés d'extinction en France** ; ii) dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département. Elle contient 38 espèces.

Ces textes réglementaires sont appuyés par **les Livres Rouges** de la flore et de la faune menacées. Ces livres recensent les **espèces particulièrement menacées** d'un territoire afin que les efforts nationaux se concentrent sur celles-ci et leurs habitats. Ils précisent en outre les principales menaces pesant sur ces espèces et proposent des mesures conservatoires et synthétisent, d'après la littérature, les principales caractéristiques écologiques de ces espèces. Il s'agit donc d'espèces *devant* être protégées, plutôt que d'espèces l'étant réellement.

c. A l'échelle régionale

Partant du principe que certaines espèces sont communes dans certaines régions mais rares dans d'autres, les régions, par arrêtés préfectoraux, se sont dotées de listes d'espèces végétales protégées sur leur territoire. En région Basse-Normandie, c'est un arrêté du 27 avril 1995 qui fixe cette liste comprenant près de 200 espèces. Les critères retenus sont essentiellement des critères de **rareté à l'échelle régionale**.

d. Synthèse des critères utilisés dans la loi

Les législations françaises et européennes sont révélatrices de la prise de conscience, à l'échelle mondiale, d'une crise de la biodiversité. Un état d'urgence a été reconnu au niveau international : le Sommet du Développement Durable de Johannesburg d'août 2002 a fixé pour objectif vital le ralentissement de la perte de biodiversité d'ici 2010, et l'Union Européenne a même été plus ambitieuse en se fixant pour objectif de stopper la perte de biodiversité à la même échéance. Comme nous venons de le voir, les principaux textes juridiques de protection des espèces et habitats à l'échelle européenne et française, partent de ce constat et de cette urgence. Très logiquement, ils cherchent donc à « parer au plus pressé » en ne conservant en priorité que les espèces et habitats rares et menacés. C'est également ce qui est préconisé par des instances mondiales ou américaines. Ainsi, l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (U.I.C.N.), fixe t-elle une liste rouge des espèces menacées. Elle classe les espèces en 9 catégories selon 12 critères correspondant à des degrés de rareté et de vulnérabilité et définissant, *in fine*, leur risque d'extinction (<http://www.redlist.org>). Aux Etats-Unis, l'Endangered Species Act (E.S.A.) sélectionne les espèces à conserver à partir du moment où celles-ci sont « *en danger d'extinction* » (voir Eisner & al. 1995). Les évaluations du patrimoine naturel par des gestionnaires d'espaces protégés et même par des scientifiques se réfèrent souvent à ces listes d'espèces protégées ou menacées (*e.g.* Verlaque & al. 1999).

Ces deux grands critères de rareté et de vulnérabilité ne sont toutefois pas toujours faciles à manipuler pour deux raisons essentielles. D'abord, comme l'ont souligné plusieurs auteurs (Rabinowitz & al. 1986, Gaston 1997), ce sont des termes polysémiques : la notion de rareté recouvre à la fois des critères d'aires de distribution, d'abondances mais aussi le caractère plutôt généraliste ou plutôt spécialiste, qui sont parfois assez flous. Ensuite, ces critères ne sont applicables qu'aux espèces dont on connaît déjà bien le statut pour pouvoir s'exprimer clairement sur leur degré de rareté mais aussi dont on connaît les tendances d'évolution à moyen et long terme, pour pouvoir dire si elles sont ou non « menacées », « vulnérables », « en déclin » etc. Une espèce n'a donc une chance de faire l'objet de mesures conservatoires que si les connaissances la concernant sont suffisantes. En outre, il faut que des seuils aient été prédéfinis pour savoir à partir de quel niveau il convient de la conserver. Les espèces et les habitats inscrits dans des listes de protection sont donc à la fois des espèces rares et vulnérables mais aussi des espèces dont on connaît bien le statut.

Ensuite, on note d'une manière générale une nette distorsion entre les critères généraux cités en préambules des textes juridiques et les critères qui sont ensuite réellement utilisés pour sélectionner les espèces et habitats à protéger. Les critères d'« *importance scientifique, récréative, culturelle, éducative, sociale, économique* » (Convention de Bonn), « *d'intérêt intrinsèque* » (loi du 10 juillet 1976) etc. sont présentés comme des vérités générales, mais ce sont uniquement les critères de rareté et de vulnérabilité qui sont réellement pris en compte.

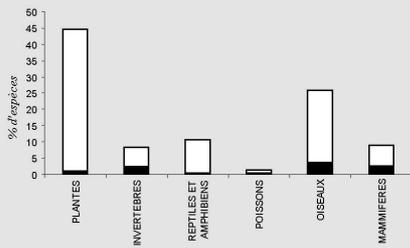
Nous avons établi une liste de toutes les espèces protégées au titre des textes précédemment cités (Conventions de Berne, Bonn, Directives Habitats et Oiseaux, Espèces protégées en France, espèces végétales protégées en Basse-Normandie) et inscrites aux listes du Livre Rouge et de la Directive Ospar. Parmi ces espèces nous avons identifié les principaux groupes taxonomiques auxquels elles appartenaient : flore, invertébrés (éventuellement déclinés en insectes et arthropodes terrestres, crustacés, mollusques), reptiles, amphibiens, poissons, oiseaux et mammifères. Nous avons ensuite distingué les espèces marines des espèces « terrestres » (vraies espèces terrestres et espèces dulçaquicoles). Les résultats sont présentés dans l'Encadré 6.

D'emblée, on s'aperçoit de la très nette sous représentation des espèces marines (en noir sur les graphiques) par rapport aux espèces terrestres : elles ne représentent, en moyenne, qu'à peine plus de 10% des espèces listées ! Parmi ces espèces marines, ce sont surtout les oiseaux et les mammifères qui sont concernés. D'une manière générale, les invertébrés marins sont les espèces les plus délaissées sur le plan juridique.

Dans la directive Ospar, qui ne liste que des espèces marines, on note une très nette sur-représentation des poissons (parmi lesquelles plusieurs espèces assez emblématiques comme le requin pèlerin *Cetorhinus maximus*), mais 4 espèces de mollusques sont tout de même listées (la praire d'Islande *Artica islandica*, le pourpre *Nucella lapillus*, l'huître plate *Ostrea edulis* et *Patella aspera*). Seul le Livre Rouge des espèces marines et littorales menacées en France liste 15 espèces d'invertébrés marins, mais seulement 5 ne sont pas strictement méditerranéennes. **Les listes de protection juridiques protègent donc essentiellement des vertébrés terrestres rares et menacés. En domaine marin, les mammifères et les oiseaux sont presque les seules espèces représentées, et les seules espèces d'invertébrés protégées sont essentiellement méditerranéennes.**

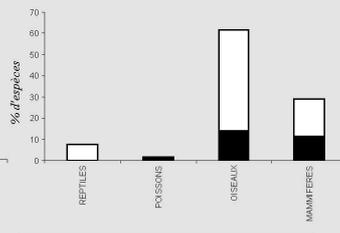
LISTES EUROPEENNES

Convention de Berne



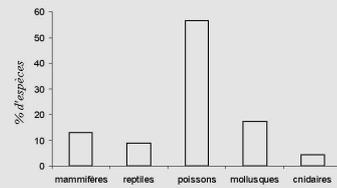
□ Espèces terrestres (89%)
 ■ Espèces marines (11%)

**Convention de Bonn
(Annexe I : Espèces migratrices en danger)**

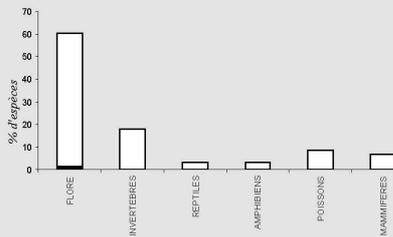


□ Espèces terrestres (74%)
 ■ Espèces marines (26%)

**Directive Oskar
(= espèces marines)**

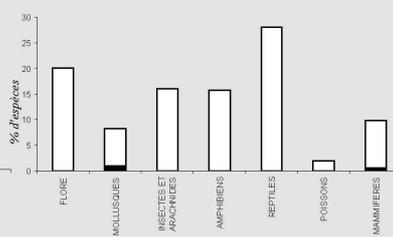


**Directive Habitats
(Annexe II : espèces dont la conservation nécessite la création de Z.S.C.)**



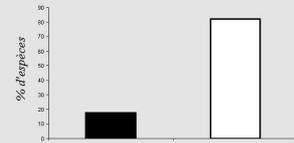
□ Espèces terrestres (99%)
 ■ Espèces marines (1%)

**Directive Habitats
(Annexe IV : espèces strictement protégées)**



□ Espèces terrestres (98%)
 ■ Espèces marines (2%)

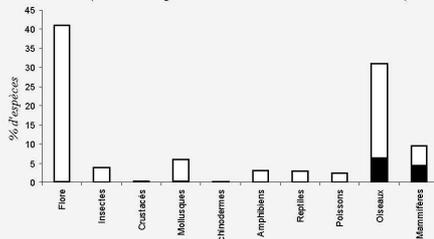
**Directive Oiseaux
(Annexe I : espèces dont la conservation nécessite la création de Z.P.S.)**



□ Espèces terrestres (82%)
 ■ Espèces marines (18%)

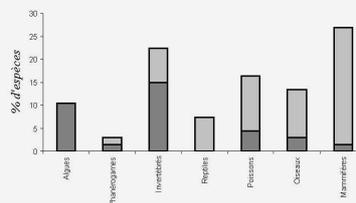
LISTES NATIONALES

**Espèces protégées en France
(Loi du 10 juillet 1976 et arrêtés ministériels)**



□ Espèces terrestres (88%)
 ■ Espèces marines (12%)

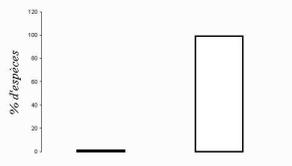
**Livre rouge des espèces marines et littorales menacées en France
(uniquement les espèces marines)**



■ Espèces méditerranéennes (36%)
 ■ Autres espèces (64%)

LISTE REGIONALE

**Espèces végétales
protégées en Basse-Normandie**



□ Espèces terrestres (98%)
 ■ Espèces marines (2%)

Encadré 6. Quelles espèces sont inscrites à des listes juridiques (espèces effectivement protégées ou devant bénéficier d'une protection) ?

1.2 Critères retenus par la communauté scientifique

Partant de ce constat de déséquilibre entre espèces dans les textes juridiques, cherchons maintenant à savoir s'il en va de même au sein de la communauté scientifique. Dans le domaine de la biologie de la conservation, y a-t-il des espèces, des habitats, des espaces, voire des domaines entiers (marin, terrestre, eau douce etc.) sur lesquels se concentrent plus les scientifiques ; le cas échéant, quels sont les critères qui déterminent ces éventuels choix ? Un des moyens les plus aisés pour répondre à ces questions est d'analyser la production littéraire récente des scientifiques dans le domaine de la conservation. Pour ce faire, nous avons exploré la production de deux des plus grandes revues scientifiques de conservation : *Conservation Biology* (de janvier 2004 à juin 2007) et *Biological Conservation* (de janvier 2004 à juillet 2007). Nous n'avons pris en compte que les articles, essais, notes, et « *comments* » et avons exclu les revues bibliographiques d'ouvrages de notre analyse. Nous avons distingué deux types d'articles : i) ceux traitant de problématiques de conservation d'une espèce ou d'un groupe d'espèces ; ii) ceux traitant de problématiques de conservation d'un habitat ou d'un groupe d'habitats. Pour le premier type d'articles (espèces), nous avons distingué le ou les groupe(s) taxonomique(s) sur le(s)quel(s) portent les articles (plantes ; insectes et arachnides ; mollusques ; crustacés ; reptiles et amphibiens ; poissons ; oiseaux ; mammifères ; vertébrés en général ou invertébrés en général), le fait qu'il s'agisse d'espèces marines ou terrestres (les espèces aquatiques d'eau douce ont été classées dans les espèces terrestres) et le fait qu'elles soient ou non considérées comme rares ou menacées par les auteurs. Pour le deuxième type d'articles (habitats), nous avons distingué le type d'habitat concerné. Nous comparons ensuite les résultats de notre analyse avec les résultats issus de deux autres grandes synthèses bibliographiques, l'une publiée en 2003 dans *Conservation Biology* traitant de la place du domaine marin dans les publications traitant de conservation (Levin & Kochin 2004) et l'autre publiée dans *Biological Conservation* en 2005 sur les sujets traités par les scientifiques dans le domaine de la conservation en général (Fazey & al. 2005).

a. Approche par espèces

Conserver les espèces rares et vulnérables

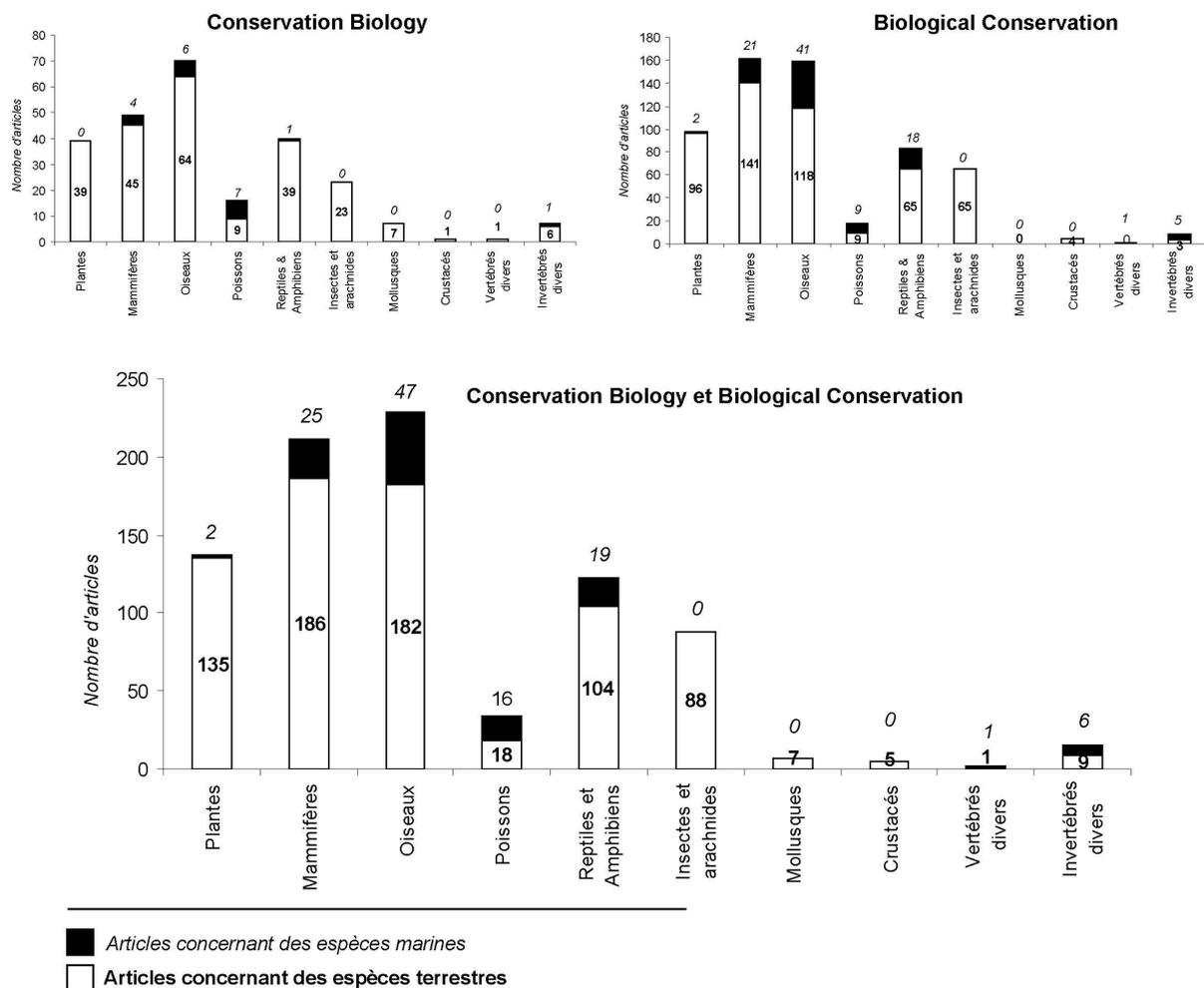
Durant la période étudiée (juin 2004 à juillet 2007), nous avons comptabilisé 839 articles traitant directement de problématiques de conservation d'espèces ou de groupes d'espèces, dont 246 dans *Conservation Biology* et 593 dans *Biological Conservation*. Un peu plus de la moitié des articles (420 articles) traitent uniquement d'une ou de plusieurs espèces que les auteurs estiment menacées (« *threatened* »), en danger (« *endangered* »), rare (« *rare* ») ou vulnérables (« *vulnerable* »). Seuls 4 articles ont choisi des espèces modèles communes, le restant des articles ne précisant pas si les espèces

étudiées sont en danger, rares, vulnérables ou traitant d'un groupe d'espèces indifféremment de leur degré de rareté et de vulnérabilité.

Plus de la moitié des 839 articles concernent les oiseaux et les mammifères (229 articles concernant les oiseaux et 211 les mammifères) (Encadré 7). Viennent ensuite les plantes (137 articles, soient 16%), puis les reptiles et amphibiens (123 articles, 15%) et les insectes et arachnides (88 articles, 10%). Loin derrière, viennent les articles traitant de la conservation d'espèces de poissons (34 articles, 4%). L'ensemble des autres espèces sont traitées dans moins de 30 articles. En outre, la proportion d'articles traitant de conservation d'espèces marines est très déséquilibrée par rapport aux espèces terrestres : 116 articles, contre 735, soit un rapport de 1 à 6 (Encadré 7). Parmi les espèces marines dont les articles traitent, 62% concernent les oiseaux et mammifères marins. Les autres espèces marines dont il est question sont les tortues marines (19 articles), quelques articles sur les poissons, et de manière très anecdotique un article sur les vertébrés marins en général et 6 sur des espèces d'invertébrés. Les articles publiés dans ces deux revues ces dernières années se focalisent donc sur : des **espèces terrestres** qui sont majoritairement des **vertébrés (mammifères et oiseaux)**. Les critères de **rareté** et de **vulnérabilité** semblent également déterminants dans le choix des espèces étudiées.

La revue bibliographique de Fazey & al. (2005) « What do conservation biologists publish ? » fait un constat similaire au nôtre en de nombreux points. Les auteurs, qui ont examiné tous les articles publiés dans les trois revues majeures de conservation (Conservation Biology, Biological Conservation et Biodiversity and Conservation) en 2001 (541 articles) concluent notamment que : parmi les articles dans lesquels le statut des espèces étudiées est mentionné (436 articles), 42% traitent d'espèces menacées et seulement 4% de non-menacées. En outre, 71% des articles traitent de menaces et d'impacts anthropiques sur les espèces et habitats, mettant ainsi en avant la notion de vulnérabilité. Par ailleurs, les mammifères et les oiseaux représentent 31% des articles et ceux consacrés aux invertébrés non-arthropodes n'en représentant qu'à peine 3%.

A l'instar de notre analyse bibliographique, la revue de Levin & Kochin (2004) relève également un déséquilibre très prononcé des articles de conservation en faveur des articles portant sur des espèces ou des espaces du domaine **terrestre aux dépens du domaine marin**. Les auteurs, qui ont examiné les articles parus dans 9 revues de conservation pendant 8 années (5974 articles publiés de janvier 1996 à juin 2003) relèvent que 61% des articles concernent le domaine terrestre ; 15% sont des articles généraux ; 14% concernent les milieux dulçaquicoles et seulement 10% le domaine marin. C'est ce constat de déséquilibre entre domaine terrestre et marin en faveur du premier qui a conduit les auteurs à intituler ironiquement leur synthèse bibliographique « Publication of marine conservation papers: is Conservation Biology too dry ? ».



Encadré 7. Articles publiés dans 'Conservation Biology' et 'Biological Conservation' traitant de problématiques de conservation d'espèces (janvier 2004- juin 2007) : de quelles espèces traitent-ils ? (N.B. : certains articles peuvent traiter de plusieurs groupes d'espèces à la fois).

Les « single species management » : conserver des espèces « stars »

Dans le domaine de la conservation, s'il existe un quasi-consensus sur la nécessité de conserver des espèces rares et vulnérables, d'autres critères sont également mis en avant par certains auteurs pour justifier la conservation de la biodiversité à travers une espèce en particulier. C'est ce que les anglo-saxons appellent les « single species management » (Simberloff 1998). Peu d'articles ressortent de notre analyse bibliographique sur ce sujet (à peine une dizaine), mais on trouve dans la littérature pléthore d'articles un peu plus anciens (spécialement dans les années 1980 et 1990) qui traitent de l'intérêt ou non d'un tel type d'approche. Selon certains auteurs, dans un contexte d'érosion rapide de la biodiversité et un besoin urgent de mesures conservatoires, les 'single-species management' semblent un atout pour une action rapide (Simberloff 1998, Roberge & Angelstam 2004) évitant l'écueil d'un immobilisme dû à trop d'analyse ('paralysis by overanalysis' (Carroll & Meffe 1994)) et ayant l'avantage d'être précis en évitant des mesures trop générales du type « maintenir ou préserver la biodiversité d'un site » (Simberloff 1998). Tout le problème réside alors dans le choix de l'espèce qui doit être conservée et dans la validité de ce choix : doit-on conserver une espèce qui a un rôle clé dans l'écosystème, une espèce susceptible de drainer des fonds et qui puisse être très facilement médiatisée, une espèce dont la conservation implique celle de nombreuses autres etc. ?

Pour certains auteurs, il convient de conserver des **espèces « indicatrices »**. Le concept d'espèce indicatrice est flou dans le sens où il n'y a pas de consensus sur ce que cette espèce est justement censée indiquer et si elle est la meilleure indicatrice (Simberloff 1998). Leur présence et leurs fluctuations sont censées non seulement refléter celles d'autres espèces mais aussi les changements chimiques ou physiques de l'environnement (Landres & al. 1988). A travers un indicateur, on cherche en fait à mesurer un état de santé d'un écosystème. Pour certains, un écosystème en bonne santé est celui avec une forte richesse spécifique, pour d'autres, ce sont les aspects fonctionnels qui sont fondamentaux, pour d'autres encore ce sont les taux de prédation etc. ce qui peut conduire à tout considérer comme indicateur (Noss 1990). Le problème est surtout qu'une foule d'indicateurs n'indique pas mieux les phénomènes que le fait de les mesurer directement (Simberloff 1998). Même s'il y a un consensus sur le phénomène pour lequel on cherche un indicateur, il faudrait, dans l'absolu, une étude précise pour déterminer quelle espèce parmi toutes celles de la communauté est la plus appropriée, ce qui semble peu réalisable (Simberloff 1998). L'échelle d'observation est de plus essentielle : si les grandes espèces peuvent être de bons indicateurs pour d'autres grandes espèces ayant besoin de vastes espaces, elles ne le seront pas forcément pour des insectes pouvant très bien s'accommoder de paysages qui peuvent sembler très fragmentés pour les grandes espèces (Simberloff 1998).

Le concept d'**espèce clé** a été introduit pour la première fois par Paine (1969) et est devenu un concept central dans l'étude des communautés (Mills & al. 1993). Toutefois ce concept a également été remis en question (*e.g.* Strong 1992, Mills & al. 1993). Les critiques du concept viennent du caractère ambigu de la définition. Le terme d'espèce clé est à l'origine appliqué aux carnivores en haut

de la chaîne trophique mais a également été attribué à d'autres espèces importantes mais non carnivores (espèces modifiant l'habitat par des interactions non trophiques (Bond 1993, Mills & al. 1993)). Pour Strong (1992), les espèces sont dites « clé » lorsque leur disparition implique des changements brutaux ('precipitous changes') dans le système et, d'une manière générale, lorsque de leur activité dépendent celles de nombreuses autres espèces. Les « changements brutaux » correspondent par exemple à la quasi-élimination des espèces autotrophes (Strong 1992) ou à des changements dans les tailles et composition des communautés d'espèces (Paine 1966, Carpenter & al. 1987). Ce concept est pour certains le meilleur pour les 'single species management' (voir Simberloff 1998), si on parvient à identifier les espèces clé et les mécanismes qui font qu'elles ont une telle importance cela fournit des informations sur l'ensemble de l'écosystème, et même si la gestion par une espèce clé est un échec, la connaissance de l'écosystème sera améliorée (Simberloff 1998).

Une **espèce « parapluie »** (« umbrella species ») est une espèce qui a besoin de vastes espaces et dont la conservation induit automatiquement la conservation de beaucoup d'autres (Simberloff 1998). A travers la revue de 18 études portant sur ce concept et sa validité en termes de conservation, Roberge & Angelstam (2004) concluent que ce concept peut être très pertinent pour créer un réseau efficace d'aires protégées, même s'il n'est pas la panacée et ne doit pas être le seul à prendre en compte. Pour Simberloff (1998) la conservation d'une espèce parapluie est quelque peu paradoxale dans le sens où si elle doit favoriser la conservation d'autres espèces, celles-ci ne bénéficieront jamais, directement pour elles-mêmes, de telles mesures. Toutefois elle peut être très utile. Un des meilleurs exemples d'espèce « parapluie » est celui de la chouette tachetée de la sous-espèce *caurina* (*Strix occidentalis caurina*). Les forêts humides du nord-ouest des Etats-Unis, et par conséquent les espèces qui leur sont inféodées, sont aujourd'hui menacées par leur fragmentation croissante par un déboisement intense. La chouette tachetée est une espèce inféodée à ce milieu qui a besoin d'un vaste territoire pour se reproduire. L'U.S. Forest Service, à travers le National Forest Management Act, en choisissant de conserver cette espèce en particulier, doit donc absolument conserver de vastes superficies de son habitat. La conservation de cette espèce permet donc celle de toutes les espèces de ce milieu. Toutefois, si cette espèce a été choisie, c'est aussi car il s'agit d'une espèce emblématique et qui peut compter sur le soutien du public, ce qui n'aurait peut-être pas été le cas d'un collembole par exemple ! Cette chouette est donc à la fois une espèce « parapluie » et « amirale ».

Une **espèce « amirale »** ou « porte-étendard » (« amiral species » ou « flagship species ») est une espèce qui éveille l'intérêt et la sympathie du public et donc éventuellement de bailleurs de fonds. Il s'agit en général d'espèces charismatiques comme les grands mammifères (exemple de la sous-espèce de puma *Felis concolor coryi* en Floride (voir Shrader-Frechette & McCoy 1993)). De ce fait, elle permet de mener de vastes campagnes de conservation (Simberloff 1998). Sa conservation peut donc servir de symbole pour des logiques conservatoires plus globales. Toutefois, une espèce amirale n'est pas forcément une espèce clé, parapluie ou encore indicatrice et on peut s'interroger sur l'honnêteté qu'il y a à demander un soutien financier ou médiatique pour des espèces qui peuvent ne pas présenter

en elles-mêmes un enjeu de conservation particulier, et qui, de fait, ne bénéficieront peut-être pas des retombées qu'elles génèrent. Ensuite, que se passe-t-il si l'espèce amirale qui a drainé tous les fonds et la sympathie disparaît ? L'émotion et l'investissement du public seront-ils encore aussi forts par la suite ? Pire encore, comment réussir à conserver un espace où il n'y a pas d'espèces amirales ni d'espèces menacées ? C'est par exemple le cas de la Tongass National Forest en Alaska (6.812.000 ha) qui accueille notamment de grandes populations de grands mammifères. Dans certains états, comme aux Etats-Unis la protection de l'environnement passe par la protection d'espèces et il n'y a pas, à proprement parler, de protection d'habitats. Seuls les habitats des espèces protégées sont concernés. Se pose également la possibilité de conflit entre la gestion par espèce : la gestion d'une espèce peut être néfaste à une autre qui doit pourtant être tout autant conservée (voir l'exemple du milan des escargots *Rostrhamus sociabilis* vs le tantale d'Amérique *Mycteria americana*, l'un ayant besoin de hauts niveaux d'eau dans les Everglades de Floride et l'autre des niveaux bas (Simberloff 1998)).

b. Approche par espaces

Protéger ce qui est le plus riche et le plus diversifié

Dans notre analyse bibliographique des deux revues Conservation Biology et Biological Conservation de 2004 à la mi-2007, nous avons relevé beaucoup moins d'articles traitant de problématiques de conservation d'habitats que d'articles portant sur des espèces : 66 articles contre 839. Parmi ces 66 articles, 38 (58%) traitent de différents types de forêt (principalement des forêts tropicales), 8 de milieux agricoles et de prairies, 3 de zones humides et estuariennes, 2 de tourbières, 1 de toundra et un autre de savane. Concernant les habitats, le domaine marin est cette fois légèrement mieux représenté (par rapport aux espèces), puisque 13 articles (soient 20%) traitent de problématiques de conservation d'habitats marins. Parmi ces derniers, 10 articles traitent spécifiquement des récifs coralliens, un article traite des récifs coralliens ainsi que des mangroves, un autre des mangroves et des herbiers de phanérogames marines tropicales et un dernier de problématiques de conservation des bancs de maërl en Europe.

Les habitats ayant fait l'objet du plus grand nombre de publications concernent donc le **domaine terrestre**. En ce qui concerne le domaine marin, on retrouve presque exclusivement des **milieux tropicaux connus pour être riches en espèces (récifs coralliens, mangroves et herbiers tropicaux)**. Le seul habitat marin tempéré ayant fait l'objet d'une publication dans notre analyse bibliographique est l'habitat des bancs de maërl, qui est également connu pour accueillir une forte richesse et diversité spécifique : les auteurs de l'article (Wilson & al. 2004) précisent d'ailleurs dès la deuxième phrase de leur résumé que ces habitats sont protégés en raison de la grande diversité d'espèces d'algues et d'invertébrés qu'ils accueillent.

Au sein de la communauté scientifique, les critères qui semblent donc justifier que l'on s'intéresse à la conservation d'habitats semblent être des critères **de richesse et de diversité**

spécifique. Les centres d'intérêt des biologistes de la conservation convergeant en fait vers ce qu'il est communément appelé des « **hotspots** » (ou « points chauds ») de biodiversité : milieux tropicaux et méditerranéens en domaine terrestre, milieux tropicaux (spécialement grands récifs coralliens et milieux insulaires) en domaine marin.

La revue bibliographique de Fazey & al. (2005) arrive à des conclusions similaires aux nôtres. Parmi les 547 articles qu'ils analysent, les auteurs relèvent 21% d'articles concernant spécifiquement des problématiques de conservation d'habitats. Parmi ces derniers, la majorité s'intéresse aux forêts (21%) et parmi les habitats les moins étudiés on trouve notamment l'ensemble des habitats marins (moins de 5% des articles), sans que les auteurs ne détaillent de quels habitats marins il s'agit.

L'intérêt de travailler sur des problématiques de conservation de ces hotspots est d'autant plus grand que beaucoup d'entre eux sont, selon les auteurs, en proie à des **menaces d'origine anthropiques** : déforestation des grandes forêts tropicales et divers menaces sur les récifs coralliens : sur-exploitation des espèces (Fernandes & al. 2006), pratiques de pêche destructrices (Hawkins & Roberts 2004, Fox & al. 2005) ou encore activités touristiques non respectueuses (Barker & Roberts 2004). Afin de protéger ces espaces d'exception des menaces qui pèsent sur eux, la majorité des scientifiques préconisent la création de réserves (cf. Epstein & al. 2005). La plupart des réserves marines consistent en une interdiction pure de tout prélèvement : ce sont les « no-take reserves », dont les scientifiques étudient abondamment les impacts (cf. Fernandes & al. 2006, Samoily & al. 2007).

Mais que dire alors de la multitude d'espaces marins qui ne sont pas des hotspots de biodiversité mais qui sont tout de même en proie à des menaces anthropiques ?

Restaurer la qualité de ce qui est perturbé par l'homme

En domaine marin, les scientifiques se sont attachés depuis plusieurs années à élaborer des indices permettant d'évaluer ce qu'ils ont souvent appelé « l'état de santé » (« *health* ») des milieux, des habitats, sites ou encore écosystèmes qu'ils étudiaient. Il est important de souligner ici que ce sont l'ensemble des milieux marins (surtout côtiers) qui sont l'objet de ces études, et non plus cette fois des milieux particulièrement riches et diversifiés. Il s'agit presque toujours de mesurer, *via* des batteries d'indicateurs portant sur un groupe d'espèces (algues, phytoplancton, macrofaune benthique etc.), le degré d'altération de ces milieux par l'homme.

Les tous premiers auteurs qui ont élaboré des indices de « l'état de santé » de sites en domaine marin sont très certainement Pearson & Rosenberg (1978). Les auteurs élaborent un indice basé sur des paramètres simples de mesure de la biodiversité de la macrofaune benthique : richesse spécifique, abondance, biomasse, et ils identifient des groupes d'espèces dites « opportunistes ». Ont suivi les travaux de Bellan (1967) sur les impacts de la pollution sur les peuplements de substrat meuble de la région de Marseille, puis les travaux des scientifiques de l'Université de Bretagne Occidentale portant sur les impacts des pollutions sur les peuplements benthiques de Bretagne (Glémarec & Hily 1981, Hily 1984, Hily & al. 1986, Majeed 1987). Ont découlé de ces travaux l'élaboration d'un indicateur

fondé sur l'identification de différents groupes d'espèces en fonction de leur réponse à l'enrichissement en matière organique, couplé à l'indice de Pearson & Rosenberg (Grall & Glémarec 1997).

Avec l'adoption de la Directive Cadre sur l'Eau (D.C.E.), en octobre 2000, qui a pour principal objectif l'évaluation de la qualité des eaux (douces et marines côtières) afin d'arriver à une « bonne » qualité environnementale de toutes les eaux européennes d'ici 2015, de nombreux scientifiques ont de nouveau travaillé sur l'élaboration de nouveaux indices biotiques permettant d'évaluer l'état de santé des milieux marins. Parmi les principaux, on trouve les indices basés sur le classement des espèces par groupes écologiques : indice AMBI (Borja & al. 2000) ; M-AMBI (qui repose sur l'AMBI, l'indice de diversité de Shannon, et la richesse spécifique - Muxika & al. 2007) ; indice BENTIX (Simboura & Zenetos 2002), I2EC (Grall & Glémarec 2003) ou encore BOPA (Gomez Gesteira & Dauvin 2000, Dauvin & Ruellet 2007) et l'indice BQI (Benthic Quality Index) développé par Rosenberg & al. (2004). Les indices basés sur les groupes écologiques se réfèrent en fait tous à cinq groupes écologiques distincts correspondant chacun à une sensibilité différente aux stress de pollution anthropiques (liste disponible et régulièrement réactualisée sur www.azti.es). Le groupe I correspondant aux espèces très sensibles à l'enrichissement en matière organique, le groupe II aux espèces indifférentes à un enrichissement, le groupe III aux espèces tolérant un enrichissement excessif en matière organique, le groupe IV aux espèces dites « opportunistes de second ordre » et le groupe V aux espèces « opportunistes de premier ordre ». Tous ces indices ont été sujet à de nombreux débats et controverses au sein de la communauté scientifique. Certains auteurs mettent par exemple en avant les avantages à utiliser tel indice plutôt qu'un autre (l'indice AMBI serait par exemple plus approprié que BENTIX dans les milieux estuariens et côtiers (Borja & al. 2004, Simboura 2004, Borja & Heinrich 2005, Muxika & al. 2005)) ou ont comparé les résultats issus de l'utilisation des différents indices sur un site donné (Dauvin & al. 2007).

Nous ne nous intéressons pas ici à la pertinence de tel ou tel indice d'évaluation de l'état de santé des milieux côtiers. **En revanche, il est très intéressant de noter que toute la production scientifique traitant de l'élaboration de ces indices, même si elle met en avant les critères classiques de menace et de vulnérabilité en termes de conservation (ici, en l'occurrence, à des pollutions anthropiques), a l'originalité d'introduire la notion de besoin de conservation et même « d'amélioration de l'état de santé » de milieux ordinaires, qui ne sont *a priori* ni particulièrement rares, riches ou diversifiés.** L'intérêt pour cette « nature ordinaire », est très récent. En domaine terrestre, des réseaux travaillant que l'on pourrait qualifier de « réseaux de surveillance » ou « réseaux de suivis » ont été mis au point par des scientifiques sur des vastes échelles (au moins à des niveaux nationaux, et bien souvent internationaux) afin d'effectuer un suivi de populations de certaines espèces ou d'habitats communs à large échelle spatiale et temporelle. Les exemples les plus connus sont les suivis des oiseaux communs aux Etats-Unis et dans plusieurs pays de l'Union Européenne, puis, plus récemment encore, concernant certaines espèces d'invertébrés et les plantes

communes. Ces suivis de la « nature ordinaire » en domaine terrestre font appel à des réseaux d'observateurs bénévoles. Concernant le domaine marin, la situation est fort différente. Mis à part quelques réseaux d'observateurs locaux s'intéressant à quelques espèces marines (principalement mammifères et oiseaux), il n'existe pas de réseaux d'observateurs à l'échelle nationale et encore moins internationale permettant un suivi des habitats ou d'un groupe d'espèces marines. Le réseau de surveillance de la qualité de l'eau à l'échelle européenne, initié par la DCE, est sans conteste une occasion remarquable de s'intéresser, dans le domaine de la conservation, non plus aux seuls « hotspots » de diversité et aux espaces déjà connus pour être rares et menacés mais cette fois également à la nature ordinaire.

c. Synthèse des critères utilisés par la communauté scientifique

Notre analyse bibliographique mais aussi celles de Levin & Kochin (2004) et de Fazey & al. (2005) révèlent plusieurs points essentiels dans le choix des critères utilisés par la communauté scientifique pour sélectionner les éléments naturels qui doivent être conservés.

Concernant les espèces, ce sont essentiellement par des critères de **rareté** et de **vulnérabilité** que les scientifiques justifient le choix d'étude d'une espèce ou d'un groupe d'espèces. Les articles traitant de la conservation d'espèces présentées comme communes sont très peu fréquents. Par conséquent, certains groupes taxonomiques sont beaucoup plus étudiés que d'autres. D'une manière générale les **vertébrés** et principalement les **oiseaux** constituent en moyenne plus de la moitié des espèces étudiées dans le domaine de la conservation. Les autres vertébrés et *a fortiori* les invertébrés étant nettement délaissés. De même, les espèces marines font l'objet de beaucoup moins de publications que les espèces terrestres et la grande majorité des articles traitant de problématiques de conservation d'espèces marines se focalisent sur les oiseaux, les mammifères et les tortues marines. Lorsqu'une espèce doit être mise en avant pour porter un projet de conservation quel qu'il soit, les critères mis en avant sont principalement ceux d'espèces clé, parapluie ou encore amirale. Ainsi, les exemples qui sont encore donnés pour ces espèces sont ceux de grands animaux, le plus souvent terrestres, et principalement les mammifères ou les oiseaux.

Concernant la conservation d'habitats (ou d'espaces en général) un intérêt tout particulier est porté à ce qui est **riche** et **diversifié** en espèces (hotspots de biodiversité). Les forêts tropicales semblent être parmi les habitats les plus souvent étudiés en terme de conservation. En domaine marin, on retrouve essentiellement les milieux tropicaux riches en espèces : **réécifs coralliens**, **mangroves** ou encore **herbiers de phanérogames** tropicales. Comme pour les espèces, les scientifiques justifient l'intérêt d'étudier ces habitats du fait qu'ils sont en proie à de nombreuses perturbations anthropiques et qu'ils sont donc **vulnérables**.

Dans le domaine marin, on note toutefois depuis quelques années un intérêt pour des habitats qui ne sont ni obligatoirement riches et diversifiés mais qui peuvent être pollués d'une manière ou

d'une autre par des activités humaines. Si les scientifiques préconisent de **protéger les hotspots de diversité** qui sont menacés afin de la garder en l'état (les « no-take reserve » en domaine marin), des **mesures de gestion et des changement de pratiques sont préconisés pour améliorer l'état de conservation de milieux « ordinaires » perturbés par l'homme.**

Les critères de rareté, vulnérabilité, richesse et diversité spécifique sont donc très majoritairement posés comme des postulats qui justifient, en soi, qu'on étudie certaines espèces et certains habitats et que l'on propose des mesures de conservation. Comme dans les textes juridiques, le choix des éléments naturels qui doivent être conservés résulte d'un constat d'urgence dans un contexte de crise de la biodiversité. Il faut protéger ou conserver les éléments les plus rares, les plus vulnérables, et on maximise le temps et l'argent en créant des aires protégées sur les sites les plus riches et diversifiés. Si, comme nous l'avons vu, les grandes conférences internationales (comme celle de Johannesburg) ont fortement contribué à l'élaboration de nombreux textes juridiques, dans le domaine scientifique, la majorité des grandes thématiques de recherche sont bien souvent issues de quelques grands écrits fondateurs. En biologie de la conservation, les écrits de grands auteurs ont certainement été pour beaucoup dans l'acceptation de ces critères. Soulé, dans les années 1980, décrit ainsi la biologie de la conservation comme une science de la rareté et de la diversité (Soulé 1986) et il pose pour principe que la biologie de la conservation est une discipline de crise (« *crisis discipline* ») et comme postulat que la diversité des organismes est bonne (« *Diversity of organisms is good* ») (Soulé 1985). Il est donc aujourd'hui admis, comme des postulats, que la rareté, la vulnérabilité et la diversité sont des critères essentiels justifiant, en eux-mêmes, des nécessités de conservation.

2. Que conserver à Chausey avec les critères classiquement utilisés ?

Dans cette partie, nous hiérarchiserons les besoins de conservation des différentes espèces et des différents habitats marins de Chausey selon les critères classiquement utilisés, passés en revue dans la partie précédente. Nous partons donc du principe que les éléments à conserver ou protéger en priorité sont donc :

- ceux qui accueillent de fortes abondances d'espèces, une forte richesse et diversité spécifique
- ceux qui sont rares et vulnérables ou perturbés par les activités anthropiques
- ceux qui sont protégés par la loi

2.1 Matériel et méthodes

Approche par espèces

Les espèces prises en compte sont **toutes les espèces marines** inventoriées à Chausey de 1828 (Audouin & Milne-Edwards) à 2007 (le présent travail), dont la nomenclature a été réactualisée et dont les listes figurent en Annexe, soient : toutes les espèces d'algues et de phanérogames marines, d'invertébrés marins, de poissons, de mammifères marins inventoriées à Chausey et les oiseaux strictement marins ou littoraux fréquentant régulièrement le domaine intertidal ou subtidal.

Sont considérées comme réglementairement protégées toutes les espèces listées dans les textes suivants : Convention de Berne, Convention de Bonn, Directive Oiseaux, Directive Habitats (Annexes II et IV), arrêtés ministériels issus de la loi du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature, espèces végétales protégées en Basse-Normandie.

Sont considérées comme rares ou vulnérables toutes les espèces listées dans la convention Oskar et le Livre Rouge des espèces marines et littorales menacées en France.

Approche par habitats

Les habitats pris en compte sont les 7 principaux habitats marins intertidaux de substrat meuble identifiés et ayant fait l'objet de prélèvements benthiques au cours de ce travail de thèse : sédiments envasés de haut niveau à *Hediste diversicolor* (VH) ; sables plus ou moins envasés de mi-marée à *Arenicola marina* (AM) ; sables de niveau bas à fortes densités de *Lanice conchilega* (LC) ; herbiers à *Zostera marina* (ZM) ; sables grossiers de niveau bas à *Glycymeris glycymeris* (SG) ; sables moyens de niveau bas à *Capsella variegata* (DO) ; sables de niveau moyen à bas à *Cerastoderma edule* (CO). Les données utilisées pour calculer tous les indices (détaillés dans le paragraphe suivant) pour chacun des 7 habitats correspondent aux données issues des prélèvements de macrofaune benthique effectués au sein de chacun des 7 habitats.

Pour chaque habitat sont calculés ou évalués :

i) Des indices de mesure de la biodiversité, détaillés dans le tableau 14, qui correspondent à des descripteurs statistiques univariés classiquement utilisés (différents indices d'abondance, de richesse et de diversité spécifique) ainsi qu'à une méthode graphique classique : le diagramme rangs-fréquences.

ii) La rareté et la vulnérabilité, en utilisant : i) à l'échelle de l'archipel, les superficies couvertes par chaque habitat et les évolutions de leurs superficies au cours des 20 dernières années (si cela est possible) ; ii) à plus vaste échelle, l'inscription de l'habitat ou des espèces qui y sont présentes dans la convention Oskar ou au livre rouge des espèces littorales menacées en France au sein de chaque habitat. En outre, le caractère plus ou moins perturbé des habitats est évalué par l'indice M-AMBI.

iii) **Le degré de protection juridique**, en utilisant : i) l'inscription éventuelle des habitats eux-mêmes au sein de l'annexe I de la Directive Habitats ou de la Convention Ospan ; ii) la présence, au sein de chaque habitat, d'espèces inscrites dans les textes suivants : Convention de Berne, Convention de Bonn, Directive Oiseaux, Directive Habitats, arrêtés ministériels issus de la loi du 10 juillet, espèces végétales protégées en Basse-Normandie.

Echelles	Éléments mesurés	Indices	Abbréviation	Formules	Sources
Biodiversité alpha	Abondance	Nombre d'individus	N	Nombre moyen d'individus par échantillon	
	Richesse Spécifique	Nombre d'espèces	S	Nombre total par échantillon	
		Margalef	Dmg	(S-1)/log N	Margalef, 1958
	Diversité Spécifique	Shannon-Weaver	H'	$-\sum p_i \log_2(p_i)^*$	Shannon & Weaver, 1949
		Simpson	D	$1/\sum p_i^2$ **	Simpson, 1949
	Pielou	J	H'/H_{max}		
Biodiversité gamma	Richesse spécifique estimée	Jacknife 1	Jacknife1	$S_{obs} + L((m-1)/m)^{***}$	
		Chao 1	Chao1	$S_{obs} + (a^2/2b)^{***}$	Chao, 1984
		Chao 2	Chao2	$S_{obs} + (L^2/2M)^{***}$	Chao, 1987
Diversité taxonomique	Diversité taxonomique moyenne	Δ	Δ	$\frac{\sum_{i=1}^m w_i x_i}{\sum_{i=1}^m w_i} \cdot \frac{\sum_{j=1}^m x_j}{\sum_{j=1}^m x_j} \cdot \frac{1}{2}$	Warwick & Clarke, 1995
	Spécificité taxonomique moyenne	Δ^+	Δ^+	$\frac{\sum_{i=1}^m w_i x_i}{\sum_{i=1}^m w_i} \cdot \frac{\sum_{j=1}^m x_j}{\sum_{j=1}^m x_j} \cdot \frac{1}{2}$	Warwick & Clarke, 1995

* p_i =nombre d'individus de chaque espèce/nombre total d'individus
** H_{max} =diversité maximale selon l'indice de Shannon-Weaver
*** Sobs=nombre d'espèces observées ; L=nombre d'espèces uniques (espèce présente en un seul site indépendamment de son abondance) ; m=nombre total d'échantillons ; a=nombre singletons (espèces représentée que par 1 individu) ; b=nombre de doubletons (espèce représentées que par 2 individus) ; M=nombre de duplicates(espèce présente en exactement deux sites indépendamment de son abondance)
**** x_i =abondance de la ième espèce ; x_j =abondance de la jème espèce ; w_i =le poids de la 'distinction taxonomique des espèces' (voir Warwick & Clarke, 1995)

Tableau 14. Indices de mesure de biodiversité utilisés.

• **Barème utilisé pour le classement des habitats**

Pour chacun de ces trois types de critères (biodiversité ; rareté et vulnérabilité ; protection par la loi), nous avons adopté un barème permettant d'attribuer des points puis de classer les habitats les uns par rapport aux autres (tout le barème est détaillé dans le Tableau 15).

1) Pour les indices de biodiversité, des analyses de variance permettent de savoir s'il y a au moins une différence significative entre deux habitats, et des tests de comparaison multiples permettent de tester la significativité de ces différences pour chaque paire d'habitats. Les habitats sont ensuite classés selon leur rang. Si toutes les différences sont significatives entre les 7 habitats, les rangs attribués seront 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7, le premier ayant l'indice de biodiversité le plus élevé et le dernier l'indice le plus bas. Lorsqu'il y a des différences entre deux habitats mais que celles-ci ne sont pas significatives, le même rang est attribué aux deux habitats. S'il y a des différences significatives entre trois habitats A, B et C, que A et C sont différents, mais que A et B ne le sont pas, et que B et C ne le sont pas, alors le rang attribué à B sera une moyenne des rangs de A et des rangs de C (voir Figure 35). Puisque les indices de diversité gamma (Jacknife 1, Chao1 et Chao2 : voir Tableau 14) ne peuvent pas être calculés par échantillon mais seulement à l'échelle de l'habitat dans son ensemble, les différences ne peuvent pas être testées statistiquement (puisque'il n'y a donc pas de variance). Pour le classement des habitats, les rangs sont attribués comme si ces différences étaient significatives. Au final, l'habitat au 1^{er} rang obtient 7 points, celui au 2^{ème} rang obtient 6 points, celui au 3^{ème} rang obtient

5 points etc. Les diagrammes rangs fréquences, méthode graphique, par définition, ne sont pas pris en compte dans le barème de classement des habitats, mais viennent seulement confirmer ou infirmer les valeurs indiquées par les différents indices de diversité spécifique.

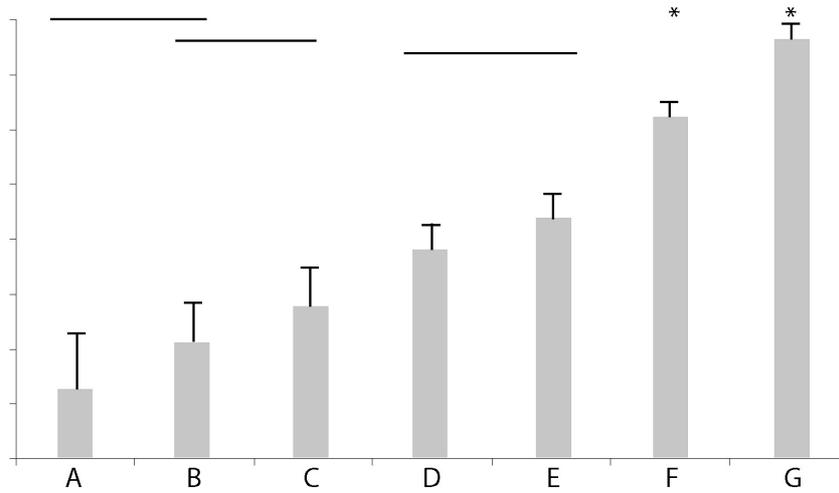
2) Pour les critères de rareté et de vulnérabilité des habitats un barème est attribué pour :

- la rareté de l'habitat à l'échelle du site en terme de superficie : les habitats couvrant moins de 10% du domaine intertidal meuble obtiennent 3 points, de 10% à 20% 2 points et + de 20% 1 point
- l'évolution de la superficie de l'habitat au cours des 20 dernières années pour les habitats pouvant être cartographiés par photographie aérienne : les habitats qui régressent obtiennent 3 points, ceux qui progressent 0 points
- la vulnérabilité de l'habitat face aux perturbations anthropiques évalué par l'indice M-AMBI : un habitat en mauvais état de conservation obtient 2 points, un habitat modérément perturbé 1 point, un faiblement ou non perturbé 0 point
- l'inscription de l'habitat lui-même dans la convention Oskar. Un habitat inscrit dans la convention obtient 1 point.
- la présence de n espèces inscrites dans la convention Oskar ou dans le livre rouge des espèces marines menacées en France fournit n points à l'habitat

3) Pour les critères de protection juridique, un barème est attribué pour : la protection juridique de l'habitat en lui-même (les habitats inscrits à l'Annexe I de la Directive Habitats obtiennent 1 point) ; et la protection juridique des espèces qui y ont été prélevées : une espèce présente dans une liste de protection juridique et présente dans un habitat lui fournit 1 point. *Zostera noltii*, protégée régionalement, recouvrant des superficies très anecdotiques et s'installant sur une grande variété d'habitats n'a pas été prise en compte.

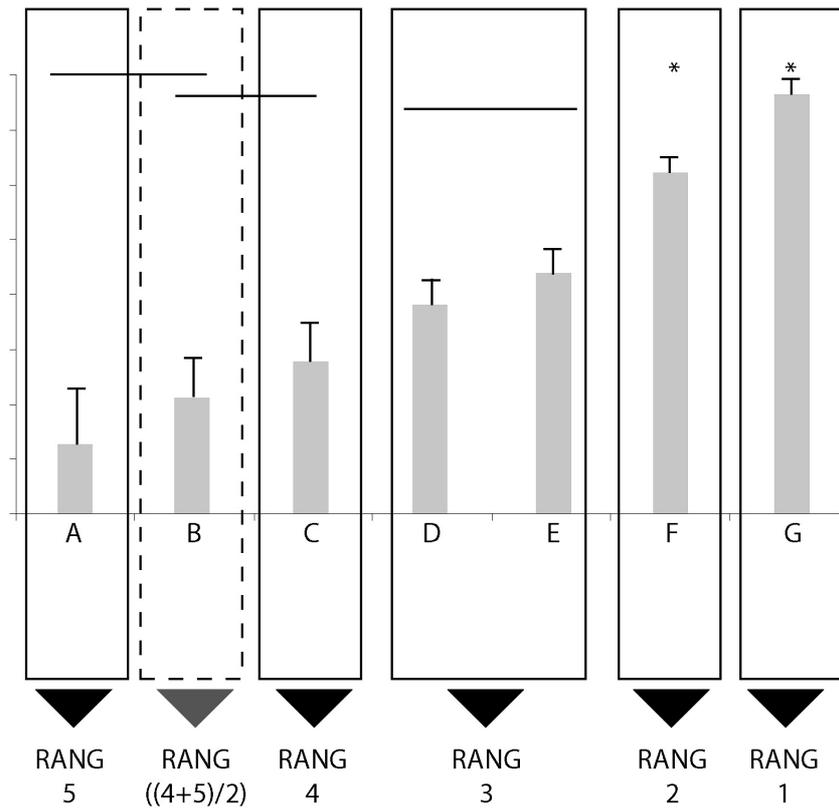
Le Tableau 15 synthétise tous les critères utilisés et le barème qui leur correspond.

ETAPE 1 : Tests de comparaisons multiples entre les habitats



Les traits horizontaux indiquent une différence non-significative entre les habitats.
Une astérisque indique une différence significative.

ETAPE 2 (barème) : Classement des habitats par rang



Les habitats sont classés de manière croissante selon la valeur de l'indice de biodiversité.
Les habitats ayant des valeurs qui ne diffèrent pas significativement appartiennent au même rang. Un habitat "en situation intermédiaire" (habitat B) qui ne diffère pas d'un habitat appartenant au rang supérieur (habitat C de rang 4) ni d'un l'habitat appartenant au rang inférieur (habitat A de rang 5) obtient un rang intermédiaire égal à la moyenne du rang supérieur et du rang inférieur $((4+5)/2)$.

Figure 35. Classement des habitats.

Critères niveau 1	Critères niveau 2	Critères niveau 3	Abbrev. Critère	Indices	Points	
Biodiversité	Biodiversité alpha	Abondance	N	N		
		Richesse spécifique	S	S		
		Diversité spécifique	DMg H'	Dmg H'		
	Biodiversité gamma	Richesse spécifique estimée		D	D	Rang [1;2] : 3 points Rang [2;3] : 2 points Rang [3;6] : 1 point Rang [6;7] : 0 point
				J	J	
				J1	Jacknife1	
				C1	Chao1	
	Biodiversité taxonomique			C2	Chao2	
				+	+	
Rareté / Vulnérabilité	Rareté de l'habitat à l'échelle du site	Superficie	Sup	Moins de 10% de l'estran meuble De 10 à 20% de l'estran meuble Plus de 20% de l'estran meuble	2 points 1 point 0 point	
		Evolution spatiale depuis 20 ans	Dyn	Regression Inconnu Progression	3 points - 0 point	
	Vulnérabilité	Perturbation anthropique		M-Ambi	Mauvais état Etat moyen Bon état	2 points 1 point 0 point
			Inscription de l'habitat à Conv. Ospar	Hab-Ospar	Oui/Non	0/1 point
			Nombre d'espèces inser. Conv. Ospar	Sp-Ospar	n espèces inscrites conv. Ospar	n points
			Nombre d'espèces inser. Livre Rouge	Lr	n espèces inscrites au livre rouge	n points
			Inscription à l'Annexe I de la Directive Habitats	DirHab	Oui/Non	0/1 point
			Nombre d'espèces inser. Conv. Berne	Spbern	n espèces	n points
	Protection juridique	Protection d'espèces présentes au sein de l'habitat	Nombre d'espèces inser. Conv. Bonn	Spbon	n espèces	n points
			Nombre d'espèces inser. Ann II Dir. Habitats	Sphabl	n espèces	n points
Nombre d'espèces inser. Ann IV Dir. Habitats			SphablV	n espèces	n points	
Nombre d'espèces protégées en France			SpFra	n espèces	n points	
	Nombre d'espèces protégées en Basse-Normandie	SpBN	n espèces	n points		

Tableau 15. Critères et barème utilisés pour classer les habitats.

2.2 Résultats

Espèces

Au total, ce sont 63 espèces marines inventoriées à Chausey qui sont « listées » (Tableau 16) : tous les mammifères marins, 75% des espèces d'oiseaux marins et littoraux, mais aucune espèce de poissons, seulement 3 espèces d'algues et de phanérogames marines (l'algue *Laminaria ochroleuca* et les deux phanérogames *Zostera marina* et *Z. noltii*, soit moins de 1% du nombre total d'algues et de phanérogames marines inventoriées à Chausey) et seulement 4 espèces d'invertébrés marins (soit moins de 1% des espèces inventoriées, dont deux espèces pour lesquelles la présence est à vérifier sur l'archipel – voir Tableau 16).

Habitats

Indices de biodiversité

D'une manière générale, l'habitat des herbiers à *Zostera marina* est celui qui cumule les indices de richesse et de diversité spécifique les plus élevés, suivi par les banquettes à *Lanice conchilega*. Les herbiers à *Z. marina* ont une richesse spécifique observée (S) et estimée par l'estimateur Jackknife1 significativement supérieures aux autres habitats ; les banquettes à *L. conchilega* ont des richesses spécifiques estimées par les estimateurs Chao 1 et 2 significativement supérieures aux autres habitats. Les deux habitats se partagent la première place pour la richesse spécifique Dmg ainsi que pour la diversité spécifique estimée par les indices H' et D et sont encore en première place avec deux autres habitats concernant la diversité taxonomique (Δ) (Encadré 8).

A contrario, les sables à *Capsella variegata* cumulent les indices de biodiversité les plus faibles. Avec de fortes abondances, cet habitat a toutefois les 3 indices de diversité H', J et D qui sont significativement plus faibles que ceux de tous les autres habitats et il partage la dernière place concernant les indices de diversité et de spécificité taxonomique avec respectivement les sables à *Cerastoderma edule* et les sédiments envasés à *Hediste diversicolor* (Encadré 8).

Mis à part, d'une part les herbiers à *Z. marina* et les banquettes à *Lanice conchilega* riches et diversifiés, et d'autre part les sables à *Capsella variegata* peu diversifiés, les 4 autres habitats se trouvent à des places intermédiaires entre ces habitats et ont souvent des indices de biodiversité qui ne diffèrent pas significativement entre eux (Encadré 8).

Les diagrammes rangs-fréquences (DRF) (Figure 36) permettent de distinguer 3 types de structures de peuplement. Le premier type (regroupant les habitats ZM, LC et SG) correspond à des peuplements composés de nombreuses espèces où aucune ne domine très largement : les courbes des DRF sont presque linéaires. Ceci correspond aux habitats les plus diversifiés. Le troisième type de peuplement (regroupant les habitats CO et DO) correspond à des peuplements composés de peu d'espèces et où les espèces les plus abondantes dominent très largement le peuplement : les courbes des DRF sont très concaves. Ceci correspond aux habitats les moins diversifiés. Enfin, le troisième

type de peuplement (regroupant les habitats VH et AM) correspond à des structures de peuplement intermédiaires.

Espèces protégées par la Convention de Berne

Plantae (Algues)
Laminaria ochroleuca
Plantae (Phanérogames)
Zostera marina
Mollusca bivalvia
*Pholas dactylus***
Aves
Anthus petrosus
Arenaria interpres
Calidris alba
Calidris alpina
Calidris ferruginea
Calidris minuta
Charadrius alexandrinus
Charadrius dubius
Charadrius hiaticula
Egretta garzetta
Gavia arctica
Gavia immer
Gavia stellata
*Gelochelidon nilotica**
Hydrobates pelagicus
Larus melanocephalus
Larus minutus
*Oceanodroma leucorhoa**
Phalacrocorax aristotelis
Podiceps auritus
Puffinus puffinus
*Sterna albifrons**
Sterna hirundo
*Sterna paradisaea**
Sterna sandvicensis
Tadorna tadorna
Mammalia cetacea
*Delphinus delphis**
Tursiops truncatus
*Orcinus orca**

Espèces protégées par la Convention de Bonn

Aves
Gavia arctica
Gavia immer
Gavia stellata
Larus melanocephalus
Podiceps auritus
*Sterna albifrons**
*Sterna caspia**
*Sterna paradisaea**
Sterna sandvicensis
Mammalia carnivora
Phoca vitulina
Halichoerus grypus
Mammalia cetacea
*Delphinus delphis**
Tursiops truncatus
*Orcinus orca**

Espèces inscrites à l'Annexe II de la Dir. Habitats

Mammalia carnivora
Halichoerus grypus
Phoca vitulina
Mammalia cetacea
Tursiops truncatus

Espèces inscrites à l'Annexe IV de la Dir. Habitats

Néant

Espèces inscrites à l'Annexe I de la Dir. Oiseaux

Aves
Egretta garzetta
Gavia arctica
Gavia immer
Gavia stellata
*Gelochelidon nilotica**
Hydrobates pelagicus
Larus melanocephalus
Limosa lapponica
*Oceanodroma leucorhoa**
Philomachus pugnax
Pluvialis apricaria
Podiceps auritus
*Sterna albifrons**
*Sterna caspia**
Sterna hirundo
*Sterna paradisaea**
Sterna sandvicensis

Espèces inscrites à la Convention Ospar

Mollusca gastropoda
Nucella lapillus
Mollusca bivalvia
Ostrea edulis

Espèces protégées en France

Aves
Alca torda
*Alle alle**
Anthus petrosus
Arenaria interpres
Branta bernicla
Calidris alba
Calidris alpina
Calidris ferruginea
Calidris minuta
Charadrius alexandrinus
Charadrius dubius
Charadrius hiaticula
Egretta garzetta
*Fratercula arctica**
Fulmarus glacialis
Gavia arctica
Gavia immer
Gavia stellata
*Gelochelidon nilotica**
Hydrobates pelagicus
Larus canus
Larus fuscus
Larus marinus
Larus melanocephalus
Larus minutus
*Mergus merganser**
Mergus serrator
Morus bassanus
*Oceanodroma leucorhoa**
Phalacrocorax aristotelis
Phalacrocorax carbo
Podiceps auritus
Podiceps cristatus
*Podiceps griseogen**
*Puffinus griseus**
Puffinus mauretanicus
Puffinus puffinus
Rissa tridactyla
Stercorarius parasiticus
*Stercorarius pomarinus**
Stercorarius skua
*Sterna albifrons**
*Sterna caspia**
Sterna hirundo
*Sterna paradisaea**
Sterna sandvicensis
Tadorna tadorna
Uria aalge
Mammalia carnivora
Phoca vitulina
Halichoerus grypus
Mammalia cetacea
Tursiops truncatus
*Delphinus delphis**
*Orcinus orca**

Espèces inscrites au Livre Rouge des espèces marines et littorales menacées en France

Plantae (Phanérogames)
Zostera marina
Mollusca bivalvia
*Pteria hirundo***
Aves
Alca torda
Hydrobates pelagicus
Puffinus puffinus
Mammalia carnivora
Phoca vitulina
Halichoerus grypus
Mammalia cetacea
Tursiops truncatus
*Delphinus delphis**

Espèces protégées en Basse Normandie

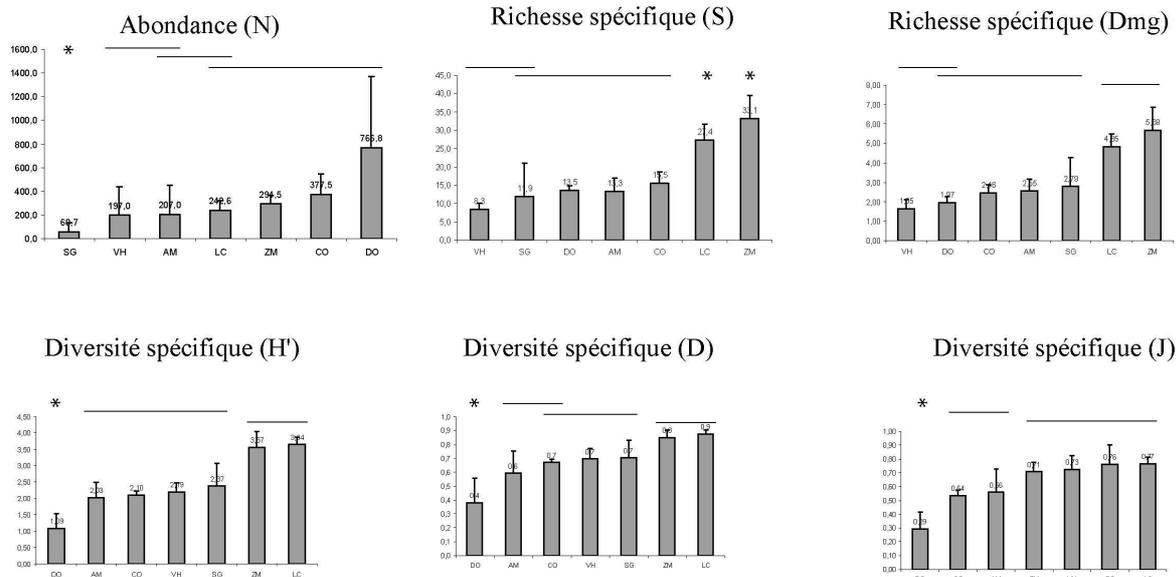
Plantae (Phanérogames)
Zostera marina
Zostera noltii

* Espèce observée occasionnellement à Chausey.

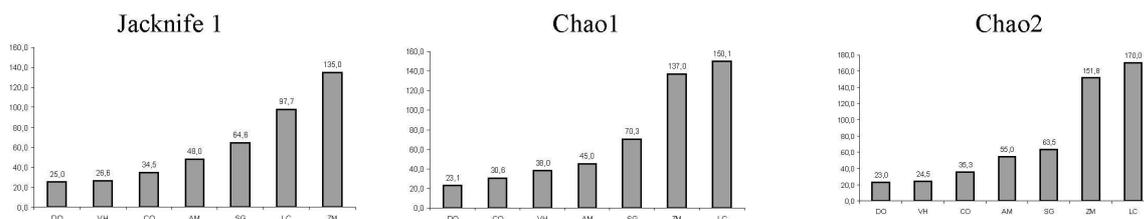
** *Pholas dactylus* : a priori, l'espèce n'a été observée à Chausey qu'en coquilles et jamais vivante. *Pteria hirundo* : la mention de l'espèce par Lubet en 1968 (In : DIREN Basse-Normandie (1998)) mérite sans doute vérification.

Tableau 16. Espèces marines (et littorales concernant les oiseaux) de Chausey inscrites dans des listes juridiques.

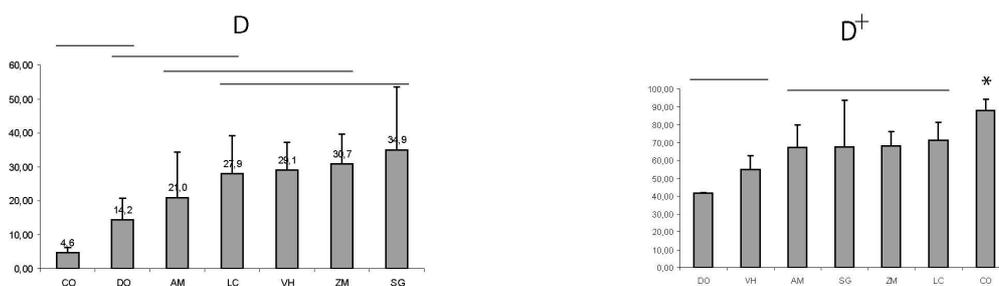
Biodiversité alpha



Biodiversité gamma (richesse spécifique estimée)



Biodiversité taxonomique



LEGENDE

VH = Sédiments envasés de haut niveau à *Hediste diversicolor* ; **AM** = Sables plus ou moins envasés de mi-marée à *Arenicola marina* ; **CO** = Sables de niveau moyen à bas à *Cerastoderma edule* ; **LC** = Sables de niveau bas à fortes densités de *Lanice conchilega* ("banquettes à *Lanice conchilega*") ; **ZM** = Herbiers à *Zostera marina* ; **SG** = Sables grossiers de niveau bas à *Glycymeris glycymeris* ; **DO** = Sables moyens de niveau bas à *Capsella variegata*

Encadré 8. Indices de mesure de la biodiversité des habitats (moyennes et écarts-types). Les traits horizontaux indiquent des différences non significatives, les astérisques des différences significatives.

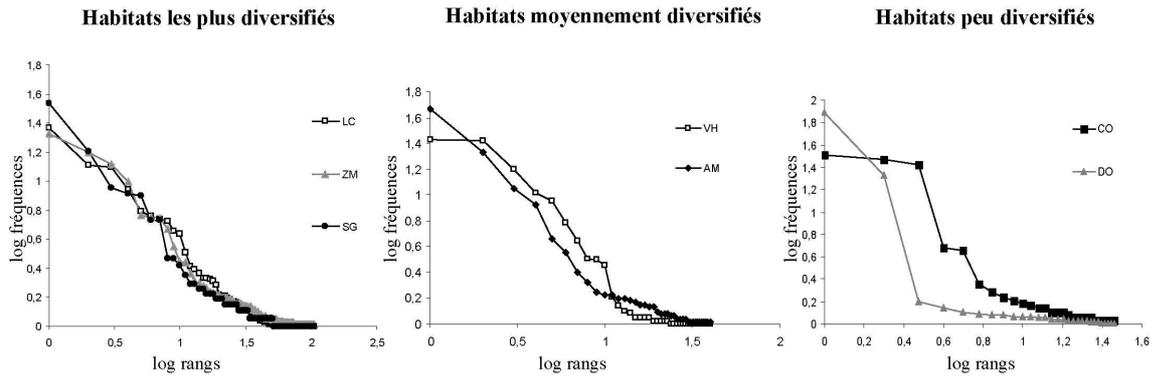


Figure 36. Diagrammes rangs fréquences (échelles log/log)

LC : sables de niveau bas à fortes densités de *L. conchilega* ; ZM : herbiers à *Z. marina* ; SG : sables de niveau bas à *G. glycymeris* ; VH : sédiments envasés de haut niveau à *H. diversicolor* ; AM : sables plus ou moins envasés de mi-marée à *A. marina* ; CO : sables de niveau moyen à abs à *C. edule* ; DO : sables moyens de niveau bas à *C. variegata*.

Rareté et vulnérabilité

Les superficies couvertes par chacun des habitats sont présentées Figure 37. Véritable mosaïque fragmentée d'habitats intertidaux, tous les habitats couvrent moins de 10% de l'estran et obtiennent 3 points, sauf les sables grossiers à *G. glycymeris*, couvrant 24.8% de l'estran meuble et obtenant donc 1 point.

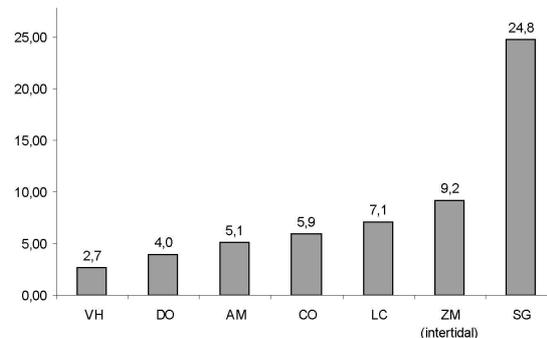


Figure 37. % du domaine intertidal de substrat meuble occupé par les 7 principaux habitats de l'archipel
 VH : sédiments envasés de haut niveau à *H. diversicolor* ; DO : sables moyens de niveau bas à *C. variegata* ; AM : sables plus ou moins envasés de mi-marée à *A. marina* ; CO : sables de niveau moyen à abs à *C. edule* ; LC : sables de niveau bas à fortes densités de *L. conchilega* ; ZM : herbiers à *Z. marina* ; SG : sables de niveau bas à *G. glycymeris*.

L'évolution des superficies des habitats au cours des 20 dernières années n'a pu être évaluée que pour deux habitats : les herbiers à *Zostera marina* et les banquettes à *Lanice conchilega*. Les herbiers à *Zostera marina* sont en progression sur les 20 dernières années et les banquettes à *Lanice conchilega* en régression (Figure 38). En conséquence, les banquettes à *Lanice conchilega* obtiennent

la première place, les herbiers à *Zostera marina* la dernière et une place intermédiaire est accordée aux autres habitats.

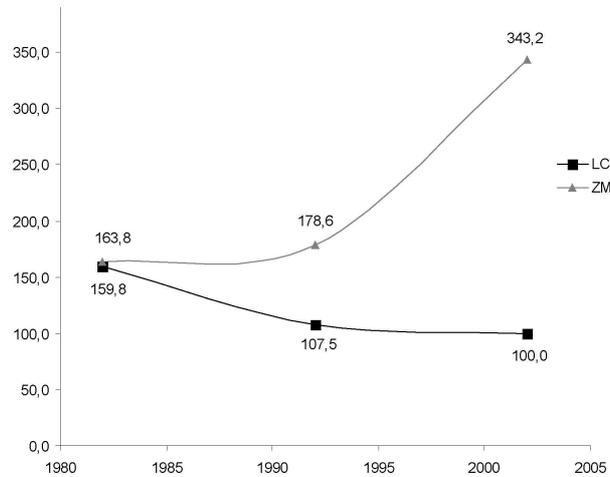


Figure 38. Evolutions spatiales des banquettes à *Lanice conchilega* (LC) et des herbiers à *Zostera marina* (ZM) sur les 20 dernières années.

Selon l'indice M-AMBI, seuls les habitats des sédiments envasés de haut niveau à *H. diversicolor* (VH : M-AMBI=0.34±0.05) et des sables grossiers à *C. edule* (CO : M-AMBI=0.39±0.02) correspondent à un mauvais état de conservation. Les habitats de sédiments plus ou moins envasés de mi-marée à *A. marina* (AM : M-AMBI=0.43±0.06) et des sables moyens de niveau bas à *C. variegata* (DO : M-AMBI=0.45±0.03) sont à un niveau « moyen », alors que les trois autres sont dans un bon état de conservation. Néanmoins, cet indice est encore mal adapté à l'évaluation d'habitats tels que ceux des sédiments grossiers de niveaux bas assez oligospécifiques (de type sables à *C. variegata*).

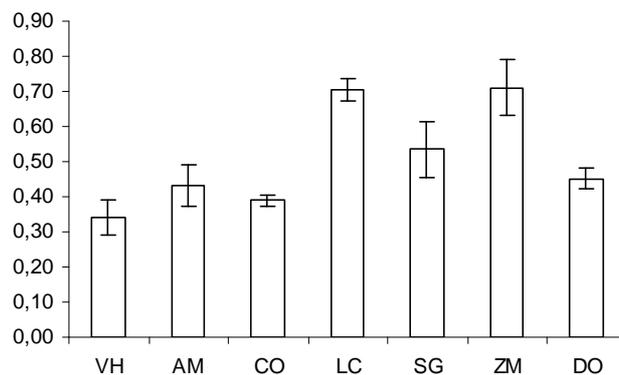


Figure 39. Indices M-AMBI pour chacun des 7 principaux habitats
 VH : sédiments envasés de haut niveau à *H. diversicolor* ; AM : sables plus ou moins envasés de mi-marée à *A. marina* ; CO : sables de niveau moyen à abs à *C. edule* ; LC : sables de niveau bas à fortes densités de *L. conchilega* ; SG : sables de niveau bas à *G. glycymeris* ; ZM : herbiers à *Z. marina* ; DO : sables moyens de niveau bas à *C. variegata*.

L'habitat des herbiers à *Z. marina* est le seul des 7 habitats qui soit listé dans la Convention Oskar et le seul qui accueille un espèce listée dans le Livre Rouge (la phanérogame *Z. marina* elle-même).

Degré de protection juridique

Tous les habitats intertidaux de Chausey appartiennent à l'habitat défini comme « *Replats boueux ou sableux exondés à marée basse* » de l'annexe I de la Directive Habitats et sont donc des habitats d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation. Ils obtiennent tous 1 point.

Seuls les herbiers à *Zostera marina* accueillent spécifiquement une espèce protégée au titre de la Convention de Berne et protégée au niveau régional : la phanérogame *Zostera marina* elle-même.

2.3 Synthèse des résultats

Le tableau 17 présente le classement de tous les habitats pour les trois grands types de critères : indices de mesure de biodiversité, indices de rareté et de vulnérabilité et indices de protection juridique.

Les herbiers à *Zostera marina* et les banquettes à *Lanice conchilega* arrivent en tête de ce classement général avec des notes moyennes respectives de 1.27 et 1.23 points. Ils sont également en tête pour les critères de mesure de biodiversité. Ce sont les banquettes à *Lanice conchilega* qui arrivent en tête pour les critères de rareté et de vulnérabilité, ceci dû à leur tendance à régresser spatialement sur les 20 dernières années, alors que ce sont les herbiers à *Zostera marina* qui arrivent en tête des critères de protection juridique.

En conséquence, **si l'on ne prend en compte que les critères classiquement utilisés, il convient donc de conserver en priorité les herbiers à *Zostera marina* et les banquettes à *Lanice conchilega*.**

INDICES	ZM	LC	SG	CO	VH	AM	DO
N	3	3	1	3	2	2	3
S	3	2	1	1	1	1	1
DMg	3	3	2	2	2	2	2
H'	3	3	2	2	2	2	1
D	3	3	2	2	2	1	1
J	3	3	3	2	3	2	1
J1	3	2	2	1	0	1	0
C1	2	3	2	0	1	1	0
C2	2	3	2	1	0	1	0
"	3	3	3	1	3	2	1
" +	2	2	2	3	1	2	1
NOTE MOYENNE CRITERES DE BIODIVERSITE	2,73	2,73	2,00	1,64	1,55	1,55	1,00
Sup	2	2	0	2	2	2	2
Dyn	0	3	-	-	-	-	-
M-Ambi	0	0	0	2	2	1	1
Hab-Ospar	1	0	0	0	0	0	0
Sp-Ospar	0	0	0	0	0	0	0
LR	1	0	0	0	0	0	0
NOTE MOYENNE CRITERES DE RARETE / VULNERABILITE	0,67	0,83	0,00	0,80	0,80	0,60	0,60
DirHab	1	1	1	1	1	1	1
Spbern	1	0	0	0	0	0	0
Spbon	0	0	0	0	0	0	0
Sphabl	0	0	0	0	0	0	0
SphablV	0	0	0	0	0	0	0
SpFra	0	0	0	0	0	0	0
SpBN	1	0	0	0	0	0	0
NOTE MOYENNE CRITERES DE PROTECTION JURIDIQUE	0,43	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
NOTE FINALE MOYENNE	1,27	1,23	0,71	0,86	0,83	0,76	0,58

Tableau 17. Classement des habitats (note pour chaque critère et note moyenne par famille de critère).
ZM : herbiers à *Z. marina* ; LC : sables de niveau bas à fortes densités de *L. conchilega* ; SG : sables de niveau bas à *G. glycymeris* ; CO : sables de niveau moyen à abs à *C. edule* ; VH : sédiments envasés de haut niveau à *H. diversicolor* ; AM : sables plus ou moins envasés de mi-marée à *A. marina* ; DO : sables moyens de niveau bas à *C. variegata*.

Conclusion du chapitre 1 « L'utilisation des critères classiques d'évaluation du patrimoine naturel : la conservation d'une nature riche, rare ou vulnérable »

Aujourd'hui, les critères qui motivent la conservation d'une espèce ou d'un habitat sont essentiellement des critères de rareté, de vulnérabilité et de richesse spécifique. Ces critères prédominent à la fois dans les textes juridiques mais également dans les écrits scientifiques. On note également que les espèces et habitats marins bénéficient d'un nombre bien moins important de mesures de protection et qu'ils font l'objet de moins d'intérêt de la part des biologistes de la conservation. Il y a donc avant tout un intérêt particulier porté à une nature terrestre, plutôt « extraordinaire ». Ainsi, à Chausey, peu d'habitats bénéficient de mesures de protection et, lorsqu'on utilise les critères juridiques et scientifique classiques, ce sont d'abord les herbiers à *Z. marina* qui devraient être protégés, et, dans une moindre mesure, les banquettes à *L. conchilega*. Mais ces critères sont-ils suffisants pour identifier les éléments du patrimoine naturel littoral qu'il est actuellement souhaitable de conserver ?

CHAPITRE 2. LES BESOINS DE CONSERVATION D'UNE NATURE ORDINAIRE : L'EXEMPLE DES BANQUETTES À *LANICE CONCHILEGA*

Dans la partie précédente, nous avons vu qu'en prenant en compte une série de critères classiquement utilisés dans le domaine de la conservation, deux habitats arrivent en tête : les herbiers à *Zostera marina* et les banquettes à *Lanice conchilega*.

Aujourd'hui, les herbiers à *Z. marina* font probablement partie des habitats intertidaux de substrat meuble les plus étudiés d'Europe. La production scientifique à leur sujet (et à propos des herbiers de phanérogames marines en général) ne cesse de croître. De 1989 à 1997, Duarte (1999) constate un doublement du nombre de publications au sujet des phanérogames marines tous les 4 ans. Les publications traitant spécifiquement de problématiques de conservation des herbiers augmentent (Duarte 1999) et certains auteurs considèrent ces habitats comme des enjeux majeurs de conservation des écosystèmes marins (Wyllie-Echevarria & al. 1994). A l'inverse, les banquettes à *L. conchilega*, qui semblent également d'un intérêt de conservation similaire, ne font l'objet que d'un nombre de publications très restreint. A notre connaissance, aujourd'hui, aucun article scientifique ne traite de problématiques de conservation en tant que telles de cet habitat.

Dans cette partie, nous allons explorer les besoins potentiels de conservation des banquettes à *L. conchilega* de l'archipel de Chausey. Outre le fait de présenter des critères de conservation aussi importants que les herbiers à *Z. marina* en termes de biodiversité, de rareté et de vulnérabilité (selon les critères classiques utilisés dans la partie précédente), nous avons choisi de prendre pour modèle cet habitat pour plusieurs raisons. Tout d'abord, il s'agit d'un habitat bien représenté sur le site, qui a bien été identifié et cartographié. Il aurait pu paraître plus hasardeux d'étudier en détail un habitat très localisé sur le site, comme les sables moyens à *Capsella variegata* par exemple. Deuxièmement, nous émettons l'hypothèse que les conclusions tirées de cette étude pourront être généralisables à de nombreux autres sites européens. En effet, *L. conchilega* est une espèce à très vaste distribution (de l'Europe à la Californie en passant par l'Australie - Holthe 1986), ses populations les plus importantes étant localisées sur une large partie de l'Europe du Nord (Holthe 1986, Marcano & Bhaud 1995). Les plus grandes banquettes se trouvent en mer des Wadden (Buhr & Winter 1976, Buhr 1979, Hertweck 1994, 1995) et en France dans les baies des Veys (Sylvand 1995, Ropert 1999) et du Mont-Saint-Michel (Godet & al. 2008). Troisièmement, plusieurs études mettent en avant le rôle très structurant des banquettes à *L. conchilega* : à de fortes concentrations, elles produisent des structures sédimentaires originales (Carey 1987), augmentent l'abondance et la diversité de la macrofaune et de la méiofaune benthique (Zühlke & al. 1998, Zühlke 2001, Callaway 2006) et peuvent être attractives pour l'alimentation des oiseaux (Petersen & Exo 1999) et des poissons plats (Braber & De Groot 1973, Amara & al. 2001, Rijnsdorp & Vingerhoed 2001). L'espèce a même été qualifiée « d'espèce

ingénieur » par Zühlke (2001). Quatrièmement, puisque les banquettes à *L. conchilega* sont situées sur le bas du domaine intertidal jusqu'aux espaces subtidaux peu profonds, elles sont potentiellement soumises à de nombreuses pressions anthropiques telles que les activités de conchyliculture et de pêche à pied récréative. Les enjeux de l'étude sont donc non seulement écologiques mais également socio-économiques. Enfin, nous émettons l'hypothèse que cet habitat, relativement commun et répandu en Europe, pourra servir de modèle pertinent pour l'évaluation des besoins de conservation d'autres habitats intertidaux de substrat meuble.

1. Aléas de disparition et possibilités de conservation des banquettes à *L. conchilega*

1.1. Qu'est ce qu'un aléa de disparition et qu'entendre par « possibilités de conservation » ?

Selon le *Dictionnaire actuel de la langue française* (1985), un aléa est un « événement incertain, soumis au hasard ». Il s'agit donc de la probabilité d'occurrence d'un phénomène quelconque. **Nous considérons comme « aléa de disparition d'un élément naturel » la probabilité que cet élément soit dégradé ou vienne à disparaître.** Dans le domaine de la biologie de la conservation, il est intéressant de noter que cette notion d'aléa est très souvent mise en avant, même si elle n'est pas formulée de cette manière. Comme nous l'avons vu dans la partie 2.1, les critères utilisés par la communauté scientifique dans le domaine de la conservation sont essentiellement des critères de rareté et de vulnérabilité, et il est généralement admis que la biologie de la conservation est une discipline de crise (Soulé 1986, Barbault 1997) qui doit donc « parer au plus pressé ». En conséquence, les priorités de conservation concernent bien souvent les éléments rares et menacés car ce sont ceux qui ont la plus grande probabilité de disparaître (fort aléa).

La notion de possibilité de conservation rejoint le caractère pragmatique et opérationnel de la biologie de la conservation. **Nous entendons par « possibilité de conservation » la faisabilité de mise en place des mesures conservatoires d'éléments naturels.** Ainsi, certains éléments naturels peuvent avoir de forts aléas de disparition mais être extrêmement difficiles, voire impossibles à conserver. Dans le cas d'espèces quasi-éteintes (comme le courlis à bec grêle *Numenius tenuirostris*) l'aléa de disparition est tellement important que sa possibilité de conservation est quasiment nulle.

1.2. Méthode d'évaluation de l'aléa de disparition et de la possibilité de conservation

Un aléa de disparition est idéalement évalué en prévoyant l'avenir : l'élément naturel va-t-il disparaître et, le cas échéant, quand risque-t-il de disparaître ?

Afin d'estimer les aléas de disparition, la biologie de la conservation fait classiquement appel aux notions de Population Minimum Viable (PMV) et de métapopulations. La PMV dépend de la taille de la population (N), de son taux de croissance (r), des naissances (N_a), de l'immigration (I), du nombre de morts (M) et d'individus émigrés (E) et de la distribution de la population. De sorte que $N_{t+1} = N_t + (N_a + I) - (M + E)$. La notion de métapopulations, implique l'existence de populations semi isolées les unes des autres. Les unes sont des populations sources (où le succès de reproduction ou l'immigration excèdent la mortalité ou l'émigration) et de populations puits (où la mortalité ou l'émigration excèdent le succès de reproduction ou l'immigration). Pour connaître l'aléa de disparition des banquettes à *L. conchilega* de Chausey, il faudrait donc connaître la viabilité de sa ou de ses population(s) et connaître les éventuels échanges entre les banquettes du site et celles des sites périphériques afin d'identifier les populations sources et puits.

Une fois l'aléa de disparition évalué, s'il est significatif, il faut identifier ses origines : pourquoi l'élément naturel risque-t-il de disparaître ? Si les banquettes à *L. conchilega* de Chausey ont un fort aléa de disparition, est-ce plutôt dû à des contraintes naturelles (variabilités environnementales, stochasticité démographique etc.) ou anthropiques (impacts des activités professionnelles ou de loisirs etc.) ? D'autre part, l'origine des aléas de disparition sont-ils propres au site ou proviennent-ils de l'extérieur ?

Une modélisation à large échelle de la dispersion larvaire et du recrutement de *L. conchilega* serait idéale pour étudier les aléas et possibilités de conservation des banquettes de Chausey. Toutefois cela dépasserait ici le cadre de notre étude. Afin d'évaluer les aléas et possibilités de conservation des banquettes de Chausey, nous avons choisi d'étudier les dynamiques spatio-temporelles des banquettes à *L. conchilega* en les mettant en relation avec le développement des activités humaines professionnelles et de loisirs. Cette étude nous permet de répondre aux questions suivantes :

- les banquettes de Chausey sont-elles stables, en régression ou en progression ?
- l'origine des fluctuations des superficies occupées par les banquettes est-elle plutôt d'origine anthropique ou naturelle ?
- Y a-t-il des possibilités de conservation (*i.e.* peut-on influencer sur d'éventuelles causes de régression des banquettes) ?

1.3 Dynamiques spatiales des banquettes à *L. conchilega* et possibilités de conservation

Données historiques

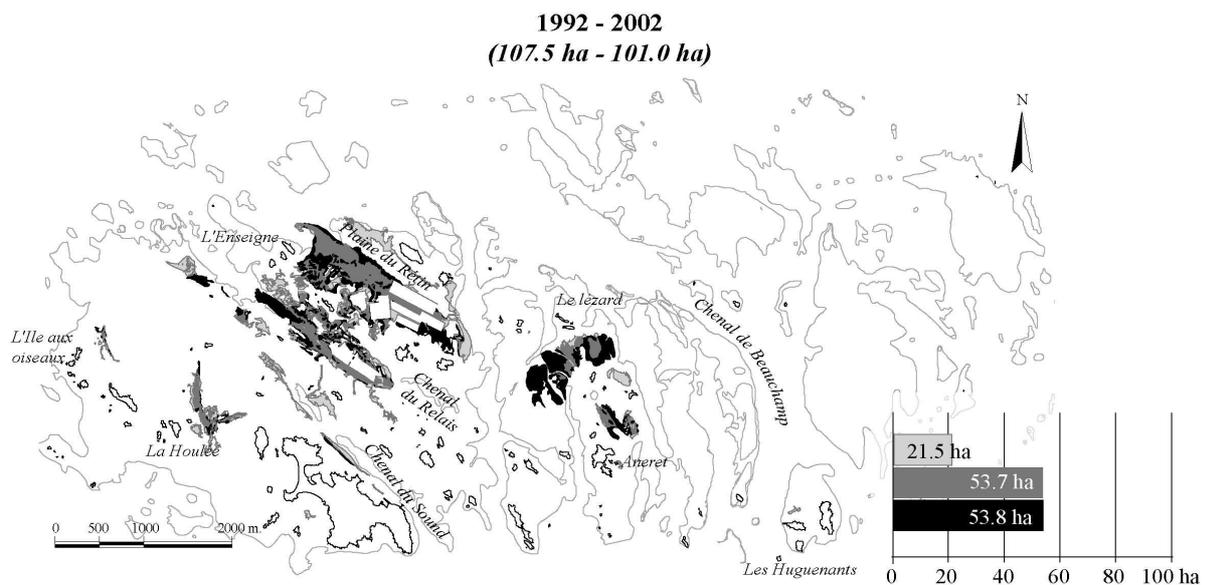
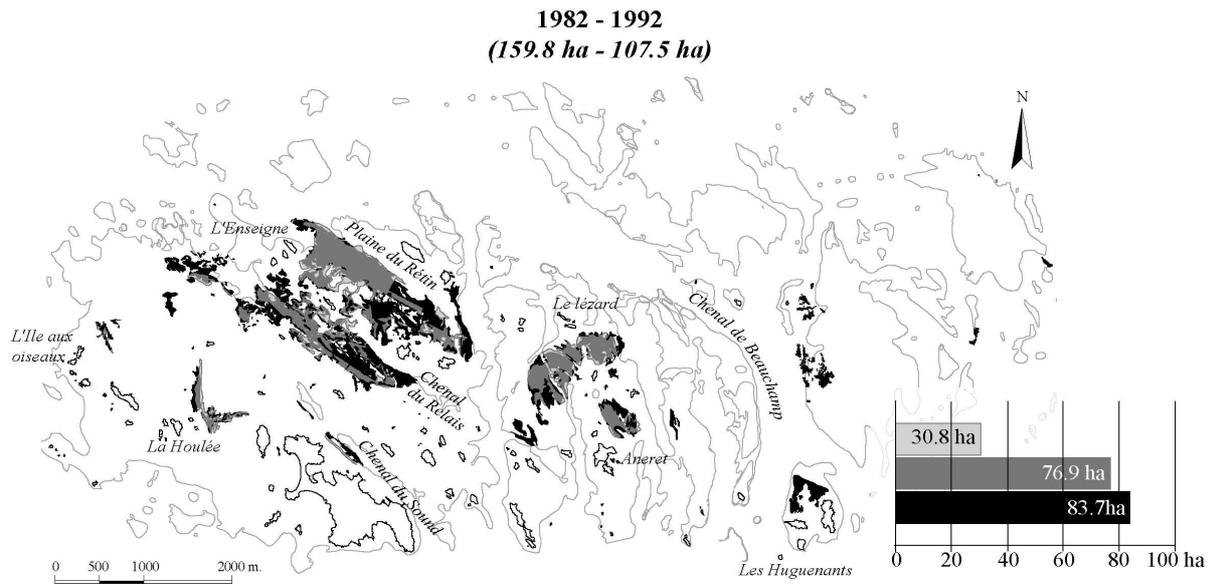
Il est difficile de retrouver des témoignages historiques rapportant la présence de *L. conchilega* à Chausey, non pas parce que l'espèce est difficile à détecter, mais parce qu'au contraire elle est tellement commune que peu d'auteurs ont daigné la mentionner. Quelques témoignages historiques intéressants rapportent néanmoins la présence et la localisation précise de l'espèce à Chausey. Au début du XIX^{ème} siècle, Audouin & Milne-Edwards (1828) mentionnent une banquette à *L. conchilega*, toujours présente aujourd'hui, au niveau du chenal de la Houlée : « *après avoir traversé le Gros Mont, nous arrivâmes à l'île de la Gênetaië, [...] et nous nous trouvâmes ensuite sur un grand banc de sable qu'il nous fallut traverser pour gagner l'île de la Meule ; on voit dans les parties basses de cette plage, là où il reste toujours quelques filets d'eau, un grand nombre de tubes de Térébelles dont l'extrémité frangée s'élève au-dessus du niveau du sol.* ». Un siècle plus tard, De Beauchamp (1923a) mentionne l'espèce dans la partie ouest de la Plaine du Rétin : « *Dans les grands bancs séparés par des chenaux, qui s'étendent entre la Massue, l'Etardière, l'Enseigne et l'île Plate [...] comme Annélides je n'ai vu que les espèces banales de Nephtys, Notomastus, Leiochone, Petaloproctus, Lanice...* ». Il faut enfin attendre le début des années 1980 pour retrouver des mentions de l'espèce avec Hamon (1983) qui dresse une première carte grossière de distribution de l'espèce sur l'archipel.

Evolutions spatiales des banquettes de l'archipel sur 20 ans

Nous présentons ici une cartographie des évolutions spatiales à moyen terme des banquettes sur l'ensemble de l'archipel de 1982 à 2002. Pour ce faire, nous avons exploité les missions aériennes de 1982, 1992 et 2002 afin de cartographier par télédétection les banquettes à *L. conchilega*. Les photographies aériennes antérieures que nous avons pour le site n'ont malheureusement pas pu être utilisées soit parce qu'elles ne couvrent qu'une partie du site (photographies aériennes de 1975), soit parce qu'elles sont en noir et blanc (les émulsions panchromatiques rendent beaucoup plus difficile la détection des banquettes et assez hasardeuse la comparaison avec les banquettes détectées sur photographie aérienne couleur). La position bathymétrique des banquettes aux trois dates a été déterminée sous SIG par un croisement des couches bathymétriques et des banquettes.

D'une manière générale, les banquettes de Chausey ont tendance à régresser de 1982 à 2002, passant de près de 160ha en 1982 à à peine plus de 100ha en 2002 (Cartes 24). La régression a été particulièrement importante de 1982 à 1992 avec une diminution de 33% des superficies couvertes. Les noyaux de stabilité concernent les plus grandes banquettes : Plaine du Rétin, Chenal du Relais, secteur de la Houlée et secteur situé immédiatement au sud du Lézard. Toutefois, les superficies en régression sont plus importantes que celles stables. De 1982 à 1992, toutes les petites banquettes situées à l'est du Chenal de Beauchamp ont disparu et seules les zones centrales des plus grandes

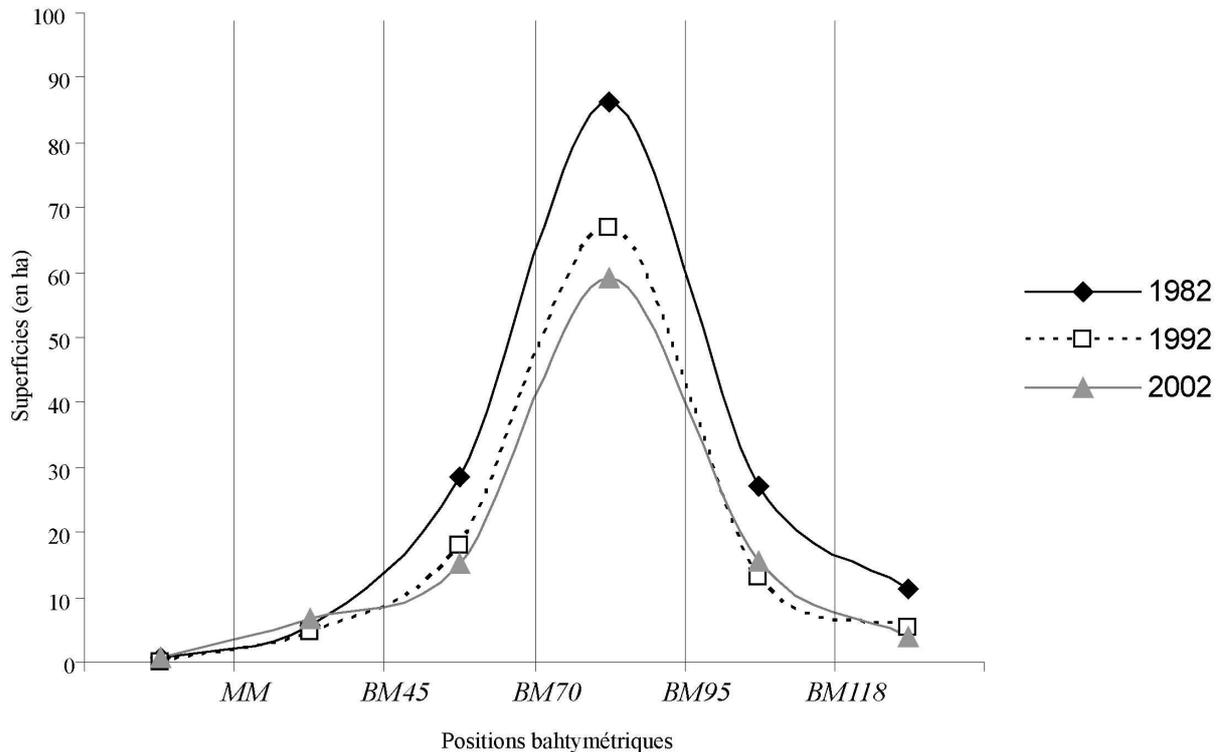
banquettes du centre et de l'ouest de l'archipel se sont maintenues. Les zones en progression sont minoritaires et ne concernent que les franges de quelques grandes banquettes. La période 1992-2002 est plutôt marquée par une stabilisation des surfaces couvertes par les banquettes, avec toutefois une disparition importante des banquettes du secteur sud du Lézard. Les principaux noyaux (Plaine du Rétin, Chenal du Relais, Houlée) sont restés assez stables. Il n'y pas de niveau bathymétrique particulier où les banquettes ont plus régressé que d'autres. En effet, on note une distribution bathymétrique des banquettes similaire en 1982, 1992 et 2002 (Figure 40).



LEGENDE

- | | |
|------------------------------|--|
| Îles flots | Banquettes à <i>L. conchilega</i> en progression |
| Plus basses mers de vive-eau | Banquettes à <i>L. conchilega</i> stables |
| | Banquettes à <i>L. conchilega</i> en régression |

Cartes 24. Evolution des superficies couvertes par les banquettes à *Lanice conchilega* de 1982 à 2002.



LEGENDE

MM = Niveau de mi-marée

BM45 = Basse mer de morte-eau moyenne (coefficient de 45)

BM70 = Basse mer de coefficient de 70

BM95 = Basse mer de vive-eau moyenne (coefficient de 95)

BM118 = Basse mer de vive-eau d'équinoxe (coefficient de 118)

Figure 40. Position bathymétrique des banquettes à Lanice conchilega de 1982 à 2002.

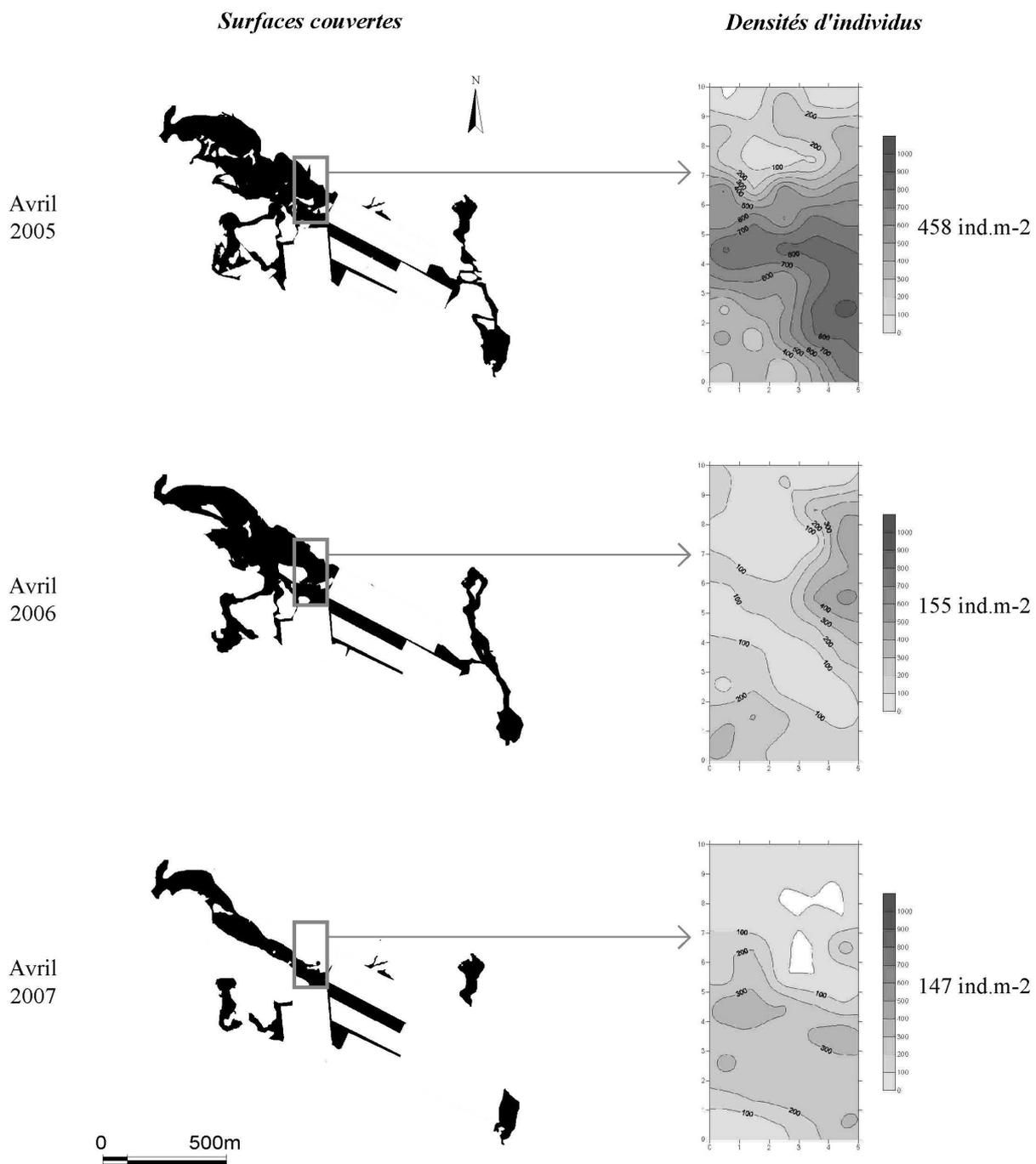
Évolutions interannuelles de la principale banquette de l'archipel sur les 3 dernières années

Nous présentons ici une cartographie des évolutions spatiales ainsi que des densités de *L. conchilega* de la plus grande banquette de l'archipel, située en Plaine du Rétin, sur les 3 dernières années (2005-2007). La cartographie de la surface couverte par la banquette a été réalisée à l'aide d'un GPS en relevant sur le terrain les limites précises de la banquette en avril 2005, avril 2006 et avril 2007. Les points GPS ont ensuite été rentrés dans le SIG afin de permettre la cartographie précise de la surface couverte par la banquette.

Les densités d'individus ont été évaluées sur une zone d'échantillonnage de 1,28ha au cœur de la banquette. Cette grille est divisée en 50 mailles carrées de 16m de côté. Trois observations

photographiques de quadrats de 0.25 m² ont été répliquées autour du centre des 50 stations. Sur chacune des photos, les panaches sableux de lanices présents à l'intérieur de chaque quadrat ont été dénombrés. Dans la littérature, il est admis que le nombre de panaches intacts reflète le nombre d'individus dans le sédiment (Zühlke 2001). Il a été montré que le biais induit par le seul dénombrement des tubes ne dépassait pas 3% (Ropert 1999). Les densités de lanices ont été ensuite moyennées par station puis interpolées par krigeage à l'aide du logiciel Surfer©.

La banquette de la Plaine du Rétin est une banquette qui tend à régresser de plus en plus au cours des trois dernières années (Encadré 9). En 2007, elle est pour ainsi dire limitée à un chenal au centre de la « Plaine ». Les densités d'individus sont également de plus en plus faibles passant d'une moyenne de 458 ind.m⁻² en 2005 à 147 ind. m⁻² en 2007.



Encadré 9. Evolution spatiale de la banquette à *L. conchilega* de la Plaine du Réтин de 1982 à 2002.

Hypothèses d'explication des tendances d'évolution : prédominance de facteurs environnementaux ou anthropiques ?

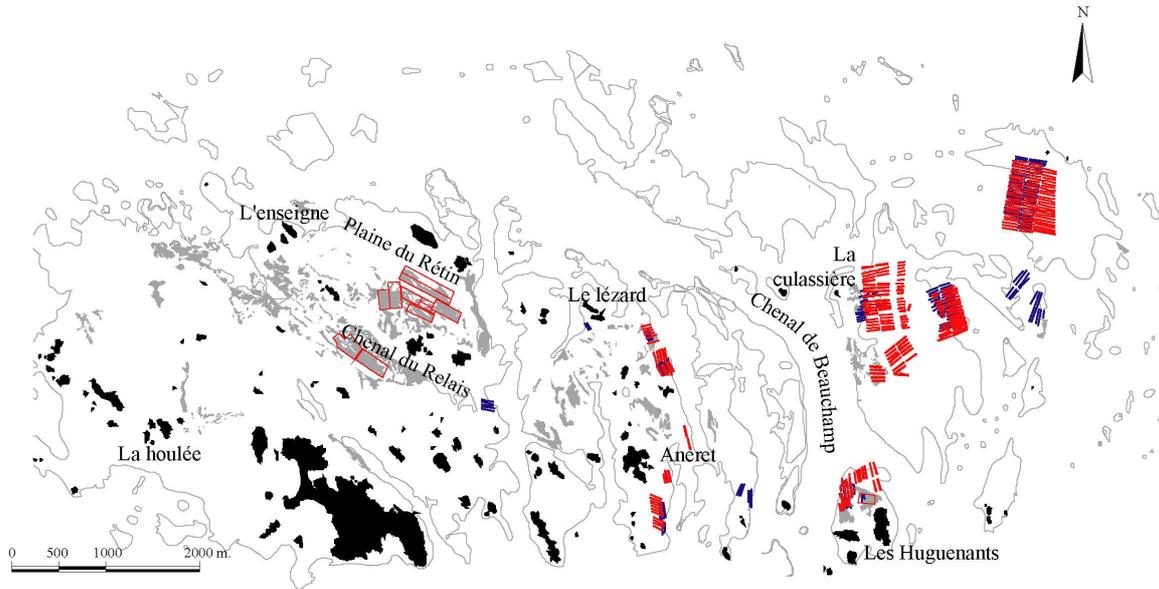
Il y a une correspondance assez nette entre les zones de disparition des banquettes et les zones d'implantation de structures conchylicoles (Cartes 25).

Entre 1982 et 1992, la création de 24ha de parcs à palourdes coïncide avec la disparition du cœur des vastes banquettes de la Plaine du Rétin et du Chenal du Relais. Toujours de 1982 et 1992, 14km de bouchots sont créés, essentiellement dans la partie méridionale de l'archipel, à l'est du Chenal de Beauchamp. Toutes les zones d'implantation des bouchots de cette zone coïncident avec une disparition des banquettes aussi bien dans le secteur est de la Culassière que dans celui des Huguenants. Quelques petites banquettes situées au sud-est du Lézard coïncident également avec l'implantation de bouchots.

De 1992 à 2002, il n'y a pas de nouvelles créations de parcs à palourdes, mais des nouvelles lignes de bouchots sont créées et quelques parcs à huîtres sont installés au sud du Lézard et au nord-ouest des Huguenants. Le développement de ces nouvelles structures conchylicoles s'accompagne encore de la disparition de petites banquettes. Toutefois, on note également une régression assez importante des banquettes dans le secteur occidental de l'archipel (sud-ouest de l'Enseigne, et dans une moindre mesure nord-est de la Houlée) sur la période 1982-1992 et 1992-2002 sans qu'aucune structure conchylicole n'y ait été installée.

En Plaine du Rétin, la correspondance entre le développement récent de parcs à palourdes et la régression de la banquette est flagrant (Cartes 26).

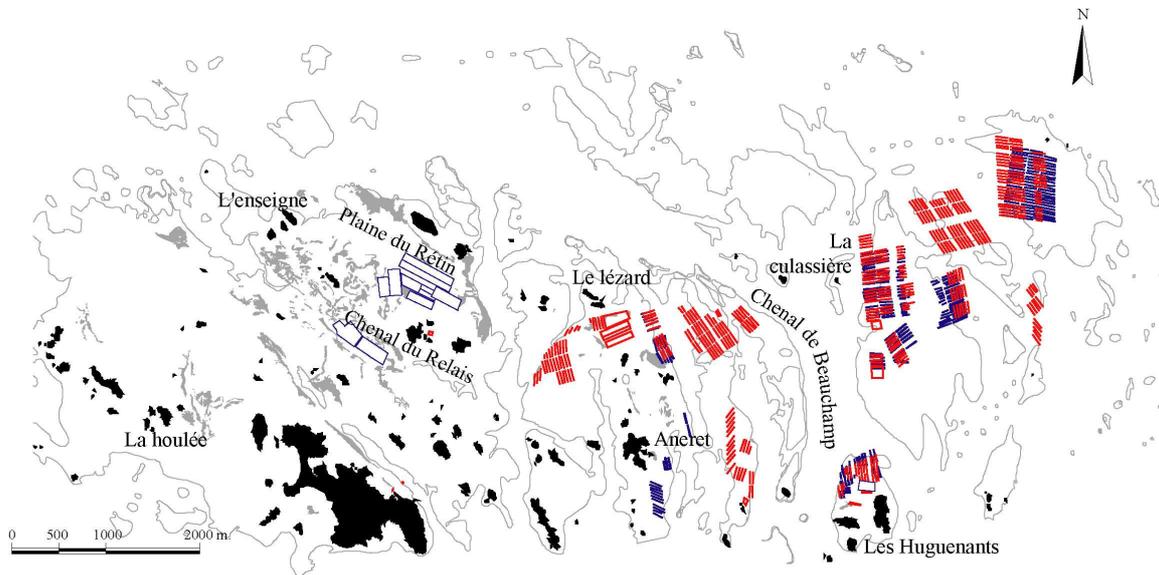
1982-1992



LEGENDE

- Iles et îlots
- Parc conchylicole en 1982
- Parc conchylicole en 1992
- Banquette ayant disparu entre 1982 et 1992
- Lignes de bouchots en 1982
- Lignes de bouchots en 1992

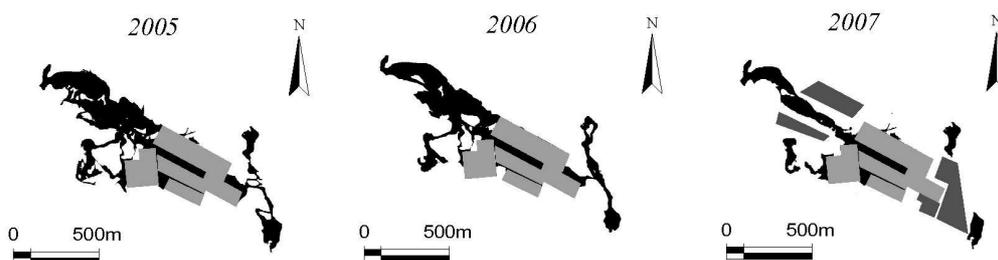
1992-2002



LEGENDE

- Iles et îlots
- Parc conchylicole en 1992
- Parc conchylicole en 2002
- Banquette ayant disparu entre 1992 et 2002
- Lignes de bouchots en 1992
- Lignes de bouchots en 2002

Cartes 25. Création de structures et concessions conchylicoles et évolution des banquettes à Lanice conchilega de 1982 à 2002.



LEGEND

- Banquette à *Lanice conchilega*
- Parcs à palourdes (créés au milieu des années 1980)
- Parcs à palourdes (créés en été 2006)

Cartes 26. Evolution spatiale de la banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin et création de concessions vénériques de 2005 à 2007.

Conclusion

La majeure partie des banquettes à *L. conchilega* observées au cours de dernières années sont probablement très anciennes. La banquette de la Houlée était déjà présente au début du XIX^{ème} siècle et celle de la Plaine du Rétin déjà au XX^{ème} siècle, comme en témoignent les écrits respectifs d'Audouin et Milne-Edwards (1828) et de De Beauchamp (1923a). Cependant, l'analyse détaillée des photographies aériennes révèle qu'elles sont en nette régression sur les 20 dernières années. L'aléa de disparition est donc important. Cette régression ne concerne pas de niveaux bathymétriques particuliers, comme cela aurait pu être le cas dans l'hypothèse d'une concurrence particulière avec un autre habitat ou une autre espèce en expansion au cours de la même période (*Z. marina* par exemple). En revanche, les zones en régression coïncident avec les zones d'implantation de structures conchyloles. Toutes les petites banquettes de la partie orientale de l'archipel ont ainsi disparu suite à l'implantation massive de bouchots dans les années 1980. La plus grande banquette, située en Plaine du Rétin, a également beaucoup diminué suite à l'implantation de parcs à palourdes. Sur les 3 dernières années, cette banquette, déjà fragmenté suite à l'installation des parcs à palourdes au milieu des années 1980 a encore fortement régressé récemment avec l'installation de nouveaux parcs en 2006.

Il convient maintenant de : i) confirmer l'hypothèse de régression des banquettes par les activités conchyloles, et en particulier la culture de palourde ; ii) d'étudier les impacts que peuvent avoir la dégradation anthropique d'une banquette afin de déterminer les enjeux de conservation d'un tel habitat.

2. Quels sont les enjeux de conservation des banquettes à *L. conchilega* ?

2.1 Qu'est-ce qu'un enjeu de conservation ?

Selon le *Dictionnaire actuel de la langue française* (1985), un enjeu est défini comme « *ce que chaque joueur met au jeu pour être pris par celui qui gagnera* ». Il s'agit donc d'une mise qui peut être perdue ou gagnée par chacune des parties. En géographie, on utilise surtout le terme d'enjeu dans le domaine de la « cindynique », néologisme créé en 1987, faisant référence à l'étude des risques. La cindynique utilise souvent la notion d'Événement Non Souhaité (ENS) et le risque est assimilé à la combinaison d'un aléa (probabilité qu'un ENS se produise) et d'un enjeu (ce que l'on perd si l'ENS se produit).

Nous considérerons ici comme « enjeu de conservation d'un élément naturel » tout ce qui peut être perdu du point de vue écologique et socio-économique si cet élément vient à disparaître et tout ce qui peut être gagné du point de vue écologique et socio-économique s'il se crée *ex nihilo* ou se reconstitue après avoir disparu ou après avoir été dégradé. Cette définition fait ainsi référence à la fois à la notion de risque puisqu'elle intègre la notion de perte si l'ENS (ici la disparition de l'élément naturel) se produit et la notion de mise en jeu puisque l'on considère également que la création *ex nihilo* ou la reconstitution de l'élément naturel permet éventuellement un gain écologique ou socio-économique.

2.2 Méthode choisie pour évaluer les enjeux de conservation des banquettes à *L. conchilega* de Chausey

Dans cette partie, nous étudierons les enjeux de conservation des banquettes à *L. conchilega* en s'intéressant aux effets de la dégradation de celles-ci par une activité originale : la vénériculture, ou culture de la palourde. Nous avons en effet vu dans la partie précédente que cette activité, à l'instar des autres pratiques conchylicoles, devait être une des causes majeures de dégradation des banquettes à *L. conchilega* à Chausey.

Étudier les impacts d'une telle activité sur les banquettes revient à évaluer ce que l'on « perd » lorsque les banquettes sont dégradées et donc *in fine* quel est leur enjeu de conservation.

La palourde japonaise *Ruditapes philippinarum* (Adams and Reeve, 1850) est un bivalve originaire de l'océan Pacifique introduit en France dans les années 1970 à des fins d'élevage. Elle est introduite en Bretagne en 1974 (Flassch 1978, Latrouite & Claude 1981), puis, à partir de 1980, sur de nombreux points du littoral français du bassin d'Arcachon jusqu'au côtes de la Manche (Robert & Deltreil 1990), dans le cadre de programmes nationaux suivis par le CNEXO (Centre National pour l'Exploitation des Océans) et l'ISTPM (Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes), devenus, après fusion, l'actuel IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la

Mer). Après ce rapide essor, l'activité a connu une crise grave dans le début des années 1990 ceci dû :

- i) à la maladie dite de « l'anneau brun » (le *Vibrio* P1 qui perturbe le processus de calcification de l'animal) qui s'est répandu au sein de toutes les exploitations (Mazurié & al. 1993) et a produit des mortalités très importantes dans les élevages ;
- ii) à un effondrement des prix de la palourde japonaise sur les marchés européens suite à l'explosion de la production en provenance des lagunes italiennes.

Aujourd'hui, la plupart des exploitations vénériques ont disparu des côtes françaises, mais l'espèce continue de proliférer et son exploitation se fait de plus en plus par la pêche à pied professionnelle et la pêche embarquée sur les gisements « naturels » (Quéro & Vayne 1998). L'archipel de Chausey est un des rares sites français où se sont maintenues, depuis 1986, des concessions vénériques, exploitées par la SATMAR (une des principales écloséries d'Europe pour diverses espèces de bivalves).

Le cycle d'élevage de la palourde est réalisé entre 24 et 30 mois et se décompose comme suit :

- production du naissain : les larves sont produites en éclosérie et élevées jusqu'à une taille de 1 à 2 mm
- prégrossissement : les palourdes sont conditionnées en milieu naturel (poches ou filets) ou en nurseries jusqu'à une taille de 12 à 15 mm
- élevage : le naissain estensemencé sur l'estran ou en bassin et est protégé des prédateurs par des filets et est récolté dès qu'il atteint une taille de 35 mm

Les palourdes élevées à Chausey sont issues d'un naissain produit dans l'éclosérie de la SATMAR de Barfleur (Manche), puis prégrossi en Charente-Maritime. L'élevage est réalisé directement sur l'estran de Chausey. A partir d'un réservoir fixé à un tracteur, le naissain estensemencé et immédiatement protégé par des filets en plastique déroulés sur le fond et dont les bordures sont enterrées afin d'en assurer la stabilité. Un entretien mensuel est assuré par un brossage mécanique afin d'éviter l'ensablement du filet et l'installation d'algues. Les filets sont enlevés par des « rouleaux hydrauliques » lorsque les palourdes ont atteint la taille de 1,5 cm et ne sont plus vulnérables aux prédateurs. Il n'y a alors plus d'autres actions entreprises sur les concessions avant la récolte. La récolte est mécanisée : l'engin tracté (une « charrue de la mer ») est munie d'une lame d'attaque, semblable à un soc de charrue, pénétrant dans le sédiment à 10 cm de profondeur et de deux disques rotatifs remontant la tranche ainsi découpée sur un tapis roulant. Le sédiment et la faune benthique prélevés sont amenés sur deux tamis successifs calibrés ne retenant alors que les organismes de taille supérieure à la maille. Afin d'assurer une production chaque année, le renouvellement des parcelles se fait sur 3 ans, seul un tiers des concessions est récolté tous les ans. Aucune jachère n'est pratiquée sur les concessions et les terrains sont réensemencés peu de temps après la récolte. Ces pratiques ont deux effets directs sur le milieu : une déstructuration du sédiment après la récolte et *a contrario* une « structuration topographique » en début de cycle. En effet, l'accumulation du sédiment sous les filets couplée au passage régulier du tracteur lors des premiers mois d'élevage structurent les concessions en deux entités : des bosses correspondant à des zones de semis et des « sillons » qui les séparent résultant de l'enfouissement de la marge des filets et du passage des roues du tracteur.

A Chausey, la localisation des concessions vénériques ne s'est pas faite au hasard. Les concessions ne doivent pas être situées trop haut pour permettre un bon développement des palourdes, ni trop bas pour être accessible assez régulièrement en tracteur. Par ailleurs, les concessions ne doivent pas être soumises à un hydrodynamisme trop important et la zone d'implantation des concessions doit être suffisamment vaste pour y installer facilement plusieurs parcs. **Tous ces paramètres ont conduit les vénériculteurs à s'implanter précisément sur les plus grandes banquettes à *L. conchilega* de l'archipel** situées en Plaine du Rétin et de part et d'autre du Chenal du Relais. L'espèce a même servi d'indicateurs aux vénériculteurs pour étendre peu à peu leurs concessions. Aujourd'hui, les concessions vénériques couvrent 38ha dont 14.5 ont été créés au cours de l'été 2006.

Nous présentons ici deux articles concernant les conséquences de la dégradation de banquettes à *L. conchilega* de Chausey par la vénériculture. La première étude (Article N°2) a été conduite au printemps 2005 et concerne les impacts de cette activité sur l'espèce *L. conchilega* elle-même et la macrofaune benthique associée. Les densités de *L. conchilega* et la macrofaune associée ont été étudiées le long du cycle de production vénériques, sur une banquette naturelle et sur des concessions à des stades de production différents. La deuxième étude (Article N°3) a été conduite tout au long de l'année suivante et s'intéresse aux impacts de cette activité sur les oiseaux à travers l'exemple d'une espèce d'oiseau pour laquelle Chausey représente un site d'importance nationale pour la nidification : l'huître pie *Haematopus ostralegus*. Dans cette dernière étude, il a été possible d'étudier le changement induit par la création des nouvelles concessions (été 2006) là où se trouvaient initialement des banquettes naturelles à *L. conchilega*.

2.3 Conséquences d'une dégradation des banquettes à *L. conchilega* par la vénériculture sur la macrofaune endogée et sur les oiseaux

Article N°2

Article accepté, sous réserve de modifications mineures, le 05/04/2008 dans la revue *Marine Pollution Bulletin*.

Does Manila clam cultivation affect bioherms of the engineer species *Lanice conchilega* (Pallas, 1766)?

Nicolas Toupoint*¹, Laurent Godet¹, Jérôme Fournier¹, Christian Retière¹, Frédéric Olivier¹

¹Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN), Département Milieux et Peuplements Aquatiques,
Station Marine de Dinard USM0404 – UMR 5178 BOME
17 avenue George V - BP 70134 - 35801 Dinard, France
Tel.: +33 (0)2.99.46.13.90

* Corresponding author: nicolas.toupoint@uqar.qc.ca; present address:

Institut des sciences de la mer (ISMER), Université du Québec à Rimouski
310, allée des Ursulines, CP 3300
Rimouski (Québec), Canada G5L 3A1
Tel.: +1 (418) 723-1986

Abstract

The major French site of Manila clam *Ruditapes philippinarum* (Adams and Reeves, 1850) cultivation is located in the Chausey archipelago where the associated practices are highly mechanized: every steps of production are made with tractor-driven machineries. The Manila clam concessions are concentrated on *Lanice conchilega* (Pallas, 1766) bioherms, which are known to increase alpha-diversity and to locally modify sediment dynamics. This study focus on the impacts of Manila clam cultivation on i) the natural populations of *L. conchilega* and on ii) the structure of the associated benthic assemblages during the different steps of the farming production cycle. We found that the *L. conchilega* populations are significantly affected within the concessions where their total abundances drastically decrease, their spatial patterns are modified and the associated benthic assemblages are significantly altered. Our results are discussed in a context of a sustainable management of the Manila clam cultivation in coastal areas.

Introduction

In response to the recent intensification of marine aquaculture, scientists have conducted numerous studies to assess its potential impacts on the surrounding environment and, for shellfish farming, the environmental hazards are now well known (e.g. Crawford 2003a, 2004). However, the effects of the Manila clam (*Ruditapes philippinarum*, Adams & Reeves, 1850) cultivation on the benthic compartment are little documented and the few studies available have shown mostly an organic enrichment (Bendell-Young 2006, Spencer 1996, Spencer & al. 1996) and an increase of the sedimentation rates (Gouletquer & al. 1998, Spencer 1996, Spencer & al. 1996, 1997). Both on-growing and harvesting processes have the potential to alter benthic communities (Spencer & al. 1996, 1997), and short-term effects have been observed by Kaiser & al. (1996). In the Chausey archipelago (Normand-Breton gulf, English Channel, France), the Manila clam cultivation is contrastingly highly mechanized along the whole production cycle, including original tractor-towed tolls which allow large-scale operations and increase the productivity. The effects of such mechanical processes have already been assessed for the cockle cultivation (Ferns & al. 2000, Hall & Harding 1997), but no studies were performed specifically on the Manila clam example. In 1989, the SATMAR (Société Atlantique de Mariculture) company started the cultivation of this exotic species on several sites and nowadays it annually produces 120 tons of marketable clams on Chausey, which therefore constitutes the first national production site. One of the major specificities of the Chausey shellfish farming concerns the setting up of clam

concessions on the sand-mason worm *Lanice conchilega* (Pallas) habitats.

Lanice conchilega is one of the most common tube-building polychaetes in the Northern European sandflats. This amphiboreal species (but absent from Arctic) ranges from intertidal to subtidal (up to 100 m depth) fine to coarse sediments of all the European coasts and its populations are mainly concentrated below the low water neap tide level (Carey 1987). This Terebellid worm has a mean life of about 3 years (Féral 1988) and is a deposit/filter feeder changing its feeding strategy in response to density-dependant processes (Buhr & Winter 1976). This tube-dweller has an aggregative distribution (Nicolaidou 2003) with patches reaching densities of several thousands of individuals per square meter and in some extreme cases up to 20 000 ind.m⁻² after the recruitment period in subtidal areas (Buhr & Winter 1976). The presence of *Lanice* tubes (diameter = 0.5 cm, total length up to 65 cm, Ziegelmeier 1952) protruding from the sediment and prolonged by sand-fringes modifies the small-scale benthic boundary layer patterns and consequently the local hydrosedimentary environment (Eckman & al. 1981, Luckenbach 1986). Experimentally, Friedrichs & al. (2000) have demonstrated that above a threshold density of 870 tubes.m⁻², current velocities decrease within clusters, deposition of fine sediment particles is facilitated and mounds are created. Through its ventilation activity within the tubes ('piston-pumping mechanism: Forster and Graf 1995, Zühlke & al., 1998), sand-mason worms stimulate oxygen exchanges at the water-sediment interface and, when filter-feeding, they promote the nutrient cycling of key elements as carbon and nitrogen (Bendell-Young 2006). Moreover, *L. conchilega* clusters generate a more beneficial environment for other benthic species, providing a refuge from predation, a source of food for some associated species (Callaway 2006, Zühlke 2001, Zühlke & al. 1998) and improving the availability of surfaces suitable for larval settlement (Armonies & Hellwig-Armonies 1992, Callaway 2003b, Gallagher & al. 1983).

In fact, by modifying the initial habitat and increasing the resources available to other species, *L. conchilega* may be considered as an auto- and allogenic ecosystem engineer (Jones & al. 1994) with high positive effects on the diversity features of the associated benthic macrofauna, and consequently on secondary consumers as shorebirds and gulls (Petersen & Exo 1999, Godet & al. 2008) and flat fishes (Amara & al. 2001).

The objective of this study was therefore to assess the effects of this original cultivation on the high patrimonial value habitats of *Lanice conchilega* (Godet & al. 2008) along the production cycle. More specifically, we tested the following hypotheses:

- 1) The spatial distribution and the structure of *L. conchilega* populations are modified in the shellfish farming

concessions when compared to a control site and they develop along the production cycle;

- 2) The total abundance and the structure of the benthic assemblages associated to the *L. conchilega* habitats are altered within the Manila clam concessions.

Materials and methods

Study site

The study was carried out in the Normand-Breton Gulf (English Channel), whose main characteristic is an extreme tidal range (up to 15.5 m for highest spring tides in the Mont-Saint-Michel's bay). At the Northern limit of the bay, the Chausey archipelago (11 km long and 5 km wide, Fig.1) comprises tidal flats of 2000 ha, among which 1500 ha are soft-sediments including various highly fragmented habitats. Due to its high patrimonial value, this archipelago is protected by several conservatory measures including the 'Natura 2000 site' in 2005 (from the European Network).

Farmers' procedures along the production cycle

In 2005, the Manila clam concessions covered 24 ha of mean to coarse sediments, principally restricted to a central place in the 101 ha *Lanice conchilega* habitats (Godet & al. 2008, Fig. 2). The Manila clam production procedures include successive steps. Firstly, spat is seeded on the seabed using a sowing machine and recruits are immediately covered with plastic nets (5 mm mesh size) to avoid crab and bird predation. During seeding, 0.5 m width nets are buried until a depth of 10 cm and are tractor-towed brushed at a monthly frequency to prevent high rates of sedimentation and to avoid macroalgae settlement. Nets are removed before winter (approximately 6 months after seeding) when clams have reached a length of 10 mm and are then non-vulnerable to epibenthic predation. Farmers let then the parcels without any practices during 18 to 30 months and this period corresponds to the bivalve growing phase until marketable-size is reached (shell length > 4cm). The harvesting phase starts during spring and clams are collected by a tractor-towed sifter which samples the first 10 cm of the substratum. Whereas a total production cycle covers a period of 3 years (Fig. 3), shellfish farmers exploit pools of parcels in order to provide marketable clams all the year. Thus, different stages of production can be observed at the same time on the site.

The practices associated to the Manila clam cultivation have strong mechanical effects on the bottom, mixing the superficial sediments during the harvesting phase and generating particular topographic features due to the within nets sedimentation (pers. obs.). Just after the netting phase, characterized by a period of increased accumulation

of fine particles, sedimentary "bumps" occur in the areas previously covered by nets (seeded areas) and are separated by "furrows", where nets were burrowed (inter-seeded areas). The persistence of such features seems to be related to the local hydrodynamic regime.

Sampling design

In order to assess the influence of the production practices on the population dynamics of *Lanice conchilega* and the structure of the associated benthic assemblages, we sampled the 11th April 2005 five contiguous sites corresponding to particular stages of production (Fig. 2): i) site 'A' was seeded the day before sampling, ii) site B represented a mid-cycle phase with clams seeded one year ago (April 2004), iii) pre-harvesting stages occurred on two sites C and Cbis (seeding in April 2003), the latter being submitted to a more intense hydrodynamical stress (pers. obs.), iv) site D corresponded to the "post-harvesting" phase (harvested the 9th April 2005), and v) the control site is contiguous to the Manila clam sites and colonized by dense natural clusters of *L. conchilega*, which were considered in our study as a non-impacted area (Control).

Impacts on the populations of Lanice conchilega

Spatial distributions of the *Lanice* populations were examined on 1.28 ha areas (80x160 m) located in three Manila clam parcels corresponding to different stages of rearing (A, B and C concessions; Fig. 2) and in the Control. For each studied area, densities have been estimated the 26th and 27th April 2005 on 50 regularly distributed stations (cell = 16 m) by performing numerical pictures (3008x2000 pixels) with a Nikon D70 reflex of three 0.25 m² randomly quadrats during the summer of 2005. Once in laboratory, the number of intact sand-fringes was counted on the pictures because this parameter is highly correlated to the number of individuals burrowed in the sediment (Callaway 2003a, Ropert & Dauvin 2000, Strasser & Pieloth 2001, Zühlke 2001): Ropert (1999) has shown that error associated to this method does not exceed 3 %. The one to one relationship of this sampling design has been assessed in high density patches (Bendell-Young 2006) whereas an overestimating has been noticed in the low density areas due to the presence of U-shaped tubes (Bendell-Young 2006, Strasser & Pieloth 2001). Nevertheless, such shape of tube is not systematically observed in intertidal populations of *L. conchilega* (Jones & Jago 1993, Ropert & Dauvin 2000).

Population structures of *L. conchilega* have been studied within a shellfish concession corresponding to the last stage of production (before harvesting, centre of parcel C) and on the contiguous 'natural' beds. Size criteria associated to worms are difficult to select because individuals are often broken after sampling. On the basis of preliminary

measurements of 50 complete individuals and their tubes, we have chosen the internal tube perimeter (ITP) because it was the best correlated to the total dried weight of the individual (Formula. 1).

$$\text{Formula.1: } \text{DW (mg)} = 2.12 \times 10^{-5} (\text{ITP (mm)})^{3.531}, (\text{R}^2=0.80).$$

The acquisition method consists in sampling a 5 mm wide part of the tube at a distance of 5 cm from the fringe basis whose section is cut to obtain a nearly flat tape. A picture of the tape is then acquired under a dissecting microscope via a 2 megapixel Spot Insight™ camera and its length is further assessed through the Image Pro Plus© software. To compare size structures of *Lanice* populations in shellfish concessions (parcel C) VS control, we randomly collected 100 tubes per treatment and measured their ITP.

Impacts on the benthic macroinfauna

Macroinfaunal assemblages were examined in the centre of i) Manila clam pre-harvesting parcels submitted either to a medium (C) or to a high hydrodynamic stress (Cbis), ii) a post-harvesting parcel (D) and iii) a natural contiguous *Lanice* control cluster (Fig. 2). For each 20x20m studied area, 4 cores were randomly collected (1/10 m², 15 cm deep) on 11th April 2005 for biological analysis and one complementary core for sediment characterization (10 cm², 10 cm deep). Benthic samples were sieved in the field through a circular 2 mm mesh size and the biological material retained was then directly preserved in 4.5 % buffered formalin until sorting. Once in the laboratory, samples were sorted twice, the second time after Rose Bengal staining. Macrozoobenthos was identified to the lowest taxonomic level as possible, mainly species.

Sediment samples were taken from the previous plots and cleaned with distilled water and following decanting was allowed during 24 h. Sediments were then dried at 70°C for 24h and approximately 100 g was then sieved through AFNOR standard sieves (meshes of 2.5, 2, 1.6, 1.25, 1, 0.8, 0.63, 0.50, 0.40, 0.315, 0.25, 0.20, 0.16, 0.125, 0.100 mm, 80, 63, 50, 40 and <40 µm). Each size fraction has been weighted and the associated results are expressed as percentages of the total sample weight. Moreover, dried samples were combusted at 550°C for 60 min in order to determine the organic content (Dean 1974) in each sampling station but also in 10 others located around the shellfish farming concessions (Fig. 2).

Data analysis

Sedimentary parameters were determined on the C, Cbis, D and the Control parcels by performing grain-size analyses on raw data through the Gradistat v. 4.1. program (Blott & Pye 2001) modified by Fournier (unpublished data) based on the Moments method using the Folk & Ward (1957) classification.

Differences between *L. conchilega* mean densities found on each treatments were tested either using one-way ANOVA or non-parametric Kruskal-Wallis tests (KW). The assumptions of homoscedasticity and normality were verified by direct observation of residuals (Quinn & Keough 2002). In case of significant global analysis, post-hoc comparisons were performed through LS means or non-parametric multiple comparison tests (Scherrer 1984). *L. conchilega* spatial distributions were studied by interpolating the mean abundances or the variation coefficients (VC=SE/mean abundance * 100) by the linear kriging method using Surfer© software. Differences of mean ITP within or outside the concessions were tested by using t-tests or Mann-Whitney U-tests depending on homoscedasticity and normality conditions. Intervals of size-classes were chosen according to the Sturge and Yules rules (Scherrer 1984). Differences between the size-classes distributions were tested by the Kolmogorov-Smirnov test (KS).

The number of species (S), total abundance (N), Shannon diversity (H' loge) and Pielou evenness (J) were determined for each treatment. Differences of their mean values between treatments were tested as for the *Lanice* mean densities data (see above) and K-dominance plots (Warwick 1986) were realized excluding the data of the two dominant species (*L.conchilega* and *R.philippinarum*).

Multivariate analyses were conducted to determine whether the benthic assemblages differed between treatments. We followed the methods of Clarke & Warwick (1994) and used the Plymouth Routines in Multivariate Research (PRIMER) version v5.2.2 software (Clarke & Gorley 2001) to analyse the structure of macrozoobenthic assemblages associated to the C, Cbis, D and Control areas. Densities of the two dominant species *L. conchilega* and *R. philippinarum* were excluded from the database prior the computation of the Bray-Curtis similarity matrix. Non-metric multidimensional scaling ordinations (nMDS) and analysis of similarity (One-way ANOSIM: Clarke & Green 1988) were then performed. Stress values related to nMDS plots indicate the goodness of representation of 'distances' between samples (Clarke 1993). Moreover, species accounting for the similarity within and between treatments were identified by the SIMPER sub-routine of the PRIMER software (Clarke 1993).

Results

Impacts of Manila clam cultivation on the *Lanice conchilega* populations

Mean densities of *Lanice conchilega* were higher in control areas (458.4 ind.m⁻²) than in Manila clam concessions (less than 150 ind.m⁻²; KW multiple comparison tests, p<0.05; Tab. 1). Within shellfish parcels, mean *Lanice* densities increased significantly along the production cycle: they were the lowest in

the recently sowed concession ($N=32.1 \text{ ind.m}^{-2}$) and the highest just before the clam harvesting parcel ($N=142.7 \text{ ind.m}^{-2}$). Mean variation coefficients differed significantly between each parcel (KW multiple comparison tests, $p<0.05$; Tab. 1), minimum and maximum values being associated respectively to the control ($VC=11.5\%$) and to the pre-harvesting A parcel ($VC=84.1\%$). Within the concessions VC significantly decreased along the production cycle (KW multiple comparison test, Tab.1).

Observations of the *L. conchilega* density maps confirms the general increase of *Lanice* abundances along the production cycle and reveal that the spatial distributions were more heterogeneous in the control site than in the cultivated areas (Fig.4a). Conversely, the spatial distribution of VC values was more homogeneous in the control ($VC \leq 43\%$) than in the concessions where VC often exceeded 100% (Fig. 4b).

Mean *Lanice* ITP and therefore mean individual DW were significantly larger (U-test, $p<0.0001$) in the C concession ($ITP_C=10.6 \pm 2.3 \text{ mm}$; $DW_C=26.1 \pm x.x \text{ mg}$) than in the control ($ITP_{\text{control}}=9.3 \pm 1.4 \text{ mm}$; $DW_{\text{control}}=27.1 \pm x.x \text{ mg}$). Distributions of size frequencies (class interval of 1.4 mm) were also significantly different between the two sampling areas (KS, $p<0.001$; Fig. 5). The mean total *Lanice* biomasses (dry weight) corresponding to each studied area (1.28 ha) was therefore estimated to 153 and 50 kg for respectively the control (mean *Lanice* density = 458 ind.m^{-2}) and the C zones (mean *Lanice* density = 143 ind.m^{-2}).

Impacts of Manila clam cultivation on benthic assemblages

A total of 71 macroinvertebrate taxa were identified from the 16 samples including 62% of Annelids Polychaeta, 24% of Crustaceans and 11% of Molluscs. Species richness was the highest in the control (one-way ANOVA, LS mean, $p<0.05$) and within the concessions, the number of species was significantly higher in the parcel C than in both Cbis and D (one-way ANOVA, LS mean, $p<0.05$; Tab. 2). Moreover, the mean total abundance, which was the highest in the control zone (KW, multiple comparison test, $p<0.05$), was in the shellfish farming zones higher in the site C than in both Cbis and D (KW, multiple comparison test, $p<0.05$). Shannon values decreased significantly in the Manila clam parcels, where no differences were observed between treatments when compared to natural zones (ANOVA, LS mean, $p<0.05$). Mean Pielou evenness values (J' mean = 0.8) did not differ between treatments (one way-ANOVA, LS mean $p>0.05$; Tab. 2) and its value reflects a good equitability of the benthic assemblages.

The grain-size distribution of the fine sands collected in parcel D differed from the other sites (medium sands; Tab. 2). An organic enrichment was observed within the concessions (sites C, Cbis, D)

and within the control site when compared to the other peripheral sandflats (Tab.3).

The K-dominance curve associated to the control assemblage show a more even distribution of numbers of individuals among species and a higher species richness than do the cultivated ones (Fig. 6).

Based on a correlation matrix of Bray-Curtis, the dendrogram of the hierarchical cluster analysis and the corresponding nMDS plot revealed three or four groups isolated at similarity levels of respectively 40 or 45 % (Fig. 7). At a 40 % similarity threshold, two groups are isolated and correspond firstly to the control and the post-harvesting treatment and secondly to the pre-harvesting treatments (C and Cbis). At a 45% similarity level, all the macrobenthic assemblages were significantly different between the four treatments (ANOSIM $p=0.1\%$, global $R=0.9$). ANOSIM pairwise comparisons showed that the four assemblages were significantly different (ANOSIM $p=2.9\%$, $0.719 < R < 0.979$, $\sqrt{\sqrt{\text{transformed-data}}}$).

The dominant species of the benthic assemblages were found in both the control and the cultivated areas. The SIMPER analysis shows that the dissimilarities between these two treatments (average $\text{diss.} \geq 58.5\%$) were mainly attributed (total contribution in the control=50.7%) to three common species (*Euclymene oerstedii*, *Lucinoma borealis* and *Marphysa bellii*) and to differences in the occurrence of three other species (*Exogone gemmifera*, *Notomastus latericeus* and *Scoloplos armiger*) (Tab. 4). Some deposit-feeding species like *Ampelisca brevicornis*, *Chaetozone setosa*, *Mediomastus fragilis*, *Phoronis* sp., *Polydora flava* and *Spiophanes bombyx* were restricted to the control zone whereas one species, the necrophageous *Nassarius reticulatus*, was found exclusively in the shellfish concessions.

Discussion

Shellfish farming impacts

As described by Crawford (2003a, 2004) in Tasmania, traditional environmental impacts associated to the shellfish farming are mostly linked to three causes: i) the organic enrichment of the sediment (due to the introduction of biodeposits released by cultivated species), ii) the negative interactions with natural species (modification of the trophic network, interactions as predation, inhibition...) and iii) the alteration of the habitat (due to the cultivation structures and practices). Of course, this author assumes that the probabilities and the degree of detrimental environmental impact roughly depend on the cultivation location and practices. For the Pacific oyster farming, Crawford (2003a, 2003b) has rated the risks of organic enrichment of the seabed and of reduced food resources for the other filter feeders as low, and he estimated that the risk of habitat disturbance was moderate and strictly localized to the inside of the cultivated site.

Organic enrichment of the sediment

Our sedimentary results reveal an increase of fine particles within the Manila clam concessions reducing the organic enrichment of the local sediments. Bivalve farms produce relatively large volumes of biodeposits (faeces and the pseudofaeces of the reared species) which could cover the substratum and subsequently alter the macroinvertebrate assemblage composition (Hartstein & Rowden 2004, Stenton-Dozey & al. 1999). But the organic enrichment of the sediment surface decrease in relatively high energy site (De Grave & al. 1998, Hartstein & Rowden 2004). Moreover, anti-predator nets covering the sea-bottom are known to increase the organic contents of the sediment (Bendell-Young 2006, Spencer 1996, Spencer & al. 1996, 1997).

The relatively small increase of organic contents within the Chausey concessions may be due to: i) high local tidal currents in Manila clam concessions and/or ii) to the short period of the net-covering on the substratum (1/6 of the total production cycle duration). This organic supply could benefit to the individuals of the filter-/deposit-feeder *L. conchilega*, which were bigger in the concessions than in natural conditions. However, this mean individual mass increase may also results from the global decrease of the *Lanice* density, reducing conspecific competition for food and space and stimulating deposit-feeding (Buhr & Winter 1976).

Interactions with natural species

The stocking of high densities of bivalves generally negatively impacts the infaunal communities (Beadman & al. 2004). Bartoli & al. (2001) recommended that shellfish farmers should carefully consider sustainable densities of *R. philippinarum* to prevent the risk of sedimentation and water anoxia. Cultivated bivalves are generally considered as “sinks” of oxygen and particulate organic matter (Nizzoli & al. 2005, Richard & al. 2007a, 2007b). The introduction of large stocks of *R. philippinarum* could alter the trophic network through filter-feeding competition for primary production and could lead to a food shortage for the other macrozoobenthic species. Ropert & Gouletquer (2000) suggested that the cultivated oyster *C. gigas* and *L. conchilega* could be competitors, but Dubois & al. (2007) have demonstrated that these co-occurring suspension-feeding species had not the same diet. In our study, the significant increase of the mean individual biomass of *Lanice* with the clam production cycle supports this hypothesis. But, the switch from benthic assemblages dominated by tubedwellers to assemblages dominated by bivalves could induce a change of the biogeochemical fluxes at the water-sediment interface. Through the mechanism of ‘piston-pumping’, *L. conchilega* increases the quantity of O₂ (Forster & Graf 1995) and the recycled nutrients at all depths in the adjacent sediment along its tube.

Moreover, the filtering activity of cultivated species could have an influence on mesozooplankton: André & Rosenberg (1991), Davenport & al. (2000) and Lehane & Davenport (2002) have demonstrated that bivalves ingest pelagic larvae and may thus control the densities and the size of future benthic generation (Lindegarth & al 2002). Within shellfish farming areas, *R. philippinarum* could therefore inhibit the recruitment of other species population.

Farmers have introduced *R. philippinarum* for cultivation because its growing rate was better than the endemic European clam *Ruditapes decussatus* (Spencer & al. 1991). Following a 6-years trial of Manila clam rearing in the Arcachon Basin, a ‘neo-natural population has colonized the site and supplanted the European clam (Auby 1993). Ten years later, a stock density study has assessed that this introduced species represented 98 % of the total abundances of the benthic macrofauna (Caill-Milly & al. 2003). In Chausey, through ‘natural’ reproduction or bedload transport, small populations of the non-native species Manila clam have colonized the whole archipelago. We can therefore wonder about the durability and on the future proliferation of ‘pseudo-natural’ populations in the site.

Disturbance and alteration of the habitat

The Manila clam cultivation structures are limited to the nets set at the water-sediment interface during the first six months of the production cycle. Spencer (1996), Spencer & al. (1996, 1997) and Gouletquer & al. (1998) have shown an increase of the sedimentation rate under the nets compared to a previous unaltered situation with or without modifications of the associated infaunal community. Bendell-Young & al. (2006) have still demonstrated a simplification of the intertidal benthic community within netted parcels after 3 years. In the present study, the sediment stability was increased under the nets and the induced relief (bump/furrow) persisted along the production cycle only in relatively low energy concessions (pers. obs.). Bumps provide more beneficial conditions for the installation of *L. conchilega* than furrows but no beneficial effects for the associated benthic macrofauna (unpublished data). However, within netted parcels, abundances of *L. conchilega* are reduced and its spatial distribution is more homogeneous than in natural clusters. That confirms the aggregative nature of the *L. conchilega* at high densities (Nicolaidou 2003). But, at this production phase, parcels have sustained different practices using tractor-towed machine: harvesting, seeding and net brushing.

Among the few studies dealing with the impacts of the Manila clam cultivation, Spencer (1996) synthesized the results of small-scale field trials monitored to study the ecological change at each stage of the production process. During the first two years of production, authors concluded to major changes of community structure but underlined that the effects

were similar in other marine culture practices (Spencer & al. 1996, 1997). The effect of the harvesting phase was assessed to be the most important for benthic communities but to cause only large short-term changes to the intertidal habitat (Kaiser & al. 1996). In our study, abundances and the distribution of the engineer species are negatively impacted. Despite their ability to quickly recolonize the periphery of impacted areas, *Lanice conchilega* populations can not recover because of the short duration of the production cycle. Moreover, the total abundances and species richness of the associated benthic macrofauna are affected along the whole production cycle. Before the harvesting phase, *R. philippinarum* dominated the benthic communities of the cultivated parcels and the structure of the associated macrofauna was slightly altered. The scraping of the superficial sediment seems to be the most structuring negative practice altering both *Lanice* populations and the associated assemblages. The presence of the necrophageous *Nassarius reticulatus*, restricted to the just harvested parcels, could reveal deleterious effects on the infauna. The harvesting phase may be equivalent to dredging in subtidal areas: the negative effects of towed bottom-fishing gear on benthic communities have been demonstrated in many studies and they have been synthesized through a meta-analysis by Collie & al. (2000). Structurally complex (like habitats of *L. conchilega*) and relatively stable habitats are more adversely affected by fishing than unconsolidated sediment ones (Ferns & al. 2000, Kaiser & al. 2002). Such practices alter the seabed structure and thus involve deep changes in the community structure (Blyth & al. 2004, Dolmer & al. 2001). Even the hand-raking bivalves harvesting damages non-target species (Kaiser & al. 2001, Spencer 1996) and one sole suction-dredging event could have a significant negative impact on the subsequent settlement of the main bivalve species. The tractor-dredging method is known to induce high levels of mortality on non-target benthic fauna (Hall & Harding 1997). In a long-term study, Piersma & al. (2001) showed that the recovery of the initial conditions of life has appeared only eight years after the harvesting process. Nevertheless, Spencer & al. (1998) assumed that the recolonization rate varies according to local hydrodynamics, exposure to natural physical disturbance and sediment stability; they advised the farms managers to select carefully the cultivation site and to create fallow areas (through rotational practices). Finally, it was assessed that areas regularly cultivated have likely to be maintained in a permanently altered state (Collie & al. 2000). A modification of the benthic macrofauna could also be linked to physical disturbance by heavy vehicle traffic (De Grave & al. 1998), but within Chausey concessions tractors roll only nine times per 3 years.

Vulnerability of an engineer species

The Manila clam cultivation has important impact on the *L. conchilega* populations and decreases their positive effects on the associated benthic macrofauna, which are proportional to the local densities of burrow-tubes (Callaway 2006). Nevertheless, populations of this engineer species still persist since the start of this culture in the archipelago in 1989. Farmers have assumed that the presence of this species was an indicator of stable substrate, more appropriate for the mechanized practices. In our study, a rapid recolonization of *L. conchilega* is observed during each step of the Manila clam production cycle.

On the one hand, the persistence of *L. conchilega* populations submitted to this anthropogenic pressure might be explained by its resistance to physical constraints and to its high recolonization ability. *L. conchilega* individuals can be dislodged and transported intact to a different area (Ropert & Dauvin 2000) where they can re-establish when washed out from the sediment, building a new tube within 48 hours (Nicolaidou 2003). They may resist to increases of sedimentation rates under nets by elongating their tubes to protrude from the sediment surface. The population of *L. conchilega* surrounding Manila clam concessions could also be considered as a natural reserve for the renewal of the impacted populations. The presence of adult tubes facilitates the settlement of recruits (Callaway 2003a, Günther 1999) and the population renewal can occur through transfer of adults from the offshore towards the coast (Ropert & Dauvin 2000). Strasser and Pieloth (2001) have noted a fully recovery of a previously altered population three years after its destruction.

On the other hand, populations of *L. conchilega* are known to be very dynamics at a short temporal scale following a seasonal cycle (Bartholoma 2006, Carey 1987, Zühlke 2001) but also at a longer scale, according to a pluri-annual cycle (Dauvin 2000). Extreme conditions affect the populations too: sediment discharge (Witt & al. 2004), winter storms and low temperatures (Beukema & al. 1993, Ropert & Dauvin 2000, Strasser & Pieloth 2001) reduce *Lanice* densities and could conduct to its extinction. When *L. conchilega* populations reach low densities, sediment is destabilized (Eckman & al. 1981, Friedrichs & al. 2000, Luckenbach 1986), mounds are destructured and rapidly disappear (Carey 1987) and there is no resilience of the positive effect on benthic macrofauna (Zühlke 2001). Thrush & al. (1996) have assessed that the removal of organisms which played a role in stabilizing the sediment increased the susceptibility of the habitat for further disturbance. Moreover, decline of high densities clusters may have strong consequences on secondary consumers. *Lanice* has a fundamental and functional role in the trophic network. This species is recognized to be one of the preferred preys for the birds in the Wadden Sea (Beukema & al. 1993). The food supply on *L. conchilega* dominated flats is also favourable

for birds especially shorebirds and gulls (Petersen & Exo 1999). Ferns & al. (2000) have demonstrated that bird feeding activity firstly increased in cockle tractor-towed harvested parcels and subsequently declined when compared to unaltered control areas. In Chausey farming, birds have been demonstrated to significantly select *L. conchilega* clusters over other available habitats for feeding (Godet & al. 2008). Moreover, clusters of *L. conchilega* constitute a large feeding area for 0-group flatfishes like plaices or soles (Amara & al. 2001).

We present a synthesis of anthropogenic and environmental factors affecting the *Lanice* populations through a simple conceptual scheme including their consequences on the ecosystem functioning (Fig. 8). We underline the probable negative impact of shellfish farming on secondary consumer species which are often integrated in conservative plans. In fact, Read & Fernandez (2003) have reviewed the most relevant European Commission Directives in relation to the management of the environmental impacts of marine aquaculture. Among these, the Species and Habitats Directive (92/43/EEC), the Wild Birds Directive (79/409/EEC) and the Water Framework Directive (2000/60/EC) aim to protect natural biodiversity. A single management scheme may be necessary for each site and the relevant authority has to ensure that habitat integrity and favourable conservation status of species and habitat are not compromised.

Management proposals

The negative effects of Manila clam cultivation described in this study have been assessed for a three years cycle of production, specific practices (tractor-towed harvesting, net covering...) in an energetic hydrodynamic environment on intertidal *Lanice conchilega* habitats. A variation in only one of the features of the shellfish activity (related to structures or practices) or different environmental conditions (low hydrodynamic regime, other benthic habitats) could lead to different damages. In a view to regain the initial fertility of an altered area, managers usually propose the use of fallow fields where no practices take place. But the inappropriate use of fallow areas may transfer farming activities into previously non impacted habitats, which could be more vulnerable to disturbance than those currently cultivated by farmer.

L. conchilega seems to recolonize altered area from the periphery of the concessions; this may be explained by both concepts of adults carriage (Ropert & Dauvin 2000), juvenile's attachment to adults (Callaway 2003a) and patch recolonization. Colonization via bedload transport is controlled by the concession perimeter/surface ratio, which vary with their shape and size. The process of recolonization is related to the perimeter of the patch to be recolonized rather than the area available and to

the presence of already established individuals at the border of the area (Alvarado & al. 2001, Littorin & Gilek 1999). Thrush & al. (1996) have demonstrated a scale-dependence nature of the recolonization in sandflat habitats: the increase of the distance to the centre from the edges of the disturbed area led to reductions in the rate of colonization of common species. In order to promote a bedload recolonization, fragmentation on the cultivated parcels has to be increased in a view to moderate the environmental impact of the Manila clam cultivation.

In a perspective of management, the positive effect of this ecosystem engineer worm could make the *Lanice* habitat a particularly useful conservation target. Through managing high density clusters of this species, the entire community can be influenced. Actually, the durability of *Lanice* populations depends exclusively on the good will of the farmers. We therefore have to promote legal protection of dense *Lanice* beds which actually do not benefit from any legal protection status (Godet & al. 2008).

Acknowledgments

Our special thanks go to the technical staff of the SATMAR Company for their logistic support and their assistance during the sampling periods. Moreover, we are grateful to R. Tremblay and P. Archambault (UQAR, ISMER) for helpful comments and recommendations which permitted us to improve this paper.

Tables, Figures et Planche de l'Article N°2.

Table 1. Mean abundances (\pm SE) and mean variation coefficients (\pm SE) of *L. conchilega* populations in each sampling parcel (the control and 3 steps of production). (S: whole test significant, *: multiple tests significantly different).

Parcels	Control	A	B	C	Means comparisons
Step of production	Natural conditions	Just after seeding	1 year after seeding	2 year after seeding	
Mean abundance (ind.m ⁻²)	458,3 (277,0)	32,1 (31,2)	68,9 (77,9)	142,7 (91,9)	Kruskall-wallis s $\overset{*}{\text{Ctrl.}}$ $\overset{*}{\text{C}}$ $\overset{*}{\text{A}}$ $\overset{*}{\text{B}}$
Ratio (%) (concessions / control)		7,0	15,0	31,1	
Mean variation coef. (%)	11,5 (10,3)	84,1 (38,2)	72,2 (48,1)	56,5 (27,6)	Kruskall-wallis s $\overset{*}{\text{A}}$ $\overset{*}{\text{B}}$ $\overset{*}{\text{C}}$ $\overset{*}{\text{Ctrl.}}$

Table 2. Mean diversity parameters (\pm SE) of the benthic assemblages expressed for each sampling parcel (control, C/Cbis and D) and results of multiple comparisons test (Anova/KW: S: p<0,05; NS: p>0,05; Lsmean or SNK post-hoc comparisons). The mean sediment feature of each sampling parcel was obtained using the Folk & Ward method.

Parcels	Control	C	Cbis	D	Means comparisons
Steps of production	natural conditions	2 years after seeding	2 years after seeding	after harvesting	
Species number (n.m ⁻²)	25,8 (6,4)	14,5 (1,0)	9,8 (3,3)	10,8 (1,7)	Anova s $\overset{*}{\text{Ctrl.}}$ $\overset{*}{\text{C}}$ $\overset{*}{\text{Cbis}}$ $\overset{*}{\text{D}}$
Abundance (ind.m ⁻²)	1347,5 (118,1)	642,5 (97,1)	292,5 (90,0)	325,0 (37,0)	Kruskall-wallis s $\overset{*}{\text{Ctrl.}}$ $\overset{*}{\text{C}}$ $\overset{*}{\text{D}}$ $\overset{*}{\text{Cbis}}$
Shannon index (H' log _e)	2,5 (0,2)	2,0 (0,2)	1,7 (0,3)	2,0 (0,3)	Anova s $\overset{*}{\text{Ctrl.}}$ $\overset{*}{\text{C}}$ $\overset{*}{\text{D}}$ $\overset{*}{\text{Cbis}}$
Pielou index (J)	0,8 (0,0)	0,7 (0,1)	0,8 (0,0)	0,8 (0,1)	Anova NS $\overset{*}{\text{Ctrl.}}$ $\overset{*}{\text{Cbis}}$ $\overset{*}{\text{D}}$ $\overset{*}{\text{C}}$
Sediment mean feature (Folk and Ward method)	Medium sand	Medium sand	Medium sand	Fine sand	

Table 3. Results of the sediment organic contents analyses (expressed in %). Data were obtained for 4 parcels (C/Cbis, D and control), and 10 another sampling sites located in the shellfish farming surroundings.

Stations	Organic content
01	1,21
02	0,00
03	1,32
04	1,49
05	0,72
06	0,49
07	0,86
08	1,12
09	0,42
10	2,95
C	11,11
D	10,25
Cbis	10,01
Control	10,00

Table 4. Results of the SIMPER analysis: list of species contributing to a minimum of 80% of the intra-group similarity; Mean abundances (ind.m-2) and relative contribution (%) of each species are detailed for each sampling parcel.

Species	Control		C		Cbis		D	
	Mean abund.	Cent.%						
<i>M. bellii</i>	302.5	27.2	15.0	-	52.5	22.3	10.0	-
<i>E. oerstedii</i>	287.5	28.0	0.0	-	2.5	-	67.5	31.5
<i>N. latericeus</i>	160.0	11.2	125.0	24.3	10.0	-	25.0	8.4
<i>S. armiger</i>	105.0	8.6	220.0	46.4	127.5	58.6	42.5	13.2
<i>Syllidæ sp.1</i>	62.5	4.6	32.5	-	7.5	-	7.5	-
<i>L. borealis</i>	50.0	4.1	10.0	-	5.0	-	20.0	8.6
<i>L. incinalis</i>	7.5	-	15.0	-	2.5	-	87.5	31.7
<i>S. martinensis</i>	7.5	-	30.0	6.5	0.0	-	0.0	-
<i>P. elegans</i>	2.5	-	75.0	7.9	2.5	-	0.0	-
		83.7		87.9		81.9		93.4

Plate 1. Photographs of the different stages of the Manilla clam cultivation: i) the seeding and netting of the parcels; ii) clam's growth without any practices and iii) harvesting phase. A dear structuring of the sediment appears with the seeding and the co-occurred netting phase (1); it generates a succession of bumps and burrows at the floor surface. These features persist along the production cycle (2), but are attenuated in high hydrodynamic conditions. The harvest leads to a total breakdown of the first 10 cm of the substrate (3).

1_ Seeding and netting



2_ Clam's growth



3_ Harvesting



Figure 1. Localisation of the study site.

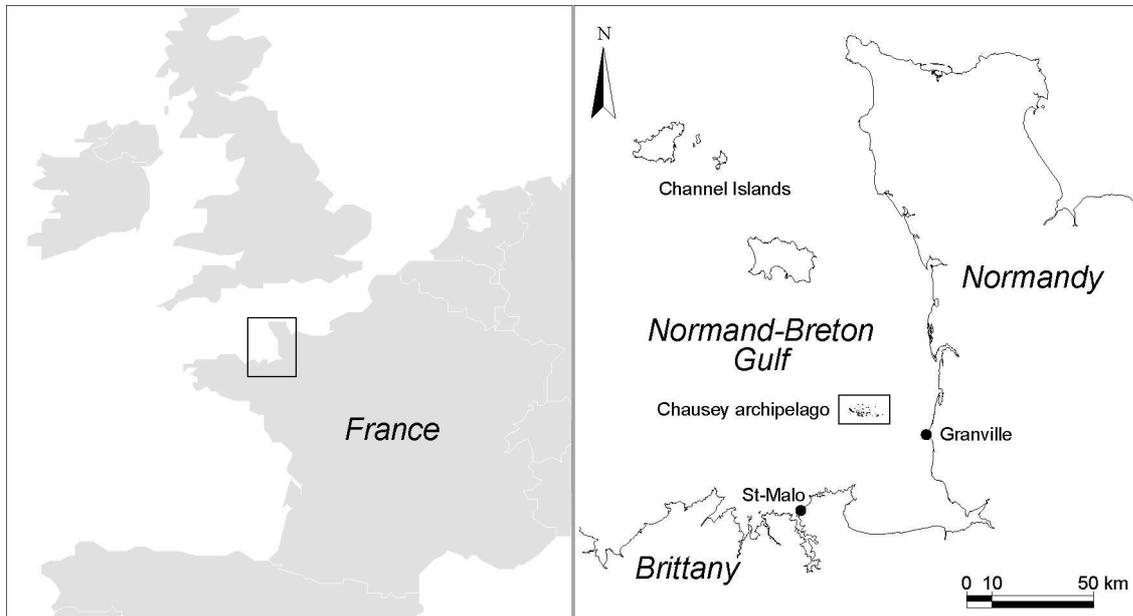


Figure 2. Map of the Chausey farming site showing the layout of Manila clam concessions, the location of the Control area and of the natural *Lanice conchilega* bioherms. The parcels studied in April 2005 (A, B, C, Cbis and D) are detailed according to their step of production.

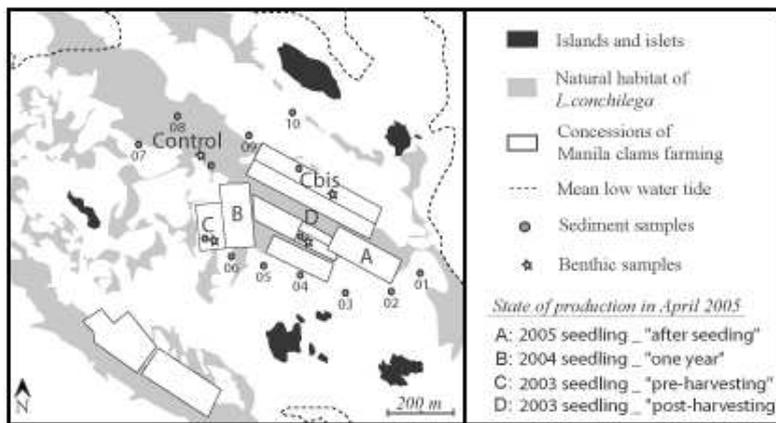


Figure 3. Typical production cycle of the Manila clam cultivation in Chausey. For each step (seeding/netting, maintenance, net removing and harvesting), specific mechanized tractor-towed tool is used. Parcels are let without any practices during the bivalve growing phase (18 to 30 months).

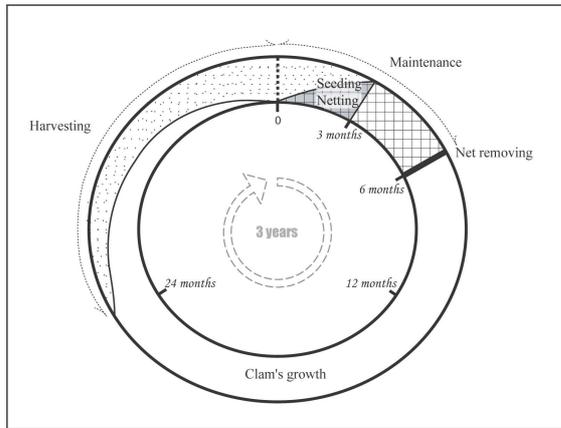


Figure 4. Maps of the spatial distribution of *Lanice conchilega* populations in 3 steps of production (A, B and C) and in the control. The first series (a) results from the kriging of the abundances and the second one (b) from the kriging of the variation coefficients.

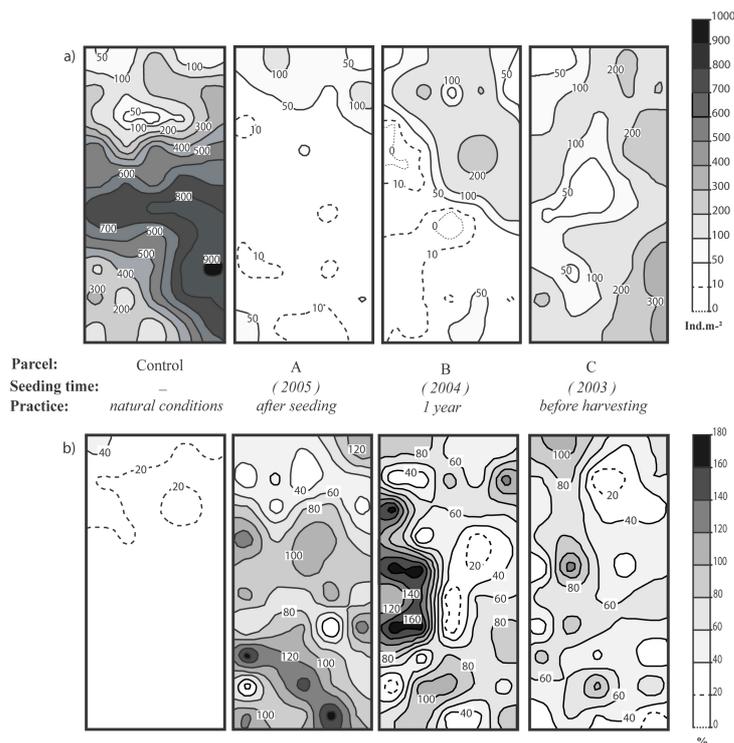


Figure 5. Histograms of size frequencies distributions of *Lanice conchilega* tubes sampled in the control and in C (“before harvesting” step).

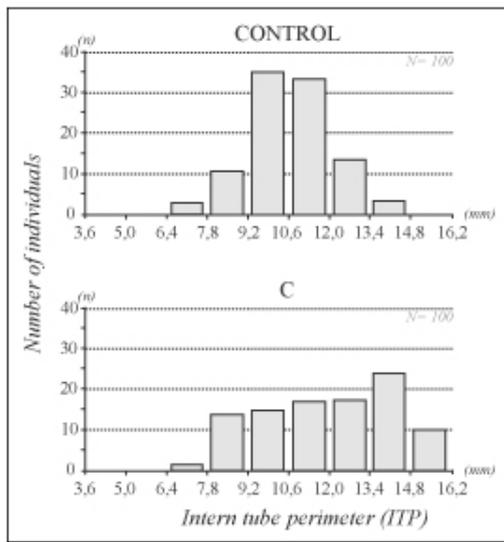


Figure 6. K-dominance curves of the invertebrates assemblages sampled in each sampling parcel (C, Cbis, D and the control). Data for *Lanice conchilega* and *Ruditapes philippinarum* are excluded.

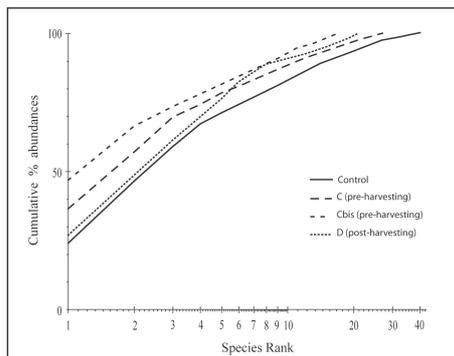


Figure 7. Ordination plots of the invertebrate abundance data (fourth root-transformed) obtained in 4 stations (C, Cbis, D and the control) in which 4 replicates have been sampled. (a) The dendrogram of the hierarchical cluster analysis and (b) the nMDS ordination plots are based on the Bray-Curtis similarity; 2 thresholds of similarity are presented: 40% (full line) and 45% (stippled line).

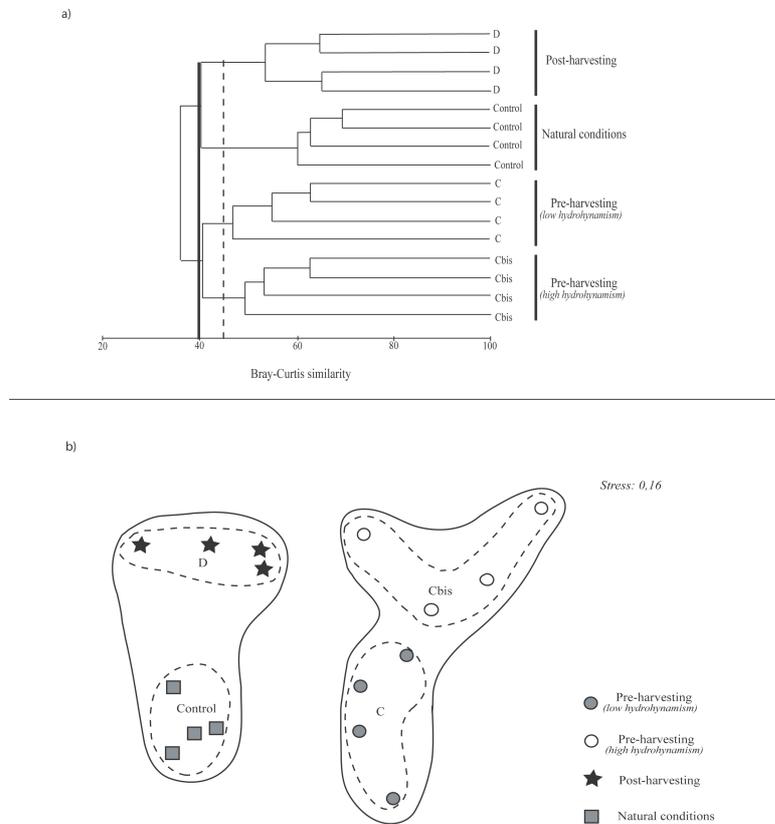
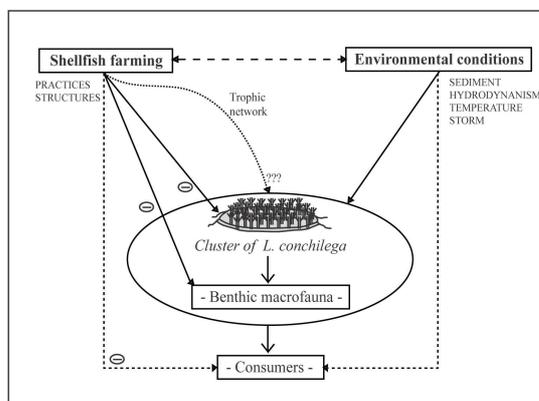


Figure 8. Synthetic conceptual scheme: the cluster of *Lanice conchilega* has a positive effect on the associated benthic macrofauna and this assemblage promotes the presence of secondary consumers like birds and fishes. The environmental and anthropogenic factors affect directly (full line) the *Lanice conchilega* bioherm but also indirectly (stippled line) the secondary consumers populations. In this study, we demonstrated that, via its practices and its structures, the shellfish farming negatively impacts this ecosystem. Submitted to the environmental conditions, the farming could conversely modify this previous factor and thus have additional indirect effects on this ecosystem. Moreover, we wonder about the consequences of Manila clam cultivation on the *Lanice conchilega* bioherms by modifying the trophic network.



Article N°3

Article soumis le 15/10/2007 à la revue 'Marine Ecology Progress Series'.

Statut actuel : en révision.

Clam farmers and oystercatchers: effects of the degradation of *Lanice conchilega* beds by shellfish farming on shorebirds

Laurent Godet*¹, Nicolas Toupoint², Jérôme Fournier¹, Patrick Le Mao³, Christian Retière¹, Frédéric Olivier¹

¹ Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN), Département Milieux et Peuplements Aquatiques, Station marine de Dinard USM0404 - UMR 5178 BOME
17, Avenue George V - 35800 DINARD – France
Tel.: 33(0)299461390

² Université du Québec, ISMER
310, allée des Ursulines - C.P. 3300 RIMOUSKI (Québec) G5L 3A1 Canada
Tel : (1)418 724-1650

³ Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER), Laboratoire Environnement et ressources Finistère-Bretagne Nord ,Station de St-Malo,
2 bis, rue Grout Saint Georges - BP 46 35402 SAINT-MALO Cedex – France
Tel.: 33(0)223185858

Corresponding author: godet@mnhn.fr

ABSTRACT

The Manila clam *Ruditapes philippinarum* cultivation is an original shellfish farming activity strongly mechanized. In the Chausey archipelago (France) this activity settles on the *Lanice conchilega* beds, habitat known to host a rich and diversified benthic macrofauna and which is an attractive feeding ground for birds. A first study highlighted that this activity had strong negative effects on the *L. conchilega* beds and their associated benthic macrofauna. Here we assess the impacts of such an activity on the Eurasian oystercatcher *Haematopus ostralegus* for which Chausey is one of the first national breeding sites and which is also a common species in winter, spring and autumn migrations. We found that oystercatchers selected the *L. conchilega* beds to feed and that they were significantly affected by their degradation following the creation of new clam concessions. In a context of a growing disappearance of pristine coastal ecosystems for the benefit of anthropo-ecosystems, we discuss the problem of the degradation of such benthic habitats with a low resilience which may lose their high functional value.

KEY WORDS: *Lanice conchilega*; Oystercatcher; Shellfish farming; Manila clam; Chausey archipelago

INTRODUCTION

Mainly in response to the overexploitation of natural stocks of living marine resources, aquaculture activities are a growing and diversified industry which settles all over the world on the coastal zones (FAO 1997). There is a fundamental stake in assessing their impacts on such sensitive and narrow spaces where human activities quickly develop. Several authors have shown that aquaculture may have negative ecological (Kaiser & al. 1998) but also socio-economic impacts (Naylor & al. 2000) ranging from minor (Crawford & al. 2003, Danovaro & al. 2004) to important (Newell 2004). The studies about the ecological impacts of aquaculture mainly concern the effects of: (1) fish farming (e.g. Chang & Thonney 1993, Krost & al. 1994, Crawford & al. 2001, Wildish & al. 2001, Brooks & al. 2003), (2) mussel farming (e.g. Kaspar & al. 1985, Baudinet & al. 1990, McKindsey & al. 2006, Richard & al. 2007a, 2007b) and (3) oyster farming (e.g. Nughes & al. 1996, Forest & Creese 2005). The studies mainly focus on the consequences of the biodeposits of cultivated bivalves and on the organic matter enrichment they induce (e.g. Tenore & al. 1982, Mattson & Linden 1983, Kaspar & al. 1985, Grant & al. 1995, Chamberlain & al. 2001; Callier & al. 2006). Moreover, the studies dealing with the impacts on fauna concern essentially the macrobenthic

compartment (Pearson & Rosenberg 1978, Tenore & al. 1982, Mattsson & Linden 1983, Kaspar & al. 1985, Jamarillo & al. 1992, Grant & al. 1995, Simenstad & Fresh 1995, Nughes & al. 1996).

The potential effects of aquaculture on birds are less studied and the few existing studies are recent. They concern fish farming (Kelly & al. 1996, Buschmann & al. 2006), mussel culture (Caldow & al. 2003, Roycroft & al. 2004) and oyster culture (Hilgerloh & al. 1999, Hilgerloh & al. 2001). The effects can be positive, by increasing the abundances of some bird species (Hilgerloh & al. 2001, Caldow & al. 2003, Roycroft & al. 2004, Buschmann & al. 2006) but may be also negative for others species (Kelly & al. 1996). However, with regards to the wide variety of aquaculture practices but also to the diversity of the impacted environment features and of the species concerned, it is difficult to draw general conclusions and case-by-case studies are therefore still required.

In the Chausey archipelago (Normandy, France), an original shellfish farming activity developed since the 1980's: the Manila clam *Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeves, 1850) cultivation. The clam production cycle is performed in 3 years. After spat seeding using a sowing machine, recruits are immediately covered with plastic nets (5mm mesh size) to avoid crab and bird predations. Nets are removed just before winter (approximately 6 months after seeding) when clams have reached a length of 10mm. The second year, farmers let the concessions without any practices to let the bivalves grow. The harvesting phase starts during the third year, at spring, and clams are collected by a tractor-towed sifter which samples the first 10cm of the substratum. Nowadays, clam concessions cover 40ha of the Chausey sandflats. In August 2006, 16ha of new clam concessions were created, and we used this as a potential 'perturbation' factor.

In the archipelago, this activity is restricted to the 100ha of dense *Lanice conchilega* (Pallas, 1766) beds. These benthic habitats, related to dense aggregations of this tube-building polychaete, are known to be rich, diversified (Zühlke & al. 1998, Zühlke 2001, Callaway 2006, Godet & al. 2008) and are attractive feeding grounds for fishes (Braber & De Groot 1973, Amara & al. 2001, Rijnsdorp & Vingerhoed 2001) but also for waders and gulls (Goss-Custard & Jones 1976, Yates & al. 1993, Petersen & Exo 1999, Godet & al. 2008).

In 2005, we conducted a first study focusing on the impacts of the Manila clam cultivation on the Chausey's *L. conchilega* beds and on their associated benthic macrofauna (Toupoint & al. submitted). This study mainly revealed that clam cultivation induced a decrease of both the *L. conchilega* densities and of the abundance and the diversity features of the associated macrofauna. Moreover, this study suggested that densities of *L. conchilega*, abundance and diversity features of the associated macrofauna seemed to

increase along the production cycle. In this paper, we aimed at assessing the impacts of Manila clam cultivation on the Eurasian oystercatcher *Haematopus ostralegus* Linnaeus, 1758. We selected this species, traditionally used as a model species in studies about waders (Goss-Custard 1996), because the Chausey archipelago is one of the first French breeding sites for the species and it is one of the only waders present all over the year in the site (Debout & al. 2004).

The aim of this study is to assess the effects of the deterioration of *L. conchilega* beds on the feeding oystercatchers and to determine the spatio-temporal dynamics or the *L. conchilega*. More specifically, we tested if: (1) the oystercatchers prefer the *L. conchilega* beds rather than clam concessions or other available habitats for feeding, and (2) if the oystercatchers were affected by the degradation of the *L. conchilega* beds induced by the creation of new clam concessions (i.e. 'the perturbation')?

MATERIALS AND METHODS

Study site and study area

The Chausey islands are located in the Breton-Normand Gulf (France), which is submitted to an extreme megatidal regime (tidal range up to 15.5 m during spring tides) (Fig. 1A). This archipelago roughly covers 4500ha with 1400ha of sandflats emerged during extreme low water spring tides and 830ha during mean low water spring tides. The complexity of this archipelago of more than 100 islets, combined with the extreme megatidal regime of the Gulf, provides highly fragmented intertidal benthic landscapes. Among the high numbers of benthic intertidal habitats of the site (Godet & al. 2008), the *L. conchilega* beds cover 100 to 120ha with densities exceeding mostly 400 ind.m⁻². Within the archipelago, a 130ha study area was selected because it includes Chausey largest *L. conchilega* bed (38ha), 2/3 of the clam concessions and large sand banks (Fig. 1B & 1D).

Monitoring *L. conchilega* superficies and densities over three years

Initial maps of *L. conchilega* bed of the study area have been performed *via* photo-interpretation of 1982, 1992 and 2002 aerial photograph mosaics. The 2002 air photographs completed by field observations collected in April 2005 were used to map the 2005 *L. conchilega* beds. Two additional field surveys conducted in April 2006 and April 2007 were necessary to update this last map by collecting waypoints along the boundaries of the beds using Global Positioning System (GPS).

In April 2005, spatial distributions and densities of the *L. conchilega* were examined on four 1.28ha areas (80x160 m) located in three Manila clam concessions corresponding to different stages of production (just seeded (S), one year after seeding (S+1), two year after seeding (S+2)) and in the main

L. conchilega bed (Fig. 2). For each 1.28ha area, densities were estimated on 50 sampling stations regularly distributed (cell = 16 m) by performing numerical pictures (3008x2000 pixels) with a Nikon D70 reflex of three 0.25 m² randomly selected quadrats (Fig. 2). Once in laboratory, the number of intact sand-fringes were counted on the pictures because this parameter is highly correlated to the number of individuals burrowed in the sediment (Ropert & Dauvin 2000, Strasser & Pieloth 2001, Zühlke 2001, Callaway 2003a): in the bay of Veys, Ropert (1999) has shown that the error associated to this method did not exceed 3 %. We have repeated this operation in April 2006 and April 2007 in order to assess the spatial dynamics of the *L. conchilega* populations over 3 years.

Differences between mean densities of *L. conchilega* in the different areas were tested using either a one-way analysis of variance (ANOVA) or non-parametric KW tests depending on homogeneity of variances (tested by Levene test) and normality (controlled by direct observation of residuals (Quinn & Keough 2002)). For post hoc comparisons LS means and non-parametric multiple comparison tests (Scherrer 1984) were adopted for respectively parametric and non parametric statistic. Spatial distributions of *L. conchilega* were assessed by interpolating the mean abundances associated to the 50 sampling stations by the kriging method, using Surfer[®] software.

Bird counts and related statistical analysis

Oystercatchers were counted during 11 spring tides, during ebb tide, from mid-tide to low tide. These 11 spring tide counts have been dispatched over the wintering, the migration and the breeding period: twice in winter 2006 (01/02; 02/02); 3 times in spring 2006 (26/04; 27/04/06; 28/04); twice in summer 2006 (25/05; 26/05), in autumn 2006 (07/10; 08/10) and in winter 2007 (19/02; 20/02). In order to assess the evolution of bird number and distribution along each ebb tide, birds were counted every 20mn (9 to 11 counts per day; total number of counts over the study: 105). In order to assess the bathymetric distribution of the birds in relation with the decreasing ebb tide, 4 bathymetric belts were materialized on the sea bottom by plastic sticks. For each 20mn count, we noticed the bathymetric belt and the habitat where birds were present (i.e. *L. conchilega* bed, clam concessions or sand banks). Feeding birds were distinguished from other birds (considered as 'at rest'). In our data analyses, we defined an 'attractive bathymetric belt' because waders followed the tide line and always used the just emerged tidal zones: this belt corresponds to the just-emerged bathymetric belt.

In our bird data analyses, we consider two factors: the habitats (*L. conchilega* beds, sand banks or clam concessions) and the perturbation (the state before and the state after new clam concession

creation). At each count, a theoretical bird number was calculated for each habitat, assuming that the bird distribution was homogeneous over the attractive belt. In consequence, the theoretical bird number per habitat was equal to the total bird number on the attractive belt at one time divided by the specific habitat surface. For example, if 100 birds were counted on the attractive belt during one observation and if the habitat surfaces on the attractive belt were estimated to 10ha of *L. conchilega* beds, 20ha of clam concessions and 70ha of sand banks, the theoretical bird numbers were therefore: 10 birds on *L. conchilega* beds, 20 birds on clam concessions and 70 birds on sand banks. When birds were overlapping two virtual bathymetric belts, we calculated mean superficies of the habitats of the two corresponding belts. All the superficies were calculated with the Geographic Information System (GIS) Software Arcview 3.1 (ESRI 1998).

At each 20mn count, and for each habitat, we finally calculated a feeding exploitation rate 'y' as follow: (observed feeding birds - theoretical feeding birds) / theoretical feeding birds. 'y' is positive when birds exploit an habitat more than expected, and conversely.

y-values were compared by mixed model analysis of variance (ANOVA) with day count being a random factor and habitat and perturbation considered as fixed factors. When the theoretical number and the observed number of feeding birds were equal to 0, the data were not included in our analyses.

RESULTS

A global regression of the *L. conchilega* beds

There was a global spatial decline of the main *L. conchilega* bed between 1982 and 2007 (Fig. 3). Two regressions were particularly important, the first between 1982 and 1992 and the second between 2006 and 2007, the last one being mainly localized within the newly settled clam concessions. However, minor other spatial variations also occurred aside from the concessions, especially in the western part of the area.

The analyse of the *L. conchilega* densities over the 3 last years within the clam concessions and within the main natural bed (Fig. 4) highlighted 3 main points: (1) the densities of *L. conchilega* were always higher within natural bed than within clam concessions, (2) *L. conchilega* densities on the clam concessions were significantly the lowest after seeding (S) and tended to increase during the 2 following years (S+1 and S+2), (3) *L. conchilega* densities in the natural *L. conchilega* bed were significantly different between years. There was an important decrease of the densities between April 2005 and April 2006 (-66%) and a slight decrease between April 2006 and April 2007 (-5%).

Birds followed the ebb tide and switched to another place at low tide

As expected, birds followed the ebb tide line and thus exploited successively the bathymetric belt 1, 2, 3 and 4 (Fig. 5). Nevertheless, after the creation of the new concessions, birds left the area 45 min before low tide.

Birds switched from *L. conchilega* beds to sand banks after the perturbation

Before the perturbation, birds were at rest on sand banks at mid tide. Then, they fed on sand banks and on clam concessions and a large and increasing number of new birds joined the already present birds one hour after mid tide and fed massively on the *L. conchilega* bed (Fig. 6). From 100 minutes after mid tide to the low tide, bird number decreased slowly and all the remaining birds fed on *L. conchilega* bed. After the perturbation, the feeding activity and the spatial distribution of the birds were different. After a roosting phase on sand banks, they also fed both on sand banks and clam concessions, but no arrival of new birds was observed later than one hour after mid tide and there were more birds feeding on sand banks than on *L. conchilega* bed. Furthermore, all the birds left the area from 160mn after the mid-tide.

Birds significantly selected the different habitats for feeding ($F = 35.5$, $p = 0.0001$) and this habitat selection significantly differed before and after the perturbation ($F = 25.6$, $p = 0.0001$) (Table 1). The oystercatchers over-exploited the *L. conchilega* beds before the perturbation, but under-exploited them after (mixed model analysis of variance $p < 0.0000$ – Fig. 7). They under-exploited the sand banks before the perturbation, but over-exploited them after (mixed model analysis of variance $p < 0.0000$ – Fig. 7). Finally, they under-exploited the clam concessions both before and after the perturbation but they exploited them more extensively after the perturbation (mixed model analysis of variance $p = 0.0004$ – Fig. 7).

DISCUSSION

Long-term environmental changes of *L. conchilega* within natural bed vs short-term irreversible changes within shellfish concessions

The densities of *L. conchilega* may vary both within clam concessions and within natural *L. conchilega* bed. The variation of *L. conchilega* bed superficies may be explained by the creation of new concessions, which removed the former *L. conchilega* bed but also by other environmental parameters aside from the clam concessions. Environmental parameters controlling the spatio-temporal variations of the *L. conchilega* bed have been studied by several authors among which low-temperature during severe winters seem to have strong negative effects (Buhr & Winter 1976, Strasser & Pieloth 2001, Zühlke 2001). The rather low-temperatures during the 2005-2006 winter

may explain the natural regression of the bed; nevertheless, we don't have enough observations to detect short-term variations, like seasonal changes or year-to-year variations along several decades. However, even if these habitats are very dynamic, the main beds remained during the two last decades. Furthermore, historical testimonies revealed that there were already present in the Chaufey archipelago since 1828 (Audouin & Milne-Edwards 1828) and 1923 (De Beauchamp 1923a). That is why we assume that environmental parameters involve short-term changes (seasonal or year-to-year changes) but that there is a global stability of these habitats over long-time scales (decades or centuries). On the contrary, clam cultivation activities have strong mechanical effects of a predefined rhythm of three years. The seeding and harvesting phases drastically decreased the densities of *L. conchilega* which seemed to slowly recolonize during the two following years. Furthermore, on clam concessions *L. conchilega* densities never reached the densities of the natural beds.

In consequence, natural *L. conchilega* beds may vary on short-time scales but must be stable on long-term time scales. On the contrary, *L. conchilega* on clam concessions were essentially controlled by short-time variations, and can probably never reach such densities as those of natural *L. conchilega* beds so that these short-time variations over 3 years are irreversible as long as this perturbation remain.

***L. conchilega* beds are attractive feeding grounds...**

Before the creation of the new clam concessions, *L. conchilega* beds were significantly selected by oystercatchers as a major feeding ground. By comparing our data with the Wetland International winter counts on this site, we found that approximately 2/3 of the wintering oystercatchers of the site fed on our study area, and so on the *L. conchilega* beds of the area (data from the Groupe Ornithologique Normand).

Over the first period, oystercatchers clearly selected the *L. conchilega* bed to feed, avoided the other available habitats and new birds arrived when the main beds began to emerge. However, from 100m after mid-tide, we observed birds leaving progressively the area. This phenomenon can be explained by the bathymetric configuration of the site. The maximum number of birds fit with the time where the attractive bathymetric belt overlapped the largest superficies of *L. conchilega* bed. After this time, the attractive belt was contracting on itself to become smaller and horseshoe-shaped: the available attractive grounds for the birds were smaller and birds left the area to feed elsewhere. Actually, we observed that a part of the birds went to another *L. conchilega* bed in the periphery of our study area, and during extreme spring tides other birds went to habitats

constituted of a mix of *L. conchilega* beds and *Zostera marina* beds, also close to our study area.

The attractiveness of the *L. conchilega* beds is certainly due to the high abundance of macrobenthic invertebrates hosted in the *L. conchilega* beds. Among the 7 main intertidal habitats of soft sediments we studied earlier, *L. conchilega* beds were (together with *Zostera marina* beds) the habitat hosting the richest and the most diversified benthic macrofauna (Godet & al. 2008). Moreover, 4 rakings of 1m² on 3 different *L. conchilega* beds of the archipelago highlighted the important abundances of large bivalves especially the Cockle (*Cerastoderma edule*) (mean number of 10 ind.m² and up to 23 ind.m²), known to be an important prey for the oystercatcher (Cramp & Simmons 1983). There are also probably other parameters explaining the attractiveness of the *L. conchilega* beds which have to be explored, such as the presence of mounds and depressions generated by the aggregations of the worm (Carey 1987) and which retain shallow waters which must be attractive for feeding birds. This attractiveness of the *L. conchilega* beds for the waders but also the gulls have been already shown by few authors (Goss-Custard & Jones 1976, Yates & al. 1993, Petersen & Exo 1999, Godet & al. 2008) but here we also assessed a state with 'healthy' *L. conchilega* beds and a state after a strong degradation.

... but without resilience of their functional value....

The first study we conducted on the impacts on the clam cultivation on the benthic macrofauna revealed that the diminution of *L. conchilega* densities fit with a diminution of the abundance, the species richness and the species diversity of the associated macrofauna (Toupoint & al. submitted). These results fit with the results of Zühlke (2001) who concluded that the positive effects of *L. conchilega* were ephemeral and disappeared in the same time than the disappearance of the aggregations of the worm. The present study revealed that the positive effects of the *L. conchilega* beds for birds are also ephemeral: the disappearance or the diminution of *L. conchilega* involved a rapid loss of attractiveness for the feeding oystercatchers.

...and with a limited accessibility

In intertidal areas, the attractiveness of the habitats for birds have to be pondered not by their total superficies but by their mean emerged superficies over one period. For example, *Zostera marina* beds can be very attractive for feeding birds like brants *Branta bernicla* but are only emerged, and so accessible for birds, during spring tides, on the contrary to *Zostera noltii* beds located on rather higher bathymetric levels. In this study, we only conducted our field surveys during spring tides so that our results are not representative of one year. Actually, *L. conchilega* beds are all located below mean low

water neap level and mainly overlap the mean low water spring level up to subtidal areas. In consequence, *L. conchilega* beds are not emerged, and so not exploited by birds, during neap tides. Over one year, on a 't' time, less than 15% of the 100ha of *L. conchilega* beds of the archipelago are emerged. Nevertheless, a habitat with short-time accessibility may have a strong importance for feeding birds. Further analyses have to be conducted in order to determine the trophic importance of the *L. conchilega* beds for a bird population on a given site and for a given period.

The introduced clams do not replace the original food resource

Before conducting this study, we did not have any clear hypothesis about the potential impacts of Manila clam farming on oystercatchers. We expected that the degradation of *L. conchilega* beds should have negative effects. However, we also supposed that the Manila clams should have been a new food resource for the oystercatchers. Caldow & al. (2007) recently showed that introduced Manila clam populations can be a new food resource for oystercatchers and can even reduce their over-winter mortality. Quite surprisingly, we found that oystercatchers did not select the clam concessions for feeding. Different hypothesis may explain this lack of attractiveness of the clam concessions for the oystercatchers.

Oystercatchers are bivalve-eaters and are known to prefer cockles (*Cerastoderma edule*), mussels (*Mytilus edulis*) and baltic tellin (*Macoma balthica*) (Cramp & Simmons 1983). In Chausey, natural mussels beds and baltic tellin are scarce but cockles are common and are mainly found both in *L. conchilega* beds and in coarse to medium muddy sands of the western part of the site (Godet & al 2008). Consequently, oystercatchers have another abundant available food resource in the remaining *L. conchilega* beds of the site and in the western part of the site. Furthermore, oystercatchers are known to specialise in one type of prey according to the site (Feare 1971, Dare & Mercer 1973, O'Connor & Brown 1977) and also in one type of feeding techniques (Cramp & Simmons 1983, Goss-Custard 1996). The switch to another prey may occur but often results from a crash of the preferred prey (Hulscher 1964, Dare & Mercer 1973). If the oystercatchers of Chausey still have abundant available preys like cockles, they do not need to turn to other preys like Manila clam, even if these ones are abundant. Our results fit well with the results of others studies about the 'aggregative responses' (Hassel 1966) of predatory birds to their prey. For example, Caldow & al. (2003) only found a weak aggregative response of the oystercatchers when they laid high densities of mussels on experimental plot. The authors explained this result both by the

availability of alternative feeding grounds and maybe the size of the mussels used to seed the plot.

Moreover, potential predation of the oystercatchers on Manila clam depends on the clam sizes and the presence/absence of nets. Plastic nets, placed from April to September/October just after seeding (1st year of the production cycle) protect the concessions from any bird predation: birds cannot feed nor on clam nor on other benthic species. Moreover, oystercatchers tend to select bivalves over 10-15mm: Manila clam from 16 to 50mm (Caldow & al. 2007); mussels over 10mm (Drinnan 1958); cockles over 10-15mm (Drinnan 1957, Hulscher 1964, Goss-Custard & al. 1977) or baltic tellin over 10-15mm (Hulscher 1964, Goss-Custard & al. 1977). In Chausey, plastic nets are removed when the clam have reached a length of 10mm. Consequently, during the first year of the production cycle, clam concessions are not attractive for oystercatchers because: (1) during 6 months nets prevent from any predation, (2) during the following months, clam are hardly large enough to be predated by the birds, (3) we saw that the associated benthic macrofauna are less abundant in one-year concessions. Actually, clam concessions are potentially the most attractive during the 2nd year of the production cycle until the beginning of the 3rd year, before harvesting. The proportion of the superficies of the concessions of one, two or three years vary from year to year. The year 2006 can be considered as the 'worst' situation with 47% of the total superficies of the clam concession just seeded. This can explain the lack of attractiveness of the concessions during our study. Nevertheless, we did not found any differences between the different concessions of one, two or three years for the attractiveness of the birds.

CONCLUSION

We can consider that *L. conchilega* beds are an attractive habitat for the oystercatchers of the Chausey archipelago. The destruction of this habitat *via* clam cultivation induces a significant loss of attractiveness for the feeding oystercatchers. The issue is even more serious when one considers that if there are natural variations *L. conchilega* beds over the years (in terms of density and superficies), the destruction of these beds *via* clam cultivation, which is a growing activity, seem to be irreversible, except if the concessions are removed.

Natural variations of benthic habitats may drastically affect the birds. Nevertheless, the rapid growing of the shellfish farming activities along the world coasts may have irreversible and increasing negative impacts on secondary consumers which begun to be explored by the scientific community.

ACKNOWLEDGEMENTS

We especially thank T. Abiven and A. Guigny (Syndicat Mixte 'Espaces Littoraux de la Manche') for their collaboration during fieldwork. We thank the Société Atlantique de Mariculture (SATMAR) and especially J.F. Toulorge and J.M. Le Saint, for their technical help. We are grateful to P. Archambault (ISMER-Université du Québec à Rimouski) and V. Devictor (Muséum National d'Histoire Naturelle) for suggestions regarding statistics and P.H. Norwood for improving the English of this manuscript.

Tables et Figures de l'Article N°3.

Table 1. Feeding exploitation rates (y) compared by mixed model analysis of variance (ANOVA) with day count being a random factor and habitat and perturbation considered as fixed factors.

Factors	Df	F	p
Habitat (1)	217	35.46	<0.0001
Perturbation (2)	9	0.02	0.9026
(1) X (2)	217	25.64	<0.0001

Figure 1. Study site and study area within the study site. A: Localization of the Chausey archipelago. B: Study area within the study site. C: Bathymetric map of the study area. D: Intertidal habitat map of the study area.

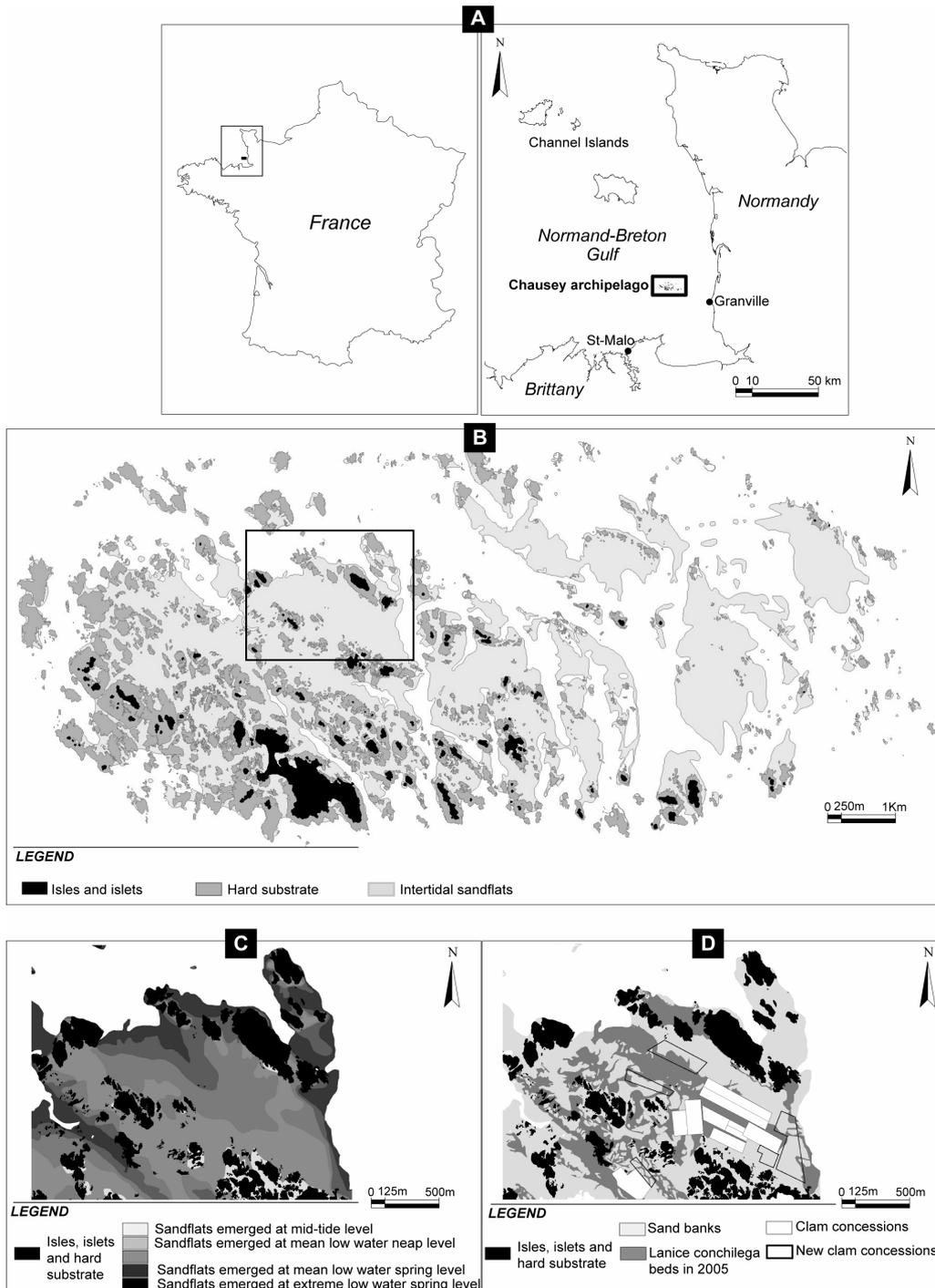
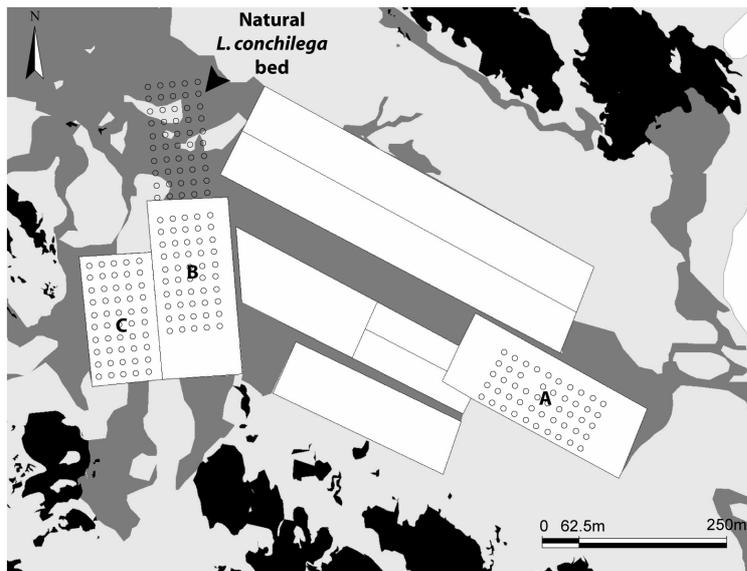


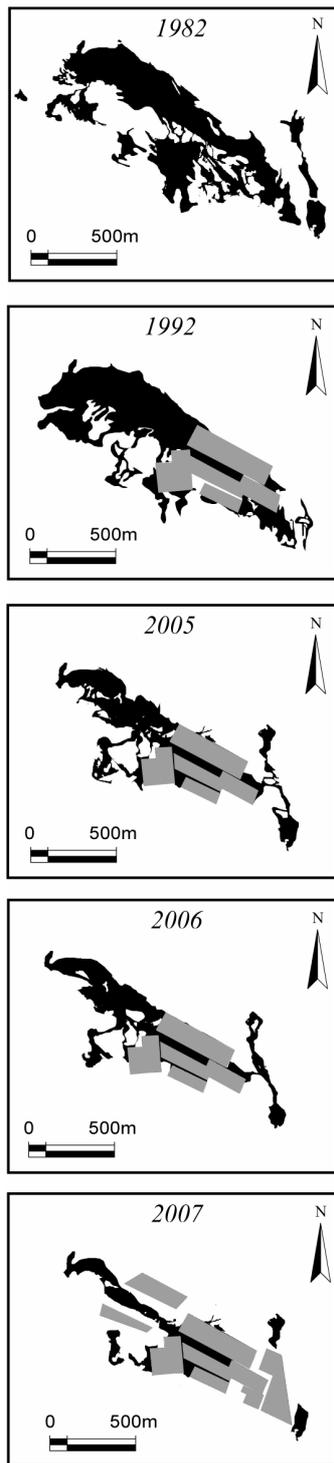
Figure 2. Sampling design for the monitoring of the *Lanice conchilega* densities on three clam concessions (A, B, C) and on the natural *Lanice conchilega* bed.



LEGEND

- | | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| ○ Photo sampling station | □ Sand banks |
| ■ Islets and hard substrate | ■ <i>Lanice conchilega</i> beds |
| | □ Clam concessions |

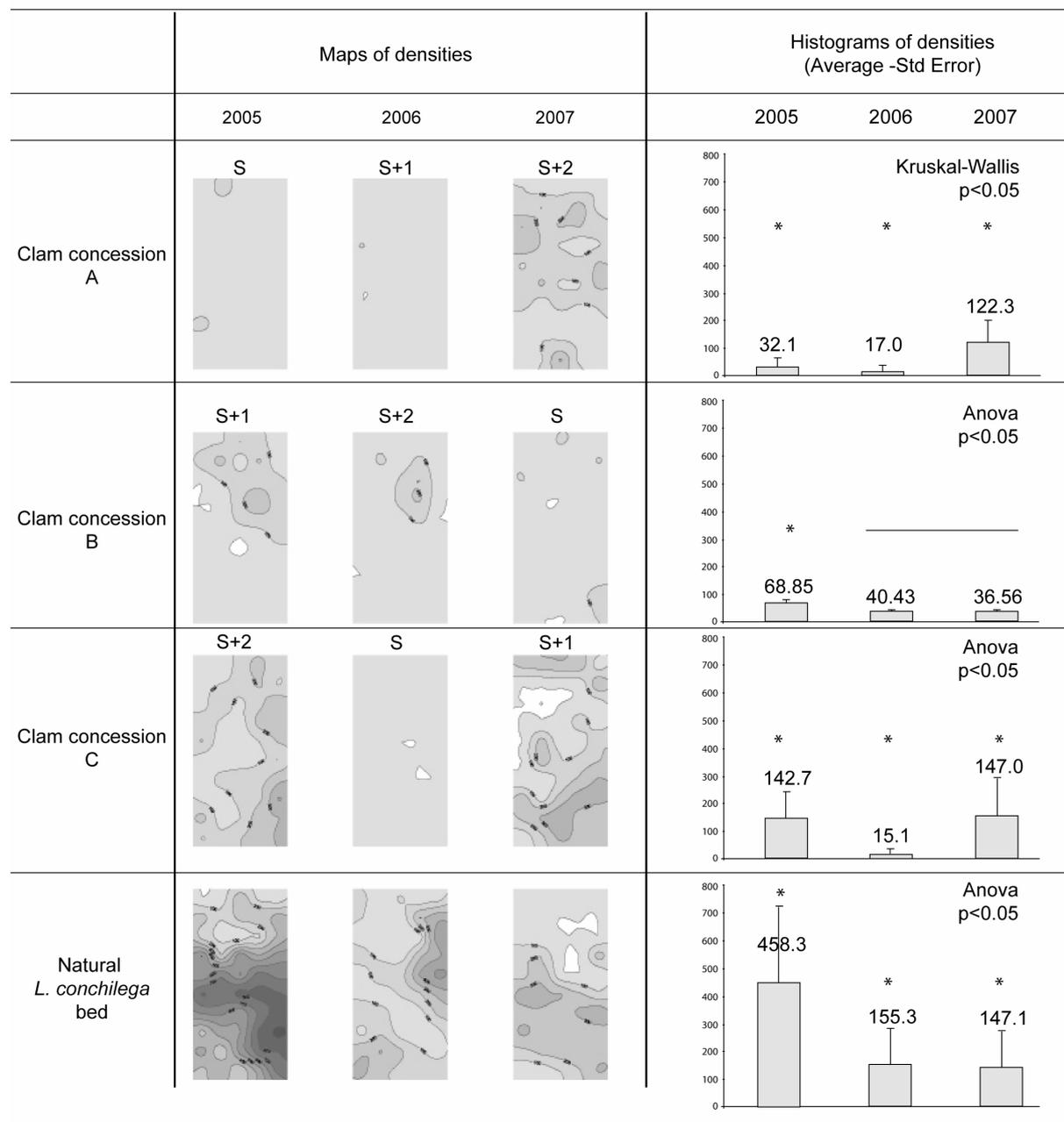
Figure 3. Spatial evolutions of the main *Lanice conchilega* bed of the study area between 1982 and 2007.



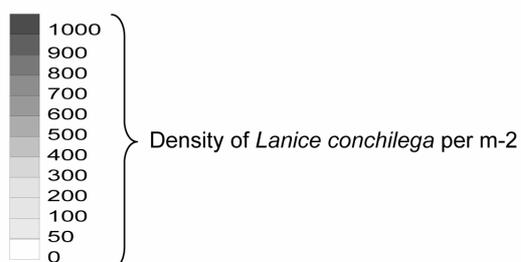
LEGEND

- Main *Lanice conchilega* beds
- Clam concessions

Figure 4. Evolutions of the densities of *Lanice conchilega* on different clam concessions and on the natural *L. conchilega* bed between 2005 and 2007.

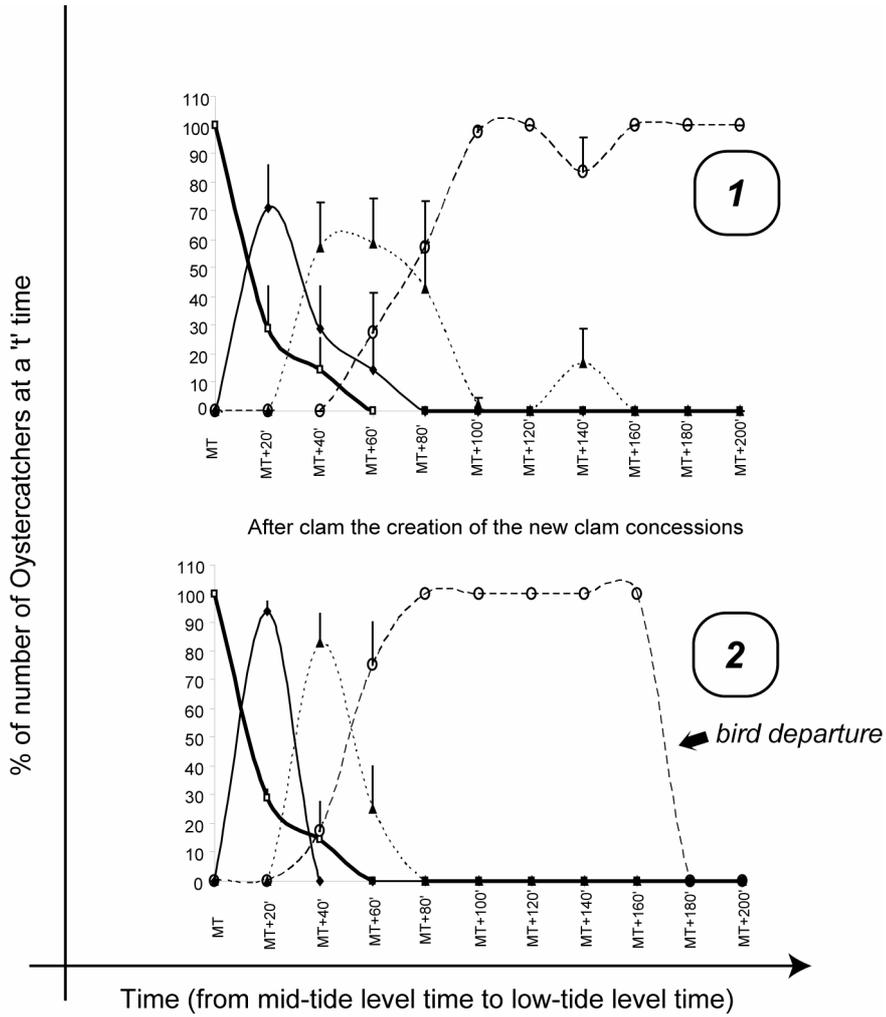


LEGEND



- S Clam concession at the year of seeding
- S+1 Clam concession one year after seeding
- S+2 Clam concession two years after seeding

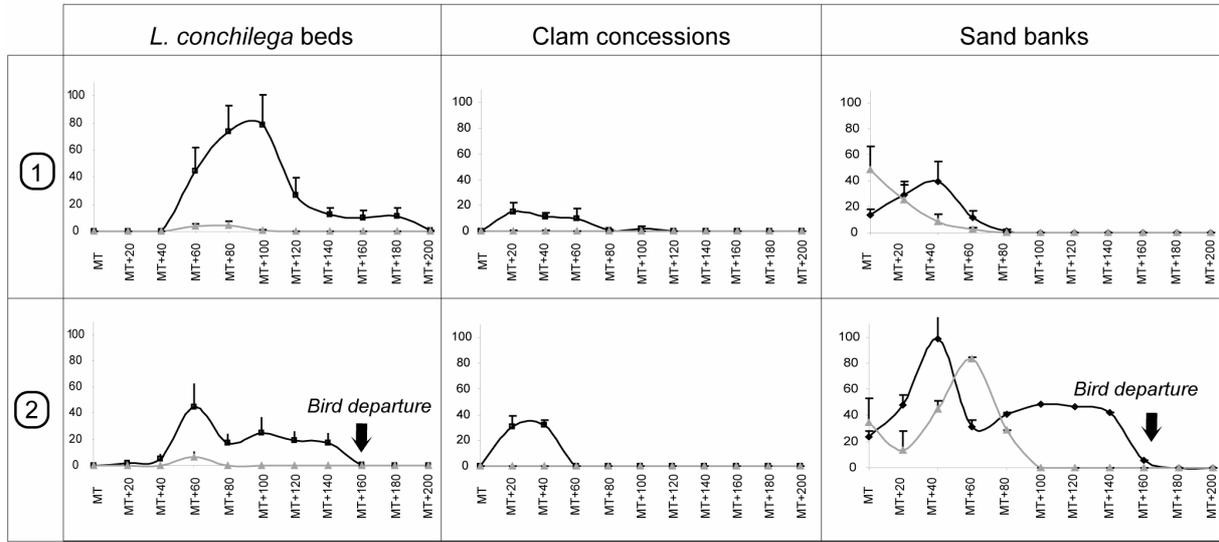
Fig. 5. Bathymetric distribution of the oystercatchers (Average - Std Error)



LEGEND

- Bathymetric belt 1
 - ◆— Bathymetric belt 2
 - ▲··· Bathymetric belt 3
 - Bathymetric belt 4
- MT+20' Mid tide level time + 20 minutes
- 1 Before perturbation
- 2 After perturbation

Fig. 6. Number of feeding birds and birds at rest on each habitat between mid tide and low tide (Average - Std Error)



LEGEND

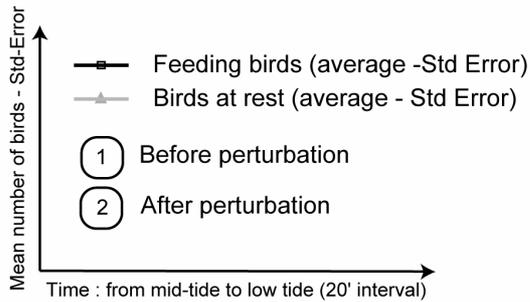
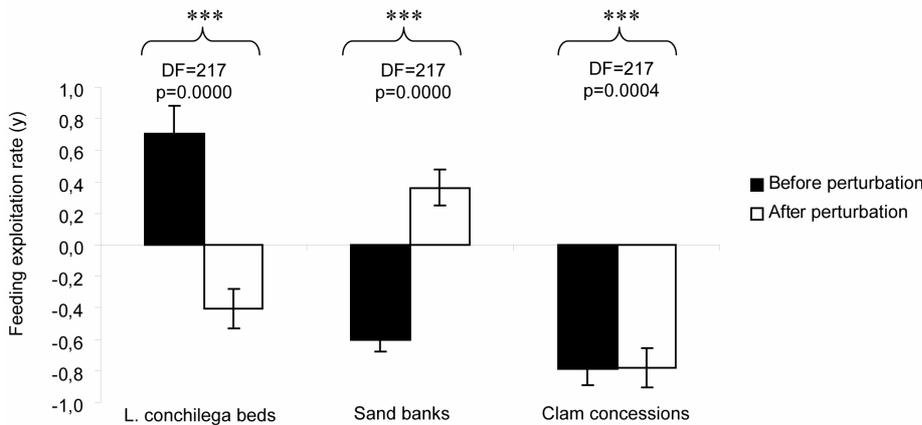


Fig. 7. Feeding exploitation rate (y) per habitat before and after perturbation. Feeding exploitation rates were compared by mixed model analysis of variance (ANOVA) with day count being a random factor and habitat and perturbation considered as fixed factors (***: $p < 0.05$)



Conclusion

La correspondance entre les zones de régression des banquettes à *L. conchilega* et les zones d'implantation de structures conchylicoles n'est donc pas une simple coïncidence. Dans cette partie nous avons montré que la vénériculture est une activité extrêmement destructrice pour cet habitat.

Cette activité a des impacts importants sur l'espèce *L. conchilega* elle-même et toute la macrofaune benthique associée. Les densités de *L. conchilega* ainsi que de l'abondance et la diversité de la macrofaune benthique diminuent significativement suite à la phase de récolte des palourdes, et tendent à augmenter lentement le long du cycle de production, sans toutefois atteindre la situation initiale observée sur les banquettes naturelles. Même si les assemblages cénotiques restent similaires entre les banquettes et les parcs à palourdes, cette activité engendre donc un appauvrissement faunistique très important.

La dégradation des banquettes par la vénériculture a également des impacts très négatifs sur les oiseaux. A travers l'exemple de l'huître pie, nous avons pu mettre en lumière l'importance des banquettes pour l'alimentation des oiseaux. Les huîtres sélectionnent bien cet habitat pour s'alimenter mais ils délaissent les parcs à palourdes. En outre, la diminution des densités de lanice et la régression importante de la banquette suite à l'implantation de parcs supplémentaires a eu pour effet un délaissement des banquettes par les oiseaux et un report sur d'autres zones d'alimentation.

Les banquettes à *L. conchilega* présentent donc un enjeu écologique de conservation fort puisque leur disparition ou leur dégradation ont des impacts négatifs très significatifs à la fois sur le compartiment benthique mais aussi sur les oiseaux en tant que consommateurs secondaires.

Dans la partie suivante, nous allons synthétiser au travers d'un article (Article N° 4) les besoins de conservation des banquettes à *L. conchilega* du point de vue des enjeux, aléas et possibilités de conservation, aussi bien en termes écologiques que socio-économiques. A l'issue de cette partie, des enseignements généraux pourront être tirés pour être appliquées ensuite aux autres habitats intertidaux de substrat meuble du site.

3. Synthèse : prendre en compte la valeur fonctionnelle des banquettes à *L. conchilega* et des espèces communes en général

Article N°4

Article accepté le 28/08/2007 dans la revue *Ambio: a Journal of the Human Environment*.

Statut actuel : sous-presse.

Considering the functional value of common marine species as a conservation stake.

The case of the sandmason worm *Lanice conchilega* (Annelida polychaeta, Pallas 1766)

beds.

Laurent Godet*¹, Nicolas Toupoint*, Frédéric Olivier*, Jérôme Fournier*, Christian Retière*

* Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Milieux et Peuplements Aquatiques, Station marine de

Dinard USM0404 - UMR 5178 BOME

17, Avenue George V - 35800 DINARD - FRANCE

¹ Corresponding author: godet@mnhn.fr

Tel: 0033 2.99.46.13.90

Fax: 0033 2.99.88.29.42

Number of words: 4482

Running title: Functional value of common species as a conservation stake.

ABSTRACT

The conservation of the marine environment mainly focuses on threatened elements and more precisely on vulnerable and endangered species like birds and mammals. When dealing with the conservation of marine habitats, the scientific community is mainly interested in hot spots of diversity, like seagrass beds in Europe or hot spots of endemism, like coral reefs in tropical areas. Nevertheless, with the example of a common and widespread marine invertebrate, the sandmason worm (*Lanice conchilega*, Polychaeta, Terebellidae), we show that vulnerability and rarity are not the only criteria to take into account in order to select the best natural element to conserve. This species can form dense beds which increase biodiversity, are attractive feeding grounds for birds and fishes and have a high socio-economic value. In consequence, they have a high functional value which can be considered as an important conservation stake. Through the example of the Chausey archipelago and the Bay of the Mont Saint-Michel (France), we propose a synthetic interdisciplinary approach to evaluate the conservation needs of these beds. The issue is even more pressing when one considers that these natural elements and many similar ones still do not benefit from any legal protection in Europe despite their high heritage value.

INTRODUCTION

The scientific literature about the conservation of biodiversity mainly focuses on threatened or rare species (Grenyer & al. 2006). In marine biology, special interest is given to either the conservation of birds and mammals, or rich and diversified habitats known as 'hotspots' (Bedulli & al. 2002, Price 2002, Roberts & al. 2002) illustrated by coral reefs in tropical areas (Mora & al. 2006). In consequence, common invertebrate species are generally excluded from any legal protection, despite their potential functional value. A lot of marine invertebrate species (e.g. the lugworm *Arenicola marina* (Volkenborn 2005)) can modify, create or maintain natural habitats and can therefore be considered as 'ecosystem engineers' (Jones & al. 1994). Several studies on these species have reported effects of their biogenic structures on the benthic boundary layer flows. For example current velocity significantly decreases within high density patches of tube-building marine worms (Eckman & al. 1981, Pawlik & Butman 1993, Friedrichs & al. 2000). There are also effects on sediment features and dynamics: engineer species are able to either stabilize or to rework large quantity of sediments (Cadée 1976, Eckman & al. 1981, Nowell & al. 1981) and to modify its texture (Gram 1968, Rhoads & Young 1970, Snelgrove & Butman

1994). Above a threshold density, marine invertebrates can even produce original sedimentological structures (Carey 1987, Féral 1989). Finally, these studies have also reported positive effects on the macrozoobenthic assemblage features (increase of the abundance and the total diversity) associated to dense patches of engineer species (Kumaraswamy Achary 1969, Gruet 1977, Dias & Paula 2001, Dubois & al. 2006). Furthermore, some ecosystem engineers are locally endangered by human activities (Riesen & Reise 1982, Vorberg 2000, Dubois & al. 2002).

Unfortunately, the studies relative to the functional values of populations of common engineer marine invertebrates are mainly restricted to ecological disciplines. Furthermore, to the exclusion of traditionally commercial-interest species, to our knowledge, no studies have integrated the potential socio-economical benefits of common temperate marine invertebrate populations for human activities.

The aim of the present work is to assess the potential conservation stakes of populations of common soft-bottom marine invertebrates through their functional values, both from biological and socio-economic points of view. The model species, the sandmason worm *Lanice conchilega* (Polychaeta Terebellidae), has been chosen upon the following criteria.

Firstly, this species has a wide distribution (from Europe to California or Australia). Its largest populations are located in Northern Europe (Fauvel 1969, Holthe 1986). Although Marcano & Bhaud (1995) suggest that this widespread distribution may correspond to a mixing of species, we can expect that their functional value will be similar, and mostly dependent on the structure and on the dynamics of their populations. Above a critical threshold of density and diameters of individual tubes (Eckman & al. 1981), surfaces colonized by this species are called '*Lanice conchilega* beds' (LcB). The largest beds are mainly found in the Wadden Sea (Buhr & Winter 1976, Buhr 1979, Hertweck 1994) and in France especially in the Veys (Sylvand 1995, Ropert 1999, Ropert & Dauvin 2000) and in Mont St-Michel bays.

Secondly, several scientific articles focusing on LcB have shown their structuring impacts on the benthic environment: *L. conchilega* is known to produce its own sedimentary structures constituted of mounds and depression (Carey 1987), to improve the abundance and the specific richness of the associated macrofauna (Zühlke & al. 1998, Zühlke 2001, Callaway 2006) and to provide attractive feeding grounds for birds (Goss-Custard & Jones 1976, Yates & al. 1993, Petersen & Exo 1999) and flat fishes (Braber & De Groot 1973, Amara & al. 2001, Rijnsdorp & Vingerhoed 2001). According to Zühlke (2001) and Rabout et al.

(2007) *L. conchilega* can be considered as an 'engineer species'.

Thirdly, because the LcB occupy tidal flats from neap low tide to subtidal areas, they are submitted to strong anthropogenic pressures (including for example shellfish farming and recreational fishing).

Finally, we assume that this common tube-building polychaete may be considered to be a convenient model for the assessment of the environmental stakes of common marine invertebrates.

Nevertheless, despite these studies, the total functional value of the LcB is difficult to assess for two main reasons. No interdisciplinary researches, connecting both biological and human sciences, have focused on *L. conchilega* and no authors have assessed the potential benefits of this species for human activities: the rare studies dealing with the relationships between LcB and human activities concern trophic relationships between oyster cultivation and LcB (Ropert 1999, Ropert & Dauvin 2000, Dubois & al. 2007). In this paper, we compare two sites of the Normand-Breton Gulf (France), hosting large LcB and controlled by contrasting natural and anthropic pressures. Our aim is to assess the functional value of the LcB as a whole through an interdisciplinary approach taking into account biological and socio-economic parts. We propose to carry this study in order to answer four main questions: i) what are the conservation stakes of the study sites?; ii) what is the functional value of the LcB according to the conservation stakes of the sites?; iii) is it possible to conserve them?; iv) does every LcB have the same conservation stake?

WHAT ARE THE CONSERVATION STAKES OF THE STUDY SITES?

The Chausey archipelago and the Bay of the Mont Saint-Michel (BMSM) are both located in the Normand-Breton Gulf (France – Fig. 1) which is submitted to an extreme megatidal regime (tidal range up to 15.5 m during spring tides). Combined with very low beach slopes, the tides provide large sandflats which dominate both sites and whose total surfaces reach more than 25 000 ha in the BMSM and 1410 ha in the Chausey archipelago.

The main natural original feature of Chausey lies in the mosaic of its intertidal habitats constituting highly fragmented landscapes. Chausey is also one of the first national breeding sites for several marine bird species (European shag *Phalacrocorax aristotelis*, Oystercatcher *Haematopus ostralegus* or Red-breasted merganser *Mergus serrator*). The beauty of the site as well as the pleasure to visit an archipelago makes this site a very touristic place (Brigand & Le Berre 2006). Most people come in the summer and during spring

tides for recreational fishing of bivalves and crustaceans. Professional activities include shellfish farming, especially with mussel (*Mytilus edulis*) farming (2000 tons per year) and Manila clam (*Ruditapes philippinarum*) farming (120 tons per year on 24 ha concessions) (Conservatoire du Littoral 2002). This last activity started in France in the 80's but collapsed due to many reasons with the exception of the Chausey islands. Nowadays, the archipelago is the first national production site.

The BMSM differs drastically by a contrasting huge non-fragmented tidal flat. From a biological point of view, it is a wintering and migrating site of major international importance for wading birds (Le Dréan-Quenec'hdu & al. 1995, 1998). The BMSM is also known to be an important nursery for flat fishes, especially for the high-economic value sole (*Solea solea*) (Beillois & al. 1979, Feunteun & Lafaille 1997). Known to be very dangerous because of the intensity of the tidal currents and its quicksands, only the parts surrounding the Mont Saint-Michel are much frequented by tourists (one of the major European tourism site). Major human activities are represented by professional shellfish farming. The BMSM is the foremost national site for the mussel farming (10 000 tons per year) and one of mean importance for oysters (*Crassostrea gigas* and *Ostrea edulis*) farming (Le Mao & Gerla 1998).

WHAT IS THE IMPORTANCE OF THE FUNCTIONAL VALUE OF THE LCB ACCORDING TO THE CONSERVATION STAKES OF THE SITES?

Importance of the LcB in terms of area

The 2005 intertidal habitat mapping of Chausey (Fig. 2) reveals that LcB, covering 101 ha and thus partly dominating the site (10% of the tidal flats), are distributed in several quite small beds (from less than 1 ha to 20 ha each). In 2006, densities of *L. conchilega* varied among the beds between 200 to 400 ind.m⁻² and exceptionally reached 900 ind.m⁻². Such small beds with medium densities are fairly common in France (Ollivier 1968, Amouroux 1972) and Northern Europe (Buhr & Winter 1976), so that the LcB of Chausey are not important on a regional scale but may be important on the site scale.

The LcB of the BMSM (Fig. 2) differ drastically because they cover approximately similar superficies than Chausey ones (190 ha in 2005) but only constitute a very small part of the tidal flats (less than 1% of the total area). These LcB are distributed within one single large bed, conferring to this site an exceptional interest on an international scale. Similar beds may be found only in France in the 'Baie des Veys' (Eastern Normandy, Ropert 1999) or in the German Wadden

Sea (Buhr & Winter 1976, Buhr 1979, Hertweck 1994). First results about the densities of the BMSM beds estimated by tube counts (as advocated by Ropert (1999), Zühlke (2001), and Van Hoey & al. (2006)) reveal a mean density of 1950 ind.m⁻² (Toupoint & al. unpublished data) which is comparable to the values recently estimated in the Wadden Sea by Petersen & Exo (1999) (between 1020 and 1630 ind. m⁻²).

Biological importance

In Chausey, recent benthic macrofauna surveys on the main intertidal habitats (*i.e.* covering more than 80% of the sandflats area of the site) reveal that LcB and *Zostera marina* beds are the richest and the most diversified sites of the archipelago (Box 1).

Counting surveys conducted during winter and spring 2005 bird migrations showed that the LcB of Chausey seem to be very attractive for waders and gulls with approximately 80% of the birds feeding on them during spring winter tides: more than 70% of the western curlew (*Numenius arquata*) and 90% of the grey plovers (*Pluvialis squatarola*) of the site fed on one single LcB in 2005 winter (Godet & al. unpublished data). In Chausey, birds significantly select LcB over other available habitats for feeding (Box 2).

Nevertheless, the attractiveness of the LcB depends on their accessibility during low-tide because they are located at a rather low bathymetric level (below neap low tide level). If we compare the surfaces of the main habitats of the archipelago that are available for birds (*i.e.* function of the emersion time), the LcB, although covering a large area (101ha), are accessible only during a short period (Fig. 3).

Preliminary counts of birds in the BMSM revealed that more than 80% of several bird species (little egret *Egretta garzetta*, oystercatcher *Haematopus ostralegus*, bar-tailed godwit *Limosa lapponica* and grey plover *Pluvialis squatarola*) fed exclusively on the LcB during spring and autumn migration and almost the totality of the breeding birds of the site for other species (Wetlands International 2007, Godet & al. unpublished data). In consequence, the LcB of the BMSM could play a major role in the conservation of the avifauna.

Importance for the human activities

In the Chausey archipelago, Manilla clam cultivation is directly established on the LcB. According to the clam farmers themselves, the presence of *L. conchilega* tubes reveals: i) a suitable bathymetric level for the growth of clams and for a regular access on the shellfish concessions, ii) stable areas (from a sedimentological point of view)

due to the stabilization effect of *L. conchilega* tubes and iii) an indicator of food availability from the water column for the clams. This empirical knowledge is corroborated by various scientific papers (Carey 1987, Buhr & Winter 1976, Buhr 1976). In consequence, the clam farmers consider that *L. conchilega* is the preliminary natural condition before any development of their activity. Consequently, we can consider that LcB is the starting point of an original economy.

Finally, young cohorts of flat fishes (dab, plaice and sole) are known to feed on *L. conchilega* (Braber & De Groot 1973, Amara & al. 2001, Rijnsdorp & Vingerhoed 2001). The LcB of Chausey and of the BMSM could constitute important natural biological nurseries of high economic value fishes on a regional scale for professional fishing especially in the BMSM site which is already known to be an important nursery for flat fishes (Beillois & al. 1979).

In Chausey, sociological surveys indicate that the four main fished bivalves are the cockle *Cerastoderma edule*, the wart venus *Venus verrucosa*, the Manilla clam *Ruditapes philippinarum* and the dog cockle *Glycymeris glycymeris* (Brigand & Le Berre 2006). Our results show that the cumulative densities of these four bivalves are significantly higher in LcB and in the *Cerastoderme edule* sands than in the other intertidal habitats, especially due to the significantly higher abundances of *Cerastoderma edule* in these two habitats (Tab. 1). Contrary to other habitats (*e.g.* *Hediste diversicolor* or *Arenicola marina* muds) which are clearly avoided by tourists, bivalves fishermen directly exploit the areas hosting the largest LcB and people do not hesitate to walk on it, and so give to LcB a 'use value'.

No human activities directly affect the LcB of the BMSM in part because of the low accessibility of these beds by foot or bivalve fishermen who do not take the risk of being trapped by the flood tide.

IS IT POSSIBLE TO CONSERVE THE LCB?

Evaluating the stability and the dynamics of the beds and their origin

Evaluating the stability of the LcB of the two sites is fundamental. Currently, habitat conservation is almost always performed through protected areas. But there is little interest in creating protected areas if the habitats in need of protection are very ephemeral. In other sites, LcB are known to maintain during several decades, but they also can quickly disappear after severe winters as in the Wadden Sea (Buhr & Winter 1976, Zühlke 2001, Strasser & Pieloth 2001).

The interpretation of aerial photographs highlights that the LcB of Chausey globally

regressed during the last two decades (160 ha in 1982, 107 ha in 1992, 83 ha in 2005) but the largest beds have always been located in the same central area (Fig. 2). There was a global trend to a stability of the total surface of the BMSM LcB (134 ha in 1973, 68 ha in 1982, 239 ha in 2002, 209 ha in 2005) despite the decline in 1982 (Fig. 2). Thanks to this relative stability, conservation measures can be planned.

Sources of the LcB spatial variations seem to be very different between the two sites. In the Chausey islands, the spatial variations of the LcB are mainly dependant on anthropic activities and especially those relative to shellfish farming. The study of the impact of Manilla clam cultivation (which settles directly on the LcB) revealed that superficial sediment scraping during the harvesting phase decreased strongly the *L. conchilega* densities but also the abundances, the richness and the diversity of the associated macrofauna (Toupoint 2005) (Tab. 2). Secondly, the analysis of the aerial photographs of the last decades (Fig. 2) shows that all small beds previously located in the eastern part of the archipelago disappeared where mussel farming developed.

By contrast, because no activities take place directly on the LcB of the BMSM, spatial variations are supposed to be strongly dependant on environmental factors. During the last decades, the interpretation of aerial photographs reveals that the spatial dynamics of the LcB are limited northward by large channels and southward both by channels and sandbanks (Fig. 2).

The need of a legal and social recognition

The ability to protect the LcB is not only related to ecological processes, but it also involves legal and social aspects. A first legal stage has been reached because LcB are now legally recognized by the EUNIS classification scheme (Codes A2.245 and A5.127). Nevertheless, it does not imply a legal conservation and neither the habitat nor the species are included in legal conservation directive such as the Habitats Directive (92/43 EEC). *L. conchilega* can be found almost all along the European coasts, and locally it can form dense beds. Therefore, on the contrary to habitat with clear boundaries, LcB are more difficult to define and to map. This can explain why *L. conchilega* is only mentioned as an 'indicating species' of different habitats in the Habitats Directive (habitats 1110-4 and 1160-2 for example) but not as an original habitat. Threshold densities, topographic or biological characteristic should be set up to definitively define what is a LcB. Up to now, the legal recognition of the habitat via EUNIS does not seem relevant because it artificially separates subtidal LcB from intertidal ones.

Semi-directive interviews performed during spring 2006 on various social groups of Chausey (Bonin 2006) reveal that most people directly fish on or near the LcB, so people are able to recognize and to locate them and have integrated the LcB interest for bivalve fishing.

DOES EVERY LcB HAVE THE SAME CONSERVATION STAKE?

LcB conservation stakes should be replaced on a metapopulation scheme in order to identify sink and source populations. Because *L. conchilega* is a benthoplanktonic species with a long larval stage (up to 2 months; Kessler 1963, Bhaud 1988), propagule fluxes probably exceed the spatial scale of one of our study sites. In consequence, different populations of LcB of the Normand-Breton Gulf, and thus those of Chausey and the BMSM, may be connected. In this context, we assume that LcB population renewal of the two sites may follow three patterns (see Fig. 4). Furthermore, the size of the beds may vary. The conservation needs are therefore highest for big size source populations.

On a site scale, LcB may have very different structures according to their individual densities, their topography, their shape or their size. Threshold may be defined in order to select the best LcB to be conserved. In Chausey and the BMSM, *L. conchilega* can be found in 3 typologies according to their densities and their topographic characteristics (Fig. 5): i) areas with scattered tubes; ii) areas with tubes in low density; iii) and 'true LcB' with tubes at medium and high density (± 500 ind.m⁻²). At very high densities, the LcB produce their own original sedimentary structures (Carey 1987). We also assume that their shape and size may affect their functional value. In the Chausey archipelago a wide variety of shape and size of LcB may be found. Fig. 6 shows for example different kinds of orientation, position and number of beds from the less to the most potentially attractive for the birds.

DISCUSSION

As many sites, as many different kinds of LcB

The study of two sites of the Normand-Breton Gulf highlights two different typologies of LcB.

The LcB of Chausey are rather anthropoecological systems. Several activities take place on them and have sometimes strong negative effects. Their biological functional value seems to be more local and they are mainly beneficial to the human activities, and to the secondary consumers such as birds. To conserve them, managers have to develop human activities with respect to the LcB's particularities. The LcB of the BMSM is a rather steady natural system which has a potential and

effective functional value on an international scale. Conserving this habitat means to preserve it from possible destructive activities. This LcB is something exceptional on a European scale and could even be protected for itself as a 'natural monument'. Depending on the hydrodynamic features of the sites and on the larval dispersion mechanisms, conservation needs must integrate exchanges between LcB. If one site is hosting the main source populations of *L. conchilega* supplying the others, it must be conserved in priority. In fact, the conservation needs of the sandmason worm beds of the sites are multiple (biological, social, economical) and can only be analyzed site by site by an interdisciplinary approach that takes into account their spatial and temporal variations.

A synthetic overview of the functional value of the LcB

The functional value of the LcB, highlighted through the study of two sites in this paper, was only partially studied by several other authors. We propose a synthetic overview of this functional value (Fig. 7) based on the concept of 'engineer species' provided by Jones & al. (1994). Engineer species are 'organisms that directly or indirectly modulate the availability of resources to other species by causing physical state changes in biotic or abiotic materials' (Jones & al. 1994). The authors further distinguish 'autogenic engineers' which 'change the environment via their own physical structures (i.e. their living and dead structures)' and 'allogenic engineers' which 'change the environment by transforming living or non-living materials from one physical state to another, via mechanical or other means'. Figure 7 details the functional value of *L. conchilega* and its engineering characteristics. The organism itself (i.e. the animal) can be a food supply (Petersen & Exo 1999, Braber & De Groot 1973, Amara & al. 2001, Rijnsdorp & Vingerhoed 2001)- which is not engineering) but can also be an allogenic engineer by providing oxygen supply (Forster & Graf 1995) and having high filtration capacities (Ropert 1999). On the other hand, the tube structure can be considered as an autogenic engineer having some sedimentological (Carey 1987) and biological effects (Zühlke & al. 1998, Zühlke 2001, Callaway 2003a, 2006). Therefore, these modulations on biotic and abiotic materials play a crucial role for human activities both for leisure activities and for professional ones (Fig. 7).

The functional value has to be assessed to conserve natural elements

Classically, conservation objectives are mostly based on the concepts of the rarity and vulnerability of natural components. In a conservation

perspective, it is not only necessary to integrate the **rarity/vulnerability** criterion but also to couple it with i) the **functional value**, which can be viewed as a conservation stake itself (i.e. 'what can you win with this natural element and what can you lose if it disappears?') and ii) the **feasibility** of applying conservation measures (not relevant to spend time or money for something impossible to conserve).

By combining these three criteria, we may distinguish four main types of conservation needs (Fig. 8). Few species are both vulnerable and easy to conserve (Fig. 8a, 8b). Nevertheless, we can take the example of restricted-range species for which a few numbers of protected areas can easily include a large part of their population (Godet & al. 2007). Among this species, some of them have a high functional value (Fig. 8a) and some others have a low or unknown functional value (Fig. 8b). We consider that natural elements described in the Case A are 'urgent to conserve'. For example, the little auk (*Alle alle*) is one of the most numerous of the Atlantic Alcidae (Boertmann & Mosbech 1998) but individuals are restricted to a very small number of breeding colonies which have locally a high functional value (Weslawski & al. 2006). The natural elements of the Case B have an 'option conservation value': they have to be conserved because they may have an unknown functional value or may have a high functional value in the future. For example, there is a great interest in conserving vulnerable plants because many of them are potentially medicinal or already used in the pharmaceutical industry (Hamilton 2004). In case C, there is quite no hope to conserve natural elements even with a high functional value, because their populations are not viable (the ivory-billed woodpecker, *Campephilus principalis*, for example) (Fig. 8c).

The previous cases fit the majority of legally protected natural elements, but the present results relative to LcB highlight new conservation needs for another category of natural elements (Fig. 8d) with 'an upstream conservation need': LcB have to be conserved before a vulnerability threshold because if they disappear, the ecosystem's functioning will be deeply altered (i.e. they constitute a high conservation stake). At first sight, many other marine invertebrates may be included in this category. For example, the *a priori* non-vulnerable lugworm *Arenicola marina* is considered as an allogenic engineer species (Volkenborn 2005) and has strong effects on its environment (Cadée 1976, ReTraubun & al. 1996). But the worm feeding activity -although beneficial for few species- is rather inhibitive for many others (benthic species and birds; Volkenborn 2005), and associated potential benefits for human activities are little known. Moreover, even if the species may have a social recreational value (the species is traditionally used as bait in Europe: see for example

Olive 1993), conservation of such a species would be quite impossible because of its huge and diffuse spatial distribution.

To conclude, common marine species can have high positive functional value for biodiversity and/or human activities. *L. conchilega* should not be an isolated case, and other authors have shown positive biological functional value of other marine

worms like *Sabellaria alveolata* (Dubois & al. 2006) or *Serpula vermicularis* (Moore & al. 1998) for example. Unfortunately, most common marine species still do not benefit from any legal protection because the functional value is almost never considered as a suitable criterion for conserving natural elements.

Tables, Figures et « Boxes » de l'Article N°4

Table 1. Mean densities of the 4 main fished bivalves (cockle *Cerastoderma edule*, wart venus *Venus verrucosa*, manilla clam *Ruditapes philippinarum* and dog cockle *Glycymeris glycymeris*) collected in four 1m² rakings per habitat in Chausey. *Hediste diversicolor* muds are not taken into account because no fished bivalves are available on them.

Differences have been tested by Kruskal-Wallis tests. Horizontal lines indicate no-significative differences ($p>0.05$), asterisks indicate significative differences ($p<0.05$) performed by multiple comparison tests. LcB=*Lanice conchilega* beds; CE=*Cerastoderma edule* sands; AM= *Arenicola marina* muds; *Glycymeris glycymeris* coarse sands; ZM= *Zostera marina* beds; CV=*Capsella variegata* sands.

	LcB	CE	AM	GG	ZM	CV	Kruskal-Wallis
<i>Glycymeris glycymeris</i>	-	-	-	1,58(0,96)	0,17(0,11)	0,25(0,25)	* _____ GG CV ZM LCB CE AM
<i>Cerastoderma edule</i>	9,84(1,87)	7,25(1,65)	2,3(0,45)	-	-	-	_____* _____ LCB CE AM GG ZM CV
<i>Ruditapes philippinarum</i>	0,17(0,11)	1,25(0,48)	0,17(0,11)	-	-	-	* _____ CE LCB AM GG ZM CV
<i>Venus verrucosa</i>	0,33(0,14)	-	-	-	1,50(0,54)	-	* * _____ ZM LCB CE AM GG CV
Total	10,33(0,10)	8,5 (0,87)	2,50(0,10)	1,58(0,07)	1,67(0,06)	0,25(0,03)	_____* _____* LCB CE AM ZM GG CV

Table 2. Main effects of the Manilla clam cultivation on the *L. conchilega* beds densities and on the associated macrofauna. All differences are significant.

	<i>Natural</i> <i>L. conchilega</i> beds	<i>Clam concession</i> <i>(just harvested)</i>	
Mean densities of <i>L. conchilega</i> / m ² (Std dev.)	458.35 (299.48)	32.05 (15.02)	U-Mann-Whitney p<0.05
Mean Species richness of the benthic macrofauna (Std dev.)	23.25 (5.50)	10.25 (1.26)	t test p<0.05
Mean Species Diversity [H' Shannon -Weaver] of the benthic macrofauna (Std dev.)	2.36 (0.24)	1.88 (0.25)	t test p<0.05
Mean abundances of the benthic macrofauna (Std dev.)	1267.50 (114.41)	317.50 (35.00)	t test p<0.05

Figure 1. Location of the two study sites

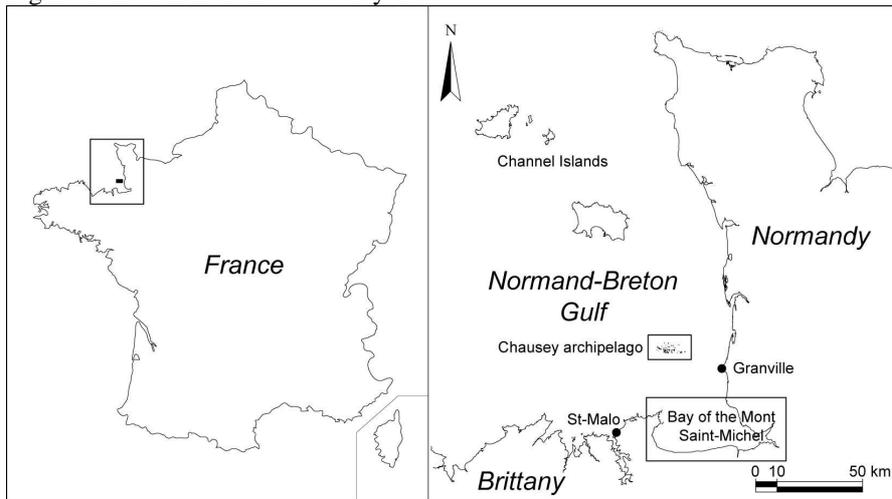


Figure 2. *Lanice conchilega* beds in the Chausey archipelago (left column) and in the BMSM (right column) during the last decades.

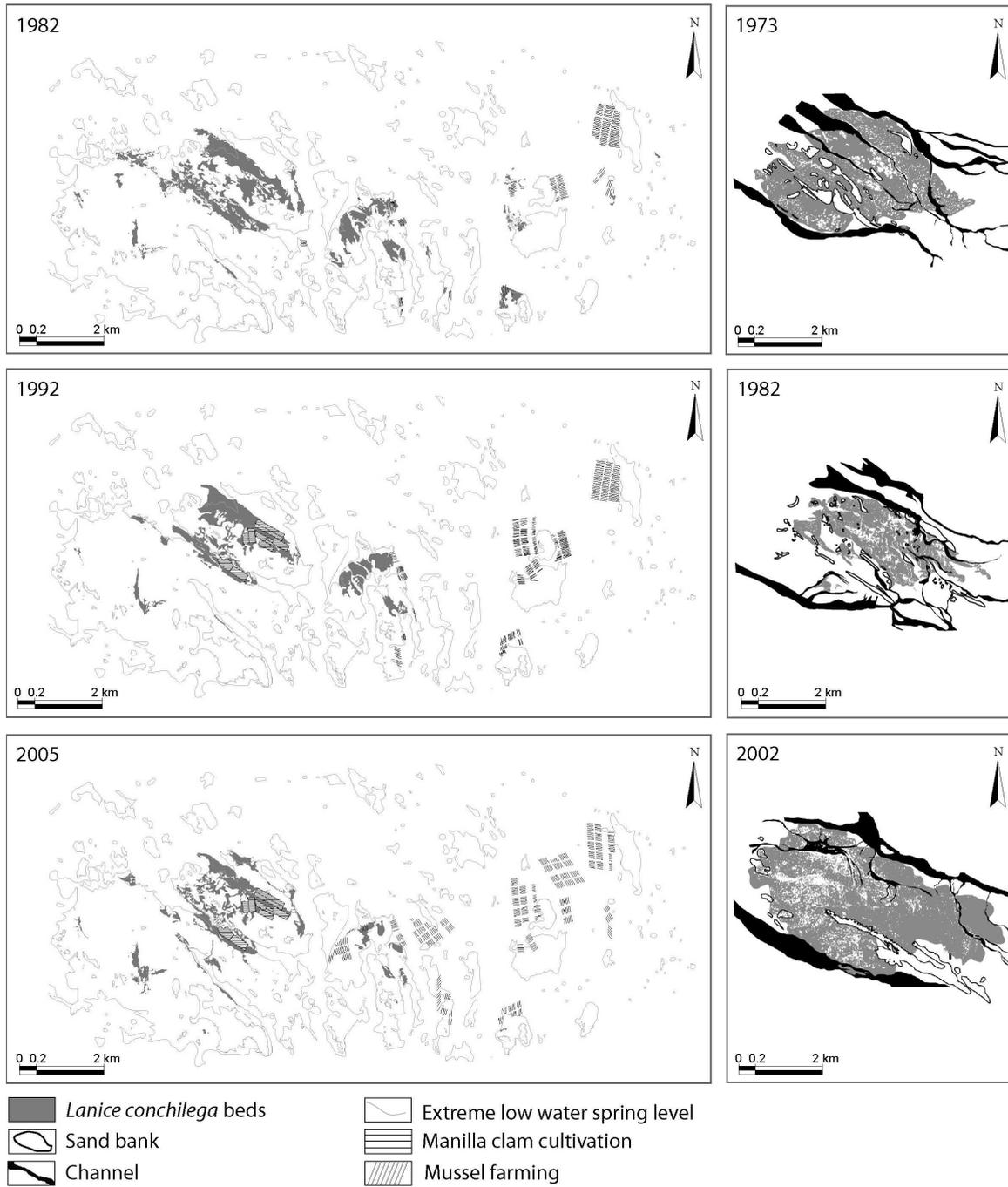


Figure 3. Total and mean emerged areas of the main intertidal habitats of Chausey (for tidal cycles of January 2005).

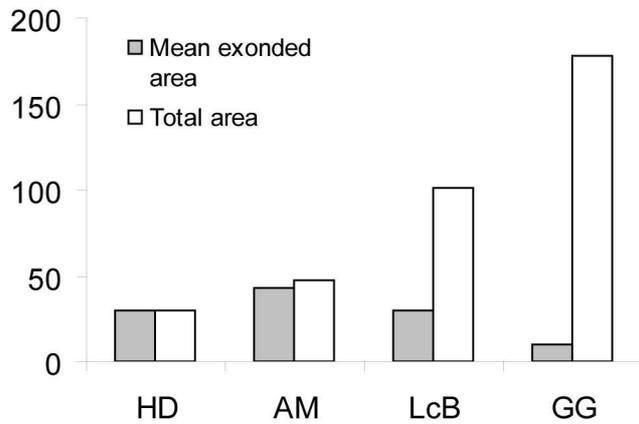


Figure 4. Different types of *Lanice conchilega* beds (LcB) in relation to the recruitment dynamics and the size of the population. i) recruitment from other beds (sink population); ii) auto-recruitment; iii) auto-recruitment and recruitment in the other beds (source population).

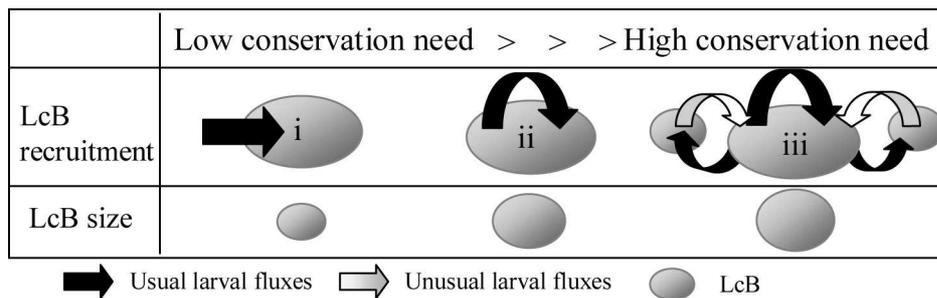


Figure 5. Three kinds of *L. conchilega* sands: a) scattered tubes; b) tubes in low density; c) ‘true LCB’ with tubes in high density and very dense beds (d; LcB of the BMSM).

High densities of *L. conchilega* generate particular sedimentary structures as mounds and depressions. Photos: L. Godet.



Figure 6. Influence of orientation, position and total surface of the *Lanice conchilega* beds (LcB) for feeding birds.

Cases A, B, C: birds follow the tide-line and exploit the just emerged area. When the shape of a bed is rather regular the area potentially exploited is similar during the whole tidal cycle (C) and a constant number of birds can feed on the same bed. On a bed of irregular shape (A) the exploitable area varies a lot during the tide so that the birds have to switch to other beds to feed.

Sectors A', B', C': the upper parts of a bed are more exploitable for the birds. Sector C' is exploited at every low tide whereas sector A' is emerged only during low spring tides.

In cases A'', B'' and C'', a single large bed (C'') will be more suitable for feeding birds than several ones (A'').

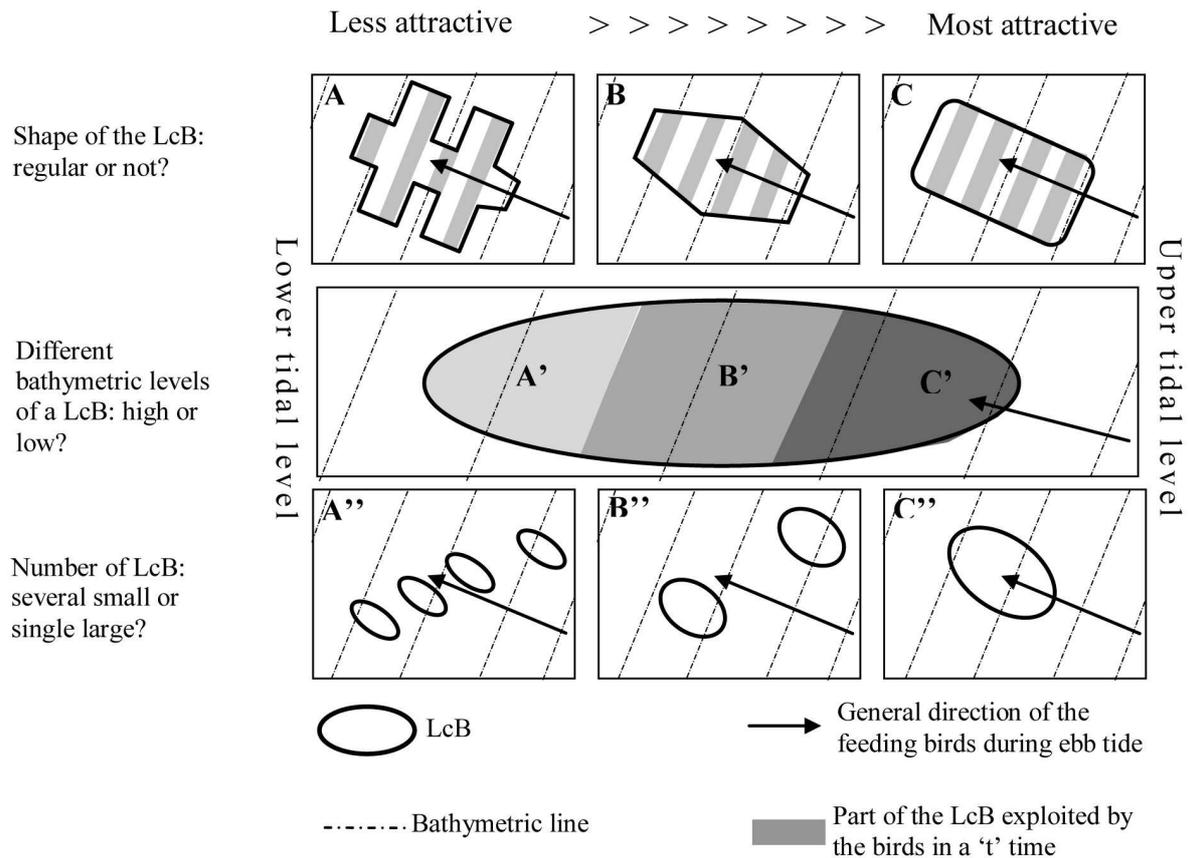


Figure 7. The functional value of *Lanice conchilega*. (Numbers correspond to the references below and X corresponds to the present study).

16: Carey (1987), 17: Féral (1989), 28: Buhr & Winter (1976), 32: Ropert (1999), 34: Zühlke & al. (1998), 35: Zühlke (2001), 36: Callaway (2006), 37: Goss-Custard & Jones (1976), 38: Yates & al. (1993), 39: Petersen & Exo (1999), 40: Braber & De Groot (1973), 41: Amara & al. (2001), 42: Rijnsdorp & Vingerhoed (2001), 56: Buhr (1976), 62: Forster & Graf (1995)

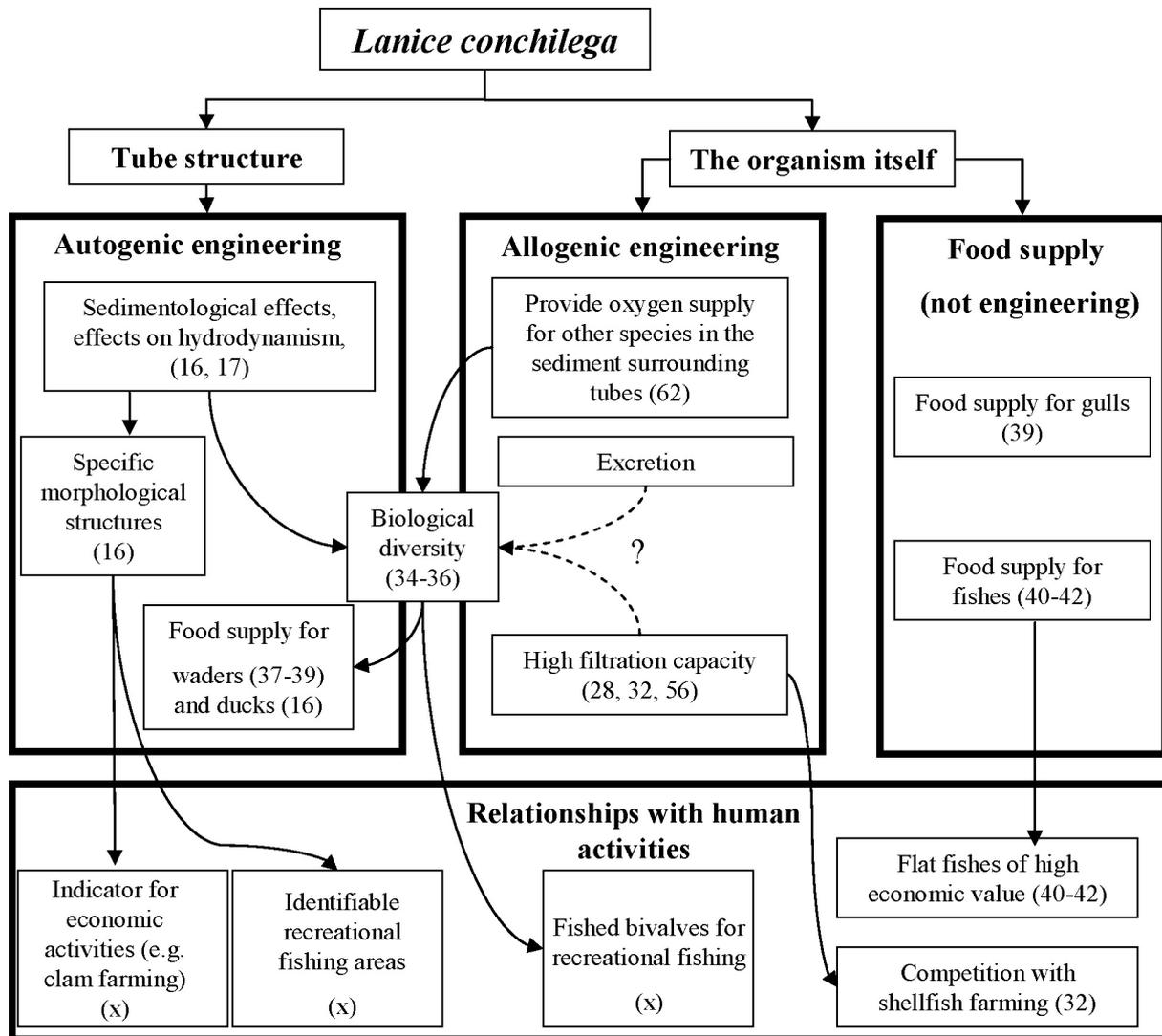
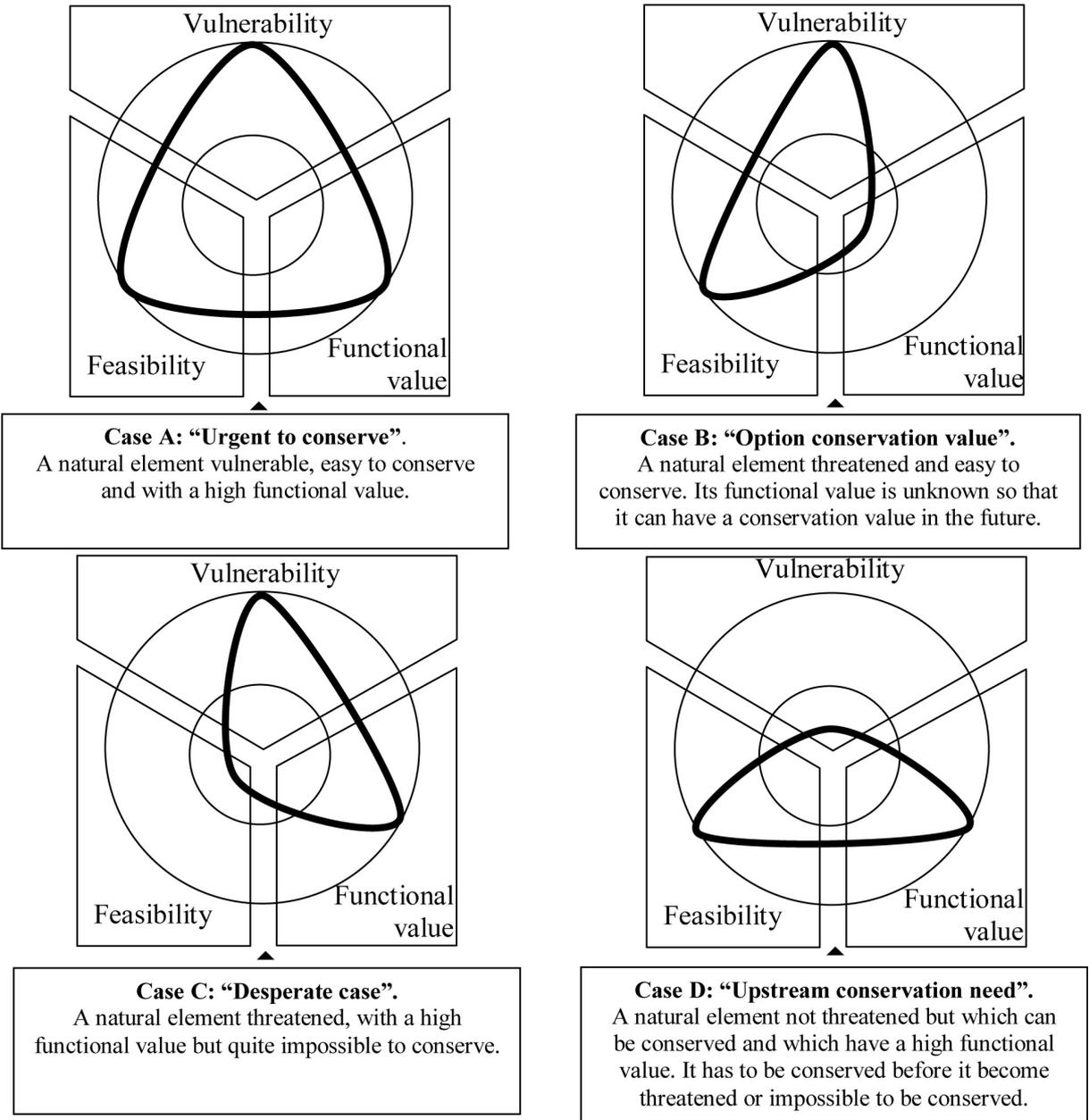


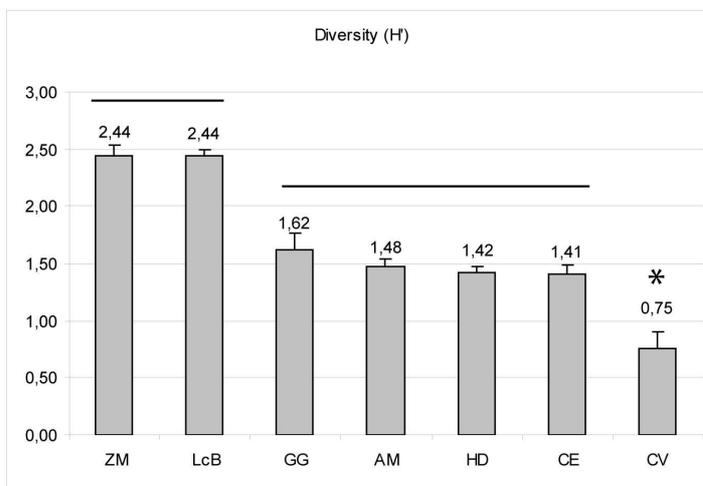
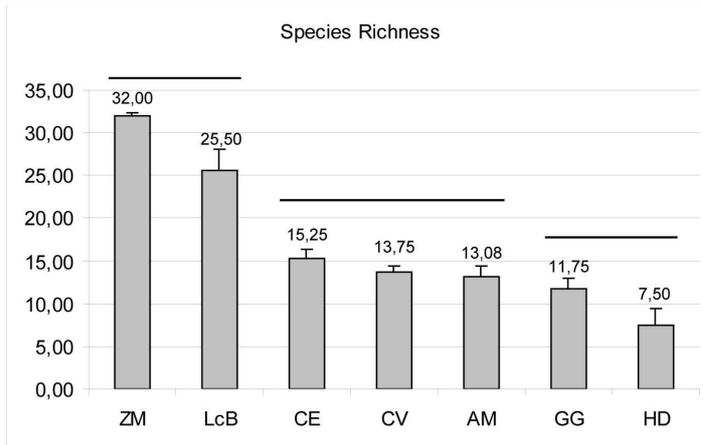
Figure 8. Four different conservation needs of natural elements according to the importance of: 1) their vulnerability; 2) their functional value (i.e. what can you win with this natural element and what can you lose if it disappears?); 3) the feasibility (i.e. is it possible to conserve them?).



Box 1. Mean species richness and mean species diversity (Shannon-Weaver H') of the benthic macrofauna among the 7 main habitats of the tidal flats of the Chausey archipelago.

Methods. Four stations of each of the 5 main habitats (*Hediste diversicolor* muds (HD), *Arenicola marina* muds (AM), *Glycymeris glycymeris* coarse sands (GG), *Zostera marina* beds (ZM) and *L. conchilega* beds (LcB)) and 2 of two more localized habitats (*Cerastoderma edule* sands (CE), *Capsella variegata* sands (CV)) were performed. On each station, four 0.1 meter square cores were performed. Samples were washed through a 2mm circular mesh sieve. After sieving, all samples were immediately preserved in 4.5% formalin solution. In the laboratory, samples were then sorted twice, the second time after Rose Bengal staining. All the components of the macrozoobenthos were identified to the lowest taxonomic order with the use of standard taxonomic keys and individuals were counted. Vagile epifauna species were not included in our results.

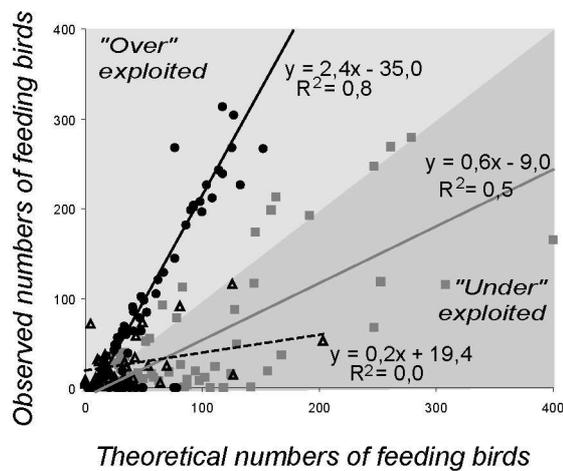
Results. *Zostera marina* and *L. conchilega* beds are significantly the richest and the most diversified among the seven main habitats of the archipelago (Kruskall-Wallis $p < 0.05$).



Box 2. Attractivity of the *Lanice conchilega* beds (LcB) for birds in the Chausey archipelago.

Hypothesis. We expected that birds are able to operate a selection between different available habitats (LcB of high densities (i.e.>100/m²); LcB of low densities (i.e.<100/m²); sand banks and Manilla clam cultivation concessions) and that they will select LcB of high densities for feeding. **Methods.** Foraging waders and gulls were counted during 7 spring tides in 2006: 3 times during spring migration, 2 times during breeding and 2 times during wintering period on an intertidal area of Chausey hosting the largest LcB of the site. During each day-count, birds were counted every 20mn from the mid-tide to the low-tide (77 counts in 2006) because bird abundance may vary during a tidal cycle. Because birds follow the tideline and feed preferentially on just emerged areas, counts were performed in bathymetric sectors materialized on bottom by plastic sticks. Then, theoretical bird numbers were calculated per habitat for each count, assuming that the bird distribution was homogeneous by bathymetric sectors: the theoretical bird number per habitat is equal to the total bird number of one sector at one time divided by the surface of specific habitat surface. Then, we compare, for each count, theoretical numbers of birds per habitat with the observed numbers of birds per habitat via linear regressions.

Results. Birds tend to 'over'-exploit the LcB (there are more birds than expected on the LcB; R²=0.8) and rather 'under'-exploit sand banks and clam concessions.



- *L. conchilega* beds — Linear regression *L. conchilega* beds
- ▲ Sand banks - - - Linear regression sand banks
- Clam concessions - - - - Linear regression clam concessions

Conclusion du chapitre 2 « Les besoins de conservation d'une nature ordinaire - l'exemple des banquettes à *Lanice conchilega* »

L'habitat des banquettes à *L. conchilega* apparaît donc bien comme un élément du patrimoine naturel littoral de Chausey qu'il est souhaitable de conserver à plusieurs titres, bien qu'il ne s'agisse pas d'un habitat particulièrement rare ou vulnérable à large échelle et qu'il ne soit pas exceptionnellement riche et diversifié. En effet, il s'agit tout d'abord d'un habitat qui présente des enjeux de conservation importants aussi bien sur le plan biologique (macrofaune benthique, limicoles) que socioéconomique (pêche à pied). Sa dégradation implique non seulement des impacts négatifs sur l'ensemble de la macrofaune benthique associée mais aussi sur l'alimentation des limicoles. Ensuite, sur l'archipel, cet habitat est particulièrement vulnérable car soumis à des contraintes anthropiques (conchyliculture) fortes. Enfin, en évaluant les possibilités qu'il existe pour le conserver, il nous est apparu que sa conservation sur l'archipel était envisageable. En conclusion, un habitat qui ne présente *a priori* pas de besoins conservatoires à l'échelle de son aire de distribution, peut nécessiter localement une conservation. Les trois critères principaux d'enjeux, d'aléas et de possibilités de conservation paraissent en outre pertinents pour identifier ces besoins conservatoires.

Conclusion de la partie 2 : « Quels critères utiliser pour évaluer les besoins de conservation d'un patrimoine naturel littoral marin ? »

Face à un contexte de crise (la « sixième extinction » selon l'expression employée par Leakey & Lewin 1996), le monde politique et scientifique s'est avant tout focalisé sur la conservation d'une nature « extraordinaire », c'est à dire riche, rare et vulnérable. L'emploi quasi exclusif de ces seuls critères a engendré un profond déséquilibre dans la conservation des différents éléments du patrimoine naturel. Les espèces et habitats terrestres, dont le statut et la répartition sont bien connus, bénéficient de nombreuses mesures de protection et focalisent également toute l'attention des biologistes de la conservation. Le domaine marin (y compris l'espace littoral marin), moins connu, moins étudié, est au contraire bien plus délaissé. Ainsi, si l'on exclut les mammifères et les oiseaux, très peu d'espèces marines européennes bénéficient d'une quelconque mesure de protection.

Concernant les habitats intertidaux meubles de Chausey, l'application de ces critères conduit à s'intéresser en priorité aux herbiers à *Z. marina*. Parmi les sept habitats principaux de l'archipel, celui-ci est en effet le plus riche et le plus diversifié, et c'est aussi le seul qui bénéficie à plusieurs titres de mesures de protection juridiques. Pourtant, une étude détaillée des banquettes à *L. conchilega* de l'archipel révèle également tout l'intérêt qu'il y a à conserver un tel habitat. N'étant ni exceptionnellement riche ou diversifié comparé à d'autres habitats marins littoraux européens (herbiers de phanérogames marines ou bancs de maërls par exemple) et n'étant ni particulièrement rare ou vulnérable à l'échelle internationale, il ne bénéficie pas de mesures juridiques de conservation en

Europe. Pourtant, l'évaluation de enjeux de conservation qu'il représente de ses aléas de disparition sur l'archipel et de la possibilité qu'il y a à le conserver en font un élément du patrimoine naturel qu'il est tout à fait souhaitable et envisageable de conserver.

L'évaluation de besoins de conservation des éléments du patrimoine naturel littoral marin par les trois critères que sont les enjeux, aléas et possibilités de conservation nous semble pertinente. A notre sens, la biologie de la conservation est bien une discipline de crise. A vrai dire, l'avenir de la planète elle-même n'est absolument pas compromis par une érosion de la biodiversité : la vie sur notre planète est apparue il y a 3.8 milliards d'années et notre planète continuerait à évoluer sans aucun problème sans aucune forme de vie à sa surface. La conservation de la biodiversité est donc avant tout motivée par le désir de maintenir notre propre espèce en vie, c'est pourquoi la notion de « risque » pour les sociétés humaines -telle qu'employée en géographie- nous est apparue pertinente pour évaluer des besoins de conservation. Pour les géographes le risque est bien la combinaison d'un enjeu (ce qui se produit lorsqu'un événement non souhaité se produit) et d'un aléa (probabilité d'occurrence de l'événement non souhaité). Puisque la conservation doit être une discipline rapidement opérationnelle, nous y avons également ajouté la notion de possibilité de conservation.

La conservation d'une nature « extraordinaire » (riche, rare, vulnérable) a d'emblée l'avantage de concentrer des efforts de conservation sur quelques éléments du patrimoine naturel. L'utilisation des critères d'enjeux aléas et possibilité de conservation implique de s'intéresser également à une nature « ordinaire », mais peut alors tendre à un désir de conserver l'ensemble du patrimoine naturel, ce qui est peu compatible avec l'urgence imposée par le rythme actuel d'érosion de la biodiversité. Dans la partie qui suit, nous évaluerons les besoins de conservation de l'ensemble des habitats intertidaux meubles de Chausey en utilisant ces critères afin de parvenir à une typologie hiérarchisée des besoins de conservation.

PARTIE 3 - VERS UNE TYPOLOGIE DES BESOINS DE CONSERVATION DES HABITATS LITTORAUX MARINS



CHAPITRE 1. ENJEUX, ALÉAS ET POSSIBILITÉS DE CONSERVATION DES HABITATS LITTORAUX MARINS

Parmi l'ensemble des habitats marins que nous avons identifiés sur l'archipel, ou même des espèces inventoriées, on ne trouve pas d'éléments particulièrement rares ou menacés. Pourtant, à travers l'exemple des banquettes à *L. conchilega*, on a perçu l'intérêt de prendre en compte d'autres critères pour évaluer les besoins conservatoires : enjeux de conservation (essentiellement à travers leur valeur fonctionnelle), aléas de disparition (ou vulnérabilité) et possibilités de conservation. Nous allons maintenant étudier l'ensemble des habitats intertidaux de Chausey à travers ces trois « familles » de critères.

1. Enjeux de conservation

Nous rappelons que selon notre définition (partie 2), l'étude des enjeux de conservation d'un habitat vise à évaluer tout ce qui peut être perdu du point de vue écologique et socio-économique si celui-ci vient à disparaître et, inversement, tout ce qui peut être gagné s'il se crée *ex nihilo* ou se reconstitue après avoir disparu ou avoir été dégradé. Cinq critères nous ont donc paru fondamentaux pour évaluer les enjeux de conservation des habitats :

- 1) l'importance de leurs superficies à Chausey rapportées à une échelle régionale et nationale
- 2) leurs originalités propres ou l'originalité de certaines espèces qui constituent leurs peuplements
- 3) leur valeur fonctionnelle biologique pour les consommateurs secondaires (à travers l'exemple des oiseaux)
- 4) leur « rôle structurant » lié à la présence d'espèces « ingénieur »
- 5) leur intérêt socio-économique

1.1. Superficies des habitats rapportées à une échelle « supra-site »

Un des premiers types d'enjeu de conservation consiste à évaluer l'importance relative de chaque habitat de Chausey (en terme de superficies) à une échelle spatiale plus large que celle du site. Cette étape fondamentale permet d'évaluer ce que représenterait leur éventuelle disparition à une échelle « régionale » (unité écologique du Golfe Normand-Breton), voire nationale.

Presque tous les habitats intertidaux de l'archipel sont présents dans d'autres secteurs du Golfe Normand-Breton où ils sont souvent bien plus étendus. C'est notamment le cas des habitats de niveaux hauts, tels que ceux des sables secs à *T. saltator*, des horizons de rétention et de résurgence à *S. squamata* et *C. roscoffensis*, des sédiments envasés de haut niveau à *H. diversicolor* ou encore des sables plus ou moins envasés de mi-marée à *A. marina*. Les sables de niveau moyen à bas à *C. edule*

sont également assez largement répandus le long des côtes du Golfe, notamment dans certaines baies. Bien que couvrant des superficies assez importantes dans la partie orientale de l'archipel, les habitats de niveaux bas de Chausey, ne représentent également que des superficies assez mineures lorsqu'elles sont rapportées à l'échelle du Golfe. A ce titre, l'habitat des sables grossiers de niveau bas à *G. glycymeris*, bien développé à Chausey, n'est que la frange intertidale des vastes fonds subtidaux à gros lamellibranches très répandus dans le Golfe (peuplements à *Amphioxus lanceolatus* et *G. glycymeris* principalement localisés au sud de Guernesey, au nord de la Baie de Saint-Brieuc, au nord-ouest des Minquiers et au sud et sud-est des Iles Chausey - Retière 1979). De même, l'habitat des sables moyens de niveaux bas à *C. variegata*, n'est qu'une frange intertidale des peuplements subtidaux décrits pas Retière (1979) comme des peuplements à *Donax variegatus*¹⁰ et *Armandia polyophtalma*, situés principalement à l'extrême nord-est de la Baie du Mont Saint-Michel et le long de la côte ouest du Cotentin en face de Bricqueville-sur-Mer et de Blainville.

Les banquettes à *L. conchilega* de Chausey ne représentent également qu'une partie de cet habitat assez répandu. Toutefois, dans le Golfe, même si l'on trouve plusieurs banquettes intertidales similaires à celles de Chausey, ou bien plus développées (Baie du Mont Saint-Michel par exemple, avec plus de 200 ha d'un seul tenant), celles-ci restent tout de même toujours assez localisées. La superficie des banquettes intertidales de Chausey, couvrant une centaine d'hectares, est donc importante à l'échelle du Golfe.

Le seul habitat couvrant des superficies d'importance nationale est celui des herbiers à *Zostera marina*. Avec une superficie de 354 ha en 2002, l'herbier de Chausey est le troisième de France, après celui du Golfe du Morbihan, estimé à environ 500 ha (Chauvaud, *comm. pers.*, probablement en progression actuellement) et celui d'Arcachon, estimé à 426 ha par Auby (1991) mais actuellement en régression (Auby, *comm. pers.*).

1.2. Originalités des habitats

Même si tous les habitats présents à Chausey, hormis les herbiers à *Z. marina*, ne couvrent pas des superficies d'importance régionale, certains peuvent avoir des caractéristiques originales, qui leur confèrent une valeur conservatoire à part entière.

Les habitats des sédiments envasés de haut niveau à *H. diversicolor* et à *A. portulacoides* ainsi que celui de la haute slikke à *Salicornia* spp. et *Spartina* spp. présentent l'originalité d'être peuplés par deux espèces rares à l'échelle nationale. Il s'agit du Fucus vasicole *Fucus vesiculosus* var. *volubilis*, présent au sein du premier habitat, et du gastéropode pulmoné *Onchidella celtica*, présent sur l'ensemble de ces trois habitats.

Le *Fucus vesiculosus* var. *volubilis*, longtemps nommé *Fucus lutarius*, est une sous-espèce d'algue brune tout à fait originale de par son écologie et sa rareté à l'échelle européenne. Il s'agit d'un

¹⁰ Ancien nom du bivalve *Capsella variegata*.

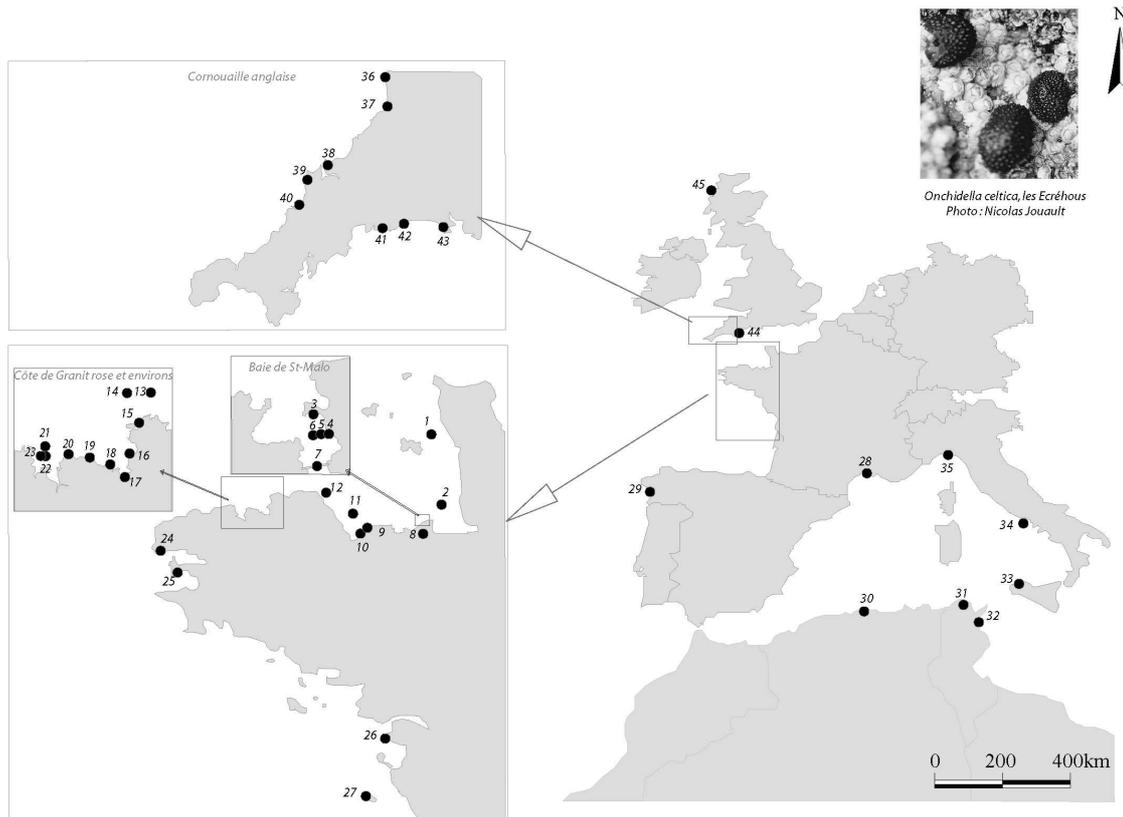
taxon ayant suscité l'intérêt de nombreux scientifiques à travers toute l'Europe de l'ouest. Une étude bibliographique à son sujet nous a permis de ne répertorier qu'une vingtaine de stations en Europe (Encadré 10), dont Chausey serait *a priori* la plus importante (Floc'h 1977). Sur l'archipel, on le trouve presque exclusivement sur l'habitat des sédiments envasés de haut niveau à *H. diversicolor*.

Le gastéropode *Onchidella celtica* est également une espèce rare car localisée qui vit à Chausey sur le haut estran (habitats des sédiments envasés de haut niveau à *H. diversicolor* et à *A. portulacoides* et de la haute slikke à *Salicornia* spp. et *Spartina* spp.). L'espèce y a été découverte pour la première fois dans le « jardin » de l'île aux oiseaux (Fisher-Piette 1936), au contact des Obiones *A. portulacoides*, ce qui est plutôt original pour une espèce habituellement inféodée aux substrats durs plus ou moins abrités des houles, entre les hautes mers moyennes et les plus basses mers (Barillé-Boyer & al. 2000). L'espèce a également été trouvée récemment sur des rochers situés au nord de Grande Ile, à l'interface entre les sédiments à *A. portulacoides* et le substrat dur (Livory 2000b). Il s'agit d'un gastéropode dont nous n'avons répertorié qu'une quarantaine de stations à travers toute l'Europe de l'ouest et l'Afrique du Nord (Encadré 11).



Les toutes premières mentions de petits *Fucus* poussant sur des vases peuvent sans doute être attribuées à l'anglais Hudson (1762) qui les mentionne en Angleterre, à Chester, sous le nom de *Fucus volubilis* (Sauvageau 1908). A propos de ces mêmes *Fucus*, Goodenough & Woodward préfèrent parler, en 1775, d'une sous-espèce du *Fucus vesiculosus* qu'ils nomment *Fucus vesiculosus* var. *volubilis* (Sauvageau 1908). Turner les suit dans cette voie, lorsqu'il mentionne également sous le même nom des *Fucus vasicoles* à Wells, Norfolk (Turner 1802). Au début du XXème siècle, Sauvageau (1908) en examinant des *Fucus* dans l'herbier Thuret (Caen) trouve des petits *Fucus* les uns rapportés par Bory de Saint-Vincent en 1804 en provenance du bassin d'Arcachon (Ile Matoc, aujourd'hui disparue) et les autres récoltés par Delise à Chausey en 1825 sous le nom de *Fucus volubilis*, nom donné par Hudson en 1762 et qui ignore donc apparemment les travaux de Goodenough & Woodward. Dans l'herbier Le Normand, Sauvageau (1908) trouve également des spécimens récoltés quelques années après Delise à Chausey par Chauvin (Chauvin 1827 In : Sauvageau 1908). Chauvin nomme les spécimens qu'il trouve sous un nouveau nom de sous-espèce : *Fucus vesiculosus* var. *lutarius* avec la synonymie suivante : *Fucus volubilis*. Sauvageau trouve également dans cet herbier des spécimens provenant toujours de Chausey récoltés par Pelvet en 1845 sous le nom donné par Chauvin : *Fucus vesiculosus* var. *lutarius*. Sous ce même nom, Sauvageau (1908) trouve aussi dans l'herbier des *Fucus* trouvés à Goes (Zélande) par Lenormand et données à Bory de Saint-Vincent. C'est très probablement à partir de ces spécimens en provenance de Goes que Kützing élève, en 1860, le *Fucus* au rang d'espèce sous le nom de *Fucus lutarius* puisque l'exemplaire qu'il étudie est reçu de Le Normand, comme ceux de l'herbier Thuret qu'a consulté Sauvageau (1908), et il est spécifié la mention suivante sur la feuille où se trouve le spécimen : "in mari germanico" (Sauvageau 1908). Sauvageau suit Kützing et considère que les *Fucus vasicoles* dont il découvre et observe de nombreuses stations (bassin d'Arcachon, Espagne, Chausey...) méritent d'être considérés comme une seule et même espèce, identique à celles de Zélande, *Fucus lutarius*, notamment de par son écologie et son port très particuliers. Il émet toutefois un doute quant aux *Fucus* d'Espagne et ceux d'Angleterre qui sont, contrairement à ceux de France et de Zélande, plus vésiculifères et ont des frondes plus larges ; il propose alors en 1908 de les conserver éventuellement sous le nom douteux proposé par Hudson en 1762 de *Fucus volubilis* (Sauvageau 1908). Pour Chemin (1925), contemporain de Sauvageau, qui observe les *Fucus vasicoles* à Téréennes, tous les *Fucus vasicoles* de France, d'Angleterre et d'Espagne sont une sous-espèce de *Fucus vesiculosus* et il reprend le nom de *Fucus vesiculosus* var. *lutarius* donné par Chauvin. Pour lui, il n'y a pas lieu de séparer les formes vésiculeuses des autres, notamment parce qu'il a trouvé les deux formes mélangées à Téréennes. Il s'oppose ainsi à Sauvageau et précise que les scientifiques britanniques Baker et Blandford (1915 In : Chemin 1925) après avoir d'abord considéré les *Fucus vasicoles* des îles britanniques comme une espèce à part entière, les réexaminent et concluent, tout comme lui, à une simple variété de *Fucus vesiculosus*. Sauvageau (1927) répond violemment à Chemin : pour lui, la situation est bien plus complexe : les *Fucus vasicoles* ne peuvent pas être une simple variété de *F. vesiculosus*. et le nom de *Fucus lutarius* doit être employé comme un nom provisoire d'une espèce composite. Donner un nom de variété implique connaître son ou ses origines, dont on ne connaît alors que peu de choses et reste très imprudent selon lui. Parallèlement, on trouve des spécimens correspondant aux *Fucus* de Chauvin sous de nombreux noms différents, semblant ignorer complètement les travaux antérieurs : *Fucus spiralis* ou encore *Fucus spiralis* var. *spiralis* dans les herbiers locaux de Bordeaux concernant des spécimens récoltés à Arcachon ou encore *Fucus spiralis* var. *volubilis* chez Batters (1902 In : Sauvageau 1908). Depuis les années 1920, la plupart des auteurs français traitent des *Fucus vasicoles* français sous le nom général de *Fucus lutarius*, se référant ainsi doublement au nom donné par Kützing à une plante provenant très probablement de Zélande, et aux travaux de Sauvageau et d'autres auteurs qui réemploient ce nom bien pratique pour l'ensemble des *Fucus vasicoles* français. Le *Fucus lutarius* est considéré comme une espèce jusque dans les années 1960 où Powel (1963) le considère génétiquement à nouveau comme une sous-espèce de *Fucus vesiculosus*, ce qui est encore confirmé par Leclerc & al. (1998) à partir de spécimens de *Fucus lutarius* récoltés à Chausey et d'autres fucales récoltées aux environs de Roscoff. En 2007, le petit *Fucus vasicole* redevient une sous-espèce du *F. vesiculosus* et reprend le nom donné par Goodenough & Woodward en 1775 : *Fucus vesiculosus* var. *volubilis*. Sans doute sont-ce les controverses au sujet de cette espèce, son écologie particulière, la difficulté qu'il y a à la trouver et son caractère apparemment très localisé qui ont contribué à la multiplication des publications à son sujet. L'espèce a par exemple particulièrement été recherchée en Bretagne, notamment par Dizerbo dans les années 1950 et il s'agit certainement d'une des rares algues ayant même fait l'objet de tentatives d'introduction volontaires (Lami 1930).

Encadré 10 : Les *Fucus vasicoles* en Europe.



1 Les Ecréhous (Nicolas Jouault comm. pers.); **2** Chausey (Fisher-Piette 1936, Livory 2000b); **3** Pied de la Tour Solidor à St-Servan (site de la découverte de l'espèce par Cuvier en 1827, puis observé à nouveau, notamment par Dautzenberg & Durouchoux 1913, Fisher 1929); **4** Pointe de l'Aiguille (Dautzenberg & Durouchoux 1913); **5** Zorieux (Dautzenberg & Durouchoux 1913); **6** Bizeux (Dautzenberg & Durouchoux 1913) **7** Chalibert (Dautzenberg & Durouchoux 1913) (station probablement disparue suite à la construction du barrage sur cet îlot); **8** Anse de Garo, en Rance (Fisher-Piette 1936) **9** Cap d'Erquy (Université Catholique de l'Ouest, donnée non publiée); **10** Val-André (Fisher-Piette 1932); **11** Phare du Grand Léjon (Fisher-Piette 1936) **12** Bréhat (De Beauchamp & Lami 1921); **13** Sept Iles (Joyeux-Laffuie 1882, Fisher-Piette 1932); **14** Phare du Triagoz (De Beauchamp 1914) **15** Landrellec (Université Catholique de l'Ouest, donnée non publiée) **16** Pointe du Dourvin (De Beauchamp 1914) **17** Saint-Efflam (Plestin-les-Grèves) (Fisher-Piette 1932, Comet & Marche-Marchad 1951); **18** Locquirec (De Beauchamp 1914, Dautzenberg & Fisher 1925) **19** Beg an Fry (Guimaëc) (Dautzenberg & Fisher 1925, Comet & Marche-Marchad 1951); **20** Pointe de Primel (Plougasnou) (Comet & Marche-Marchad 1951); **21** Les Duons (Joyeux-Laffuie 1882, Dautzenberg & Fisher 1925, Comet & Marche-Marchad 1951); **22** Bisayers (Comet & Marche-Marchad 1951); **23** Guerheon (Dautzenberg & Fisher 1925) **24** Le Conquet (Joyeux-Laffuie 1882); **25** Morgat (Crozon) (Joyeux-Laffuie 1882; Comet & Marche-Marchad 1951); **26** Pointe de Saint-Gildas (Préfaïles) (Barillé-Boyer et al. 2000); **27** Côte occidentale de l'île d'Yeu (De Beauchamp 1923b); **28** Méditerranée française (Péres & Picard 1964); **29** Ria de Vigo (Galice) (Rolan & Otero-Schmitt 1996); **30** Région d'Alger (Seurat 1940); **31** Nord de la Tunisie (Rield 1983); **32** Nord-Est de la Tunisie (Rield 1983); **33** Côtes nord-ouest de la Sicile (Rield 1983, Péres & Picard 1964); **34** Mer Tyrrénienne (Rield 1983, Péres & Picard 1964); **35** Golfe de Gênes (Rield 1983, Péres & Picard 1964); **36** Lower Sharpnose Point (Joint Nature Conservation Committee In : Costello & al. 2001); **37** Bude (Joint Nature Conservation Committee In : Costello & al. 2001); **38** Polzeath; North Hayle Bay (Joint Nature Conservation Committee In : Costello & al. 2001); **39** Rocks west of beach, Constantine Bay (Marine Biological Association In : Costello & al. 2001); **40** Sur une île rocheuse de la Baie de Fistrat à Newquay (Russell 1925); **41** Lantivet Bay: Couch et Laughrin (Jeffreys 1865); **42** Ile de St-George (Joint Nature Conservation Committee In : Costello & al. 2001); **43** Whitsand Bay (près de Plymouth) (Jeffreys 1865); **44** Sud du Devon (Hayward & Ryland 1990); **45** Port a'Mheirlich (Lochcarron, Ecosse) (Joint Nature Conservation Committee In : Costello & al. 2001).



Individus récoltés par Fisher-Piette en 1936 à l'île aux oiseaux de Chausey (Collection Dautzenberg)

Onchidella celtica est l'exemple typique d'une espèce qui a suscité la curiosité de nombreux naturalistes. L'espèce, découverte relativement tardivement par Cuvier en 1827, a été recherchée activement sur les côtes européennes, et tout particulièrement en Bretagne puis en Cornouaille anglaise. Tous les auteurs qui la mentionnent la considèrent comme rare et très localisée et les seules synthèses relatives à sa distribution restent très partielles. La majorité des naturalistes précisent que l'espèce est difficile à détecter, même si elle est présente. La revue bibliographique que nous avons faite permet de lister un nombre relativement peu important de stations de l'espèce, qui tient peut-être à un manque de prospection autant qu'à une réelle rareté. En fait, l'espèce a souvent été trouvée quand la pression d'observation naturaliste a été importante et que l'espèce a été recherchée spécifiquement dans un secteur. Il est intéressant de noter à ce titre que la concentration spatiale des stations de l'espèce correspond à la localisation de stations marines : Station marine de Dinard en Baie de St-Malo, Station marine de Roscoff dans le secteur de la côte de Granite Rose, Station marine de Plymouth, ou encore station marine espagnole de Vigo.

Encadré 11. Onchidella celtica en Europe et en Afrique du Nord.

1.3. Valeur fonctionnelle biologique pour les consommateurs secondaires

Nous avons choisi d'aborder la valeur fonctionnelle des habitats à travers l'exemple des consommateurs secondaires que sont les oiseaux, puisque plusieurs d'entre eux présentant un enjeu de conservation particulier à Chausey : il s'agit (a) de certains limicoles et (b) du tadorne de Belon *Tadorna tadorna*. L'archipel est en effet un site d'importance nationale pour la reproduction de l'huîtrier pie *Haematopus ostralegus* et du tadorne de Belon *T. tadorna* et accueille en outre des effectifs hivernaux d'importance régionale de chevaliers gambettes *Tringa totanus* (jusqu'à une centaine d'individus en période hivernale, F. Gallien & le Groupe Ornithologique Normand *comm. pers.*).

a. Valeur fonctionnelle biologique des habitats intertidaux meubles pour les limicoles

Plusieurs auteurs se sont étonnés des faibles abondances de limicoles présents à Chausey au regard des vastes espaces intertidaux disponibles : « *Eu égard au très grand développement des estrans, les oiseaux du littoral ne semblent pas très bien représentés aux Chausey. Au cours de l'hiver 1974-75, les observateurs n'ont noté que 600 limicoles environ* » (Braillon et Nicolau-Guillaumet 1977). Les comptages Wetlands conduits chaque hiver confirment les faibles abondances globales de limicoles à Chausey : si l'on exclut le tournepierre à collier *Arenaria interpres* et le bécasseau violet *Calidris maritima*, qui s'alimentent essentiellement pour le premier et presque exclusivement pour le second sur les substrats durs, les abondances hivernales de limicoles ne dépassent jamais les 900 individus de 2000 à 2005 (Comptages Wetlands, F. Gallien & le Groupe Ornithologique Normand *comm. pers.*). Seul le chevalier gambette *T. totanus* est assez abondant, puisque le nombre d'individus hivernants est similaire à celui de vastes sites d'hivernage que sont notamment les baies du Mont Saint-Michel ou de Saint-Brieuc. Pour expliquer cette faible attractivité des habitats intertidaux de Chausey, certains auteurs ont même évoqué l'absence ou la rareté de certaines espèces consommées par les oiseaux (Debout & Leneveu 1993a, 1993b).

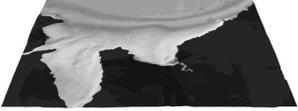
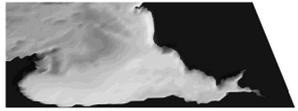
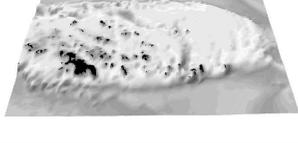
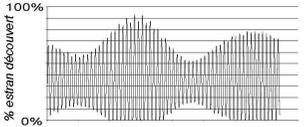
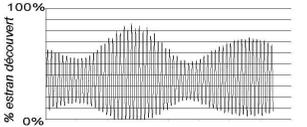
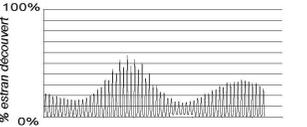
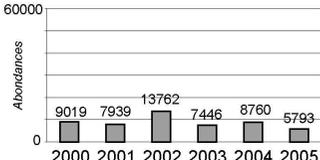
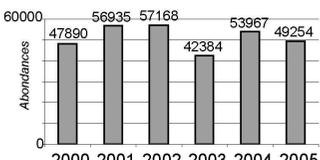
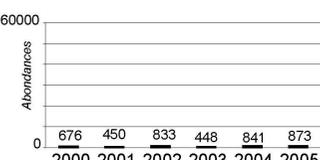
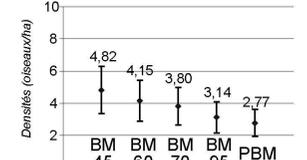
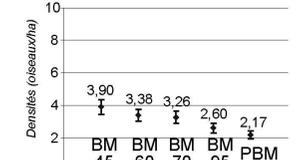
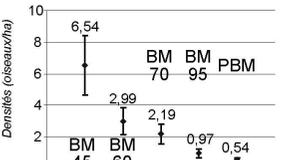
Toutefois, un facteur essentiel a systématiquement été omis dans ces considérations : **l'accessibilité à l'estran pour les oiseaux**. Celle-ci est déterminée par la superficie moyennement exondée, qui dépend à la fois de la bathymétrie et du régime de marée. Sur un site donné, il nous paraît donc plus pertinent d'évaluer des densités d'oiseaux non pas rapportées à la superficie intertidale totale, mais à la superficie intertidale moyennement exondée, qui correspond à celle véritablement exploitable par les oiseaux.

Nous évaluerons la valeur fonctionnelle des habitats intertidaux de Chausey, en raisonnant à plusieurs échelles. (1) A l'échelle inter-sites. Comment se positionne Chausey par rapport à deux autres sites du Golfe (baies du Mont Saint-Michel et de Saint-Brieuc) du point de vue des densités de

limicoles rapportées aux superficies réellement exploitables ? (2) A l'échelle de Chausey. Quelle est l'accessibilité moyenne pour les limicoles à chaque habitat intertidal durant une année, et plus précisément au cours des 4 périodes importantes pour ces espèces : printemps (migration pré-nuptiale) ; été (période de nidification) ; automne (migration post-nuptiale) et hiver (hivernage) ?

(1) Les données concernant les abondances de limicoles de janvier 2000 à janvier 2005 sont issues des comptages Wetlands. Le tournepierre à collier *A. interpres* et le bécasseau violet *C. maritima*, s'alimentant principalement sur des substrats durs ont été exclus des analyses. Nous avons calculé les superficies exploitables de chaque site (i.e. exondées) heure par heure au cours d'un mois de janvier (janvier 2005). Pour ce faire nous avons utilisé pour chaque site : les données de hauteurs d'eau heure par heure (données SHOM) et les cartes bathymétriques disponibles (Tocquet & al. 1957 pour Chausey, données LIDAR de 2003 pour la Baie du Mont Saint-Michel et bathymétrie acquise par un échosondeur ODOM HDROTRAC Single Frequency Echo Sondeur Beam (TRITECH) la Baie de Saint-Brieuc (bureau d'études « In Vivo » 1995)). La correspondance entre hauteurs d'eau (x) et superficie exploitable (y) a permis d'établir une régression pour chaque site (Chausey : $R^2=0.984$, Baie du Mont Saint Michel : $R^2=0.995$, Baie de Saint-Brieuc : $R^2=0.996$). Les surfaces exondées de chaque habitat au cours d'un mois de janvier ont été calculées en utilisant ces régressions.

Alors que les Baies de Saint-Brieuc et du Mont Saint-Michel ont des surfaces intertidales caractérisées par des pentes faibles et régulières, celles de Chausey sont plus irrégulières (Encadré 12 A). En conséquence, au cours d'un mois de janvier, alors que plus de 35% des estrans des deux baies sont en moyenne exondés, seulement 9.8% de l'estran de Chausey l'est (Encadré 12 B). Ainsi, lors des marées de morte-eau, les différences relatives de superficies découvertes sur les trois sites sont importantes. Pour un coefficient de marée de 45, 45% de l'estran de la Baie du Mont Saint-Michel et 50% de celui de la Baie de Saint-Brieuc sont en moyenne exondés à basse mer, contre seulement 6% à Chausey. Ceci est très probablement dû à la bathymétrie très particulière de l'archipel (Figure 41).

A Modèles Numériques de Terrain	Baie de Saint-Brieuc 	Baie du Mont Saint-Michel 	Chausey 
B % de l'estran exploitable (i.e. exondé) sur un mois de janvier classique (exemple de janvier 2005)	1115.3 ha exploitables en moyenne 35.2% de la totalité de l'estran  Temps par heure du 1er au 31 janvier 2005	23621.6 ha découverts en moyenne 36.7% de la totalité de l'estran  Temps par heure du 1er au 31 janvier 2005	124.6 ha découverts en moyenne 9.8% de la totalité de l'estran  Temps par heure du 1er au 31 janvier 2005
C Abondance de limicoles en janvier (2000-2005)	 2000: 9019, 2001: 7939, 2002: 13762, 2003: 7446, 2004: 8760, 2005: 5793	 2000: 47890, 2001: 56935, 2002: 57168, 2003: 42384, 2004: 53967, 2005: 49254	 2000: 676, 2001: 450, 2002: 833, 2003: 448, 2004: 841, 2005: 873
D Densités théoriques moyennes de limicoles	2.7 (+/-0.1) oiseaux/ha d'estran 7.9 (+/-0.2) oiseaux/ha d'estran moyennement exploitable	2.2 (+/-0.2) oiseaux/ha d'estran 6.1 (+/-0.7) oiseaux/ha d'estran moyennement exploitable	0.5 (+/-0.2) oiseaux/ha d'estran 5.6 (+/-2.2) oiseaux/ha d'estran moyennement exploitable
E Densités théoriques moyennes de limicoles (2000-2005) rapportées à la superficie exploitables pour différentes hauteurs d'eau	 BM 45: 4.82, BM 60: 4.15, BM 70: 3.80, BM 95: 3.14, PBM: 2.77	 BM 45: 3.90, BM 60: 3.38, BM 70: 3.26, BM 95: 2.60, PBM: 2.17	 BM 45: 6.54, BM 60: 2.99, BM 70: 2.19, BM 95: 0.97, PBM: 0.54 BM45 : Basse-mer coefficient 45 PBM : Plus Basse Mer de Vive-eau d'Equinoxe

Encadré 12. Baies de Saint-Brieuc, du Mont Saint-Michel et Chausey : superficies intertidales meubles exploitables pour les limicoles et densités de limicoles s'y rapportant.

Les abondances de limicoles au cours des hivers de 2000 à 2005, sont en moyenne de 51266 (± 5806) oiseaux en Baie du Mont Saint-Michel, 8786 (± 2694) en baie de Saint-Brieuc, et de seulement 686 (± 196) oiseaux à Chausey (Encadré 12 C). Si l'on rapporte ces abondances aux superficies totales des estrans, on obtient des densités plus de 4 fois moindres à Chausey que sur les deux baies. En revanche, lorsque ces abondances sont rapportées à la superficie moyennement exondée, et donc réellement exploitable pour les limicoles, on obtient des densités d'oiseaux tout à fait similaires : 7.9 oiseaux/ha en Baie de Saint-Brieuc, 6.1 en Baie du Mont Saint-Michel, et 5.9 à Chausey (Encadré 12 D). De plus, lors de coefficients de marée de morte-eau, les densités de limicoles de Chausey sont bien

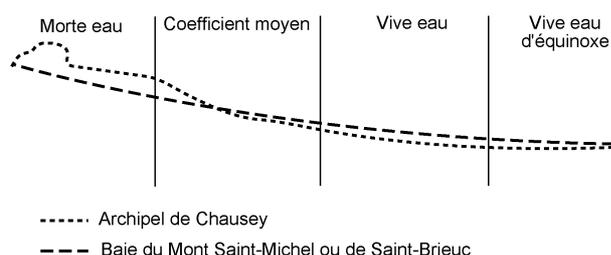


Figure 41. Coupes topographiques théoriques des estrans de Chausey et des deux baies.

supérieures à celles des deux autres sites, compte tenu des superficies très restreintes qui sont alors exondées sur l'archipel (Encadré 12 E).

En conclusion, les faibles abondances de limicoles présentes à Chausey peuvent s'expliquer en grande partie par la superficie intertidale exploitable pour les oiseaux. Une très faible partie de l'estrans meuble de Chausey découvre en dehors des périodes de très grandes

marées. Lors de petits coefficients, les limicoles de Chausey sont même contraints d'exploiter des superficies très restreintes. Leurs densités dépassent alors celles des sites de la Baie de Saint-Brieuc et du Mont Saint-Michel. Ce n'est donc vraisemblablement pas la qualité intrinsèque des habitats intertidaux de Chausey (caractéristiques édaphiques ou biologiques) qui détermine leur faible abondance mais bien plus le fait que ses estrans sont relativement peu exondés et donc peu accessibles aux oiseaux en dehors des très grandes marées.

(2). Pour le site de Chausey, nous avons calculé les superficies exploitables de chaque habitat (*i.e.* exondées) durant la plus basse mer de chaque jour, à l'échelle d'un cycle annuel complet de vie d'un limicole (hivernage, migration pré-nuptiale, période de reproduction, migration post-nuptiale ; du 1^{er} novembre 2005 au 31 octobre 2006). Ces données ont été calculées en croisant sous SIG les données des hauteurs d'eau du site fournies par le SHOM sur la période donnée ; et les données bathymétriques croisées à la cartographie des habitats intertidaux de substrat meuble. Pour toutes les cotes bathymétriques nous avons obtenu une superficie exondée de chaque habitat et donc une relation, exprimée sous la forme d'une régression, entre hauteur d'eau et superficie exondée de chaque habitat. Les surfaces exondées de chaque habitat au cours de la plus basse mer de chaque jour ont été calculées en utilisant ces régressions.

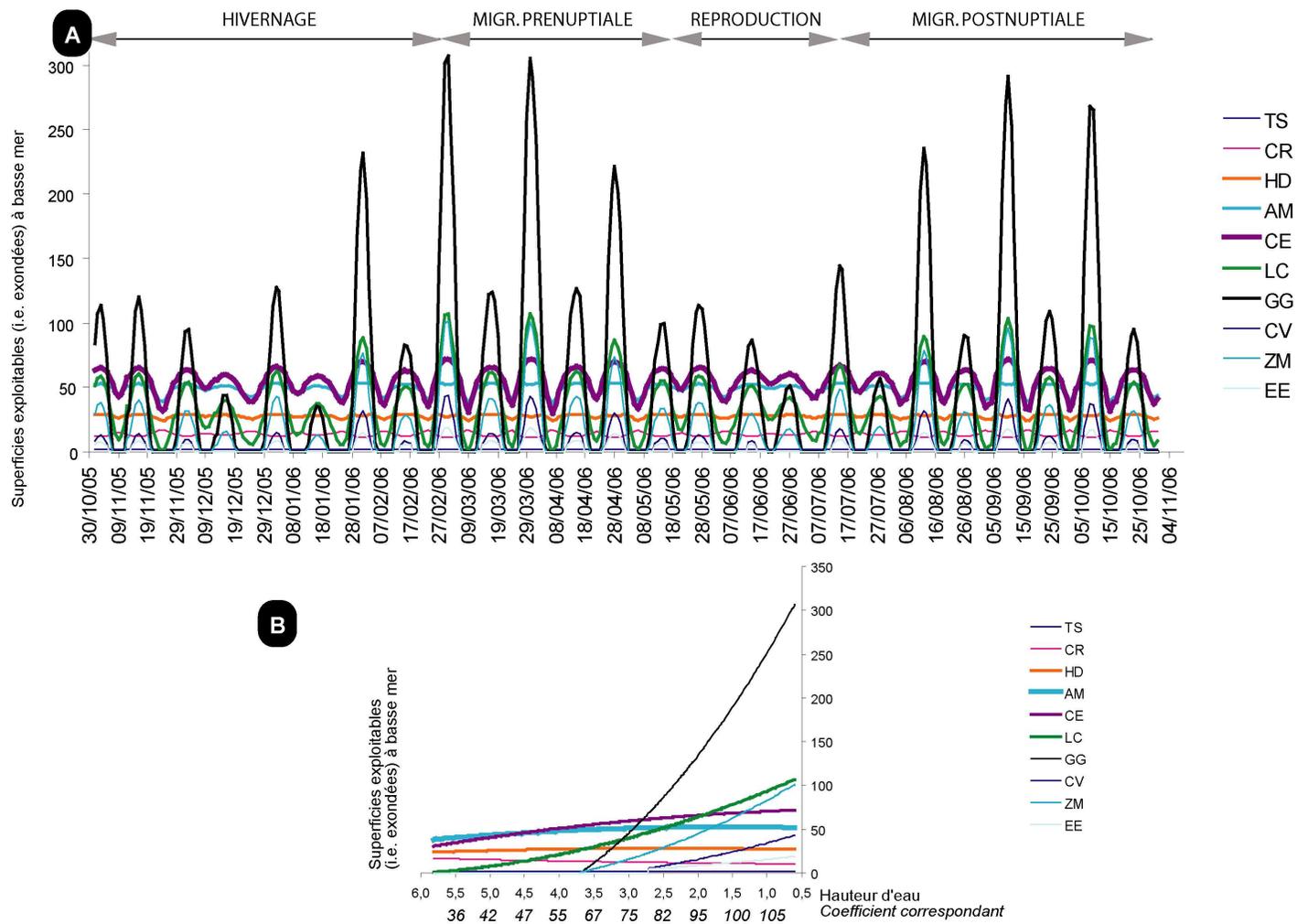
Les résultats obtenus permettent d'identifier trois types d'habitats (Encadré 13 A):

- i) les habitats exploitables toute l'année : habitats des sédiments envasés de haut niveau à *H. diversicolor*, des sables plus ou moins envasés de mi-marée à *A. marina* et celui des sables de niveau moyen à bas à *C. edule*
- ii) les habitats qui ne sont exploitables que pendant quelques périodes de l'année : les banquettes à *L. conchilega*
- iii) les habitats peu exploitables : parmi lesquels on distingue ceux n'étant exondés qu'exceptionnellement (habitats des sables grossiers de niveaux bas à *G. glycymeris* ; des sables moyens de niveaux bas à *C. variegata* ; des sables à *E. ensis* ; des herbiers à *Z. marina*) et ceux ne couvrant que des superficies restreintes (habitats des sables secs à *T. saltator* et des horizons de rétention et résurgence à *S. squamata* et *C. roscoffensis*).

On observe donc une accessibilité très contrastée des habitats intertidaux de Chausey pour les limicoles. Les sables de niveau moyen à bas à *C. edule* et les sables plus ou moins envasés de mi-marée à *A. marina* ; ainsi que les sédiments envasés de haut niveau à *H. diversicolor* constituent les zones d'alimentation exploitables toute l'année pour les oiseaux, et les seules durant les périodes de morte-eau. **Leur rôle fonctionnel pour l'avifaune est donc important.** Il n'est donc pas étonnant de trouver de fortes densités de chevaliers gambettes *T. totanus* à Chausey puisqu'il s'agit d'une espèce connue pour s'alimenter essentiellement d'espèces présentes à des niveaux bathymétriques élevés (principalement l'amphipode *Corophium volutator* - Van de Kam & al. 2004). A l'inverse, d'autres espèces connues pour s'alimenter à des niveaux plus bas (comme le courlis cendré *N. arquata* ou la barge rousse *L. lapponica* - Van de Kam & al. 2004) sont présents en effectifs plus réduits à Chausey.

Les banquettes à *L. conchilega*, quant à elles, bien que très attractives pour les oiseaux, ne sont toutefois accessibles que pendant quelques périodes dans l'année. Elles ont donc un rôle important mais essentiellement pour des coefficients de marée supérieurs à 70.

Enfin, les autres habitats ne peuvent avoir une valeur fonctionnelle que secondaire pour les limicoles, soit de par leur faible accessibilité, soit parce que leurs superficies sont très restreintes.



Encadré 13. Superficies exondées des habitats à basse mer au cours d'une année (A) et selon les hauteurs d'eau (B).

TS : Sables secs à *T. saltator*, CR : Horizon de rétention et de résurgence à *S. squamata*, HD : sédiments envasés à *H. diversicolor*, Am : sables ± envasés à *A. marina*, CE : sables à *C. edule*, LC : banquettes à *L. conchilega*, GG : sables à *G. glycymeris*, CV : sables à *C. variegata*, ZM : herbier à *Z. marina*, EE : sables à *E. ensis*.

b. Valeur fonctionnelle biologique des habitats intertidaux meubles pour le tadorne de Belon *Tadorna tadorna*

Avec une cinquantaine de couples nicheurs, Chausey est un site d'importance nationale pour la reproduction du tadorne de Belon (Debout & al. 2004). Toutefois, les familles de tadornes ont l'habitude de quitter l'archipel dès le jour suivant l'éclosion des poussins pour se rendre en Baie du Mont Saint-Michel. La rareté, voire l'absence d'espèces d'invertébrés marins consommées par les juvéniles de tadornes dans l'habitat des sédiments envasés de hauts niveaux à *H. diversicolor* (habitats d'alimentation traditionnels de l'espèce) a été l'hypothèse avancée pour expliquer ces départs. Nous présentons ici un article remettant en question cette hypothèse : les sédiments envasés de haut niveau de l'archipel ne sont pas plus pauvres en ressource trophique que ceux de la Baie du Mont Saint-Michel où vont s'alimenter les familles nichant à Chausey. Comme pour les limicoles, le départ des familles semble mieux s'expliquer par la configuration spatiale tout à fait particulière du domaine intertidal de Chausey.

**Départ des familles de Tadornes de Belon des Iles Chausey en période de reproduction :
nouvelles données explicatives**

Laurent Godet ^{1*} ; Jérôme Fournier² ; Patrick Le Mao³ ; Jihane Trigui¹, Gérard Debout⁴

¹ Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN), Département Milieux et Peuplements Aquatiques,
Station marine de Dinard USM0404 - UMR 5178 BOME
17, Avenue George V - 35800 DINARD – France
Tel.: +33(0)299461390

² Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)
Station marine de Dinard USM0404 - UMR 5178 BOME
17, Avenue George V - 35800 DINARD – France
Tel.: +33(0)299461390

³ Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER), Laboratoire
Environnement et ressources Finistère-Bretagne Nord, Station de St-Malo,
2 bis, rue Grout Saint Georges - BP 46 35402 SAINT-MALO Cedex – France
Tel.: +33(0)223185858

⁴ Groupe Ornithologique Normand (GONm)
181, Rue d'Auge
14000 Caen

* Contact : godet@mnhn.fr

RESUME

L'archipel de Chausey (Manche) est un site d'importance nationale pour la reproduction du Tadorne de Belon *Tadorna tadorna*. Les poussins qui y naissent ont la particularité de quitter l'archipel avec leurs parents dès le jour suivant leur éclosion pour rejoindre à la nage des sites d'élevage des jeunes situés à plus de 30km, en Baie du Mont-Saint-Michel (BMSM). Ces déplacements ont été expliqués par la pauvreté de la ressource trophique disponible dans les vasières de Chausey et particulièrement la rareté de l'annélide polychète *Hediste (Nereis) diversicolor*. Les résultats présentés dans le présent article, incluant des analyses de la macrofaune benthique, de la bathymétrie des deux sites et des conditions hydrodynamiques du Golfe Normano-Breton, remettent en question cette hypothèse. La macrofaune benthique des secteurs d'alimentation des tadorne situés à Chausey et en BMSM est assez similaire et les abondances faunistiques sont mêmes supérieures à Chausey. Par ailleurs, *H. diversicolor* est abondant dans l'ensemble des sédiments envasés de haut niveau de l'archipel avec des densités dépassant parfois 600 individus au m². Le départ des familles semble mieux s'expliquer par la configuration spatiale tout à fait particulière du domaine intertidal de Chausey. En outre, si l'arrivée sur des sites d'alimentation situés en BMSM peut être en partie favorisée par les conditions hydrodynamiques, des périodes de nage active ont également dû être nécessaires aux familles pour atteindre ces sites, ce qui confirme en partie l'hypothèse d'une sélection des sites d'élevage des jeunes.

ABSTRACT

The Chausey archipelago is a breeding site of a national importance for the Common shelduck *Tadorna tadorna*. The chicks are known to leave the archipelago with their parents the day following their birth, and they reach the Bay of the Mont Saint-Michel (BMSM), 30km southward. A first hypothesis assumed that the trophic resource, and more precisely the scarcity of the Annelida polychaeta *Hediste (Nereis) diversicolor*, may explain these movements. The results presented in the present paper, including benthic macrofaunal and bathymetric feature analysis of the two sites and hydrodynamic analysis of the Breton-Normand Gulf, bring into question this first hypothesis. The benthic macrofauna of the feeding grounds of the two sites is similar, and the abundances are even higher in Chausey than in the BMSM. Moreover, *H. diversicolor* is more abundant in Chausey (the highest densities reaching more than 600 ind.m²). The spatial characteristics of the intertidal sand flats of Chausey seem to be more relevant to explain these movements. In addition, if the arrival of the chicks in the BMSM can be favoured by the hydrodynamic conditions of the Normand-Breton Gulf, the family have to swim, what confirms the current hypothesis of a site selection by the birds.

Titre en anglais : Disappearance of the Shelduck *Tadorna tadorna* families of the Chausey archipelago: new explicative data

Titre courant : Départ des tadorne de Chausey

INTRODUCTION

Le Tadorne de Belon *Tadorna tadorna* présente la particularité de quitter les zones d'alimentation utilisées lors de la période d'incubation pour se rendre sur d'autres secteurs pour l'élevage des jeunes (Patterson 1982, Cramp & Simmons 1983). Sur l'archipel des Iles Chausey (Manche), le tadorne est un nicheur assez commun : il s'y reproduit au moins depuis les années 1930 (Oberthur 1937) et le site accueille aujourd'hui une cinquantaine de couples (Debout & al. 2004). Les familles de tadorne qui se reproduisent à Chausey quittent l'archipel dès le jour suivant l'éclosion des poussins pour gagner des sites d'élevage situés en Baie du Mont Saint-Michel (BMSM) (Debout & Leneveu 1993a, 1993b, Leneveu & Debout 1994). L'hypothèse d'une pauvreté en ressource trophique des vasières de Chausey et tout particulièrement la rareté de l'annélide polychète *Hediste (Nereis) diversicolor* (connue pour être consommée par les jeunes) a été proposée pour expliquer cette très nette dissociation des sites d'incubation et des sites d'élevage et surtout la distance importante qui les sépare (30km environ) (Debout & Leneveu 1993a, 1993b, Leneveu & Debout 1994).

Après avoir étudié en détail la macrofaune benthique des différents habitats intertidaux de substrat meuble de l'archipel de Chausey (Godet & al. en prép), et bénéficiant des récentes études concernant ceux de la BMSM (Trigui & al. en prép.), cette hypothèse nous semble contestable. L'objectif de cette étude est d'apporter de nouvelles explications concernant les déplacements des tadorne entre les deux sites en période de reproduction en répondant aux trois questions suivantes :

- i) En quoi la macrofaune benthique endogée des sites d'alimentation de Tadorne de Chausey et de la BMSM (et particulièrement les abondances de l'annélide *Hediste diversicolor*) diffère-t-elle ?
- ii) Le départ des tadorne de Chausey vers la BMSM peut-il s'expliquer par des caractéristiques propres à l'espace disponible à Chausey au moment de l'éclosion des poussins ?
- iii) L'arrivée des familles sur les sites de la BMSM résulte-t-elle d'une sélection du site ou est-elle plutôt déterminée par les conditions hydrodynamiques locales ?

MATERIEL ET METHODES

Sites d'étude

L'archipel des Iles Chausey et la Baie du Mont Saint-Michel (BMSM) sont situés au fond du Golfe Normand-Breton (Figure 1), soumis à un régime de marée mégatidal (jusqu'à 15 m en BMSM en période de vive-eau d'équinoxe). L'existence de larges estrans de substrat meuble qui dominent chacun des deux sites (à savoir plus de 1300 ha à Chausey et près de 24000 ha en BMSM) s'explique par la combinaison de ce marnage exceptionnel et de pentes faibles.

1. Macrofaune benthique

A Chausey, 3 stations de prélèvement localisées sur les 3 principaux secteurs de sédiments envasés de haut niveau (jardin de l'île aux oiseaux ; Nord de Grande Ile ; Grand Colombier), correspondant aux secteurs d'alimentation des tadornes de Chausey ont été analysées (Figure 2). En BMSM, 5 autres stations ont fait l'objet de prélèvements sur les secteurs de sédiments envasés de haut niveau, connus pour accueillir des crèches de Tadornes et plus particulièrement les familles en provenance de Chausey : Le Vivier-sur-Mer et St-Benoît-des-Ondes (Beaufils 2001).

Sur chaque station, trois carottes de 0.1m² ont été prélevées. Les échantillons ont été tamisés sur une maille circulaire de 2mm de diamètre, puis fixés et conservés dans une solution de formol dilué à 4.5%. Le matériel retenu par la maille des tamis a été trié deux fois en laboratoire, la seconde après une coloration au Rose Bengale qui colore les éléments organiques éventuellement oubliés lors du 1^{er} tri. Toute la macrofaune a été identifiée au plus haut niveau taxonomique possible et énumérée. Les espèces benthodémersales n'ont pas été prises en compte dans nos analyses.

Nous avons utilisé les méthodes développées par Clarke & Warwick (1994) et utilisé le logiciel PRIMER v.5.2.2 (Plymouth Routines in Multivariate Research) (Clarke & Gorley 2001) pour analyser la structure des assemblages faunistiques. Le nombre d'espèce (S), l'abondance totale de la macrofaune (Ab) et l'indice de diversité de Shannon (H') ont ensuite été calculés. Un dendrogramme et une modélisation multidimensionnelle non métrique (MDS) ont été réalisés sur la base d'une matrice de similarité de Bray-Curtis calculée à partir des données d'espèces ayant subi une transformation double-racine. Les valeurs de stress indiquées pour chaque graphique de MDS indiquent la précision de la représentation des distances entre les stations (Clarke 1993). Les espèces contribuant le plus à la similarité ou la dissimilarité entre les groupes ont été testées par la méthode SIMPER du logiciel PRIMER (Clarke 1993).

Les différences d'abondance des espèces les plus abondantes ont été testées entre les deux sites par des tests t de Student dans le cas d'une homogénéité des

variances (testée par un test de Levene) et par des tests U de Mann & Withney dans le cas contraire. Les abondances de certaines espèces ont subi une transformation log (x+1).

2. Données bathymétriques

Deux cartes bathymétriques ont été réalisées sur les deux sites, en utilisant les données bathymétriques acquises par Tocquet & al. (1957) pour Chausey et les données LIDAR de 2003 (Fondation Total) pour la BMSM. Les superficies intertidales de substrat meuble ont été calculées sur les deux sites pour 6 cotes bathymétriques principales, via le logiciel SIG Arcview 3.1TM (ESRI[®]1998). A partir de ces données, les équations des courbes de régression nous ont permis d'obtenir une relation entre hauteurs d'eau et superficies exondées du domaine intertidal de substrat meuble. Grâce aux annuaires de marée du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM), nous avons compilé toutes les hauteurs d'eau minimales pour chaque jour d'une année (2006) pour les deux sites. Les équations des courbes de régression nous ont permis d'évaluer pour toutes ces hauteurs d'eau quotidiennes les superficies du domaine intertidal de substrat meuble exondées sur l'ensemble d'une année. Le but n'étant pas de calculer des superficies exactes, mais de comparer la part de chaque site exondée au cours d'une année, aucune correction barométrique n'a été apportée.

3. Contexte hydrodynamique

L'hydrodynamisme du Golfe Normand-Breton est avant tout conditionné par des amplitudes de marée importantes, qui augmentent d'ouest en est et peuvent dépasser les 15 mètres en BMSM. Leneveu & Debout (1994) ont montré que les tadornes mettaient certainement 6 ou 7 heures pour faire le trajet entre Chausey et la BMSM, soit une période similaire à celle séparant une pleine mer d'une basse mer. D'un point de vue hydrodynamique, les oiseaux sont donc essentiellement soumis aux courants de marée (flot ou jusant selon l'heure de leur départ). Nous avons donc utilisé les analyses des courants de flot et de jusant du fond du Golfe Normand-Breton réalisées par la SOGREAH (Société Grenobloise d'Etudes et d'Applications Hydrauliques) afin d'évaluer leur influence potentielle sur la trajectoire des familles.

RESULTATS

1. Macrofaune benthique

Au total, 30 espèces macrofauniques ont été identifiées sur l'ensemble des prélèvements (Annexe 1). Des différences sont observées entre

les assemblages benthiques de la BMSM et de Chausey, toutefois, ils présentent une similarité relativement importante (23.3 % de similarité) (Figure 3).

Les sédiments envasés de haut niveau de Chausey (similarité moyenne du groupe=53.6% - Tableau 1) sont caractérisés par une macrofaune assez abondante ($Ab=1359.3 \text{ ind.m}^{-2}$) mais une richesse et une diversité spécifiques assez faibles ($S=11.3$; $H'=1.5$). Les espèces qui les caractérisent sont essentiellement les deux annélides polychètes *H. diversicolor* et *Pygospio elegans*, deux espèces différentes de larves d'insectes, le bivalve *Abra tenuis* et des oligochètes (ces taxons contribuent à près de 90% de la similarité de ce groupe - Tableau 1). Les sédiments envasés de haut niveau de la BMSM (similarité moyenne du groupe=62.1% - Tableau 1) sont caractérisés par une macrofaune moins abondante et moins riche ($Ab=466.6 \text{ ind.m}^{-2}$; $S=9.4$) et ont une diversité comparable à celle de Chausey ($H'=1.6$) (Tableau 1). Ils sont essentiellement caractérisés par les deux bivalves *Macoma balthica* et *Scrobicularia plana*, les polychètes *H. diversicolor* et *Nephtys hombergii* ainsi que les oligochètes (ces espèces contribuent à plus de 70% de la similarité de ce groupe - Tableau 1). Les différences entre les sédiments envasés de haut niveau des deux sites s'expliquent principalement par des abondances importantes de *M. balthica* et *S. plana*, *N. hombergii* et *Corophium arenarium* en BMSM, absents à Chausey, alors que les abondances des larves d'insectes, des polychètes *H. diversicolor* et *Pygospio elegans* ainsi que du bivalve *Abra tenuis* sont supérieures à Chausey (Tableau 1).

Parmi les espèces les plus abondantes, on note des abondances significativement supérieures à Chausey des espèces suivantes : *H. diversicolor* (test t, $p=0.007$), *A. tenuis* (test U, $p=0.004$) et des insectes (absents des prélèvements effectués en BMSM). En revanche, les bivalves *Cerastoderma edule*, *M. balthica* et *S. plana* sont absents des prélèvements effectués à Chausey et relativement abondants en BMSM. Les différences ne sont pas significatives pour les espèces suivantes : *P. elegans*, les oligochètes et les deux espèces confondues de *Corophium* (*C. arenarium* et *C. volutator*).

2. Données bathymétriques

Le domaine intertidal de substrat meuble de Chausey couvre 1414 ha contre 23739 en BMSM, soit un rapport de 1 à 17. En période de morte-eau moyenne (coefficient de marée de 45), les superficies intertidales de substrat meuble exondées à Chausey sont très restreintes (240 ha, soient 18% du site - Figure 4A) et sont essentiellement localisées dans la partie ouest de l'archipel, au nord et au nord-ouest de la Grande Ile (Figure 5). Un coefficient de marée de 91 (hauteur d'eau de 2.2m lors de la basse mer) est nécessaire pour que 50% de l'estran meuble du site soit exondé (Figure 4A). La situation est très différente en BMSM, car même en période de morte-eau les superficies exondées en BMSM sont importantes (Figure 4A) et d'un seul tenant (Figure 5). En période de vive-eau moyenne

(coefficient de marée de 95), 21344 ha, soient 92% de l'estran meuble du site est exondé (Figure 4A).

Au cours d'une année, on note que les estrans de Chausey ne découvrent à plus de 60% qu'environ une fois par mois (Figure 4B). Par ailleurs, en juin, la superficie exondée à Chausey ne dépasse jamais 60% du domaine intertidal meuble du site. Inversement, l'estran meuble de la BMSM est toujours exondé à plus de 70% à marée basse quelque soit le coefficient de marée au cours de l'année (Figure 4B).

3. Données hydrodynamiques

Au flot, l'onde de marée progresse du large de la pointe du Grouin vers l'est, en s'incurvant vers le sud-est lors de sa propagation pour arriver à une direction sud au fond de la BMSM (Figure 6). Les courants de marée sont les plus forts en mi-marée, 3 à 4 heures après la basse mer. Au jusant, les courants de marée se renversent en prenant une direction nord, puis s'intensifient en prenant une direction ouest (Figure 6).

DISCUSSION

L'hypothèse de la ressource trophique pour expliquer le départ des tadornes de Chausey (Debout & Leneveu 1993a, 1993b, Leneveu & Debout 1994) ne semble pas pertinente. En effet, les sites d'alimentation de Chausey et de la BMSM sont relativement similaires en terme de composition macrofaunique et accueillent tous les deux des fortes abondances de proies connues pour être une ressource trophique appréciée par les poussins de tadornes. Dans le Golfe du Morbihan, des analyses de fécès, révèlent que les hydrobie, les coléoptères, les hétéroptères et les larves d'insectes (larves de chironomes) sont les proies les plus consommées par les poussins dans les lagunes saumâtres (Gellinaud 1988). De plus, le polychète *H. diversicolor*, les crustacés (Mysidacés et l'amphipode *C. volutator*) ainsi que les mollusques *A. tenuis* et *Hydrobia ulvae* sont préférentiellement consommés sur les vasières intertidales (Gellinaud 1988). Sur d'autres sites, certains auteurs soulignent également l'importance de *H. diversicolor* et *C. volutator* comme Buxton & Young (1981), dans un estuaire écossais. Si les abondances cumulées des deux espèces de *Corophium* ne diffèrent pas entre les deux sites, en revanche *H. diversicolor*, *A. tenuis* et les larves d'insectes sont plus abondants à Chausey qu'en BMSM.

Le départ des tadornes de l'archipel semble plutôt s'expliquer par la configuration bathymétrique tout à fait particulière de l'archipel qui diffère grandement de celle de la BMSM. Les pentes des estrans de l'archipel sont irrégulières et plus accentuées. Les niveaux hauts, les seuls exondés lors des marées de morte-eau, sont très

restreints et sont tous localisés au nord et à l'ouest de la Grande Ile. Le mois de juin, au cours duquel les poussins de tadornes éclosent, est caractérisé par des petits coefficients de marée, et seuls les niveaux très hauts sont exondés à marée basse et donc exploitables par les familles de tadornes. Or, l'espèce est connue pour quitter ses lieux de ponte pour rejoindre des lieux d'élevage distincts (Young 1964, Patterson 1982). En juin, les familles de tadornes de Chausey ne peuvent pas rejoindre d'autres lieux pour l'élevage des jeunes en restant dans l'archipel, car les seules surfaces exploitables sont concentrées au centre ouest de l'archipel, qui correspondent également aux sites de ponte. Les tadornes sont donc contraints, pour des questions de configuration spatiale des estrans de Chausey de quitter l'archipel pour trouver d'autres sites d'élevage pour les jeunes individus. Le fait de nicher sur un archipel implique une obligation pour les familles d'effectuer un périple relativement long comparé aux populations côtières (les déplacements ne représentent alors que quelques kilomètres tout au plus – Gellinaud 1984). Comme observé sur la très grande majorité des sites où niche l'espèce en Europe, les familles de Chausey gagnent ensuite des sites traditionnels de crèches pour l'élevage des poussins.

Il reste à savoir si l'arrivée sur les sites du Vivier-sur-Mer, en BMSM, relève d'une sélection des individus ou est essentiellement déterminée par les courants de marée. Dans l'hypothèse d'un départ du sud de l'archipel comme observé par Leneveu & Debout (1994), si les poussins quittent Chausey au début du flot (à basse mer), ils sont poussés vers le sud-est, et donc vers la BMSM. Au contraire, s'ils quittent le sud de l'archipel au moment du jusant, ils sont entraînés vers le

nord-ouest, puis vers l'ouest. Deux familles ont été observées quittant l'archipel par Leneveu & Debout (1994). La première est partie le 6 juin 1994 à basse mer, et donc au flot. Elle a été suivie 15mn et suivait logiquement un cap sud-est (130°), ce qui correspond bien avec l'orientation des courants de marée. L'autre famille a été observée le 22 juin 1994 au départ de Chausey et est partie 3h15 après la pleine mer, donc lors du jusant au moment où l'intensité des courants est la plus forte. Suivie pendant plusieurs heures, elle se trouvait au nord-est de la pointe du Grouin 7 heures plus tard. Cette famille a nécessairement dû avoir une phase de nage active au moins pendant les 3 premières heures de son trajet pour ne pas être déportée vers l'ouest, les courants de flot les ont ensuite entraînés au sud-est environ 3 heures après leur départ. On peut également émettre l'hypothèse que les oiseaux aient été poussés par des vents (habituellement de nord et nord-ouest dans ce secteur) et que leur progression ait ainsi été facilitée. Les courants de marée ne déterminent donc pas totalement la trajectoire des familles même si elle peut les orienter d'une manière générale vers la BMSM. En outre, les observations d'adultes nicheurs de Chausey se rendant quotidiennement en BMSM (mâles surtout), sur les futurs sites d'alimentation des familles (Leneveu & Debout 1994), favorisent l'hypothèse d'une sélection des sites d'élevage, qui seraient visités et « repérés » par les parents avant même l'éclosion des poussins.

Tables, Figures et Annexe de l'Article N°5

Figure 1. Localisation des sites d'étude : archipel des Iles Chausey et Baie du Mont Saint-Michel (BMSM)

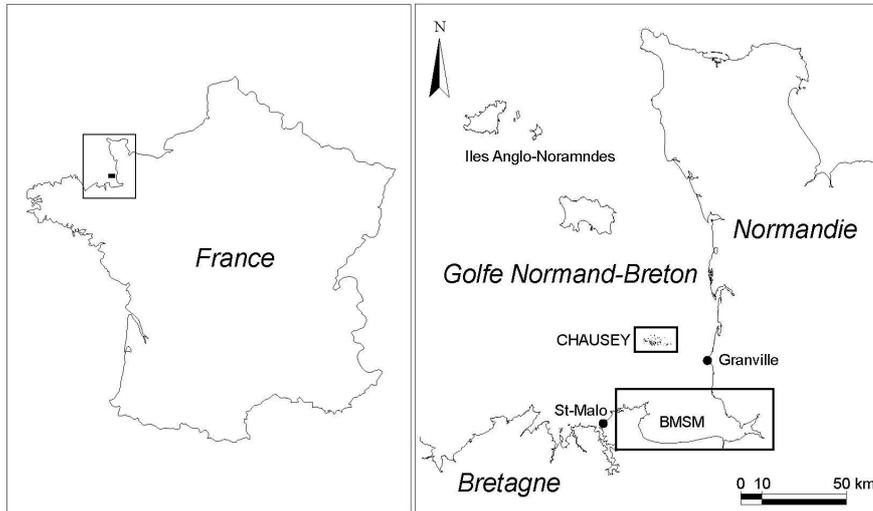


Table 1. Analyse SIMPER sur les abondances macrofaunistiques (données transformées en double racine).

Chausey (similarité moyenne : 53,55%)

Espèces	Abondance moyenne	Similarité moyenne	Contribution à la similarité	Contribution à la similarité cumulée
<i>Hediste diversicolor</i>	4,27	13,37	24,97	24,97
<i>Pygospio elegans</i>	4,08	11,50	21,48	46,45
Larve d'insecte sp 1	3,12	8,88	16,59	63,04
Larve d'insecte sp 2	2,23	5,74	10,72	73,76
<i>Abra tenuis</i>	2,49	4,38	8,17	81,93
Oligochètes indéterminés	2,05	2,95	5,50	87,43
<i>Cyathura carinata</i>	1,64	1,74	3,25	90,68

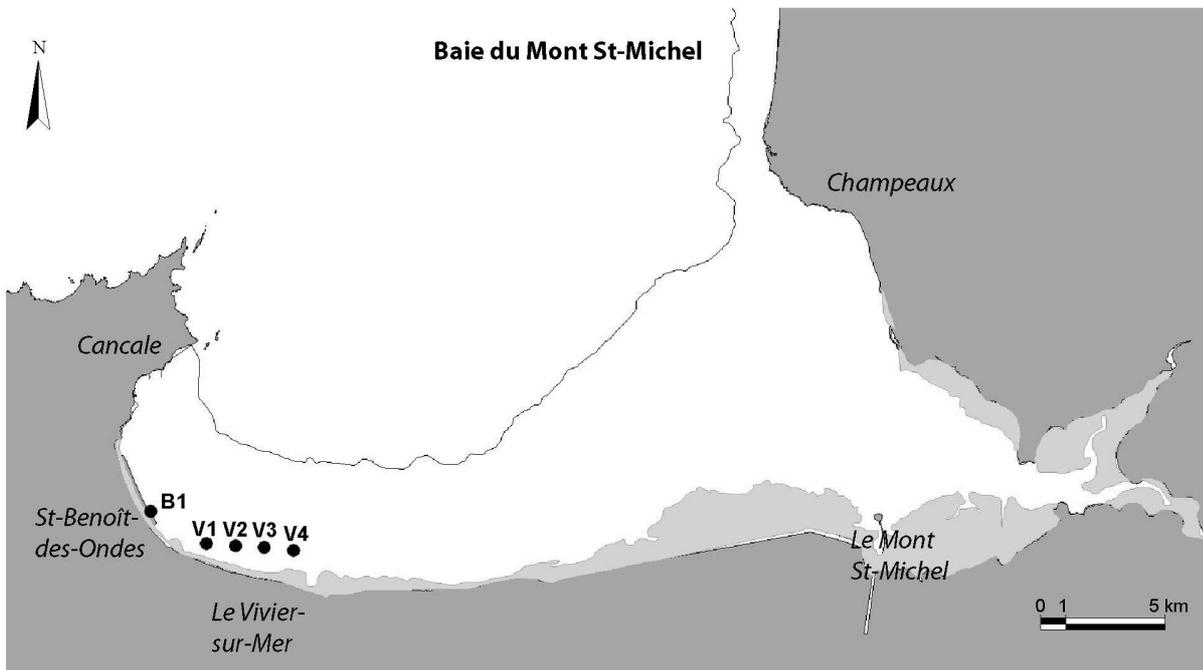
BMSM (similarité moyenne : 62,12%)

Espèces	Abondance moyenne	Similarité moyenne	Contribution à la similarité	Contribution à la similarité cumulée
<i>Macoma balthica</i>	3,24	12,20	19,63	19,63
<i>Scrobicularia plana</i>	2,29	10,23	16,46	36,09
<i>Hediste diversicolor</i>	1,87	7,75	12,47	48,57
<i>Nephtys hombergii</i>	2,06	6,88	11,07	59,64
Oligochètes indéterminés	2,06	6,51	10,48	70,12
<i>Pygospio elegans</i>	1,94	5,12	1,13	78,37
<i>Cerastoderma edule</i>	1,50	4,86	7,82	86,19
<i>Corophium arenarium</i>	1,85	3,33	5,35	91,55

Chausey & BMSM (dissimilarité moyenne : 76,71%)

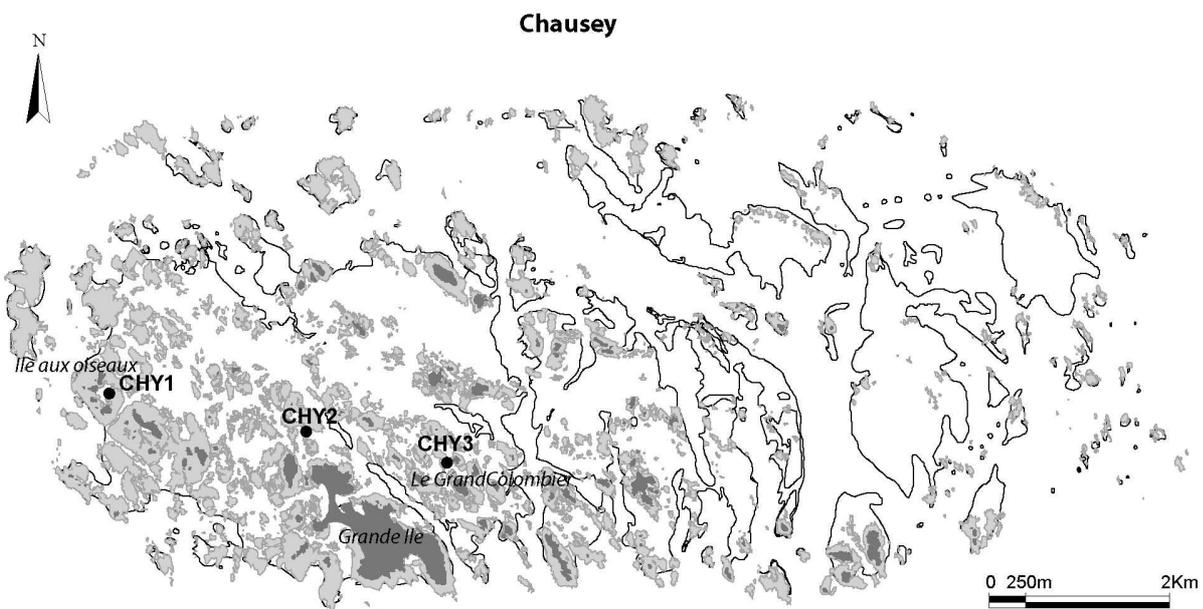
Espèces	Abondance moyenne		Dissimilarité moyenne	Contribution à la dissimilarité	Contribution à la dissimilarité cumulée
	Chausey	BMSM			
<i>Macoma balthica</i>	0,00	3,24	6,55	8,54	8,54
Larve d'insecte sp 1	3,12	0,00	6,31	8,23	16,77
<i>Hediste diversicolor</i>	4,27	1,87	4,93	6,42	23,19
Larve d'insecte sp 2	2,23	0,00	4,70	6,12	29,32
<i>Scrobicularia plana</i>	0,00	2,29	4,68	6,10	35,42
<i>Pygospio elegans</i>	4,08	1,94	4,55	5,93	41,35
<i>Abra tenuis</i>	2,49	0,27	4,46	5,81	47,16
<i>Nephtys hombergii</i>	0,00	2,06	4,14	5,40	52,56
<i>Corophium arenarium</i>	0,00	1,85	3,76	4,90	57,47
<i>Corophium volutator</i>	1,20	1,55	3,43	4,47	61,93
<i>Cyathura carinata</i>	1,64	0,00	3,29	4,29	66,22
<i>Cerastoderma edule</i>	0,00	1,50	3,12	4,07	70,29
Oligochètes indéterminés	2,05	2,06	2,93	3,83	74,12
<i>Arenicola marina</i>	0,00	1,15	2,24	2,92	77,03

Figure 2. Localisation des stations de prélèvements benthiques.



LEGENDE

- Domaine terrestre
- Schorres
- Limite inférieure du domaine intertidal
- Station de prélèvement



LEGENDE

- Iles et îlots
- Substrat dur
- Limite inférieure du domaine intertidal
- Station de prélèvement

Figure 3. Dendrogramme (A) et modélisation multidimensionnelle non métrique (B) réalisés sur la base d'une matrice de similarité de Bray-Curtis calculée à partir des données d'espèces ayant subi une transformation double-racine.

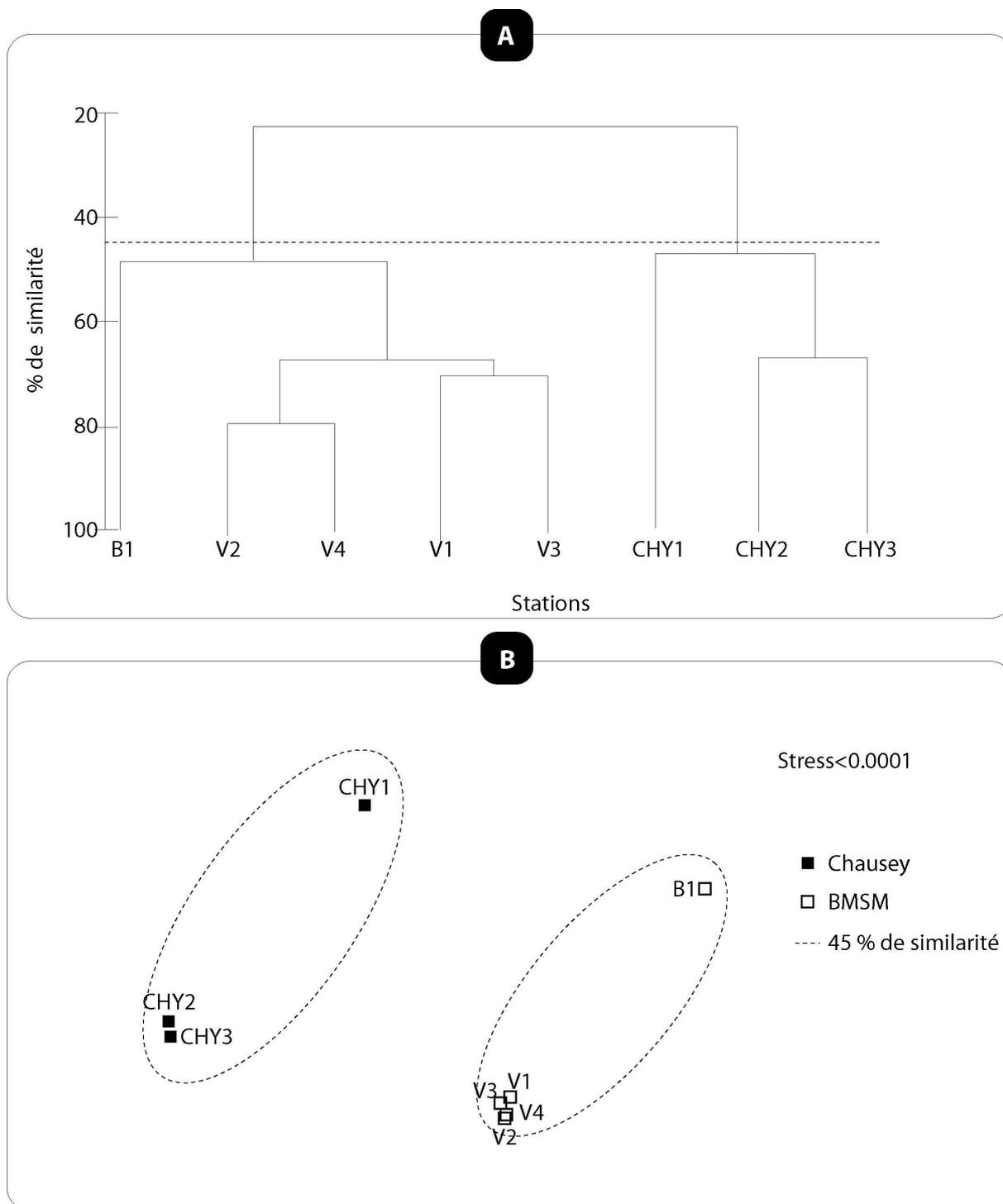


Figure 4. Superficies intertidales de substrat meuble exondées sur les deux sites.

A: Superficies exondées selon le coefficient de marée

B: Superficies exondées lors des basses mers au cours d'une année (2006)

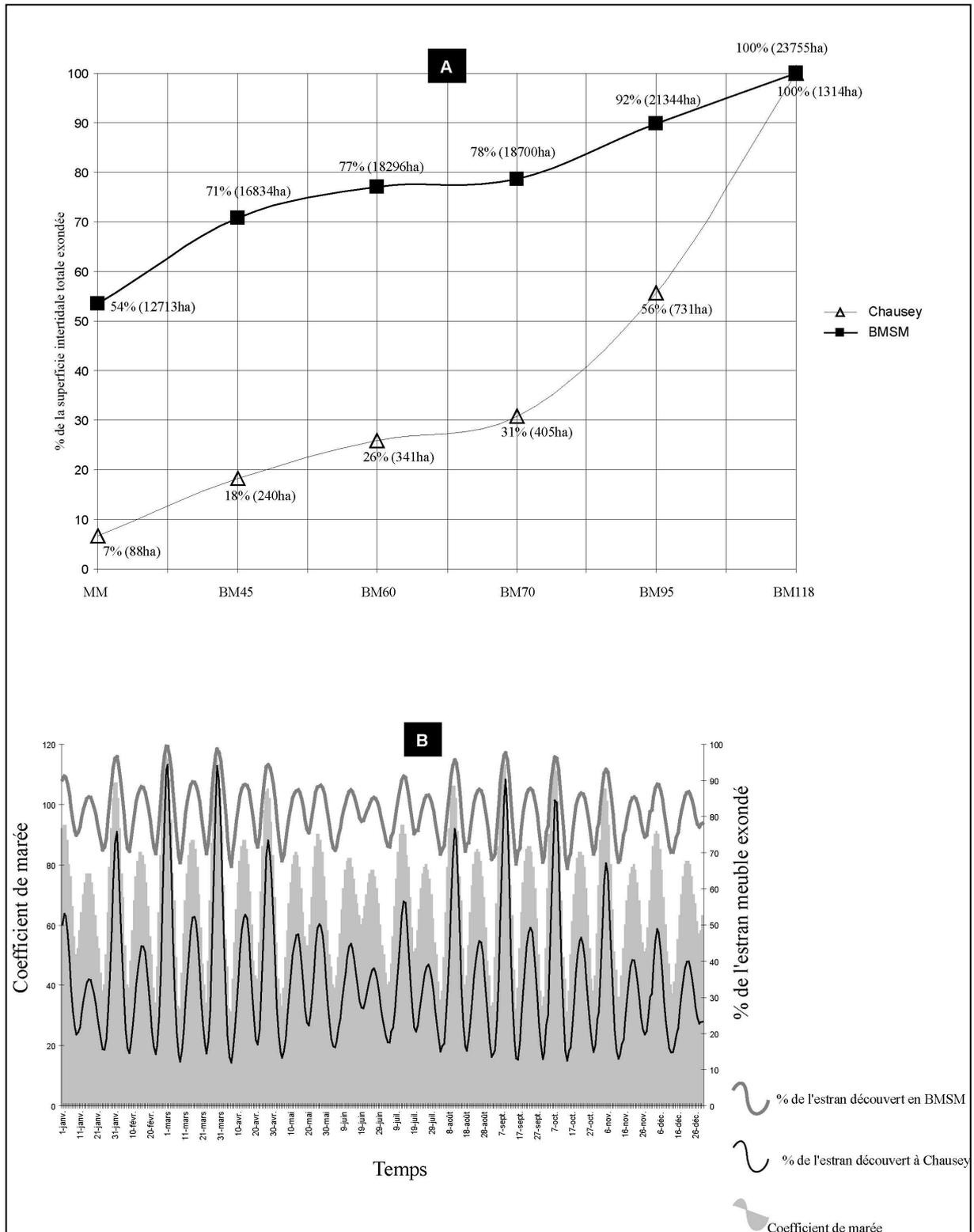


Figure 5. Superficies exondées du domaine intertidal meuble à différents coefficients de marée à Chausey et en BMSM

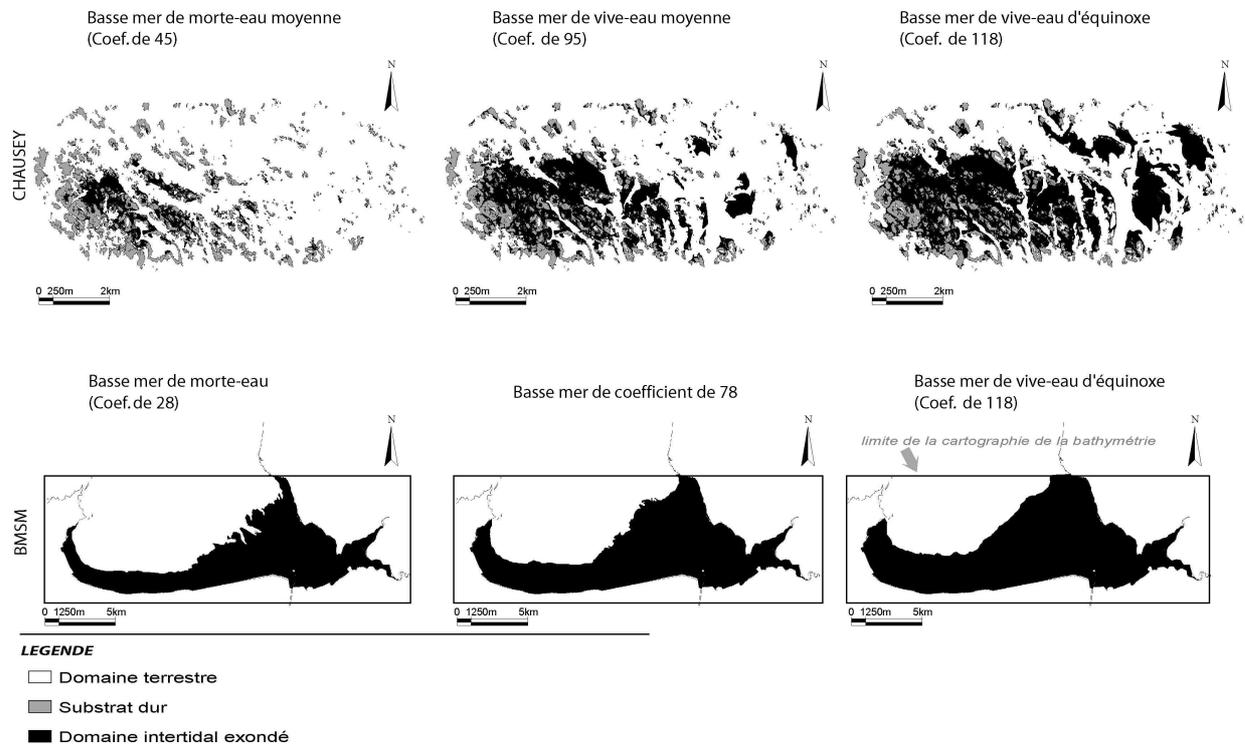
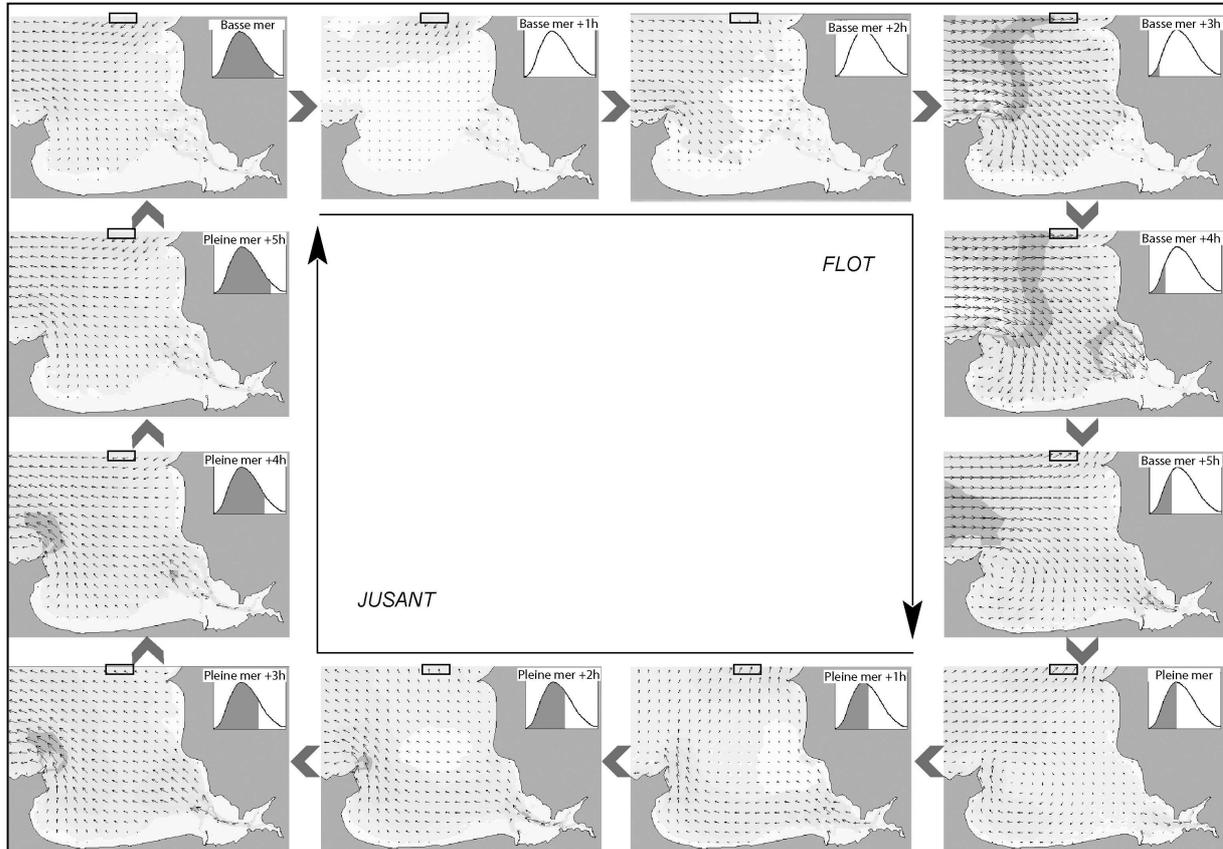


Figure 6. Courants de marée sur un cycle complet de marée dans le fond du Golfe Normand-Breton (Chausey est encadré)



Annexe 1. Macrofaune benthique prélevée sur les sites d'alimentation des tadornes (ind.m²)

	<i>Chausey</i>			<i>Baie du Mont Saint-Michel</i>				
	CHY1	CHY2	CHY3	B1	V1	V2	V3	V4
<i>Nemertina</i>								
Némerte indéterminé	-	3,3	6,7	-	-	-	-	-
<i>Annelida polychaeta</i>								
<i>Arenicola marina</i>	-	-	-	20,0	26,6	-	3,3	-
<i>Capitella capitata</i>	-	3,3	-	-	-	-	3,3	-
<i>Eteone longa</i>	-	-	-	-	3,3	-	-	-
<i>Hediste diversicolor</i>	150,0	343,3	623,3	16,7	26,6	10,0	13,3	3,3
<i>Nephtys hombergii</i>	-	-	-	-	46,6	53,3	43,3	33,3
<i>Pygospio elegans</i>	243,3	76,7	816,7	-	10,0	10,0	246,4	23,3
<i>Annelida oligochaeta</i>								
Oligochètes indéterminés	63,3	-	1220,0	-	83,3	50,0	2-9,79	26,6
<i>Crustacea amphipoda</i>								
<i>Corophium arenarium</i>	-	-	-	253,8	143,2	-	-	10,0
<i>Corophium volutator</i>	170,0	-	-	36,6	46,6	-	53,3	-
<i>Orchestia gammarellus</i>	3,3	-	-	-	-	-	-	-
<i>Crustacea cumacea</i>								
<i>Cumopsis longipes</i>	-	-	-	-	-	-	3,3	-
<i>Crustacea isopoda</i>								
<i>Cyathura carinata</i>	-	40,0	153,3	-	-	-	-	-
<i>Eurydice pulchra</i>	-	-	-	3,3	-	-	-	-
<i>Gnathia maxillaris</i>	-	-	30,0	-	-	-	-	-
<i>Lekanesphaera levii</i>	-	-	-	3,3	-	-	-	-
<i>Lekanesphaera rugicauda</i>	6,7	-	-	-	-	-	-	-
<i>Crustacea decapoda</i>								
<i>Carcinus maenas</i>	-	6,7	3,3	-	-	-	-	-
<i>Mollusca gastropoda</i>								
<i>Littorina saxatilis</i>	140,0	-	-	-	-	-	-	-
Gasteropode indéterminé	-	3,3	6,7	-	-	-	-	-
<i>Mollusca bivalvia</i>								
<i>Abra tenuis</i>	590,0	20,0	3,3	-	3,3	-	-	-
<i>Cerastoderma edule</i>	-	-	-	13,3	-	30,0	13,3	3,3
<i>Macoma balthica</i>	-	-	-	6,7	213,1	349,7	136,5	83,3
<i>Parvicardium scabrum</i>	-	-	-	-	-	3,3	-	-
<i>Scrobicularia plana</i>	-	-	-	36,6	16,7	43,3	23,3	23,3
<i>Insecta</i>								
<i>Cillenus lateralis</i>	-	-	3,3	-	-	-	-	-
<i>Heteroceridae</i> sp.	-	-	50,0	-	-	-	-	-
Larve d'insecte sp 1	26,7	76,7	286,7	-	-	-	-	-
Larve d'insecte sp 2	33,3	93,3	200,0	-	-	-	-	-
<i>Myriapoda</i>								
Myriapode indéterminé	3,3	-	-	-	-	-	-	-

Les sédiments envasés de haut niveau à *H. diversicolor* ont donc une valeur fonctionnelle importante pour les tadornes. Toutefois, la configuration bathymétrique du site et la biologie de cet oiseau confèrent à l'habitat **une valeur fonctionnelle importante essentiellement durant la période de formation des couples et d'incubation.**

1.4 Rôle « structurant » des habitats liés à des espèces ingénieurs

Il est évident que tous les habitats remplissent des fonctions écologiques particulières. Il serait ici illusoire de vouloir toutes les lister. Nous avons donc choisi de nous intéresser particulièrement aux habitats connus pour remplir des fonctions écologiques majeures, liées à la présence d'espèces dites « ingénieurs » (Jones & al. 1994), que certains auteurs qualifient « d'habitats structurés » ('structured habitats', Heck & al. 2003). Rappelons ici brièvement la définition d'une espèce ingénieur, d'après Jones & al. (1994). Il s'agit d'une espèce qui fait varier directement ou indirectement les ressources disponibles pour les autres espèces en générant des changements physiques d'ordre biologique ou abiotique. Jones & al. distinguent par ailleurs : d'une part, les ingénieurs 'allogéniques' ('allogenic species'), qui modifient leur environnement en transformant les éléments vivants ou non d'un état physique à un autre *via* des processus physiques, et d'autre part les espèces 'autogéniques' ('autogenic species'), qui modifient leur environnement *via* leurs propres structures physiques (mortes ou vivantes). Nous entendons par « rôle structurant » le rôle joué par ces espèces ingénieurs.

Trois habitats de Chausey sont caractérisés par des espèces reconnues pour être ingénieurs :

- les banquettes à *L. conchilega* (récemment considérée comme une espèce ingénieur par Zühlke 2001)
- les sables plus ou moins envasés de mi-marée à *A. marina* (considérée comme une espèce ingénieur notamment par Volkenborn 2005)
- les herbiers à *Z. marina* (considérée comme une espèce ingénieur par de nombreux auteurs, cf. Duarte 2002).

Nous avons déjà étudié en détail la valeur fonctionnelle du premier habitat, (partie 2) car celle-ci était en partie méconnue, ou du moins partiellement abordée par différents auteurs. En revanche, ce n'est pas le cas des deux autres, étudiés beaucoup plus en détail. Nous ferons donc référence aux travaux déjà existants afin de synthétiser au mieux leur valeur fonctionnelle.

Arenicola marina est une espèce ingénieur résolument 'allogénique' qui modifie son environnement essentiellement par son activité (creusement de galeries, ingestion du sédiment et assimilation de la matière organique, génération d'une microtopographie du sédiment en surface etc.). Nous nous référons ici aux travaux récents de Volkenborn (2005) qui, à partir d'expériences en Mer de Wadden, a étudié en détail les processus d'ingénierie d'*A. marina*. Il nous semble pertinent de nous référer à ces travaux car ils constituent la première étude expérimentale *in situ* et à large échelle des effets sédimentaires, physico-chimiques et biologiques de l'espèce. Par un protocole de terrain

relativement simple, l'auteur a testé les effets induits par l'exclusion de l'espèce sur des surfaces expérimentales *in situ*. Les principaux résultats obtenus mettent en lumière des effets sédimentaires et physico-chimiques majeurs de l'espèce qui tend à réduire le taux de matière organique du sédiment, augmente sa perméabilité et favorise son oxygénation sur plusieurs centimètres de profondeur. La présence d'*A. marina* à des densités équivalentes à 30 individus par m² (densités moyennement observées en mer de Wadden) permet ainsi de passer d'un sable envasé imperméable et cohésif à un sable fin perméable oxygéné beaucoup plus meuble. Sur les parcelles où l'espèce a été exclue, une disparition des espèces d'annélides polychètes dépositives de surface a été notée, suivie d'une colonisation par des espèces de polychètes galéricoles (*H. diversicolor*) et tubicoles (*L. conchilega*). L'apparition de *H. diversicolor* en fortes densités a augmenté l'attractivité de la parcelle pour les limicoles (huître pie *H. ostralegus* essentiellement) et la colonisation par *L. conchilega* a favorisé le recrutement de plusieurs espèces de bivalves sur leurs tubes. *A. marina* a donc un rôle important dans le maintien de son propre habitat en évitant une imperméabilisation et une réduction du sédiment mais les effets sur la faune associée mais aussi les consommateurs semblent principalement inhibiteurs (bien qu'à une échelle plus fine, plusieurs espèces de la méiofaune s'installent à l'interface de la galerie des arénicoles – Reise & Ax 1979, Wetzel & al. 1995). Sur des écosystèmes comme ceux de la Mer de Wadden, où environ 90% des 4300 km² de surfaces intertidales sont colonisés par *A. marina* à des densités de 20 à 40 individus au m² (Beukema 1976, Reise 1985), le rôle de l'espèce est donc fondamental car il affecte la quasi totalité des estrans. Un déclin de l'espèce aurait alors des conséquences majeures pour l'ensemble des estrans de la Mer de Wadden. Toutefois, le rôle ingénieur des arénicoles de la Mer des Wadden n'est absolument pas transposable à Chausey. Le rôle structurant d'*A. marina* à Chausey, qui tend essentiellement à maintenir son propre habitat, n'affecte qu'une proportion mineure des estrans de l'archipel. En effet, seuls 5% de la surface totale des estrans de l'archipel est constituée de cet habitat.

Le cas des herbiers à *Z. marina* est en revanche très différent et est plutôt à rapprocher de celui des banquettes à *L. conchilega*. D'une manière générale, les herbiers de phanérogames marines sont considérés comme les habitats qui fournissent le plus de « services écologiques » à la biosphère (Costanza & al. 1997) et qui sont parmi les plus productifs du monde (Duarte & Chiscano 1999). Une grande partie (24% en moyenne) de la production primaire de biomasse des herbiers est exportée aux habitats avoisinants (Duarte & Cebrián 1996) à la fois marins (Menzies & al. 1967) et terrestres (e.g. Ochieng & Erftemeijer 1999), jouant ainsi un rôle capital dans les chaînes trophiques. A l'échelle globale, les herbiers sont connus pour (voir la synthèse de Duarte 2002) :

- produire une quantité importante d'oxygène aux eaux côtières et au sédiment
- stocker du carbone de l'atmosphère

à une échelle régionale ou locale :

- stabiliser le sédiment

- prévenir la remise en suspension du sédiment et donc également augmenter de la transparence de l'eau
- atténuer la force des vagues et donc également protéger le rivage d'une érosion
- accueillir une forte diversité biologique
- accueillir des espèces à différents stades de leur vie, tels les jeunes poissons ou jeunes bivalves

Ce dernier point souligne donc le rôle de nurseries des herbiers pour un grand nombre d'espèces, dont les poissons, même si ceci est également le cas de bon nombre d'habitats dits « structurés » et ne sont donc pas, comment souvent suggéré, une spécificité des herbiers de phanérogames marines (Heck & al. 2003). Au regard des vastes superficies couvertes par les herbiers à *Z. marina* de Chausey, ceux ci ont donc très probablement un rôle structurant très important.

1.5. Importance socio-économique

a. Frayères et nurseries de poissons et crustacés pêchés

Les herbiers à *Z. marina* ont un rôle capital en tant que zones de frayères, nurseries et nourricerie de poissons commercialisables. Il est en général très difficile de savoir ce qu'occasionnerait la disparition de tel ou tel habitat du point de vue socio-économique. Pourtant, nous pouvons donner ici un aperçu saisissant de ce que pourrait être la conséquence de celle des herbiers à *Z. marina*.

Lors de la grande maladie des herbiers (connue généralement sous le nom de « *wasting disease* » - Rasmussen 1977, den Hartog 1987), presque tous les herbiers à *Z. marina* de France et même de l'Atlantique Nord ont soit disparu soit très fortement régressé.

Le 13 mars 1933, le ministère français des armées a lancé une enquête nationale concernant la grande maladie des herbiers en France, contenant 8 questions, qui a été envoyée à tous les quartiers de Affaires Maritimes de France :

(1) *Les herbiers de votre région sont-ils en moins bon état de végétation qu'autrefois ?
Totalemment ou partiellement détruits ?*

(2) *Sur tous les fonds ou seulement sur certains ? (vase, sable ou sable vasard).*

(3) *A certains niveaux ou à tous les niveaux ?*

(4) *Avant la destruction, les plantes présentaient-elles des taches brunes sur les feuilles ?*

(5) *Quand le dépérissement ou la destruction des herbiers de votre région a-t-il commencé ?*

(6) *A quelle cause attribuez-vous cette destruction ou dépérissement ?*

(7) *A-t-on observé durant les années passées dans votre région une destruction analogue des herbiers suivie d'une reconstitution ? A quelle époque ?*

(8) *Quelles conséquences aurait la destruction totale et définitive des herbiers de votre région ?*

Nous avons dépouillé les manuscrits originaux de cette enquête, qui n'ont jamais été publiés à notre connaissance. A la dernière question, presque tous répondent que la disparition totale des herbiers occasionnerait une disparition des zones de reproduction des poissons, de certains crustacés

ou de seiches. Mais en 1933, beaucoup d'herbiers avaient déjà soit régressé, soit totalement disparu. Certains quartiers des Affaires Maritimes ont alors pu évaluer l'impact *réel* et non plus seulement *potentiel* de leur disparition. Les 11 réponses constatant l'impact de la disparition réelle des herbiers sont présentées dans l'Encadré 14. Il en ressort très nettement que la disparition des herbiers a engendré une régression voire une disparition de plusieurs espèces de poissons (gobies, vieilles, congres, rougets, chats de mer, tacots, motelles) et crustacés (crevettes) pêchés et en conséquence une perte économique sévère pour la pêche côtière. Plus localement, là où les zostères étaient elles-mêmes exploitées (comme engrais agricole, comme chaume pour les toits ou utilisées dans l'industrie de la matelasserie) la perte économique a été également importante.

L'enjeu de conservation des herbiers de Chausey est donc capital d'un point de vue socio-économique pour la pêche. A la vue de la superficie des herbiers de l'archipel, on peut même estimer que leur valeur fonctionnelle en tant que frayères et nurseries pour les espèces de poissons pêchés est importante et dépasse sans nul doute le site de Chausey.

Encadré 14

Témoignages historiques des conséquences économiques de la disparition des herbiers à Z. marina pour la pêche en 1933

(Témoignages issus d'une enquête ministérielle de 1933 au sujet de la disparition des zostères en France)

► Inscription Maritime - Direction de Marseille - Quartier de SETE

Sète, le 11 avril 1933

8^{ème} question

Il est à remarquer que la disparition des herbiers a coïncidé avec une très forte mortalité des coquillages (clovisses, palourdes, moules même). J'ai demandé au directeur de la station zoologique de Sète M. le Professeur Chatton de vouloir s'intéresser à cette question.

Il est évident que la disparition prolongée des herbiers aurait des conséquences néfastes sur la faune marine qui y trouve nourriture, abri, support. Dès maintenant les pêcheurs sont privés des pêches fructueuses qu'ils faisaient dans les herbiers à la seine et au moulinet (gobies, vieilles etc...).

► Inscription Maritime- Quartier de LORIENT

Lorient, le 3 avril 1933

8^{ème} question

La récolte des herbes marines constitue pour les riverains de certaines régions une ressource très importante, qu'ils les emploient à l'industrie ou l'agriculture. Au point de vue économique le dépérissement des herbiers aurait une répercussion sur les intérêts des populations côtières.

Au point de vue des intérêts de la pêche, il serait souhaitable que les herbiers recouvrent, sinon leur prospérité passée, mais, que tout au moins, leur dépérissement soit enrayé. Car, ces prairies sous-marines constituent un abri à diverses espèces de poissons et de coquillages à l'état d'immaturation. La crevette affectionne cet habitat, et l'on constate que les quantités pêchées dans les zones atteintes sont inférieures à celles que l'on y pêchait autrefois.

► Inscription Maritime - Quartier du GUILVINEC

Le Guilvinec, le 1 avril 1933

8^{ème} question

Disparitions, déjà constatée, des poissons vivants dans les herbiers : crevettes, congres, rougets, chats de mer, tacots, vieilles, motelles, etc.

► Inscription Maritime - Quartier de CAMARET – Crozon

Crozon, le 30 mars 1933

8^{ème} question

La conséquence de la disparition totale de l'herbier à amené la disparition de la crevette et des petits poissons naissains ne paraît avoir d'autre conséquence.

► Direction de Saint-Servan - Inscription Maritime - Quartier de BREST - Garderie Maritime de Kerhuon
Kerhuon, le 27 mars 1933

8^{ème} question

Comme engrais ce goémon ruban a peu de valeur, les jardiniers et cultivateurs l'appellent nids à souris du fait qu'il se décompose dans la terre que très difficilement. Les conséquences visent surtout les pêcheurs et pêcheuses 1° la crevette y fourmillait dans certaines petites baies et actuellement elle se retire que dans les grands fonds où on la pêche surtout au chalut 2° A mon point de vue des quantités de poissons sédentaires y déposaient leurs graines (frai) à l'abri des courants pouvaient sans crainte attendre l'éclosion et même atteindre une certaine taille avant de quitter les lieux.

► Direction de Saint-Servan - Inscription Maritime - Quartier de BREST - Garderie Maritime de Kerhuon
Kerhuon, le 27 mars 1933

8^{ème} question

La crevette par suite de la disparition de ces herbiers n'a plus d'abri. Différents genres de poissons y déposaient leurs graines, par suite de leur destruction ne trouvent plus d'abri. Leur destruction cause aux pêcheurs de grosses pertes d'argent.

► Direction de Saint-Servan - Inscription Maritime - Quartier de BREST - Syndicat du Conquet
Le Conquet, le 7 avril 1933

8^{ème} question

Pas d'autres conséquences qu'une disparition appréciable, constatée depuis 1931, de certains poissons.

► Direction de Saint-Servan - Inscription Maritime - Quartier de BREST - Préposat de L'Aberwrach
L'Aberwrach, le 17 mars 1933

8^{ème} question

Les herbiers qui atteignaient parfois 2m de longueur étaient peuplés de crevettes roses où cette espèce se reproduisait. De plus, une quantité d'immatures y trouvaient un refuge et ce repos bienfaisant leur permettait de se développer à la faveur du soleil réchauffant ces masses humides se découvrant à basse mer. L'agriculteur trouvait dans ces herbiers un engrais spécial pour certaines cultures et était la richesse momentanée de certains pêcheurs, la coupe n'étant autorisée qu'à une certaine époque de l'année.

On a d'autre part constaté que les vasières disparaissaient petit à petit n'étant plus retenues par les racines de zostères, sans qu'il y ait apport de sables ou galets d'où approfondissement des eaux dans toutes les zones autrefois recouvertes de cet herbier. Résultat : disparition à peu près complète de la crevette et du poisson et même crustacés, tout au moins pour la région.

► Direction de Saint-Servan - Inscription Maritime - Quartier de PAIMPOL
Paimpol, le 10 avril 1933

8^{ème} question

La disparition présente des herbiers a coïncidé avec une forte diminution des crevettes et des coquilles Saint-Jacques. Il est à penser qu'elle n'est pas étrangère non plus à la diminution générale du poisson et des crustacés depuis un certain nombre d'années.

► Inscription Maritime - Quartier de CHERBOURG
Le Havre, le 20 avril 1933

Dans les autres régions où les herbiers n'étaient pas sérieusement exploités le préjudice atteint surtout la population réellement maritime (les inscrits se livrant à la pêche côtière). Les herbiers étaient, en effet, si je puis ainsi m'exprimer, des champs de reproduction du poisson. Les adultes y venaient déposer leur frai qui s'y développait dans d'excellentes conditions, les jeunes alevins eux-mêmes y trouvaient avec un abri confortable une nourriture dont ils semblaient bien profiter. Il s'ensuit nécessairement, que la disparition des herbiers entraîne par voie de conséquence celle du poisson.

► Inscription Maritime de Cherbourg - BLAINVILLE

8^{ème} question

L'absence de récolte, cette année a privé le pays d'un revenu de un million 500.000 francs. En 20 jours de récolte, 2 pêcheurs pouvaient en ramener pour 3000 francs. Le commerce en général en souffre aussi profondément.

b. Bivalves pêchés

La principale activité touristique sur les estrans de Chausey est la pêche à pied. Les abondances d'espèces pêchées au sein des différents habitats intertidaux de Chausey sont donc déterminantes pour évaluer leur importance relative pour cette activité. D'après Brigand & Le Berre

(2006), parmi les espèces les plus récoltées par les pêcheurs à pied venus en vedette et venus avec leurs propres embarcations (plaisanciers), les espèces des milieux intertidaux de substrat meuble sont la coque *C. edule*, la praire *V. verrucosa*, et dans une moindre mesure les palourdes spp. (probablement la palourde japonaise *R. philippinarum*, au regard de son abondance). Les banquettes à *L. conchilega* et les sables à *C. edule* sont les deux habitats qui ont les plus fortes densités de bivalves pêchés (voir article N°4) et représentent donc un enjeu de conservation important.

2. Aléas de disparition

Nous rappelons que selon notre définition (partie 2) l'étude des aléas de conservation d'un habitat vise à évaluer la probabilité que celui-ci soit dégradé ou vienne à disparaître. Trois points nous ont paru fondamentaux pour évaluer les aléas de disparition des habitats :

- 1) leurs dynamiques spatiales
- 2) les menaces anthropiques réelles ou potentielles qui pèsent sur eux
- 3) leurs capacités de résilience

2.1. Dynamiques spatiales

Un des premiers moyens d'évaluer l'aléa de disparition d'un habitat est d'étudier son évolution spatiale. On a vu dans la partie précédente que les banquettes à *L. conchilega* tendent à régresser durant les dernières décennies. Ces données ont pu être acquises car il s'agit d'un habitat relativement bien détectable sur les photographies aériennes en couleur. Qu'en est-il cependant des autres habitats ?

Le seul autre habitat qui puisse raisonnablement faire l'objet de cartographies uniquement à partir de photographies aériennes est celui des herbiers à *Z. marina*, justement connu pour avoir présenté des évolutions spectaculaires partout en Europe, jusqu'à presque disparaître dans les années 1930 lors de leur grande maladie. Grâce à plusieurs jeux de photographies aériennes de Chausey, nous avons cartographié les superficies des herbiers à *Z. marina* sur près de 80 ans.

Dans l'article N°6, nous présentons la première cartographie précise au monde des herbiers à *Z. marina* avant la grande maladie des années 1930 et évaluons la recolonisation de celui de Chausey depuis les années 1950 à aujourd'hui. Afin de replacer le site de Chausey dans un contexte plus général, nous exposons également les résultats de l'enquête sur l'état des herbiers en France au début des années 1930, évoquée plus haut dans le texte, afin de mettre en lumière les dates d'apparition des premiers symptômes de la maladie le long des côtes françaises. Les cartes des herbiers à *Z. marina* au format A4 (Cartes 27 à 31) viennent compléter celles de l'article qui n'ont pu être éditées que sur un format plus réduit.

**Before, during, and after the *Zostera marina* ‘wasting disease’ of the 1930’s:
first accurate reference state**

Running head: *Zostera marina* beds from 1924 to 2002

Laurent Godet^{1*}, Jérôme Fournier¹, Marieke M. van Katwijk², Frédéric Olivier¹, Patrick Le Mao³,
Christian Retière¹

¹ Muséum National d’Histoire Naturelle, Département Milieux et Peuplements Aquatiques,
Station marine de Dinard USM0404 - UMR 5178 BOME
17, Avenue George V - 35800 DINARD – France
Tel.: +33(0)299461390

² Radboud Universiteit Nijmegen, Department of Environmental Science
Postbus 9010
6500GL NIJMEGEN – The Netherlands
Tel.: +31 243652478

³ Institut Français de Recherche pour l’Exploitation de la Mer (IFREMER), Laboratoire
Environnement et ressources Finistère-Bretagne Nord , Station de St-Malo
2 bis, rue Grout Saint Georges - BP 46 35402 SAINT-MALO Cedex – France
Tel.: +33(0)223185858

* Corresponding author: godet@mnhn.fr

ABSTRACT

We explored the original manuscripts of a French national survey conducted in 1933 on the state of *Zostera marina* beds along the French coasts during the ‘wasting disease’ of the early 1930’s, which struck the entire North Atlantic population of the species. On a local scale, thanks to an old aerial photograph set, we further present the first accurate mapping of the *Z. marina* beds before the disease and we assessed their spatial recolonization from the 1950’s to nowadays in the Chausey archipelago (France), hosting large *Z. marina* beds. The national survey confirmed that the *Z. marina* beds almost totally disappeared from the French coasts mainly from the beginning of the 1930’s. However, the disease symptoms seem to have begun locally a few years before. On the study site, we found that the *Z. marina* beds were more than twice as extended than as they are today, and covered both subtidal and intertidal areas. 20 years after the disease (1950’s), they had hardly recolonized, and contrary to the recolonization patterns reported elsewhere in Europe, they were mainly restricted to subtidal areas. The subtidal and intertidal *Z. marina* beds of the site are currently rapidly expanding, which contradicts the hypothesis of global warming affecting them negatively.

Key words: *Zostera marina*, wasting disease, long-term change, accurate mapping, France

INTRODUCTION

The ‘wasting disease’ is the greatest known decline of *Zostera marina* populations, which struck all North Atlantic populations of the species in the 1930’s (Rasmussen 1977, den Hartog 1987). In addition to the numerous debates about the cause of this disease (for reviews see: Rasmussen 1977, den Hartog 1996), many other questions are still standing about this phenomenon.

It is generally accepted that the disease was very significant (striking 90% the North Atlantic population of the species (Muehlstein 1989)), and occurred from 1931 in North America and 1932 in Europe (den Hartog 1987). However, only a few testimonies allow us to assess over large scales how significant this disease was (e.g. the level of degradation of the beds over an entire country). Interestingly, some historical data also revealed that wasting-disease-like damage patterns have been recorded before the 1930’s (den Hartog 1989).

Moreover, the state of the beds before the disease is poorly known (den Hartog 1987). Because of the scarcity of older documents, the scientific community is still wondering about the formerly

covered superficies of the beds, and their former bathymetric positions. The map of Oudemans et al. (1870) of the Dutch Wadden Sea must be the oldest map of *Z. marina* beds before the disease. In France, the only pre-disease map of *Zostera* beds was published by Joubin (1909) of the Roscoff area, and sketches have been performed by De Beauchamp & Lami (1921) of Bréhat and De Beauchamp (1923b) in the Ile de Ré. In Germany, Nienburg (1927) performed a rough seagrass distribution map (*Zostera marina* and *Z. noltii*) of the Königsbay (Sylt) in 1924 (Reise et al. 1989).

Few authors used such old data to study the evolution of the beds before and after the disease. den Hartog & Polderman (1975) and de Jonge & Ruiter (1996) used the data of Oudemans et al. (1870) on the Wadden Sea; Blois et al. (1961) and Jacobs (1979) used the data of Joubin (1909) in France; Reise et al. (1989) used the data of Nienburg (1927); van der Heide et al. (in press) used the 1931 map of Reigersman et al. (1939). However, these older documents have to be used with the greatest precaution for several reasons. Firstly, there is a risk of confusion with other *Zostera* species: for example, Joubin (1909) mapped all the *Zostera* beds, mixing the two species (*Z. marina* and *Z. noltii*) so that the distinction between the two species *a posteriori* can be hazardous. Secondly, these older documents did not allow accurate mapping, and they can be difficult to compare with mapping based on aerial photographs. Also, the estimations of superficies can be difficult, especially when it comes to distinguishing different bathymetric levels covered by the beds. That is why calculations of errors have been additionally performed (see de Jonge & Ruiter 1996). Finally, studying the spatial patterns of recolonization of the beds before and after the disease on a particular site is all the more interesting because the site has not been strongly affected by anthropic activities. The western Wadden Sea radically changed after the closure of the Zuyderzee. It was submitted to significant increase in turbidity, eutrophication and fishery activities (den Hartog & Polderman 1975, de Jonge & Ruiter 1996, van Katwijk et al. 2000, van der Heide et al. in press).

Up to now, the earliest maps of *Z. marina* beds performed through photo-interpretation in Europe have been those of 1932 exploited by Glémarec et al. (1996), of the Glénan archipelago (France) during the wasting disease. However, a large part of their study area was hidden by cloud cover and was thus not exploitable. In consequence, there has not yet been an accurate spatial reference state of the Atlantic seagrass beds before the 1930’s.

In this paper, by exploring a French national survey of 1933 and by performing the first photo-interpretation of the *Z. marina* beds before (1924) and after the disease (from the 1950’s to 2002), we aim to:

- i) Assess, on a large scale, the dates of the first occurrences of the disease along the

- French coasts, and the level of degradation of the beds.
- ii) Accurately assess for the first time the spatial evolution and the bathymetric position of the *Z. marina* beds both before and after the disease, and their current state in a site hosting large beds of the species where anthropic pressures over the 20th Century have been minor.

MATERIALS AND METHODS

The 13th March 1933, a French military ministerial dispatch was sent to each district of the 'Affaires Maritimes' about the *Z. marina* disease. We explored all the original manuscripts that are currently stored in the French Museum of Natural History. 8 questions were addressed but here we focused on the two following ones: "Are the seagrass of your region in a worse state than in the past? Are they totally or partially destroyed?" and "When did the disappearance or the decline of the eelgrass of your region begin?". Because we noticed some confusion between the two species *Z. marina* and *Posidonia oceanica* from the Mediterranean districts, we only dealt with the data from the 82 quarters of the Atlantic and the English Channel coasts.

Five air photo mosaics have been assembled with five sets of air photographs taken of the Chausey archipelago (Normandy, France – Fig.1) in the following years: 1924, 1953, 1982, 1992 and 2002. All the *Z. marina* beds were mapped on a 1:1000 scale with the Arcview 3.1 Software (ESRI 1998) at each date. The extents of the beds at different bathymetric levels were calculated with GIS by intersecting the different layers corresponding to a bathymetric map (extracted from Tocquet et al. 1957) and the mapped *Z. marina* beds.

RESULTS

The national surveys revealed that almost all the *Z. marina* beds of the French Atlantic coast and of the French English Channel coasts partially or totally disappeared (Fig. 2). The disease occurred mainly in 1931 (n = 23) and 1932 (n = 14), but also as late as 1933 (n = 2). More surprisingly, occurrences of the disease have also been recorded as soon as 1930 (n = 6) and even before 1930 (n = 12) (Fig.2).

In 1924, the *Z. marina* beds of Chausey covered 763ha. Though they mainly occurred on shallow subtidal areas (51%), they ranged from deeper subtidal areas (13%) to intertidal sandflats (36%). In 1953, 20 years after the wasting disease, the beds barely covered 8% of their 1924 area (60ha), and were essentially restricted to subtidal areas (84%). The recolonization carried on from 1953 to 2002, mainly in shallow subtidal areas, but the beds also extended to intertidal and deeper subtidal bathymetric levels. The development of the *Z. marina* beds was

particularly important between 1992 and 2002 with a 92% increase of the beds' total. In 2002, though the bathymetric range of the beds was almost the same, they were still half as extensive as in 1924 (Fig.2).

DISCUSSION

A significant outbreak that seems to have emerged before 1932

The 1933 French national survey showed that almost all the *Z. marina* beds along the French coast (except the Mediterranean Sea) were totally destroyed. This is all the more important for the sites currently hosting the largest *Z. marina* beds in France, such as the Bassin d'Arcachon and the Golfe du Morbihan (Fig.2). The results of the survey confirm the ubiquity of the seagrass decline related to the wasting disease observed elsewhere in North America and in Europe, where large beds totally disappeared. For example, in May 1932, all the *Z. marina* beds in the Dutch Wadden Sea were struck suddenly, and in a few days almost all beds had been infected and had died off (den Hartog 1996).

The disease is known to have occurred in 1931 in North America and in 1932 in Europe (den Hartog 1987), or around that same time frame (Rasmussen 1977). This is partially confirmed by this survey. Nevertheless, the survey also reveals frequent reports of disease before 1930, as suggested by a few other authors. In Great Britain, Butcher (1934) recorded that *Z. marina* beds had not been doing well from 1920. Early records of wasting-disease-like damage before 1930 have also been reported by den Hartog (1989) for the British Isles and the Netherlands when he studied herbarium materials of the British Museum and the Rijksherbarium of the Netherlands. As suggested by den Hartog (1989), this may reveal that wasting disease is "an inconspicuous, but widespread endemic phenomenon, normally occurring in eelgrass beds".

A slow recolonization from subtidal areas

The 760ha of luxurious *Z. marina* beds of Chausey in 1924 had hardly begun to recolonize in 1954, and only reached 8% of their pristine surface, essentially restricted to subtidal areas. We assume that they had almost totally disappeared between these two dates, probably between 1931 and 1932, as it was recorded in the national survey for this particular region (Fig.2). Moreover, Lami (1933) reported that *Z. marina* beds were almost absent from the site in 1933, and even the large beds of more than 100ha had not yet recolonized in 1937 (Lami 1937). The time lag before recolonization was long. Similar situations have also been assessed in France in the 1950's. In the Glénan archipelago, the *Z. marina* beds were scarce in 1952 and only began to progress in the 1970's (Glémarec et al. 1996). In 1957, the *Z. marina* beds around Roscoff were also scarce, and the recolonization really begun in the 1960's (Jacobs 1979). Elsewhere in Europe, the recovery was also

very slow and a number of areas were still without *Z. marina* beds in 1951-1953 (Rasmussen 1973). In the Danish coastal waters, Frederiksen et al. (2004) observed a time lag of at least ten years before recolonization. In the Wadden Sea, subtidal beds never recovered, because turbidity related to suspended sediment was too high, probably because turbidity was no longer reduced by seagrass itself (positive feedback, van der Heide et al. in press). Intertidal *Z. marina* beds in the Wadden Sea fluctuated a lot between 1932 and 1965, further declined during the 1970's (den Hartog & Polderman 1975), and stabilised at low levels since the 1990's (www.zeegras.nl, Reise et al. 2005).

However, there is an important difference between the recolonization patterns of the *Z. marina* beds of Chausey and those of other sites in Europe. In Chausey, recolonization was restricted to subtidal areas in 1953. On the contrary, Jacobs (1979) concluded that the intertidal populations of *Z. marina* in the Roscoff vicinity were hardly affected by the disease. In the Netherlands, the *Z. marina* beds had been largely confined to subtidal areas before the disease (van der Heide et al. in press), but they only remained in intertidal and brackish areas after the disease (den Hartog & Polderman 1975). In the Devon (England), Wilson (1949) reported that the wide-leaved sublittoral *Z. marina* was replaced by a more narrow-leaved intertidal form, and this has not changed since (den Hartog 1987). These reports from other places in Europe suggest a recolonization pattern from intertidal or brackish areas, which have been partly explained by an 'annual strategy' of these beds (den Hartog 1987). The intertidal recolonization patterns *versus* the subtidal ones we observed in Chausey can be explained in three ways.

- (1) Up to now, data about the recolonization patterns of the *Z. marina* after the disease have been too anecdotal. Thus, it is still difficult to draw general conclusions over a large scale about any recolonization pattern either from subtidal or from intertidal areas. The few data only allow for site by site observations, and each observation has to be considered as a particular case.
- (2) In Chausey, the optimal habitat living conditions of *Z. marina* correspond to shallow subtidal waters (where the species has been the most abundant over the 20th Century), whereas in the Dutch or English coasts they correspond to intertidal areas and brackish waters. Consequently, the *Z. marina* beds only recolonize from their optimal living conditions areas after the disease. However, this hypothesis differs from the results of Jacobs (1979) and Blois et al. (1961) who observed recolonization patterns rather from intertidal areas (the less affected by the disease) in Roscoff (160km from

Chausey), where the optimal living conditions of the species may be similar to those of Chausey.

- (3) The optimal habitat living conditions are subtidal but recolonization may be more difficult in subtidal areas. This may be caused by two mechanisms, or a combination of both: (a) the rather 'K-strategy' of the subtidal beds in comparison to the 'r-strategy' of the intertidal beds that colonize easily (e.g. Jacobs 1982) and (b) because light may become limiting in subtidal beds after the disappearance of the plants (they reduce turbidity), which would particularly occur in turbid, eutrophicated and/or otherwise impacted areas like the Dutch and UK coasts.

Current evolutions of the Z. marina beds: does global warming matter?

Large scale losses of *Z. marina* beds have been recorded around the world in the last decades, and can largely be attributed to anthropogenic causes (Short & Wyllie-Echeverria 1996, Orth et al. 2006a, 2006b), though none yet as catastrophic as the disease of the 1930's (Short et al. 1986, 1988, 1993, den Hartog 1994). However, regressions were also reported on sites where anthropic impacts are considered to be minor, such as in the Glénan archipelago beginning in the 1980's (Glémarec et al. 1996). These last authors blame the two regressions of the 1930's and those from the 1980's on global warming, following one of the hypotheses of Rasmussen (1973, 1977) who evoked a warming climate as a potential reason for the breakdown of *Z. marina* in Europe in the 1930's. On the contrary, the *Z. marina* beds of Chausey have been developing in the two last decades, and particularly quickly since 1992. This is strongly contradictory to the global warming hypothesis. The long-term change of the *Z. marina* beds analyzed in this paper rather suggests that the *Z. marina* beds are currently recovering the colonized areas lost after the wasting disease. This recolonization has been accelerating over the last decade, which is probably only due to a 'self accelerating process' (Hemminga & Duarte 2000), related to positive feedbacks (see Duarte 1995, Munkes 2005, Bernard et al. 2007, van der Heide et al. in press). Thus, we can suppose that on the other sites in Europe and North America, the rapid development of human activities along the coasts is more likely than a global warming to be the cause of the regression of the *Z. marina* beds in many sites.

ACKNOWLEDGMENTS

We especially thank Paul H. Norwood for improving the English of this manuscript and M. Bellouis and P. Danel for providing the old aerial photographs (IFREMER-SHOM).

Figures de l'article N°6

Fig. 1. Localization of the study site

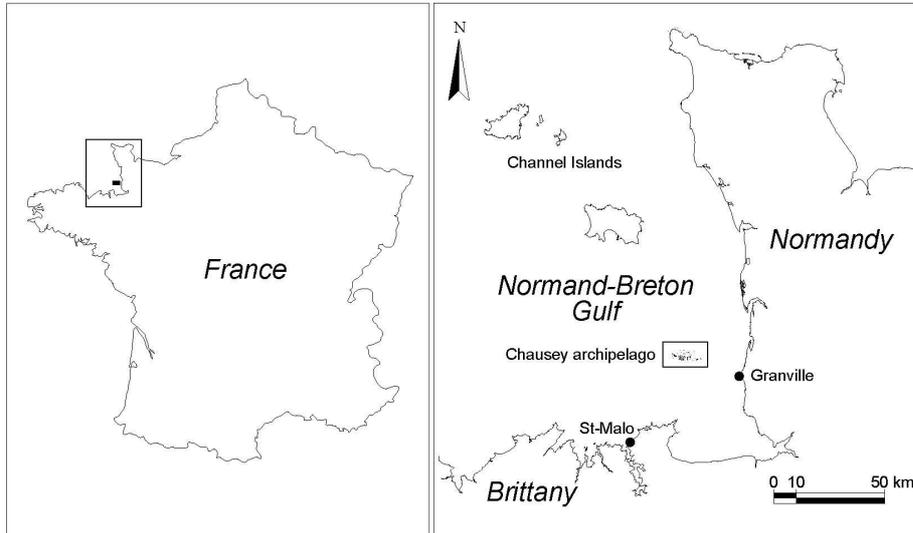
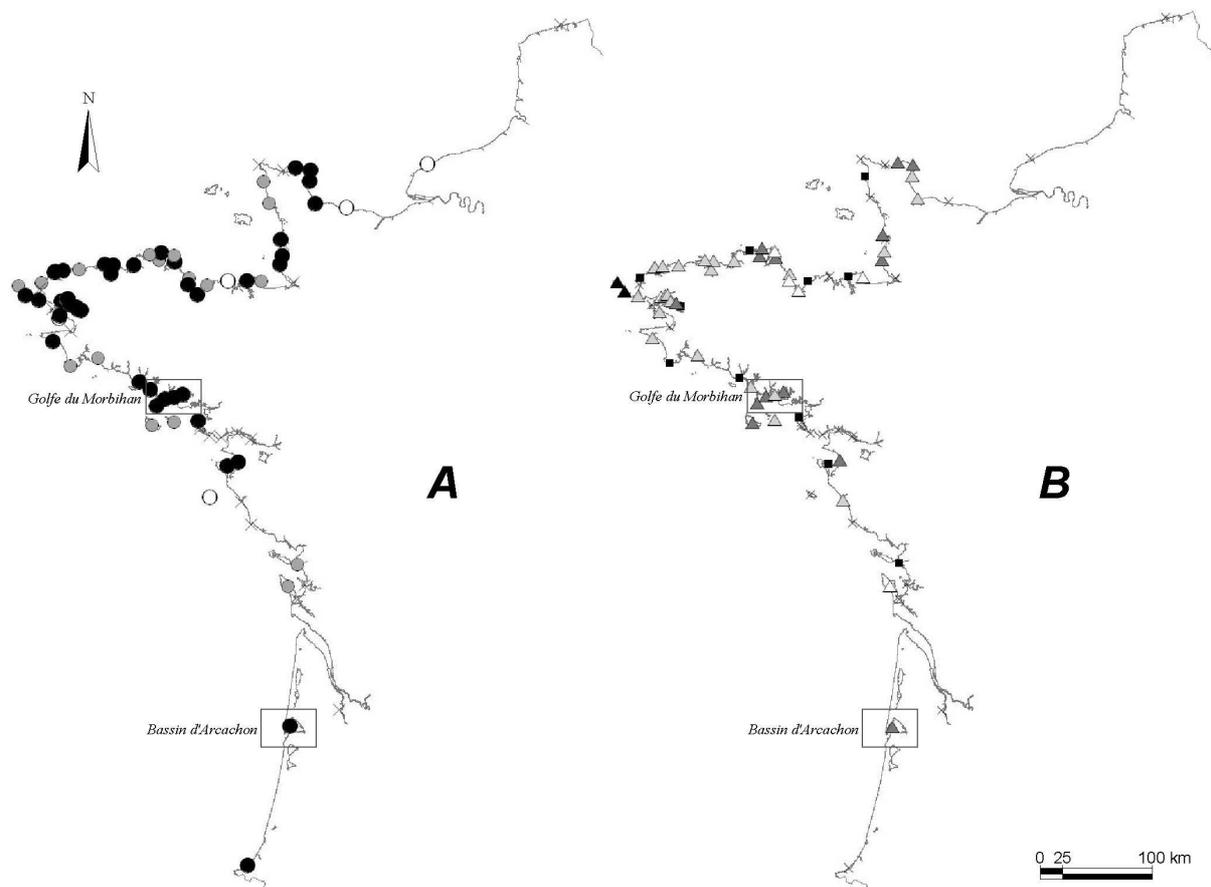


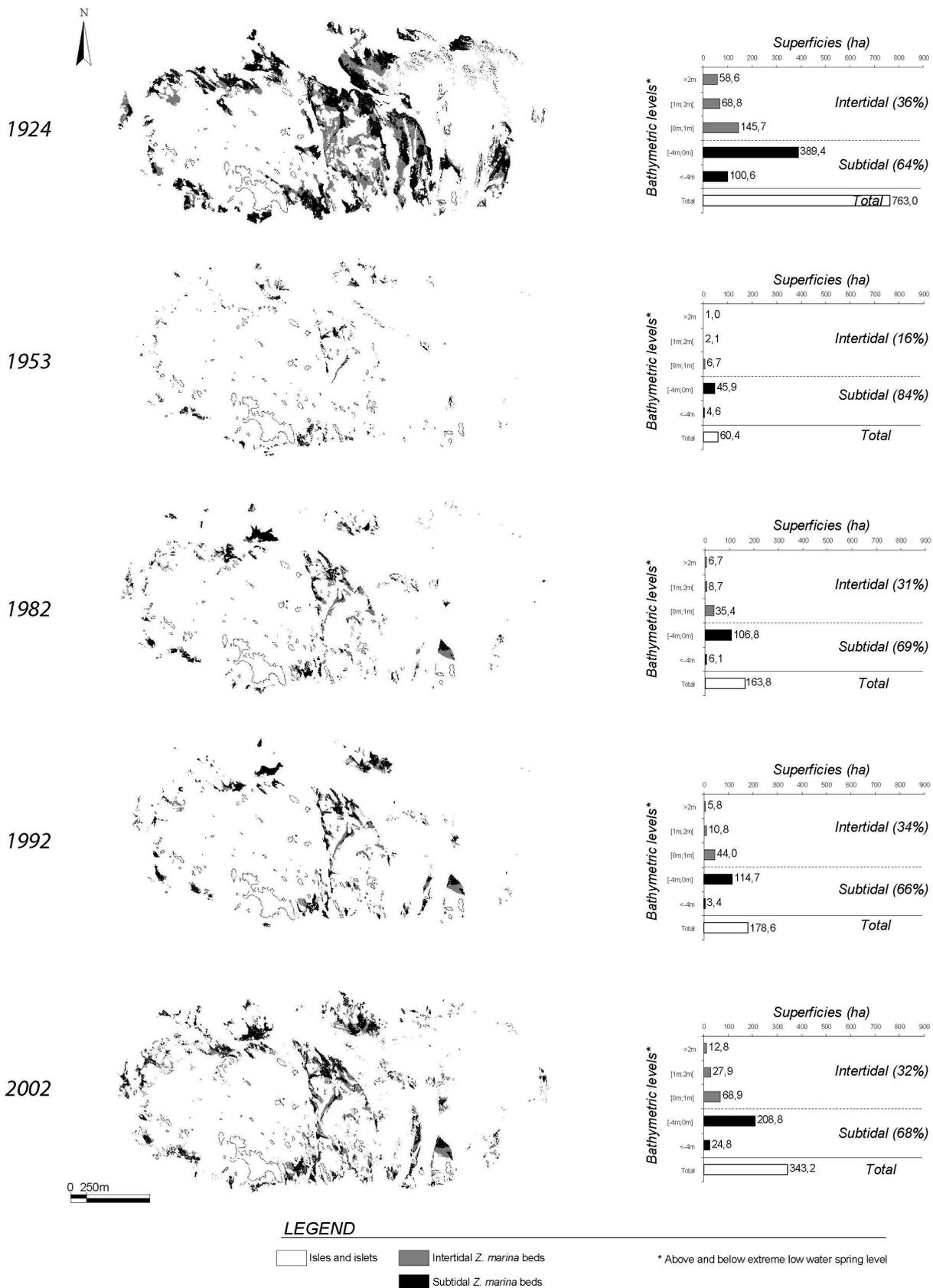
Figure 2. Destruction level (A) and date of the observation of the disease (B) of the *Z. marina* beds according to the survey of 1933



LEGEND

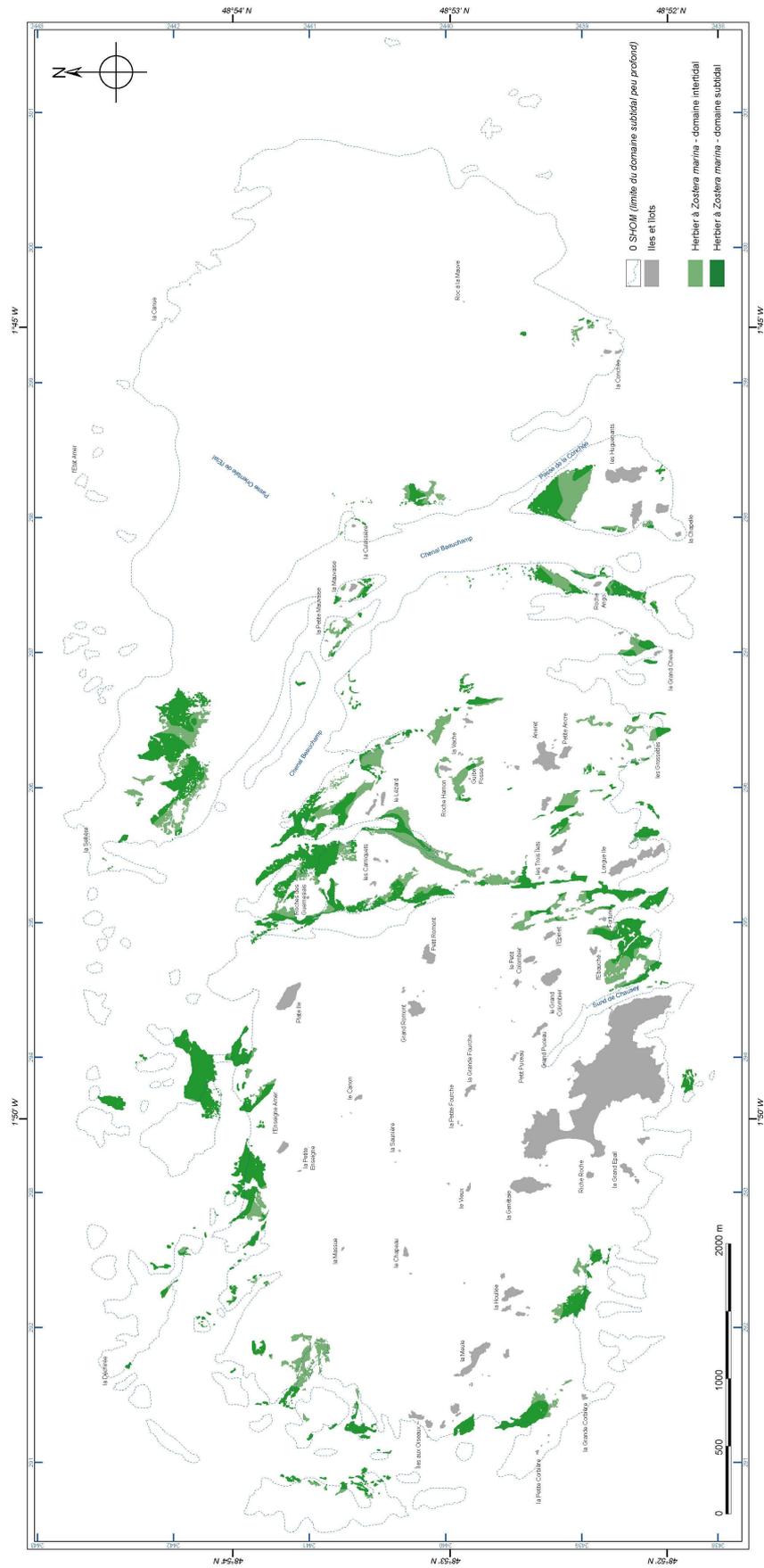
A		B	
Are they totally or partially destroyed?		When did the disappearance or the decline of the eelgrass of your region begin?	
×	No <i>Z. marina</i> bed	×	No <i>Z. marina</i> bed
○	Identic	△	1931
●	Partially destroyed	■	Before 1930
●	Totally destroyed	△	1930
		▲	1932
		▲	1933

Figure 3. Spatial evolutions of the *Z. marina* beds of the Chausey archipelago since 1924

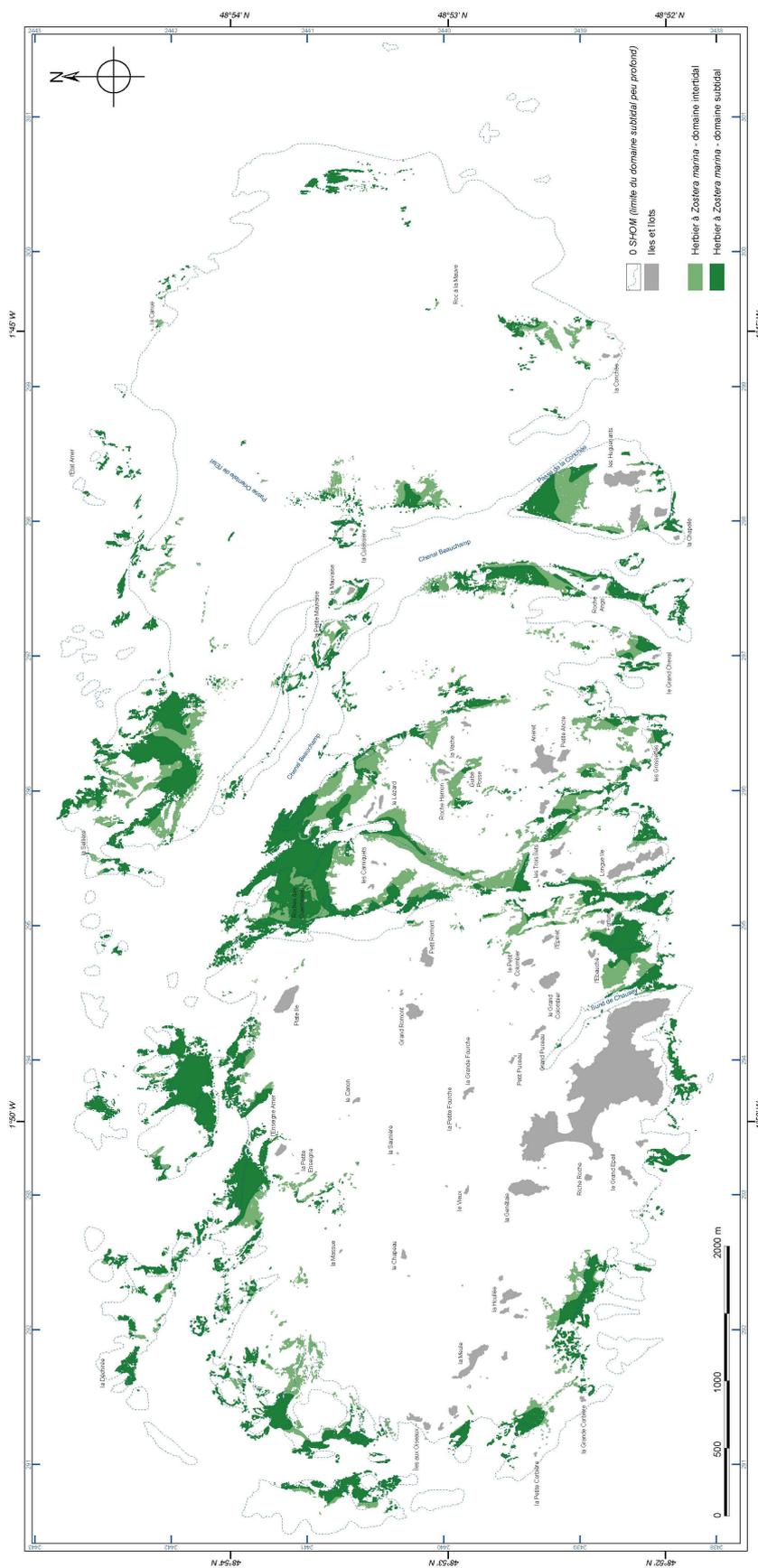


Les herbiers à *Z. marina* de Chausey, bien qu'actuellement en plein essor, ne peuvent donc pas être considérés comme un habitat non vulnérable. En effet, lorsque l'on évalue leurs évolutions spatiales depuis les années 1920, on s'aperçoit que cet habitat n'a pas encore recolonisé l'espace occupé avant la maladie des années 1930. Il s'agit donc d'un habitat vulnérable, car en en pleine phase de recolonisation.

Carte 30 Herbiers *Z. marina* de Chausey en 1992.



Carte 31 Herbiers à *Z. marina* de Chausey en 2002.



2.2. Menaces anthropiques

On a vu que la régression des banquettes à *L. conchilega* est en grande partie due au développement de la vénériculture. Certaines banquettes ont également disparu suite à l'implantation de bouchots à moules dans la partie centrale de l'archipel. Mais qu'en est-il des impacts réels ou potentiels des activités humaines sur les autres habitats de Chausey ?

Nous traiterons ici des 5 activités principales qui sont en interaction directe avec les habitats intertidaux meubles :

- a) la promenade sur les estrans
- b) la pêche à pied
- c) la navigation de plaisance
- d) la pêche à la drague
- e) la conchyliculture (mytiliculture, vénériculture, ostréiculture)

Pour chacune de ces activités, nous préciserons d'abord ses impacts connus d'une manière générale dans la littérature scientifique. Nous estimerons ensuite sur quels habitats de Chausey elle prend place puis évaluerons enfin ses impacts potentiels sur les habitats.

a. Promenade sur les estrans

Les études d'impacts de l'activité de promenade sur les habitats littoraux concernent presque exclusivement ceux liés au piétinement sur les substrats durs et les récifs coralliens. Toutefois, concernant les estrans meubles, les impacts peuvent être considérables sur la végétation intertidale des schorres et de la haute slikke qui ont, en outre, des temps de recolonisation s'étalant sur plusieurs années (Dalby 1970). La macrofaune benthique endogée peut également être significativement affectée par des passages répétés de promeneurs (Chandrasekara & Frid 1996).

Beaucoup de visiteurs se rendant à Chausey ne pratiquent pas forcément de pêche à pied, mais viennent surtout pour découvrir l'archipel à pied (40% des visiteurs venus en vedette vont à Chausey pour se détendre et se promener – Brigand & Le Berre 2006). Il est toutefois peu probable que les estrans de Chausey soient réellement affectés par le piétinement des promeneurs tant celui-ci est diffus. Les seuls habitats véritablement affectés sont plutôt les habitats terrestres de la Grande Ile, soumis périodiquement à une fréquentation intense et très concentrée dans l'espace (Brigand & Le Berre 2006).

b. Pêche à pied

La pêche à pied de bivalves au râteau peut avoir des effets très destructurants sur la faune benthique endogée (diminution des abondances, de la richesse et de la diversité spécifique) (Kaiser & al. 2001). Les effets dépendent néanmoins des surfaces ratissées. Kaiser & al. (2001) observent

qu'après 56 jours, les surfaces ratissées de 9m² ont été recolonisées par la faune benthique, ce qui n'est pas le cas des zones ratissées de 36m²) mais aussi et surtout des habitats sur lesquels se développe l'activité. Ainsi, les habitats peuplés d'espèces tolérantes, de petite taille et mobiles sont relativement « résistants » aux ratissages et peuvent se reconstituer en 6 mois (Kaiser & al. 2001). En revanche, les habitats peuplés d'espèces de grande taille, à faune sessile, et caractérisés par des espèces contribuant à stabiliser l'environnement sédimentaire (herbiers, bancs de moules par exemple) mettent plutôt plusieurs années à se reconstituer (Dayton & al. 1995, Collie & al. 2000).

A Chausey, la pêche à pied est pratiquée par les plaisanciers et les visiteurs venus par les vedettes débarquant à Grande Ile. L'Encadré 15 présente les zones prospectées par ces deux groupes d'acteurs. On peut estimer que le lieu de mouillage de bateaux des plaisanciers correspond grossièrement à leur lieu de pêche (le rayon d'action moyen autour de l'embarcation est de 350m (Brigand & Le Berre 2006)). Un croisement sous SIG des couches bathymétriques et des couches d'habitats d'une part avec celle de la localisation des mouillages d'autre part, révèle sans surprise que ces derniers sont essentiellement localisés aux niveaux bathymétriques intertidaux bas (facilité de mouillage et rapidité d'une remise à l'eau au flot) (Encadré 15) et sur deux principaux habitats : ceux des sables grossiers de niveaux bas à *G. glycymeris* et des herbiers à *Z. marina*.

Concernant les pêcheurs à pied venus en vedette, la situation est assez différente. Sous SIG, nous avons croisé les trois « itinéraires types » reconstitués par Brigand & Le Berre (2006) avec la cartographie d'habitats en estimant qu'un pêcheur à pied prospecte une bande de 150m de large de part et d'autre de son itinéraire. Les habitats les plus fréquentés sont ceux des sables grossiers de niveau bas à *G. glycymeris*, les banquettes à *L. conchilega* et l'habitat des sables de niveau moyen à bas à *C. edule*. L'habitat des sables plus ou moins envasés de mi-marée à *A. marina* est également concerné, mais essentiellement le long des itinéraires ouest et nord-ouest (il ne s'agit toutefois que des secteurs de l'habitat à l'ouest de la Grand Grève de la Grande Ile, composés de sables assez grossiers).

En conséquence, on peut conclure que la pêche à pied est une activité particulièrement concentrée sur l'habitat des sables grossiers de niveau bas à *G. glycymeris*, des herbiers à *Z. marina*, et, aussi, concernant les pêcheurs venus en vedette, les banquettes à *L. conchilega* et les sables à *C. edule*.

Les impacts de la pêche à pied sur ces quatre habitats peuvent être tout d'abord liés aux abondances des espèces pêchées. Ceci nécessiterait une étude approfondie des stocks de ces espèces de la dynamique de leurs populations, que nous n'avons pas conduite dans le cadre de ce travail. Par ailleurs, les impacts peuvent également être liés à des pratiques particulières. Parmi les pratiques utilisées à Chausey, l'utilisation d'un râteau est autorisée pour la pêche aux palourdes (*R. philippinarum*, *T. decussatus*, *V. pullastra*), coques (*C. edule*), mactres (*M. glauca*), spisules (*S. solida*), telinnes (*Tellina* spp.), couteaux (*E. ensis*, *S. marginatus*) et les bulots (*B. undatum*). **La pêche au râteau est potentiellement la plus destructurante pour les banquettes à *L. conchilega*.** Elle le serait également sur les herbiers à *Z. marina*, mais les pêcheurs préfèrent y pêcher « à la pissée » et non au râteau, très difficile à passer sur les rhizomes de zostères. Les habitats des sables à *C. edule* et à

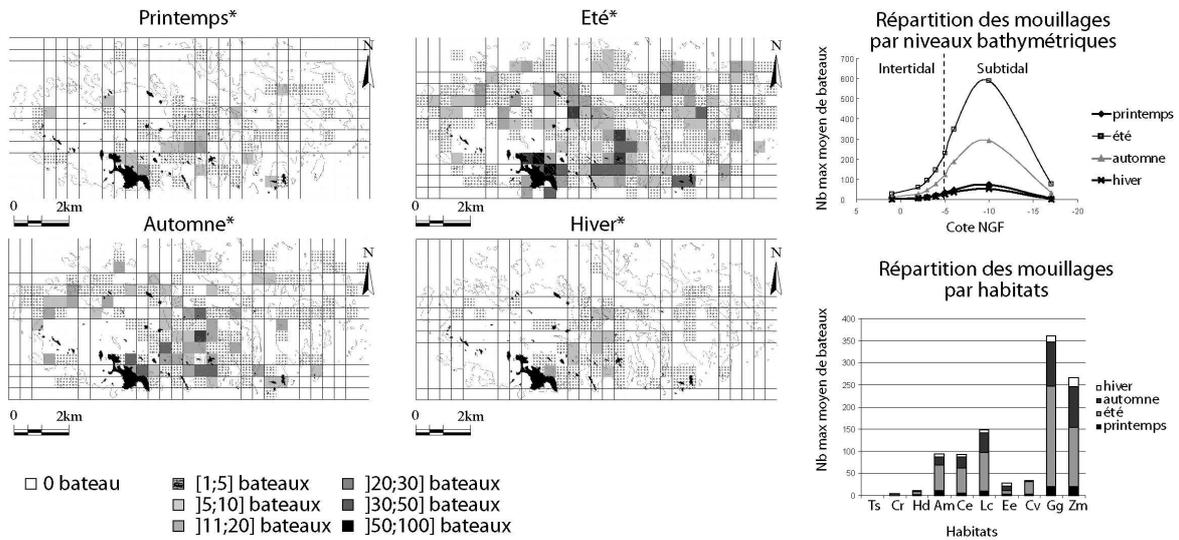
G. glycymeris, sans faune sessile ou espèces structurant le sédiment, sont potentiellement moins vulnérables aux pratiques de pêche à pied utilisées à Chausey.

c. Navigation de plaisance

D'une manière générale, les herbiers de phanérogames marines sont très vulnérables aux ancrages des bateaux. Francour & al. (1999) ont montré qu'en Méditerranée les herbiers à posidonie *Posidonia oceanica* sont extrêmement vulnérables aux mouillages de bateaux (34 pieds sont en moyenne arrachés lors de l'ancrage et de la levée de l'ancre) qui tendent à diminuer la densité de pieds de posidonies, réduire la superficie des herbiers et augmenter leur fragmentation. De même, Creed & Filho (1999) ont montré par des expériences *in situ* les effets délétères de l'ancrage de bateaux sur les herbiers à *Halodule wrightii* au Brésil.

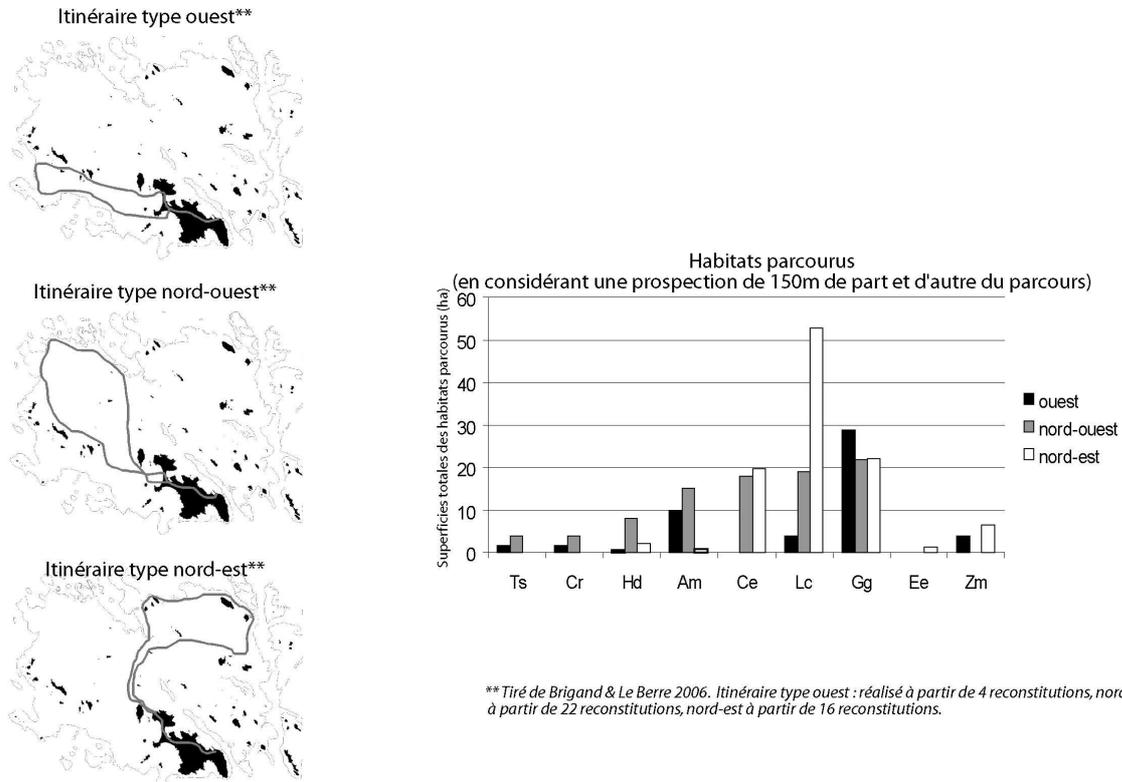
On a vu que l'essentiel des bateaux de plaisanciers étaient mouillés sur les sables à *G. glycymeris* et les herbiers à *Z. marina*. **Ce dernier habitat est donc potentiellement très vulnérable aux ancrages de bateaux.**

FREQUENTATION DE L'ARCHIPEL PAR LES PLAISANCIERS
(en période de vive eau ; coefficient > 95)
D'après Brigand & Le Berre 2006



* Le nombre de bateaux a été calculé par maille carrée de 350m de côté à partir des données originales de Brigand & Le Berre 2006 (mailles de 100m de côté).
Printemps : densités moyennes à partir de 5 comptages ; Eté : à partir de 2 comptages ; Automne : 1 comptage ; Hiver : 5 comptages.

FREQUENTATION DE L'ARCHIPEL PAR LES VISITEURS VENUS EN VEDETTE (pêcheurs à pied)
D'après Brigand & Le Berre 2006



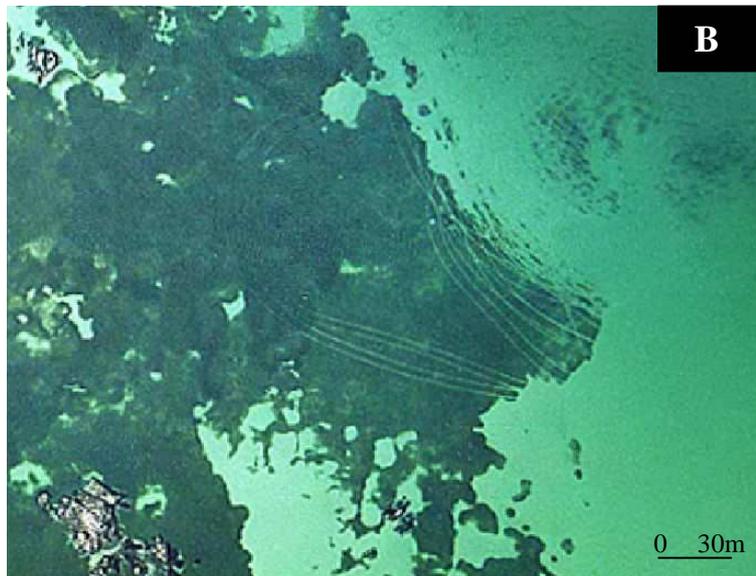
** Tiré de Brigand & Le Berre 2006. Itinéraire type ouest : réalisé à partir de 4 reconstitutions, nord-ouest à partir de 22 reconstitutions, nord-est à partir de 16 reconstitutions.

Encadré 15. Fréquentation de l'archipel par les touristes. D'après Brigand et le Berre 2006.
TS : Sables secs à T. saltator, CR : Horizon de rétention et de résurgence à S. squamata, HD : sédiments envasés à H. diversicolor, Am : sables ± envasés à A. marina, CE : sables à C. edule, LC : banquettes à L. conchilega, GG : sables à G. glycymeris, CV : sables à C. variegata, ZM : herbier à Z. marina, EE : sables à E. ensis.

d. Pêche à la drague

La pêche à la drague sur les herbiers à *Z. marina* a pour conséquence directe leur fragmentation. A partir d'un certain degré, la fragmentation des herbiers à *Z. marina* par des activités humaines peut avoir une influence négative sur l'épifaune (diminution de l'abondance et de la richesse spécifique) (Reed & Hovel 2006).

Des traces de drague à praire *V. verrusoca* sur les herbiers à *Z. marina* sont détectables sur les photographies aériennes de l'archipel (Photographies 10). En raison des contraintes liées à la navigation, cette pêche n'est pratiquée que sur certains secteurs de l'archipel : sud, ouest, nord, secteur des Romonts et entrées du chenal de Beauchamp. Les herbiers les plus vulnérables à cette pratique sont donc ceux de la Sellière, du Chenal des Guernesiais, du Chenal de Beauchamp et de la Conchée. On ne connaît pas précisément le degré de fragmentation généré par le draguage sur les herbiers de Chausey, ni la fréquence de cette activité. Il est toutefois indéniable qu'un passage répété de dragues sur ces habitats aurait un effet délétère sur ses peuplements macrofauniques.



Photographies 10

*Traces de draguage sur des herbiers à *Z. marina*.*

A : Herbier de la Conchée, SE de l'archipel (source : photographie aérienne - T. Abiven, SYMEL 2007)

B : Herbier de la Sellière, N de l'archipel (source : mosaïque photographique 2002).

e. Conchyliculture

On a vu que la vénériculture avait des impacts très négatifs à la fois sur les peuplements benthiques mais aussi sur les consommateurs secondaires que sont les oiseaux. Quels peuvent être les impacts des deux autres activités conchylicoles (mytiliculture et ostréiculture) sur les habitats de Chausey ?

La littérature fait état de deux grands types d'impacts de la culture de bivalves sur les habitats intertidaux : (1) impacts sur la dynamique sédimentaire liés aux structures conchylicoles et à l'activité biologique des bivalves ; (2) impacts sur la ressource trophique et le recrutement d'autres espèces liés à l'activité des bivalves

L'ostréiculture sur table a généralement tendance à réduire les houles, affaiblir les courants et donc à réduire la capacité de charge de la colonne d'eau et faciliter le dépôt de particules fines (Sornin 1981, Nikodic 1981, Nugues & al. 1996). Les bouchots à moules peuvent également modifier les patrons de distribution des sédiments sur quelques dizaines de mètres de distance. Ensuite, les moules et huîtres elles-mêmes contribuent à cette sédimentation. La production de fécès et pseudofécès (biodépôts), mais surtout de débris coquilliers peut modifier la nature des fonds (Grenz & al. 1990). En outre, dans des sites abrités des houles et courants dominants, l'accumulation de biodépôts peut conduire à un enrichissement significatif en matière organique, qui peut même conduire à une anoxie (e.g. Baudinet & al. 1990, Christensen & al. 2003, Giles & al. 2006).

Le régime alimentaire des moules et huîtres, bivalves filtreurs, peut également engendrer une compétition pour la ressource trophique avec les bivalves sauvages (Dankers & Zuidema 1995) ou d'autres espèces (Smith & Shackley 2004). Ensuite, les bivalves cultivés peuvent également ingérer des larves et diminuer les densités de recrues de certaines espèces (André & Rosenberg 1991, André & al. 1993, Hewitt & al. 1997, Thrush & al. 1997) et donc affecter la dynamique de leurs populations.

Toutefois, les impacts de la mytiliculture et l'ostréiculture dépendent grandement de l'environnement concerné et principalement de l'hydrodynamisme (Harstein & Rowden 2004). A Chausey, l'essentiel des structures conchylicoles (hors vénériculture) sont implantées sur l'habitat des sables grossiers de niveau bas à *G. glycymeris* et celui des sables moyens de niveau bas à *C. variegata*. Les impacts potentiels de ces activités sur ces habitats relativement pauvres du point de vue de leur macrofaune benthique et soumis à un fort hydrodynamisme, sont probablement mineurs. Ils font actuellement l'objet d'une étude franco-canadienne (projet « RIMEL »), dont les premiers résultats devraient voir le jour au cours de l'année 2008.

2.3. Capacités de résilience

Nous entendons ici par « *capacité de résilience* » d'un habitat son aptitude à se reconstituer après une perturbation (naturelle ou anthropique). La prise en compte de ces capacités est fondamentale dans une démarche d'évaluation de la vulnérabilité des habitats.

Schématiquement, trois critères nous ont semblé pertinents pour estimer les capacités de résilience des habitats : leur degré d'isolement, leur superficie et les contraintes environnementales auxquelles ils sont soumis déterminant la stratégie des espèces (Figure 42).

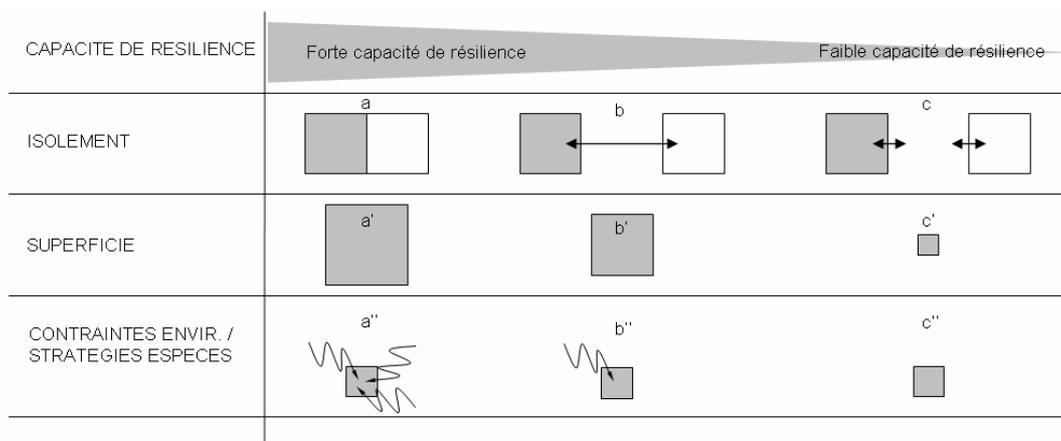


Figure 42. Aléas de disparition des habitats en fonction de leur capacité de résilience, estimée selon leur degré d'isolement, leur superficie et les contraintes environnementales auxquelles ils sont soumis.

Degré d'isolement. a : l'habitat du site x (en gris) est contigu à l'habitat du site y (en blanc). Si l'habitat est dégradé sur le site x, sa reconstitution est possible à partir le site y. b : l'habitat du site x (en gris) est disjoint de l'habitat du site y (en blanc), mais il peut y avoir des échanges d'individus du peuplement de l'habitat entre les deux sites. c : l'habitat du site x (en gris) est disjoint de l'habitat du site y (en blanc) et il ne peut pas y avoir d'échanges d'individus du peuplement de l'habitat entre les deux sites. Le degré d'isolement est donc déterminé par les capacités de dispersion des espèces.

Superficie. Pour une même perturbation, plus l'habitat est étendu et plus forte est sa capacité de résilience.

Contraintes environnementales et stratégies des espèces. Certains habitats (cas a'') peuvent être naturellement soumis à de fortes contraintes environnementales ; les espèces qui composent leur peuplement adoptent une stratégie de type 'r' principalement caractérisée par une durée de vie courte, une maturité précoce et un taux de reproduction élevé. En conséquence, leur capacité de résilience est forte. A l'inverse, d'autres habitats sont soumis à des contraintes environnementales modérées ; les espèces qui composent leur peuplement adoptent une stratégie de type 'k' caractérisée par une durée de vie longue, une maturité sexuelle tardive et un taux de reproduction peu élevé. En conséquence, leur capacité de résilience est faible.

Les habitats de niveaux bas des sables à *G. glycymeris* et à *C. variegata* de l'archipel ont très probablement des capacités de résilience importantes pour plusieurs raisons. Tout d'abord, à Chausey, ils ne sont pas isolés puisqu'ils constituent en quelque sorte la frange intertidale d'habitats qui s'étendent largement en domaine subtidal dans le Golfe Normand-Breton. D'autre part, leurs

superficielles sont suffisamment étendues pour espérer une reconstitution rapide dans le cas d'une éventuelle perturbation. Enfin, il s'agit d'habitats naturellement soumis à des contraintes environnementales importantes (fort hydrodynamisme) et les espèces qui constituent ces peuplements (telle *Goodalia triangularis*) ont plutôt adopté des stratégies de type « r ». Le cas de l'habitat des sables à *C. edule* est assez proche de ces deux habitats, bien que résolument intertidal. Les espèces contribuant le plus à l'identité du peuplement, telles les deux espèces d'annélides polychètes de la famille des Cirratulidae *Cirriformia tentaculata* et *Caulleriella* sp. ainsi que le bivalve *C. edule*, ont des capacités de dispersion importantes et peuvent donc recoloniser facilement l'habitat si celui-ci est perturbé. En outre, il s'agit d'un habitat naturellement soumis à des contraintes hydrodynamiques importantes, comme en témoignent notamment les grands champs de rides et de ripplemarks qui le sillonnent de part en part.

La situation est très différente pour l'habitat des sédiments envasés de haut niveau à *H. diversicolor*, et celui des herbiers à *Z. marina* de l'archipel, presque entièrement « coupés » de ceux des sites périphériques côtiers. En effet, les espèces les structurant ont des capacités de dispersion faibles : la phase de dispersion larvaire de *H. diversicolor* dans la colonne d'eau est extrêmement courte (bien souvent 1 jour - voir Marty 1997) et bien que la reproduction sexuée existe chez *Z. marina*, elle se développe principalement par multiplication végétative. Dans le cas d'une perturbation, la reconstitution de ces habitats sera donc difficile car ils ne peuvent pas compter sur une recolonisation depuis l'extérieur¹¹. Du point de vue de leurs superficies, l'habitat des herbiers à *Z. marina*, bien plus développé que celui des sédiments envasés à *H. diversicolor*, a tout de même une capacité de résilience potentiellement plus forte. Enfin, il serait bien sûr abusif de dire que ces habitats ne sont pas soumis à de fortes contraintes environnementales : en effet, l'habitat à *H. diversicolor* est par exemple soumis à une longue phase d'exondation. Toutefois, il s'agit de deux habitats des milieux plutôt abrités des houles dominantes et donc des tempêtes. La structure des rhizomes des *Z. marina* tend d'ailleurs à stabiliser le sédiment (Duarte 2002). Les deux espèces qui structurent ces habitats adoptent donc une stratégie plus éloignée du type « r » que les espèces de sables grossiers de niveaux bas.

Les deux habitats des sédiments envasés de haut niveau à *A. portulacoides* et de la haute slikke ont a priori également des capacités de résilience faibles, assez comparables à l'habitat à *H. diversicolor*.

L'habitat des banquettes à *L. conchilega* a une capacité de résilience moyenne. En effet, les fortes capacités de dispersion de l'espèce (cycle benthopélagique avec une phase larvaire pélagique assez longue de 2 mois – Kessler 1963, Bhaud 1988) jouent en faveur d'une bonne capacité de résilience. Toutefois, comme nous l'avons montré dans la partie 2, le temps de recolonisation de

¹¹ La recolonisation des herbiers à *Z. marina* de Chausey a d'ailleurs été extrêmement longue suite à leur maladie des années 1930, et ils n'ont toujours pas recolonisé l'espace qu'ils occupaient en 1924 !

l'espèce (et donc la reconstitution de l'habitat) après une perturbation anthropique est assez longue et ne semble pas achevée en 2 ans.

3. Possibilités de conservation

Outre les enjeux et aléas de conservation des habitats, il convient également de déterminer la possibilité de les conserver. Trois critères nous sont apparus pertinents pour évaluer les possibilités de conservation des habitats :

1) leur niveau de fréquentation et d'exploitation (inversement corrélé avec la facilité d'application d'une réglementation ou d'une protection)

2) la présence d'espèces « porte-étendard » facilitant l'acceptation d'une éventuelle protection par le public

3) leur degré de fragmentation (inversement corrélé avec la facilité d'application d'une réglementation ou d'une protection).

3.1. Fréquentation et implantation d'activités

Toute mesure de conservation de type périmètre de protection ou application de nouvelles réglementations est plus difficile à mettre en place sur un habitat très fréquenté ou sur un habitat où prennent place de nombreuses activités professionnelles.

On a déjà vu que les habitats les plus fréquentés par les pêcheurs à pied venus en vedette et les plaisanciers sont respectivement les banquettes à *L. conchilega*, les sables grossiers de niveaux bas à *G. glycymeris* et les sables de niveaux moyens à bas à *C. edule* d'une part et les sables grossiers de niveaux bas à *G. glycymeris* et les herbiers à *Z. marina* d'autre part (Encadré 16).

Afin d'évaluer quels habitats étaient le plus soumis aux activités conchylicoles, nous avons croisé les données cartographiques relatives à l'implantation des structures conchylicoles (mytiliculture, vénériculture et ostréiculture) avec les couches SIG d'habitats. Ces données concernant les secteurs d'implantations conchylicoles doivent être représentées sous la forme de polygones pour être croisées aux couches SIG d'habitats. Ceci est déjà le cas pour la vénériculture et l'ostréiculture (qui sont des parcs) mais pas pour la mytiliculture. A Chausey, cette activité est pratiquée sur des bouchots à moules (données de type « ligne » correspond à des alignements très serrés de bouchots). Bien que la forme initiale soit de type « point » (chaque point correspondant à un bouchot), les bouchots sont si peu espacés qu'ils ne sont pas individualisables sur photographie aérienne. En conséquence l'élément télédélectable prend la forme de lignes. A Chausey, ces lignes sont placées en doubles rangées espacées de quelques mètres (en général 3 à 4m). Nous avons simplifié cette information en traçant une ligne pour chaque double rangée de bouchots et avons ensuite généré une

zone tampon de 10 mètres de part et d'autre de chaque ligne cartographiée (correspondant grossièrement à la moitié de l'espacement entre chaque double rangée de bouchots) pour représenter l'emprise de l'activité sous forme de polygones.

La Figure 43 présente la répartition des structures conchylicoles sur les différents habitats intertidaux, plus les herbiers à *Z. marina* subtidiaux. Les banquettes à *L. conchilega* sont le lieu presque exclusif d'implantation des parcs à palourdes, et tous les habitats de niveau bas, essentiellement ceux des sables moyens de niveaux bas à *C. variegata*, des sables grossiers de niveaux bas à *G. glycymeris* et des herbiers à *Z. marina* sont les habitats où sont implantés les bouchots à moules. En conséquence, ces habitats tendent à être plus difficiles à conserver que les autres.

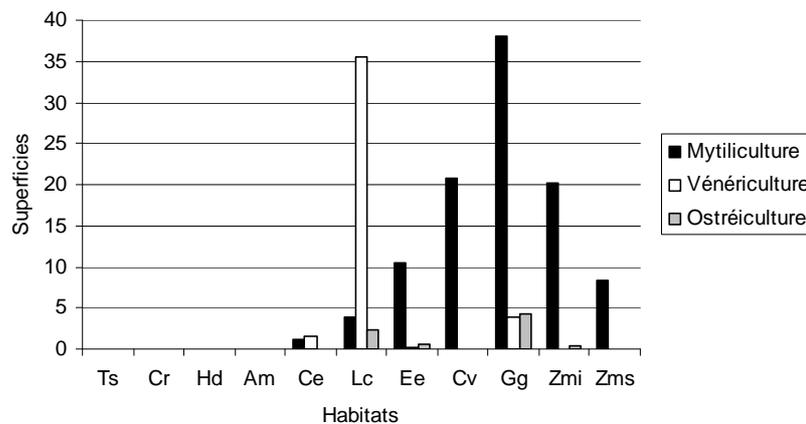


Figure 43.

Répartition des activités conchylicoles par habitat.

TS : Sables secs à *T. saltator*, CR : Horizon de rétention et de résurgence à *S. squamata*, HD : sédiments envasés à *H. diversicolor*, Am : sables ± envasés à *A. marina*, CE : sables à *C. edule*, LC : banquettes à *L. conchilega*, GG : sables à *G. glycymeris*, CV : sables à *C. variegata*, ZM : herbier à *Z. marina*, EE : sables à *E. ensis*.

3.2. Espèces « porte-étendard »

Les espèces classiquement utilisées comme « porte-étendard », c'est à dire attirant la sympathie du grand public et facilitant la conservation d'habitats ou d'autres espèces, sont les mammifères et les oiseaux. La présence tout à fait anecdotique de deux à trois individus phoques veau-marin *Phoca vitulina*, occasionnellement du phoque gris *Halichoerus grypus*, et du grand dauphin *Tursiops truncatus* en périphérie de l'archipel, semble très hasardeuse pour justifier du besoin de conservation de certains habitats. En revanche, il existe des oiseaux assez facilement observables et assez connus du grand public qui peuvent être de bons « porte-étendards ».

Le public peut être facilement sensibilisé à la conservation de l'habitat des sédiments envasés de haut niveau à *H. diversicolor* par la présence du tadorne de Belon *Tadorna tadorna*. Les besoins de conservation des habitats ayant une valeur fonctionnelle importante pour les limicoles (banquettes à *L.*

conchilega, mais aussi habitats de niveaux hauts : sédiments envasés de haut niveau à *H. diversicolor* ; sables plus ou moins envasés de mi-marée à *A. marina* et sables de niveaux moyens à bas à *C. edule*) peuvent également être bien accueillis par le grand public grâce à certaines espèces facilement observables toute l'année comme l'huîtrier pie *Haematopus ostralegus* (Photographies 11). Le chevalier gambette *T. totanus*, peut également être une espèce amiral utile pour conserver l'habitat des sédiments envasés à *A. portulacoides* et de la haute slikke à *Salicornia* spp. et *Spartina* spp.



Photographies 11.
Le tadorne de Belon *T. tadorna* (gauche) et l'huîtrier pie *H. ostralegus* (droite) : deux espèces potentiellement « porte-étendard » pour la conservation des habitats de Chausey ?

3.3. Fragmentation des habitats

La facilité de conservation d'un habitat est à notre sens également déterminée par sa configuration spatiale. D'une manière générale, plus un habitat est fragmenté, plus il est difficile de le conserver soit par le biais de : i) mesures réglementaires (difficulté de l'application effective d'une réglementation), ii) la mise en place d'un périmètre de conservation (difficulté de créer un périmètre homogène pour conserver la majeure partie de l'habitat ou son ensemble).

Il existe de nombreux indices d'analyse spatiale permettant d'évaluer le degré de fragmentation d'un habitat. Nous en avons choisi trois qui nous semblent pertinents pour évaluer la difficulté de conservation des habitats :

- i) l'indice de densité de patches (« *dp* ») = nombre de patches de l'habitat / superficie totale de l'habitat en ha. Plus la valeur de l'indice est forte et plus la densité de patches est importante (voir Figure 44).

$$\left[\frac{\sum_{r=1}^s c_{ijr}}{a_{ij}} \right]^{-1}$$

- ii) l'indice de contiguïté (« *contig* », LaGro 1991). avec c_{ijr} = valeur de contiguïté pour un pixel r au sein d'un patch ij et v = somme de ces valeurs dans une grille de 3x3

pixels de côté. Le calcul de la valeur de contiguïté est détaillé par LaGro (1991). Pour résumer, à l'échelle d'un patch, les liaisons « faibles » entre pixels du patch (liaison entre deux pixels par leur coin) prennent une valeur de 1, alors que les liaisons fortes (liaison entre deux pixels par leurs bords, dite « liaison orthogonale ») prennent une valeur de 2. Lorsque les pixels sont séparés d'au moins un pixel, ils sont considérés comme n'ayant aucune liaison (valeur 0). A l'échelle d'un habitat, une « fenêtre mouvante » de 3 pixels sur 3 (9 pixels carrés) est virtuellement « glissée » sur tout l'habitat. L'indice de contiguïté de l'habitat est égal à la moyenne des indices de contiguïté des patches au sein de chacune de ces « fenêtres mouvantes ». Une valeur de 1 est soustraite au numérateur ainsi qu'au dénominateur pour limiter la valeur de l'indice à 1 (voir Figure 44).

- iii) l'indice de proximité (« *prox* », Gustafson & Parker 1992) =
$$\sum_{s=1}^n \frac{a_{ijs}}{h^2_{ijs}}$$
 avec a_{ijs} = superficie (en m²) de l'habitat dans un rayon d'une distance spécifiée autour du patch ij et h_{ijs} = distance (en m) entre le centre du patch ijs et celui du patch ijs dont au moins une partie est incluse dans le rayon de la distance spécifiée. La valeur de l'indice n'a pas d'unité particulière. L'indice est égal à 0 s'il n'y a jamais plus d'un patch dans le rayon de distance spécifié. Plus la valeur de l'indice est forte et plus le nombre de patches de l'habitat et leur proximité dans le rayon de distance spécifiée sont élevés (voir Figure 44). Nous avons calculé cet indice pour 20 distances différentes (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 25, 50, 100 et 200m).

Ces trois indices ont été calculés à l'aide du logiciel Fragstats©, permettant de produire plusieurs centaines d'indices de fragmentation à partir d'une image au format raster. Nous avons calculé ces indices pour tous les habitats, hormis ceux des sédiments envasés de haut niveau à *A. portulacoides* et de la haute slikke à *Salicornia* spp. et *Spartina* spp. pour lesquels la taille des patches est tellement réduite que nous sommes à la limite de ce qui peut être analysé *via* une image raster exportée depuis le logiciel SIG dont nous disposons. Nous avons considéré ces 2 habitats comme étant fragmentés, puisque les patches les constituants ne sont pas contigus, sont éloignés les uns des autres et ont des densités fortes.

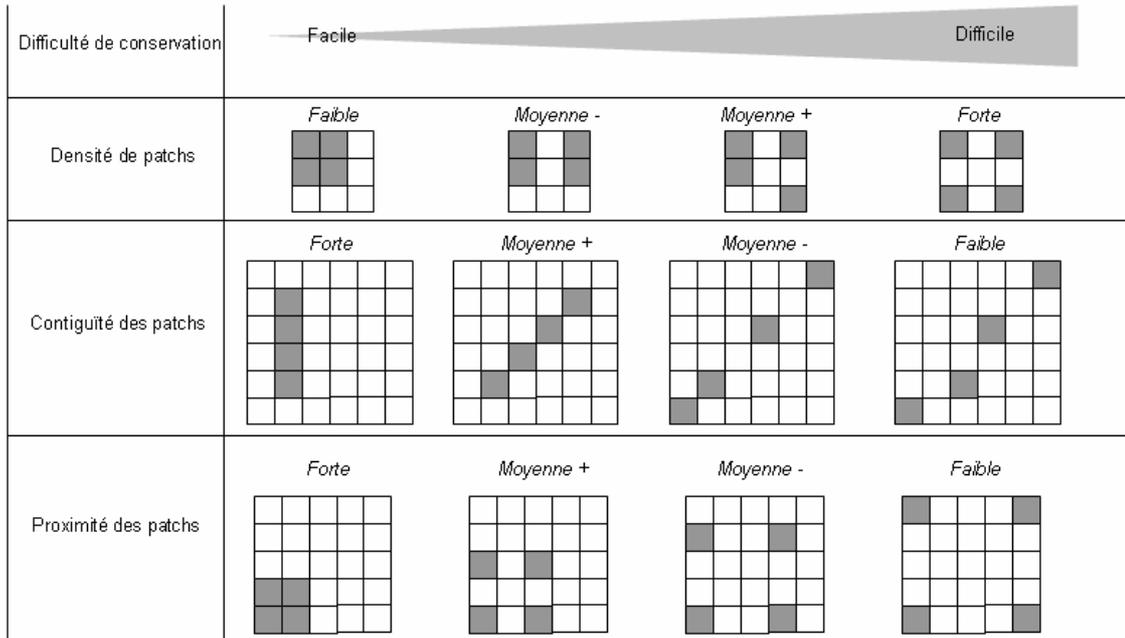


Figure 44. Difficulté potentielle de conservation des habitats en fonction de leur degré de fragmentation, estimé par le biais de trois indices : densité, contiguïté et proximité des patchs.

Résultats

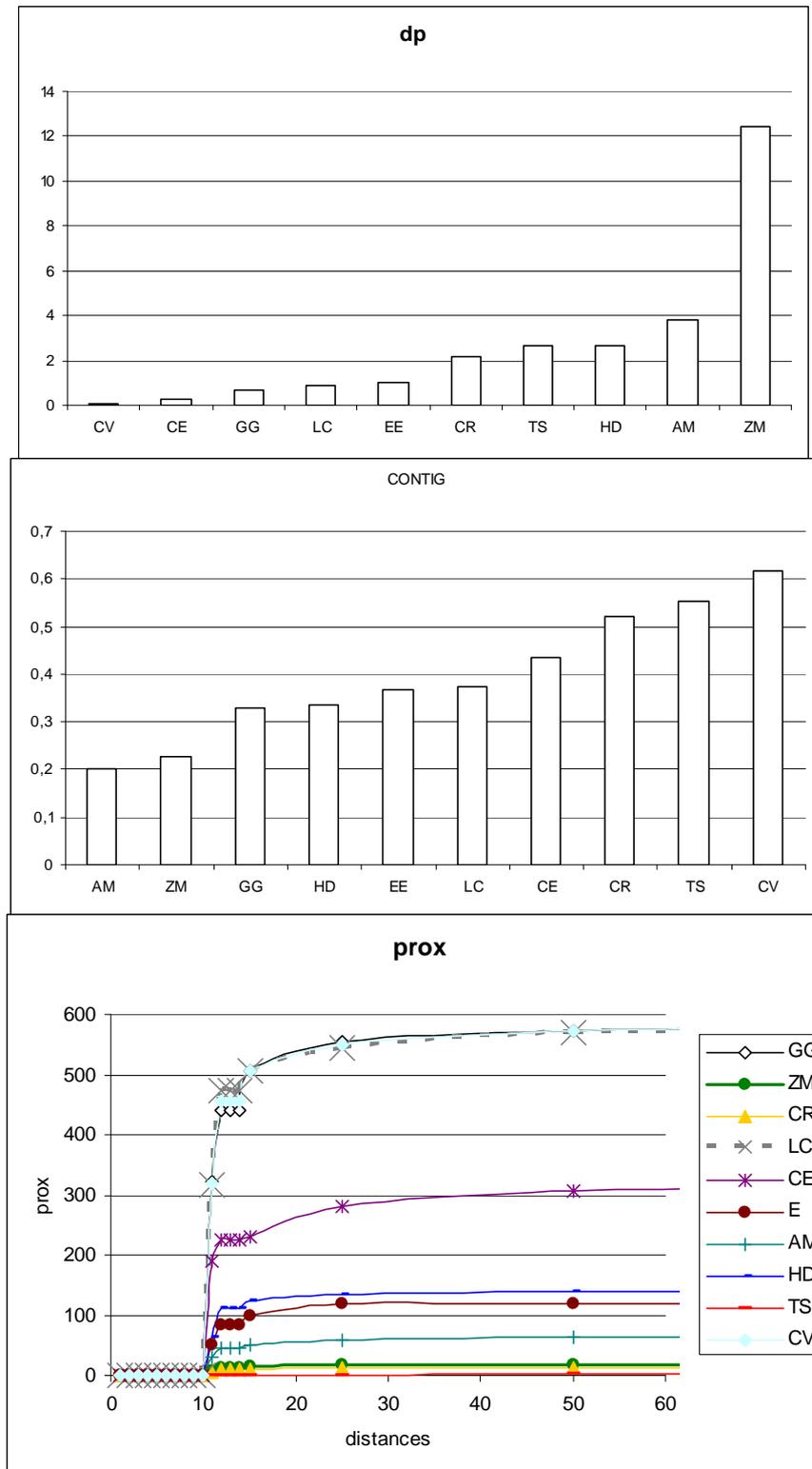


Figure 45. Fragmentation des habitats évaluée à travers 3 indices : indice de densités de patches (*dp*), de contiguïté (*contig*) et de proximité (*prox*).

TS : Sables secs à *T. saltator*, CR : Horizon de rétention et de résurgence à *S. squamata*, HD : sédiments envasés à *H. diversicolor*, Am : sables ± envasés à *A. marina*, CE : sables à *C. edule*, LC : banquettes à *L. conchilega*, GG : sables à *G. glycymeris*, CV : sables à *C. variegata*, ZM : herbier à *Z. marina*, EE ou E: sables à *E. ensis*.

L'habitat des herbiers à *Z. marina* et celui des sables de mi-marée à *A. marina*, sont potentiellement les plus difficiles à conserver car les plus fragmentés : la densité de patchs qui les composent est élevée, et les indices de contiguïté et de proximité sont faibles (Figure 45). Autrement dit, il s'agit de deux habitats très émiettés, très discontinus et « éclatés » à travers l'archipel.

A l'inverse, les sables à *C. variegata*, les banquettes à *L. conchilega* et, dans une moindre mesure, les sables à *G. glycymeris* et ceux à *C. edule*, sont plus aisés à conserver car en moyenne peu fragmentés (Figure 45). Ils sont peu émiettés, leurs patchs sont plutôt contigus et proches les uns des autres.

Les habitats des sédiments envasés de haut niveau à *H. diversicolor*, et des sables de bas niveau à *E. ensis* sont moyennement fragmentés (Figure 45).

Les indices concernant les habitats des horizons de résurgence à *S. squamata* et *C. roscoffensis* et des sables secs à *T. saltator*, sont beaucoup plus difficiles à interpréter car en partie biaisés par le fait qu'ils ne sont constitués que de quelques patchs de superficie assez restreinte.

Conclusion du chapitre 1 « Enjeux, aléas et possibilités de conservation des habitats littoraux marins »

Les enjeux, aléas et possibilités de conservation diffèrent grandement selon les habitats. On s'aperçoit d'emblée que certains, comme les herbiers à *Z. marina*, cumulent de forts enjeux de conservation, restent vulnérables et assez difficile à conserver, tandis que d'autres habitats ne se distinguent que par un de ces critères voire aucun. A notre sens, l'analyse méthodique des enjeux, aléas et possibilités de conservation que nous venons de conduire est une étape préliminaire indispensable à l'évaluation des besoins de conservation des habitats intertidaux de Chausey. Toutefois, elle se doit d'être synthétisée. Il est en effet très difficile de dégager les différents besoins de conservation des habitats à l'issue de ce chapitre. Il convient donc de parvenir à une typologie des besoins de conservation des habitats qui puisse résumer ces analyses.

CHAPITRE 2. TYPOLOGIE DES BESOINS DE CONSERVATION

1. Système de classement

Nous utilisons l'ensemble des critères détaillés dans la partie précédente pour élaborer un barème de classement des habitats (Tableau 18).

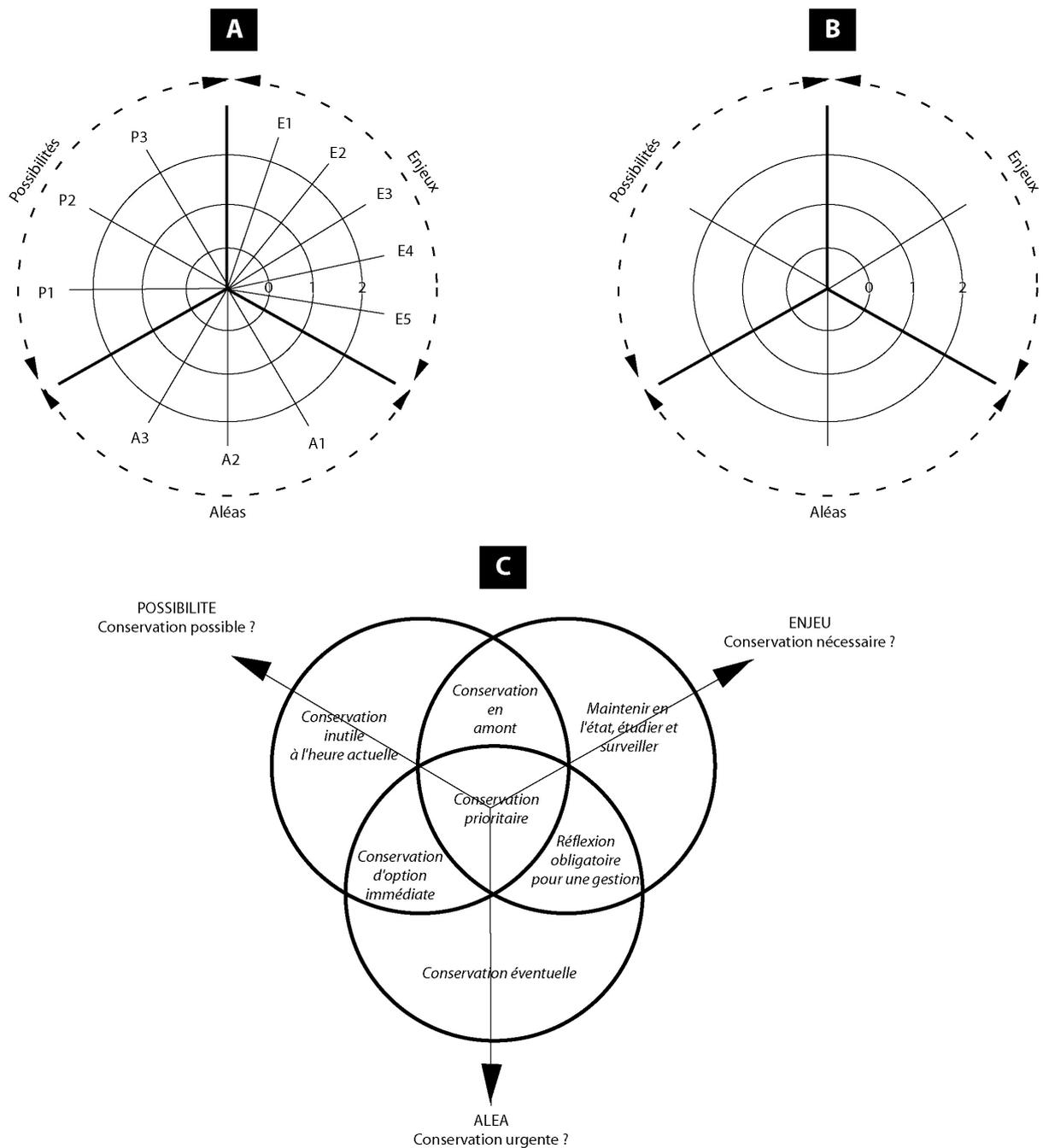
Chaque habitat fait ensuite l'objet d'une représentation graphique sur des diagrammes permettant de visualiser graphiquement l'importance de : i) ses enjeux de conservation, ii) son aléa de disparition, iii) son niveau de facilité à le conserver. Le premier diagramme, dit «diagramme de conservation complet» (Encadré 16 A) comporte autant d'axes que de critères. Le deuxième, dit «diagramme de conservation simplifié» (Encadré 16 B) représente l'habitat sur 3 axes principaux (enjeu, aléa, possibilité) selon sa note moyenne sur chacun de ces 3 axes.

Nous avons ensuite défini 7 types de besoins de conservation différents selon la combinaison des enjeux, aléas et possibilités de conservation (Encadré 16 C). Une 8ème catégorie regroupe les habitats ne nécessitant à l'heure actuelle aucune mesure de conservation du fait d'une absence d'enjeu et aléas de conservation et d'une impossibilité de les conserver.

Enfin, 4 cartes achèvent cette partie : une représentant les enjeux de conservation, une les aléas de disparition, une les possibilités de conservation et une dernière les types de conservation à l'échelle de l'archipel. Il s'agit d'une synthèse cartographique des notes moyennes attribuées aux habitats et du type de conservation auxquels ils correspondent.

Familles de critères	Codes - Critères	Sous-critères	Note>	0	0,5	1	1,5	2	
ENJEUX DE CONSERVATION	E1 Importance superficie			Superficie anecdotique		Sup. d'imp. régionale		Sup. d'imp. nationale	
	E2 Originalité habitats			Aucune	Présence d'espèce(s) rare(s) à l'échelle régionale	Présence d'espèce(s) rare(s) à l'échelle nationale	Présence d'une espèce rare à l'échelle internationale	Présence de plusieurs espèces rares à l'échelle internationale	
	E3 Valeur fonctionnelle pour consommateurs (oiseaux)			Nulle	Faible	Moyenne	Forte et irrégulière ou moyenne mais régulière	Forte et régulière	
	E4 Rôle structurant			Nul		Important		Très important	
	E5 Importance socio-économique	E5a frayères / nurseries poissons			Nulle		Moyenne	Importante	Très importante
		E5b bivalves pêchés			Nulle		Moyenne	Importante	Très importante
ALEAS DE DISPARITION	A1 Dynamiques spatiales			Stable		Instable	En cours de recolonisation	En régression	
	A2 Impacts anthropiques	A2a pêche à pied		Impact nul		Impact moyen	Impact important	Impact très important	
		A2b navigation de plaisance		Impact nul		Impact moyen	Impact important	Impact très important	
		A2c pêche à la drague		Impact nul		Impact moyen	Impact important	Impact très important	
		A2d conchyliculture		Impact nul		Impact moyen	Impact important	Impact très important	
	A3 Capacités de résilience	A3a isolement			Peu isolé		Moyennement isolé		Très isolé
		A3b superficie			Etendu		Moyennement étendu		Très étendu
A3c contrainte env./stratégies espèces				Fortes contraintes		Contraintes modérées		Faibles contraintes	
POSSIBILITE (FACILITE) DE CONSERVATION	P1 Fréquentation / activités anthropiques	P1a activités touristiques		Forte fréquentation		Fréquentation moyenne		Fréquentation forte	
		P1b activités conchyliques		Très développées	Bien développées	Moyennement développées		Peu développées	
	P2 Espèces porte-étendard (amiral)			0 espèce amiral		1 espèce amiral		Plusieurs espèces amiral	
	P3 Fragmentation	P3a densité patches			Forte densité		Densité moyenne		Faible densité
		P3b contiguïté			Faible contiguïté		Contiguïté moyenne		Contiguïté forte
		P3c proximité			Faible proximité		Proximité moyenne		Proximité forte

Tableau 18. Barème de classement des habitats.



Encadré 16.

A : Diagramme de conservation complet. B : Diagramme de conservation simplifié. 0 correspond à un enjeu de conservation nul (ou inconnu), un aléa de disparition inexistant (ou inconnu) et à une très grande difficulté de conservation. 1 correspond à un enjeu de conservation et un aléa de disparition assez importants et à une relative facilité de conservation. 2 correspond à un enjeu de conservation et un aléa de disparition très importants et une très grande facilité de conservation.

C : Différents types de besoins de conservation en fonction de la possibilité et des enjeux de conservation ainsi que des aléas de disparition.

Les lettres suivies d'un chiffre (exemple : A1 = dynamiques spatiales) correspondent aux codes des critères présentés dans le Tableau 18..

2. Typologie hiérarchisée des besoins de conservation des habitats à Chausey

2.1. Habitat nécessitant une conservation prioritaire

En l'état actuel des connaissances, à Chausey, les banquettes à *L. conchilega* (H. des sables de niveau bas à fortes densités de *L. conchilega*) présentent non seulement des enjeux de conservation et un aléa de disparition importants, mais sont également faciles à conserver (Figure 46). A ce titre, ils correspondent à un besoin de conservation prioritaire (Encadré 16 C). Leurs enjeux de conservation résident principalement dans leur forte valeur fonctionnelle pour les limicoles mais aussi leur rôle structurant, leur importance socio-économique et, dans une moindre mesure, leur superficie atteignant presque un niveau d'importance régionale. Ensuite, on peut estimer que leur aléa de disparition sur le site est important car il s'agit d'un habitat en pleine régression depuis les dernières décennies, il est fortement menacé par les activités conchylicoles et ses capacités de résilience restent modérées. Enfin, bien qu'il s'agisse d'un habitat sur lequel prennent place plusieurs activités humaines (touristiques et professionnelles), leur faible fragmentation et la présence des espèces porte-étendard que sont les oiseaux jouent plutôt en faveur d'une facilité de conservation.

2.2. Habitat requérant une réflexion obligatoire pour une gestion durable

La situation de l'habitat des herbiers à *Z. marina* est différente de celles des banquettes à *L. conchilega* : ils présentent des enjeux de conservation encore plus importants, sont presque aussi vulnérables (aléa de disparition important) mais sont toutefois difficiles à conserver (Figure 46). En conséquence ils correspondent à une combinaison entre de forts enjeux et aléas et une grande difficulté de conservation et entrent donc dans la catégorie des habitats nécessitant une réflexion pour une gestion durable (voir encadré 16 C).

L'importance de leurs enjeux de conservation tient à plusieurs caractéristiques : ils sont d'une superficie d'importance nationale, ont un rôle structurant majeur et remplissent des fonctions socio-économiques fondamentales. En outre, leur vulnérabilité tient au fait qu'il s'agit d'un habitat en pleine recolonisation, soumis à des pressions anthropiques importantes et ayant une capacité de résilience limitée, notamment dû au mode de reproduction végétatif de l'espèce *Z. marina*. Enfin, cet habitat très fréquenté et sur lequel s'implantent des activités conchylicoles est extrêmement fragmenté et *a priori* dépourvu d'espèces susceptibles d'éveiller la sympathie du public. En conséquence, il s'agit d'un habitat difficile à conserver.

2.3. Habitat nécessitant une conservation en amont

L'habitat des **sédiments envasés de haut niveau à *H. diversicolor***, est relativement peu vulnérable, mais il présente des enjeux de conservation assez importants et reste assez aisé à conserver (Figure 46). Il s'agit en conséquence d'un habitat nécessitant une conservation « en amont », c'est à dire devant être conservé avant qu'il ne devienne vulnérable (Encadré 16 C).

Les enjeux de conservation de l'habitat tiennent non seulement à son rôle fonctionnel important pour l'alimentation des limicoles en période de marée de morte-eau et pour le tadorne de Belon *T. tadorna*, mais aussi à la présence des deux taxons rares à l'échelle nationale : *F. v. var. lutarius* et *O. celtica*. La vulnérabilité de l'habitat est essentiellement une vulnérabilité potentielle due à sa faible capacité de résilience. Il s'agit d'un habitat facile à conserver car peu fragmenté, peu d'activités humaines y prennent place et les espèces d'oiseaux qui s'y alimentent peuvent servir de « porte-étendard » efficace.

2.4. Habitat ne nécessitant pas de mesure de conservation à l'heure actuelle

L'ensemble des autres habitats ne nécessite pas de mesures de conservation particulières à l'heure actuelle. Bien qu'ils soient plutôt aisés à conserver, leurs enjeux de conservation sont nuls (ou inconnus) et leur vulnérabilité faible (Figure 46).

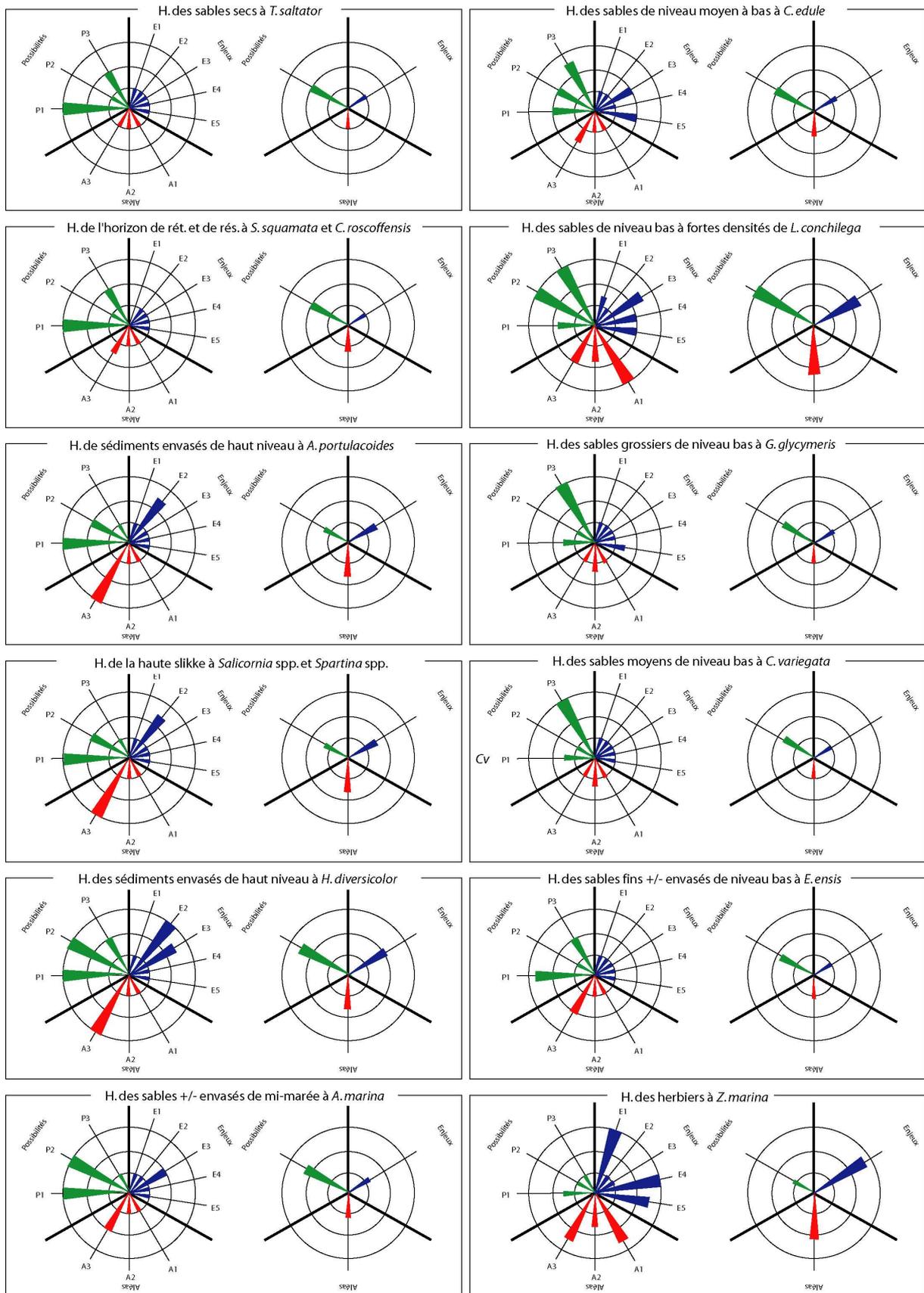


Figure 46. Diagrammes de conservation complets et simplifiés des habitats (les codes correspondent à ceux détaillés dans le tableau 18).

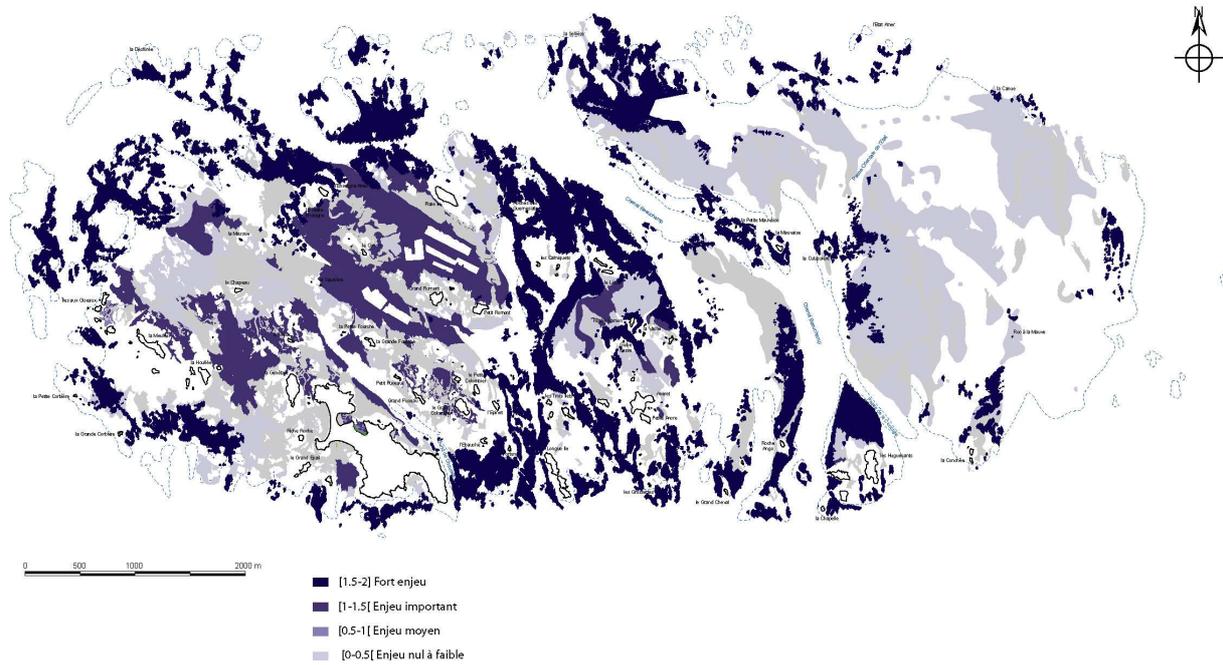
3. Cartes des besoins de conservation des habitats

Les cartes 32 et 33 mettent en lumière l'éclatement spatial des enjeux et aléas de conservation. Il n'y a pas de secteur particulier de l'archipel qui concentre enjeux et aléas de conservation. Bien au contraire, principalement du fait de l'éclatement spatial des herbiers et des banquettes à *L. conchilega* (forts enjeux et aléas conservatoires) on retrouve des secteurs à forts enjeux et aléas sur l'ensemble de l'archipel.

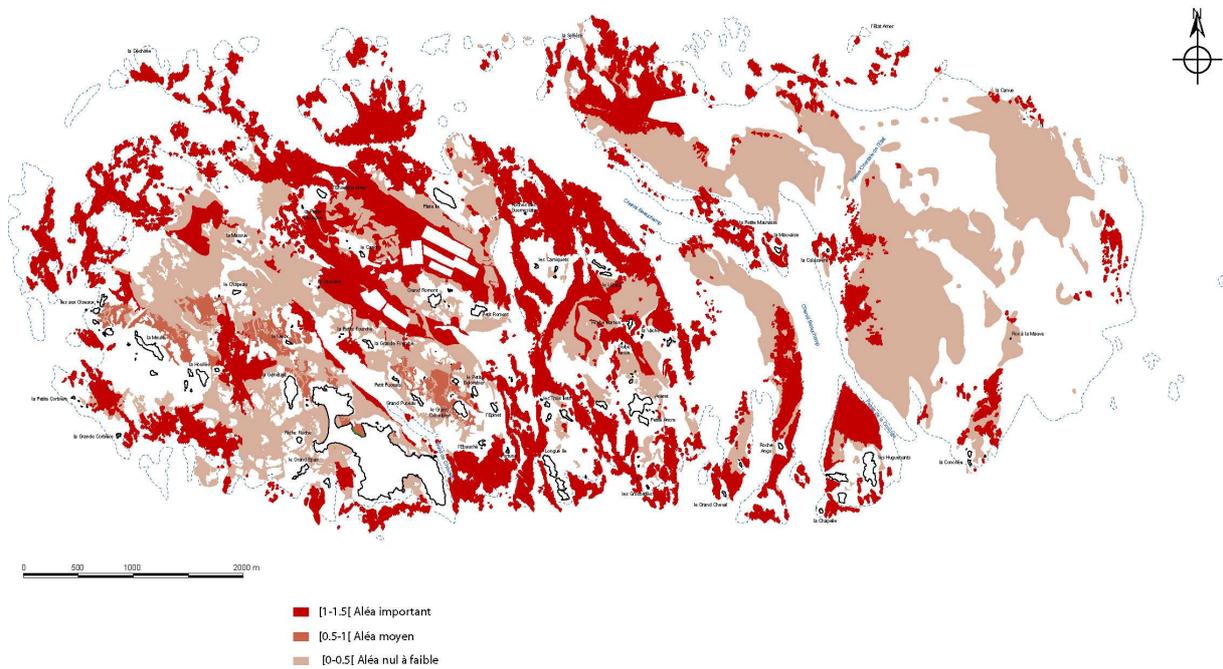
La carte 34 illustre en revanche une concentration des facilités de conservation sur le tiers occidental de l'archipel, situé à l'ouest d'une ligne reliant Longue Ile aux roches des Guernesiais.

La carte 35 (carte des types de besoins de conservation) met en avant trois entités :

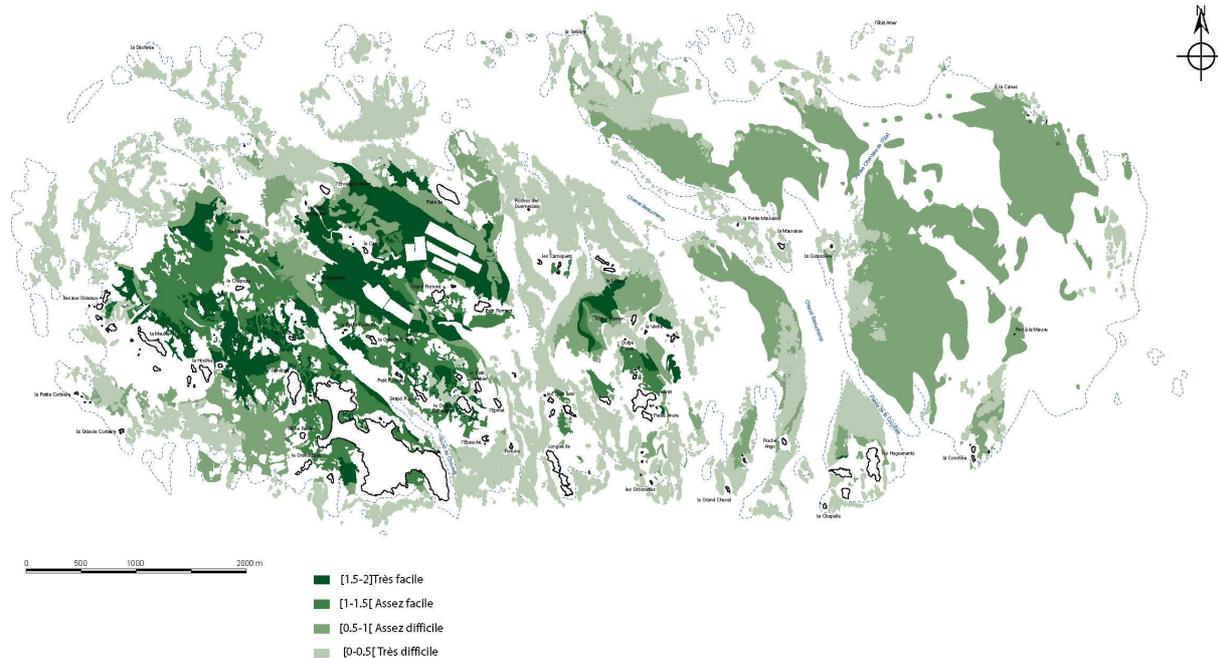
- 1) Deux secteurs principaux nécessitant une conservation prioritaire : Plaine du Rétin (entre Plate Ile et les Romonts)-Chenal du Relais (entre la Grande Fourche et les Romonts) et secteur de la Houlée
- 2) Les secteurs du tiers central et de la bordure externe de l'archipel, colonisés par les plus grands herbiers à *Z. marina*, requerrant une réflexion obligatoire pour une gestion durable
- 3) Les secteurs de haut niveau envasés des Colombiers (centre ouest de l'archipel) et du Vieux (ouest) nécessitant une conservation en amont



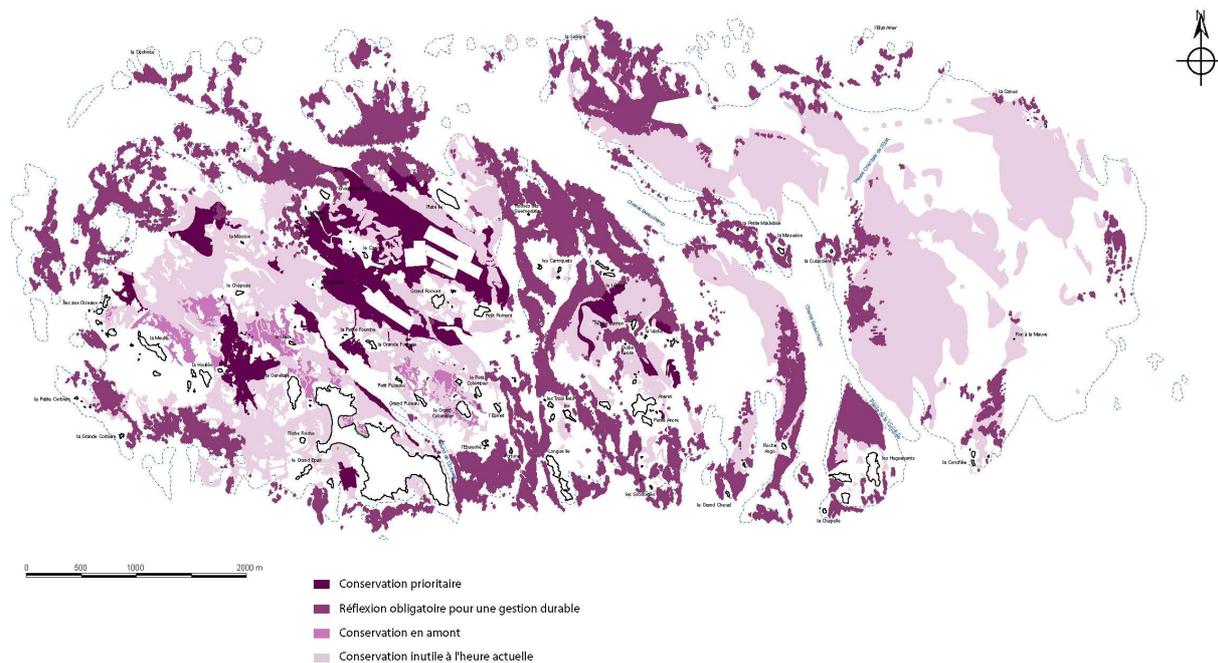
Carte 32. Enjeux de conservation sur l'archipel.



Carte 33. Aléas de disparition sur l'archipel.



Carte 34. Possibilités (facilités) de conservation sur l'archipel.



Carte 35. Types de besoins de conservation sur l'archipel.

Conclusion du chapitre 2 « Typologie des besoins de conservation »

Les types de besoins conservatoires des habitats intertidaux de l'archipel sont à l'image de la complexité environnementale du site. On retrouve 4 types de besoins conservatoires très différents selon les habitats :

- Besoin de conservation prioritaire concernant les banquettes à *L. conchilega*
- Besoin de réflexion obligatoire pour une gestion durable concernant les herbiers à *Z. marina*
- Besoin de conservation en amont pour les habitats à *H. diversicolor*
- Absence de besoin de conservation actuellement pour les autres habitats

S'il reste toutefois difficile de « spatialiser » de manière simple les différents besoins conservatoires sur l'archipel afin d'en avoir une représentation cartographique synthétique, il ressort tout de même que les secteurs nécessitant des besoins de conservation à l'heure actuelle se situent principalement dans le secteur occidental de l'archipel, et que les plus vastes herbiers à *Z. marina*, au sujet desquels une réflexion pour une gestion durable est nécessaire, se trouvent plutôt dans le tiers central de l'archipel et sur sa bordure externe.

Il apparaît donc que les mesures classiques de type « périmètre de protection » seraient difficile à mettre en place à Chausey tant la fragmentation et complexité spatiale des différents enjeux, aléas, possibilités et types de conservation est importante. Dès lors, il semble donc fondamental de s'interroger à la fois sur la pertinence des mesures conservatoires qui existent déjà à Chausey et la possibilité d'en proposer éventuellement d'autres qui puissent être généralisables à l'ensemble du site.

CHAPITRE 3. PROPOSITIONS DE CONSERVATION

1. Pertinence des mesures de conservation existantes

1.1. Un empilement de zonages d'inventaires, de protection et de conservation

L'archipel bénéficie de 10 zonages différents visant tous à une protection patrimoniale :

1. Zone ND du Plan d'Occupation du Sol (POS). Elle concerne le domaine terrestre de Chausey et empêche toute construction sur l'archipel.
2. ZNIEFF. La ZNIEFF de type I (1998) N°250006480, d'une superficie de 5056,5 ha englobe l'ensemble de l'archipel. Il ne s'agit pas véritablement d'un outil de protection mais plutôt d'un outil d'aide à la décision lors de l'élaboration de tout politique d'aménagement, de développement et de protection des milieux naturels, qui est censé souligner l'intérêt faunistique et floristique du site.
3. Site classé selon la loi de 1930 (1976). Ce classement englobe les principales îles et îlots émergés de l'archipel. Selon la Loi du 2 mai 1930 (voir JO du 4 mai 1930 de la loi relative à la protection des monuments naturels et des sites de caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque), un site classé implique l'obligation pour les intéressés de ne pas procéder à des travaux autres que ceux d'exploitation courante et d'entretien normal en ce qui concerne les constructions, sans en avoir avisé, quatre mois à l'avance, l'administration. Un site classé ne peut pas être modifié dans son état ou son aspect, sauf autorisation spéciale.
4. Réserve Nationale de chasse et de faune sauvage (1968). Elle concerne le domaine terrestre de l'archipel et implique une interdiction stricte de la chasse.
5. Réserve de chasse et de faune sauvage du domaine public maritime (1973). Elle concerne le Domaine Public Maritime de l'archipel et implique une interdiction stricte de la chasse.
6. Réserve ornithologique libre (1987, réserve ornithologique gérée par le GONm, convention GONm-ONCFS-SCI). Cette réserve interdit le débarquement sur tous les îlots situés à l'est d'une ligne reliant le phare de la Grande Ile à la tourelle de l'Ile de l'Enseigne du 1^{er} avril au 30 juin. Sont également réalisés au sein de la réserve des suivis ornithologiques et des opérations de gestion diverses (dératisation, fauche, surveillance, entretien des îlots pour la nidification des oiseaux etc.).
7. Réserve de pêche (début des années 1960). Elle a été créée par les pêcheurs professionnels eux-mêmes et la pêche y est interdite.
8. Acquisitions d'une partie de l'archipel par le Conservatoire du Littoral (CEL) (de 1998 à 2002) concernent 6 ha à l'est de Grande-Ile ainsi que le Sémaphore sur le Gros-Mont de Grande-Ile.

9. Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux (1999) N°BN04. Cet ensemble de 16920 ha englobe l'ensemble de l'archipel ainsi que la zone marine à 2 miles du 0 des cartes marines. Correspondant aux « *Important Bird Areas* » en anglais, les ZICO renvoient à des inventaires d'oiseaux devant mettre en avant les sites devant être conservés dans le futur. Les ZICO ont servi de base à la création des Zones de Protection Spéciale (ZPS).

10. Site Natura 2000 au titre :

- d'une Zone de Protection Spéciale (1988) ZPS N°ZPS04 de 16920ha : elle englobe l'ensemble de l'archipel et la zone marine à 2 miles du 0 des cartes marines en reprenant le périmètre de la ZICO.
- d'un Site d'Importance Communautaire (2002) SIC N2000_04 de 5060ha : il englobe l'ensemble de l'archipel.

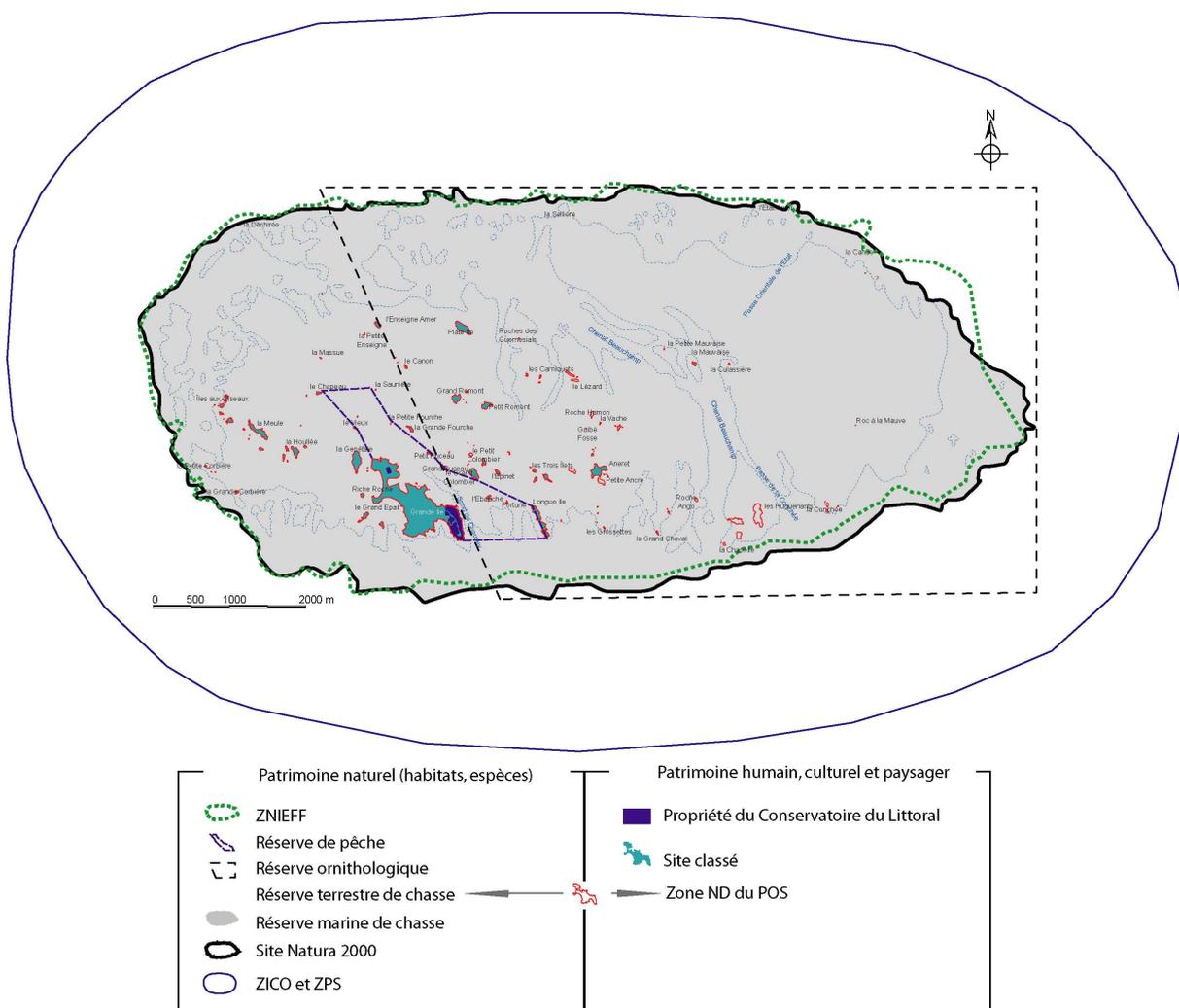
Ces 10 zonages constituent un emboîtement de mesures de protection/conservation à quatre échelles : locale, nationale, européenne, mondiale ; concernant deux types de patrimoine : le patrimoine naturel, mais aussi humain (bâti, culturel) et visant soit à un inventaire, à des mesures de protection ou encore à des mesures de conservation (Tableau 19).

<i>Echelles ></i>		Locale	Nationale	Européenne	Mondiale
Patrimoine naturel	Protection	- Réserve ornithologique - Réserve de pêche	- Réserve nationale de chasse (terrestre) - Réserve nationale de chasse (DPM) - Acquisition du CEL		
	Conservation			- Site Natura 2000	
	Inventaire		- ZNIEFF		- ZICO
Patrimoine humain		- Zone ND du POS	- Site classé		

Tableau 19. L'emboîtement des mesures de conservation à Chausey

Chausey correspond donc à ce qui est communément désigné sous le nom de « mille-feuille conservatoire », c'est à dire un site sur lequel se superposent de nombreux périmètres de protection et de conservation (Carte 36). Un tel empilement de périmètres de protection est relativement courant en France. En domaine marin on peut par exemple citer le cas de la Baie du Mont Saint-Michel, ou encore de la Mer d'Iroise qui bénéficient chacune de près de 10 mesures de protection/conservation. A

ce titre, la France possède une grande originalité : celle de toujours créer sans ne jamais rien supprimer, la création d'une nouvelle mesure conservatoire venant bien souvent pallier l'inefficacité des précédentes.



Carte 36. L'empilement des zonages de protection et conservation à Chausey.

1.2. Quelle pertinence et efficacité des mesures conservatoires ?

Intéressons-nous maintenant uniquement aux mesures de conservation du patrimoine naturel, avec, par ordre chronologique de création :

- 1) la réserve de pêche (début des années 1960)
- 2) la réserve de chasse du domaine terrestre (1968)
- 3) la réserve de chasse du domaine marin (1973)
- 4) la réserve ornithologique (1987)
- 5) la ZPS (1988)
- 6) la ZNIEFF (1998)

- 7) la ZICO (1999)
- 8) la SIC (2002) devenu Site Natura 2000

On remarque que les 4 premières mesures visent à une *protection* de la nature, au sens d'une interdiction des activités humaines. Les mesures d'*inventaires* (ZNIEFF, ZICO) n'arrivent que 10 années plus tard et il faut attendre les années 2000 pour voir naître le site Natura 2000, qui constitue la première mesure de *conservation*, au sens d'une conciliation entre développement d'activités humaines et protection de la nature. Alors qu'une conservation efficace et pertinente aurait d'abord nécessité un inventaire, puis des mesures de protection ou de conservation suivant les cas, cette chronologie reflète parfaitement la notion de « crise » dans le domaine de la conservation. On a d'abord cherché à « *sauver les meubles* » en protégeant les éléments les plus visibles et les mieux connus : espèces faisant l'objet de prélèvements (réserves de pêche et de chasse) et les oiseaux (réserve ornithologique), qui ont très souvent été le fer de lance de nombreux projets de conservation dans le Monde. Le temps des inventaires et donc de la connaissance plus précise du site n'est arrivé qu'ultérieurement, et les derniers inventaires de la ZNIEFF Mer de Causey n'ont d'ailleurs été complétés que l'année dernière (Ecosub 2006).

Aujourd'hui, la mesure phare en terme de conservation de l'archipel est le Site Natura 2000. Comme pour l'ensemble des sites, l'objectif du site Natura 2000 Causey, tel que décrit dans le Documents d'objectifs (Docob) de 2002 nous semble tout à fait louable et pertinent : « *La Directive Habitats est novatrice par son approche globale de la conservation des milieux naturels et par sa prise en compte de la présence et de la légitimité des activités humaines. La démarche adoptée par la France pour préserver les habitats est basée sur l'adhésion des acteurs au projet de gestion défini dans la concertation. [...] Le réseau Natura 2000 n'a pas pour objet de faire des « sanctuaires de nature » où toute activité humaine est à proscrire. Son objectif est d'avoir une gestion globale des habitats caractéristiques de chacune des six régions biogéographique [...] en permettant l'échange des acquis en matière de protection et de génie écologique.* »

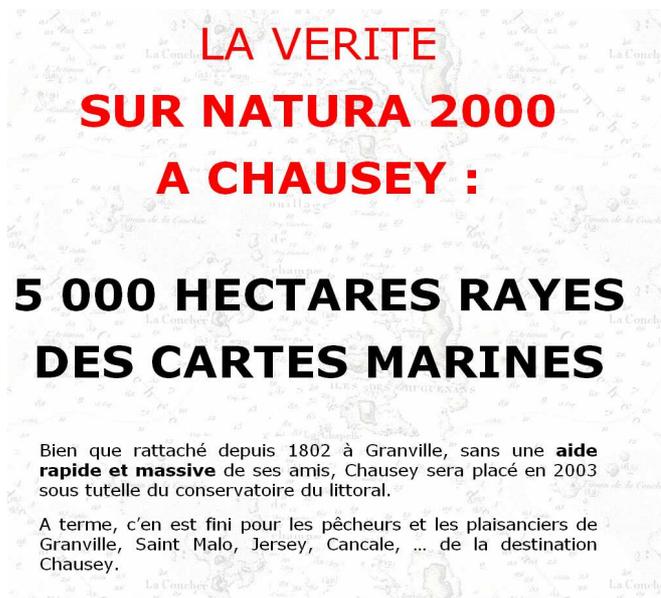


Figure 47. Tract de propagande anti-Natura 2000 distribué à Granville et disponible sur Internet, diffusé par des plaisanciers.

Toutefois, cette mesure arrive paradoxalement à la fois (1) trop tard pour être facilement acceptée auprès des acteurs et (2) trop tôt au regard du niveau de connaissances du patrimoine naturel sur lequel s'appuie le Docob.

(1) La mise en place du site Natura 2000 est d'abord trop tardive car elle vient se surimposer aux nombreuses mesures préexistantes. La création de cet n-ième zonage donne l'image de ce que les anglo-saxons désignent sous le nom de « paper-parks » (« parcs papier » en français), c'est à dire des périmètres de conservation reconnus sur le papier (c'est à dire la loi) mais inefficaces. Ensuite, cette mesure a été mise en place après l'essor important de plusieurs activités sur le site : tourisme (touristes effectuant le trajet depuis le continent par les vedettes mais aussi et surtout plaisanciers dotés de leurs propres embarcations) et conchyliculteurs (essentiellement mytiliculture). Ces groupes d'acteurs constituent aujourd'hui non seulement des menaces potentielles pour le patrimoine naturel, ils entrent parfois en conflit avec d'autres groupes, et ils sont devenus en outre de puissants lobbies s'opposant parfois farouchement à toute forme de conservation du patrimoine naturel, assimilée à de simples séries d'interdictions. La création du site Natura 2000 de Chausey a ainsi été accompagnée de toute une propagande de fausses informations, notamment de la part de certains groupes de plaisanciers de Granville (Figure 47).

(2) De manière paradoxale, la mise en place du site Natura 2000 nous semble toutefois prématurée car trop précipitée. Le premier document d'objectifs (Docob) Natura 2000, réalisé en 2002 (Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres 2002) et devant être renouvelé en 2008, s'appuie sur une description du patrimoine naturel littoral du site à la fois incomplète et erronée. La 2^{ème} des 6 parties qui le constituent, intitulée « Habitats, espèces et activités » traite des espèces et habitats d'intérêt patrimonial. Seules 4 espèces animales et végétales bénéficient chacune de quelques paragraphes descriptifs : le grand dauphin *Tursiops truncatus*, le phoque gris *Halichoerus grypus*, le phoque veau-marin *Phoca vitulina*, et l'oseille des rochers *Rumex rupestris*. Certes, le grand dauphin fréquente l'archipel, mais rien ne laisse entendre qu'il s'agit d'un secteur privilégié par l'espèce dans le Golfe Normand-Breton. Les deux espèces de phoques restent occasionnelles sur l'archipel et jamais plus de trois individus n'y ont été observés simultanément. Si l'on comprend l'intérêt qu'il peut y avoir à protéger les sites de la Baie du Mont Saint-Michel ou de la Baie des Veys qui accueillent des populations importantes de phoques veau marin *P. vitulina*, ou certains secteurs de la Mer d'Iroise pour le phoque gris *H. grypus*, cela ne paraît pas justifié pour Chausey. Le fait d'avoir mis en avant ces quatre espèces paraît donc ubuesque, car elles ne sont nullement représentatives de Chausey.

Concernant les habitats, la typologie utilisée (habitats génériques issus de la typologie Natura 2000) dans le Docob reste à la fois approximative et inexacte. L'ensemble des habitats intertidaux de substrat meuble est considéré comme un habitat générique intitulé « replats boueux ou sableux exondés à marée basse ». Dans cette catégorie, deux « habitats élémentaires » sont décrits

sommairement dans le texte : « *sables des hauts de plage à talitres *Talitrus saltator** » et « *galets et cailloutis des hauts de plage à puces de mer (*Orchestia sp.*)* », qui ne représentent pourtant qu'une infime partie des estrans. Il est en outre précisé de manière laconique : « *en zone infra ou sub-littorale, on rencontre des sables dunaires, des sables fins où la coque (*Cerastoderma edule*) est particulièrement présente, des sables grossiers et des graviers. La zone médiolittorale est quant à elle constituée de sédiments hétérogènes parfois envasés* ». Le domaine intertidal de substrat dur est désigné sous le terme inapproprié de « *récif* ». Enfin, la cartographie proposée des herbiers à *Z. marina* (Carte N°3 du DOCOB) : n'est plus d'actualité (1982), elle est extrêmement grossière et comporte en outre de nombreux oublis.

Dans le cadre d'un contrat avec la DIREN Basse-Normandie, nous avons réalisé une mise à jour de la cartographie des habitats intertidaux de l'archipel en utilisant la typologie Natura 2000 déclinée en habitats élémentaires (Toupoint & al. 2006). La carte issue de ce travail est présentée en Annexe 4 (Carte 42). Dans ce travail, nous avons souligné les problèmes posés par la classification des habitats Natura 2000.

Tout d'abord, cette classification est essentiellement fondée sur les conditions physiques du milieu (bathymétrie et hydrodynamisme) qui déterminent la zonation des organismes benthiques en domaine intertidal. Ceci n'est pas suffisant pour identifier des habitats, en témoignent notamment notre comparaison entre les habitats et les données sédimentaires et bathymétriques présentées dans l'article N°1.

Ensuite, la terminologie utilisée pour désigner les habitats nous semble prêter à confusion. Le Code 1110 correspond à des « *Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine* ». Le terme « *banc* » indique que ce modelé est mobile, ce que ne laisse pas entendre la définition proposée et qui la laisse libre en terme d'interprétation. Le Code 1140 correspond à des « *Replats boueux ou sableux exondés à marée basse* ». Il s'agit vraisemblablement d'une traduction approximative des termes anglais « *mud flat* » et « *sand flat* ». En outre, en raison de l'humectation des substrats, il est difficile de distinguer formellement cet « habitat » du précédent (Code 1110). De plus, le spectre granulométrique de cet habitat générique « *va des sédiments fins aux graviers et cailloutis, ce qui est au-delà de la définition sensu stricto (replats boueux et sableux)* ». Enfin, l'habitat générique « Estuaire » (1130) est défini comme « *la partie aval d'une vallée fluviale soumise aux marées, à partir du début des eaux saumâtres* », en outre il est précisé qu'il est constitué de « *dépôts de fins sédiments* » et que « *lorsque l'écoulement du fleuve est plus lent que le flot, les dépôts de sédiments forment un delta à l'embouchure* », dans le cas contraire, les sédiments se présentent « *sous forme de larges étendues de replats boueux et sableux* ». Le fait qu'il s'agisse de l'intitulé de l'habitat générique précédent peut porter à confusion. L'« estuaire » se caractérise ici par des conditions de dessalure dans des embouchures. Pourtant, de telles conditions se retrouvent dans d'autres sites. Par exemple, les

zones de résurgences à *Convoluta roscoffensis* sont soumises à une diminution de salinité ; il en est de même pour les vasières hautes intertidales. Un seul habitat élémentaire est décliné pour la façade atlantique : la « *slikke en mer à marée* » caractérisé par la communauté à *Macoma baltica* et les différents faciès qui lui sont liés. Valide d'un point de vue biologique, la définition de cet habitat reste hasardeuse, car la slikke peut aussi se rencontrer dans les fonds de baies.

Certaines confusions sont également aussi possibles concernant les habitats élémentaires. Des associations faunistiques caractéristiques de sables fins plus ou moins envasés mais aussi de sables moyens à grossiers sont décrits dans l'habitat « *estran de sable fin* » (1140_3). De plus, l'habitat englobe les zones de résurgence qui ne se localisent pas que sur des estrans de sables fins. L'habitat des « *sables mal triés* » (1110_4) intègre *Abra alba* et *Corbula gibba* qui ne se localisent pourtant pas uniquement dans ce faciès. Enfin, les herbiers à *Zostera marina* sont décrits comme appartenant aux « *Sables fins propres et légèrement envasés, herbiers à Zostera marina* ». On sait pourtant fort bien que le spectre granulométrique est très large pour cette espèce et ne se limite certainement pas aux sables fins.

En bref, le Docob présente une description du patrimoine naturel marin bien trop laconique et imprécise pour pouvoir proposer ensuite des mesures conservatoires pertinentes pour le domaine intertidal. De plus l'imprécision dont il fait preuve contribue à un manque de crédibilité auprès des acteurs locaux de toutes les mesures conservatoires proposées par la suite.

2. Propositions de mesures conservatoires des habitats, perspectives et recommandations

Il ne s'agit pas ici de proposer un plan de gestion du domaine intertidal de l'archipel, mais plutôt de présenter les principales mesures de conservation qui nous semblent être pertinentes ainsi que des propositions d'études et suivis des habitats visant à améliorer leur connaissance. L'objectif est de conserver ce qui fait toute l'originalité d'un tel espace : appartenant au Domaine Public Maritime, il doit rester accessible à tous ; caractérisé avant tout par la mosaïque diversifiée d'habitats marins qui le composent, les mesures conservatoires doivent prendre en compte cette complexité dans son ensemble.

2.1. Améliorer le dispositif Natura 2000 pour ne garder, *in fine*, que cette mesure conservatoire

La philosophie de conservation *via* un site Natura 2000 nous paraît tout à fait adaptée aux estrans de Chausey. Le caractère public est maintenu puisque des mesures de protection peuvent être mises en place sans pour autant interdire toutes les activités humaines ou l'accès au site. Une telle mesure conservatoire a également l'avantage de concerner l'ensemble du site et donc de favoriser une certaine cohérence en terme de conservation. Puisque l'originalité de Chausey tient plus à l'extrême

diversité et fragmentation des habitats marins, plutôt qu'à l'identité de chaque habitat pris un à un, des périmètres de protection à l'intérieur même du site n'auraient en effet aucun sens. A terme, il conviendrait d'ailleurs de supprimer toutes les mesures conservatoires se surimposant les unes aux autres en intégrant leurs réglementations importantes à la celle du site Natura 2000.

Toutefois, avant une telle étape, le prochain Docob ne doit plus considérer le domaine intertidal comme un ensemble plus ou moins homogène désigné sous le nom douteux « *d'habitat générique des replats boueux ou sableux exondés à marée basse* ». Toute la diversité et la fragmentation des habitats intertidaux doivent être prises en compte afin de proposer des mesures de conservation portant précisément sur ceux-ci. Enfin, il semble plus pertinent de mettre en avant les espèces macrofauniques qui peuplent ces habitats plutôt que les trois espèces de mammifères qui les fréquentent de manière épisodique. Ceci est fondamental car la crédibilité auprès des acteurs locaux des mesures conservatoires proposées en dépend. En outre, il nous semble important d'intégrer à ce document les 5 mesures qui suivent.

2.2. Supprimer les extensions récentes de parcs vénériques de 2006

Nous avons bien montré que l'habitat des banquettes à *L. conchilega* nécessite un besoin de conservation urgent à Chausey. Il est indispensable de réduire l'activité de vénériculture qui déstructure cet habitat et diminue sa valeur fonctionnelle en tant que zone d'alimentation pour les oiseaux. Nous proposons que soient supprimés les 16 nouveaux hectares de concessions vénériques accordés en août 2006. Ces extensions ont été d'ailleurs attribuées sans aucune considération des travaux préexistants (Toupoint 2005), qui ont pourtant été transmis aux différents services administratifs concernés, mettant en lumière les effets délétères de cette activité sur les peuplements benthiques. Le maintien de ces nouveaux parcs s'avère extrêmement préoccupant pour la conservation des populations de limicoles de l'archipel.

En effet, sur un site donné, les populations d'huîtres sont connues pour être en général assez spécialisées dans un type de proie (Feare 1971, Dare & Mercer 1973, O'Connor & Brown 1977). Si celle-ci vient à disparaître, les oiseaux changent de site ou se reportent sur une autre proie (Hulscher 1964, Dare & Mercer 1973). La suppression des banquettes à *L. conchilega* de Chausey, où s'alimentent de nombreux huîtres (notamment en hiver), au profit de parcs à palourdes peut donc avoir pour conséquence : soit la désertion du site par les oiseaux, soit leur report sur d'autres habitats et très certainement d'autres proies. Il est tout à fait envisageable que la dégradation croissante des banquettes à *L. conchilega*, sur lesquels s'alimentent les huîtres, les conduisent à se reporter sur les palourdes japonaises élevées dans les parcs. Certains auteurs ont d'ailleurs montré très récemment qu'en Angleterre, une population d'huîtres venait de se spécialiser dans la consommation de cette proie (Caldow & al. 2007). Si l'on ne supprime pas les nouvelles concessions à palourdes récemment créées, ce report des huîtres sur les palourdes élevées est tout à fait envisageable. Jusqu'à présent,

nous n'avons observé que des espèces plus opportunistes comme le goéland argenté *Larus argentatus argenteus* s'alimentant de palourdes sur les parcs de Chausey. Sachant qu'un huîtreur peut consommer l'équivalent de 180 bivalves par jour en moyenne (Cramp & Simmons 1983), les 100 à 400 huîtreurs hivernant à Chausey (246 ± 131 de 2000 à 2005) seraient à même de prélever 18000 à 72000 palourdes par jour s'ils se spécialisaient dans cette proie abondante et très facile d'accès ! En considérant une densité moyenne de 300 ind.m² de palourdes dans les parcs, les huîtreurs pourraient prélever l'ensemble des palourdes sur une superficie allant de 30 à 240 m² par jour. Il est donc urgent de supprimer les nouvelles concessions vénériques afin de favoriser une recolonisation progressive de *L. conchilega*.

2.3. Stopper les projets d'extension mytilicoles et ostréicoles

Toutes les extensions de concessions mytilicoles (et ostréicoles) ont été réalisées en l'absence de connaissance des impacts que ces activités pouvaient avoir sur les habitats chausiais. Si les tables à huîtres restent très localisées sur l'archipel, le linéaire de bouchots a presque doublé en 20 ans (de 19.5 km en 1982 à près de 36 km en 2002, soient environ 70ha d'emprise). Rappelons que les espaces sur lesquels sont implantées ces structures conchyliques font partie intégrante du Domaine Public Maritime et qu'il s'agit de concessions et non de propriétés. Il est indispensable que la reconduction des concessions et *a fortiori* l'attribution de nouvelles, s'appuient sur une étude d'impact de ces activités sur les habitats. Une étude franco-canadienne (Muséum National d'Histoire Naturelle – Université de Québec à Rimouski) est actuellement en cours pour étudier l'influence des bouchots sur les peuplements macrofauniques benthiques de Chausey. Nous recommandons vivement de prendre en compte les résultats et préconisations en terme de gestion issus de cette étude.

2.4. Conduire obligatoirement une réflexion quant aux modalités de conservation des herbiers à *Z. marina*

Une réflexion sur les modalités de conservation des herbiers à *Z. marina* de Chausey est aujourd'hui indispensable. La valeur fonctionnelle de cet habitat, qui n'est plus à démontrer, et le fait qu'il s'agisse du troisième herbier de France, et donc un des plus grands d'Europe, nécessite même une réflexion tout à fait urgente. La progression rapide mais très récente des herbiers de l'archipel ne doit absolument pas être assimilée à un bon état de conservation actuel. Bien au contraire, comme nous l'avons montré à travers l'étude de leurs évolutions spatiales depuis 1924, ces herbiers sont actuellement en pleine phase de recolonisation et sont encore bien loin d'avoir atteint des superficies identiques à celles des années 1920. Ils sont en conséquence résolument vulnérables. Certaines pratiques devraient d'emblée être proscrites sur les herbiers : ancrages de bateaux de plaisanciers mais aussi passage de dragues.

2.5. Prévenir tout développement d'activités humaines sur l'habitat des sédiments envasés de haut niveau à *H. diversicolor*

A l'heure actuelle, l'habitat des sédiments envasés de haut niveau à *H. diversicolor* n'est pas menacé sur l'archipel. Compte tenu du contexte présent de développement rapide des activités humaines sur l'ensemble des littoraux français, y compris sur Chausey, il semble indispensable de protéger cet habitat « en amont », c'est à dire avant qu'il ne soit trop tard. En effet, si l'on prend l'exemple des banquettes à *L. conchilega*, il aurait pu paraître inutile de les conserver à Chausey avant l'installation des parcs vénériques, mais le développement de cette activité rend aujourd'hui leur conservation moins aisée et a accru leur vulnérabilité.

L'habitat à *H. diversicolor* de Chausey a une valeur fonctionnelle importante pour les limicoles en période de morte-eau et pour le tadorne de Belon en période de reproduction. En outre, la présence de taxons rares à l'échelle nationale (*Fucus vesiculosus* var. *lutarius* et *Onchidella celtica*) s'ajoute à l'importance des enjeux de conservation de l'habitat. Il s'agit d'un habitat peu fréquenté et où il n'y a pas de structures humaines implantées. Tout projet de développement d'activités humaines devrait être interdit sur cet habitat.

2.6. Améliorer la connaissance du patrimoine naturel marin du site

Une des valeurs conservatoires de l'ensemble des habitats marins de l'archipel réside dans la valeur scientifique de ce patrimoine naturel. Les originalités de la situation et du site de Chausey en font un « laboratoire vivant » idéal d'études en écologie marine. Depuis près de 200 ans, naturalistes scientifiques et amateurs s'y sont succédés et ont permis un développement considérable des connaissances concernant le site et la biologie marine en général.

Il reste toutefois encore beaucoup à réaliser sur le site de Chausey. Nous formulons ici 4 propositions qui semblent incontournables pour élaborer des solutions de conservation :

- 1) Etendre la cartographie des habitats marins aux domaines de substrats durs, mais aussi subtidaux (durs et meubles)
- 2) Réaliser un suivi cartographique des habitat tous les 5 à 6 ans, grâce à la Méthode Naturaliste (Article N°1) s'appuyant sur une mission photographique aérienne
- 3) Réaliser un suivi plus régulier (1 ou 2 ans) des deux habitats à fort enjeu de conservation : banquettes à *L. conchilega* et herbiers à *Z. marina*
- 4) Evaluer les stocks des principales espèces de crustacés et mollusques pêchés sur l'archipel afin non seulement de réévaluer les volumes de pêches autorisées pour les touristes et d'estimer l'éventuel rôle de « réservoir » (populations sources) de Chausey pour certaines espèces. L'archipel semble être par exemple être un réservoir important pour la praire *Venus verrucosa* pour le Golfe Normand-Breton

Conclusion du chapitre 3 « Propositions de conservation »

Chausey bénéficie aujourd'hui de multiples mesures de protection. Même si elles ont certainement toutes eu un intérêt à un moment donné, il nous semble pertinent de proposer une réforme de ce mille-feuille conservatoire non seulement afin de proposer une gestion globale et cohérente de l'ensemble de l'archipel, mais aussi d'arriver à une certaine lisibilité des mesures conservatoires aux yeux des acteurs locaux.

La formule « Natura 2000 » nous semble être tout à fait pertinente pour conserver le site dans cette voie. Toutefois, le premier document d'objectifs du site Natura 2000 Chausey a été réalisé de manière beaucoup trop précipitée. Les données qui y apparaissent au sujet du patrimoine naturel marin sont à la fois lacunaires et erronées. En conséquence, dans l'état actuel, on ne peut accorder que peu de crédit aux mesures conservatoires proposées, et il paraît bien difficile que le site Natura 2000 obtienne une quelconque légitimité auprès des acteurs locaux.

Nous proposons de ne maintenir que le site Natura 2000 Chausey comme mesure conservatoire, à condition que celui-ci intègre non seulement les mesures conservatoires pertinentes des périmètres de protection préexistants, mais surtout qu'il s'appuie, concernant le domaine marin, sur une description et une cartographie fine des habitats ainsi que des principales espèces qui les peuplent. A ce sujet, nous espérons que notre cartographie ainsi que les inventaires complets de la faune d'invertébrés et d'algues présentés en annexe 1 et 2 de cet ouvrage seront utilisés.

En outre, nous formulons également cinq propositions devant être intégrées au prochain Docob Natura 2000 Chausey : suppression des extensions vénériques accordées en 2006, réflexion avec tous les partenaires au sujet de la conservation des herbiers à *Z. marina*, prévention de toute installation et développement des activités humaines sur l'habitat des sédiments envasés de haut niveau à *H. diversicolor*, approfondissement des connaissances concernant le patrimoine naturel marin du site.

Conclusion de la partie 3 : « Vers une typologie des besoins de conservation des habitats littoraux marins »

A l'issue de la deuxième partie, nous avons mis en lumière le fait que les critères de richesse, rareté et vulnérabilité ne devaient pas être les seuls à être pris en compte pour déterminer ce qui devait être conservé ou non. Nous avons alors proposé de considérer également les enjeux, aléas et possibilités de conservation du patrimoine naturel. Dans cette troisième partie, nous voyons que la combinaison de ces trois critères permet d'établir une typologie hiérarchisée des besoins de conservation.

Il ne s'agit pas ici de remettre en cause la nécessité de conserver des éléments riches, rares ou vulnérables, mais de mettre en avant le fait qu'il ne s'agit que d'un type bien particulier de besoin conservatoire. A travers l'exemple de Chausey, nous identifions d'autres besoins de conservation des habitats : besoins de conservation prioritaires, « en amont », ou encore « d'option » par exemple.

La multiplicité des mesures de conservation actuelles dont bénéficie l'archipel ne suffit toutefois pas à répondre à un seul de ces principaux besoins conservatoires. Bien que les données au sujet du patrimoine naturel marin du site soient riches, elles n'ont étrangement presque pas été exploitées pour établir des mesures de conservation. Le site Natura 2000 « Chausey », dernière conservation en date, est une mesure qui a été globalement mal accueillie par les acteurs locaux, probablement car les mesures de conservation proposées reposent sur une connaissance et une description du patrimoine naturel marin du site tout à fait insuffisante et même parfois erronée. Les espèces mises en avant dans le document d'objectifs sont pour l'essentiel des espèces occasionnelles à Chausey et la typologie d'habitats utilisée (habitats génériques de la typologie Natura 2000) est bien trop imprécise pour obtenir un quelconque crédit auprès des acteurs locaux.

A l'issue de notre description et cartographie des habitats intertidaux meubles de l'archipel et de l'identification de leurs principaux besoins de conservation, ils nous est apparu pertinent de proposer plusieurs mesures conservatoires, classées par ordre de priorité. Les deux principales visent à une suppression de certains parcs vénériques et à conduire une opération de gestion et de réflexion concernant les herbiers à *Z. marina*. Par ailleurs, ils nous paraît important de conserver les habitats envasés de haut niveau à *H. diversicolor* même s'ils ne sont actuellement pas vulnérables, de par les enjeux conservatoires qu'ils représentent et leur grande originalité. Enfin, la valeur conservatoire de l'archipel réside également dans son rôle de « bibliothèque vivante » ouverte aux naturalistes depuis près de 200 ans. La poursuite des études, suivis et inventaires naturalistes sur le domaine marin de Chausey bénéficierait ainsi à la fois à l'amélioration des propositions de conservation destinées à l'archipel mais aussi à l'avancée des connaissances concernant le patrimoine naturel littoral marin d'une manière générale.

CONCLUSION GÉNÉRALE



1. Principaux résultats et éléments de réflexion

1.1. L'archipel de Chausey : un laboratoire idéal pour l'étude des problématiques de conservation du patrimoine naturel littoral

a. Un carrefour d'activités humaines

Malgré tout le romantisme associé à l'image d'Epinal de Chausey, milieu insulaire, coupé de ce que les îliens appellent parfois avec dédain « *le continent* », aux paysages tourmentés, magnifiés par Marin Marie, nous sommes bien loin d'une *Terra incognita*. Peuplé de longue date, comme l'atteste notamment le vestige néolithique du Cromlech, l'aspect naturel des paysages actuels de l'archipel n'est qu'apparent. Presque chaque îlot a été taillé par des carriers dès le bas Moyen Age, et, même si elles ne le sont plus actuellement, les algues brunes ont fait l'objet d'une intense exploitation pendant 200 ans. Aujourd'hui, si l'activité traditionnelle de pêche est en déclin, l'archipel est soumis à une fréquentation touristique et une exploitation conchylicole en plein essor. A Chausey, comme sur l'ensemble des littoraux européens, l'étude actuelle de problématiques de conservation ne peut donc plus faire abstraction des sociétés humaines et de leurs activités passées et présentes. On étudie maintenant plus des « anthroposystèmes » que des écosystèmes.

b. Un « site école » d'étude du patrimoine naturel

La notion de « *patrimoine naturel* », coup de force sémantique associant l'Homme (et donc la culture) à la Nature, implique un devoir de transmission de celle-ci aux générations futures. Par là même, l'homme n'est plus un simple « super observateur » de la nature mais il s'y inclut et en est responsable. Concernant l'espace littoral, il a fallu attendre que la nature soit profondément dégradée pour qu'elle soit considérée comme un patrimoine naturel à conserver.

L'exploration de l'histoire naturaliste de l'archipel, qui débute avec le séjour d'Audouin et Milne-Edwards (Audouin & Milne-Edwards 1828) met en lumière l'évolution de la perception de la nature littorale. Durant le XIX^{ème} siècle et jusqu'au début du XX^{ème}, les scientifiques découvrent pour la première fois la nature littorale vivante. Pour eux, celle-ci est une « bibliothèque vivante », qui leur permet de faire émerger des concepts novateurs : pérennité et évolution du vivant, relations des espèces entre elles et avec leur milieu, généralisation des lois de la distribution du vivant. Le milieu du XX^{ème} siècle est surtout marqué par des excursions de naturalistes bretons et normands venus enrichir et actualiser des données floro-faunistiques. Ce n'est qu'à partir des années 1970, contemporaines à l'essor du tourisme sur l'archipel, que les naturalistes vulgarisent leurs savoirs et mettent en avant les besoins de protection du site. On s'inquiète du devenir de ce « *joyau* » et c'est précisément à cet

instant que la nature littorale chausiaise commence à être perçue comme un patrimoine qu'il convient de conserver.

Un état de référence d'exception nous est fourni par la longue histoire naturaliste de Chausey. La synthèse et la réactualisation de tous les inventaires conduits avant nous est riche de 584 espèces d'invertébrés marins et 384 espèces d'algues. Les localisations des stations de certaines espèces sont même précisées (*Fucus vesiculosus* var. *lutarius*, *Vaucheria dichotoma* ou encore *Zostera noltii*). Toutefois, on note une grande absence dans cette inventaire : la nature ordinaire. Tous les naturalistes ont montré un attrait incontestable pour la richesse et la diversité (concernant les habitats) et la rareté (concernant les espèces) et ils n'ont jamais cru bon de préciser la présence d'espèces communes (les bivalves *Lucinoma borealis* ou encore *Abra tenuis*, l'annélide polychète *Nephtys hombergii* ou encore l'amphipode *Talitrus saltator* n'ont jamais été mentionnés avant nous !) et les habitats communs (« *je ne parlerai pas de la faune banale associée* » ; « *de la faune errante je ne signalerai que les grosses espèces non banales* », De Beauchamp 1923a).

c. Une diversité d'habitats représentative des estrans meubles de l'Europe du nord-ouest

La cartographie des habitats intertidaux meubles de l'archipel que nous avons réalisée nous a permis d'en avoir une vision d'ensemble. Cette carte nous a révélé une exceptionnelle fragmentation, complexité et diversité d'habitats. La présence de la quasi totalité des habitats intertidaux de substrat meuble des mers d'Europe du nord-ouest, fait de l'archipel de Chausey un site d'étude idéal des problématiques de conservation du patrimoine naturel littoral, car transposable à une large partie des côtes des milieux tempérés. Toutefois, la grande fragmentation et la complexité morphologique de l'archipel a rendu irréalisable l'utilisation des méthodes traditionnelles de cartographie d'habitats littoraux et nous a conduit à en élaborer une nouvelle.

1.2. L'élaboration d'une nouvelle méthode et d'un outil opérationnel de cartographie et de suivi des habitats

Une nouvelle méthode de cartographie a été proposée (la Méthode Naturaliste = MN), testée et comparée avec des méthodes de cartographie classiques sur l'archipel des Iles Chausey. Cette méthode est basée sur un couplage entre un recueil d'observations directes de critères biotiques et abiotiques sur le terrain ensuite géoréférencées et l'utilisation de la photo-interprétation. L'application de la MN a permis de produire une carte de l'ensemble des habitats intertidaux meubles de Chausey d'un haut niveau de précision et qui correspond aux réalités biologiques des assemblages macrofauniques, contrairement aux méthodes issues de la seule télédétection. Cette méthode, puisque moins coûteuse en temps et en argent que les techniques classiques d'échantillonnage benthique, permet d'envisager une actualisation cartographique et donc un suivi des évolutions spatio-temporelles des habitats. Enfin,

le « faible » niveau de compétences requis pour appliquer cette méthode devrait permettre son utilisation par des non-spécialistes tels les gestionnaires d'aires protégées.

Dans une logique d'application de nos travaux dans le domaine de la conservation, l'ensemble des mosaïques photographiques, toutes nos cartographies d'habitats, les cartes bathymétriques, sédimentologiques, une grande partie des informations de terrain (980 descriptions de terrain, 695 photographies de paysages, 241 photographies de profils sédimentaires, 384 prélèvements sédimentaires dont la granulométrie a été analysée), ont été intégrées à une base de données géoréférencée (Figure 48). Nous souhaitons que cette base de données puisse être transmise aux gestionnaires du domaine public maritime de l'archipel. L'application de la MN combinée à l'utilisation de cet outil devrait contribuer à faciliter l'étude et la conservation des habitats intertidaux de l'archipel, notamment en permettant la mise en place de leur suivi.

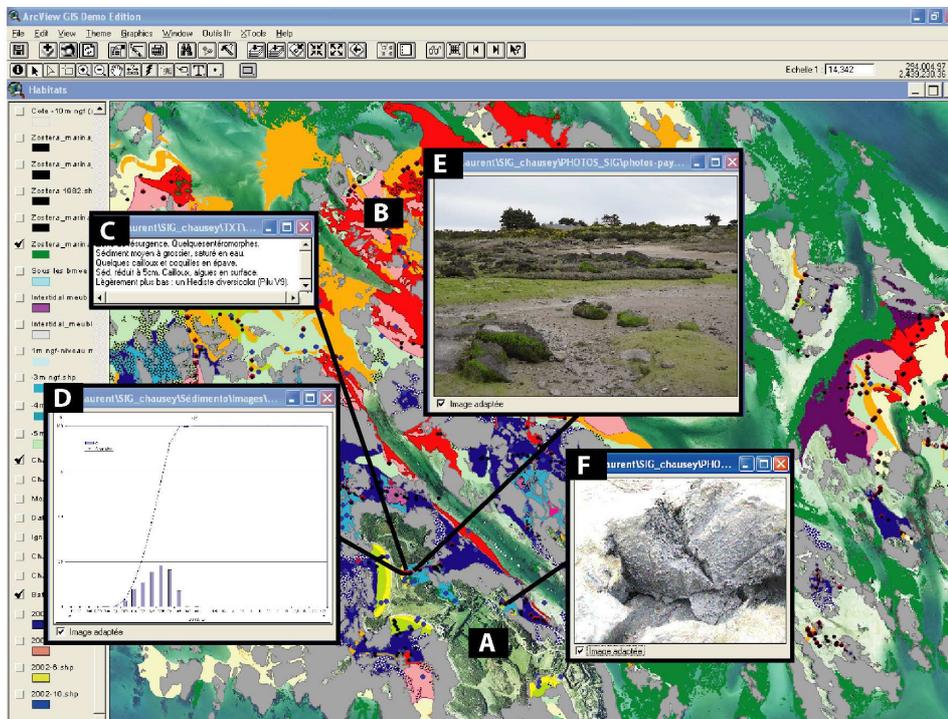


Figure 48.

Extraction de la base de données géoréférencée « chausey » destinée aux gestionnaires du domaine public maritime de l'archipel.

A : mosaïque photographique géoréférencée 2002 (n=5)

B : cartographie des habitats intertidaux de substrat meuble à différentes dates (n=40)

C : description de terrain (n=980)

D : courbe granulométrique d'un prélèvement sédimentaire (n=384)

E : photographie de paysage (n=695)

F : photographie d'un profil sédimentaire (n=241)

1.3. La mise en évidence d'un besoin de conservation d'une nature littorale « ordinaire » : l'exemple de l'habitat des banquettes à *Lanice conchilega*

Parmi les différents habitats intertidaux de substrat meuble de l'archipel, aucun n'est particulièrement rare et vulnérable et seuls les herbiers à *Zostera marina* bénéficient d'une protection au titre de l'inscription de l'espèce à la Convention de Berne et de sa protection régionale. Pourtant, à travers l'exemple de l'habitat des banquettes à *Lanice conchilega*, nous avons montré qu'un habitat largement répandu en Europe et ne bénéficiant d'aucune mesure conservatoire pouvait tout de même nécessiter des besoins locaux de conservation. Cet habitat présente en effet des enjeux de conservation importants (1), correspond à un aléa de disparition considérable à l'échelle locale (2), tout en restant relativement facile à conserver (3).

(1) Nous avons défini l'enjeu de conservation de l'habitat comme ce qui est susceptible d'être affecté si celui-ci vient à disparaître. A l'idée même d'enjeu est donc associée l'idée de « gain » (dans le cas de la présence de l'habitat) mais aussi de « perte » (dans le cas de sa disparition ou de sa dégradation).

Les *gains* générés par l'habitat reposent essentiellement sur la forte valeur fonctionnelle des agrégations de cette espèce d'annélide polychète considérée comme une « espèce ingénieur » (Jones & al. 1994). L'organisme *L. conchilega* lui-même peut être une ressource trophique importante pour les oiseaux (Petersen & Exo 1999) et les poissons (Braber & De Groot 1973, Amara & al. 2001, Rijnsdorp & Vingerhoed 2001) mais joue aussi un rôle d'ingénieur « allogénique » au sens de Jones & al. (1994), c'est à dire à même de changer son environnement en transformant le matériel vivant ou non d'un état à un autre *via* des moyens mécaniques ou autre liés à son activité. En effet, *L. conchilega* peut fournir de l'oxygène aux espèces vivant en périphérie de son tube (Forster & Graff 1995), et a des capacités de filtration importantes (Buhr 1976, Buhr & Winter 1976, Ropert 1999) qui peuvent aussi influencer sur celles-ci. Ensuite, les fortes agrégations de cette espèce tubicole, qui constitue à proprement parler les « banquettes », remplissent des fonctions d'ingénierie « autogénique » (Jones & al. 1994) car à même de changer leur environnement *via* leur propre structure physique. Les agrégations de tubes ont en effet un impact sédimentaire (Carey 1987, Féral 1989) et biologique (Zühlke & al. 1998, Zühlke 2001, Callaway 2006) majeur. Ces modifications des compartiments sédimentaires et biologiques jouent un rôle crucial pour les activités humaines : zone d'alimentation pour les alevins de poissons plats d'intérêt commercial (Amara & al. 2001), accueil de fortes abondances de bivalves pêchés, zones de pêche pour les pêcheurs à pied comme à Chausey etc.

Sur l'archipel, nous avons également pu évaluer la *perte* engendrée par la dégradation de l'habitat. En effet, des concessions vénériques ont été installées précisément sur la plus vaste banquette de l'archipel. Nous avons montré que l'anthropisation de l'habitat altère significativement non seulement les populations de *L. conchilega* elle-même mais aussi l'ensemble de la macrofaune benthique associée. Nous avons également mis en évidence un impact négatif sur les consommateurs

secondaires que sont les oiseaux, et plus particulièrement sur l'huître pie *Haematopus ostralegus*. L'altération anthropique des banquettes concourt en effet à une perte de leur attractivité pour les oiseaux.

(2) Si cet habitat n'est pas vulnérable à l'échelle européenne, il l'est à l'échelle de l'archipel. A large échelle temporelle, les témoignages historiques révèlent la pérennité de certaines banquettes (Milne-Edwards et Audouin 1832, De Beauchamp 1923a). En revanche, depuis peu, les cartographies diachroniques de l'habitat mettent en évidence leur régression globale au cours des 20 dernières années. Sa disparition sur plusieurs secteurs correspondant en outre à des zones d'implantation de structures conchylicoles (parcs vénériques mais aussi bouchots à moules).

(3) Bien qu'il soit impossible de proposer des mesures de protection pour l'ensemble des banquettes à *L. conchilega* d'Europe tant cet habitat est répandu et « plastique » selon les sites, il peut, au contraire, être assez aisé de proposer des mesures de protection à l'échelle locale. A Chausey, cet habitat ne se concentre que sur quelques secteurs et une seule activité mériterait d'être limitée (la vénériculture). En outre, sa conservation est sans doute une nécessité pour le maintien de l'activité même qui le dégrade. La poursuite de l'altération des banquettes risque en effet d'engendrer un report des huîtres pies *H. ostralegus* précisément sur les palourdes élevées au sein des parcs, ce qui aurait un effet extrêmement néfaste pour l'activité.

1.4. Les apports indissociables de l'écologie, de l'histoire et de la géographie dans l'évaluation des besoins de conservation des habitats littoraux marins

La démarche adoptée dans ce travail est résolument pluridisciplinaire. Nous souhaitons souligner ici les apports incontournables de trois disciplines dans l'évaluation des besoins de conservation d'un patrimoine naturel littoral.

a. La biologie et l'écologie marine : à la base de la connaissance du patrimoine naturel

La place de la biologie et de l'écologie marine peut paraître évidente dans le cadre de l'étude de problématiques de conservation, pourtant, de manière très préoccupante, il existe aujourd'hui des propositions de conservation du patrimoine naturel qui font presque totalement abstraction des données floro-faunistiques et écologiques. Le document d'objectifs Natura 2000 Chausey en est un exemple. La préférence actuelle des mesures de conservation (concilier développement humain et protection) aux mesures de protection (interdire des activités humaines) a parfois relégué les données floro-faunistiques au second plan, tant la notion de concertation et d'adhésion de la part de tous les acteurs semble prévaloir. A l'issue de ce travail de recherche, nous souhaitons rappeler que l'objet central de problématiques de conservation du patrimoine naturel est précisément la nature. C'est elle qui doit être transmise, au moins en l'état, aux générations futures, et non les traditions, le folklore local ou encore les activités écotouristiques. En conséquence, la biologie et l'écologie sont des

disciplines centrales de la conservation car ce sont elles qui sont à même de fournir les données à la base de la connaissance et de la compréhension du patrimoine naturel.

C'est pourquoi l'inventaire des espèces et son enrichissement nous sont apparus comme étant des priorités. Toute notre cartographie d'habitats benthiques s'est appuyée sur des observations naturalistes de terrain et a été validée par des prélèvements de macrofaune benthique. La description détaillée de chacun des habitats sur le plan écologique au sens large (mégafaune, macrofaune, sédimentologie etc.) nous est également apparue indispensable pour proposer par la suite des mesures de conservation pertinentes. Enfin, les enjeux de conservation de certains habitats, comme celui des banquettes à *Lanice conchilega*, mais aussi les perturbations anthropiques auxquels ils sont soumis, n'ont pu être évalués que par des études résolument écologiques qui ont permis d'analyser méthodiquement des mécanismes.

b. L'histoire : situer un raisonnement dans un contexte épistémologique et tirer parti des connaissances anciennes

L'approche historique a été d'une importance capitale dans notre travail. Elle a tout d'abord permis de resituer notre problématique dans un contexte épistémologique plus large. Ce faisant, nous avons pu mettre en avant le fait que les processus de « mise en patrimoine de la nature » ne sont absolument pas nouveaux mais qu'ils résultent de constructions socioculturelles anciennes. L'application de la notion de patrimoine naturel appliquée à l'espace littoral est extrêmement récente en Europe et résulte de la prise de conscience de sa vulnérabilité. Face à la situation de crise dans laquelle sont aujourd'hui les littoraux, on comprend donc aisément que les solutions conservatoires aient avant tout cherché à réagir dans l'urgence, en protégeant ce qui était rare et menacé.

Contrairement à beaucoup de « pays neufs » il existe en France une multitude de documents historiques concernant « notre » patrimoine naturel. Etrangement, ceux-ci sont en général extrêmement peu exploités par la communauté scientifique, comme en témoigne notamment leur état de conservation parfois alarmant. Pour notre part nous avons exploité : des écrits naturalistes et officiels (dont des manuscrits non publiés), des collections d'algues et d'invertébrés marins ainsi qu'un fonds de photographies aériennes anciennes. Un travail de synthèse sur les écrits naturalistes portant sur Chausey nous a permis de dresser une liste d'espèces digne d'inventaires réalisés aux abords de certaines stations marines. Les collections (principalement la collection de mollusques Dautzenberg et l'algulier de la Station Marine de Dinard) ont permis de compléter cet inventaire et d'apporter des précisions quant à la localisation de certaines d'entre elles (Photographies 12).

Enfin, nous avons pu exploiter plusieurs documents originaux qui ne l'ont jamais été scientifiquement ou n'ont jamais été publiés : des jeux de photographies aériennes anciennes (1924, 1953), propriété du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine, actuellement stockées à l'IFREMER de Plouzané ; et les manuscrits originaux d'une enquête nationale de 1933 conduite par

les Affaires Maritimes au sujet de l'état des herbiers à *Zostera marina* en France, en pleine période de la grande maladie ayant affecté la plante à l'échelle de tout l'Atlantique nord. Ces documents nous ont permis non seulement de réaliser la première cartographie précise des herbiers à *Zostera marina* avant et après leur grande maladie des années 1930, mais également de préciser pour la première fois les dates d'apparition de cette maladie le long des côtes françaises.



Photographies 12.

Trois exemples de données historiques d'importance : les collections (ici collection Dautzenberg), les photographies aériennes anciennes (ici Chausey en 1924) et les écrits naturalistes (ici un manuscrit original de l'algologue Gontran Hamel de la fin des années 1930).

c. La géographie : un champ transdisciplinaire incontournable de spatialisation et de communication

Enfin, la géographie a été d'un apport indispensable à l'ensemble de notre étude. L'articulation même de ce travail suit une démarche résolument géographique de type « description, explication, élaboration d'une typologie hiérarchisée » qui n'hésite pas à mêler différents champs disciplinaires. Nous avons d'abord produit une description et une cartographie de l'objet de l'étude : les habitats intertidaux meubles de l'archipel. Nous avons ensuite mis en évidence, au travers d'un habitat particulier, l'existence de multiples besoins conservatoires. Enfin, une typologie hiérarchisée termine notre raisonnement.

Notre approche des besoins de conservation par l'étude couplée d'enjeux et d'aléas a été empruntée à l'étude des risques en géographie. Cette vision de la conservation rappelle la nécessité du caractère résolument transdisciplinaire de ce domaine que le géographe est pleinement à même d'appréhender.

L'approche géographique est à la fois différente et complémentaire de celle de l'écologie. Comme le soulignent Pinchemel & Pinchemel (1997), la géographie se distingue tout d'abord de l'écologie par une différence d'échelle de raisonnement. De manière schématique, l'écologie (hormis la macro écologie) est plus à même de raisonner à des échelles plus grandes (petits espaces) que la géographie. En conséquence, la géographie ne se place pas obligatoirement à une échelle d'observation des mécanismes et processus et est donc parfois moins bien placée pour atteindre le

niveau explicatif (Pinchemel & Pinchemel 1997). En revanche, les grandes échelles de travail des écologistes impliquent parfois leur désintérêt pour l'extension ou la répartition et donc le spatial. Un écologue peut par exemple parfaitement travailler sur un espace adimensionnel (un écosystème par exemple), alors que le géographe cherche bien souvent à révéler des entités spatiales : il apporte une vision la plus claire et la plus ordonnée possible des phénomènes dans l'espace. Les premiers travaux de descriptions des fonds marins de la Manche sont par exemple très révélateurs de l'approche des écologistes. Les travaux de Holme (1961) Cabioch (1968), Cabioch & al. (1978) ou encore Retière (1979) n'ont pas eu pour but une *cartographie* des communautés benthiques, mais plutôt leur *description*. Les cartes présentées sont plutôt des *croquis de distribution* des communautés à large échelle, et ne sont absolument pas la finalité du travail. Les cartes, production essentielle du géographe, sont devenues un support incontournable de communication, y compris dans le cadre de problématiques de conservation. Le passage d'une phase de compréhension de l'organisation d'un système à celle de propositions de gestion et de conservation, impliquant éventuellement différents acteurs, nécessite bien souvent l'existence de cartes.

Ensuite, la géographie, toujours de par son attachement aux caractéristiques spatiales, manifeste un intérêt particulier à la « *physionomie* » des éléments (au sens qu'en donnent Pinchemel & Pinchemel 1997). Lorsqu'un géographe s'attache à décrire un habitat, il porte une grande importance toute particulière à : sa superficie, sa forme (fragmentation, compacité etc.), sa localisation dans l'espace et son articulation avec les habitats voisins. L'étude de ces caractères physionomiques est aujourd'hui l'objet central de l'écologie du paysage, discipline qui s'intéresse au rôle joué par les structures spatiales dans les flux d'énergie et de matière. L'écologie du paysage est résolument issue d'une union entre géographie et écologie. Née de la « *Landschaftökologie* » de l'école de géographie botanique allemande (Troll 1939), elle est reprise ensuite dans les années 1950 par le géographe ruraliste André Meynier et appliquée au bocage, anthroposystème agraire s'il en est, puis par plusieurs agronomes dans les années 1970 et 1980, dont Forman et Godron (Forman & Godron 1986). Cette discipline a ensuite été développée par les écologistes dans les années 1980, qui ont notamment développé l'analyse mathématique des paysages.

En somme, la place du géographe dans le domaine de la conservation nous paraît incontournable, dans le sens où c'est lui qui est le plus à même de décrire les unités spatiales c'est à dire les « contenants », alors que l'écologie est plus apte à analyser des mécanismes, c'est à dire des « contenus ». La formulation graphique de ces contenants sous la forme de cartes est en outre une étape presque indispensable dans la planification de mesures de conservatoires.

Enfin, les *techniques* propres au domaine de la géographie nous ont permis d'avoir une approche dans l'espace des problématiques de conservation des habitats littoraux qui est absolument nécessaire. Les techniques de mosaïquage, redressement, géoréférencement des photographies aériennes sont par exemple les étapes préliminaires indispensables pour que celles-ci puissent servir de support de travail utilisable. L'intégration de ces photographies, de l'ensemble des données

naturalistes de terrain mais aussi de toutes les cartographies, travail inhérent aux géographes, est également indispensable à la production de cartes cohérentes et à la production d'une base de données géoréférencée. Celle-ci a permis un recoupement spatial des données susceptibles d'être interprétées dans le domaine de la conservation.

2. Implications dans le domaine de la conservation de l'espace littoral marin

2.1. Conserver une nature littorale ordinaire

Ce travail insiste sur la nécessité de conserver certains éléments appartenant à la « nature ordinaire », c'est à dire regroupant des espèces ou habitats qui ne sont ni rares, ni vulnérables et des milieux qui ne sont pas particulièrement riches et diversifiés. Il ne s'agit toutefois pas de nier l'intérêt de la conservation d'une nature « extraordinaire » ou « exceptionnelle » (riche, rare, vulnérable), mais plutôt de signaler qu'il ne s'agit là que d'un type de besoin de conservation parmi d'autres qui répond à une situation d'urgence.

a. « Common species shape the world »

Cette expression a été proposée très récemment par Gaston & Fuller (2007) pour insister sur le rôle fonctionnel majeur des espèces communes. Selon ces auteurs, même si les espèces rares peuvent remplir des fonctions écologiques importantes, celles des espèces communes sont capitales et tiennent à deux de leurs principales caractéristiques. Premièrement, puisqu'elles sont en général largement distribuées, une diminution de leurs abondances peut avoir des impacts à très large échelle spatiale. Deuxièmement, puisqu'elles sont en général celles qui dominent de manière plus que proportionnelle à leur rang les peuplements en termes d'abondance et de biomasse, c'est bien la disparition de ces espèces qui modifierait le plus les structures des peuplements.

En conséquence la disparition (ou le déclin) d'espèces très communes peut avoir des conséquences majeures plus importantes que celles d'espèces rares sur les écosystèmes. La disparition ou la très forte régression d'espèces d'Amérique du Nord autrefois communes, telles que le criquet des montagnes rocheuses *Melanoplus spretus* ou le chien de prairie *Cynomys ludovicianus* ont, en effet fortement modifié les écosystèmes (Ellison & al. 2005, Flannery 2001). Plusieurs auteurs ont montré que les espèces qui dominent les peuplements contribuent de manière plus que proportionnelle à la valeur fonctionnelle d'un écosystème (Grime 1998, Geider & al. 2001).

b. Un besoin de conservation « en amont »

Il est généralement admis que la conservation est une discipline de crise (Soulé 1986), qui doit par conséquent d'abord s'intéresser à ce qu'il est urgent de conserver. Concernant les littoraux européens, il y a par exemple un consensus général sur l'intérêt de conserver des espèces telles que le phoque moine *Monachus monachus*, disparu des côtes françaises et de la plupart des rivages de la mer Méditerranée (Duguy *In* : Lacaze 1987). Mais avant d'être au bord de l'extinction, cette espèce était pourtant relativement commune au Moyen-Âge et probablement assez commune en France jusqu'au XIX^{ème} siècle. Fallait-il attendre qu'il soit menacé pour se soucier de sa conservation ?

Il existe de nombreuses espèces autrefois communes (voire abondantes) qui ont disparu, parmi lesquels le pigeon migrateur *Ectopistes migratorius*, qui a probablement été l'un des oiseaux les plus abondants de la planète et qui a disparu au début du XX^{ème} siècle, ou le criquet des montagnes rocheuses *Melanoplus spretus*, dont les vols pouvaient obscurcir le ciel des Etats-Unis entre le Mississipi et les Montagnes Rocheuses et qui s'est éteint en quelques années au XIX^{ème} siècle, sont les exemples les plus connus. Des espèces marines, autres que les très emblématiques grand pingouin *Alca impennis* ou rythine de Steller *Hydrodamalis gigas*, étaient autrefois communes et ont également disparu : c'est par exemple le cas de l'invertébré *Lottia alveus* (Carlton & al. 1991). Le fait qu'une espèce soit commune n'est donc pas obligatoirement synonyme d'un bon état de conservation. Il y a donc un enjeu important à conserver la nature « en amont », avant qu'il ne soit « trop tard » c'est à dire avant que les éléments naturels ne soient éteints ou en passe de l'être. Face au contexte actuel d'une sixième crise de la biodiversité, il nous paraît plus durable de calfater la barque plutôt que d'écooper à tour de bras.

c. Conserver la nature ordinaire est-il synonyme de « tout conserver » sur les littoraux ?

Puisque nous ne remettons pas en cause le besoin de conservation d'éléments naturels « exceptionnels » et que dans un même temps nous signalons l'importance de conserver une nature ordinaire, faut-il alors *tout* conserver ? La conservation de l'ensemble de la biosphère serait un idéal mais reste bien évidemment une utopie. Le développement rapide des activités humaines sur les littoraux, concomitant à une érosion de la biodiversité, nécessite obligatoirement d'opérer des choix (voire des arbitrages) et de hiérarchiser des priorités en termes de gestion.

Ce que nous souhaitons mettre en avant est que la conservation de la « nature littorale marine exceptionnelle » ne s'intéresse qu'aux **aléas** de disparition. Or, il faut également prendre en compte les **enjeux** de conservation, mais aussi les **possibilités** d'application de mesures de protection, de conservation ou de gestion. La majorité des habitats littoraux des milieux tempérés appartiennent bien à une nature ordinaire qui n'est pas vulnérable à l'échelle internationale mais certains présentent des enjeux de conservation écologiques et socio-économiques d'exception. A l'inverse, certains éléments

du patrimoine naturel littoral très vulnérables sont presque impossibles à conserver tant leur statut est précaire. Il existe donc toute une typologie des besoins de conservation qui reste en grande partie à définir.

Il nous paraît également important de préciser que les besoins de conservation mis en lumière dans notre travail sont avant tout valables pour l'archipel de Chausey. Si les *critères* utilisés peuvent être *transposables* à d'autres sites et d'autres habitats, les besoins de conservation de chaque habitat de l'archipel ne sont pas *généralisables* en tant que tels. Il ne s'agit pas par exemple de considérer toutes les banquettes à *L. conchilega* comme des éléments nécessitant une conservation prioritaire. De par leur « plasticité », les habitats possèdent des caractéristiques physiques et biologiques différentes selon les sites qui leur confèrent des besoins de conservation tout aussi plastiques.

2.2. La biologie de la conservation est-elle en retard en domaine marin ?

a. Le patrimoine naturel marin est menacé mais ne suscite que peu d'intérêt

Le patrimoine naturel marin, et plus précisément côtier doit aujourd'hui faire face à des menaces anthropiques croissantes. C'est en effet précisément sur les littoraux que la pression démographique est la plus forte (40% de la population mondiale vivait en 2003 à moins de 60km du trait de côte - Unep 2003) et que l'essor démographique est amené à être le plus important (on estimait en 1994 que la population mondiale vivant sur les littoraux était amenée à doubler en 30 ans, Norse 1994). Les différentes synthèses concernant les menaces sur la biodiversité côtière (e.g. Lundin & Lindén 1993, Fluharty 1994, Norse 1994, Sebens 1994, Suchanek 1994) font principalement état de : la perte d'habitats, les changements climatiques globaux, la surexploitation par la pêche, la pollution, les introductions et invasions biologiques, l'altération physique des côtes (principalement érosion). Mais la menace la plus souvent mise en avant est la perte d'habitats, comme souligné dans le Global Biodiversity Assessment : « *The most effective way to conserve biodiversity, by almost any reckoning is to prevent the conversion or degradation of habitat* ».

Pourtant, le domaine marin fait non seulement l'objet de moins d'attention que le domaine terrestre au sein de la communauté scientifique, mais aussi d'une protection juridique et de financements moins importants (Levin & Kochin 2004). Dans une revue bibliographique du journal Conservation Biology, Irish & Norse (1996) notent que seulement 5% des articles publiés entre 1987 et 1995 traitent du domaine marin, Ormerod (2003) mentionne aussi ce déséquilibre au profit du terrestre dans la revue Journal of Applied Ecology. Levin & Kochin (2004) dans leur analyse de 5974 articles publiés dans 8 revues traitant de conservation¹² de 1996 à 2003 soulignent également que seulement 10.1% des articles concernent le domaine marin ! Mais les articles « marins » de

¹² Conservation Biology, Biological Conservation, Animal Conservation, Conservation Ecology, Biodiversity and Conservation, Aquatic Conservation :Marine and Freshwater Ecosystem, Ecological Applications, Journal of Applied Ecology

conservation semblent également avoir moins d'impacts que les « terrestres » : Levin & Kochin (2004) ont évalué que les articles publiés dans la revue *Conservation Biology* en 1997 étaient cités en moyenne 7.1 fois pour les articles marins contre 18.2 fois pour les terrestres ! Il n'est donc pas étonnant que la conservation accuse un retard marqué en domaine marin, y compris côtier. Une part tout à fait mineure des océans du Monde bénéficie aujourd'hui d'une protection (0.45%) en comparaison au domaine terrestre (11.6%) (Mulongoy & Chape 2004 *In* : Wells & al. 2007).

b. Pourquoi un tel retard en domaine marin ?

« Imaginez ce que l'on pourrait savoir de la faune de France pour ne l'avoir explorée que d'un ballon, à travers une couche permanente et épaisse de nuages, au moyen d'un grappin ou d'un panier à salades balancés à l'aveuglette au bout d'une ficelle... Qu'aurait-on pêché, et encore avec de la chance, au bout de 50 ans, ou d'un siècle même ? Pas grand chose, je le crains, un coq de clocher, quelques branches d'arbres, une coiffe bretonne, un soutien-gorge... Un très incomplet échantillonnage. Nous en sommes là pour la faune abyssale »
Théodore Monod (1954) *Bathyfolages*.

Bien qu'ancienne, cette citation de Théodore Monod illustre la difficulté de description et d'inventaire des fonds marins en comparaison du domaine terrestre, même si cela est surtout vrai pour les grands fonds. C'est sans doute le premier point qui peut expliquer le retard pris dans la conservation du domaine marin. Faut-il par exemple rappeler que la description des fonds de la Manche ne datent que d'une quarantaine d'années (Cabioch 1968, Cabioch & al. 1978, Retière 1979) ? A titre d'exemple, alors qu'il existe en France des données complètes et précises des données d'occupation du sol en domaine terrestre (Corine Land Cover, Teruti), la création d'une base de données cartographique des habitats marins benthiques est actuellement en pleine construction, notamment avec le réseau Rebent (www.rebent.org). En outre, comme souligné dans le cadre de notre travail, les typologies d'habitats marins (Natura 2000, ou même EUNIS) nécessitent encore aujourd'hui de profondes modifications de par leur imprécision.

Deuxième différence majeure entre le domaine terrestre et marin : le premier est habité par l'homme et il l'a façonné à son échelle, le deuxième ne l'est pas et les échelles spatiales de flux de matière et d'énergie mais aussi celles de distribution d'espèces dépassent largement celles que l'homme est habitué à appréhender. En effet, à des très rares exceptions près (domaines de haute montagne, et çà et là quelques lambeaux de forêts encore considérées comme « primaires » telle la forêt de Białowieża en Pologne), l'immense majorité des paysages terrestres européens ont été modifiés, façonnés et fragmentés par l'homme. En conséquence, les sociétés humaines sont à même de comprendre, gérer et organiser à leur guise le domaine terrestre qu'ils se sont appropriés car celui-ci est à leur échelle d'action. Il en va tout autrement pour le domaine marin, où la modification des paysages est plus localisée mais surtout non visible pour la plupart des personnes et où les échelles

spatiales sont bien plus larges et les frontières bien plus floues. S'il est par exemple relativement aisé d'identifier des corridors écologiques en domaine terrestre pour certaines espèces, ceux-ci correspondent plutôt à des courants hydrodynamiques en domaine marin, ils s'étendent sur des échelles spatiales plus larges et leurs limites sont plus floues. En France, s'il existe des atlas précis de distribution de plusieurs espèces d'invertébrés terrestres, on ne trouve que rarement des cartes de distribution d'espèces marines. Alors que des centaines d'observateurs bénévoles participent à des réseaux de suivis d'espèces terrestres (oiseaux nicheurs à travers le programme du Suivi Temporel des Oiseaux Communs, papillons rhopalocères à travers l'Observatoire des Papillons de Jardins etc.), il n'existe aucun de ces programmes dits « d'écologie participative » en domaine marin. Cette méconnaissance du domaine marin est considérée parfois comme une raison d'un manque de mesures conservatoires les concernant, comme l'illustrent ces deux citations de scientifiques : « *Most people are familiar with terrestrial habitats and can relate to a walk in the woods. Few, however, have experienced the wonders of a coral reef except for occasionally viewing Jacques Cousteau special. Whilst it is easy to capture images of rain forests being cut down and to collect data to quantify the magnitude of habitat destruction on land, it is more difficult to study and to document coral reef processes and degradation* » (Richmond 1994) ; « *Even more than poverty, affluence, technology, and greed, it is ignorance and indifference that are the enemies of marine biodiversity* » (Norse & Crowder 2005).

L'attrait combiné pour la richesse et la diversité n'a donc probablement pas été le seul facteur déterminant dans l'intérêt majeur porté à certains habitats marins comme les herbiers de phanérogames marines ou les récifs coralliens. Ces habitats, dits « structurés » (Heck & al. 2003) sont bien identifiables dans l'espace et constituent, en quelque sorte, des espaces qui peuvent être identifiés, échantillonnés et cartographiés à l'échelle humaine.

Ces échelles spatiales résolument bien plus larges en domaine marin impliquent également que les activités humaines n'ont pas eu les mêmes impacts qu'en domaine terrestre, ou du moins, que nous sommes actuellement moins à même d'en évaluer les conséquences. Si les exemples de disparition d'espèces terrestres au cours des derniers siècles sont nombreux, seules certaines espèces d'oiseaux et de mammifères ont aujourd'hui disparu en domaine marin. On ne connaît aujourd'hui aucune espèce d'algue, aucun poisson, aucun invertébré qui se serait éteint de manière certaine par l'action de l'Homme en domaine marin (Boucher 1992). Ceci est bien évidemment d'abord la conséquence des échelles spatiales très larges de dispersion des individus et de leur répartition, mais il est également très probable que beaucoup d'espèces marines aient disparu suite à des perturbations anthropiques avant même qu'elles ne soient découvertes. On ne peut que se réjouir de cet apparent « bon état de santé », pour reprendre une expression assez anthropomorphique, des écosystèmes marins. Mais il s'agit d'un leurre puisque les extinctions d'espèces ne sont qu'un indicateur parmi d'autres des perturbations anthropiques auxquelles sont soumis les habitats marins. De plus, le retard de connaissance concernant le domaine marin ne permet souvent pas de déterminer précisément les

causes de disparition d'une espèce, comme ceci est le cas pour la disparition du gastéropode américain *Lottia alveus* (Carlton & al. 1991).

2.3. Quelle éthique pour la conservation des habitats littoraux marins ?

La conservation du patrimoine naturel littoral marin passe le plus souvent par la création d'aires marines protégées *lato sensu*. A notre sens, ces mesures posent toutefois des problèmes, dont beaucoup sont d'ordre éthique. Tout d'abord, il peut s'agir là d'un constat d'échec considérant que l'Homme n'est pas spontanément à même de vivre en harmonie avec l'environnement naturel qui l'entoure. Ensuite, comme le soulignait notamment Terrasson (1997, 2002), que signifie protéger des espaces en particulier ? Cela ne légitime-t-il pas la dégradation de ceux qui ne le sont pas ? Y a-t-il des espaces qui méritent d'être conservés et d'autres non ? Enfin, dans un contexte actuel de changements globaux, on peut également s'interroger sur la pertinence de mesures de protection stables dans l'espace et dans le temps.

Les aires marines protégées devraient donc n'être considérées que comme des mesures provisoires à deux titres : elles doivent rester des mesures d'urgence et leurs périmètres doivent aussi pouvoir fluctuer dans le temps et l'espace, à des échelles qui dépassent bien souvent celle de l'Homme. Le but ultime d'un conservateur responsable d'une aire protégée devrait donc être, à terme, sa suppression. Toutefois, cela nécessite une politique volontariste d'éducation et de pédagogie environnementale auprès de l'ensemble des acteurs qui puisse garantir une harmonie entre patrimoine naturel et sociétés humaines. Les politiques actuelles de pédagogie à l'environnement (marin ou non) sont malheureusement souvent reléguées au second plan. Au sein de l'actuel réseau national d'aires protégées, les missions de pédagogie à l'environnement ne font l'objet que de quelques créations de postes d'une rare précarité. Les maigres budgets que l'Etat alloue à ces missions semblent donc traduire le manque criant d'intérêt des pouvoirs publics pour ces missions pourtant indissociables des aires protégées qui ne sont pas des fins en soi.

Sur le plan éthique, quelle est la direction la plus pertinente vers laquelle il convient alors de se diriger pour conserver le patrimoine naturel littoral marin ? Il existe en fait un large éventail de paradigmes de la conservation s'étalant schématiquement des logiques les plus « anthropocentristes » à un écocentrisme radical.

A l'image des séries artistiques des peintres de l'Ecole de Barbizon en forêt de Fontainebleau, l'esthétisme a sans doute été à l'origine de l'entrée de la nature littorale dans notre patrimoine. Les grands peintres, tels Eugène Boudin ou David Cox, ont su sans doute pour la première fois émouvoir le « *grand public* », en leur présentant une nature littorale magnifiée.

Mais ce sont d'autres éthiques qui ont ensuite nourri les désirs de protection de la nature littorale. A travers l'écocentrisme, les activités humaines sont avant tout jugées néfastes. Cette éthique

revendiquant le fait que la nature a ses droits propres, que l'homme doit respecter y compris à ses dépens, a bien souvent mis au devant de la scène certains éléments bien particuliers du patrimoine naturel littoral. On a ainsi considéré que la protection de nombreuses espèces de mammifères et d'oiseaux marins, qui ne présentent pas d'enjeux de protection nécessaires au maintien d'activités humaines, était nécessaire en soi et primait sur le reste. On peut donc considérer qu'il s'agit d'une éthique résolument non utilitariste. Cette vision est discutable. D'abord, comme le souligne Blandin (2004), elle est quelque peu contradictoire car l'Homme s'empêche lui-même d'accéder aux satisfactions morales dont il fait l'apologie. Ensuite, dans les faits, il se trouve que la majorité des éléments du patrimoine naturel littoral marin mis en avant dans le cadre de cette vision de la nature sont avant tout des espèces (et non des habitats, des biocénoses, des assemblages etc.) auxquelles est attribuée une valeur sentimentale. De manière donc tout à fait paradoxale, ce qui devait être de l'écocentrisme se transforme donc en anthropocentrisme puisque l'on ne protège que les espèces éveillant la sympathie, qui sont bien souvent celles proches de l'Homme.

La troisième éthique dans la conservation du patrimoine naturel littoral, totalement utilitariste, est celle de la nature perçue uniquement comme une ressource ou comme productrice de « *services écologiques* ». Dans le domaine de la recherche en milieu marin, cette vision est encore assez répandue et est même probablement plus en vogue encore qu'en domaine terrestre, notamment du fait de la recherche de pointe en halieutique. Les poissons pêchés ont ainsi été les premières espèces marines ayant bénéficié de mesures conservatoires. Mais ce ne sont pas les individus ou même les espèces qui sont protégés mais leurs « stocks », évalués en tonnes et en volumes. Cette vision très utilitariste de la conservation est presque exclusive au domaine marin (on la retrouve quelque peu en domaine terrestre dans la gestion des forêts). Aussi, comme le remarquent à juste titre Norse & Crowder (2005), si l'opinion publique admet volontiers que l'on parle de « stocks de poissons », il ne viendrait en revanche à l'idée de personne de parler de la conservation de « stocks de jaguars » ou de « stocks de colibris ».

Enfin, la vision qui prime actuellement et semble faire consensus est celle du développement durable selon laquelle les sphères économiques, sociales et écologiques doivent fonctionner en synergie afin de ne pas compromettre l'avenir des générations futures. Il s'agit donc d'une vision plutôt humaniste puisque sa finalité ultime est l'Homme. Pour certains philosophes (Dupuy 2002), le « *catastrophisme éclairé* », qui consiste à se détourner de toute option présentant un risque pour les sociétés humaines, est né du concept de développement durable et selon Rossa & Da Silva (2003) il est à la base de nombreux projets de conservation, dont Natura 2000.

Concernant l'espace littoral marin, la démarche Natura 2000, à l'instar de l'actuelle construction d'un réseau d'aires marines protégées, nous semble intéressante. Toutefois, à Chausey, la négligence des données biologiques et écologiques est peut être révélatrice d'un mépris pour ce qui nous paraît être le fondement même d'un projet de conservation. Une aire marine protégée ou un réseau d'aires protégées ne devraient-ils pas conserver avant tout non pas des activités humaines mais précisément le

patrimoine naturel ? Sur l'espace littoral, domaine public et dont l'accès doit être possible pour tous, il ne s'agit pas d'interdire à tout prix des activités humaines, mais le fil conducteur de toute activité de conservation devrait être la nature. Cette idée de nature ayant ses droits propres et méritant d'être conservée en soi, tout en ne sombrant pas dans un écocentrisme assimilant systématiquement les activités humaines à des menaces, a été récemment désignée sous la formule « *d'écocentrisme non misanthrope* » (Bergandi 2001). C'est peut être cette vision, également proposée sous d'autres termes par certains auteurs (« *éthique de la coévolution* » Blandin 2004, Blandin & Bergandi 2003), qui nuance la dichotomie Homme/Nature en les rendant indissociables qui est la clé d'une conservation efficace de « notre » patrimoine naturel littoral marin.

A l'image de la mise en place de Natura 2000 à Chausey, on a souvent expliqué les difficultés d'adhésion des acteurs locaux aux projets de conservation du patrimoine naturel littoral par des problèmes de conflits d'usage. En domaine marin, ces conflits relèvent généralement d'une compétition dans le partage des ressources marines (Jones 2002). Mais celle-ci est généralement tacite et les projets de conservation ne font que la révéler. Tout espace dans lequel évolue une société humaine est en fait plus ou moins sujette à des conflits d'usage et ceux-ci sont logiquement exacerbés sur le littoral, espace étroit où se concentrent les activités. A notre sens, les problèmes d'adhésion aux mesures de conservation sont sans doute bien plus profonds et correspondent plutôt à des problèmes d'ordre éthique qui s'interrogent sur la place de l'Homme dans son environnement. Avant toute forme de concertation des acteurs, un projet de conservation devrait être élaboré pour servir de base à toute discussion, sous peine d'une focalisation de l'attention de chacun autour de conflits d'usage risquant d'aboutir à un vaste compromis ne satisfaisant personne. Tout le problème réside donc précisément dans l'élaboration du projet : qui doit l'élaborer et selon quelle éthique environnementale ?

Dans le cas particulier du domaine littoral marin, espace soumis à des pressions anthropiques croissantes, mais qui doit rester libre d'accès pour chacun, un projet éthique écocentriste non misanthrope semble idéal. Le projet de conservation doit ainsi être avant tout axé sur les besoins prioritaires de conservation des éléments du patrimoine naturel, et les activités humaines peuvent être tolérées tant qu'elles ne viennent pas à l'encontre de ces besoins conservatoires. Deux philosophies s'affrontent dans le choix de l'acteur ou du groupe d'acteurs qui doivent élaborer le projet. La première de type « *du bas vers le haut* » (traduction de l'expression anglo-saxonne « *bottom-up* ») privilégie l'élaboration du projet par les acteurs locaux, ce qui est censé éviter toute opposition potentielle de la part de la communauté (Kelleher & Kenchington 1992, Vanderklift & Ward 2000). La deuxième, de type « *du haut vers le bas* » (« *top-down* ») privilégie l'élaboration du projet par les scientifiques sur des critères d'ordre écologique ; les efforts doivent alors être concentrés pour que les acteurs locaux adhèrent au projet (Ray 1999). Les deux approches ont des défauts évidents. La première risque de passer à côté de réels besoins de conservation et de proposer des mesures

résolument anthropocentrées. La deuxième n'est pas non plus idéale pour deux raisons. D'abord, elle s'apparente presque à une forme de despotisme faisant prévaloir de manière absolue l'objectivité scientifique sur le reste. Ensuite, les scientifiques ne sont pas obligatoirement les plus qualifiés pour élaborer l'intégralité d'un projet de conservation, qui doit nécessairement prendre en compte l'ensemble des données écologiques mais aussi socio-économiques et politiques. Nous privilégions une voie médiane liant les deux approches. Les scientifiques doivent conduire une réflexion en amont afin de définir clairement ce qui doit être conservé et pourquoi, mais l'application concrète des mesures de conservation (délimitation de périmètres d'aires marines protégées, réglementation d'activités humaines etc.) doit être réalisée en partenariat avec la communauté d'acteurs locaux. Nous souhaitons donc que le travail présenté ici serve de point de départ dans la l'élaboration de mesures conservatoires pour les estrans de Chausey et de base de réflexion transposable aux problématiques de conservation des habitats littoraux marins d'une manière générale.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- A -

- Alvarado JL, Pinto R, Marquet P, Pacheco C, Guinez R, Castilla JC (2001) Patch recolonization by the tunicate *Pyura praeputialis* in the rocky intertidal of the Bay of Antofagasta, Chile: evidence for self-facilitation mechanisms. *Mar Ecol Prog Ser* 224:93-101
- Amara R, Laffargue P, Dewarumez JM, Maryniak C, Lagardère F, Luczac C (2001) Feeding ecology and growth of O-group flatfish (sole, dab and plaice) on a nursery ground (Southern Bight of the North Sea). *J Fish Biol* 58:788-803
- Amouroux JM (1972) Données sur la structure et l'instabilité des peuplements infralittoraux de la côte du Roussillon. Thèse de l'Université de Paris, 102p
- André C, Jonsson PR, Lindegarth M (1993) Predation on settling bivalve larvae by benthic suspension feeders: the role of hydrodynamics and larval behaviour. *Mar Ecol Prog Ser* 97:183-192
- André C, Rosenberg R (1991) Adult-larval interactions in the suspension-feeding bivalves *Cerastoderma edule* and *Mya arenaria*. *Mar Ecol Prog Ser* 71:227-234
- André F (1970) Contribution à l'étude des algues marines du Portugal. I La Flore. *Portugalia Acta Biologica* 10:137-555
- Armonies W, Hellwig-Armonies M (1992) Passive Settlement of *Macoma balthica* Spat on Tidal Flats of the Wadden Sea and Subsequent Migration of Juveniles. *Neth J Sea Res* 29:371-378
- Auby I (1991) Contribution à l'étude des herbiers de *Zostera noltii* dans le Bassin d'Arcachon : dynamique, production et dégradation, macrofaune associée. Thèse de l'Université de Bordeaux
- Auby I (1993) Evolution of the biologic richness in the Arcachon basin. Technical Report. Laboratory of Biologic Oceanography, Ifremer, 222p
- Audouin V, Milne-Edwards H (1828) Résumé des Recherches sur les Animaux sans vertèbres, faites aux Iles Chausey. *Ann Sc Nat* 15:5-19

- B -

- Baker SM (1911) On the brown seaweeds of the salt marsh. *J Linnean Soc Botany* 40:275-291
- Ballantine WJ (1999) Marine reserve in New Zealand: the development of the concept and the principles. *In* : Proceedings of International Workshop on marine Conservation. Korean Ocean Research and Development Institute, Ceju Island, Korea, November, 3-38
- Barbault R (1997) Ecologie générale. Structure et fonctionnement de la biosphère. Masson, Paris, 286p
- Barillé-Boyer AL, Gruet Y, Pérusson O, Barillé L (2000) Ecologie et distribution du mollusque gastropode *Onchidella celtica* (Cuvier, 1817) sur l'estran rocheux de la pointe Saint-Gildas (Loire Atlantique, France). *Bull Soc Sc Nat Ouest de la France* 22(3):123-138
- Barker NHL & Roberts (2004) Scuba diver behaviour and the management of diving impacts on coral reefs. *Biol Cons* 120(4):481-489
- Barloy JJ (1985) Les survivants de l'ombre. Arthaud, 266p
- Bartholoma A (2006) Acoustic bottom detection and seabed classification in the German Bight, southern North Sea. *Geo-Mar Lett* 26:177-184
- Bartoli M, Nizzoli D, Viaroli P, Turolla E, Castaldelli G, Fano EA, Rossi R (2001) Impact of *Tapes philippinarum* farming on nutrient dynamics and benthic respiration in the Sacca di Goro. *Hydrobiologia* 455:203-212
- Baudinet D, Alliot E, Berland B, Grenz C, Plante-Cuny MR, Plante R, Salen-Picard C (1990) Incidence of mussel culture on biogeochemical fluxes at the sediment-water interface. *Hydrobiologia* 207:187-196
- Beadman HA, Kaiser MJ, Galanidi M, Shucksmith, R, Willows RI (2004) Changes in species richness with stocking density of marine bivalves. *J Appl Ecol* 41:464-475
- Beaufils M (2001) Avifaune de la baie du Mont Saint-Michel 1979-1999 – Enquête sur un site complexe. Groupe Ornithologique Normand - Bretagne Vivante SEPNEB Ille-et-Vilaine, 301p
- Bedulli D, Bassignani F, Bruschi A (2002) Use of biodiversity hotspots for conservation of marine molluscs, regional approach. *Mediterr Mar Sci* 3:113-121
- Beillois P, Desauvay Y, Dorel D, Lemoine M (1979) Nursery grounds at the littoral zone of Mont Saint Michel and Cotentin. ICES Council Meeting 1979, Demersal Fish Committee, 16p

- Bellan G (1967) Pollution et peuplements benthiques des substrats meubles la région de Marseille. Rev Int Oceanogr Med 6-7:53-87
- Belon P (1555) La nature et diversité des poissons. Charles Estienne, Paris
- Benard F, Benard J, Bert JJ, Duchon J, Leboulenger F, Lecomte T, Lecourtois L (1975) Les Iles Chausey (Manche). Courr Nat Homme Oiseau 40:287-293
- Bendell-Young L (2006) Contrasting the community structure and select geochemical characteristics of three intertidal regions in relation to shellfish farming. Environ Conserv 33:21-27
- Bergandi D (2001) Biodiversité. In : Hottos G, Missa JN (dir.). Nouvelle Encyclopédie de bioéthique. De Boeck Université, Bruxelles, 104-112
- Bernard G, Boudouresque CF, Picon P (2007) Long term changes in *Zostera* meadows in the Berre lagoon (Provence, Mediterranean Sea). Est Coast Shelf Sci 73:617-629
- Bertrand H (1940a) Les Crustacés Malacostracés de la région dinardaise. Bull Lab Marit Dinard XXII:9-33
- Bertrand H (1940b) Les Pycnogonides de la région dinardaise. Bull Lab Marit Dinard XXIII:48-52
- Beukema JJ (1976) Biomass and species richness of the macro-benthic animals living on the tidal flats of the Dutch Wadden Sea. Neth J Sea Res 10:236-261
- Beukema JJ, Essink K, Michaelis H, Zwarts L (1993) Year-to-Year Variability in the Biomass of Macrobenthic Animals on Tidal Flats of the Wadden Sea - How Predictable Is This Food Source for Birds. Neth J Sea Res 31:319-330
- Bhaud M (1988) The two planktonic larval periods of *Lanice conchilega* (Pallas, 1766) Annelida Polychaeta, a peculiar example of the irreversibility of evolution. Ophelia 29:141-152
- Blandin P, Bergandi D (2003) La nature avec ou sans hommes ? La Recherche hors série 11 « La Terre »:67-71
- Blandin P (2004) Biodiversity between Science and Ethics. In : Shakir Hanna SH, Mikhailis WZA (Eds) Soil Zoology for Sustainable Development in the 21th Century. Cairo, 17-49
- Blois JC, Francz JM, Gaudichon M, Gaudichon S, Le Bris L (1961) Observations sur les herbiers à Zostères de la région de Roscoff. Cah Biol Mar 2:223-262
- Blott S, Pye K (2001) Gradstat: Grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediment. Earth Surf Process Landforms 26:1237-1248
- Blyth RE, Kaiser MJ, Edwards-Jones G, Hart PJB (2004) Implications of a zoned fishery management system for marine benthic communities. J Appl Ecol 41:951-961
- Boertmann D, Mosbech A (1998) Distribution of little auk (*Alle alle*) breeding colonies in Thule District, northwest Greenland. Polar Biol 19:206-210
- Bond WJ (1993) Keystone species. In : Schulze ED, Mooney HA (Eds.). Biodiversity and ecosystem function. Springer-Verlag, New-York, 237-253
- Bonin A (2006) Perception des habitats intertidaux de Chausey par les acteurs locaux. Mémoire de Master II, Muséum National d'Histoire Naturelle, 50p
- Bonnot-Courtois C, Augris C, Blanchard M, Houlgatte E (2002) Répartition des formations superficielles du domaine marin côtier entre le Cap Fréhel et Saint-Malo (Côtes d'Armor, Ille-et-Vilaine) Géologie de la France 3:3-14
- Borja A, Franco J, Muxika I (2004) The Biotic Indices and the Water Framework Directive : the required consensus in the new benthic monitoring tools. Mar Poll Bull 48:405-408
- Borja A, Franco J, Pérez V (2000) A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. Mar Poll Bull 40:1100-1114
- Borja A, Heinrich H (2005) Implementing the European Water Framework Directive: the debate continues... Mar Poll Bull 50:486-488
- Boström C, Baden SP, Krause Jensen D (2003) The seagrasses of Scandinavia and the Baltic Sea. In : Green EP, Short FT (Eds.) World Atlas of Seagrasses: present status and future conservation. University of California Press, Berkeley, 32
- Boucher P (1992) Terre Océane. Imprimerie Nationale, 188p
- Braber L, De Groot SJ (1973) The food of five flatfish species (Pleuronectiformes) in the southern North Sea Neth J Sea Res 6:163-172
- Braillon B, Nicolau-Guillaumet P (1977) L'Avifaune des Iles Chausey. Penn ar Bed « les Iles Chausey » 88:30-40
- Brigand L, Le Berre S (2006) Etude de la fréquentation de l'archipel des Iles Chausey. Etude réalisée pour le Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres - Délégation Normandie, 121p

- Brooks KM, Stierns AR, Mahnken CVW, Blackburn DB (2003) Chemical and biological remediation of the benthos near Atlantic salmon farms. *Aquaculture* 219:355–377
 - Buhr KJ (1976) Suspension-Feeding and Assimilation Efficiency of *Lanice conchilega* (Polychaeta). *Mar. Biol.* 38:373-383
 - Buhr KJ (1979) Eine Massensiedlung von *Lanice conchilega* (Polychaeta, Terebellidae) im Weser-Astuar. *Veröf Inst Meeresforsch Bremerh* 17:101-149
 - Buhr KJ, Winter JE (1976) Distribution and maintenance of a *Lanice conchilega* association in the Weser Estuary (FRG) with special reference to the suspension-feeding behaviour of *Lanice conchilega*. *In* : Keegan BF, Ceidigh PO, Boaden PJS (1976) *Biology of benthic organisms*. Pergamon press, 101-113
 - Buschmann AH, Riquelme VA, Hernandez-Gonzalez MC, Varela D, Jimenez JE, Henriquez LA, Vergara PA, Guinez R., Filun L (2006) A review of the impacts of salmonids on marine coastal ecosystems in the southeast Pacific. *J Mar Sci* 63:1338-1345
 - Butcher RW (1934) *Zostera*. Report on the present condition of eelgrass on the coasts of England based on a survey during August to October, 1933. *J Cons Perm Int Exp Mer* 9:49-65
 - Buxton NE, Young CM (1981) The food of the Shelduck in north-east Scotland. *Bird Study* 28:41-48
- C -
- Cabioch L (1968) Contribution à la connaissance des peuplements benthiques de la Manche occidentale. *Cah Biol Mar* 9(5):493-720
 - Cabioch L, Gentil F, Glaçon R, Retière C (1978) Le bassin oriental de la Manche, modèle de distribution de peuplements benthiques dans une mer à fortes marées. *J R Oceanogr* 3:249
 - Cadée GC (1976) Sediment reworking by *Arenicola marina* on tidal flats in the Dutch Wadden Sea. *Neth J Sea Res* 10: 440-460
 - Caill-Milly N, De Casamajor MN, Lissardy M, Sanchez F, Morandau G (2003) Évaluation du stock de palourdes du bassin d'Arcachon – Campagne 2003. DRV-RH/Aquitaine Technical Report. Ifremer, 64p
 - Caldow RWG, Beadman HA, McGroarty S, Kaiser MJ, Goss-Custard JD, Mould K, Wilson A (2003) Effects of intertidal mussel cultivation on bird assemblages. *Mar Ecol Prog Ser* 259:173-183
 - Caldow RWG, Stillman RA, le V. dit Durell SEA, West AD, McGroarty S, Goss-Custard JD, Wood PJ, Humphreys J (2007) Benefits from invasion of a non-native shellfish. *Proc R Soc B* 274:1449-1455
 - Callaway R (2003a) Juveniles stick to adults: recruitment of the tube-dwelling polychaete *Lanice conchilega* (Pallas, 1766). *Hydrobiologia* 503:121-130
 - Callaway R (2003b) Long-term effects of imitation polychaete tubes on benthic fauna: they anchor *Mytilus edulis* (L.) banks. *J Exp Mar Biol Ecol* 283:115-132
 - Callaway R (2006) Tube worms promote community change. *Mar Ecol Prog Ser* 308:49-60
 - Callier MD, Weise AM, McKindsey CW, Desrosiers G (2006) Sedimentation rates in a suspended mussel farm (Great-Entry Lagoon, Canada): biodeposit production and dispersion. *Mar Ecol Prog Ser* 322:129-141
 - Canu E (1894) Note sur les copépodes et les ostracodes marins recueillis par M. Henri Gadeau de Kerville dans la région de Granville et aux îles Chausey (Manche). *In* : Gadeau de Kerville H (1894) *Recherches sur les faunes marines et maritimes de la Normandie : le voyage, région de Granville et îles Chausey, suivies de deux travaux d'Eugène Canu et du Dr. E Trouessart*. Baillière, Paris, 127-138
 - Carey DA (1987) Sedimentological effects and palaeological implications of the tube-building polychaete *Lanice conchilega* Pallas. *Sedimentology* 39:49-46
 - Carlton JT, Vermeij GJ, Lindberg DR, Carlton DA, Dudley E (1991) The first historical extinction of a marine invertebrate in an ocean basin: The demise of the eelgrass limpet *Lottia alveus*. *Biol Bull* 180:72-80
 - Carroll CR, Meffe GK (1994) Management to meet conservation goals : general principles. *In* : Meffe GK, Carroll CR (Eds.) *Principles of conservation biology*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, 307-335
 - Carpenter SR, Kitchell JF, Hodgson JR, Cochran PA, Elser JJ, Elser MM, Lodge DM, Kretchmer D, He X, von Ende CN (1987) Regulation of lake primary productivity by food web structure. *Ecology* 68:1863-1876
 - Cavoleau JA (1844) *Statistiques ou description du département de la Vendée*. Robuchon, Paris, 944p
 - Cazes G (2000) La fréquentation touristique des littoraux français : une remarquable « durabilité ». *L'Information géographique* 4:289-299
 - Chamberlain J, Fernandes TF, Read P, Nickel TD, Davies IM (2001) Impacts of biodeposits from suspended mussel (*Mytilus edulis* L.) culture on the surrounding surficial sediments. *J Mar Sci* 58:411-416
 - Chandrasekara WU, Frid CLJ (1996) Effects of human trampling on tidalflat infauna. *Aquat Conserv* 6:299-311

- Chang BD, Thonney JP (1993) Overview and environmental status of the New Brunswick salmon culture industry. *Bull Aquacul Assoc Canada* 92–93:61–63
- Chao A (1984) Nonparametric estimation of the number of classes in a population. *Scand J Stat* 11:265-270
- Chao A (1987) Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. *Biometrics* 43:783-791
- Chauvin JF (1827) *Algues de Normandie. Exsiccata, 7 fascicules de 25 espèces*, Caen
- Chemin E (1925) *Le Fucus vasicole de la baie de Terrénès*. *Rev algol* 2:146-157
- Christensen PB, Glud RN, Dalsgaard T, Gillespie P (2003) Impacts of longline mussel farming on oxygen and nitrogen dynamics and biological communities of coastal sediments. *Aquaculture* 218:567-588
- Clarke KR (1993) Nonparametric Multivariate Analyses of Changes in Community Structure. *Austral Journ of Ecology* 18:117-143
- Clarke KR, Gorley RN (2001) *PRIMER v5: user manual/Tutorial*. PRIMER-E: Plymouth
- Clarke KR, Green RH (1988) Statistical design and analysis for a "biological effects" study. *Mar Ecol Prog Ser* 46:213-226
- Clarke KR, Warwick RM (1994) Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth
- Cochrane GR, Lafferty KD (2002) Use of acoustic classification of sidescan sonar data for mapping benthic habitat in the Northern Channel Islands, California. *Cont Shelf Res* 22:683-690
- Cole-King A (1995) Marine protected areas in Britain: a conceptual problem? *Ocean Coast Manage* 27:109-127
- Collie JS, Hall SJ, Kaiser MJ, Poiner IR (2000) A quantitative analysis of fishing impacts on shelf-sea benthos. *J Anim Ecol* 69:785-799
- Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres (2002) Document d'objectifs Natura 2000 Les Iles Chausey Site N°FR 2500079, 109p + annexes
- Corbière L (1891) Compte-rendu des excursions botaniques faites par la société linnéenne de Normandie aux environs de Granville et aux Iles Chausey les 5, 6 et 7 juin 1891. *Bull Soc Linn Normandie* 4:184-195
- Corbin A (1990) *Le territoire du vide. L'Occident et le désir de rivage (1750-1840)*. Flammarion, 407p
- Cornet R, Marche-Marchad (1951) Inventaire de la faune marine de Roscoff, Mollusques. Supplément 5 aux travaux de la Station Biologique de Roscoff, 80p
- Cosson J, Billard C (1977) Flore algale des Iles Chausey. *Bull Soc Linn Normandie* 106:63-72
- Costa S, Picard J (1957) Recherches sur la zonation et les biocénoses des grèves de galets et de graviers des côtes méditerranéennes. *Rapp et Prc Verbaux Comm Intern Expl Sc Médit, Istanbul*
- Costanza R, D'Arge R, Groot RD, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill RV, Paruelo J, Raskin RG, Sutton P, Van Den Belt M (1997) The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387:253-260
- Costello JM, Emblow C, White R (Eds.) (2001) *European Register of Marine Species. A check-list of the marine species in Europe and bibliography of guides to their identification*. Patrimoine Naturels 50, 463p
- Cotonnec A, Fournier F, Gouery P, Mokrani M, Anselme B, Dréau A, Dubreuil V, Panizza A, Talec P (2005) First assessment of SPOT5 ability to map coastal benthic habitats: application to the Chausey Islands, English Channel. *Norvois* 196:37-50
- Cramp S, Simmons KEL (1983) *Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. The birds of the western Palaearctic, vol. III Waders to Gulls*. Oxford University Press, Oxford, 913p
- Crawford C (2003a) Qualitative risk assessment of the effects of shellfish farming on the environment in Tasmania, Australia. *Ocean Coast Manage* 46:47-58
- Crawford C (2003b) Environmental management of marine aquaculture in Tasmania, Australia. *Aquaculture* 226:129-138
- Crawford C (2004) Aquaculture: the ecological issue. *In* : Davenport J, Black K, Burnell G, Cross T, Culloty S, Ekaratne S, Furness B, Mulcahy M, Thetmeyer H (Eds.) *Ecological Issues Series*. British Ecological Society. *Aquaculture* 230:581-582
- Crawford CM, Macleod CKA, Mitchell IM (2003) Effects of shellfish farming on the benthic environment. *Aquaculture* 224:117–140
- Crawford CM, Mitchell IM, Macleod CKA (2001) Video assessment of environmental impacts of salmon farms. *J Mar Sci* 58:445–452

- Creed JC, Filho GMA (1999) Disturbance and recovery of the macroflora of a sargass (*Halodule wrightii* Ascherson) meadow in the Abrolhos Marine National Parks, Brazil: an experimental evaluation of anchor damage. *J Exp Mar Biol Ecol* 235:285-306
 - Crié L (1876) Essai sur la végétation de l'archipel des Iles Chausey. *Bull Soc Linéenne de Normandie* 10(2):295-335
 - Cushing DH (1988) *The provident sea*. Cambridge University Press, Cambridge
- D -
- Dalby DH (1970) The saltmarshes of Milford Haven. *Pembrokeshire*, 326-327
 - Dankers N, Zuidema DR (1995) The Role of the Mussel (*Mytilus edulis* L.) and Mussel Culture in the Dutch Wadden Sea. *Estuaries* 18:71-80
 - Danovaro R, Gambi C, Luna GM, Mirto S (2004) Sustainable impact of mussel farming in the Adriatic Sea (Mediterranean Sea): evidence from biochemical, microbial and meiofaunal indicators. *Mar Poll Bull* 49:325-333
 - Dare PJ, Mercer AJ (1973) Foods of the Oystercatcher in Morecambe Bay, Lancashire. *Bird Study* 20:173-184
 - Dautzenberg P, Durouchoux P (1913) Les Mollusques de la Baie de Saint-Malo. *La Feuille des Jeunes Naturalistes* 514, 64p
 - Dautzenberg F, Fisher H (1925) Les mollusques marins du Finistère et en particulier de la région de Roscoff. *Trav Stat Biol Roscoff* 3, 180p
 - Dauvin JC (2000) The muddy fine sand *Abra alba-Melinna palmata* Community of the Bay of Morlaix twenty years after the Amoco Cadiz oil spill. *Mar Poll Bull* 40:528-536
 - Dauvin JC, Dewarumez JM, Gentil F (2003) Liste actualisée des espèces d'Annélides Polychètes présentes en Manche. *Cah Biol Mar* 44:67-95
 - Dauvin JC, Ruellet T (2007) Polychaete/amphipod ratio revisited. *Mar Poll Bull* 55:215-224
 - Dauvin JC, Ruellet T, Desroy N, Janson AL (2007) The ecological quality status of the Bay of Seine and the Seine estuary: Use of biotic indices. *Mar Poll Bull* 55:241-257
 - Davenport J, Smith R, Packer M (2000) Mussels *Mytilus edulis*: significant consumers and destroyers of mesozooplankton. *Mar Ecol Prog Ser* 198:131-137
 - Davy de Virville A (1939) Observation sur la flore des îles Chausey faites au cours de la croisière du Laboratoire Maritime de Dinard (24-30 Août 1938). *Bull Lab Marit Dinard* XX:6-22
 - Dayton PK, Thrush SF, Agardy MT, Hofman RJ (1995) Environmental effects of marine fishing. *Aquat Conserv* 5:205-232
 - De Beauchamp P (1914) *Les Grèves de Roscoff*. Paris, 270p
 - De Beauchamp P (1923a) Quelques remarques de bionomie marine sur les Iles Chausey. *Bull Soc Zool Fr* XLVIII:84-95
 - De Beauchamp P (1923b) Etudes de bionomie intercotidale. Les îles de Ré et d'Yeu. *Arch Zool Exp Gén* 61:455-520
 - De Beauchamp P, Lami R (1921) La bionomie intercotidale de l'île de Bréhat. *Bull Biol France et Belgique* LV:184-238
 - De Beauchamp P, Zachs I (1914) Esquisse d'une monographie bionomique de la plage de Terrénès. *Mém Soc Zool France* XXVI
 - De Grave S, Moore SJ, Burnell G (1998) Changes in benthic macrofauna associated with intertidal oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg) culture. *J Shellfish Res* 17:1137-1142
 - De Jonge VN, Brauer VS (2006) The Ems estuary. Changes in functioning and structure of a system under pressure. Department of Marine Biology, University of Groningen, Haren
 - De Jonge VN, de Jong DJ (2002) 'Global Change' Impact of inter-annual variation in water discharge as a driving factor to dredging and spoil disposal in the river Rhine system and of turbidity in the Wadden Sea. *Est Coast Shelf Sci* 55:969-991
 - De Jonge VN, Elliott M, Orive E (2002) Causes, historical development, effects and future challenges of a common environmental problem: eutrophication. *Hydrobiologia* 475-476:1-19
 - De Jonge VN, Ruiters JF (1996) How subtidal were the 'subtidal beds' of *Zostera marina* L. before the occurrence of the wasting disease in the early 1930's? *Neth J Aquat Ecol* 30:99-106
 - De Mesquita Rodrigues JE (1963) Contribuição para o conhecimento das Phaeophyceae da Costa Portuguesa. *Memórias da Sociedade Broteriana* 16:5-124
 - De Montaudouin X, Audemard C, Labourg PJ (1999) Does the slipper limpet (*Crepidula fornicata*, L.) impair oyster growth and zoobenthos biodiversity? A revisited hypothesis. *J Exp Mar Biol Ecol* 235:105-124

- De Noter C, Hureau JC (1995). L'ichtyofaune des Iles Chausey : biodiversité et variations spatiotemporelles, facteurs naturels et anthropiques. *Cybium* 20:87-98
- De Noter C (1994) L'environnement des îles Chausey : biodiversité et évolution de l'ichtyofaune. Mémoire de DEA, Université Paris IV/Museum National d'Histoire Naturelle
- De Quatrefages A (1854) L'archipel de Chausey. *In* : De Quatrefages A (1854) Souvenirs d'un naturaliste. Charpentier, Paris, 3-35
- Dean WE (1974) Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition: comparison with other methods. *J Sediment Petrol* 44:242-248
- Debout G (1985a) Quelques données sur la nidification du Cormoran huppé *Phalacrocorax aristotelis* à Chausey, Manche. *Alauda* LIII:161-166
- Debout G (1985b) La nidification de l'Huîtrier pie à Chausey. *Le Cormoran* 28:344-346
- Debout G (1993). Les recensements d'oiseaux marins nicheurs à la réserve de Chausey : 1984-1993. *Le Cormoran* 8:271-274
- Debout G, Gallien F, Provost S (2004) Réserve des Iles Chausey. Bilan 2003/2004 - Projets 2004-2005. Groupe Ornithologique Normand, Caen, 31p
- Debout G, Leneveu P (1993a) La reproduction du Tadorne de Belon *Tadorna tadorna* dans l'archipel de Chausey (Manche, France) : problèmes posés par la disparition précoce des familles. *Alauda* 61:209-213
- Debout G, Leneveu P (1993b) La reproduction du Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna*) à Chausey. *Le Cormoran* 8:289-292
- Delavigne AE (2001) Les espèces d'intérêt patrimonial et la 'patrimonialisation' des espèces. Etude bibliographique, Muséum National d'Histoire Naturelle, Service du patrimoine Naturel, 147p
- Deléage JP (1991) Une histoire de l'écologie. Points Science, La Découverte, Paris, 330p
- Demongin L (1998) Reproduction de l'Huîtrier pie à Chausey. *Le Cormoran* 10:203-212
- den Hartog C (1987) "Wasting disease" and other dynamic phenomena on *Zostera* beds. *Aquat Bot* 27:3-14
- Den Hartog C (1989) Early records of wasting-disease-like damage patterns in eelgrass *Zostera marina*. *Dis Aquat Org* 7:223-226
- Den Hartog C (1994) Suffocation of a littoral *Zostera* bed by *Enteromorpha radiata*. *Aquat Bot* 47:21-28
- Den Hartog C (1996) Sudden declines of seagrass beds: "Wasting disease" and other disasters. *In* : Kuo J, Phillips RC, Walker DI, Kirkman H (Eds.) Seagrass biology: proceedings of an international workshop. Rottneest Island, 307-314
- Den Hartog C, Polderman PJG (1975) Changes in the seagrass populations of the Dutch Waddenzee. *Aquat Bot* 1:141-147
- Desvallées A (1998) A l'origine du mot 'patrimoine'. *In* : Poulot D (Ed.) Patrimoine et modernité. L'Harmattan, Paris, 89-105
- Dias AS, Paula J (2001) Associated fauna of *Sabellaria alveolata* colonies on the central coast of Portugal. *J Mar Biol Assoc UK* 81:169-170
- Diaz R, Solan M, Valente R (2004) A review of approaches for classifying benthic habitats and evaluating habitat quality. *J Environ Manage* 73:165-181
- DIREN Basse-Normandie (1998) Inventaire du Patrimoine Naturel de Basse-Normandie ; Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Floristique et Faunistique (ZNIEFF) de type 1 N° régional 0000-0008 N° national 250006480 « Archipel de Chausey »
- Dizerbo AH (1952) Nouvelles stations de *Fucus* vasicoles du Massif Armoricaïn. *Bull Soc Sc Bretagne* XXVII :4-76
- Dolmer P, Kristensen T, Christiansen ML, Petersen MF, Kristensen PS, Hoffmann E (2001) Short-term impact of blue mussel dredging (*Mytilus edulis* L.) on a benthic community. *Hydrobiologia* 465:115-127
- Donadieu P (2002) La société paysagiste. Actes Sud, 149p
- Donnan DW, Davies S (1996) Assessing the Natural Heritage Importance of Scotland's Maerl Resource, International Conference of the European Coastal Association for Science and Technology [EUROCAST], Portsmouth, UK, September 16-19, 1996. Samara publishing Ltd, Cardigan, 533-540
- Drinnan RE (1957) The winter feeding of the oystercatcher (*Haematopus ostralegus*) on the edible cockle (*Cardium edule*). *J Anim Ecol* 26:441-449

- Drinnan RE (1958) The winter feeding of the oystercatcher (*Haematopus ostralegus*) on the edible mussel (*Mytilus edulis*) in the Conway Estuary, North Wales. Fish Invest Ministr Agric Fish Food, Ser II, 22:1-15
- Duarte CM (1995) Submerged aquatic vegetation in relation to different nutrient regimes. *Ophelia* 41:87-112
- Duarte CM (1999) Seagrass ecology at the turn of the millennium: challenges for the new century. *Aquat Bot* 65:7-20.
- Duarte CM (2002) The future of seagrass meadows. *Environ Conserv* 29:192-206
- Duarte CM, Cebrián J (1996) The fate of marine autotrophic production. *Limnol Oceanogr* 41:1758-1766
- Duarte CM, Chiscano CL (1999) Seagrass biomass and production: a reassessment. *Aquat Bot* 65:159-174
- Dubois S, Commito JA, Olivier F, Retière C (2006) Effects of epibionts on *Sabellaria alveolata* (L.) biogenic reefs and their associated fauna in the Bay of Mont Saint-Michel. *Estuar Coast Shelf Sci* 68:635-646
- Dubois S, Orvain F, Marin-Léal JC, Ropert M, Lefebvre S (2007) Small-scale spatial variability of food partitioning between cultivated oyster and associated suspension-feeding species, as revealed by stable isotopes. *Mar Ecol Prog Ser* 336:151-160
- Dubois S, Retière C, Olivier F (2002) Biodiversity associated with *Sabellaria alveolata* (Polychaeta, Sabellariidae) reefs, effects of human disturbances. *J Mar Biol Assoc UK* 82:817-826
- Dumitresco H (1960) Polychètes de la Mer Noire. *Trav Mus Hist Nat Gr Antipa*, vol II
- Dupuy JP (2002) Pour un catastrophisme éclairé. Quand l'impossible devient certain. Le Seuil, Paris, 216p

- E -

- Eckman JE, Nowell ARM, Jumars PA (1981) Sediment destabilization by animal tubes. *ICES J Mar Sci* 39:361-374
- Ecosub (SARL Hémisphère Sub – Division Expertise) (2006) Inventaires floristiques et faunistiques d'espaces naturels du littoral Bas Normand. Caractérisation de l'état écologique des habitats naturels et côtiers en relation avec les « ZNIEFF-MER » et la Directive Cadre Européenne Eau. Rapport d'expertise réalisé pour le GEMEL, 55p
- Eisner T, Lubchenco J, Wilson EO, Wilcove DS, Bean MJ (1995) Building a scientifically sound policy for protecting endangered species. *Science* 269:1231-1232
- Eizner N (1996) De la nature, de l'environnement. *In* : Gonseth MO, Hainard J, Kaehr R (Eds.) *Nature en tête*. Musée d'ethnographie de Neuchâtel:111-120
- Ellien C, Thiebaut E, Barnay AS, Dauvin JC, Gentil F, Salomon JC (1999) The influence of variability in larval dispersal on the dynamics of a marine metapopulation in the eastern Channel. *Oceanol acta* 23:423-442
- Ellison AM, Aaron M, Bank MS, Clinton BD, Colburn EA, Elliott K, Ford CR, Foster DR, Kloeppel BD, Knoepp JD, Lovett GM, Mohan J, Orwig DA, Rodenhouse NL, Sobczak WV, Stinson KA, Stone JK, Swan CM, Thompson J, Holle BV, Webster JR (2005). Loss of foundation species: consequences for the structure and dynamics of forested ecosystems. *Front Ecol Envir* 3:479-486
- Epstein N, Vermeij MJA, Bak RPM, Rinkevich B (2005) Alleviating impacts of anthropogenic activities by traditional conservation measures: can a small reef reserve be sustainably managed? *Biol Conserv* 121:243-255
- Ehrhold A (1999) Dynamique de comblement d'un bassin sédimentaire soumis à un régime de marée mégatidal : exemple de la Baie du Mont Saint-Michel. Thèse de l'Université de Caen, 294p

- F -

- FAO (1997) Review of the State of World Aquaculture. FAO Fisheries Circular 886:1-163
- Fauvel P (1905) Histoire Naturelle de la presqu'île du Cotentin - Chapitre III : La Faune. *In* : Fauvel P, Cherbourg et le Cotentin, vol. publié à l'occasion du Congrès de l'AFAJ à Cherbourg 3-10 Août 1905. Imprimerie Emile le Maout, Cherbourg, 47-92
- Fauvel P (1969) Faune de France - 16. Polychètes sédentaires. Librairie de la faculté des sciences. Paris, 494p
- Fazey I, Fischer J, Lindenmayer DB (2005) What do conservation biologist publish? *Biol Conserv* 124:63-73
- Feare CJ (1971) Predation of limpets and dogwhelks by oystercatchers. *Bird study* 18:121-129
- Féral P (1988) Processus biosédimentaires en milieu sableux intertidal d'après l'étude de deux populations bas-normandes de *Lanice conchilega* (Pallas, 1976) (Annélide polychète). Thèse de l'Université de Caen, 214p

- Féral P (1989) Biosedimentological implications of the polychaete *Lanice conchilega* (Pallas) on the intertidal zone of two Norman sandy shores (France). *Bull Soc Géol Fr* 6:1193-1200
- Fernandes L, Day J, Lewis A, Slegers S, Kerrigan B, Breen D, Cameron D, Jago B, Hall J, Lowe D, Innes J, Tanzer J, Chadwick V, Thompson L, Gorman K, Simmons M, Barnett B, Sampson K, De'ath G, Mapstone B, Marsh H, Possingham H, Ball I, Ward T, Dobbs K, Aumend J, Slater D, Stapleton K (2006) Establishing Representative No-Take Areas in the Great Barrier Reef: Large-Scale Implementation of Theory on Marine Protected Areas. *Conserv Biol* 19:1733-1744
- Ferns PN, Rostron DM, Siman HY (2000) Effects of mechanical cockle harvesting on intertidal communities. *J Appl Ecol* 37:464-474
- Ferry C (1960) Observations ornithologiques aux Iles Chausey (Manche). *Alauda* 28:45-56
- Feunteun E, Laffaille P (1997) Fish assemblages. *Penn ar Bed* 164 « La Baie du Mont St-Michel »:50-56
- Figueira WF, Crowder LB (2006) Defining patch contribution in source-sink metapopulations, the importance of including dispersal and its relevance to marine systems. *Popul Ecol* 48:215-224
- Fischer-Piette E (1932) Répartition des principales espèces fixées sur les rochers battus des côtes et des îles de la Manche, de Lannion à Fécamp. *Les Iles Chausey. Ann Inst Oceanogr* 12:139-140
- Fischer-Piette E (1936) *Oncidiella celtica* Cuv. Aux îles Chausey. *Bull Lab Marit Dinard XVI*:30-32
- Fisher P (1887) Manuel de conchyliologie et de paléontologie conchyliologique. Paris, 1393p
- Fisher E (1929) Recherches de bionomie et d'océanographie littorales sur la Rance et le littoral de la Manche. *Ann Inst Oceanogr* 5:201-249
- Flannery T (2001) *The Eternal Frontier: An Ecological History of North America and its People*. William Heineman
- Flassch JP (1978) Culture de palourdes sur sable en étang marin menée à l'île Tudy. Résultats et perspectives. *Bull CNEXO* 119:7-8
- Floc'h JY (1977) Excursion botanique à Chausey. *Penn ar Bed* « les Iles Chausey » 88:19-29
- Floc'h JY, Jonin M, Monnat JY (1977). Conclusion : cotation du milieu nature. *Penn ar Bed* « les Iles Chausey » 88:48
- Fluharty DL (1994) Coastal management: new global concern. *Forum Appl Res Public Policy* 9:53-58
- Folk RL (1954) The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary-rock nomenclature. *J Geol* 62:344-359
- Folk RL, Ward WC (1957) Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *J Sediment Petrol* 27:3-26
- Ford E (1923) Animal communities of the level sea-bottom in the waters adjacent Plymouth. *J Mar Biol Assoc UK* 13:264-282
- Forest BM, Creese RG (2005) Benthic impacts of intertidal Oyster culture, with consideration of taxonomic sufficiency. *Environ Monit Assess* 112:159-176
- Forman R, Godron M (1986) *Landscape Ecology*. John Wiley and sons Inc., New-York, USA, 640p
- Forster S, Graf G (1995) Impact of irrigation on oxygen flux into the sediment - Intermittent pumping by *Callianassa subterranea* and Piston-pumping by *Lanice conchilega*. *Mar Biol* 123:335-346
- Fortin J (1972) *Les sédiments et la dynamique sédimentaire dans l'archipel des Iles Chausey (Manche)*. Thèse de l'Université de Caen, 65p
- Fournier J, Caline B, Godet L, Baltzer A, Le Vot M, Abiven T (2007) Cartographie morpho-sédimentaire des formations superficielles de l'archipel de Chausey (Golfe normand-breton). 11e Congrès Français de Sédimentologie, Livre des Résumés, Publ. ASF, n°57, 358p, Caen, 130
- Fox HE, Mous PJ, Pet JS, Muljadi AH, Caldwell RL (2005) Experimental Assessment of Coral Reef Rehabilitation Following Blast Fishing. *Conserv Biol* 19:98-107
- Francour P, Ganteaume A, Poulain M (1999) Effects of boat anchoring in *Posidonia oceanica* seagrass beds in the Port-Cros National Park (north-western Mediterranean Sea). *Aquat Conserv* 9:391-400
- Frederiksen M, Krause-Jensen D, Holmer M, Laursen JS (2004) Long-term changes in area distribution of eelgrass (*Zostera marina*) in Danish coastal waters. *Aquat Bot* 78:167-181
- Frémy P (1928) Myxophycées récoltées aux îles Chausey au cours de l'excursion du Laboratoire Maritime de Saint-Servan du 25/08/1926. *Bull Museum Nat Hist Nat* 381:390
- Freitas R, Rodrigues AM, Quintino V (2003) Benthic biotopes remote sensing using acoustics. *J Exp Mar Biol Ecol* 285-286:339-353
- Friedrichs M, Graf G, Springer B (2000) Skimming flow induced over a simulated polychaete tube lawn at low population densities. *Mar Ecol Prog Ser* 192:219-228

- Gadeau de Kerville H (1894) Recherches sur les faunes marines et maritimes de la Normandie : le voyage, région de Granville et îles Chausey, suivies de deux travaux d'Eugène Canu et du Dr. E. Trouessart. Baillière, Paris, 135p
- Gallagher ED, Jumars PA, Trueblood DD (1983) Facilitation of soft-bottom benthic succession by tube builders. *Ecology* 64:1200-1216
- Gaston KJ (1997) What is rarity? *In* : Kunin E, Gaston KJ (Eds.), The biology of rarity. Causes and consequences of rare-common differences. Chapman & Hall, London, 30-47
- Gaston KJ, Fuller RA (2007) Commonness, population depletion and conservation biology. *Trends Ecol Evol* doi:10.1016/j.tree.2007.11.001
- Géhu JM (1960) Quelques observations sur la végétation et l'écologie d'une station réputée de l'Archipel des Chausey : l'île aux Oiseaux. *Bull Lab Marit Dinard* 46:78-92
- Geider RJ, Delucia EH, Falkowski PG, Finzi AC, Grime JP, GJ, Kana TM, La Roche J, Long SP, Osborne BA, Platt T, Prentice IC, Raven JA, Schlesinger William H, Smetacek V, Stuart V, Sathyendranath S, Thomas RB, Vogelmann TC, Williams P, Woodward FI (2001) Primary productivity of planet Earth: biological determinants and physical constraints in terrestrial and aquatic habitats. *Glob Change Biol* 7:849-882
- Gellinaud G (1988) Premiers éléments de biologie de la reproduction du Tadorne de Belon *Tadorna tadorna* L. dans le Golfe du Morbihan. Mémoire de DEA Biologie des populations et éco-éthologie. Station de Biologie marine de l'île Bailleron, 33p
- George P, Verger F (1996) Dictionnaire de la géographie. PUF, Paris, 500p
- Gibon P (1988) Les Iles Chausey et leur histoire. L'Ancre de Marine, Saint-Malo, 541p
- Giles H, Pilditch CA, Bell DG (2006) Sedimentation from mussel (*Perna canaliculus*) culture in the firth of Thames, New Zealand : Impacts on sediment oxygen and nutrient fluxes. *Aquaculture* 261:125-140
- Glémarec M, Hily C (1981) Perturbations apportées à la macrofaune benthique de la baie de Concarneau par les effluents urbains et portuaires. *Acta Oecol* 2:139-150
- Glémarec M, Le Faou Y, Cuq F (1996) Long-term changes of seagrass beds in the Glenan Archipelago (South Brittany). *Oceanol Acta* 20:217-227
- Godard O (1989) Jeux de natures : quand le débat sur l'efficacité des politiques publiques contient la question de leur légitimité. *In* : Mathieu N, Jollivet M (Eds.) Du rural à l'environnement, la question de la nature aujourd'hui. ARF Editions, l'Harmattan, 303-342
- Godet L, Devictor V, Jiguet F (2007) Estimating relative population size included within protected areas. *Biodivers Conserv* 16:2587-2598
- Godet L, Toupoint N, Olivier F, Fournier J, Retière C (2008) Considering the functional value of common marine species as a conservation stake. The case of the sandmason worm *Lanice conchilega* (Annelida polychaeta, Pallas 1766) beds. *Ambio* (sous-pressé)
- Gomez Gesteira L, Dauvin JC (2000) Amphipods are good bioindicators of the impact of oil spills on soft-bottom macrobenthic communities. *Mar Poll Bull* 40:1017-1027
- Goss-Custard JD (dir.) (1996) The Oystercatcher: From Individuals to Populations. Oxford University Press, Oxford, 458p
- Goss-Custard JD, Jones RE (1976) The diets of redshank and curlew. *Bird Study* 23:233-270
- Goss-Custard JD, Jones RE, Newbery PE (1977) The Ecology of the Wash. I. Distribution and diet of wading birds (Charadrii). *J Appl Ecol* 14:681-700
- Gouletquer P, Robert R, Gilles T (1998) Manila clam *Tapes philippinarum*: Sediment-clam interactions. *Aquat Living Resour* 12:45-56
- Grall J, Glémarec M (1997) Using Biotic Indices to Estimate Macrobenthic Community Perturbations in the Bay of Brest. *Estuar Coast Shelf S* 44 (supplement A):43-53
- Grall J, Glémarec M (2003) L'indice d'évaluation de l'endofaune côtière. *In* : Alzieu C (Coord.) Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersion, Editions Ifremer, 51-85
- Gram R (1968) A Florida Sabellariidae reef and its effect on sediment distribution. *J Sediment Petrol* 38:863-868
- Grant J, Hatcher A, Scott DB, Pocklington P, Schafer CT, Winter G (1995) A multidisciplinary approach to evaluating benthic impacts of shellfish aquaculture. *Estuaries* 18:124-144
- Gray JS (1997) Marine biodiversity: patterns, threats and conservation needs. *Biodivers Conserv* 6:153-175
- Gravari-Barbas M, Guichard-Anguis S (1999) Regards croisés sur le patrimoine dans le monde à la fin du XXème siècle, Résumés. Symposium international, Paris, Sorbonne 7-9 octobre 1999, Unesco/Paris IV

- Gravier C (1900) Sur une collection d'animaux recueillis aux Iles Chausey en août 1899. Bull Mus Hist Nat Paris MDCCCC:293-294
- Gray JS, McIntyre AD, Stirn J (1992) Manual of methods in aquatic environment research, Part 11, Biological assessment of marine pollution with particular reference to benthos. FAO Fish Tech Pap 324 FAO/UNEP, Rome, 49p
- Grenyer R, Orme CDL, Jackson SF, Thomas GH, Davies RG, Davies TJ, Jones KE, Olson VA & al. (2006) Global distribution and conservation of rare and threatened vertebrates. Nature 444:93-96
- Grenz C, Hermin MN, Baudinet D, Daumas R (1990) In situ biochemical and bacterial variation of sediments enriched with mussel biodeposits. Hydrobiologia 207:153-160
- Grime JP (1998) Benefits of plant diversity to ecosystems: immediate, filter and founder effects. J Ecol 86:902-910
- Gruet Y (1977) Rocky shore communities at Sion-sur-l'Océan (Vendée) and associated fauna of *Sabellaria* reefs (*Sabellaria alveolata* (Linné), Annelida Polychaeta). Bull Ecol 8:37-55
- Guiry MD, Guiry GM (2007) Algae base. World-wide electronic publication. National University of Ireland, Galway, <http://algaebase.org>
- Günther CP (1999) Settlement, secondary dispersal and removal rate of benthic macrofauna. In : Dittmann S (Ed.) The Wadden Sea ecosystem: Stability properties and mechanisms. Springer verlag Berlin, Heidelberg, New York, 133-146
- Gustafson EJ, Parker GR (1992) Relationships between landcover proportion and indices of landscape spatial pattern. Landscape Ecol 7:101-110

- H -

- Hall SJ, Harding MJC (1997) Physical disturbance and marine benthic communities: the effects of mechanical harvesting of cockles on non-target benthic infauna. J Appl Ecol 34:498-517
- Hamel G (1938) Liste des algues recueillies en septembre 1937 aux Iles Chausey (note préliminaire). Bull Mayenne Sciences 30-32
- Hamilton AC (2004) Medicinal plants, conservation and livelihoods. Biodivers Conserv 13:1477-1517
- Hamon D (avec la collaboration d'Elizabeth Desbruyères et de Daniel Coïc) (1983) Le Domaine benthique – L'intertidal - Chausey - Zoobenthos. In : Centre National pour l'Exploitation des Océans (CNEXO) – Département Environnement Littoral et Gestion des Milieux marins, Etude Ecologique du site Cotentin Centre 2^{ème} volume Chapitre III, 1-39
- Harisson S, Hastings A (1996) Genetic and evolutionary consequences of metapopulation structure. Trends Ecol Evol 11:180-183
- Hartstein ND, Rowden AA (2004) Effect of biodeposits from mussel culture on macroinvertebrate assemblage at sites of different hydrodynamic regime. Mar Environ Res 57: 339-357
- Hassell MP (1966) Evaluation of parasite or predator responses. J Appl Ecol 35:65-75
- Hawkins JP, Roberts CM (2004) Effects of Artisanal Fishing Reefs. Conserv Biol 18:215-226
- Hayward PJ, Ryland JS (1990) The marine fauna of the British Isles and North-West Europe, Clarendon Press, 688p
- Heck Jr. KL, Hays G, Orth RJ (2003) Critical evaluation of the nursery role hypothesis for seagrass meadows. Mar Ecol Prog Ser 253:123-136
- Hemminga MA, Duarte CM (2000) Seagrass Ecology. Cambridge University Press, Cambridge
- Hertweck G (1994) Zonation of Benthos and Lebensspuren in the Tidal Flats of the Jade Bay, Southern North Sea. Senckenb Marit 24:157-170
- Hertweck G (1995) Distribution patterns of characteristic sediment bodies and benthos populations in the Spiekeroog backbarrier tidal flat area, southern North Sea. I. Results of a survey of tidal flat structure 1998-92. Senckenb Marit 26:81-94
- Heuers J, Jaklin R, Zühlke R, Dittman S, Günther CP, Hildenbrandt H, Grimm V (1998) A model on the distribution and abundance of the tube-building polychaeta *Lanice conchilega* (Pallas, 1766) in the intertidal of the Wadden Sea. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 28:207-216
- Hewitt JE, Legendre P, McArdle BH, Thrush SF, Bellehumeur C, Lawrie SM (1997) Identifying relationships between adult and juvenile bivalves at different spatial scales. J Exp Mar Biol Ecol 216:77-98
- Hilgerloh G, O'Halloran J, Kelly T, Burnell G (1999) The influence of Oysterculture structures on birds in a sheltered Irish estuary. J Shell Res 18:718
- Hilgerloh G, O'Halloran J, Kelly T, Burnell G (2001) A preliminary study on the effects of oyster culturing structures on birds in a sheltered Irish estuary. Hydrobiologia 465:175-180
- Hily C (1984) Variabilité de la Macrofaune Benthique dans les Milieux Hypertrophiques de la Rade de Brest. Thèse d'état de l'Université de Bretagne Occidentale, Vol.1, 359p, Vol.2, 337p

- Hily C, Le Bris H, Glémarec M (1986) Impacts biologiques des émissaires urbains sur les écosystèmes benthiques. *Oceanis* 12:419-426
- Holme NA (1950) The bottom fauna of the Great West Bay. *J Mar Biol Ass UK* 29:163-183
- Holme NA (1961) The bottom fauna on the English Channel. *J Mar Biol Ass UK* 41:397-461
- Holthe T (1986) Polychaeta terebellomorpha. *Marine Invertebrates of Scandinavia N°7*. Norwegian University Press, Oslo, 194p
- Hudson G (1762) *Flora Anglica ; exhibens pantas per regnum Angliae sponte crescentes distributas secundum systema sexuale*, Londres
- Hulscher JB (1964) Scholeksters en Lamellibranchiaten in de Waddenzee. *Levende Natuur* 67:80-85
- Hurel G, Eve JL (2006) Iles Chausey, histoire des toponymes. Aquarelles, 152p
- I -
- Irish KE, Norse EA (1996) Scant emphasis on marine biodiversity. *Conserv Biol* 10:680
- J -
- Jacobs RPWM (1979) Distribution and aspects of the production and biomass of eelgrass, *Zostera marina* L., at Roscoff, France. *Aquat Bot* 7:151-172
- Jacobs RPWM (1982) Reproductive strategies of two species (*Zostera marina* and *Z. noltii*) along the western European coast. Ages 57-62. *In* : Symoens JJ, Hooper SS, Compère P (Eds.) *Studies in Aquatic Vascular plants*. Royal Botanical Society of Belgium, Brussels
- Jamieson GS, Chew L, Gillespie G, Robinson A, Bendell-Young L, Heath W, Bravender B, Tompkins A, Nishimura D, Doucette P (2004) Phase 0 Review of the Environmental Impacts of Intertidal Shellfish Aquaculture in Baynes Sound. *Aqua KE Gov Doc* 4100110
- Jaramillo E, Bertran C, Bravo A (1992) Mussel biodeposition in an estuary in southern Chile. *Mar Ecol Prog Ser* 82:85-94
- Jegou AM, Crézé JY (1977) Groupe de travail parcs et réserves en milieu marin. Site étudié : les îles Chausey, nov 1997. CNEXO Unité littorale et Ministère de l'Env. Direction de la protection de la nature, 126p
- Jeffreys JG (1865) *British conchology*. Volume 6:95-96
- Johannes RE, Hatcher BG (1986) Shallow tropical marine environments. *In* : Soulé Me (Ed.) *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*. Sinauer associates, Sunderland, Massachusetts, 371-382
- Jones CG, Lawton JH, Shachak M (1994) Organisms as ecosystem engineers. *Oikos* 69:373-386
- Jones NS (1951) Marine bottom communities. *J Anim Ecol* 20:132
- Jones PJS (1994) A review and analysis of the objectives of marine nature reserves. *Ocean Coast Manage* 23:149-178
- Jones PJS (2002) Marine protected areas: issues, divergences and the search for a middle ground. *Rev Fish Biol Fisher* 11:197-216
- Jones SE, Jago CF (1993) In situ assessment of modification of sediment properties by burrowing invertebrates. *Mar Biol* 115:133-142
- Jonin M (1973) Les différents types granitiques de la Manciella et l'unité du batholite manceau (Massif armoricain). *CR Acad Sci Paris* 277:281-284
- Jonin M (1977) Géologie des Iles Chausey. *Penn ar Bed « Les Iles Chausey »* 88:12-18
- Jonin M, Guyomarc'h JP (1977) Chausey, victime du tourisme. *Penn ar Bed « les Iles Chausey »* 88:43-47
- Joubin L (1909) Recherches sur la répartition océanographique des végétaux marins dans la région de Roscoff. *An Inst Océan Paris* 1:1-17
- Joubin L (1910) Etude sur les gisements de mollusques comestibles des côtes de France. La Baie de Cancale. *Bull Inst Oceanogr* 174, 34p
- Joyeux-Laffuie J (1882) Organisation et développement de l'*Oncidium celticum*, Cuvier. *Arch Zool Exp Gén* 10:225-383
- Joyeux-Laffuie J (1891) Compte-rendu de l'excursion zoologique. *Bull Soc Linn Normandie* 4:196-203
- K -
- Kaiser MJ, Broad G, Hall SJ (2001) Disturbance of intertidal soft-sediment benthic communities by cockle hand raking. *J Sea Res* 45:119-130
- Kaiser MJ, Collie JS, Hall SJ, Jennings S, Poiner IR (2002) Modification of marine habitats by trawling activities: prognosis and solutions. *Fish Fish* 3:114-136
- Kaiser MJ, Edwards DB, Spencer BE (1996) Infaunal community changes as a result of commercial clam cultivation and harvesting. *Aquat Living Resour* 9:57-63

- Kaiser MJ, Laing I, Utting SD, Burnell GM (1998) Environmental impacts of bivalve mariculture. *J Shell Res* 17:59-66
- Kaiser MJ, Spencer BE (1996) The effect of beam-trawl disturbance on infaunal communities in different habitats. *J Anim Ecol* 56:348-358
- Kaspar HF, Gillespie PA, Boyer IC, MacKenzie AL (1985) Effects of mussel aquaculture on the nitrogen cycle and benthic communities in Kenepuru Sound, Marlborough Sounds, New Zealand. *Mar Biol* 85:127-136
- Kaufman L (1988) Marine biodiversity: the sleeping dragon. *Conserv Biol* 2:307-308
- Kelleher G, Bleakley C, Wells S (1995) Priority areas for a global representative system of marine protected areas. Four volume report to the World Bank Environment Department, Washington DC
- Kelleher G, Kenchington RA (1992) Guidelines for establishing marine protected areas. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK
- Kelly JP, Evens JG, Stallcup RW, Wimpfheimer D (1996) Effects of aquaculture on habitat use by wintering shorebirds in Tomales Bay, California. *Calif Fish Game* 82:160-174
- Kessler M (1963) The development of *Lanice conchilega* (Pallas) with consideration about its biology. *Helgol Meeresunters* 8:425-476
- Kochin BF, Levin PS (2003) Lack of concern deepens the ocean's problems. *Nature* 424:723
- Kostylev VE, Todd BJ, Fader GBK, Courtney RC, Cameron GDM, Pickrill RA (2001) Benthic habitat mapping on the Scotian Shelf based on multibeam bathymetry, surficial geology and seafloor photographs. *Mar Ecol Prog Ser* 219:121-137
- Krost P, Chrzan T, Schomann H, Rosenthal H (1994) Effects of a floating fish farm in Kiel Fjord on the sediment. *J Appl Ichthyol* 10:353-361
- Kumaraswamy Achary GP (1969) Sabellariids as associated of other invertebrates and their role in the formation of benthic animal communities. *J Mar Biol Ass India* 11:198-202

- L -

- Lacaze JC (Coord.) (1987) Livre Rouge des espèces menacées en France. Tome 2 : Espèces marines et littorales menacées. Editions du MNHN, Paris, 355p
- LaGro J (1991) Assessing patch shape in landscape mosaics. *Photogrammetric Eng Remote Sens* 57:285-93
- Lami R (1930) Un essai de propagation du *Fucus lutarius* dans la Rance. *Rev algol* 5:230-231
- Lami R (1931) Le *Fucus lutarius* Ktz. dans ses stations françaises de la Manche occidentale. *In* : Travaux de cryptogamie dédiés à Louis Mangin, Paris, 361-372
- Lami R (1933) Etat de la flore marine dans la région malouine en 1933. *Bull Lab Marit Saint-Servan* 11:11-13
- Lami R (1937) Sur l'état de quelques herbiers de la région malouine en 1937. *Bull Lab Marit Dinard* 19:1-3
- Lami R (1972) Florule Algologique des Iles Chausey par Gontran Hamel. *Bull Lab Marit Dinard* 1:225-241
- Landres PB, Verner J, Thomas JW (1988) Ecological uses of vertebrates indicator species: a critique. *Conserv Biol* 2:316-328
- Latrouite D, Claude S (1981) Observations sur le cycle complet d'élevage de palourdes et de clams en surélévation. *CIEM, C. M.* 1981/F:44, 12 p
- Le Danois E (1925) Recherches sur les fonds chalutables des côtes de Tunisie et d'Algérie. *Mem Off Sc Techn Pêches Marit* 3
- Le Dréan-Quenec'hdu S, Maheo R, Boret P (1995) Mont St-Michel bay: a site of international importance for wintering and migrating palearctic waders. *Wader Study Group Bull* 77:50-54
- Le Dréan-Quenec'hdu S, Maheo R, Boret P (1998) Les limicoles. *Penn ar Bed* 169 "La Baie du Mont St-Michel":1-10
- Le Mao P, Gerla D (1998) La conchyliculture. *Penn ar Bed* 169 "La Baie du Mont St-Michel":28-37
- Le Monnier Y (1997-1998) Les coléoptères carabiques des Iles Chausey, premier inventaire. *L'Argiope* 18-19:65-76
- Le Monnier Y (1998) Les coléoptères carabiques des Iles Chausey. *L'Argiope* 21:36-38
- Le Pape O, Guerault D, Desaunay Y (2004) Effect of an invasive mollusc, American slipper limpet *Crepidula fornicata*, on habitat suitability for juvenile common sole *Solea solea* in the Bay of Biscay. *Mar Ecol Prog Ser* 277:107-115
- Leakey RE, Lewin R (1996) The sixth extinction. Biodiversity and its survival. Weidenfeld and Nicolson, London, 271p

- Leclerc MC, Barriel V, Lecointre G, de Reviers B (1998). Low divergence in rDNA sequences among five species of *Fucus* (Phaeophyceae) suggests a very recent radiation. *J Mol Evol* 46:115-120
- Lecointre G, Le Guyader H (2006) Classification phylogénétique du vivant. Belin, Paris, 559p
- Lehane C, Davenport J (2002) Ingestion of mesozooplankton by three species of bivalve: *Mytilus edulis*, *Cerastoderma edule* and *Aequipecten opercularis*. *J Mar Biol Assoc* 82:615-619
- Leneveu P (1992) La communauté d'oiseaux marins et nicheurs aux Iles Chausey : structure et évolution du peuplement. Particularités liées à l'éco-éthologie du Tadorne de Belon. Thèse vétérinaire, Nantes, 170p
- Leneveu P (1993) La pétrel tempête (*Hydrobates pelagicus*) et le puffin des Anglais (*Puffinus puffinus*) nichent-ils à la réserve de Chausey ? *Le Cormoran* 8:283-288
- Leneveu P, Debout G (1994) Déplacements des tadornes de belon de l'archipel de Chausey vers la Baie du Mont St-Michel en période de reproduction. *Alauda* 62:81-90
- Levin PS, Kochin BF (2004) Publication of Marine Conservation Papers: Is Conservation Biology Too Dry? *Conserv Biol* 18:1160-1162
- Lewis JR (1964) The ecology of the rocky shores. The English University Press LTD, London, 323p
- Lindegarth M, Jonsson PR, André C (2002) Physical and numerical modeling of the role of hydrodynamic processes on adult-larval interactions of a suspension-feeding bivalve. *J Mar Res* 60:499-516
- Littorin B, Gilek M (1999) A photographic study of the recolonization of cleared patches in a dense population of *Mytilus edulis* in the Northern Baltic proper. *Hydrobiologia* 393:211-219
- Livory A (1995) Rubrique Chausey. *L'Argiope* 10:28-30
- Livory A (1996) Nouvelles recherches sur les Invertébrés des Iles Chausey. *L'Argiope* 13:9-13
- Livory A (1997) Stage de Chausey du 21 au 30 juin. *L'Argiope* 17:17-28
- Livory A (1997-1998) Crabes de la Manche. Le point des connaissances. *L'Argiope* 18/19:18-64
- Livory A (1998) Chausey : séjour glacial, moisson fructueuse. *L'Argiope* 21:22-35
- Livory A (2000a) Invertébrés de Chausey : mises à jour et nouveautés. Un nouvel inventaire : les isopodes marins. *L'Argiope* 27:39-46
- Livory A (2000b) *Onchidiella celtica* : une nouvelle espèce pour la Normandie. *L'Argiope* 31/32:27-34
- Livory A (2002) Faune de Chausey (suite) - I. Faune marine. *L'Argiope* 37:24-31
- Lloyd J (1847 à 1894) Algues de l'Ouest de la France, exsiccata n°1 à 480, 24 fascicules, Nantes
- Locard A (1886) Prodrome de malacologie française. Catalogue général des Mollusques vivants de France. Mollusque Marins. Baillière, Paris, 779p
- Lucas A (1973) Une échelle de cotation des milieux naturels. *Penn ar Bed* 72:1-5
- Luckenbach MW (1986) Sediment stability around animal tubes: The role of hydrodynamic process and biotic activity. *Limnol Oceanogr* 31:779-787
- Lundin CG, Lindén O (1993) Coastal ecosystem: attempts to manage a threatened resource. *Ambio* 22:468-473

- M -

- Majeed SA (1987) Organic matter and biotic indices on the beaches of North Brittany. *Mar Poll Bull* 18:490-495
- Marcano G, Bhaud M (1995) New observations on the terebellid (Polychaeta) aulophore larvae on the French coasts. *Ophelia* 43:229-244
- Margalef R (1958) Information theory in ecology. *General Systems* 3:36-71
- Marty R (1997) Biologie de la reproduction et du développement de deux espèces d'annélides polychètes *Nereis diversicolor* (O.F. Müller) et *Perinereis cultrifera* Grube. Thèse de l'Université de Rennes
- Mattsson J, Linden O (1983) Benthic macrofauna succession under mussels, *Mytilus edulis* L. (Bivalvia), cultured on hanging long lines. *Sarsia* 68:97-102
- Mazurié J, Claude S & al. (1993) Résultats du réseau de suivi des élevages et gisements naturels de palourdes en Bretagne en 1991. Rapport interne Ifremer, RIDRV-93-012- RA/Trinité sur Mer, 20p
- McClanahan TR (1999) Is there a future for coral reef parks in poor tropical countries? *Coral reefs* 18:321-325
- McKindsey CW, Thetmeyer H, Landry T, Silvert W (2006) Review of recent carrying capacity models for bivalve culture and recommendations for research and management. *Aquaculture* 261:451-462
- Menzies RJ, Zaneveld JS, Pratt RM (1967) Transported turtle grass as a source of organic enrichment of abyssal sediments off North Carolina. *Deep-Sea Res* 14:111-112
- Micoud A (1995) Le bien commun des patrimoines. *In* : Patrimoine culturel, patrimoine naturel. Colloque 12-13 décembre 1994, Ecole du patrimoine, Paris, La Documentation française, 25-38

- Mills LS, Soulé ME, Doak DF (1993) The key-stone-species concept in ecology and conservation. *Bio-Science* 43:219-224
- Milne-Edwards H, Audouin V (1832) Deuxième voyage sur les côtes de la Manche - Séjour aux Iles Chausey - Fabrication de la soude de varec - Observation sur le mode de reproduction des ascidies composées - Recherches sur l'organisation des polypes et des éponges, etc. *In* : Milne-Edwards H, Audouin V, Recherches pour servir à l'histoire naturelle du littoral de la France ou recueil de mémoires sur l'anatomie, la physiologie, la classification et les moeurs des animaux de nos côtes. Editeur des Annales des sciences naturelles, Paris, 51-84
- Miossec A (1993) La gestion de la nature littorale en France Atlantique, étude comparative : Royaume-Uni, Pays-Bas, Espagne, Etats-Unis. Thèse de l'Université de Brest
- Miossec A (1998) Les littoraux entre nature et aménagement. Sedes, 192p
- Miranda F (1931) Sobre las algas y cianofecias del Cántabrico especialmente de Gijón. *Trabajos museo nacional ciencias naturales. Serie botánica* 25:1-106
- Molander AR (1930) Animal communities on soft bottom area in the gulfmar fjord. *Kristinebergs Zoologisk Station, Uppsala*, 1-90
- Molinier R, Picard J (1953) Recherches analytiques sur les peuplements littoraux se développant sur substrat solide. *Rec Trav Stat Mar Endoume* 9(4)
- Monod T (1954) Bathyfolages, Plongées profondes. Julliard, 213p
- Moore CG, Saunders GR, Herries DB (1998) The status and ecology of reefs of *Serpula vermicularis* L. (*Polychaeta, Serpulidae*) in Scotland. *Aquat Conserv: Mar Freshwat Ecosyst* 8:645-656
- Mora C, Andrefouet S, Costello MJ, Kranenburg C, Rollo A, Veron J, Gaston KJ, Myers RA (2006) Coral Reefs and the Global Network of Marine Protected Areas. *Science* 312:1750-1751
- Muehlstein LK (1989) Perspectives on the wasting disease of eelgrass *Zostera marina*. *Dis Aquat Org* 7:211-221
- Munkes B (2005) Eutrophication, phase shift, the delay and the potential return in the Greifswalder Bodden, Baltic Sea. *Aquat Sci* 67:372-381
- Muxika I, Borja A, Bald J (2007) Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive. *Mar Poll Bull* 55:16-29
- Muxika I, Borja A, Bonne W (2005) The suitability of the marine biotic index (AMBI) to new impact sources along European coasts. *Ecol Indic* 5:19-31

- N -

- Naylor RL, Goldberg R, Primavera J, Kautsky N, Beveridge MCM, Clay J, Folke C, Lubchenco J, Mooney HA, Troell M (2000) Effect of aquaculture on world fish supply. *Nature* 405:1017-1024
- Newell RC, Seiderer LJ, Hitchcock DR (1998) The impact of dredging works in coastal waters: a review of the sensitivity to disturbance and subsequent recovery of biological resources on the sea bed. *Oceanogr Mar Biol Annu Rev* 36:127-178
- Newell RIE (2004) Ecosystem influences of natural and cultivated populations of suspension-feeding bivalve molluscs: a review. *J Shellfish Res* 23:51-61
- Nicolaidou A (2003) Observations on the re-establishment and tube construction by adults of the polychaeta *Lanice conchilega*. *J Mar Biol Assoc UK* 83:1223-1224
- Nienburg W (1927) Zur Okologie der Flora des Wattenmeeres. I. Teil. Der Königshafen bei List auf Sylt. *Wiss. Meeresunter* 20:146-196
- Nikodic J (1981) Dynamique sédimentaire de la baie du Mont Saint-Michel : Influence des installations conchylicoles. Thèse de doctorat de l'Université de Nantes, 180p
- Nizzoli D, Welsh DT, Bartoli M, Viaroli P (2005) Impacts of mussel (*Mytilus galloprovincialis*) farming on oxygen consumption and nutrient recycling in a eutrophic coastal lagoon. *Hydrobiologia* 550 :183-198
- Noël PY, De Noter C, D'Udekem d'Acoz C (1995) Les crustacés décapodes des Iles Chausey. *In* : Noël PY, De Noter C, D'Udekem d'Acoz C, Inventaire et cartographie des invertébrés comme contribution à la gestion des milieux naturels français. Actes du séminaire tenu à Limoges les 17, 18 et 19 novembre 1995, 10-18
- Norse EA (1994) Global Marine Biological Diversity. Island Press, Washington, 384p
- Norse EA, Crowder LB (Eds.) (2005) Marine Conservation Biology. Island Press, Washington, 470p
- Noss RF (1990) Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conserv Biol* 4:355-364
- Nowell ARM, Jumars PA, Eckman JE (1981) Effects of biological activity on the entrainment of marine sediments. *Mar Geol* 42:133-153

- Nughes MM, Kaiser MJ, Spenser BE, Edwards DB (1996) Benthic community changes associated with intertidal oyster cultivation. *Aquac Res* 27:913-924

- O -

- O'Connor RJ, Brown RA (1977) Prey depletion and foraging strategy in the Oystercatcher *Haematopus ostralegus*. *Oecologia* 27:75-92

- Oberthur J (1937) Gibiers de notre pays. Livre second : Gibiers marins. Librairie des Champs Elysées, Paris, 317p

- Ochieng CA, Erftemeijer PLA (1999) Accumulation of seagrass beach cast along the Kenyan coast: a quantitative assessment. *Aquat Bot* 65:221-238

- Olivier F, Fournier J (2007) Acquisition des données biologiques (Invertébrés de substrat meuble) complémentaires à la définition du réseau de surveillance en application de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) : Rapport final de l'action 1 des campagnes 2006 de l'Archipel de Chausey au Cap Lévy (Masses d'eau HCO1 à HC06), 22p

- Ollivier MT (1968) Etude des peuplements de Zostères, Lanice et Sabelles de la Région Dinardaise. Thèse de l'Université d'Aix-Marseille, 54p

- Ormerod S (2003) Current issues with fish and fisheries: editor's overview and introduction. *J Appl Ecol* 40:204-213

- Orth RJ, Carruthers TJB, Dennison WC, Duarte CM, Fourqurean JW, Heck Jr KL, Hugues AR, Kendrick GA, Kenworth WJ, Olyarnik S, Short FT, Waycott M, Williams SL (2006b) A global crisis for seagrass ecosystems. *BioScience* 56:987-996

- Orth RJ, Luckenbach ML, Marion SR, Moore KA, Wilcox DJ (2006a) Seagrass recovery in the Delmarva Coastal Bays, USA. *Aquat Bot* 84:26-36

- Oudemans CAJA, Conard JFW, Maats Jr P, Bouricius LJ (1870) Verslag der Staatscommissie in zake de wiermaayery. *In* : Verslag aan den Koning over de Openbare Werken in het jaar 1869, 199-231

- P -

- Paine RT (1966) Food web complexity and species diversity. *Am Nat* 100:65-75

- Paine RT (1969) A note on trophic complexity and community stability. *Am Nat* 103:91-93

- Pastoureau M (2007) L'ours, histoire d'un roi déchu. Seuil, Paris, 432p

- Patterson IJ (1982) The Shelduck: A study in behavioural ecology. Cambridge University Press, 276p

- Pawlik J, Butman CA (1993) Settlement of a marine tube worm as a function of current velocity, interacting effects of hydrodynamics and behavior. *Limnol Oceanogr* 38:1730-1740

- Pearse AS, Humm HJ, Wharton GW (1942) Ecology of sand beaches at Beaufort, N.C., *Ecol Monogr* 12:137-190

- Pearson T, Rosenberg R (1978) Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr Mar Biol* 16:229-311

- Pérès JM (1957) Essai de classement des communautés benthiques marines du globe. *Rec Trav Stat Mar Endoume* 22:23-54

- Pérès JM, Picard J (1964) Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec Trav Stat Mar Endoume* 31, 137p

- Petersen B, Exo KM (1999) Predation of waders and gulls on *Lanice conchilega* tidal flats in the Wadden Sea. *Mar Ecol Prog Ser* 178:229-240

- Petersen CG (1913) Valuation of the sea. The animal communities of the sea-bottom and their importance for marine zoogeography. *Rep Danish Biol Stat* 21:1-42

- Petersen CG (1915) On the animal communities of sea-bottom in the Shagerrak, the Christiana fjord and the danish waters. *Rep Danish Biol Stat* 23:3-28

- Petersen CG (1918) The sea-bottom and its production of Fish-food. *Rep Dan Biol Stat* XXV, 62p

- Piersma T, Koolhaas A, Dekinga A, Beukema JJ, Dekker R, Essink K (2001) Long-term effects of mechanical cockle-dredging on intertidal bivalve stocks in the Wadden Sea. *J Appl Ecol* 38:976-990

- Pinchemel P, Pinchemel G (1997) La face de la Terre. Armand Colin/Masson, Paris, 517p

- Pirazzoli P (1976) Les variations du niveau marin depuis 2000 ans. Mémoires du Laboratoire de géomorphologie de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes 30, 421p

- Pouchard O (1992) Les oiseaux nicheurs de la Grande Ile de Chausey. *Le Cormoran* 6:293-298

- Powell HT (1963) Speciation in the genus *Fucus* L. and related genera. *In* : Harding JP, Tebble N (Eds.) *Speciation in the Sea*, System Assn Pub, London 5:63-77

- Price ARG (2002) Simultaneous "hotspots" and "coldspots" of marine biodiversity and implications for global conservation. *Mar Ecol Prog Ser* 241:23-27

• Pruvot G (1895) Distribution générale des invertébrés dans la région de Banyuls. Arch Zool Exp Gen Ser 3 t3

- Q -

• Quéro JC Vayne JJ (1998) Les fruits de la mer et plantes marines des pêches françaises. Delachaux et Niestlé / Ifremer, 256p

• Quinn GP, Keough MJ (2002) Experimental design and data analysis for biologists. Cambridge University, Cambridge, 560p

- R -

• Rabout M, Guilini K, Van Hoey G, Vincx M, Degraer S (2007) A bio-engineered soft-bottom environment: the impact of *Janice conchilega* on the benthic species-specific densities and community structure. Estuar Coast Shelf S Doi:10.1016/j.ecss.2007.05.041

• Rabinowitz D, Cairns S, Dillon T (1986) Seven forms of rarity and their frequency in the British Isles. In : Soule ME (Ed.) Conservation Biology: the science of scarcity and diversity, Sinauer, 182-204

• Rasmussen E (1973) Systematics and ecology of the Isefjord marine fauna (Denmark). Ophelia 11:1-430

• Rasmussen E (1977) The wasting disease of eelgrass (*Zostera marina*) and its effects on environmental factors and fauna. In : Mc Roy CP, Hellferish C (Eds.) Seagrass Ecosystems, a scientific perspective. Marcel Dekker, New-York, p 1-51

• Ray GC (1999) Coastal-marine protected areas: agonies of choice. Aquat Conserv 9:607-614

• Read P, Fernandes T (2003) Management of environmental impacts of marine aquaculture in Europe. Aquaculture 226:139-163

• Reed BJ, Hovel KA (2006) Seagrass habitat disturbance: how loss and fragmentation of eelgrass *Zostera marina* influences epifaunal abundance and diversity. Mar Ecol Prog Ser 326:133-143

• Reigersman CJA, Houben GFH, Havinga B (1939) Rapport omtrent den invloed van de wierziekte op den achteruitgang van de wierbedrijven, met Bijlagen. Provinciale Waterstaat in Noord-Holland, Haarelm

• Reise K (1985) Tidal Flat Ecology. Springer, Berlin, 191p

• Reise K, Ax P (1979) A meiofaunal "thiobios" limited to the anaerobic sulphide system of marine sand does not exist. Mar Biol 54:225-237

• Reise K, Herre E, Sturm M (1989) Historical changes in the benthos of the Wadden Sea around the island of Sylt in the North Sea. Helgol Meeresunters 43:417-433

• Reise K, Jager Z, de Jong D, van Katwijk M, Schanz A (2005) Seagrass. In: Essink K, Dettmann C, Farke H, Laursen K, Lüerßen G, Marencic H, Wiersinga W (Eds.) Wadden Sea Quality Status Report 2004 – Wadden Sea Ecosystems No. 19, Wilhelmshaven, 201-207

• Retiere C (1979). Contribution à la connaissance des peuplements benthiques du Golfe Normanno-Breton. Thèse de doctorat de l'Université de Rennes, 431p

• Retraubun ASW, Dawson M, Evans SM (1996) The role of the burrow funnel in feeding process in the lugworm *Arenicola marina* (L.). J Exp Mar Biol Ecol 202:107-118

• Rhoads DC (1976) Organism-sediment relationships. In : Boudreau BP, Jørgensen (Eds.) The benthic boundary layer. Plenum Press, New-York, 440p

• Rhoads DC, Young DK (1970) The influence of deposit-feeding organisms on sediment stability and community trophic structure. J Mar Res 28:150-177

• Richard M, Archambault P, Thouzeau G, Desrosiers G (2007b) Summer influence of 1 and 2 yr-old mussel cultures on benthic fluxes in Grande-Entrée lagoon, Îles-de-la-Madeleine (Québec, Canada). Mar Ecol Prog Ser 338:131-143

• Richard M, Archambault P, Thouzeau G, McKindsey CW, Desrosiers G (2007a) Influence of suspended scallop cages and mussel lines on pelagic and benthic biogeochemical fluxes in Havre-aux-Maisons lagoon, Îles-de-la-Madeleine (Quebec, Canada). Can J Fish Aquat Sci 11:1491-1505

• Richmond RH (1994) Coral reef resources: Pollution's impacts. Forum App Re Publ Pol 9:54-57

• Riedl R (1983) Fauna und flora des Mittelmeeres. Verlag Paul Parey, Berlin, 836p

• Riesen W, Reise K (1982) Macrobenthos of the subtidal Wadden Sea, Revisited after 55 years. Helgol Meeresunters 35:409-423

• Rijnsdorp AD., Vingerhoed B (2001) Feeding of plaice *Pleuronectes platessa* L. and sole *Solea solea* (L.) in relation to the effects of bottom trawling. J Sea Res 45:219-229

• Robbins BD (1997) Quantifying temporal change in seagrass areal coverage: the use of GIS and low resolution aerial photography. Aquat Bot 58:259-267

- Roberge JM, Angelstame P (2004) Usefulness of the Umbrella Species Concept as a Conservation Tool. *Conserv Biol* 18:76-85
- Robert R, Deltreille JP (1990) Elevage de la Palourde japonaise *Ruditapes philippinarum* dans le bassin d'Arcachon, bilan des dix dernières années et perspectives de développement. Rapport IFREMER. Arcachon, 21p
- Roberts CM, McClean CJ, Veron JEN, Hawkins JP, Allen GR, Mc Allister DE, Mittermeier CG, Schueler FW et al. (2002) Marine Biodiversity Hotspots and Conservation Priorities for Tropical Reefs. *Science* 295:1280-1284
- Robin M, Verger F (1996) Pendant la protection, l'urbanisation continue. *Les Ateliers du Conservatoire du littoral* 13, 12p
- Rolan E, Otero-Schmitt J (1996) *Guia dos Moluscos de Galicia*. Galaxia, Vigo, 318p
- Ropert M (1999) Caractérisation et déterminisme du développement d'une population de l'annélide tubicole *Lanice conchilega* (Pallas, 1766) (Polychète, Térébellidé) associé à la conchyliculture en Baie des Veys (Baie de Seine occidentale). Thèse du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 172p
- Ropert M, Dauvin JC (2000) Renewal and accumulation of a *Lanice conchilega* (Pallas) population in the Baie des Veys, western Bay of Seine. *Oceanol Acta* 23:529-546
- Ropert M, Gouletquer P (2000) Comparative physiological energetics of two suspension feeders: polychaete annelid *Lanice conchilega* (Pallas 1766) and Pacific cupped oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg 1795). *Aquaculture* 181:171-189
- Rosenberg R, Blomqvist M, Nilsson HC, Cederwall H, Dimming A (2004) Marine quality assessment by use of benthic species-abundance distributions: a proposed new protocol within the European Union Water Framework Directive. *Mar Poll Bull* 49:728-739
- Rossa HD, Da Silva JM (2003) Natura 2000 network: what's the underlying ethics? *In* : 4th congress of the European Society for Agricultural and Food Ethics, Toulouse, France, march 20-22, 2003, 86-91
- Roxas Clemente y Rubio S (1807) *Ensayo sobre las variedades de la vid comun que vegetan en Andalucía, con un índice etimológico y tres listas de plantas en que se caracterizan varias especies nuevas*, Madrid
- Roycroft D, Kelly TC, Lewis LJ (2004) Birds, seals and the suspension culture of mussel in bantry Bay, a non-seaduck area in Southwest Ireland. *Est Coast Shelf Sci* 61:703-712
- Russell FS (1925) On the occurrence, ecology and behaviour of *Onchidella celtica* (Cuvier) on the Cornish Coast. *J Mar Biol Assoc UK* 13:981-982

- S -

- Sale PF, Hanski I, Kritzer JP (2006) The merging of metapopulation theory and marine ecology, establishing the historical context. *In* : Kritzer JP, Sale PF (Eds.) *Marine metapopulations*. Academic, New York, 3-28
- Samoily MA, Martin-Smith KM, Giles BG, Cabrera B, Anticamara JA, Brunio EO, Vincent ACJ (2007) Effectiveness of five small Philippines' coral reef reserves for fish populations depends on site-specific factors, particularly enforcement history. *Biol Conserv* 136:584-601
- Sauvageau C (1908) Sur deux *Fucus* récoltés à Arcachon (*F. platycarpus* et *F. lutarius*). *Bull Station Biol Arcachon* 11:170-223
- Sauvageau C (1923) A propos de quelques *Fucus* du Bassin d'Arcachon. Chapitre III *F. lutarius*. *Bull Station Biol Arcachon* 20:55-74
- Sauvageau C (1927) Sur le *Fucus lutarius* et sur l'iode libre de certaines algues. *Bull Stat Biol Arcachon* 24:75-77
- Scherrer B (1984) *Biostatistique*. Gaëtan Morin (Ed.). Boucherville, Québec, 850p
- Schwinghammer P, Guigné PY, Siu WC (1995) Quantifying the impact of trawling on benthic habitat structure using high resolution acoustic and chaos theory. *J Fish Aquat Sci* 53:288-296
- Sebens KP (1994) Biodiversity of coral reefs: What are we loosing and why? *Am Zool* 34:115-133
- Sebillot P (1968) *Le folklore de France. II : la mer et les eaux douces*. Maisonneuve & Larose, Paris
- Seurat LG (1940) La répartition actuelle et passée des organismes de la zone néritique de la Méditerranée Nord-Africaine (Algérie. Tunisie). *In* : Lechevalier P (Ed.) *Contribution à l'étude de la répartition actuelle et passée des organismes de la zone néritique*, Paris, 139-179
- Shannon CE, Weaver W (1949) *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana, 125p
- Short FT, Burdick DM, Wolf J, Jones GE (1993) *Eelgrass in Estuarine Research Reserves Along the East Coast, U.S.A., Part I: Declines from Pollution and Disease. Part II: Management of Eelgrass Meadows*. NOAA – Coastal Ocean Program Publication

- Short FT, Ibelings BW, den Hartog C (1988) Comparison of a current eelgrass disease to the wasting disease of the 1930's. *Aquat Bot* 30:295-304
 - Short FT, Mathieson AC, Nelson JI (1986) Recurrence of the eelgrass wasting disease at the border of New Hampshire and Marine, USA. *Mar Ecol Prog Ser* 29:89-92
 - Short FT, Wyllie-Echeverria S (1996) Natural and human-induced disturbance of seagrass. *Environ Conserv* 23:17-27
 - Shrader-Frechette KS, McCoy ED (1993) *Method in Ecology. Strategies for Conservation*. Cambridge University Press, Cambridge, 340p
 - Simberloff D (1998) Flagships, umbrellas, and keystones: is single-species management passé in the landscape era? *Biol Conserv* 83:247-257
 - Simboura N (2004) Benthic index vs Biotic Index in monitoring: an answer to Borja & al., 2003. *Mar Poll Bull* 48:403-404
 - Simboura N, Zenetos A (2002) Benthic indicators to use in Ecological Quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystems, including a new Biotic Index. *Medit Mar S* 3:77-111
 - Simenstad CA, Fresh KL (1995) Influence of intertidal aquaculture on benthic communities in Pacific Northwest estuaries: scales of disturbance. *Estuaries* 18:43-70
 - Simpson EH (1949) Measurement of diversity. *Nature* 163:688
 - Smith J, Shackley SE (2004) Effects of a commercial mussel *Mytilus edulis* lay on a sublittoral, soft sediment benthic community. *Mar Ecol Prog Ser* 282:185-191
 - Snelgrove PVR, Butman CA (1994) Animal-sediment relationships revisited, Cause versus effects. *Oceanogr Mar Biol Annu Rev* 32:111-178
 - Sornin JM (1981) Processus sédimentaires et biodeposition liés à différents modes de conchyliculture – Baie de Cancale, Anse de l'Aiguillon et Bassin de Marennes-Oléron. Thèse de doctorat de l'Université de Nantes, 188p
 - Soulé ME (1985) What is conservation biology? *Bioscience* 35:727-734
 - Soulé ME (1986) *Conservation Biology. The Science of Scarcity and Diversity*. Sinauer, Sunderland, Massachusetts, 584p
 - Soulé ME, Wilcox BA (Eds.) (1980) *Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective*. Sinauer associates, Sunderland, Massachusetts, 395p
 - Spencer BE (1996) Clam cultivation: localised environmental effects. Results of an experiment in the River Exe, Devon (1991-1995). MAFF, Directorate of Fisheries Research, Conwy, Gwynedd., 10p
 - Spencer BE, Edwards DB, Millican PF (1991) Cultivation of Manila clam. Lab. Leaflet., MAFF Direct. Fish. Res., Lowestoft, 29p
 - Spencer BE, Kaiser MJ, Edwards DB (1996) The Effect of Manila Clam Cultivation on an intertidal Benthic Community: The Early Cultivation Phase. *Aquac Res* 27:261-276
 - Spencer BE, Kaiser MJ, Edwards DB (1997) Ecological effects of intertidal Manila clam cultivation: observations at the end of the cultivation phase. *J Appl Ecol* 34:444-452
 - Spencer BE, Kaiser MJ, Edwards DB (1998) Intertidal clam harvesting: benthic community change and recovery. *Aquac Res* 29:429-437
 - Stenton-Dozey JME, Jackson LF, Busby AJ (1999) Impact of mussel culture on macrobenthic community structure in Saldanha Bay, South Africa. *Mar Poll Bull* 39:357-366
 - Stephenson T, Stephenson TA (1949) The universal features of zonation between tide-marks on rockcoasts. *J Ecol* 37:289-305
 - Strasser M, Pieloth U (2001) Recolonization pattern of the polychaete *Lanice conchilega* on an intertidal sand flat following the severe winter of 1995/96. *Helgol Mar Res* 55:176-181
 - Strong DR (1992) Are trophic cascades all wet? Differentiation and donor-control in speciose ecosystems. *Ecology* 73:747-754
 - Suchanek TH (1994) Temperate coastal marine communities: biodiversity and threats. *Am Zool* 34:100-114
 - Sylvand B (1995). La Baie des Veys, 1972-1992 : structure et évolution à long terme d'un écosystème benthique intertidal de substrat meuble sous influence estuarienne. Thèse de l'Université de Caen, 409p
- T -
- Tenore KR, Boyer LF, Cal RM, Corral J, Garcia-Ferdandez C, Gonzalez N, Gonzalez-Gurmaran E, Hanson RB, Iglesias J, Krom M, Lopez-Jamar E, McClain J, Pamatmat MM, Perez A, Rhoads DC, de Santiago

G, Tietjen J, Westrich J, Windom HL (1982) Coastal upwelling in the Rias Bajos, N.W. Spain, contrasting benthic regimes of the Rias de Arosa and de Muros. *J Mar Res* 40:701-772

- Terrasson F (1997) *La peur de la nature*. Editions Sang de la Terre, 192p
- Terrasson F (2002) *En finir avec la nature*. Editions du Rocher, 309 p
- Thieltges DW (2005) Impact of an invader, epizootic American slipper limpet *Crepidula fornicata* reduces survival and growth in European mussels. *Mar Ecol Prog Ser* 286:13-19
- Thorson G (1952) Animal communities of the level Sea bottom. Colloque International CNRS Ecologie, Paris
- Thorson G (1957) Bottom communities (sublittoral or shallow shelf). *In* : Hedgpeth G (Ed.) *Treatise on marine and palaeo-ecology* Vol. 1. *Mem Geol Soc Am* 67:461-534
- Thorson G (1971) *Life in the sea*. McGraw-Hill. New-York, 256p
- Thrush SF, Cummings VJ, Dayton PK, Ford R, Grant J, Hewitt JE, Hines AH, Lawrie SM, Legendre P, McArdle BH, Pridmore RD, Schneider DC, Turner SJ, Whitlatch RB, Wilkinson MR (1997) Matching the outcome of small-scale density manipulation experiments with larger scale patterns: an example of bivalve adult/juvenile interactions. *J Exp Mar Biol Ecol* 216:153-169
- Thrush SF, Hewitt JE, Pridmore RD, Cummings VJ (1996) Adult/juvenile interactions of infaunal bivalves: contrasting outcomes in different habitats. *Mar Ecol Prog Ser* 132:83-92
- Tocquet MA, Clément J, Tocquet A (1957) Carte bathymétrique des Iles Chausey réalisée d'après un levé exécuté d'après des sondages hydrographiques effectués en 1954 et 1955. Electricité de France. Carte au 1:10.000ème
- Toupoint N (2005) Vénériculture et habitats intertidaux de l'archipel des Iles Chausey : le cas des banquettes à *Lanice conchilega*. Mémoire de Master II. Muséum National d'Histoire Naturelle, Université de Lille 1, 63p
- Toupoint N, Godet L, Olivier F, Fournier J, Retière C (2006) Mise à jour de la cartographie des habitats naturels marins relevant de Natura 2000 sur l'archipel de Chausey. Rapport DIREN Basse-Normandie, 22p
- Troll C (1939) Luftbildplan und ökologische Bodenforschung (Aerial photography and ecological studies of the earth). *Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde*, Berlin
- Trousseau E (1894) Note sur les acariens marins (Halacaridae) récoltés par M. Henri Gadeau de Kerville, sur le littoral du département de la Manche. *In* : Gadeau de Kerville H, *Recherches sur les faunes marines et maritimes de la Normandie : le voyage, région de Granville et îles Chausey, suivies de deux travaux* d'Eugène Canu et du Dr. E. Trouessart. Baillière, Paris, 139-176
- Turner G (1802) *A synopsis of the British Fuci*. Vol I, Londres

- U -

- Unep (United Nations Environment Programme) (2003) Journée Mondiale de l'Environnement du 5 juin 2003, www.unep.org

- V -

- Van Hoey G, Vincx M, Degraer S (2006) Abundance estimates of subtidal *Lanice conchilega* populations based on tube counts. *Helgoland Mar Res* 60:317-321
- Van de Kam J, Ens B, Piersma T, Zwart L (2003) *Shorebirds: an illustrated behavioural ecology*. KNNV Publishers, Utrecht, 368p
- Van der Heide T, van Nes E.H, Geerling GW, Smolders AJP, Bouma TJ, van Katwijk MM (in press) Positive feedbacks in seagrass ecosystems – implications for success in conservation and restoration. *Ecosystems* Doi 10.1007/s10021-007-9099-7
- Van Katwijk MM, Hermus DCR, de Jong DJ, Asmus RM, de Jonge VN (2000) Habitat suitability of the Wadden Sea for restoration of *Zostera marina* beds. *Helgol Mar Res* 54:117-128
- Vanderklift MA, Ward TJ (2000) Using biological survey data when selecting marine protected areas: an operational framework and associated risks. *Pac Conserv Biol* 6:152-161
- Verdier-Bonnet C, Carlotti F, Rey C, Bhaud M (1997) A model of larval dispersion coupling wind-driven currents and vertical larval behaviour, application to the recruitment of the annelid *Owenia fusiformis* in Banyuls Bay, France. *Mar Ecol Prog Ser* 160:217-231
- Verlaque M, Francour P, Sartoretto S (1999) Evaluation of the patrimonial value of marine biocenoses of the west side of Gargalu island Scandola integral reserve. *Travaux scientifiques du Parc Naturel Régional et des réserves Naturelles de Corse* 59:121-168
- Volkenborn N (2005) *Ecosystem engineering in intertidal sand by the lugworm *Arenicola marina**. Dissertation zur Erlangung eines Doktor der Naturwissenschaften. PhD Thesis, Dem Fachbereich Biologie/Chemie der uni Bremen, 133p
- Vorberg R (2000) Effects of shrimp fisheries on reefs of *Sabellaria spinulosa* (Polychaeta). *ICES J Mar Sci* 57:1416-1420

- W -

- Warwick RM (1986) A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Mar Biol* 92:557-562
- Warwick RM (1988) Analysis of community attributes of the macrobenthos of Frierfjord/Langesundfjord at taxonomic levels higher than species. *Mar Ecol Prog Ser* 46:167-170
- Warwick RM, Clarke KR (1995) New 'biodiversity' measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. *Mar Ecol Prog Ser* 129:301-305
- Warwick RM, Platt HM, Clarke KR, Agard J, Gobin J (1990) Analysis of macrobenthic community structure in relation to pollution and disturbance in Hamilton Harbour, Bermuda. *J Exp Mar Biol Ecol* 138:119-142
- Wells S, Burgess N, Ngusuru A (2007) Towards the 2012 marine protected area targets in Eastern Africa. *Ocean Coast Manage* 50:67-83
- Wentworth CK (1922) A scale of grade and class terms of clastic sediments. *J Geol* 30:377-392
- Weslawski JM, Kwasniewski S, Stempniewicz L, Blachowiak-Samolyk K (2006) Biodiversity and energy transfer to top trophic levels in two contrasting fjords. *Pol Polar Res* 27:259-278
- Wetlands International (2007) Water bird population estimates – Fourth Edition. Delany S, Scott D (Eds.), 239p
- Wetzel MA, Jensen P, Giere O (1995) Oxygen/sulfide regime and nematode fauna associated with *Arenicola marina* burrows: new insights in the thiobios case. *Mar Biol* 124:301-312
- Whaley SD, Burd Jr. JJ, Robertson BA (2007) Using estuarine landscape structure to model distribution patterns in nekton communities and in juveniles of fisheries species. *Mar Ecol Prog Ser* 330:83-99
- Wildish DJ, Hargrave BT, Pohle G (2001) Cost-effective monitoring of organic enrichment resulting from salmon mariculture. *J Mar Sci* 58:469-476
- Wilson DP (1949) The decline of *Zostera marina* L. at Salcombe and its effects on the shore. *J Mar Biol Ass UK* 28:395-412
- Wilson S, Blake C, Berges JA, Maggs CA (2004) Environmental tolerances of free-living coralline algae (maerl): implications for European marine conservation. *Biol Conserv* 120:279-289
- Witt J, Schroeder A, Knust R, Arntz WE (2004) The impact of harbour sludge disposal on benthic macrofauna communities in the Weser estuary. *Helgoland Mar Res* 58:117-128
- Wyllie-Echevarria S, Olson AM, Hershman MJ (1994) Seagrass science and policy in the Pacific Northwest EPA 910/R-94-004. Environmental Protection Agency, Region 10, Seattle, USA, 63p

- Y -

- Yates MG, Goss-Custard JD, McCrorty S, Lakhani KH, Le V. D, Durell SEA, Clarke RT, Rispin WE, Yates T & al. (1993) Sediment characteristics, invertebrate densities and shorebird densities on the inner banks of the Wash. *J Appl Ecol* 30:599-614
- Young CM (1964) Shelduck parliaments. *Ardea* 58:125-130

- Z -

- Ziegelmeier E (1952) Beobachtungen über den Röhrenbau von *Lanice conchilega* (Pallas) im Experiment und am natürlichen Standort. In : Zühlke R (2001) Polychaete tubes create ephemeral community patterns, *Lanice conchilega* (Pallas, 1766) associations studied over six years. *J Sea Res* 46:261-272
- Zühlke R (2001) Polychaete tubes create ephemeral community patterns, *Lanice conchilega* (Pallas, 1766) associations studied over six years. *J Sea Res* 46:261-272
- Zühlke R, Blome D, Heinz Van Bernem K, Dittmann S (1998) Effects of Tube-Building Polychaete *Lanice conchilega* (Pallas) on Benthic Macrofauna and Nematodes in an Intertidal Sandflat. *Senckenb Marit* 29:131-138

ANNEXES

Annexe 1 - Liste des algues inventoriées à Chausey de 1876 à 2007

Cette liste présente toutes les espèces d'algues inventoriées à Chausey de 1876 (premier inventaire de Crié) à nos jours (2007). Les noms d'espèces ont été réactualisés en suivant la nomenclature Algae Base (Guiry & Guiry 2007) disponible en ligne (<http://www.algaebase.org>), dans sa version d'avril 2007. Les espèces ont été classées dans l'ordre alphabétique par embranchement (Chlorophyta ; Cyanobacteria ; Ochrophyta ; Rhodophyta) puis par classe, genre et espèce en suivant la taxonomie proposée dans Algae Base. Pour la localisation des stations, la toponymie des îles et îlots fournis par les auteurs a été conservée.

Embranchement des *CHLOROPHYTA*

Classe des *Bryopsidophyceae*

- ***Bryopsis hypnoides* J.V. Lamouroux**

Mentionné par Crié (1876).

Mentionné par Davy de Virville (1939) : les Rondes de l'Ouest, côtes est et sud abritées à flore très pauvre, sur rochers verticaux, en abondance ; la Grande Fourche, rochers verticaux, en abondance.

Mentionné par Hamel (Hamel 1938), notamment à Port Marie (Hamel 1939 *In* : Lami 1972).

- ***Bryopsis plumosa* (Hudson) C. Agardh**

Mentionné par Crié (1876).

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972).

Mentionné par De Noter (1994).

- ***Codium adhaerens* C. Agardh**

Mentionné par Crié (1876).

Mentionné par De Beauchamp (1923a) : Grande Ile.

Mentionné par Benard & al. (1975).

Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse du sud-sud-ouest de la Grande Ile.

- ***Codium bursa* (Linnaeus) C. Agardh**

Mentionné par Crié (1876).

Mentionné par De Beauchamp (1923a) : Grande Ile.

Mentionné par Benard & al. (1975).

Mentionné par Livory (1996).

- ***Codium difforme* Kützing**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Huguenants, abonde dans les herbiers abrités du centre de l'archipel.

- ***Codium fragile* (Suringar) Hariot**

Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse du sud-sud-ouest de la Grande Ile.

Mentionné par De Noter (1994)

- ***Codium tomentosum* Stackhouse**

Mentionné par Crié (1876).

Individus récoltés dans le Saccaviron par Louis Mangin le 25 août 1926 (herbier de la station marine de Dinard).

Mentionné par Davy de Virville (1939) : la Meule ; Plate Ile, côté battu (nord) sur rochers peu éclairés ; la Déchirée.

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : à basse mer, commun.

Mentionné par De Noter (1994).

Observé en plongée par Ecosub (2006) : la Chapelle.

- ***Derbesia tenuissima* (Moris & De Notaris) P.L. Crouan & H.M. Crouan**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Port Marie.

Classe des *Chlorophyceae*

- *Carteria* sp.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Port Homard, sur la vase humide.
- *Codiolum petrocelidis* Kuckuck
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Port Marie, à très basse mer.
- *Entocladia intricata* (Batters) Kylin
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : dans les littorines.
- *Entocladia tenuis* Kylin
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : dans les coquilles de *Spirorbis*.
- *Entocladia testarum* Kylin
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : dans les coquilles de *Spirorbis*.
- *Entocladia viridis* Reinke
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : le Petit Epail, en septembre dans *Nitophyllum*.
- *Gomontia polyrhiza* (Lagerheim) Bornet & Flahault
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Saccavion, dans de vieilles coquilles.
- *Phaeophila dendroides* (P.L. Crouan & H.M. Crouan) Batters
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : le Petit Epail sur *Ceramium rubrum*, en novembre.
- *Pilinia malardii* (Wille) Papenfuss & Fan
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Anse de la Truelle sur morceaux de coquilles sur vase.
- *Pringsheimiella scutata* (Reinke) Marchewianka
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Gongrosira malardii* : Saccaviron sur les Zostères.

Classe des *Prasinophyceae*

- *Platymonas convolutae* Parke & Manton
Mentionné par Cosson & Billard (1978).

Classe des *Trebouxiophyceae*

- *Prasiola stipitata* Suhr ex Jessen
Mentionné par De Noter (1994).

Classe des *Ulvophyceae*

- *Acrochaete flustrae* (Reinke) O'Kelly
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Epicladia flustrae* : Saccaviron en marge des zostères, en novembre et mai.
- *Acrochaete wittrockii* (Wille) R. Nielsen
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Ectochaete wittrockii* : le Petit Epail sur *Dictyopta*, en mai.
- *Blidingia marginata* (J. Agardh) P.J.L. Dangeard ex Bliding
Mentionné par Hamel (1938).
- *Blidingia minima* (Nägeli ex Kützing) Kylin
Mentionné par Hamel (1938 et Hamel, 1939 *In* : Lami, 1972) comme *Enteromorpha minima* : très abondant toute l'année parmi les *Pelvetia* et les *Fucus spiralis*.
- *Chaetomorpha aerea* (Dillwyn) Kützing
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : dans les flaques supérieures, commun.
Mentionné par Davy de Virville (1939) : Saccaviron et côté sud de Plate Ile (côté abrité).
Mentionné par Cosson & Billard (1978).
- *Chaetomorpha linum* (O.F. Müller) Kützing
Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Ile aux Oiseaux, flaques supérieures, en septembre.
Individus récoltés le 25 août 1950 à l'Ile aux Oiseaux (herbier de la station marine de Dinard).
- *Cladophora albida* (Nees) Kützing
Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail, Porte Marie, La Meule.
- *Cladophora coelothrix* Kützing
Mentionné par Crié (1876) comme *Cladophora repens*.

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Aegagropila repens* (= *Cladophora repens*) : les Huguenants, Pierre-à-Vras.

- ***Cladophora crystallina* (Roth) Kützing**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : flaques peu élevées avec les *Pelvetia* et *Enteromorpha intestinalis*.

- ***Cladophora flavescens* (Roth) Kützing**

Mentionné par Crié (1876).

- ***Cladophora flexuosa* (O.F. Müller) Kützing**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail, flaques supérieures, commun.

Mentionné par Davy de Virville (1939) : Plate Ile, côté abrité (sud).

- ***Cladophora fracta* (O.F. Müller ex Vahl) Kützing**

Mentionné par Crié (1876).

Mentionné par Hamel (1938).

- ***Cladophora hutchinsiae* (Dillwyn) Kützing**

Mentionné par Crié (1876).

- ***Cladophora laetevirens* (Dillwyn) Kützing**

Mentionné par Cosson & Billard (1978).

- ***Cladophora lehmanniana* (Lindenberg) Kützing**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Cladophora utriculosa* : Petit Epail, Grand Colombier.

- ***Cladophora pellucida* (Hudson) Kützing**

Mentionné par Crié (1876).

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Virvillea pellucida* (= *Cladophora pellucida*) : à très basse mer : Iles aux Oiseaux ; Port Marie.

Mentionné par Cosson & Billard (1978).

- ***Cladophora refracta* Kützing**

Mentionné par Crié (1876).

- ***Cladophora rupestris* (Linnaeus) Kützing**

Mentionné par Crié (1876).

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : commun à basse et haute mer sur les rochers humectés par un déversoir, toute l'année.

Mentionné par Davy de Virville (1939) : Plate Ile, côté abrité (sud) et battu (nord) ; la Déchirée.

- ***Cladophora sericea* (Hudson) Kützing**

Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Cladophora glaucescens*, *Cladophora hirta* et *Cladophora rudolphiana* : l'Enseigne, mois de mai ; Port Marie, flaques supérieures à *Pelvetia* ; Petit Epail en avril et juillet.

- ***Cladophora vagabunda* (Linnaeus) Hoek**

Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Cladophora expansa* : Grande Ile ; en face de la Gênetairie, dans les flaques saumâtres, en septembre.

- ***Conferva implexa* Dillwyn**

Mentionné par Crié (1876).

- ***Enteromorpha marginata* J. Agardh**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Anse de la Truelle, au niveau des *Pelvetia*, assez rare ; souvent sur la vase en avril.

- ***Geminella marina* G. Hamel**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Geminella* (?) *marina* : Saccaviron, en novembre.

- ***Monostroma grevillei* (Thuret) Wittrock**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail sur diverses algues ; Port Marie.

- ***Rhizoclonium implexum* (Dillwyn) Kützing**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail, en mai et septembre comme *Lola implexa*.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Lola implexa*.

- ***Rhizoclonium riparium* (Roth) Harvey**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Anse de la Truelle, parmi les phanérogames, abondant surtout au printemps.

Mentionné par Cosson & Billard (1978).

***Rhizoclonium riparium* var. *implexum* (Dillwyn) Rosenvinge** mentionné par Hamel (1938) comme *Rhizoclonium kochianum*.

- ***Rhizoclonium tortuosum* (Dillwyn) Kützing**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Lola capillaris* et *Lola lubrica* : Anse de la Truelle parmi phanérogames, sables vaseux, en septembre ; Port Homard sur les sables vaseux.

- ***Spongomorpha aeruginosa* (Linnaeus) Hoek**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Spongomorpha lanosa* (= *Cladophora lanosa*) : Port Marie.
- ***Ulothrix flacca* (Dillwyn) Thuret**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Ulothrix pseudoflacca* : Petit Epail, sur *Fucus vesiculosus* jusqu'en mai et sur les embarcations d'avril à mai.
Mentionné par De Noter (1994).
- ***Ulva clathrata* (Roth) C. Agardh**
Mentionné par Crié (1876) comme *Enteromorpha clathrata*.
Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Enteromorpha crinita* (*E. clathrata* var. *crinita*), *Enteromorpha hopkirkii* (= *E. Clathara* var. *Hopkirkii*), *Enteromorpha prostrata* et *Enteromorpha ramulosa* : Grande Ile (sous le Fort), dans les cuvettes, en avril ; Anse de la Truelle sur les roches vaseuses ; Saccaviron d'avril à mai ; Ile aux Oiseaux en septembre.
Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Enteromorpha prostrata* et *Enteromorpha clathrata*: Plate Ile, côté abrité (sud).
Individus récoltés à l'Ile aux Oiseaux le 28 août 1950 comme *Enteromorpha prostrata* (herbier de la station marine de Dinard).
Mentionné par Géhu (1960) comme *Enteromorpha prostrata*.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Enteromorpha ramulosa*.
- ***Ulva compressa* Linnaeus**
Mentionné par Crié (1876) comme *Enteromorpha compressa*.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Enteromorpha compressa* : très commune toute l'année.
Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Enteromorpha compressa*.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Enteromorpha compressa* : côte rocheuse sud-sud-ouest de Grande Ile.
- ***Ulva flexuosa* Wulfen**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Enteromorpha lingulata* : très prolifère sur les *Fucus* en avril.
- ***Ulva intestinalis* Linnaeus**
Mentionné par Crié (1876) comme *Enteromorpha intestinalis*.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Enteromorpha intestinalis* : dans les flaques au-dessus des *Pelvetia*.
Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Enteromorpha intestinalis* : Plate Ile, côté abrité (sud) ; la Déchirée, dans les flaques élevées.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Enteromorpha intestinalis* : côte rocheuse sud-sud-ouest de Grande Ile ; entre le Gros Mont à l'Ile aux Oiseaux ; bien représenté au Saccaviron.
- ***Ulva lactuca* Linnaeus**
Mentionné par Crié (1876).
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : commun partout. Fructif surtout au printemps et en automne.
Mentionné par Davy de Virville (1939) : Plate Ile, côté abrité (sud) et battu (nord) ; côté sud-est de la Déchirée.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de Grande Ile ; entre le Gros Mont à l'Ile aux Oiseaux ; bien représenté au Saccaviron.
- ***Ulva linza* Linnaeus**
Mentionné par Crié (1876).
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Enteromorpha linza* : Port Marie, à mi-marée en août.
- ***Ulva prolifera* O.F. Müller**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Enteromorpha prolifera* (*E. compressa* var. *prolifera*).
- ***Ulva ralfsii* (Harvey) Le Jolis**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Anse de la Truelle sur les vases humides, en septembre.
Individus récoltés par Géhu à l'Ile aux Oiseaux le 8 août 1960 comme *Enteromorpha ralfsii* (herbier de la station marine de Dinard).
- ***Ulva torta* (Mertens) Trevisan**
Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Enteromorpha torta* : Anse de la Truelle, parmi les phanérogames halophiles.
- ***Ulvella setchellii* P. Dangeard**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : le Petit Epail ; Saccaviron.

Embranchement des *CYANOBACTERIA*

Classe des *Cyanophyceae*

- ***Aphanocapsa le-jolisii* (Thuret) Frémy**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Aphanocapsa jolisii* : Ile aux Oiseaux, dans une petite mare saumâtre, en août.
- ***Aphanocapsa marina* Hansgirg**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Ile aux Oiseaux, dans une petite mare saumâtre, en août.
- ***Aphanocapsa sesciacensis* Frémy**
Mentionné par Davy de Virville (1939) : Ile aux Oiseaux sur une *Cladophora*, eaux saumâtres.
- ***Blennothrix lyngbyacea* (Kützing ex Gomont) Anagnostidis & Komárek**
Mentionné par Frémy (1928) comme *Hydrocoleum lyngbyaceum*.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Hydrocoleum lyngbyaceum* : Saccaviron, forme des plaques sur les rochers vaseux.
- ***Brachytrichia lloydii* (P. Crouan & H. Crouan) P.C. Silva**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Bachytrichia balani* : Petit Epail, sur les balanes.
Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Bachytrichia balani* : la Déchirée ; les Rondes de l'Ouest.
- ***Calothrix confervicola* (Dillwyn) C. Agardh**
Mentionné par Crié (1876).
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : dans les flaques supérieures, commun.
- ***Calothrix crustacea* Schousboe ex Thuret**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail, au niveau des *Pelvetia*.
- ***Calothrix parasitica* (Chauvin) Thuret**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail ; sous le phare, juillet et septembre, dans les *Nemalion*.
- ***Calothrix pulvinata* (Mertens) C. Agardh**
Mentionné par Frémy (1928).
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : rochers supérieurs vaseux, commun.
Mentionné par Géhu (1960) : Ile aux Oiseaux.
- ***Calothrix scopulorum* (Weber & Mohr) C. Agardh**
Mentionné par Frémy (1928).
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : sur les rochers, en septembre.
- ***Chamaecalyx leibleinia* (Reinsch) Komárek & Anagnostidis**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Dermocarpa leibleinia* : Petit Epail, en novembre, sur *Enteromorpha ramulosa*, flaques supérieures.
- ***Chroococcus minutus* (Kützing) Nägeli**
Mentionné par Frémy (1928).
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Ile aux Oiseaux, en août.
- ***Entophysalis granulosa* Kützing**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : rochers maritimes, au niveau des hautes mers.
- ***Hyella caespitosa* Bornet & Flahault**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Saccaviron, dans de vieilles coquilles en novembre.
- ***Isactis plana* (Harvey) Thuret ex Bornet & Flahault**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Huguenants, sur des coquilles de *Venus* et *Pecten*.
- ***Leptolyngbya fragilis* (Gomont) Anagnostidis & Komárek**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Phormidium fragile* : Ile aux Oiseaux, flaques vaseuses, en août.
- ***Leptolyngbya tenuis* (Gomont) Anagnostidis & Komárek**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Phormidium tenue* : Ile aux Oiseaux, flaques vaseuses, en août.
- ***Leptolyngbya terebrans* (Bornet & Flahault ex Gomont) Anagnostidis & Komárek**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Plectonema terebrans* : Saccaviron, dans diverses coquilles.
- ***L yngbya aestuarii* (Mertens) Liebman ex Gomont**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Anse de la Truelle, parmi les phanérogames halophiles.
- ***L yngbya confervoides* C. Agardh ex Gomont**
Mentionné par Frémy (1928).

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail, plaques moyennes, en septembre.

- ***Lyngbya majuscula* (Dillwyn) Harvey ex Gomont**

Mentionné par Crié (1876).

Mentionné par Frémy (1928).

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail, plaques moyennes, en septembre.

- ***Lyngbya semiplena* (C. Agardh) J. Agardh ex Gomont**

Mentionné par Frémy (1928).

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail, sur *Cladophora*.

- ***Mastigocoleus testarum* Lagerheim ex Bornet & Falhault**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Saccaviron, dans les coquilles de Lutraires, en novembre.

- ***Merismopedia glauca* (Ehrenberg) Kützing**

Mentionné par Frémy (1928).

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Ile aux oiseaux, dans une petite mare littorale peu salée.

- ***Microchaete grisea* Thuret**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Saccaviron sur coquilles de *Venus*, et *Cardium edule*.

- ***Microcoleus chthonoplastes* Thuret**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Anse de la Truelle, dans les plaques vaseuses, en septembre.

Mentionné par Géhu (1960) : Ile aux Oiseaux.

- ***Microcoleus tenerrimus* Gomont**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Anse de la Truelle, parmi les phanérogames halophiles, en septembre.

- ***Oscillatoria bonnemaisonii* (P.L. Crouan & H.M. Crouan) P.L. Crouan & H.M. Crouan ex Gomont**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : sur les rochers vaseux.

- ***Oscillatoria margaritifera* Kützing ex Gomont**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : eaux saumâtres.

- ***Phormidium gracile* (Meneghini ex Gomont) Anagnostidis**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Lyngbya gracilis* : Saccaviron, en touffes filamenteuses.

- ***Phormidium uncinatum* (C. Agardh) Gomont ex Gomont**

Mentionné par Géhu (1960) : Ile aux Oiseaux.

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Ile aux Oiseaux, tapissant le fond granitique d'une petite flaque, en août.

- ***Rivularia atra* Roth ex Bornet & Flahault**

Mentionné par Crié (1876).

Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de la Grande Ile.

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Anse de la Truelle, large plaques à la base des phanérogames ; Petit Epail sur les Balanes.

Mentionné par De Noter (1994).

- ***Rivularia bullata* (Poir) Berkeley ex Bornet & Flahault**

Mentionné par Benard & al. (1975).

Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de la Grande Ile.

Mentionné par Davy de Virville (1939) : la Déchirée ; les Rondes de l'Ouest.

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail ; sur les rochers exposés sous le phare.

- ***Rivularia nitida* C. Agardh ex Bornet & Flahault**

Mentionné par Crié (1876).

- ***Rivularia polyotis* (J. Agardh) Hauck**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Anse de la Truelle, en mai.

- ***Schizothrix vaginata* (Nägeli in Kützing) Gomont**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Ile aux Oiseaux, dans une petite mare.

- ***Spirulina subsalsa* Ørsted**

Mentionné par Géhu (1960) : Ile aux Oiseaux.

- ***Symploca hydroides* (Harvey) Kützing**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : la Meule, en août.

- ***Xenococcus schousboei* Thuret**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail, sur *Enteromorpha ramulosa*, flaque supérieure, en novembre.

Embranchement des *OCHROPHYTA*

Classe des *Phaeophyceae*

- *Acinetospora crinita* (Carmichael) Kornman

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Port Marie ; sous le phare, dans les flaques supérieures, en septembre et novembre.

- *Alaria esculenta* (Linnaeus) Greville

Mentionné par Cosson & Billard (1978).

- *Arthrocladia villosa* (Hudson) Duby

Mentionné par Crié (1876).

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Chenal du Petit Louis, en épave en juillet et septembre.

- *Ascophyllum nodosum* (Linnaeus) Le Jolis

Mentionné par Milne-Edwards et Audouin (1832) comme *Fucus nodosus*. Les auteurs précisent que l'espèce, ainsi que *Fucus vesiculosus*, est utilisée par les brûleurs de varech.

Mentionné par Crié (1876).

Mentionné par De Beauchamp (1923a) : Grande Ile.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de la Grande Ile ; Anse de la Truelle ; entre le Gros Mont et l'Ile aux Oiseaux ; bien représenté au Saccaviron.

Mentionné par Davy de Virville (1939) : Plate Ile côté abrité (sud) ; endroits abrités de la Déchirée.

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : très commun et caractéristique de Chausey par son abondance, sa taille et la grosseur de ses vésicules. Recouvre tous les rochers un peu abrités.

Mentionné par Géhu (1960) : Ile aux Oiseaux.

- *Asperococcus bullosus* J.V. Lamouroux

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Saccaviron et Plate Ile, abondant en été.

Mentionné par Davy de Virville (1939) : Plate Ile côté battu (nord) ; Enseigne sur les rochers plats et fortement éclairés.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de la Grande Ile, entre le Gros Mont et l'Ile aux Oiseaux ; bien représenté au Saccaviron.

- *Asperococcus ensiformis* (Chiaje) M.J. Wynne

Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Haloglossum compressum* : côte rocheuse sud-sud-ouest de la Grande Ile.

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Haloglossum compressum* : la Meule, mai à août.

- *Asperococcus fistulosus* (Hudson) W.J. Hooker

Mentionné par Crié (1876) comme *Asperococcus echinatus*.

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Asperococcus echinatus* : Port Marie, dans les flaques moyennes d'avril à août.

Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Asperococcus echinatus* : Plate Ile côté abrité (sud) et abrité (nord), Enseigne sur les rochers plats et fortement éclairés

Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Asperococcus echinatus* : côte rocheuse sud-sud-ouest de la Grande Ile.

- *Bifurcaria bifurcata* R. Ross

Mentionné par Crié (1876) comme *Pycnophycus tuberculatus*.

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Bifurcaria tuberculata* : sur la Grande Ile et le rocher de la Corbière.

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Bifurcaria tuberculata* : commun au petit Epail au niveau des laminaires.

Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Bifurcaria tuberculata* : la Meule ; Plate Ile coté battu (nord) aux niveaux inférieurs ; la Déchirée ; les Rondes de l'Ouest, dans les flaques.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de la Grande Ile.

Mentionné par De Noter (1994).

Observé en plongée (Ecosub 2006).

- *Bifurcaria rotunda* (Hudson) Papenfuss

Mentionné par Cosson & Billard (1978).

- *Chorda filum* (Linnaeus) Stackhouse

Mentionné par Crié (1876).

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Chorda philum*.

Individus récoltés par Louis Mangin le 24 août 1926 au Saccaviron (herbier de la station marine de Dinard).

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Chorda philum* : commun au Saccaviron.

Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Chorda philum* : la Meule ; envahit les seuils sableux de Plate Ile ; les Rondes de l'Ouest, côtes Est et Sud abritées à flore très pauvres ; la Grande Fourche.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Chorda philum* : entre le Gros Mont à l'Ile aux Oiseaux, bien représenté au Saccaviron.

- ***Cladosiphon contortus* (Thuret) Kylin**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Castagnea concerta* : le Petit Epail, sur *Chorda*.

- ***Cladostephus spongiosus* (Hudson) C. Agardh**

Mentionné par Crié (1876).

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Port Marie, sur les rochers vaseux à mi-marée.

***Cladostephus spongiosus* f. *verticillatus* (Lightfoot) Prud'homme van Reine** mentionné par De Noter (1994).

- ***Colpomenia peregrina* Sauvageau**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : très abondant, surtout en hiver.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de la Grande Ile.

Observé en plongée (Ecosub 2006).

- ***Colpomenia sinuosa* (Mertens ex Roth) Derbès & Solier**

Mentionné par Davy de Virville (1939) : la Déchirée ; les Rondes de l'Ouest, dans les flaques.

- ***Conferva verticillata* Lightfoot**

Mentionné par Crié (1876) comme *Cladostephus verticillatus*.

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Cladostephus verticillatus* : rochers du Petit Epail à basse mer ; Plate Ile à basse mer.

Mentionné par Davy de Virville (1939) : la Meule ; Plate île côté battu (nord) ; la Déchirée ; points les plus battus des Rondes de l'Ouest.

- ***Cutleria multifida* (Turner) Greville**

Mentionné par Crié (1876) comme *Cutleria multifida* et *Zonaria parvula*.

Mentionné par Hamel comme *Aglaozonia parvula* (Hamel 1938) et *Cutleria multifida* (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Saccaviron, mouillage de Beauchamp.

Mentionné par Davy de Virville (1939) : Saccaviron.

- ***Cylindrocarpus microscopicus* P.L. Crouan & H.M. Crouan**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Saccaviron sur *Grassilaria compressa*, d'avril à septembre.

- ***Cystoclonium purpureum* (Hudson) Batters**

Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Cystoclonium purpurascens* : la Déchirée ; Les Rondes de l'Ouest, côtes est et sud abritées à flore très pauvre, sur les rochers verticaux.

- ***Cystoseira baccata* (S.G. Gmelin) P.C. Silva**

Mentionné par Crié (1876) comme *Cystoseira fibrosa* et *Cystoseira barbata*.

Individus récoltés le 25 mai 1926 au Saccaviron comme *Cystoseira fibrosa* (herbier de la station marine de Dinard).

Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Cystoseira fibrosa* : Port Homard et Grand Grève, en épave.

Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Cystoseira fibrosa* : la Déchirée.

- ***Cystoseira foeniculacea* (Linnaeus) Greville**

Mentionné par Crié (1876).

Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Saccaviron, abondant dans les flaques vaseuses.

Mentionné par Davy de Virville (1939) : nord-est de l'Ile aux Oiseaux ; Plate Ile, côté abrité (sud) ; la Déchirée (flaques).

Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de la Grande Ile ; entre le Gros Mont et l'Ile aux Oiseaux ; bien représenté au Saccaviron.

- ***Cystoseira granulata* C. Agardh**

Mentionné par Crié (1876).

Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Saccaviron et Petit Epail, abondant dans les flaques vaseuses.

Mentionné par Davy de Virville (1939) : la Déchirée (flaques).

Mentionné par Cosson & Billard (1978) : entre le Gros Mont et l'Ile aux Oiseaux ; bien représenté au Saccaviron.

- ***Cystoseira humilis* var. *myriophylloides* (Sauvageau) J.H. Price & D.M. John**

Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Cystoseira myriophylloides* : la Meule ; les Rondes de l'Ouest, flaques à *Fucus playcarpus*.

Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Cystoseira myriophylloides* : flaques supérieures au niveau des *Fucus spiralis* et *Pelvetia*.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Cystoseira myriophylloides* : entre le Gros Mont et l'Ile aux Oiseaux ; bien représenté au Saccaviron.

Mentionné par De Noter (1994) comme *Cystoseira myriophylloides*.

- ***Cystoseira nodicaulis* (Withering) M. Roberts**

Mentionné par Cosson & Billard (1978).

- ***Cystoseira tamariscifolia* (Hudson) Papenfuss**

Mentionné par Crié (1876) comme *Cystoseira ericoides*.

Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 In : Lami 1972) comme *Cystoseira ericoides* : Port Marie, ceinture à très basse mer ; Petit Epail (flaques inférieures).

Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Cystoseira ericoides* : la Meule ; Les Rondes de l'Ouest, sur les roches, sous les *Rhodomenia palmata*.

- ***Desmarestia aculeata* (Linnaeus) J.V. Lamouroux**

Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 In : Lami 1972) : points les plus battus de Plate Ile (nord).

Mentionné par Davy de Virville (1939) : Grand Grève, en épave.

- ***Desmarestia ligulata* (Stackhouse) J.V. Lamouroux**

Mentionné par Crié (1876).

Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 In : Lami 1972) : Grande Ile, sous le phare, sur rochers verticaux à basse mer, de juin à septembre.

Mentionné par Davy de Virville (1939) : la Déchirée.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) : entre le Gros Mont à l'Ile aux Oiseaux ; bien représenté au Saccaviron.

- ***Desmarestia viridis* (O.F. Müller) J.V. Lamouroux**

Mentionné par Crié (1876) comme *Dichloria viridis*.

Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 In : Lami 1972) : Plate Ile sur les rochers verticaux, à basse mer en juillet août ; Pierre-à-Vras, sur rochers verticaux vaseux à basse mer, juin à août.

Mentionné par Davy de Virville (1939) : Plate Ile, côté battu (nord), aux points les plus battus.

- ***Dictyopteris polypodioides* (A.P. de Candolle) J.V. Lamouroux**

Mentionné par Crié (1876) comme *Haliseris polypodioides*.

Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 In : Lami 1972) comme *Dictyopteris membranacea* : commun à basse mer, en décembre et septembre.

Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Halyszeris polypodioides* : la Meule ; Les Rondes de l'Ouest, sur les points les plus battus ; la Déchirée.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Dictyopteris membranacea* : côte rocheuse sud et sud-ouest de Grande Ile.

Observé en plongée (Ecosub 2006) comme *Dictyopteris membranacea* : La Cancalaise, La Tournioure, La Chapelle.

- ***Dictyosiphon foeniculaceus* (Hudson) Greville**

Mentionné par Crié (1876) comme *Dictyosiphon foeniculatum*.

- ***Dictyota dichotoma* (Hudson) J.V. Lamouroux**

Mentionné par Crié (1876).

Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 In : Lami 1972) : commun à basse mer, avril à novembre.

Mentionné par Davy de Virville (1939) : points les plus battus de Plate Ile ; la Meule.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) : entre le Gros Mont à l'Ile aux Oiseaux ; bien représenté au Saccaviron.

Observé en plongée (Ecosub 2006) : la Chapelle.

- ***Dictyota dichotoma* var. *intricata* (C. Agardh) Greville**

Mentionné par Crié (1876) comme *Dictyota dichotoma* var. *implexa*.

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 In : Lami 1972) comme *Dictyota dichotoma* var. *implexa* : basse mer, commun, d'avril à novembre.

Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Dictyota dichotoma* var. *implexa* : la Meule ; Plate Ile, côté battu (nord) et Enseigne, sur rochers plats fortement éclairés

Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Dictyota dichotoma* var. *implexa* : entre le Gros Mont à l'Ile aux Oiseaux, bien représenté au Saccaviron.

- ***Dictyota spiralis* Montagne**

Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 In : Lami 1972) comme *Dilophus spiralis* : Petit Epail, à basse mer, d'avril à novembre.

- ***Ectocarpus crouanii* Thuret**

Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 In : Lami 1972) comme *Ectocarpus crouani* : très commun dans les flaques de Port Marie et du Petit Epail.

- ***Ectocarpus distortus* Carmichael**

Mentionné par Crié (1876).

- ***Ectocarpus fasciculatus* Harvey**
Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Saccaviron et sur les laminaires à Port Homard.
Mentionné par De Noter (1994).
- ***Ectocarpus siliculosus* (Dillwyn) Lyngbye**
Mentionné par Crié (1876).
Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Ectocarpus confervoides* et *Ectocarpus siliculosus* et: assez commun sur les *Laminaria digitata* et *Cystoseira myriophylloides*, d'avril à septembre ; les Huguenants.
***Ectocarpus siliculosus* var. *dasycarpus* (Kuckuck) Gallardo**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Ectocarpus dasycarpus* : sur les laminaires du Petit Epail et du Saccaviron, en été.
- ***Ectocarpus tomentosus* (Hudson) Lyngbye**
Mentionné par Crié (1876).
- ***Elachista flaccida* (Dillwyn) Fries**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : abondant sur *Cystoseira granulata* au Saccaviron, d'avril à juillet.
- ***Elachista fucicola* (Velley) J.E. Areschoug**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : commun sur les *Fucus vesiculosus*.
Mentionné par De Noter (1994).
- ***Elachista scutulata* (Smith) Duby**
Mentionné par Crié (1876) : parasite *Himanthalia lorea*.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : sur les *Himanthalia*.
- ***Eudesme virescens* (Carmichael ex Berkeley) J. Agardh**
Mentionné par Crié (1876) comme *Mesogloia virescens*.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Castagnea virescens* : dans le chenal de la Houlée, en juin.
Mentionné par Cosson & Billard (1978).
- ***Feldmannia lebelii* (Areschoug ex P.L. Crouan & H.M. Crouan) G. Hamel**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : dans les flaques du Petit Epail et de Port Marie.
- ***Feldmannia paradoxa* (Montagne) G. Hamel**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Feldmannia globifera* : dans les flaques supérieures de Port Marie.
- ***Feldmannia simplex* (P.L. Crouan & H.M. Crouan) G. Hamel**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972).
- ***Fucus serratus* Linnaeus**
Mentionné par Milne-Edwards et Audouin (1832).
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : commun, apparaissent en février-mars.
Mentionné par Davy de Virville (1939) : très haut sur les zones battues de Plate Ile ; la Déchirée ; les Rondes de l'Ouest, côtes est et sud abritées à flore très pauvre.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de Grande Ile ; anse de la Truelle.
Observé en plongée (Ecosub 2006).
- ***Fucus spiralis* Linnaeus**
Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de Grande Ile ; anse de la Truelle.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : commun.
Observé en plongée (Ecosub 2006) : la Chapelle.
***Fucus spiralis* var. *platycarpus* Batters**
Mentionné par Davy de Virville (1939) (la Déchirée ; Rondes de l'Ouest) et par De Beauchamp (1923a) comme *Fucus platycarpus* (Grande Ile).
- ***Fucus vesiculosus* Linnaeus**
Mentionné par Milne-Edwards et Audouin (1832). Les auteurs précisent que l'espèce, ainsi qu'*Ascophyllum nodosum* (mentionné comme *Fucus nodosus*), est utilisée par les brûleurs de varech.
Mentionné par Crié (1876).
Mentionné par De Beauchamp (1923a) : Grande Ile.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : commun.
Mentionné par Davy de Virville (1939) : Plate Ile, la Déchirée.
Individus récoltés par Marie-Louise Priou en 1954 à l'Ile aux Oiseaux (herbier de la station marine de Dinard), trouvés fixés sur *Fucus lutarius* (= *Fucus vesiculosus* var. *volubilis* Goodenough & Woodward).
Mentionné par Géhu (1960) : Ile aux Oiseaux.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de Grande Ile ; anse de la Truelle.

Observé en plongée (Ecosub 2006).

***Fucus vesiculosus* var. *volubilis* Goodenough & Woodward**

Découvert à Chausey par Delise en 1825 (Sauvageau 1908) et donné comme *Fucus volubilis*.

Récolté par Chauvin (1827) comme *Fucus vesiculosus* var. *lutarius* avec la synonymie de *Fucus volubilis*.

Récolté par Pelvet en 1848 (Sauvageau 1908) comme *Fucus vesiculosus* var. *lutarius*.

Observé par Sauvageau en 1913 (Sauvageau 1923) et donné comme *Fucus lutarius* : au pied du Gros Mont.

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Fucus lutarius* : Ile aux Oiseaux.

Récolté par Hamel en 1924 (herbier de la station marine de Dinard) comme *Fucus lutarius*.

Récolté par Chemin (1925) comme *Fucus vesiculosus* var. *lutarius* : Anse de la Truelle.

Récolté par Mangin en 1926 (herbier de la station marine de Dinard) comme *Fucus lutarius*.

Mentionné par Lami (1930) comme *Fucus lutarius*.

Observé par Lami (1931) comme *Fucus lutarius* : au pied du Gros Mont.

Mentionné par Fisher-Piette (1936) comme *Fucus lutarius* : Ile aux Oiseaux.

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Fucus vesiculosus* var. *lutarius* : commun dans tout l'archipel partout où se dépose la vase dans la Grande Ile. Se trouve dans l'Anse de la Truelle. Particulièrement développé à l'Ile aux Oiseaux.

Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Fucus lutarius* : vers le Grand Colombier.

Mentionné par Géhu (1960) comme *Fucus lutarius* : Ile aux Oiseaux.

Récolté par Priou en 1965 (herbier de la station marine de Dinard) comme *Fucus lutarius*.

Mentionné par Benard & al. (1975) comme *Fucus lutarius*.

Mentionné par Flo'ch (1977) comme *Fucus lutarius* : Ile aux Oiseaux.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Fucus lutarius* : Gros Mont ; Ile aux Oiseaux ; entre la Grande Ile et l'Ile aux Oiseaux ; Grand et Petit Puceau. ; Anse de la Truelle.

Anciennes stations (Ile aux Oiseaux ; pied du Gros Mont ; Anse de la Truelle ; abords du Grand Colombier) réobservées par Godet (cette étude) et quelques taches nouvelles vers l'Oeillet, et entre le Grand Colombier et le Grand Puceau.

- ***Giffordia sandriana* (Zanardini) G. Hamel**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail, d'avril à juin ; Port Marie dans les flaques ombragées d'avril à juin.

- ***Gymnosorus collaris* (C. Agardh) J. Agardh**

Mentionné par Crié (1876) comme *Zonaria collaris*.

- ***Halidrys siliquosa* (Linnaeus) Lyngbye**

Mentionné par Crié (1876).

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Halidrys siliculosa* : Petit Epail dans les flaques assez profondes, extrêmement abondant en épave.

Mentionné par Davy de Virville (1939) : la Meule ; la Déchirée ; les Rondes de l'Ouest, dans les flaques à *Fucus platycarpus*.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) : entre le Gros Mont à l'Ile aux Oiseaux, bien représenté au Saccaviron.

Observé en plongée (Ecosub 2006) et donnée noté comme *Halidrys silicosa* : La Cancalaise, La Tournioure, La Chapelle.

- ***Halopteris filicina* (Grateloup) Kützing**

Mentionné par De Noter (1994).

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Chapelle.

- ***Hecatonema maculans* f. *sauvageauii* F.S. Collins**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Port Marie sur *Laminaria digitata*, dans les flaques supérieures, en novembre.

- ***Hecatonema terminale* (Kützing) Kylin**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Port Marie sur *Enteromorpha ramulosa* dans les flaques supérieures, en septembre.

- ***Herponema velutinum* (Greville) J. Agardh**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : sur *Himanthalia*.

- ***Himanthalia elongata* (Linnaeus) S.F. Gray**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Pierre-à-Vras, quelques pieds solitaires ; épave abondante. Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Himanthalia lorea* : la Meule ; Plate Ile, côté abrité, quelques rares pieds ; la Déchirée, dans les flaques.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Himanthalia lorea*.

- ***Hincksia granulosa* (Smith) P.C. Silva**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Giffordia granulosa* : Port Marie, roches vaseuses, en avril ; l'Enseigne ; roches vaseuses, en avril.

- ***Laminaria digitata* (Hudson) J.V. Lamouroux**
Mentionné par Crié (1876).
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : très commun sur les rochers un peu battus.
Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Laminaria flexicaulis* : la Meule ; Plate Ile, côté battu (nord) au niveau inférieur ; la Déchirée, aux endroits battus.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de la Grande Ile.
Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure.
- ***Laminaria hyperborea* (Gunnerus) Foslie**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Port-Marie, remonte jusqu'aux *Laminaria digitata*, au mois de mars-avril ; la Meule ; le Petit Epail.
Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Laminaria cloustoni* : la Meule ; Plate Ile, côté battu (nord) au niveau inférieur ; la Déchirée, aux endroits battus.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de la Grande Ile.
Mentionné par De Noter (1994).
Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise.
- ***Laminaria ochroleuca* Bachelot de la Pylaie**
Mentionné par Davy de Virville (1939) : la Déchirée.
- ***Leathesia difformis* (Linnaeus) J.E. Areschoug**
Mentionné par Crié (1876) comme *Leathesia marina* : sur rochers, à mi-marée.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : commun, d'avril à septembre.
Mentionné par Davy de Virville (1939) : Plate Ile, côté battu (nord) et Enseigne sur rochers plats fortement éclairés.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de la Grande Ile.
- ***Litosiphon laminariae* (Lyngbye) Harvey**
Mentionné par Crié (1876) comme *Asperococcus pusillus*, *Litosiphon laminariae* et *Litosiphon pusillus* : sur *Chorda filum*.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Litosiphon pusillus* : Plate Ile, sur Saccorhiza, de juin à août.
Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Litosiphon pusillus* : la Meule ; Plate Ile, côté abrité (sud) et battu (nord), au niveau inférieur.
- ***Mesogloia vermiculata* (Smith) S.F. Gray**
Mentionné par Crié (1876).
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Saccaviron, abondant sur les *Cystoseira*, de juin à août.
- ***Mesophyllum lichenoides* (J. Ellis) M. Lemoine**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Port Marie, commun à marée basse.
Mentionné par Davy de Virville (1939) : la Meule ; Plate Ile, côté battu (nord), sur les rochers peu éclairés : la Déchirée.
Mentionné par De Noter (1994).
- ***Mikrosyphar porphyrae* Kuckuck**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail, en septembre.
- ***Myriactula stellulata* (Harvey) Levring**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Saccaviron, sur les *Cystoseira granulata*, d'avril à juillet.
- ***Myrionema strangulans* Greville**
Mentionné par Crié (1876).
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : commun sur les entéromorphes et les *Ulva*.
Mentionné par Cosson & Billard (1978).
- ***Myriotrichia clavaeformis* Harvey**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Port Marie ; Saccaviron, sur *Scytosiphon* et *Cystoseira*, d'avril à juillet.
- ***Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy**
Mentionné par Crié (1876) comme *Padina pavonina*.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Padina pavonia* : Saccaviron, assez rare, de juin à septembre.
Mentionné par Livory (1996) comme *Padina pavonia*.
- ***Pelvetia canaliculata* (Linnaeus) Decaisne & Thuret**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : commun.
Mentionné par Davy de Virville (1939) : la Déchirée ; les Rondes de l'Ouest ; Plate Ile, côté abrité (sud).
Mentionné par Géhu (1960) : l'Ile aux Oiseaux.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de la Grande Ile ; Anse de la Truelle.

- ***Petalonia fascia* (O.F. Müller) Kuntze**
Mentionné par Crié (1876).
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail, dans les flaques inférieures, d'avril à mai.
- ***Polyschidea bulbosa* Stackhouse**
Mentionné par Cosson & Billard (1978).
- ***Pseudolithoderma adriaticum* (Hauck) Verlaque**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Lithoderma adriaticum* : Chenal du Petit Louis, à mi-marée, d'avril à septembre.
- ***Pseudolithoderma extensum* (P.L. Crouan & H.M. Crouan) S. Lund**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Lithoderma extensum* : dragué par 20 mètres de fond, en juin.
- ***Punctaria crouaniorum* (Thuret) Bornet**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Punctaria crouani* : Petit Epail et Enseigne, épiphyte sur diverses algues dans les flaques moyennes, d'avril à juillet.
- ***Punctaria latifolia* Greville**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Port Marie et Petit Epail, rochers vaseux, d'avril à mai.
Mentionné par De Noter (1994).
- ***Punctaria plantaginea* (Roth) Greville**
Mentionné par Crié (1876).
- ***Punctaria tenuissima* (C. Agardh) Greville**
Mentionné par Crié (1876).
- ***Pylaiella littoralis* (Linnaeus) Kjellman**
Mentionné par Crié (1876) comme *Ectocarpus littoralis* : sur les frondes de Laminaires.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : très commun partout.
Mentionné par Cosson & Billard (1978).
Mentionné par De Noter (1994).
- ***Ralfsia verrucosa* (Areschoug) Areschoug**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : commun sur les rochers et les patelles.
Mentionné par Cosson & Billard (1978).
- ***Saccharina latissima* (Linnaeus) C.E. Lane, C. Mayes, Druehl & G.W. Saunders**
Mentionné par Crié (1876) comme *Laminaria phyllitis*.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Laminaria saccharina* : commun sur les stations abritées.
Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Laminaria saccharina* : Plate Ile, côté battu (nord) au niveau inférieur ; la Déchirée (sud-est).
Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Laminaria saccharina* : côte rocheuse sud-sud-ouest de la Grande Ile.
Mentionné par De Noter (1994) comme *Laminaria saccharina*.
- ***Saccorhiza bulbosa* J. Agardh**
Mentionné par De Beauchamp (1923a) : rocher de la Corbière.
Mentionné par Davy de Virville (1939) : la Meule ; Plate Ile, côté battu (nord), au niveau inférieur
- ***Saccorhiza polyschides* (Lightfoot) Batters**
Mentionné par Crié (1876) comme *Laminaria bulbosa*.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : la Meule et Plate Ile, pas commun.
- ***Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt**
Mentionné par De Noter & Hureau (1995).
Observé en plongée (Ecosub 2006) : la Chapelle.
- ***Sauvageaugloia divaricata* (Clemente) Cremades**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Sauvageaugloia griffithsiana*.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Sauvageaugloia griffithsiana* : côte rocheuse sud-sud-ouest de la Grande Ile.
- ***Scytosiphon lomentaria* (Lyngbye) Link**
Mentionné par Crié (1876) comme *Chorda lomentaria*.
Mentionné par Davy de Virville (1939) : Plate Ile, côté battu (nord) et Enseigne, sur rochers plats fortement éclairés.
Mentionné par De Noter (1994).
- ***Sphacelaria cirrosa* (Roth) C. Agardh**
Mentionné par Crié (1876) : sur diverses algues.

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Sphacelaria bipinnata*, *Sphacelaria cirrosa* et *Sphacelaria hystrix* : Port Homard sur *Cystoseira fibrosa* en épave, juillet ; Petit Epail sur *Cystoseira granulata* dans les flaques moyennes, commun sur diverses algues.

Mentionné par Davy de Virville (1939) : Plate Ile, côté abrité (sud).

Mentionné par Cosson & Billard (1978).

- ***Sphacelaria fusca* (Hudson) S.F. Gray**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail sur des algues à basse mer, septembre.

- ***Sphacelaria pennata* var. *fusca* (Hudson) D.E.G. Irvine**

Mentionné par Cosson & Billard (1978).

- ***Sphacelaria plumula* Zanardini**

Mentionné par Cosson & Billard (1978).

- ***Spongonema tomentosum* (Hudson) Kützing**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Herponema luteolum* et *Spongonema tomentosum* : Port Marie ; Petit Epail, abondant sur les *Fucus vesiculosus*.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de la Grande Ile.

- ***Sporochnus pedunculatus* (Hudson) C. Agardh**

Mentionné par Crié (1876).

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Port Marie ; chenal du Petit Louis, en épave de juillet à septembre.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de la Grande Ile.

- ***Stilophora tenella* (Esper) P.C. Silva**

Mentionné par Crié (1876) comme *Stilophora rhizodes* : sur diverses *Cystoseira*, à mi marée.

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Stilophora rhizodes* : Saccaviron, de mai à septembre, Plate Ile, en août.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Stilophora rhizodes* : côte rocheuse sud-sud-ouest de la Grande Ile ; entre le Gros Mont et l'Ile aux Oiseaux, bien représenté au Saccaviron.

- ***Stragularia clavata* (Harvey) G. Hamel**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : sur les pierres et dans les flaques, à mi marée, en novembre.

- ***Stragularia spongiocarpa* (Batters) G. Hamel**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972).

- ***Striaria attenuata* (Greville) Greville**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Port Marie sur *Polysiphonia brodiaei*, dans les flaques supérieures, de février à mai ; l'Enseigne, sur *Broniartella byssoides*, en juin.

- ***Stypocaulon scoparium* (Linnaeus) Kützing**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Halopteris scoparia* : Petit Epail et Plate Ile, commun à basse mer.

Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Halopteris scoparia* : la Meule ; Plate Ile, côté battu (au nord) sur les rochers peu éclairés et l'Enseigne, sur les rochers plats, fortement éclairés ; la Déchirée.

- ***Taonia atomaria* (Woodward) J. Agardh**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Saccaviron : d'août à septembre.

- ***Tilopteris mertensii* (Turner) Kützing**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Port Homard, à basse mer, en avril.

Classe des *Xanthophyceae*

- ***Vaucheria dichotoma* (Linnaeus) Martius**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Anse de la Truelle, en avril et août.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) : Anse de la Truelle.

***Vaucheria dichotoma* f. *marina* Hauck**

Mentionné par Davy de Virville (1939) : Plate Ile, côté abrité (sud), Ile aux Oiseaux.

Mentionné par Floc'h (1977) : pied du Gros Mont et Anse de la Truelle.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) : Ile aux Oiseaux ; Anse de la Truelle.

Station connues réobservées en 2006 par Godet (cette étude).

- ***Vaucheria piloboloides* Thuret**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : sable à très basse mer.

- ***Vaucheria subsimplex* P.L. Crouan & H.M. Crouan**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Vaucheria sphaerospora* : port des Blainvillais ; sous le sémaphore. Fructifié en d'avril à septembre.

- *Vaucheria velutina* C. Agardh

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Vaucheria thuretii* : Anse de la Truelle, fructifié en septembre.

Embranchement des *RHODOPHYTA*

Classe des *Bangiophyceae*

- *Bangia fuscopurpurea* (Dillwyn) Lyngbye

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Bangia fusco-purpurea* : Petit Epail, en hiver.

- *Goniotrichum elegans* (Chauvin) Le Jolis

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Port Marie, sur diverses algues, en septembre.

- *Porphyra leucosticta* Thuret

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail, en avril et mai.

Mentionné par Davy de Virville (1939) : Saccaviron.

Mentionné par De Noter (1994).

- *Porphyra linearis* Greville

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Port Marie ; Petit Epail ; stations battues de décembre à avril.

Mentionné par De Noter (1994).

- *Porphyra purpurea* (Roth) C. Agardh

Mentionné par Cosson & Billard (1978).

- *Porphyra umbilicalis* (Linnaeus) Kützing

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : commun toute l'année.

Mentionné par De Noter (1994).

- *Porphyra vulgaris* Kützing

Mentionné par Crié (1876).

Classe des *Compsopogonophyceae*

- *Erythrocladia irregularis* Rosenvinge

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Saccaviron, sur les hydraires, en novembre.

- *Erythrotrichia carnea* (Dillwyn) J. Agardh

Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Port Marie ; Petit Epail ; Saccaviron, commun en septembre sur les hydraires.

- *Erythrotrichia investiens* (Zanardini) Bornet

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Port Marie, flaques supérieures, en septembre.

- *Erythrotrichia welwitschii* (Ruprecht) Batters

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail, sur des patelles, dans les flaques supérieures, en novembre.

Classe des *Florideophyceae*

- *Acrochaetium lenormandii* (Suhr ex Kützing) Nägeli

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail, en mai.

- *Aglaothamnion hookeri* (Dillwyn) Maggs & Hommersand

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Callithamnion hookeri* : Petit Epail, en épiphyte, d'avril à septembre.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Aglaothamnion scoplorum*.

- *Aglaothamnion roseum* (Roth) Maggs & L'Hardy-Halos

Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami, 1972) comme *Callithamnion roseum* et *Aglaothamnion roseum* : en épiphyte sur diverses algues.

- *Aglaothamnion tenuissimum* (Bonnemaison) Feldmann-Mazoyer

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Callithamnion byssoides* et *Ceramium tenuissimum* : commun sur diverses algues, la Meule (juillet) ; Plate Ile (juin).

- ***Ahnfeltia plicata* (Hudson) Fries**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : entre la Corbière et la Meule : dans les flaques sableuses, en juin.
Mentionné par Davy de Virville (1939) : les Rondes de l'Ouest, dans les flaques à *Fucus platycarpus*.
Mentionné par De Noter (1994).
- ***Anotrichium barbatum* (C. Agardh) Nägeli**
Mentionné par Crié (1876) comme *Griffithsia barbata*.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Griffithsia barbata* : Port Homard, en juillet.
- ***Antithamnion cruciatum* (C. Agardh) Nägeli**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : l'Enseigne, en mai et juin.
- ***Antithamnion sarniense* (Lyle) Feldmann-Mazoyer**
Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de la Grande Ile.
- ***Antithamnionella ternifolia* (J.D. Hooker & Harvey) Lyle**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : épiphyte commun.
Mentionné par Davy de Virville (1939) : les Rondes de l'Ouest, sur les points les plus battus.
Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Chapelle.
- ***Apoglossum ruscifolium* (Turner) J. Agardh**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail et Enseigne : commun.
Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Delesseria ruscifolia* : Plate Ile, côté battu (nord) : sur rochers peu éclairés.
Mentionné par De Noter (1994).
- ***Asparagopsis armata* Harvey**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail : quelques individus à basse mer en septembre, un seul en février.
Mentionné par Benard & al. (1975) comme *Falkenbergia rufolanosa*.
Observé en plongée (Ecosub 2006) : la Cancalaise, la Chapelle.
- ***Audouinella membranacea* (Magnus) Papenfuss**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Rhodochorton membranaceum* : Saccaviron sur Sertulaire, en novembre.
- ***Boergeseniella fruticulosa* (Wulfen) Kylin**
Mentionné par Crié (1876) comme *Polysiphonia fruticulosa*.
Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Polysiphonia fruticulosa* : Plate Ile, côté abrité (sud)
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Polysiphonia furcellata* : Petit Epail, dans les flaques ; dans le Sound en avril.
- ***Boergeseniella thuyoides* (Harvey) Kylin**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Polysiphonia thuyoides* : Petit Epail, en septembre.
- ***Bonnemaisonia asparagoides* (Woodward) C. Agardh**
Mentionné par Crié (1876).
Individus récoltés par E. Chemin le 1^{er} septembre 1928 (herbier de la station marine de Dinard).
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : entre la Grand Grève et le chenal du Petit Louis en épaves abondantes.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de la Grande Ile.
- ***Bonnemaisonia hamifera* Hariot**
Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Trilliella intricata* : Petit Epail, rare, sur les rochers à basse mer.
Mentionné par De Noter (1994).
- ***Boreolithon van-heurckii* (Heydrich) A.S. Harvey & Woelkerling**
Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Saccaviron.
- ***Bornetia secundiflora* (J. Agardh) Thuret**
Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Port Marie, assez commun toute l'année.
Mentionné par Davy de Virville (1939) : la Meule ; Plate Ile, côté battu (nord) ; en général aux points les plus battus.
Mentionné par Benard & al. (1975).
- ***Bostrychia scorpioides* (Hudson) Montagne**
Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : commun à la base des phanérogames halophiles.
Mentionné par Géhu (1960) comme *Bostrychia scorpioides* : Ile aux Oiseaux.
Mentionné par Floc'h (1977) : Anse de la Truelle.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) : en abondance à l'Anse de la Truelle.
Mentionné par De Noter (1994).

- ***Brongniartella byssoides* (Goodenough & Woodward) F. Schmitz**
Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail et Plate Ile d'avril à juillet.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de la Grande Ile.
- ***Calliblepharis ciliata* (Hudson) Kützing**
Mentionné par Crié (1876) comme *Rhodymenia ciliata*.
Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : commun en été.
Mentionné par Davy de Virville (1939) : Saccaviron ; la Meule ; Plate Ile, côté battu (nord) sur les rochers peu éclairés.
Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure, La Chapelle.
- ***Calliblepharis jubata* (Goodenough & Woodward) Kützing**
Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : commun au printemps.
Mentionné par Davy de Virville (1939) : Plate Ile, côté battu (nord) sur des rochers peu éclairés ; la Déchirée.
Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Chapelle.
- ***Callithamnion corymbosum* (Smith) Lyngbye**
Mentionné par Crié (1876).
Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail, de juin à septembre.
Mentionné par Cosson & Billard (1978)
***Callithamnion corymbosum* var. *intricatum* Lyngbye**
Mentionné par Crié (1876).
- ***Callithamnion pedicellatum* Agardh**
Mentionné par Crié (1876).
- ***Callithamnion polyspermum* C. Agardh**
Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : dans le chenal de la Houlée.
- ***Callithamnion tetragonum* (Withering) S.F. Gray**
Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petite Enseigne, rare, en juillet.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de la Grande Ile.
Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Chapelle.
- ***Callithamnion tetricum* (Dillwyn) S.F. Gray**
Mentionné par Crié (1876).
Individus récoltés par Hamel le 1^{er} octobre 1921 (herbier de la station marine de Dinard).
Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail, sur les rochers à base mer.
Mentionné par Davy de Virville (1939) : la Déchirée et les Rondes de l'Ouest, au points les plus battus.
Mentionné par Cosson & Billard (1978).
- ***Callithamnion tripinnatum* C. Agardh**
Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : l'Enseigne, en mai et juin.
- ***Callophyllis laciniata* (Hudson) Kützing**
Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail, à très basse mer, en épave ;
Chenal du Petit Louis.
Mentionné par Davy de Virville (1939) : la Déchirée.
- ***Catenella caespitosa* (Withering) L.M. Irvine**
Mentionné par Crié (1876) comme *Catenella opuntia*.
Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Catenella opuntia* : entre les blocs de la cale de la Grande Ile.
Mentionné par Davy de Virville (1939) : la Déchirée, zone des *Lichina*.
Mentionné par Géhu (1960) comme *Catenella repens* : Ile aux Oiseaux.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Catenella repens*.
- ***Ceramium ciliatum* (J. Ellis) Ducluzeau**
Mentionné par Crié (1876).
Mentionné par Cosson & Billard (1978).
- ***Ceramium diaphanum* (Lightfoot) Roth**
Mentionné par Crié (1876) comme *Ceramium gracillimum*.
Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Ceramium gracillimum* : le Petit Epail. ; Plate Ile, en juillet.
- ***Ceramium echionotum* J. Agardh**
Mentionné par Cosson & Billard (1978).
Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Plate Ile, en juillet.
- ***Ceramium flabelliferum* Kützing**
Mentionné par Cosson & Billard (1978).
- ***Ceramium pennatum* P.L. Crouan & H.M. Crouan**
Mentionné par Cosson & Billard (1978).

- ***Ceramium shuttleworthianum* (Kützing) Rabenhorst**
Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Ceramium acanthonotum* : le Petit Epail.
- ***Ceramium virgatum* Roth**
Mentionné par Crié (1876) comme *Ceramium rubrum*.
Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Ceramium rubrum* : commun.
Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Ceramium rubrum* : Plate Ile ; la Déchirée ; les Rondes de l'Ouest.
Mentionné par De Noter (1994) comme *Ceramium rubrum*.
- ***Champia parvula* (C. Agardh) Harvey**
Mentionné par Davy de Virville (1939) : Plate Ile, aux points les plus battus.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Chenal du Petit Louis, commun en épave.
Mentionné par De Noter (1994).
- ***Chondracanthus acicularis* (Roth) Fredericq**
Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Gigartina acicularis* : Grande Ile ; rocher de la Corbière.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Gigartina acicularis* : commun.
Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Gigartina acicularis* : la Meule ; Plate Ile, côté battu (nord) et Enseigne sur les rochers plats fortement éclairés ; la Déchirée ; les Rondes de l'Ouest, sur les roches, sous les *Rhodymenia palmata*.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Gigartina acicularis*.
Observé en plongée (Ecosub 2006) : la Chapelle.
- ***Chondria capillaris* (Hudson) M.J. Wynne**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Chondria tenuissima* : Petit Epail & Plate Ile, de juin à septembre.
Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Chondria tenuissima* : Plate Ile, côté abrité (sud).
Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Chondria tenuissima* .
- ***Chondria dasyphylla* (Woodward) C. Agardh**
Mentionné par Crié (1876) comme *Laurencia dasyphylla*.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail & Plate Ile, de juin à septembre.
Mentionné par De Noter (1994).
- ***Chondrus crispus* Stackhouse**
Mentionné par Crié (1876).
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : commun.
Mentionné par Davy de Virville (1939) : la Déchirée.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de Grande Ile.
Observé en plongée (Ecosub 2006) : la Cancalaise ; la Chapelle.
- ***Chylocladia ovalis* (Hudson) Greville**
Mentionné par Crié (1876) : sur les roches et divers *Fucus*.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Plate Ile (mai et juin) ; Petite Enseigne(août).
- ***Chylocladia parvula* (C. Agardh) W. Hooker**
Mentionné par Crié (1876).
- ***Chylocladia verticillata* (Lightfoot) Bliding**
Mentionné par Crié (1876) comme *Chylocladia kaliformis*.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Chylocladia kaliformis* : commun au Saccaviron et Enseigne.
Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Chylocladia kaliformis* : Saccaviron ; Plate Ile, côté battu (nord) et Enseigne sur les roches plats fortement éclairés.
Mentionné par De Noter (1994).
- ***Colaconema bonnemaisoniae* Batters**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Grand Grève, en épave.
- ***Colaconema daviesii* (Dillwyn) Stegenga**
Mentionné par Crié (1876) comme *Callithamnion daviesii*.
Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Acrochaetium daviesii* : Port Marie.
- ***Composothamnion gracillimum* De Toni**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Ile aux Oiseaux, sur les rochers vaseux ; Petit Epail et Plate Ile, d'avril à juillet ;
Mentionné par Davy de Virville (1939) : Plate Ile, côté battu (nord) sur rochers peu éclairés.
- ***Composothamnion thuyoides* (Smith) Nägeli**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petite Enseigne, mai à juillet.

- ***Corallina elongata* J. Ellis & Solander**
Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Corallina mediterranea* : côte rocheuse sud-sud-ouest de Grande Ile.
Observé en plongée (Ecosub 2006) : la Chapelle.
- ***Corallina officinalis* Linnaeus**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail, commun.
Mentionné par Davy de Virville (1939) : Plate Ile, côté abrité (sud) ; les Rondes de l'Ouest, dans les flaques plates de *Fucus platycarpus* et sur les points les plus battus, en gazons ; la Déchirée.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de Grande Ile.
- ***Corallina squamata* Linnaeus**
Mentionné par Crié (1876).
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail, sur un *Calliblepharis jubata* ; Petite Enseigne, juillet ; Port Marie, à basse mer.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de Grande Ile.
- ***Crouania attenuata* (C. Agardh) J. Agardh**
Mentionné par Crié (1876).
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Crouania bispora* : Petite Enseigne, juillet ; Port Marie, à basse mer.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de Grande Ile.
- ***Cruoria cruoriaeformis* (P.L. Crouan & H.M. Crouan) Denizot**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Cruoria purpurea* : Ile aux Oiseaux, dragué sur le maërl.
- ***Cruoria pellita* (Lyngbye) Fries**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Port-Marie, rochers à très basse mer.
- ***Cryptopleura ramosa* (Hudson) L. Newton**
Mentionné par Crié (1876) comme *Nitophyllum laceratum*.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Nitophyllum laceratum* : Petit Epail, à basse mer
Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Nitophyllum laceratum* : les Rondes de l'Ouest, niveau inférieur ; la Meule ; Plate Ile, côté battu (nord) sur les rochers peu éclairés ; la Déchirée.
- ***Cystoclonium purpureum* (Hudson) Batters**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Cystoclonium pupurascens* : commun au printemps et en été.
Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Cystoclonium pupurascens* : Saccaviron.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Cystoclonium pupurascens* : côte rocheuse sud-sud-ouest de Grande Ile ; Plate Ile, côté battu (nord) et Enseigne sur les rochers plats fortement éclairés ; les Rondes de l'Ouest, sur les roches, sous les *Rhodymenia palmata* ; la Grande Fourche, sur les rochers verticaux ?
- ***Dasya hutchinsiae* Harvey**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Dasya arbuscula* : Petit Epail ; Port Marie ; Petit Epail, de juin à septembre.
Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Dasya arbuscula* : la Déchirée ; les Rondes de l'Ouest, sur les roches, sous les *Rhodymenia palmata*.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse Sud-Sud-Ouest de la Grande Ile
- ***Dasya punicea* (Zanardini) Meneghini ex Zanardini**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : mouillage de Beauchamp, dragué par 8 mètres en septembre.
- ***Delesseria sanguinea* (Hudson) J.V. Lamouroux**
Mentionné par Crié (1876).
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : la Meule et le chenal du Petit Louis, en épave, en juin.
Mentionné par Davy de Virville (1939) : la Meule ; la Déchirée ; les Rondes de l'Ouest, niveau inférieur, dans les flaques obscures, assez abondante ici.
- ***Dilsea carnosia* (Schmidel) Kuntze**
Mentionné par Crié (1876) comme *Iridaea edulis*.
Observé en plongée (Ecosub 2006) : la Cancalaise ; la Chapelle.
- ***Dilsea edulis* Stackhouse**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Port Marie, basse mer, juin-septembre.
Mentionné par Davy de Virville (1939) : la Meule ; la Déchirée.
- ***Dudresnaya verticillata* (Withering) Le Jolis**
Mentionné par Crié (1876) comme *Dudresnaia coccinea*.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Dudresnaia coccinea* : Grand-Grève, abondant en épave ; Chenal du Petit Louis, abondant en épave, juillet et août.

Mentionné par Cosson & Billard (1978).

- ***Dumontia contorta* (S.G. Gmelin) Ruprecht**

Mentionné par Crié (1876) comme *Dumontia filiformis*.

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Dumontia incrassata* : Petit Epail, à basse mer, dans les flaques moyennes, de février à juin.

Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Dumontia filiformis* : Saccaviron.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Dumontia incrassata*.

Mentionné par De Noter (1994).

- ***Erythroglossum laciniatum* (Lightfoot) Maggs & Hommersand**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Nitophyllum gmelini* : Plate Ile, en juillet.

- ***Falkenbergia doubletii* Sauvageau**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : extrêmement commun sur rochers à basse mer et en épaves en été.

Mentionné par Davy de Virville (1939) : Saccaviron ; Plate Ile, côté battu (nord) aux points les plus battus.

- ***Furcellaria lumbricalis* (Hudson) J.V. Lamouroux**

Mentionné par Crié (1876) comme *Furcellaria fastigiata* : rochers sablonneux à marée basse.

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Furcellaria fastigiata* : Petit Epail, dans les flaques inférieures ; Ile aux Oiseaux, de mai à novembre.

Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Furcellaria fastigiata* : la Meule ; Plate Ile, côté abrité (sud) ; la Déchirée ; les Rondes de l'Ouest, sur les points les plus battus.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) : entre le Gros Mont et l'Ile aux Oiseaux, bien représenté au Saccaviron. Observé en plongée (Ecosub 2006) : la Tournioure.

- ***Gastroclonium ovatum* (Hudson) Papenfuss**

Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Gastroclonium ovale* : Saccaviron : la Meule ; Plate Ile, côté battu (nord) et Enseigne sur les rochers plats fortement éclairés.

- ***Gelidium corneum* (Hudson) J.V. Lamouroux**

Mentionné par Crié (1876).

- ***Gelidium crinale* (Hare ex Turner) Gaillon**

Mentionné par De Noter (1994).

- ***Gelidium pulchellum* (Turner) Kützing**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail, fentes du fond des cuvettes.

Mentionné par Cosson & Billard (1978).

- ***Gelidium pulvinatum* (Kützing) Thuret ex Bornet**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Port Marie, à marée haute.

- ***Gelidium pusillum* (Stackhouse) Le Jolis**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Grande Ile, interstices des blocs de la cale ; Huguenants, sous les rochers.

Mentionné par De Noter (1994).

- ***Gigartina griffithsü* (Turner) Lamouroux**

Mentionné par Crié (1876) comme *Gigartina griffithsiae*.

- ***Gigartina pistillata* (S.G. Gmelin) Stackhouse**

Mentionné par Crié (1876).

- ***Gigartina teedii* var. *angusta* Chalon**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Gigartina teedii* : Pierre-à-Vras, septembre.

- ***Gloiosiphonia capillaris* (Hudson) Carmichael**

Mentionné par Crié (1876).

- ***Gracilaria bursa-pastoris* (S.G. Gmelin) P.C. Silva**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Gracilaria compressa* : Saccaviron, commun en été.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Gracilaria bursapastoris* et *Gracilaria compressa* : côte rocheuse sud-sud-ouest de la Grande Ile ; entre le Gros Mont et l'Ile aux Oiseaux, bien représenté au Saccaviron

Mentionné par De Noter (1994).

- ***Gracilaria gracilis* (Stackhouse) M. Steentoft, L.M. Irvine & W.F. Farnham**

Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Gracilaria confervoides* : Plate Ile, côté battu (nord), sur les rochers peu éclairés.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Gracilaria verrucosa* : entre le Gros Mont et l'Ile aux Oiseaux, bien représenté au Saccaviron.

- ***Grateloupia filicina* (J.V. Lamouroux) C. Agardh**

Mentionné par Crié (1876).

Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Port Marie, dans les flaques supérieures, d'août à novembre.

Mentionné par Davy de Virville (1939) : Les Rondes de l'Ouest, flaques plates à *Fucus platycarpus*.

- ***Griffithsia corallinoides* (Linnaeus) Trevisan**

Mentionné par Crié (1876) comme *Griffithsia corallina*.

Individus récoltés par Louis Mangin le 25 août 1928 dans le Saccaviron (herbier de la station marine de Dinard).

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Griffithsia corallina* : commun sur les rochers verticaux à basse mer, d'avril à septembre.

Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Griffithsia corallina* : les Rondes de l'Ouest, côtes est et sud abritées à flore très pauvre, sur les rochers verticaux ; rochers verticaux de la Grande Fourche ; la Déchirée ; Plate Ile, côté battu (nord) sur les rochers peu éclairés.

Mentionné par Cosson & Billard (1978)

- ***Griffithsia equisetifolia* (Lightfoot) C. Agardh**

Mentionné par Crié (1876).

- ***Gymnogongrus crenulatus* (Turner) J. Agardh**

Mentionné par De Noter (1994).

Observé en plongée (Ecosub 2006) : la Chapelle.

- ***Gymnogongrus griffithsiae* (Turner) C.F.P. Martius**

Mentionné par Crié (1876).

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : dans les flaques sableuses.

- ***Gymnogongrus plicatus* (Hudson) Kützing**

Mentionné par Crié (1876).

- ***Halarachnion ligulatum* (Woodward) Kützing**

Mentionné par Crié (1876) comme *Halymenia ligulata*.

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : abondant en épave à la Grand Grève et dans le chenal du Petit Louis, en épave, en juillet et août.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de Grande Ile.

- ***Haliptilon squamatum* (Linnaeus) H.W. Johansen, L.M. Irvine & A. Webster**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : la Chapelle.

- ***Halopithys incurva* (Hudson) Batters**

Mentionné par Crié (1876) comme *Rytiphlaea pinastroides*.

Individus récoltés en 1921 comme *Halopithys incurvus* (herbier de la station marine de Dinard).

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Halopithys pinastroides* : Petit Epail, dans les flaques.

Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Halopithys pinastroides* : Plate Ile, côté abrité (sud) ; la Déchirée ; les Rondes de l'Ouest, dans les flaques à *Fucus platycarpus*.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Halopithys incurvus* : côte rocheuse sud-sud-ouest de Grande Ile ; entre le Gros Mont à l'Ile aux Oiseaux, bien représenté au Saccaviron.

Observé en plongée (Ecosub 2006) comme *Halopithys incurvus* : la Chapelle.

- ***Halurus equisetifolius* (Lightfoot) Kützing**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail et la Meule, de mai à septembre.

Mentionné par Davy de Virville (1939) : la Meule ; Plate Ile côté battu (nord), sur les rochers peu éclairés.

Mentionné par De Noter (1994).

- ***Halurus flosculosus* (J. Ellis) Maggs & Hommersand**

Mentionné par Crié (1876) comme *Griffithsia setacea*.

Individus récoltés le 1^{er} octobre 1921 (anonyme, herbier de la station marine de Dinard).

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Griffithsia setacea* : commun sur diverses algues.

Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Griffithsia setacea* : Saccaviron ; les Rondes de l'Ouest, niveaux inférieurs ; la Déchirée ; Plate Ile, côté battu (nord) sur les rochers peu éclairés.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Griffithsia flosculosa*.

- ***Halymenia latifolia* P.L. Crouan & H.M. Crouan ex Kützing**

Mentionné par Cosson & Billard (1978).

- ***Helminthora divaricata* (C. Agardh) J. Agardh**

Mentionné par Crié (1876) comme *Dudresnaia divaricata*.

- ***Heterosiphonia plumosa* (J. Ellis) Batters**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Heterosiphonia coccinea* : commun de septembre à novembre.

Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Dasya coccinea* et *Heterosiphonia coccinea* : Plate Ile, côté battu (nord) dans les flaques obscures ; la Meule ; la Déchirée ; les Rondes de l'Ouest, aux niveaux inférieurs.

Observé en plongée (Ecosub 2006) : la Cancalaise.

- ***Hildenbrandia rubra* (Sommerfelt) Meneghini**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Hildenbrandia rosea* : commun sur les rochers à mi-marée.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Hildenbrandia prototypus* : côte rocheuse sud-sud-ouest de Grande Ile.
- ***Hydrolithon farinosum* (J.V. Lamouroux) D. Penrose & Y.M. Chamberlain**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Melobesia farinosa* : Saccaviron sur *Cystoseira*.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Fosliella farinosa*.
- ***Hypoglossum hypoglossoides* (Stackhouse) F.S. Collins & Hervey**
Mentionné par Crié (1876) comme *Delesseria hypoglossum*.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Hypoglossum woodwardii* : Petit Epail ; Enseigne et Plate Ile, commun de mai à septembre.
Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Delesseria hypoglossum* : Plate Ile, côté battu (nord) sur les rochers peu éclairés.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Hypoglossum woodwardii*.
- ***Jania rubens* (Linnaeus) J.V. Lamouroux**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : commun dans les cuvettes moyennes.
Mentionné par Davy de Virville (1939) : la Meule ; Plate Ile, côté battu (nord) ; la Déchirée.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de Grande Ile.
Observé en plongée (Ecosub 2006) : la Chapelle.
Mentionné par De Noter (1994).
- ***Kallymenia dubyi* (Chauv.) Harvey**
Mentionné par Crié (1876).
- ***Kallymenia reniformis* (Turner) J. Agardh**
Mentionné par Crié (1876).
- ***Laurencia obtusa* (Hudson) J.V. Lamouroux**
Mentionné par Crié (1876).
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : commun, surtout au Saccaviron.
Mentionné par Davy de Virville (1939) : la Meule ; Plate Ile, côté battu (nord) ; la Déchirée ; Les Rondes de l'Ouest, sur les roches, sous les *Rhodymenia palmata* et côtes est et sud abritées à flore très pauvre, sur rochers verticaux ; la Grande Fourche, sur les rochers verticaux.
Mentionné par Benard & al. (1975).
Mentionné par Cosson & Billard (1978)
- ***Laurencia pinnatifida* var. *tenuissima* (Turner) Hooker**
Mentionné par Crié (1876) comme *Laurencia tenuissima*.
- ***Leptophytum bornetii* (Foslie) Adey**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail, sur les rochers, entre les laminaires.
- ***Lithophyllum incrustans* Philippi**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : commun dans les flaques littorales.
Mentionné par Davy de Virville (1939) : la Déchirée ; la Meule.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de Grande Ile.
Mentionné par De Noter (1994).
- ***Lithothamnion hamelii* M. Lemoine**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : dragué par 8 mètres.
- ***Lomentaria articulata* (Hudson) Lyngbye**
Mentionné par Crié (1876) comme *Chylocladia articulata*.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : commun sous les rochers.
Mentionné par Davy de Virville (1939) : Saccaviron ; Plate Ile, côté battu (nord) sur les rochers peu éclairés.
Mentionné par De Noter (1994).
- ***Lomentaria clavellosa* (Turner) Gaillon**
Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Chylocladia clavellosa* : Saccaviron.
- ***Lophosiphonia obscura* (C. Agardh) Falkenberg**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : rochers vaseux du Sound, en septembre.
- ***Mastocarpus stellatus* (Stackhouse) Guiry**
Mentionné par Crié (1876) comme *Gigartina mamillosa*.
Individus récoltés par Louis Mangin le 13 septembre 1921 à Port Marie comme *Gigartina stellata*, avec la synonymie de *Gigartina mamillosa* (herbier de la station marine de Dinard).
Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Gigartina mamillosa* : Grande Ile.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Gigartina mamillosa* : assez commun sur les rochers à très basse mer.

Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Gigartina mamillosa* : la Déchirée ; Plate Ile, côté battu (nord) ; Les Rondes de l'Ouest, sur les roches, sous les *Rhodomenia palmata* ; la Déchirée.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Gigartina stellata* : côte rocheuse sud-sud-ouest de Grande Ile.

Mentionné par De Noter (1994) comme *Petrocelis cruenta*.

Observé en plongée (Ecosub 2006) : la Chapelle.

- ***Melobesia membranacea* (Esper) J.V. Lamouroux**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 In : Lami 1972) comme *Epilithon membranaceum*.

- ***Membranoptera alata* (Hudson) Stackhouse**

Individus récoltés par Louis Mangin le 13 septembre 1921 à Port Marie (herbier de la station marine de Dinard).

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 In : Lami 1972) comme *Pteridium alatum* : commune sous les roches.

Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Pteridium alatum* : Plate Ile, côté battu (nord).

Mentionné par De Noter (1994).

- ***Meredithia microphylla* (J. Agardh) J. Agardh**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 In : Lami 1972) : Grande Ile, sous le phare, à très basse mer.

- ***Microcladia glandulosa* (Solander ex Turner) Greville**

Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse sud-sud-ouest de Grande Ile.

Observé en plongée (Ecosub 2006) : la Chapelle.

- ***Monosporus pedicellatus* (Smith) Solier**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 In : Lami 1972) comme *Monospora pedicellata* : Petit Epail ; la Houlée ; Enseigne, de mars à septembre.

Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Monospora pedicellata* : Plate Ile, côté battu (nord) sur les rochers peu éclairés.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Neomonospora pedicellata*.

- ***Nemalion helminthoides* (Vellay) Batters**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Nemalion lubricum* : Grande Ile ; rocher de la Corbière.

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 In : Lami 1972) comme *Nemalion multifidum* : Port Marie et le Petit Epail, sur les rochers exposés.

Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Nemalion multifidum* : la Meule, la Déchirée.

Mentionné par Besnard & al. (1975).

Mentionné par Cosson & Billard (1978).

- ***Nitophyllum punctatum* (Stackhouse) Greville**

Mentionné par Crié (1876).

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 In : Lami 1972) : la Meule, en juin.

Mentionné par Davy de Virville (1939) : la Meule.

- ***Osmundea hybrida* (A.P. de Candolle) K.W. Nam**

Mentionné par Crié (1876) comme *Laurencia hybrida*.

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 In : Lami 1972) comme *Laurencia hybrida* : Petit Epail, de janvier à juin.

Mentionné par De Noter (1994) comme *Laurencia hybrida*.

- ***Osmundea pinnatifida* (Hudson) Stackhouse**

Mentionné par Crié (1876) comme *Laurencia pinnatifida*.

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Laurencia pinnatifida* : Grande Ile, à la Pointe de la Tour.

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 In : Lami 1972) comme *Laurencia pinnatifida* : commun.

Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Laurencia pinnatifida* : Plate Ile, côté battu (nord) ; la Déchirée.

Mentionné par De Noter (1994) comme *Laurencia pinnatifida*.

- ***Palmaria palmata* (Linnaeus) Kuntze**

Mentionné par Crié (1876) comme *Rhodomenia palmata*.

Individus récoltés le 1^{er} octobre 1921 comme *Rhodomenia palmata* (anonyme, herbier de la station marine de Dinard).

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Rhodomenia palmata* : Grande Ile.

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 In : Lami 1972) comme *Rhodomenia palmata* : commun à basse mer, forme une ceinture ; sur *Laminaria hyperborea*, en épave.

Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Rhodomenia palmata* : Plate Ile, côté battu (nord) ; la Déchirée ; Les Rondes de l'Ouest, côtes est et sud abritées à flore très pauvre, sur rochers verticaux ; rochers verticaux de la Grande Fourche.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Rhodomenia palmata* : côte rocheuse sud-sud-ouest de Grande Ile.

Mentionné par De Noter (1994) comme *Palmaria palmata*.

Observé en plongée (Ecosub 2006) comme *Palmaria palmata* : la Chapelle.

- ***Peyssonnelia armorica* (P.L. Crouan & H.M. Crouan) Weber-van Bosse**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 In : Lami 1972) comme *Cruoriella armoricae* : Saccaviron.

- ***Peyssonnelia atropurpurea* P.L. Crouan & H.M. Crouan**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Port Marie, à très basse mer.
- ***Peyssonnelia dubyi* P.L. Crouan & H.M. Crouan**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Cruoriella dubyi* : sur des coquillages aux Huguenants et au Sacaviron, en octobre.
- ***Peyssonnelia harveyana* P.L. Crouan & H.M. Crouan ex J. Agardh**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : les Huguenants, sur des patelles.
- ***Peyssonnelia rubra* (Greville) J. Agardh**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : dragué par 10 mètres près de l'Ile aux Oiseaux.
- ***Phycodrys rubens* (Linnaeus) Batters**
Mentionné par Crié (1876) comme *Delesseria sinuosa*.
Mentionné par Cosson & Billard (1978).
Observé en plongée (Ecosub 2006) : la Chapelle.
- ***Phyllophora crispa* (Hudson) P.S. Dixon**
Mentionné par Crié (1876) comme *Phyllophora rubens*.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Phyllophora rubens* : commun sur les rochers, à basse mer.
Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Phyllophora rubens* : Plate Ile, côté battu (nord) dans des flaques obscures ; la Meule ; la Déchirée ; les Rondes de l'Ouest, sur les points les plus battus, en gazons.
Mentionné par De Noter (1994).
Observé en plongée (Ecosub 2006) : la Tournioure ; la Chapelle.
- ***Phyllophora pseudoceranoïdes* (S.G. Gmelin) Newroth & A.R.A. Taylor**
Mentionné par Crié (1876) comme *Phyllophora membranifolia*.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Phyllophora membranifolia* : sur les rochers, à basse mer.
Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Phyllophora membranifolia* : la Meule ; Plate Ile, côté battu (nord) dans des flaques obscures ; niveaux inférieurs aux Rondes de l'Ouest.
Mentionné par De Noter (1994).
Observé en plongée (Ecosub 2006) : la Chapelle.
- ***Phymatolithon calcareum* (Pallas) Adey & D.L. McKibbin**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Lithothamnium calcareum* : extrêmement commun dans les dragages effectués autour de l'archipel et comme *Lithothamnium polymorphum* : dragué par 8 mètres aux Huguenants.
Mentionné par De Noter (1994) comme *Lithothamnion calcareum*.
- ***Phymatolithon lenormandii* (J.E. Areschoug) W.H. Adey**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Lithothamnium lenormandii* : commun sur les rochers et les coquilles.
Mentionné par De Noter (1994) comme *Lithothamnium lenormandii*.
- ***Pleonosporium borneri* (Smith) Nägel**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail ; la Meule ; Plate Ile, de mars à septembre.
Mentionné par De Noter (1994).
- ***Plocamium cartilagineum* (Linnaeus) P.S. Dixon**
Mentionné par Crié (1876) comme *Plocamium coccineum*.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Plocamium coccineum* : commun.
Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Plocamium coccineum* : Plate Ile, côté battu (nord)aux points les plus battus ; la Déchirée ; les Rondes de l'Ouest, aux niveaux inférieurs.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Plocamium coccineum*.
Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise ; la Tournioure ; La Chapelle.
- ***Plumaria plumosa* (Hudson) Kuntze**
Individus récoltés le 13 septembre 1921 comme *Plumaria elegans* par un anonyme (herbier de la station marine de Dinard).
Individus récoltés par Louis Mangin comme *Plumaria elegans* le 1^{er} septembre 1928 (herbier de la station marine de Dinard).
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Plumaria elegans* : sous les rochers.
Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Plumaria elegans* : Plate Ile, côté battu (nord) sur rochers peu éclairés : la Déchirée ; la Meule.
- ***Pneophyllum fragile* Kützing**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Melobesia lejolisii* : Saccaviron, sous les Zostères.
- ***Polyides rotundus* (Hudson) Gaillon**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail, Pierre-à-Vras, mai à septembre.

Mentionné par De Noter (1994) comme *Polyides caprinus*.

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Chapelle.

- ***Polyneura bonnemaisonii* (C. Agardh) Maggs & Hommersand**

Mentionné par Crié (1876) comme *Nitophyllum ulvoideum*.

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancale.

- ***Polysiphonia brodiei* (Dillwyn) Sprengel**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 In : Lami 1972) comme *Polysiphonia brodiaea* : Port Marie, dans les flaques supérieures, toute l'année.

- ***Polysiphonia elongata* (Hudson) Sprengel**

Mentionné par Crié (1876).

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 In : Lami 1972) : commun, surtout au Saccaviron, fixé à de petits cailloux toute l'année.

Mentionné par Davy de Virville (1939) : Plate Ile, côté battu (nord) aux points les plus battus.

- ***Polysiphonia fibrata* (Dillwyn) Harvey**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 In : Lami 1972) : Petit Epail sur *Cladostephus spongius*, en septembre.

- ***Polysiphonia fucoides* (Hudson) Greville**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 In : Lami 1972) comme *Polysiphonia nigrescens* et *Polysiphonia violacea* : commun partout.

Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Polysiphonia violacea* : Saccaviron

Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Polysiphonia nigrescens*.

Observé en plongée (Ecosub 2006) comme *Polysiphonia nigrescens* : La Chapelle.

- ***Polysiphonia lanosa* (Linnaeus) Tandy**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 In : Lami 1972) comme *Polysiphonia fastigiata* : commun sur les *Ascophyllum*.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Vertebrata lanosa* : côte rocheuse sud-sud-ouest de la Grande Ile.

Mentionné par Géhu (1960) : Ile aux Oiseaux.

Mentionné par De Noter (1994).

- ***Polysiphonia nigra* (Hudson) Batters**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 In : Lami 1972) comme *Polysiphonia atro-rubescens* : Petit Epail, de novembre à mai.

- ***Polysiphonia simulans* Harvey**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 In : Lami 1972) : Plate Ile, mai et juin.

- ***Polysiphonia stricta* (Dillwyn) Greville**

Mentionné par Crié (1876) comme *Polysiphonia urceolata*.

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 In : Lami 1972) comme *Ceramium strictum* et *Polysiphonia urceolata* : Petit Epail, en septembre ; Port Marie, en avril.

- ***Pterocladia capillacea* (S.G. Gmelin) Santelices & Hommersand**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 In : Lami 1972) comme *Pterocladia capillacea* : Petit Epail, très commun à basse mer.

Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Pterocladia capillacea* : la Meule, la Déchirée ; les Rondes de l'Ouest, dans les flaques plates à *Fucus platycarpus*.

Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Pterocladia capillacea*.

- ***Pterosiphonia pennata* (C. Agardh) Sauvageau**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 In : Lami 1972) : chenal de beauchamp, dragué par 8mètres, en septembre.

- ***Pterothamnion crispum* (Ducluzeau) Nägeli**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 In : Lami 1972) comme *Antithamnion crispum* : Petite Enseigne, en juillet.

- ***Pterothamnion plumula* (J. Ellis) Nägeli**

Mentionné par Crié (1876) comme *Callithamnion plumula*.

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 In : Lami 1972) comme *Antithamnion plumula* : Petit Epail et Enseigne, en juillet.

- ***Ptilota gunneri* P.C. Silva, Maggs & L.M. Irvine**

Mentionné par Crié (1876) comme *Ptilota plumosa* : sur diverses laminaires.

- ***Ptilothamnion pluma* (Dillwyn) Thuret**

Mentionné par Hamel (Hamel 1939 In : Lami 1972) : commun sur *Laminaria hyperborea*.

- ***Rhodomela confervoides* (Hudson) P.C. Silva**

Mentionné par Crié (1876) comme *Rhodomela subfusca*.

Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 In : Lami 1972) comme *Rhodomela confervoides* et *Rhodomela subfusca* : Petit Epail et la Meule, sur les rochers à basse mer, de mai à septembre.

- ***Rhodophyllis divaricata* (Stackhouse) Papenfuss**
Mentionné par Crié (1876) comme *Rhodymenia bifida* : sur *Codium tomentosum*.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Rhodophyllis appendiculata* et *Rhodophyllis bifida* : Petit Epail ; la Meule ; Petite Enseigne ; Plate Ile.
- ***Rhodothamniella floridula* (Dillwyn) Feldmann**
Individus récoltés en 1921 sur la vase recouvrant les rochers de Port Marie (herbier de la station marine de Dinard).
Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Rhodochorton floridulum* : Grande Ile.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Rhodochorton floridulum* : commun de novembre à mai.
Mentionné par Davy de Virville (1939) comme *Rhodochorton floridulum* : Platre Ile, côté battu (nord).
Mentionné par De Noter (1994).
- ***Rhodymenia laciniata* (Hudson) Greville**
Mentionné par Crié (1876).
- ***Rhodymenia pseudopalmata* (J.V. Lamouroux) P.C. Silva**
Mentionné par De Noter (1994).
- ***Schmitziella endophloea* Bornet & Batters**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Port Marie ; Petit Epail.
- ***Schottera nicaeënsis* (J.V. Lamouroux ex Duby) Guiry & Hollenberg**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Petroglossum nicaense* : dans les fentes des rochers.
- ***Scinaia furcellata* (Turner) J. Agardh**
Mentionné par Cosson & Billard (1978)
- ***Seirospora interrupta* (Smith) F. Schmitz**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Petit Epail.
- ***Solieria chordalis* (C. Agardh) J. Agardh**
Observé en plongée (2006) : la Cancalaise ; la Chapelle.
- ***Spermothamnion repens* (Dillwyn) Rosenvinge**
Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Spermothamnion repens* var. *turneri* : Petit Epail et Petite Enseigne, abondant sur *Fucus serratus* d'avril à septembre.
- ***Sphaerococcus coronopifolius* Stackhouse**
Mentionné par De Beauchamp (1923a) : rocher de la Corbière.
Mentionné par Hamel (Hamel 1938 et Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Haematocelis fissurata* et *Sphaerococcus coronopifolius* : Petit Epail (abondant en février) ; en épave en juillet.
Mentionné par Davy de Virville (1939) : Saccaviron, très abondant au fond des chenaux à basse mer ; la Meule ; la Déchirée.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse du sud-sud-ouest de la Grande Ile.
Observé en plongée (2006) : la Chapelle.
- ***Sphondylothamnion multifidum* (Hudson) Nägeli**
Mentionné par Crié (1876) comme *Wrangelia multifida*.
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : Port Marie ; Enseigne, en septembre.
Mentionné par Davy de Virville (1939) : Plate Ile, aux points les plus battus ; la Déchirée.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse du sud-sud-ouest de la Grande Ile.
- ***Spyridia filamentosa* (Wulfen) Harvey**
Mentionné par Crié (1876) : sur les Zostères.
Individus récoltés le 1^{er} octobre 1921 (anonyme, herbier de la station marine de Dinard).
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) : commun.
Mentionné par Davy de Virville (1939) : Plate Ile, côté battu (nord) et Enseigne sur les rochers plats fortement éclairés.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) : côte rocheuse du sud-sud-ouest de la Grande Ile.
Mentionné par De Noter (1994).
- ***Titanoderma pustulatum* (J.V. Lamouroux) Nägeli**
Mentionné par Hamel (Hamel 1939 *In* : Lami 1972) comme *Lithothamnium hapalidioides* : Saccaviron, sur des coquilles.
Mentionné par Cosson & Billard (1978) comme *Dermatolithon pustulatum*.

Annexe 2 - Liste des invertébrés marins inventoriés à Chausey de 1828 à 2007

Cette liste présente les espèces d'invertébrés des domaines intertidaux et subtidaux inventoriés à Chausey de 1828 (premier inventaire réalisé à Chausey par Audouin et Milne-Edwards) à nos jours (2007).

Seules les espèces animales strictement marines ou halophiles ont été prises en compte. Les espèces inventoriées à Chausey pouvant être trouvées aussi bien en milieu terrestre que marin (telles certaines espèces d'isopodes terrestres trouvées fortuitement dans les laisses de mer) n'ont pas été prises en compte dans cette liste.

Les noms d'espèces ont été réactualisés en suivant la nomenclature ERMS (The European Register of Marine Species (Costello & al. 2001)) disponible en ligne (<http://www.marbef.org/data/erms.php>) ainsi que la nomenclature CLEMAM (Check List of European Marine Mollusca) disponible en ligne (<http://www.somali.asso.fr/clemam/index.clemam.html>) pour les mollusques. Les Acariens et Coléoptères ne sont pas présentés (ou partiellement concernant les acariens) dans ces nomenclatures. Pour ces groupes, nous avons conservé les noms donnés par les auteurs.

Les embranchements ont été classés dans l'ordre systématique usuellement utilisé dans les faunes, comme suit : *Porifera*, *Cnidaria*, *Platyhelminthe*, *Nemertina*, *Sipuncula*, *Annelida*, *Arthropoda*, *Mollusca*, *Bryozoa*, *Echinodermata*, *Chordata*. Les sous-embranchements, classes, ordres, familles, genres et espèces ont été classés par ordre alphabétique.

Les coordonnées des stations de prélèvements des espèces correspondent à des coordonnées en Lambert II étendu (Ellipsoïde de Clarke 1880) et nous avons conservé les intitulés des codes des stations des auteurs. Les toponymes des îles et îlots les plus proches ont été ajoutés pour aider à la localisation des stations mentionnées par les auteurs. Lorsque plusieurs auteurs ont mentionné la même espèce, nous avons classé les différentes mentions par ordre chronologique.

Embranchement des *PORIFERA*

Classe des *Calcarea*

► Ordre des *Clathrinida*

Famille des <i>Clathrinidae</i>

***Clathrina coriacea* (Montagu, 1818)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Leucosolenia coriacea*, dans les grottes du Saccaviron.

► Ordre des *Leucosolenida*

Famille des <i>Grantiidae</i>

***Grantia compressa* (Fabricius, 1780)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) dans les grottes du Saccaviron.

Famille des <i>Sycettidae</i>

***Sycon ciliatum* (Fabricius, 1780)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure, La Chapelle.

***Sycon* sp. (Risso, 1826)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Sycon*, dans les grottes du Saccaviron.

Classe des *Demospongiae*

► Ordre des Astrophorida

Famille des *Ancorinidae*

***Stelleta grubii* (Schmidt, 1862)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Stellata grubei*, dans les grottes du Saccaviron.

***Stryphnus ponderosus* (Bowerbank, 1866)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : la Cancalaise.

Famille des *Geodiidae*

***Pachymatisma johnstoni* Bowerbank in Johnston, 1842**

Mentionné par Fauvel (1905).

Mentionné par De Beauchamp (1923a), dans les grottes du Saccaviron.

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure, La Chapelle.

► Ordre des *Dictyoceratida*

Famille des *Dysideidae*

***Dysidea fragilis* (Montagu, 1818)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1893) comme *Spongiela fragilis*.

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Spongiela fragilis irregularis* dans les grottes du Saccaviron.

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure, La Chapelle.

► Ordre des *Hadromerida*

Famille des *Hemiasterellidae*

***Adreus fascicularis* (Bowerbank, 1866)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a), dans les grottes du Saccaviron.

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure, La Chapelle.

***Stelligera rigida* (Montagu, 1818)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Vibulinus rigidus*, dans les grottes du Saccaviron.

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure, La Chapelle.

***Stelligera stuposa* (Montagu, 1818)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise.

***Stelligera* sp. Gray, 1867**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Chapelle.

Famille des *Polymastiidae*

***Polymastia mamillaris* (Müller, 1806)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure, La Chapelle.

Famille des *Subertitidae*

***Pseudosuberites sulphureus* (Bean in Bowerbank, 1866)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Suberites sulphureus*.

***Suberites carnosus* (Johnston, 1842)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Chapelle.

***Suberites ficus* (Johnston, 1842)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894).

Mentionné par Fauvel (1905).

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Chapelle.

***Homaxinella subdola* (Bowerbank, 1866)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Chapelle.

Famille des *Tethyidae*

***Polymastia boletiformis* (Lamarck, 1813)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) comme *Pachymastia boletiformis* : La Cancalaise, La Tournioure, La Chapelle.

***Tethya aurantium* (Pallas, 1766)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Tethya lyncurium*, dans les grottes du Saccaviron.

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure, La Chapelle.

Observé sur les rochers au NW de Plate Ile (Godet - cette étude).

► Ordre des *Halichondrida*

Famille des *Axinellidae*

Raspailia (Parasyringella) agnata (Topsent, 1896)

Observé en plongée (Ecosub 2006) comme *Axinella agnata* : La Chapelle.

Axinella damicornis (Esper, 1794)

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure, La Chapelle.

Axinella dissimilis (Bowerbank, 1866)

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure.

Axinella egregia sensu Uriz & Maldonado, 1993

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Chapelle.

Axinella polypoides Schmidt, 1862

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise.

Famille des *Halichondriidae*

Ciocalypta penicillus Bowerbank, 1862

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure.

Halichondria panicea (Pallas, 1766)

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Chapelle et comme *Halichondria topsenti* : La Cancalaise.

Halichondria sp. Fleming, 1828

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Halochondria* dans les grottes du Saccaviron.

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure.

Hymeniacidon perlevis (Montagu, 1818)

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Hymeniacidon caruncula*.

Hymeniacidon sp. Bowerbank, 1859

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Hymeniacidon* dans les grottes du Saccaviron.

► Ordre des Haplosclerida

Famille des *Chalinidae*

Chalinula limbata (Montagu, 1818)

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Chalinula montagui*.

Haliclona (Reniera) cinerea (Grant, 1826)

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Renaria cinerea*.

Haliclona elegans (Bowerbank 1866)

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Reniera elegans* dans les grottes du Saccaviron.

Haliclona (Halichoelona) fistulosa (Bowerbank, 1866)

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Reniera fistulosa* dans les grottes du Saccaviron.

Haliclona indistincta (Bowerbank, 1866)

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Renaria indistincta*.

Haliclona oculata (Pallas, 1766)

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Chapelle.

Haliclona (Haliclona) simulans (Johnston, 1842)

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Reniera simulans* dans les grottes du Saccaviron.

Observé en plongée (Ecosub 2006) comme *Adocia simulans* : La Cancalaise, La Tournioure, La Chapelle.

Haliclona (Rhizoniera) viscosa (Topsent, 1888)

Observé en plongée (Ecosub 2006) comme *Haliclona viscosa* : La Tournioure.

► Ordre des Poecilosclerida

Famille des *Crellidae*

Crella (Yvesia) rosea (Topsent, 1892)

Observé en plongée (Ecosub 2006) comme *Crella rosea* : La Cancalaise.

Famille des *Esperiopsidae*

Amphilectus fucorum

Observé en plongée (Ecosub 2006) comme *Esperiopsis fucorum* : La Cancalaise, La Tournioure, La Chapelle.

Famille des *Hymedesmiidae*

***Hemimycale columella* (Esper, 1794)**

Observé en plongée (Ecosub 2006): La Cancalaise, La Tournioure, La Chapelle.

***Phorbis fictitius* (Bowerbank, 1866)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) comme *Anchinoe fictitius* : La Cancalaise, La Tournioure.

***Phorbis* sp. Duchassaing & Michelotti, 1864**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Stylostichon* dans les grottes du Saccaviron.

Famille des *Mycalidae*

***Mycale (Carmia) subclavata* (Bowerbank, 1866)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) comme *Mycale similaris* : La Cancalaise, La Chapelle.

***Mycale (Aegogropila) contareni* (Martens, 1824)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Mycale contareni* dans les grottes du Saccaviron.

Famille des *Myxillidae*

***Mycale (Aegogropila) contareni* (Martens, 1824)**

Mentionné par Fauvel (1905) comme *Desmacidon aegagropila* et *Esperella aegagropila*.

***Mycale irregularis* (Czerniavsky, 1880)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Myxilla irregularis*.

***Mycale (Carmia) macilenta* (Bowerbank, 1866)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Esperella macilenta*.

***Myxilla (Myxilla) rosacea* (Lieberkühn, 1859)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) dans les grottes du Saccaviron.

***Myxilla* sp. Schmidt, 1862**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Tournioure.

Famille des *Raspailiidae*

***Raspailia (Clathriodendron) hispida* (Montagu, 1818)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) comme *Raspailia hispida* : La Cancalaise.

***Raspailia (Raspailia) ramosa* (Montagu, 1818)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) dans les grottes du Saccaviron.

Observé en plongée (Ecosub 2006): La Cancalaise, La Tournioure, La Chapelle.

Classe des *Homoscleromorpha*

► Ordre des Homosclerophorida

Famille des *Plakinidae*

***Oscarella lobularis* (Schmidt, 1862)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) dans les grottes du Saccaviron.

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure, La Chapelle.

Embranchement des *CNIDARIA*

Classe des *Hexacorallia*

► Ordre des *Actiniaria*

Famille des *Actiniidae*

***Actinia equina* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) dans les grottes du Saccaviron.

Commun et observé à travers tout l'archipel (Godet - cette étude).

***Anemonia viridis* (Forskål, 1775)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Anemonia sulcata*.

Observé en plongée (Ecosub 2006): La Chapelle.

Commun et observé à travers tout l'archipel (Godet - cette étude) et prélevé sur les stations suivantes : 3 au m² sur station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812) et 33 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Lézard 296163-2440185).

***Urticina felina* (Linnaeus, 1767)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Tealia felina* dans les grottes du Saccaviron.

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Chapelle.

Famille des *Aiptasiidae*

***Aiptasia mutabilis* (Gravenhorst, 1831)**

Mentionné par Fauvel (1905) comme *Aiptasia couchii*.

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Aiptasia couchi* dans les grottes du Saccaviron.

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Chapelle.

Famille des *Edwardsiidae*

***Edwardsia beautempsi* Quatrefages, 1842**

Observé par De Quatrefages en 1844 (Fauvel 1905).

Mentionné par De Beauchamp (1923a) « au Nord du Sound : entre la Massue, l'Etardière, l'Enseigne, et l'Île

Plate. Endroits vaseux ».

***Edwardsia timida* Quatrefages, 1842**

Mentionné par Fauvel (1905) comme *Edwardsia harassei* et *Edwardsia timida*.

***Edwardsia* sp. Quatrefages, 1842**

Observé par Godet (cette étude) : quelques individus à l'W de Roche Hamon dans les bouchots ; près de l'Épargne 299118-2439538) ; près de la Massue (293692-2440844) etc. et prélevé sur les stations suivantes : 5 au m² sur station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houlée 292977-2439421), 15 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 5 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léopard 296515-2440144), 3 station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 10 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 5 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185).

Famille des *Hormathiidae*

***Calliactis parasitica* (Couch, 1838)**

Observé et prélevé par Godet (cette étude) au NW de la Plaine du Rétin, fixée sur une coquille de *Calliostoma zizyphinum*.

Famille des *Metridiidae*

***Metridium senile* (Linnaeus, 1767)**

Mentionné par Fauvel (1905) comme *Actinoloba dianthus*.

Famille des *Sagartiidae*

***Actinothoe sphyrodeta* (Gosse, 1858)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Chapelle.

***Cereus pedunculatus* (Pennant, 1777)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Chapelle.

Observé par Godet (cette étude) : au NW de la Plaine du Rétin (294351-2441179) ; au SW de l'herbier à *Zostera marina* du Léopard ; au sud du Léopard (296537-2440223) ; SE du Colombier (295084-2438842) et prélevé sur les stations suivantes : 3 au m² sur la station AMA (sables à *Arenicola marina* de la Grand Grève 293699-2438991), 15 station AMB (sables à *Arenicola marina* du Cochon 293975-2439290), 8 station AMC (sables à *Arenicola marina* des Colombiers 294515-2439531), 115 station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houlée 292977-2439421), 185 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 80 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léopard 296515-2440144), 5 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185).

► Ordre des *Ceriantharia*

Famille des *Cerianthidae*

***Cerianthus lloydi* Gosse, 1859**

Observé en plongée (Ecosub 2006) comme *Cerianthus lloydii* : La Chapelle.

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² sur la station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léopard 296515-2440144), 3 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 3 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185), 8 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867).

***Cerianthus membranacea* (Spallanzani, 1784)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Cerianthus membranaceus* « au Nord du Sound : entre la Massue, l'Etardière, l'Enseigne, et l'Île Plate. Endroits vaseux ».

Observé en plongée (Ecosub 2006) comme *Cerianthus membranaceus* : La Chapelle.

***Cerianthus* sp. Delle Chiaje, 1830**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Chapelle.

► Ordre des Corallimorpharia

Famille des *Corallimorphidae*

***Corynactis viridis* Allman, 1846**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) dans les grottes du Saccaviron.
Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Chapelle.

► Ordre des *Scleractinia*

Famille des *Caryophylliidae*

***Caryophyllia inornata* (Duncan, 1878)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise.

***Caryophyllia smithi* Stokes & Broderip, 1828**

Mentionné par Fauvel (1905).

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Caryophyllia smithi* dans les grottes du Saccaviron.

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise.

***Caryophyllia* sp. Lamarck, 1801**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure, La Chapelle.

***Hoplangia durotrix* Gosse, 1860**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Tournioure.

Famille des *Dendrophylliidae*

***Balanophyllia regia* Gosse, 1860**

Mentionné par Fauvel (1905).

Mentionné par De Beauchamp (1923a) dans les grottes du Saccaviron.

► Ordre des *Zoantharia*

Famille des *Epizoanthidae*

***Epizoanthus couchii* (Johnston in Couch, 1844)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure.

Famille des *Parazoanthidae*

***Parazoanthus anguicomus* (Norman, 1868)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Chapelle.

Classe des *Hydroidomedusae*

► Ordre des *Capitata*

Famille des *Tubulariidae*

***Ectopleura larynx* (Ellis & Solander, 1786)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Tubularia larynx* « au Nord du Sound : entre la Massue, l'Etardière, l'Enseigne, et l'Île Plate. ».

► Ordre des *Conica*

Famille des *Aglaopheniidae*

***Aglaophenia tubulifera* (Hincks, 1861)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure.

Famille des *Haleciidae*

***Halecium halecium* (Linnaeus, 1758)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) comme *Halecium halecinum* (faute d'orthographe) : La Tournioure.

Famille des *Plumulariidae*

***Nemertesia antennina* (Linnaeus, 1758)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure, La Chapelle.

***Nemertesia ramosa* (Lamarck, 1816)**

Mentionné par Crié (1876) dans le Saccaviron.

Observé en plongée (Ecosub 2006): La Cancalaise.

Famille des *Sertulariidae*

***Diphasia attenuata* (Hincks, 1866)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure.

***Dynamena pumila* (Linnaeus, 1758)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) comme *Dynaema pumila* (faute d'orthographe) : La Chapelle.

***Hydrallmania falcata* (Linnaeus, 1758)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Tournioure.

***Sertularella gayi* (Lamouroux, 1821)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure.

***Sertularia cupressina* Linnaeus, 1758**

Mentionné par Crié (1876) dans le chenal du Saccaviron.

***Sertularia distans* Lamouroux, 1816**

Observé en plongée (Ecosub 2006) comme *Tridentata distans* : La Cancalaise.

***Sertularella* sp. Gray, 1848**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise.

► Ordre des *Proboscoida*

Famille des *Campanulariidae*

***Campanularia* sp. Lamarck, 1816**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise.

***Clytia hemisphaerica* (Linnaeus, 1767)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure.

***Obelia geniculata* (Linnaeus, 1758)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure, La Chapelle.

Classe des *Octocorallia*

► Ordre des *Alcyonacea*

Famille des *Alcyoniidae*

***Alcyonium coralloides* (Pallas, 1766)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Chapelle.

***Alcyonium digitatum* Linnaeus, 1758**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise.

► Ordre des *Gorgonacea*

Famille des *Gorgoniidae*

***Eunicella verrucosa* (Pallas, 1766)**

Mentionné par Fauvel (1905) comme *Gorgonia verrucosa*.

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Chapelle.

Embranchement des *PLATYHELMINTHES*

Classe des *Turbellaria*

► Ordre des *Acoela*

Famille des *Convolutidae*

***Convoluta roscoffensis* Graff, 1882**

Mentionné par Joyeux-Laffuie (1891).

Mentionné par Fauvel (1905) comme *Convoluta paradoxa* : « Forme des plaques vertes sur le sable, au bas des rochers à un niveau découvrant à toutes les marées ».

Mentionné par De Beauchamp (1923a) : « d'une abondance extraordinaire dans les ripplemarks ».

Mentionné dans la florule algologique des Iles Chausey par Hamel à la fin des années 1930 (Lami, 1972).
Mentionné par Benard & al. (1975).
Observé par Godet (cette étude) : Grand Grève ; au SW du Grand Romont (294779-2440012) ; très abondant entre le Chapeau et La Massue à l'W de l'archipel (autour de 293139-2440433).

► Ordre des *Prolecithophora*

Famille des *Plagiostomidae*

***Plagiostomum* sp. Schmidt, 1852**

Mentionné par De Beauchamp (1923a)

Embranchement des *NEMERTINA*

Classe des *Anopla*

Famille des *Tubulanidae*

***Tubulanus polymorphus* Renier, 1804**

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² sur la station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 8 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Lézard 296515-2440144) et 3 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812).

Famille des *Valenciniidae*

***Valencinia longirostris* Quatrefages, 1846**

Mentionné par Fauvel (1905) comme *Valenciennesia longirostris*.

Embranchement des *SIPUNCULA*

Classe des *Sipunculidea*

► Ordre des *Golfingiida*

Famille des *Golfingiidae*

***Golfingia elongata* (Keferstein, 1862)**

Mentionné par Fauvel (1905) comme *Phascolosoma elongatum*.

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Phascolosoma elongatum* : « au Nord du Sound : entre la Massue, l'Etardière, l'Enseigne, et l'Île Plate. Endroits vaseux ».

Prélevé par Hamon (1983) comme *Golfingia elongata* : 3 au 1/2m² sur Station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Observé par Godet (cette étude) : en bordure de l'herbier à *Zostera marina* du Lézard (296800-2440245) ; en bordure de l'herbier à *Zostera marina* des Huguenants ; près de la Grune à l'Eu (294540-2439670) et prélevé sur les stations suivantes : 3 au m² station AMC (sables à *Arenicola marina* des Colombiers 294515-2439531) 28 au m² station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houlée 292977-2439421), 40 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 30 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Lézard 296515-2440144), 60 ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 55 ZMB (herbier à *Zostera marina* du Lézard 296163-2440185), 3 ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867).

***Golfingia vulgaris* (de Blainville, 1827)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Phascolosoma vulgare* : « au Nord du Sound : entre la Massue, l'Etardière, l'Enseigne, et l'Île Plate. Endroits vaseux ».

Prélevé par Hamon (1983) : 2 au 1/2m² sur Station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Observé par Godet (cette étude) : A l'W de Roche-Hamon (296253-2439644) ; au Nord de Guibeau (296338-2439359) et prélevé sur les stations suivantes : 3 au m² station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Lézard 296515-2440144), 8 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812).

***Nephasoma minutum* (Keferstein, 1862)**

Mentionné par Fauvel (1905) comme *Petalostoma punctatissimum*.

Famille des *Phascolionidae*

***Phascolion (Phascolion) strombi* (Montagu, 1804)**

Prélevé par Hamon (1983) : 6 au 1/2 m² sur station 2 (la Canue 300510-2441138).

Embranchement des ANNELIDA

Classe des *Polychaeta*

► Ordre des *Capitellida*

Famille des *Arenicolidae*

***Arenicola marina* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894).

Prélevé par Godet (cette étude) : 53 au m² sur la station AMA (sables à *Arenicola marina* de la Grand Grève 293699-2438991), 3 station AMB (sables à *Arenicola marina* du Cochon 293975-2439290), 13 station AMC (sables à *Arenicola marina* des Colombiers 294515-2439531), 1 Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin). Les sables plus ou moins envasés colonisés par *Arenicola marina* ont été observés essentiellement sur les rives N et W de la Grande Ile et sur l'espace intertidal de niveau de mi-marée situé entre le chenal du Sound et celui du Relais autour des Colombiers et des Puceaux (Godet - cette étude).

Famille des *Capitellidae*

***Capitella capitata* (Fabricius, 1780)**

Prélevé par Hamon (1983) : 6 au 1/2m² sur la station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² sur la station VHB (sables envasés de haut niveau du Cochon 293651-2439290), 13 station AMC (sables à *Arenicola marina* des Colombiers 294515-2439531), 15 station COA (sables à *Cerastoderma edule* de l'ouest de l'archipel 292511-2440319), 28 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867).

***Capitella giardi* (Mesnil, 1897)**

Prélevé par Godet (cette étude) : 10 au m² station AMA (sables à *Arenicola marina* de la Grand Grève 293699-2438991) et 8 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867).

***Capitella minima* Langerhans, 1880**

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station station AMC (sables à *Arenicola marina* des Colombiers 294515-2439531), 3 station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houllée 292977-2439421), 55 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 10 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léopard 296515-2440144), 3 station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 23 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houllée 292821-2438812), 23 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185), 15 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867), 5 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670), 1 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

***Mediomastus fragilis* Rasmussen, 1973**

Prélevé par Hamon (1983) : 35 au 1/2m² sur la station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

***Notomastus latericeus* M. Sars, 1851**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Notomastus* « au Nord du Sound : entre la Massue, l'Etardière, l'Enseigne, et l'Ile Plate ».

Prélevé par Hamon (1983) : 48 au 1/2m² station 2 (la Canue 300510-2441138); 30 station 4 (la Canue 300616-2441045); 2 station 5 (bouchots ouest la Canue 300085-2441377); 31 station 6 (SE Epargne 298899-2439832); 1 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581); 7 station 9 (SW Canue 300019-2440654); 51 station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants) ; 6 station 11 (la Culassière 299237-2440375) ; 2 station 12 (SE la Culassière 299323-2440044).

Commun, plusieurs individus récoltés à travers l'archipel (Godet - cette étude) : en bordure de l'herbier à *Zostera marina* des Huguenants (298641-2438782) ; bordure du chenal de la Houllée (293479-2439380) ; Les Oitrées (299619-2439197) etc. Prélevé par Godet (cette étude) sur les stations suivantes : 160 au m² station AMA (sables à *Arenicola marina* de la Grand Grève 293699-2438991), 63 station AMC (sables à *Arenicola marina* des Colombiers 294515-2439531), 238 station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houllée 292977-2439421), 420 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 208 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léopard 296515-2440144), 130 station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 3 station SGB (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* du banc des Caniards 298184-2441228), 345 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houllée 292821-2438812), 383 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185), 1058 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867), 246 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670), 73 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

Famille des *Maldanidae*

***Clymenura clypeata* (de Saint Joseph, 1894)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Leiochone clypeata* « au Nord du Sound : entre la Massue, l'Etardière, l'Enseigne, et l'Ile Plate ».

Prélevé par Hamon (1983) comme *Leiochone clypeata* : 10 au 1/2m² station 4 (la Canue 300616-2441045) ; 4 station 6 (SE Epargne 298899-2439832); 3 station 7 (SE Epargne 299065-2439779); 111 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581); 20 station 11 (la Culassière 299237-2440375).

Quelques individus prélevés par Godet (cette étude) au NW de Plate Ile (294461-2440965) et prélevé sur les deux stations suivantes : 3 au m² station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670) et 3 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

***Clymenura tricirrata* (Bellan & Reys, 1967)**

Prélevé par Godet (cette étude) : 5 au m² sur station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Lézard 296163-2440185). D'après la synthèse de Dauvin & al. (2003), il s'agit d'une espèce nouvelle pour la Manche. L'espèce a également été trouvée en 2007 sur le littoral cotentin par Olivier & Fournier (2007) dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau (2006/60/CE) sur 5 stations : station subtidale (station SSMFO2) et intertidale (SIMF05) au Nord de Granville ; station subtidale au Sud du Havre de Lessay (SSMF03) ; station subtidale en Rade de Cherbourg (SSMF05) et station subtidale au Cap Lévi (SSMF06).

***Euclymene oerstedii* (Claparède, 1863)**

Prélevé par Hamon (1983) comme *Clymene oerstedii* : 2 au 1/2m² station 4 (la Canue 300616-2441045); 93 station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Prélevé par Godet (cette étude) : 345 au m² station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houlée 292977-2439421), 445 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 838 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Lézard 296515-2440144), 403 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 185 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Lézard 296163-2440185), 478 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867), 344 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670), 18 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

***Petaloproctus terricola* Quatrefages, 1865**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Petaloproctus* « au Nord du Sound : entre la Massue, l'Etardière, l'Enseigne, et l'Ile Plate ».

Quelques individus prélevés par Godet (cette étude) au Nord de l'Ile de la Meule (292098-2439982) ; SW de Roche Hamon (296334-2439749) ; au pied du rocher de La Canue (300455-2441728) et au SW de la Grand Grève, l'espèce a été prélevée sur la station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houlée 292977-2439421) (3 au m²).

***Maldanidae* indéterminé de type *Euclymene palermitana* (Grube, 1840)**

Prélevé par Godet (cette étude) : 23 au m² station COA (sables à *Cerastoderma edule* de l'ouest de l'archipel 292511-2440319), 13 station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houlée 292977-2439421), 30 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 35 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Lézard 296515-2440144), 40 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 3 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Lézard 296163-2440185), 5 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867).

Cette espèce correspond à la description de *Euclymene palermitana* (Grube, 1840) fournie par Dumitrescu (1960). D'après la synthèse de Dauvin & al. (2003), il s'agit d'une espèce nouvelle pour la Manche. L'espèce a également été trouvée en 2007 sur le littoral cotentin par Olivier & Fournier (2007) dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau (2006/60/CE) sur 3 stations subtidales : au Nord de Granville (station SSMF02) ; en Rade de Cherbourg (station SSMF05) et au Cap Lévi (station SSMF06).

► Ordre des *Eunicida*

Famille des *Dorvilleidae*

***Dorvillea rubrovittata* (Grube, 1855)**

Mentionné par Fauvel (1905) comme *Staurocephalus rubrovittatus*.

***Protodorvillea kefersteini* (McIntosh, 1869)**

Prélevé par Hamon (1983) comme *Dorvillea kefersteini* : 4 au 1/2m² sur station 2 (la Canue 300510-2441138); 4 station 5 (bouchots ouest Canue 300085-2441377); 6 station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Prélevé par Godet (cette étude) : 13 au m² station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 18 station SGB (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* du banc des Caniards 298184-2441228), 8 station DOA (sables à *Capsella variegata* de la Canue 300269-2441514).

***Schistomeringos caeca* (Webster & Benedict, 1884)**

Prélevé par Godet (cette étude) : 1 au m² station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670), 1 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

***Schistomeringos neglecta* (Fauvel, 1923)**

Prélevé par Hamon (1983) comme *Dorvillea neglectus* : 26 au 1/2m² station 2 (la Canue 300510-2441138); 88 station 4 (la Canue 300616-2441045); 2 station 5 (bouchots ouest Canue 300085-2441377); 11 station 6 (SE Epargne 298899-2439832); 4 station 7 (SE Epargne 299065-2439779); 11 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581); 4 station 11 (la Culassière 299237-2440375) ; 10 station 12 (SE la Culassière (299323-2440044).

***Schistomeringos rudolphi* (Delle Chiaje, 1828)**

Prélevé par Godet (cette étude) : 5 au m² station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houllée 292821-2438812).

Famille des *Eunicidae*

***Eunice harassii* Audouin & Milne-Edwards, 1833**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) « sous les pierres immergées », identifié par A. Malaquin.

Trouvé par Milne-Edwards et Audouin en 1828 (Fauvel, 1905).

Mentionné par De Beauchamp (1923a) : « sous les pierres du chenal du Saccaviron ».

***Lysidice ninetta* Audouin & Milne-Edwards, 1833**

Trouvé par Milne-Edwards et Audouin en 1828 (Fauvel, 1905).

***Marphysa bellii* Audouin & Milne-Edwards, 1833**

Trouvé par Milne-Edwards et Audouin en 1828 (Fauvel, 1905).

Plusieurs individus récoltés (Godet - cette étude) vers la Grune à l'Eu (294392-2439812) ; près de La Houllée (293100-2439396) et prélevé sur les stations suivantes : 13 au m² station AMC (sables à *Arenicola marina* des Colombiers 294515-2439531), 138 station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houllée 292977-2439421), 275 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 423 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léopard 296515-2440144), 410 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185), 293 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670), 21 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

***Marphysa sanguinea* (Montagu, 1815)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) « au Nord du Sound : entre la Massue, l'Etardière, l'Enseigne, et l'Ile Plate, endroits vaseux ».

Un individu prélevé par Godet (cette étude) dans les sables grossiers vers Riche Roche et 3 au m² prélevé sur la station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houllée 292821-2438812).

***Nematonereis unicornis* (Grube, 1840)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) « sous les pierres immergées », identifié par A. Malaquin.

Prélevé par Hamon (1983) : 2 au 1/2m² station 5 (bouchots ouest Canue 300085-2441377); 1 station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Prélevé par Godet (cette étude) : 5 au m² station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867), 3 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670).

Famille des *Lumbrineridae*

***Lumbrineris gracilis* (Ehlers, 1868)**

Prélevé par Hamon (1983) comme *Lumbriconereis gracilis* : 1 au 1/2m² station 3 (bouchots ouest Canue 300337-2441376); 4 station 6 (SE Epargne 298899-2439832); 1 station 7 (SE Epargne 299065-2439779); 2 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581); 62 station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants) ; 4 station 11 (la Culassière 299237-2440375).

***Lumbrineris latreilli* Audouin & Milne-Edwards, 1834**

Trouvé par Milne-Edwards et Audouin en 1828 (Fauvel, 1905) comme *Lumbriconereis latreilli*.

Prélevé par Godet (cette étude) : 18 au m² station AMB (sables à *Arenicola marina* du Cochon 293975-2439290), 5 station AMC (sables à *Arenicola marina* des Colombiers 294515-2439531), 135 station COA (sables à *Cerastoderma edule* de l'ouest de l'archipel 292511-2440319), 145 station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houllée 292977-2439421), 135 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 63 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léopard 296515-2440144), 15 station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 3 station SGB (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* du banc des Caniards 298184-2441228), 85 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houllée 292821-2438812), 33 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185), 38 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867), 3 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670), 1 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

***Lumbrineris* sp. Blainville, 1828**

Prélevé par Hamon (1983) comme *Lumbriconereis* sp. : 1 au 1/2m² station 7 (SE Epargne 299065-2439779).

► Ordre des *Opheliida*

Famille des *Ophelidae*

***Armandia polyophtalma* Kukenthal, 1887**

Mentionné par Fauvel (1905).

***Ophelia celtica* Amoureux & Dauvin, 1981**

Prélevé par Hamon (1983) : 1 au 1/2m² station 7 (SE Epargne 299065-2439779); 1 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581).

***Ophelia rathkei* McIntosh, 1908**

Prélevé par Godet (cette étude) : 128 au m² sur la station SGB (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* du banc des Caniards 298184-2441228).

***Ophelia* sp. Savigny, 1818**

Prélevé par Hamon (1983) : 32 au 1/2m² sur station 1 (la Canue 300549-2441118); 6 station 4 (la Canue 300616-2441045); 5 station 7 (SE Epargne 299065-2439779); 1 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581). Selon l'auteur : « rencontrée dans des sédiments grossiers de type dunaire, cette petite espèce ne s'apparente à aucune des espèces déjà décrites. Sa formule correspond à 13-14 sétigères thoraciques abranches, 4-5 branchifères et 5-6 abranches postbranchiaux ; la formule d'*Ophelia rathkei* (sic) est la plus proche avec 10-11 sétigères prébranchiaux, 8-10 branchiaux et 4-5 postbranchiaux ».

***Travisia forbesi* Johnston, 1840**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) « au Nord du Sound : entre la Massue, l'Etardière, l'Enseigne, et l'Ile Plate ».

Prélevé par Hamon (1983) : 15 au 1/2m² station 3 (bouchots ouest Canue 300337-2441376); 2 sur station 6 (SE Epargne 298899-2439832); 32 station 7 (SE Epargne 299065-2439779); 2 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581); 18 station 9 (SW Canue 300019-2440654); 2 station 11 (la Culassière 299237-2440375).

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² sur la station SGC (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* du banc de la Canue 300476-2441407).

Famille des *Scalibregmidae*

***Scalibregma celticum* Mackie, 1991**

Les individus prélevés par Hamon (1983) et identifiés comme *Scalibregma inflatum* Rathke, 1843 correspondent sans doute à *Scalibregma celticum* Mackie, 1991 (selon Dauvin & al. (2003) à propos de cette dernière espèce). Hamon a prélevé 10 individus au 1/2m² sur sa station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Prélevé par Godet (cette étude) : 10 au m² station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houlée 292977-2439421), 3 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 23 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léopard 296515-2440144), 5 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 5 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185), 3 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867).

► Ordre des *Orbiniida*

Famille des *Orbiniidae*

***Orbinia cuvieri* (Audouin & Milne-Edwards, 1833)**

Trouvé par Milne-Edwards et Audouin en 1828 (Fauvel 1905).

***Orbinia latreillii* (Audouin & Milne-Edwards, 1833)**

Trouvé par Milne-Edwards et Audouin en 1828 (Fauvel 1905) comme *Aricia latreillii*.

***Scoloplos armiger* (O. F. Müller, 1776)**

Prélevé par Hamon (1983) : 1 au 1/2m² station 6 (SE Epargne 298899-2439832); 59 station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Plusieurs individus récoltés par Godet (cette étude) à travers l'archipel notamment entre Plate Ile et l'Enseigne (294529-2441122) ; entre le Grand Romont et le Canon (294600-2440242) ; en bordure du chenal de la Houlée (293479-2439380) et sur les stations suivantes : 150 au m² station AMA (sables à *Arenicola marina* de la Grand Grève 293699-2438991), 10 station AMC (sables à *Arenicola marina* des Colombiers 294515-2439531), 15 station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houlée 292977-2439421), 20 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 13 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léopard 296515-2440144), 13 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867), 85 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670), 149 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

Famille des *Paraonidae*

***Paradoneis fulgens* (Levinsen, 1884)**

Prélevé par Hamon (1983) comme *Paraonis fulgens* : 11 au 1/2m² station 3 (bouchots ouest Canue 300337-2441376); 8 station 5 (bouchots ouest Canue 300085-2441377); 14 station 9 (SW Canue 300019-2440654).

***Paradoneis lyra* (Southern, 1914)**

Prélevé par Godet (cette étude) : 5 au m² station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762).

***Paraonis* sp. Cerruti, 1909**

Prélevé par Hamon (1983) : 4 au 1/2m² station 9 (SW Canue 300019-2440654); 15 station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

► Ordre des *Oweniida*

Famille des *Oweniidae*

***Myriochele heeri* Malmgren, 1867**

Prélevé par Godet (cette étude) : 5 au m² station AMC (sables à *Arenicola marina* des Colombiers 294515-2439531), 8 station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houlée 292977-2439421), 83 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 225 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Lézard 296515-2440144), 3 station SGB (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* du banc des Caniards 298184-2441228), 63 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 13 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Lézard 296163-2440185), 250 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867), 40 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670), 1 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

► Ordre des *Phyllodocida*

Famille des *Glyceridae*

***Glycera capitata* Oersted, 1843**

Prélevé par Hamon (1983) : 2 au 1/2m² sur station 2 (La Canue 300510-2441138).

***Glycera gigantea* Quatrefages, 1865**

Prélevé par Hamon (1983) : 8 au 1/2m² sur station 2 (La Canue 300510-2441138) ; 18 station 4 (300616-2441015- La Canue) , 1 station 6 (298899-2439832-SE de l'Epargne) ; 1 station 7 (NW Grune à Arche 299065-2439779) ; 2 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581) ; 1 station 9 (SW de la Canue 300019-2440699) ; 6 station 11 (SE Culassière 299237-2440375) ; 4 station 12 (SE Culassière 299323-2440014).

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² sur station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houlée 292977-2439421) et 3 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762).

***Glycera oxycephala* Ehlers, 1887**

Prélevé par Godet (cette étude) : 10 au m² station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 10 station SGB (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* du banc des Caniards 298184-2441228), 3 station SGC (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* du banc de la Canue 300476-2441407), 15 station DOA (sables à *Capsella variegata* de la Canue 300269-2441514).

Famille des *Goniadidae*

***Goniada emerita* Audouin & Milne-Edwards, 1833**

Mentionné par Fauvel (1905).

***Goniadella bobrezkii* (Annenkova, 1929)**

Prélevé par Hamon (1983) : 4 au 1/2m² sur station 2 (la Canue 300510-2441138) ; 8 sur station 4 (la Canue 300616-2441045) ; 22 station 5 (bouchots ouest Canue 300085-2441377); 3 station 6 (SE Epargne 298899-2439832); 26 station 7 (SE Epargne 299065-2439779); 10 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581); 3 station 9 (SW Canue 300019-2440654); 18 station 11 (la Culassière 299237-2440375); 6 station 12 (SE la Culassière (299323-2440044).

Prélevé par Godet (cette étude) : 13 au m² station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599).

Famille des *Hesionidae*

***Hesiospina similis* (Hessle, 1925)**

Prélevé par Hamon (1983) : 2 au 1/2m² sur station 4 (300616-2441015- La Canue).

Famille des *Nephtyidae*

***Nephtys caeca* (Fabricius, 1780)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) : « dans les sables vaseux que le reflux laisse à découvert », identifié par A. Malaquin.

Prélevé par Hamon (1983) : 8 au 1/2m² sur station 6 (298899-2439832-SE de l'Epargne) ; 10 sur station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Quelques individus prélevés autour de Riche Roche (293113-2438680) par Godet (cette étude) et sur les stations suivantes : 3 au m² sur station COA (sables à *Cerastoderma edule* de l'ouest de l'archipel 292511-2440319), 10 station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 1 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

***Nephtys cirrosa* Ehlers, 1868**

Prélevé par Hamon (1983) : 17 au 1/2 m² sur station 3 (bouchots de la Canue 300510-2441138) ; 6 station 4 (300616-2441015- La Canue) ; 18 station 5 (bouchots ouest de la Canue 300085-2441377) ; 35 station 6 (298899-2439832-SE de l'Epargne) ; 15 station 7 (NW Grune à Arche 299065-2439779) ; 10 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581) ; 21 station 9 (SW de la Canue 300019-2440699) ; 6 station 11 (SE Culassière 299237-2440375) ; 6 station 12 (SE Culassière 299323-2440014).

Plusieurs individus prélevés à travers l'archipel par Godet (cette étude) : NW de Plate Ile (294461-2440965) ; entre le Grand Romont et le Canon (294600-2440242) ; Entre Plate Ile et l'Enseigne (294529-2441122) ; Les Oitrées (299619-2439197) ; bancs de sables de la Canue ; au NW du Chapeau (292636-2439670) et sur les stations suivantes : 13 au m² station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 13 station SGB (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* du banc des Caniards 298184-2441228), 10 station SGC (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* du banc de la Canue 300476-2441407), 13 station DOA (sables à *Capsella variegata* de la Canue 300269-2441514), 5 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670), 11 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

***Nephtys hombergii* Savigny, 1818**

Prélevé par Hamon (1983) : 13 au 1/2m² sur station 6 (298899-2439832-SE de l'Epargne) ; 12 sur station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants) ; 10 sur station 11 (SE Culassière 299237-2440375).

Plusieurs individus prélevés à travers l'archipel par Godet (cette étude) : à l'W de Roche Hamon (296220-2439632) ; SE d'Aneret (296976-2438991) ; en bordure de l'herbier à *Zostera marina* des Huguenants (298641-2438782) ; près de la Grune à l'Eu (294392-2439812) et sur les stations suivantes : 13 au m² station AMA (sables à *Arenicola marina* de la Grand Grève 293699-2438991), 30 station AMC (sables à *Arenicola marina* des Colombiers 294515-2439531), 5 station COA (sables à *Cerastoderma edule* de l'ouest de l'archipel 292511-2440319), 35 station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houlée 292977-2439421), 18 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 30 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léopard 296515-2440144), 8 station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 15 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 13 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185), 10 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867), 3 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670), 5 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

***Nephtys incisa* Malmgren, 1865**

Prélevé par Hamon (1983) : 3 au 1/2m² sur station 6 (298899-2439832-SE de l'Epargne).

***Nephtys* sp. Cuvier in Audoin & Milne Edwards, 1833**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) au Nord du Sound : « entre la Massue, l'Etardière, l'Enseigne, et l'Ile Plate ».

Famille des *Nereididae*

***Eunereis longissima* (Johnston, 1840)**

Prélevé par Hamon (1983) : 30 au 1/2m² sur station 2 (La Canue 300510-2441138) ; 36 station 4 (300616-2441015- La Canue) ; 2 station 5 (bouchots ouest de la Canue 300085-2441377) ; 3 station 6 (298899-2439832-SE de l'Epargne) ; 1 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581) ; 14 station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants) ; 8 station 11 (SE Culassière 299237-2440375) ; 8 station 12 (SE Culassière 299323-2440014). Deux individus prélevés par Godet (cette étude) vers la Grune à l'Eu (294392-2439812) et près de La Houlée (293100-2439396) et plusieurs individus prélevés sur les stations suivantes : 3 au m² station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léopard 296515-2440144), 3 station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 3 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185), 3 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867).

***Hediste diversicolor* (O.F. Müller, 1776)**

L'espèce est considérée comme « très rare à Chausey » par Debout et Leneveu (Debout et Leneveu 1993, Leneveu et Debout 1994).

L'espèce a été observée par Godet (cette étude) en abondance sur l'ensemble des vasières ou sables envasés de haut niveau de l'archipel (Anse de la Truelle, pied du Gros Mont, à l'W du Cochon, vasières de haut niveau situées entre le Sound et le chenal du Relais, jardin de l'Ile aux Oiseaux principalement) et a été prélevée sur les stations suivantes : 113 au m² station VHA (sables envasés de haut niveau du Jardin de l'Ile aux Oiseaux 291720-2439968), 265 station VHB (sables envasés de haut niveau du Cochon 293651-2439290), 503 station VHC (sables envasés de haut niveau des Colombiers 294976-2439218).

***Neanthes irrorata* (Malmgren, 1867)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Nereis irrorata* au Nord du Sound : « entre la Massue, l'Etardière, l'Enseigne, et l'Ile Plate ».

Prélevé par Hamon (1983) comme *Nereis irrorata* : 1 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Prélevé par Godet (cette étude) et mentionné comme *Nereis irrorata* : 8 au m² station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houllée 292821-2438812), 18 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185), 10 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867).

***Perinereis cultrifera* (Grube, 1840)**

Quelques individus prélevés par Godet (cette étude) : près de la Grune à l'Eu (294540-2439670), N du Colombier (295137-2439102) ; près des rochers au Nord du chenal du Cochon (293128-2439536) et sur les stations suivantes : 3 au m² station AMA (sables à *Arenicola marina* de la Grand Grève 293699-2438991), 143 station COA (sables à *Cerastoderma edule* de l'ouest de l'archipel 292511-2440319), 5 station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houllée 292977-2439421), 15 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 23 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houllée 292821-2438812), 23 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185), 1 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670).

***Platynereis dumerilii* (Audouin & Milne-Edwards, 1833)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Leontis dumerili* : « sous les pierres immergées », identifié par A. Malaquin.

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station AMC (sables à *Arenicola marina* des Colombiers 294515-2439531), 3 station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houllée 292977-2439421).

Websterinereis glauca

Prélevé par Godet (cette étude) : 5 au m² station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599).

Famille des *Pholoididae*

***Pholoe synophthalmica* Claparède, 1868**

Prélevé par Hamon (1983) : Station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

***Pholoe inornata* Johnston, 1839**

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 5 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léopard 296515-2440144), 13 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houllée 292821-2438812), 8 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185), 3 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867).

Famille des *Phyllococidae*

***Eteone longa* (Fabricius, 1780)**

Prélevé par Hamon (1983) : 2 au 1/2m² sur station 9 (300019-2440654) ; 4 au 1/2m² sur la station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 23 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houllée 292821-2438812), 10 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867).

***Eumida punctifera* (Grube, 1860)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) au Nord du Sound : « entre la Massue, l'Etardière, l'Enseigne, et l'Île Plate ».

***Eumida sanguinea* (Oersted, 1843)**

Prélevé par Hamon (1983) : 10 au 1/2m² sur Station 6 (298899-2439832-SE de l'Épargne).

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station COA (sables à *Cerastoderma edule* de l'ouest de l'archipel 292511-2440319), 11 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670), 2 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

***Phyllococe (Anaitides) mucosa* Oersted, 1843**

Prélevé par Hamon (1983) : 3 au 1/2m² sur la station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants)

Prélevé par Godet (cette étude) : 25 au m² station AMA (sables à *Arenicola marina* de la Grand Grève 293699-2438991), 45 station AMB (sables à *Arenicola marina* du Cochon 293975-2439290), 23 station AMC (sables à *Arenicola marina* des Colombiers 294515-2439531), 10 station COA (sables à *Cerastoderma edule* de l'ouest de l'archipel 292511-2440319), 18 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 3 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léopard 296515-2440144), 3 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houllée 292821-2438812), 3 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185), 33 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867), 20 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670), 4 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

***Pseudomystides limbata* de Saint Joseph, 1888**

Prélevé par Hamon (1983) : 2 au 1/2m² sur station 2 (La Canue 300510-2441138).

***Phyllococidae* type *Pseudomystides* Bergström, 1915**

Prélevé par Godet (cette étude) : 5 au m² station DOA (sables à *Capsella variegata* de la Canue 300269-2441514).

Famille des *Polynoidae*

***Alentia gelatinosa* (M. Sars, 1835)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Halosydna gelatinosa* : « sous les pierres immergées », identifié par A. Malaquin.

***Harmothoe extenuata* (Grube, 1840)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Lagisca extenuata* : « sous les pierres immergées », identifié par A. Malaquin.

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 13 station DOA (sables à *Capsella variegata* de la Canue 300269-2441514).

***Harmothoe impar* (Johnston, 1839)**

Prélevé par Godet (cette étude) : 1 au m² station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670).

***Lepidonotus squamatus* (Linnaeus, 1758)**

Prélevé par Hamon (1983) : 1 au 1/2m² sur la Station 6 (298899-2439832-SE de l'Épargne)

***Malmgreniella arenicolae* (de Saint Joseph, 1888)**

Prélevé par Hamon (1983) comme *Harmothoe lunulata* : 4 au 1/2m² sur Station 4 (300616-2441015- La Canue) ; 2 au 1/2m² sur Station 6 (298899-2439832-SE de l'Épargne) ; 7 au 1/2m² sur Station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants)

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station AMA (sables à *Arenicola marina* de la Grand Grève 293699-2438991), 8 station COA (sables à *Cerastoderma edule* de l'ouest de l'archipel 292511-2440319), 3 station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 8 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 3 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185).

***Polynoe scolopendrina* Savigny, 1818**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) : « sous les pierres immergées », identifié par A. Malaquin.

Famille des *Sigalionidae*

***Sigalion mathildae* Audouin & Milne Edwards in Cuvier, 1830**

Trouvé par Milne-Edwards et Audouin en 1828 (Fauvel 1905).

***Sthenelais boa* (Johnston, 1833)**

Prélevé par Hamon (1983) : 5 au 1/2m² sur station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants)

***Sthenelais papillosa* (Day, 1960)**

Prélevé par Hamon (1983) : 2 au 1/2m² sur Station 4 (300616-2441015- La Canue). Selon ce même auteur : « A notre connaissance une seule donnée, en Afrique du Sud, a été enregistrée pour cette espèce ».

A notre connaissance, l'espèce n'a pas été retrouvée en Manche (Dauvin & al. 2003).

Famille des *Syllidae*

***Ehlersia cornuta* (Rathke, 1843)**

Prélevé par Hamon (1983) comme *Syllis cornuta* : 470 au 1/2m² sur Station 2 (La Canue 300510-2441138) ; 100 au 1/2m² sur Station 4 (300616-2441015- La Canue) ; 386 sur station 5 (bouchots ouest de la Canue 300085-2441377) ; 13 sur station 6 (298899-2439832-SE de l'Épargne) ; 30 station 7 (NW Grune à Arche 299065-2439779) ; 82 sur station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581) ; 28 sur station 11 (SE Culassière 299237-2440375) ; 6 sur station 12 (SE Culassière 299323-2440014).

Prélevé par Godet (cette étude) : 20 au m² station COA (sables à *Cerastoderma edule* de l'ouest de l'archipel 292511-2440319), 3 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 10 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léopard 296515-2440144), 123 station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 20 station SGB (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* du banc des Caniards 298184-2441228), 3 station SGC (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* du banc de la Canue 300476-2441407), 18 station DOA (sables à *Capsella variegata* de la Canue 300269-2441514).

***Eusyllinae* sp.**

Prélevé par Hamon (1983) : 6 sur station 2 (La Canue 300510-2441138) ; 4 sur station 5 (bouchots ouest de la Canue 300085-2441377) ; 2 station 11 (SE Culassière 299237-2440375).

***Exogone hebes* (Webster & Benedict, 1884)**

Prélevé par Hamon (1983) : 3 au 1/2m² sur station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Prélevé par Godet (cette étude) : 23 au m² station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 5 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 3 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185), 8 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867).

***Odontosyllis* sp. Claparede, 1863**

Prélevé par Hamon (1983) : 3 au 1/2m² sur station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

***Pionosyllis prope-weismanni* Dauvin & Lee, 1983**

Prélevé par Hamon (1983) comme *Pionosyllis prope-weismanni* : 6 au 1/2m² station 2 (La Canue 300510-2441138) ; 4 station 4 (300616-2441015- La Canue) ; 2 station 5 (bouchots ouest de la Canue 300085-2441377)

***Sphaerosyllis bulbosa* Southern, 1914**

Prélevé par Hamon (1983) : 106 au 1/2m² station 2 (La Canue 300510-2441138) ; 52 sur station 4 (300616-2441015- La Canue) ; 50 sur station 5 (bouchots ouest de la Canue 300085-2441377) ; 2 station 7 (NW Grune à Arche 299065-2439779) ; 2 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581) ; 18 sur station 11 (SE Culassière 299237-2440375) ; 2 station 12 (SE Culassière 299323-2440014).

Prélevé par Godet (cette étude) : 10 au m² station COA (sables à *Cerastoderma edule* de l'ouest de l'archipel 292511-2440319), 15 station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 20 station SGB (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* du banc des Caniards 298184-2441228), 45 station SGC (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* du banc de la Canue 300476-2441407), 3 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houllée 292821-2438812), 1550 station DOA (sables à *Capsella variegata* de la Canue 300269-2441514).

***Sphaerosyllis hystrix* Claparède, 1863**

Prélevé par Hamon (1983) : 8 au 1/2m² sur station 2 (La Canue 300510-2441138) ; 4 station 5 (bouchots ouest de la Canue 300085-2441377) ; 2 station 11 (SE Culassière 299237-2440375)

***Streptosyllis bidentata* Southern, 1914**

Prélevé par Hamon (1983) : 38 au 1/2m² sur station 2 (La Canue 300510-2441138) ; 4 sur station 3 (bouchots de la Canue 300510-2441138) ; 16 sur station 4 (300616-2441015- La Canue) ; 1 station 9 (SW de la Canue 300019-2440699) ; 4 station 11 (SE Culassière 299237-2440375)

***Syllis amica* Quatrefages, 1865**

Prélevé par Hamon (1983) : 6 au 1/2m² station 11 (SE Culassière 299237-2440375) ; 4 au 1/2m² sur la station 12 (SE Culassière 299323-2440014)

***Syllis armillaris* (O.F. Müller, 1776)**

Prélevé par Hamon (1983) : 4 au 1/2m² sur Station 2 (La Canue 300510-2441138) ; 6 sur station 4 (300616-2441015- La Canue) ; 3 sur station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581)

Prélevé par Godet (cette étude) : 30 au m² station DOA (sables à *Capsella variegata* de la Canue 300269-2441514).

***Syllis hyalina* Grube, 1863**

Prélevé par Hamon (1983) : 4 au 1/2m² sur Station 2 (La Canue 300510-2441138) ; 6 sur station 4 (300616-2441015- La Canue) ; 3 sur station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581)

► Ordre des *Sabellida*

Famille des *Sabellidae*

***Bispira volutacornis* (Montagu, 1804)**

Observé en en plongée (Ecosub 2006) : La Cancaise, La Tournioure et La Chapelle

***Fabricia sabella* (Ehrenberg, 1836)**

Prélevé par Godet (cette étude) : 110 au m² station VHC (sables envasés de haut niveau des Colombiers 294976-2439218).

***Megalomma vesiculosum* (Montagu, 1815)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Branchiomma vesiculosum* au Nord du Sound : « entre la Massue, l'Etardière, l'Enseigne, et l'Ile Plate. Endroits vaseux. ».

Prélevé par Hamon (1983) comme *Branchiomma vesiculosum* : 1 au 1/2 m² station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581) ; 2 station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867).

***Sabella discifera* Grube, 1874**

Observé en en plongée (Ecosub 2006) à La Cancaise.

***Sabella pavonina* Savigny, 1820**

Observé en en plongée (Ecosub 2006) à La Chapelle.

Observée par Godet (cette étude) : commune à travers tout l'archipel : quelques individus vers la Goëlette (NW de Plate Ile 294322-2441166) ; nombreux individus à l'W de Roche Hamon en bordure de l'herbier à *Zostera marina* (296134-2439871 ; 296220-2439632) ; en bordure des *Zostera marina* SW du Léopard (295924-2440159) ; à l' Est du banc de sable des Caniards (298461-2441073) ; Nord du banc des Caniards (298467-2441445) ; en bordure de l'herbier à *Zostera marina* des Huguenants (298641-2438782) ; près de l'Épargne (298975-2439666) ; au NW de l'Épargne (299275-2439605), parmi les bouchots et au sud des bancs de sable de La Canue.

***Sabella spallanzanii* (Viviani, 1805)**

Observé en en plongée (Ecosub 2006) à La Chapelle.

Famille des *Serpulidae*

***Filigrana* sp. Oken, 1815**

Observé en en plongée (Ecosub 2006) à La Cancalaise et La Tournioure.

***Pomatoceros lamarcki* (Quatrefages, 1865)**

Observé en en plongée (Ecosub 2006) à La Tournioure.

***Pomatoceros* sp. Philippi, 1844**

Observé en en plongée (Ecosub 2006) à La Cancalaise.

***Salmacina dysteri* (Huxley, 1855)**

Observé en en plongée (Ecosub 2006) à La Chapelle.

Famille des *Spirorbidae*

***Spirorbis spirorbis* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Spirorbis borealis*, identifié par A. Malaquin.

***Spirorbis* sp. Daudin, 1800**

Observé en en plongée (Ecosub 2006) à La Cancalsaise, La Tournioure et La Chapelle.

► Ordre des *Spionida*

Famille des *Spionidae*

***Aonides oxycephala* (Sars, 1862)**

Prélevé par Hamon (1983) : 10 au 1/2m² station 2 (la Canue 300510-2441138); 1 station 3 (bouchots ouest Canue 300337-2441376); 6 station 4 (la Canue 300616-2441045); 2 station 12 (SE la Culassière (299323-2440044))

Prélevé par Godet (cette étude) : 5 au m² station AMC (sables à *Arenicola marina* des Colombiers 294515-2439531), 48 station COA (sables à *Cerastoderma edule* de l'ouest de l'archipel 292511-2440319), 35 station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houlée 292977-2439421), 33 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 13 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léopard 296515-2440144), 35 station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 33 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 40 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185), 3 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867), 1 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Réтин 294609-2440670), 2 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Réтин).

***Malacoceros ciliatus* (Keferstein, 1862)**

Prélevé par Hamon (1983) comme *Scolecopsis ciliata* : 6 au 1/2m² station 3 (bouchots ouest Canue 300337-2441376).

***Malacoceros girardii* Quatrefages, 1843**

Prélevé par Hamon (1983) comme *Scolecopsis girardii* : 2 au 1/2m² sur station 4 (la Canue 300616-2441045).

***Malacoceros vulgaris* (Johnston, 1827)**

Prélevé par Godet (cette étude) : 8 au m² station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 30 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 3 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185), 5 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867).

***Pseudopolydora antennata* (Claparède, 1868)**

Prélevé par Hamon (1983) comme *Polydora antennata* : 1 au 1/2m² station 6 (SE Epargne 298899-2439832); 4 station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station COA (sables à *Cerastoderma edule* de l'ouest de l'archipel 292511-2440319), 25 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 3 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867).

***Polydora ciliata* (Johnston, 1838)**

Prélevé par Godet (cette étude) : 5 au m² station AMB (sables à *Arenicola marina* du Cochon 293975-2439290), 15 station COA (sables à *Cerastoderma edule* de l'ouest de l'archipel 292511-2440319), 35 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 10 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léopard 296515-2440144), 5 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 10 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867), 14 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Réтин 294609-2440670).

***Pygospio elegans* Claparède, 1863**

Prélevé par Godet (cette étude) : 185 au m² station VHA (sables envasés de haut niveau du Jardin de l'île aux Oiseaux 291720-2439968), 60 station VHB (sables envasés de haut niveau du Cochon 293651-2439290), 1275

station VHC (sables envasés de haut niveau des Colombiers 294976-2439218), 30 station AMB (sables à *Arenicola marina* du Cochon 293975-2439290), 1 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670), 29 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

***Scolelepis foliosa* (Audouin & Milne Edwards, 1833)**

Prélevé par Godet (cette étude) : 1 au m² station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

***Scolelepis squamata* (O. F. Müller, 1789)**

Prélevé par Hamon (1983) comme *Nerine cirratulus* : 1 au 1/2m² sur station 6 (SE Epargne 298899-2439832). Un individu prélevé au pied du rocher de la Canue (300701-2441517) par Godet (cette étude), à proximité d'une petite station à *Zostera noltii*.

***Spio decoratus* Bobretzky, 1870**

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station COA (sables à *Cerastoderma edule* de l'ouest de l'archipel 292511-2440319), 3 station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houlée 292977-2439421), 8 station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 30 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 3 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867), 3 station DOA (sables à *Capsella variegata* de la Canue 300269-2441514).

***Spio filicornis* (O. F. Müller, 1776)**

Prélevé par Hamon (1983) : 1 au 1/2m² sur station 3 (bouchots ouest Canue 300337-2441376); 4 station 4 (la Canue 300616-2441045); 8 station 5 (bouchots ouest Canue 300085-2441377); 7 station 6 (SE Epargne 298899-2439832); 1 station 7 (SE Epargne 299065-2439779); 1 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581); 16 station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants) ; 8 station 11 (la Culassière 299237-2440375).
Prélevé par Godet (cette étude) : 10 au m² station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 18 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867), 5 station DOA (sables à *Capsella variegata* de la Canue 300269-2441514), 18 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670), 4 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

***Spio martinensis* Mesnil, 1896**

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léopard 296515-2440144), 4 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670), 14 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

***Spiophanes bombyx* (Claparède, 1870)**

Prélevé par Hamon (1983) : 3 au 1/2m² station 6 (SE Epargne 298899-2439832); 2 station 9.

Prélevé par Godet (cette étude) : 5 au m² station COA (sables à *Cerastoderma edule* de l'ouest de l'archipel 292511-2440319), 18 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867), 5 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670).

► Ordre des *Spioniformia*

Famille des *Poecilochaetidae*

***Poecilochaetus serpens* Allen, 1904**

Prélevé par Hamon (1983) : 15 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants) ; 2 station 11 (la Culassière 299237-2440375).

Prélevé par Godet (cette étude) : 8 au m² station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léopard 296515-2440144), 3 station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 188 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 213 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867), 8 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670), 1 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

► Ordre des *Terrebellida*

Famille des *Ampharetidae*

***Ampharete baltica* Eliason, 1955**

Mentionné par Fauvel (1905) comme *Ampharete grubei*.

Prélevé par Hamon (1983) comme *Ampharete grubei* : 1 au 1/2m² sur station 6 (SE Epargne 298899-2439832); 1 station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

***Ampharete acutifrons* (Grube, 1860)**

Prélevé par Godet (cette étude) : 43 au m² sur station AMB (sables à *Arenicola marina* du Cochon 293975-2439290), 5 station AMC (sables à *Arenicola marina* des Colombiers 294515-2439531).

***Ampharetidae* sp. Malmgren, 1866**

Prélevé par Hamon (1983) : 1 au 1/2m² station 9 (SW Canue 300019-2440654).

***Amphicteis gunneri* (M. Sars, 1835)**

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² sur station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 3 sur ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185), 3 sur ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867), 1 sur BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Réтин 294609-2440670).

***Euphrosine foliosa* Audouin & Milne-Edwards, 1833**

Trouvé par Milne Edwards et Audouin en 1828 (Fauvel, 1905) comme *Euphrosyne foliosa*.

***Melinna palmata* Grube, 1870**

Mentionné par Fauvel (1905).

Prélevé par Hamon (1983) : 3 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Famille des *Cirratulidae*

***Caulleriella alata* (Southern, 1914)**

Prélevé par Hamon (1983) comme *Heterocirrus alatus* : 9 au 1/2 m² station 6 (SE Epargne 298899-2439832); 26 station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants) ; 2 station 11 (la Culassière 299237-2440375).

***Caulleriella* sp. Chamberlin, 1919**

Prélevé par Godet (cette étude) : 23 au m² sur station AMB (sables à *Arenicola marina* du Cochon 293975-2439290), 963 station COA (sables à *Cerastoderma edule* de l'ouest de l'archipel 292511-2440319), 35 station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houllée 292977-proto 2439421), 110 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 100 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léopard 296515-2440144), 5 station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 140 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houllée 292821-2438812), 20 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867), 10 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Réтин).

***Chaetozone setosa* Malmgren, 1867**

Prélevé par Hamon (1983) : 2 au 1/2m² station 6 (SE Epargne 298899-2439832).

Prélevé par Godet (cette étude) : 35 au m² station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 80 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léopard 296515-2440144), 880 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houllée 292821-2438812), 385 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185), 50 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867), 160 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Réтин 294609-2440670), 1 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Réтин).

***Cirriiformia tentaculata* (Montagu, 1808)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Audouinia tentaculata* : « dans les sables vaseux que le reflux laisse à découvert », identifié par A. Malaquin.

Prélevé par Hamon (1983) : 41 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Nombreux individus prélevés par Godet (cette étude) : Rives Sud des Grands et Petits Romonts aux niveaux de mi-marée ; W des Carniquets (295957-2440452) ; en bordure de rochers dans de petites criques aux Caniards (298467-2441445) ; sables envasés autour des Puceaux et des Colombiers ; sables envasés autour de l'île de la Genêtaie. Prélevé par Godet (cette étude) sur les stations suivantes : 3 au m² station AMA (sables à *Arenicola marina* de la Grand Grève 293699-2438991), 263 station AMB (sables à *Arenicola marina* du Cochon 293975-2439290), 1010 station AMC (sables à *Arenicola marina* des Colombiers 294515-2439531), 1198 station COA (sables à *Cerastoderma edule* de l'ouest de l'archipel 292511-2440319), 65 station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houllée 292977-2439421), 185 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 10 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léopard 296515-2440144), 5 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houllée 292821-2438812).

***Tharyx* sp. Webster & Benedict, 1887**

Prélevé par Godet (cette étude) : 1 au m² sur la station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Réтин).

Famille des *Sabellariidae*

***Sabellaria alveolata* (Linnaeus, 1767)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme « Hermelles » : « [les] Hermelles dont je n'ai vu que quelques tubes ».

Famille des *Terebellidae*

***Eupolymnia nebulosa* (Montagu, 1818)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Polymnia nebulosa* : sous les pierres, dans le chenal du Saccaviron.

Mentionné par Fauvel (1905) comme *Polymnia nebulosa*, considéré par l'auteur comme abondante.

***Lanice conchilega* (Pallas, 1766)**

Mentionné par Milne-Edwards et Audouin (1832) entre la Genêtaie et l'île de la Meule comme des « Térebelles » : « nous nous trouvâmes ensuite sur un grand banc de sable qu'il nous fallu traverser pour gagner

l'Île de la Meule ; on voit dans les parties basses de cette plage, là où il reste toujours quelques filets d'eau, un grand nombre de tubes de Térébelles dont l'extrémité frangée s'élève au-dessus du niveau du sol ».

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Lanice* « au Nord du Sound : entre la Massue, l'Étardière, l'Enseigne, et l'Île Plate ».

Prélevé par Hamon (1983) : 492 au m² dans les sables de la Canue (Hamon, 1983) : 726 au 1/2m² station 6 (SE Epargne 298899-2439832).

Observé par Godet (cette étude) : les plus grandes concentrations, formant des « banquettes » de plusieurs centaines d'individus au m² se trouvent principalement sur les sites suivants : N de la Houlée (entre la Genêtaie et l'Île de La Meule - banquette déjà mentionnée par Milne-Edwards et Audouin (1832)), rive Sud du Chenal du Relais, Plaine du Rétin (banquette déjà mentionnée par De Beauchamp (1923a)), Sud du Léopard. L'espèce a été prélevée sur les stations suivantes (Godet - cette étude) : 3 au m² station AMB (sables à *Arenicola marina* du Cochon 293975-2439290), 33 au m² station AMC (sables à *Arenicola marina* des Colombiers 294515-2439531), 23 au m² station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houlée 292977-2439421), 55 au m² station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 483 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léopard 296515-2440144), 3 station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 3 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 391 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670), 24 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

***Pista cristata* (O. F. Müller, 1776)**

Prélevé par Godet (cette étude) : 10 au m² station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599).

Sous-classe des *Archiannelida*

***Archiannelida* sp.**

Prélevé par Hamon (1983) : 246 au 1/2m² station 2 (La Canue 300510-2441138).

Famille des <i>Saccocirridae</i>

***Saccocirrus papillocercus* Bobretzky, 1872**

Prélevé par Godet (cette étude) : 20 au m² sur station DOA (sables à *Capsella variegata* de la Canue 300269-2441514).

Embranchement des *ARTHROPODA*

Sous-embranchement des *CHELICERATA*

Classe des *Arachnida*

► Ordre des *Acarina*

***Agaue brevivalpus* Trouessart, 1889**

Trouvé par Gadeau de Kerville en 1893, identifié par Trouessart (Trouseart 1894) et considéré comme assez rare par l'auteur.

***Halacarus anomalus* Trouessart, 1894**

Trouvé par Gadeau de Kerville en 1893, identifié par Trouessart en 1901 (Fauvel 1905).

***Halacarus chevreuxi* Trouessart, 1889**

Trouvé par Gadeau de Kerville en 1893, identifié par Trouessart (Trouseart 1894) et considéré comme rare par l'auteur.

***Halacarus gracilipes* Trouessart, 1889**

Trouvé par Gadeau de Kerville en 1893, identifié par Trouessart (Trouseart 1894) et considéré comme commun par l'auteur.

***Halacarus oculatus* Hodge, 1863**

Trouvé par Gadeau de Kerville en 1893, identifié par Trouessart (Trouseart 1894) et considéré comme assez rare par l'auteur.

***Halacarus rhodostigma* Gosse, 1855**

Trouvé par Gadeau de Kerville en 1893, identifié par Trouessart (Trouseart 1894) et considéré comme assez rare par l'auteur.

***Halacarus spinifer* Lohmann, 1899**

Trouvé par Gadeau de Kerville en 1893, identifié par Trouessart (Trousseart 1894) et considéré comme commun par l'auteur.

***Halacarus tabellio* Trouessart, 1894**

Trouvé par Gadeau de Kerville en 1893, identifié par Trouessart (Trousseart 1894) et considéré comme rare par l'auteur.

***Leptognathus kervillei* Trouessart, 1894**

Trouvé par Gadeau de Kerville en 1893, identifié par Trouessart (Trousseart 1894) et considéré comme rare par l'auteur.

Lohmannella kervillei

Trouvé par Gadeau de Kerville en 1893, identifié par Trouessart en 1901 (Fauvel 1905).

***Rhombognathus exoplus* Trouessart, 1901**

Trouvé par Gadeau de Kerville en 1893, identifié par Trouessart en 1901 (Fauvel 1905).

***Rhombognathus* spp. Trouessart, 1888**

3 espèces différentes provenant des récoltes de Gadeau de Kerville sont mentionnées par Trouessart (Trousseart 1894) qui les considère comme très communes à Chausey.

Simonognathus liomerus

Trouvé par Gadeau de Kerville en 1893, identifié par Trouessart en 1901 (Fauvel 1905).

Classe des *Pycnogonida*

► Ordre des *Pantopoda*

Famille des *Ammotheidae*

***Ammothella longipes* (Hodge, 1864)**

Trouvé par Bertrand (1940b).

Famille des *Endeidae*

***Endeis spinosa* (Montagu, 1808)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894).

Trouvé par Bertrand (1940b) en draguage, dans le Chenal de Beauchamp.

Famille des *Nymphonidae*

***Nymphon gracile* Leach, 1814**

Trouvé par Bertrand (1940b).

Mentionné par Livory (2002) sur la Grand Grève « dès le niveau médiolittoral ».

Famille des *Pycnogonidae*

***Pycnogonum littorale* (Strom, 1762)**

Trouvé par Livory (2002) dans une fissure de granite de la Grand Grève parmi les *Ascophyllum*.

Sous-embranchement des *CRUSTACEA*

Classe des *Malacostraca*

► Ordre des *Amphipoda*

Famille des *Ampeliscaidae*

***Ampelisca brevicornis* (Costa, 1853)**

Prélevé par Hamon (1983) : 9 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houlée 292977-2439421), 10 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 213 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867), 8 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670), 1 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

***Ampelisca diadema* (Costa, 1853)**

Prélevé par Hamon (1983) : 5 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812).

***Ampelisca tenuicornis* Liljeborg, 1855**

Prélevé par Hamon (1983) : 2 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 30 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léopard 296515-2440144), 3 station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599).

***Ampelisca typica* (Bate, 1856)**

Prélevé par Hamon (1983) : 6 au 1/2m² station 6 (SE Epargne 298899-2439832) ; 3 station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Famille des *Amphilochoidea*

***Amphilocheus spencebatei* (Stebbing, 1876)**

Prélevé par Hamon (1983) : 2 au 1/2m² station 1 (la Canue 300549-2441118) ; 16 station 2 (La Canue 300510-2441138) ; 14 station 4 (la Canue 300616-2441045).

Famille des *Ampithoidea*

***Ampithoe ramondi* Audouin 1826**

Mentionné par Bertrand (1940a) comme *Ampithoe vaillanti* : « Chausey, à marée basse ».

***Ampithoe rubricata* (Montagu, 1808)**

Prélevé par Hamon (1983) : 12 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

***Sunamphitoe pelagica* (Milne-Edwards, 1830)**

Mentionné par Bertrand (1940a) : « Chausey, à marée basse ».

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 8 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185), 10 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867).

Famille des *Aoridae*

***Aora typica* Kröyer, 1845**

Prélevé par Hamon (1983) : 5 au 1/2m² station 6 (SE Epargne 298899-2439832) ; 64 station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 8 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185).

***Lembos websteri* Bate, 1857**

Mentionné par Bertrand (1940a) : « Chausey, à marée basse ».

***Leptocheirus hirsutimanus* (Bate, 1862)**

Prélevé par Hamon (1983) : 2 au 1/2m² station 11 (la Culassière 299237-2440375).

***Leptocheirus pectinatus* (Norman, 1869)**

Prélevé par Hamon (1983) : 6 au 1/2m² station 4 (la Canue 300616-2441045) ; 1 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581).

***Microdeutopus chelifer* (Bate, 1862)**

Prélevé par Godet (cette étude) : 5 au m² station AMB (sables à *Arenicola marina* du Cochon 293975-2439290).

***Microdeutopus stationis* Della Valle, 1893**

Prélevé par Hamon (1983) : 5 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Prélevé par Godet (cette étude) : 13 au m² station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 68 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185).

***Microdeutopus versiculatus* (Bate, 1856)**

Prélevé par Hamon (1983) : 2 au 1/2m² station 4 (la Canue 300616-2441045) ; 2 station 6 (SE Epargne 298899-2439832) ; 4 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581) ; 112 station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Famille des *Caprellidae*

***Caprella acanthifera* Leach, 1814**

Mentionné par Bertrand (1940a) : « Chausey, à marée basse ».

Prélevé par Godet (cette étude) : 13 au m² station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812).

***Caprella* sp. Guilding, 1824**

Observé en plongée (Ecosub 2006) à la Tournoiure.

***Parambus typicus* (Kroyer, 1844)**

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812).

Famille des *Corophiidae*

***Corophium bonellii* (Milne-Edwards, 1830)**

Mentionné par Bertrand (1940a) : « Chausey, à marée basse ».

***Corophium sextonae* Crawford, 1937**

Mentionné par Bertrand (1940a) comme *Corophium sextoni* : « Chausey, à marée basse et en dragage ».

***Corophium volutator* (Pallas, 1766)**

Mentionné par Bertrand (1940a) : « Chausey, faciès vaseux et schorres ».

Prélevé par Godet (cette étude) : 130 au m² station VHA (sables envasés de haut niveau du Jardin de l'Île aux Oiseaux 291720-2439968), 3 station AMA (sables à *Arenicola marina* de la Grand Grève 293699-2438991).

***Siphonoecetes kroyeranus* Bate, 1856**

Prélevé par Hamon (1983) : 1 au 1/2m² station 9 (SW Canue 300019-2440654).

Prélevé par Godet (cette étude) : 1 au m² station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670).

Famille des *Dexaminidae*

***Atylus guttatus* (Costa, 1851)**

Prélevé par Godet (cette étude) : 13 au m² station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812).

***Atylus vedlomensis* (Bate & Westwood, 1862)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Paratylus vedlomensis* et déterminé par J. Bonnier.

Prélevé par Hamon (1983) : 1 au 1/2m² station 1 (la Canue 300549-2441118); 6 station 2 (La Canue 300510-2441138) ; 1 station 3 (bouchots de la Canue 300510-2441138) ; 28 station 4 (la Canue 300616-2441045) ; 2 station 5 (bouchots ouest Canue 300085-2441377) ; 5 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581)

***Dexamine spinosa* (Montagu, 1813)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) et déterminé par J. Bonnier.

Prélevé par Hamon (1983) : 8 au 1/2m² station 2 (La Canue 300510-2441138) ; 4 station 3 (bouchots de la Canue 300510-2441138) ; 14 station 4 (la Canue 300616-2441045) ; 2 station 5 (bouchots ouest Canue 300085-2441377) ; 2 station 6 (SE Epargne 298899-2439832) ; 11 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581) ; 31 station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Prélevé par Godet (cette étude) : 20 au m² station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 35 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185), 10 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867).

***Guerneia coalita* (Norman, 1868)**

Prélevé par Hamon (1983) : 16 au 1/2m² station 16 ; 8 station 4 (la Canue 300616-2441045) ; 2 station 5 (bouchots ouest Canue 300085-2441377).

Famille des *Eusiridae*

***Apherusa bispinosa* (Bate, 1857)**

Mentionné par Bertrand (1940a) : « Chausey, dans les algues ».

Prélevé par Hamon (1983) : 2 au 1/2m² station 4 (la Canue 300616-2441045) ; 20 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581) ; 2 station 11 (la Culassière 299237-2440375).

***Apherusa ovalipes* Norman & Scott, 1906**

Prélevé par Hamon (1983) : 6 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185).

Famille des *Flabelligeridae*

***Pherusa fucicola* Leach**

Mentionné par Bertrand (1940a) : « Chausey, sous les pierres ».

Famille des *Gammaridae*

***Echinogammarus stoerensis* (Reid, 1938)**

Prélevé par Hamon (1983) comme *Chaetogammarus stoerensis* : 2 au 1/2m² station 1 ((la Canue 300549-2441118).

***Gammarus marinus* Leach, 1815**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) et déterminé par J. Bonnier.

***Gammarus* sp. Fabricius, 1775**

Prélevé par Hamon (1983) : 2 au 1/2m² station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581).

Prélevé par Godet (cette étude) ; 2 au m² station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

Famille des *Isaeidae*

***Megamphopus cornutus* Norman, 1869**

Prélevé par Hamon (1983) : 6 au 1/2m² station 4 (la Canue 300616-2441045).

Famille des *Ischyroceridae*

***Erichthonius punctatus* (Bate, 1857)**

Mentionné par Bertrand (1940a) comme *Erichthonius brasiliensis* : « Chausey à marée basse, fréquent sur les Maia ».

Prélevé par Hamon (1983) comme *Erichthonius brasiliensis* : 2 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 3 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185).

***Jassa pusilla* (Sars, 1894)**

Mentionné par Bertrand (1940a) : « Chausey, à marée basse ».

Famille des *Leucothoidae*

***Leucothoe incisa* Robertson, 1892**

Prélevé par Hamon (1983) : 10 au 1/2m² station 4 (la Canue 300616-2441045).

Prélevé par Godet (cette étude) : 8 au m² station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 3 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 8 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670), 6 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

***Leucothoe lilljeborgi* Boeck, 1861**

Prélevé par Hamon (1983) : 1 au 1/2m² station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581) ; 2 station 11 (la Culassière 299237-2440375).

***Leucothoe procera* Bate, 1857**

Prélevé par Hamon (1983) comme *Leucothoe richiardii* : 1 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

***Leucothoe spinicarpa* (Abildgaard, 1789)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) et déterminé par J. Bonnier.

Famille des *Lysianassidae*

***Lysianassa ceratina* (Walker, 1889)**

Mentionné par Bertrand (1940a) : « Chausey, à marée basse ».

Prélevé par Hamon (1983) : 1 au 1/2m² station 3 (bouchots de la Canue 300510-2441138).

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762).

***Lysianassa insperata* (Lincoln, 1979)**

Prélevé par Hamon (1983) : 4 au 1/2m² station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581).

Prélevé par Godet (cette étude) : 5 au m² station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 3 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812).

***Orchomene humilis* (Costa, 1853)**

Mentionné par Bertrand (1940a) : « Chausey, à marée basse ».

***Tryphosella sarsi* Bonnier, 1893**

Prélevé par Hamon (1983) comme *Orchomene nana* : 2 au 1/2m² station 4 (la Canue 300616-2441045).

Famille des *Melitidae*

***Abludomelita gladiosa* (Bate, 1862)**

Mentionné par Bertrand (1940a) comme *Melita gladiosa* : « Chausey, à marée basse et en draguage ».

***Abludomelita obtusata* (Montagu, 1813)**

Prélevé par Hamon (1983) : comme *Melita obtusata* : 13 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

***Ceradocus semiserratus* (Bate, 1862)**

Prélevé par Hamon (1983) comme *Ceradocus semiceratus* : 1 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

***Cheirocratus intermedius* Sars, 1894**

Prélevé par Hamon (1983) : 1 au 1/2m² station 6 (SE Epargne 298899-2439832) ; 2 station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants)

***Cheirocratus sundevalli* (Rathke, 1843)**

Mentionné par Bertrand (1940a) : « Chausey, dans le sable ».

***Conilera cylindracea* (Montagu, 1804)**

Prélevé par Hamon (1983) : 2 au 1/2 m² station 4 (la Canue 300616-2441045).

***Gammarella fucicola* (Leach, 1814)**

Prélevé par Hamon (1983) : 85 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants) ; 2 station 11 (la Culassière 299237-2440375).

Prélevé par Godet (cette étude) : 18 au m² station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 48 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185), 23 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867).

***Maerella tenuimana* (Bate, 1862)**

Prélevé par Hamon (1983) : 6 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Famille des *Oedicerotidae*

***Monoculodes carinatus* (Bate, 1857)**

Prélevé par Hamon (1983) : 2 au 1/2m² station 4 (la Canue 300616-2441045).

Prélevé par Godet (cette étude) : 13 au m² station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599).

***Pericolodes longimanus* (Bate & Westwood, 1868)**

Prélevé par Hamon (1983) : 1 au 1/2m² station 7 (SE Epargne 299065-2439779)

***Pontocrates altamarinus* (Bate & Westwood, 1862)**

Prélevé par Hamon (1983) : 41 au 1/2m station 3 (bouchots de la Canue 300510-2441138) ; 2 station 4 (la Canue 300616-2441045) ; 20 station 5 (bouchots ouest Canue 300085-2441377) ; 1 station 9 (SW Canue 300019-2440654) ; 2 station 11 (la Culassière 299237-2440375).

***Pontocrates arenarius* (Bate, 1858)**

Prélevé par Hamon (1983) : 4 au 1/2m² station 1 (la Canue 300549-2441118) ; 1 station 3 (bouchots de la Canue 300510-2441138) ; 2 station 4 (la Canue 300616-2441045) ; 32 station 7 (SE Epargne 299065-2439779)

Prélevé par Godet (cette étude) : 8 au m² station SGC (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* du banc de la Canue 300476-2441407), 10 station DOA (sables à *Capsella variegata* de la Canue 300269-2441514).

Famille des *Pardaliscidae*

***Pardaliscidae* sp. Boeck, 1871**

Prélevé par Hamon (1983) : 4 au 1/2m² station 4 (la Canue 300616-2441045).

Famille des *Phoxocephalidae*

***Harpinia crenulata* (Boeck, 1871)**

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185).

Famille des *Phtisicidae*

***Phtisica marina* Slabber, 1749**

Prélevé par Hamon (1983) : 4 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Famille des *Podoceridae*

***Podocerus variegatus* Leach, 1814**

Mentionné par Bertrand (1940a) : « Chausey, à marée basse ».

Famille des *Pontoporeiidae*

***Bathyporeia elegans* Watkin, 1938**

Prélevé par Hamon (1983) : 4 au 1/2m² station 3 (bouchots de la Canue 300510-2441138) ; 2 station 9 (SW Canue 300019-2440654) ; 2 station 12 (SE la Culassière (299323-2440044)).

***Bathyporeia guilliamsoniana* (Bate, 1857)**

Prélevé par Hamon (1983) : 2 au 1/2m² station 11 (la Culassière 299237-2440375) ; 2 station 12 (SE la Culassière (299323-2440044)).

Prélevé par Godet (cette étude) : 24 au m² station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670), 1 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

***Bathyporeia sarsi* Watkin, 1938**

Prélevé par Hamon (1983) comme *Bathyporeia pilosa* : 4 au 1/2m² station 11 (la Culassière 299237-2440375).

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station SGB (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* du banc des Caniards 298184-2441228), 3 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

***Bathyporeia tenuipes* Meinert, 1877**

Prélevé par Hamon (1983) : 1 au 1/2m² station 6 (SE Epargne 298899-2439832).

Famille des *Stegocephalidae*

***Stegocephaloides christianiensis* Boeck, 1871**

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léopard 296515-2440144).

Famille des *Talitridae*

***Orchestia gammarellus* (Pallas, 1766)**

Observé et récolté sous les Obiones (*Atriplex portulacoides* L.) dans le Jardin de l'Île aux Oiseaux et dans l'Anse de la Truelle par Godet (cette étude) et 3 au m² prélevés sur la station VHA (sables envasés de haut niveau du Jardin de l'Île aux Oiseaux 291720-2439968).

***Talitrus saltator* (Montagu, 1808)**

Observé par Godet (cette étude) sur les hauts de plage de la Grand Grève, de l'Anse de la Truelle, de Port Homard et Port Marie (plages de la Grande Île) parmi les laisses de mer.

Famille des *Urothoidae*

***Urothoe brevicornis* Bate, 1862**

Prélevé par Hamon (1983) : 149 au 1/2m² station 3 (bouchots de la Canue 300510-2441138) ; 12 station 4 (la Canue 300616-2441045) ; 2 station 5 (bouchots ouest Canue 300085-2441377) ; 65 station 9 (SW Canue 300019-2440654) ; 2 station 12 (SE la Culassière (299323-2440044)).

Prélevé par Godet (cette étude) : 1 au m² station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

***Urothoe elegans* (Bate, 1857)**

Prélevé par Hamon (1983) : 1 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants)

***Urothoe marina* (Bate, 1857)**

Mentionné par Bertrand (1940a) : « Chausey, dans le sable ».

Prélevé par Godet (cette étude) : 5 au m² station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599).

***Urothoe poseidonis* Reibish, 1905**

Prélevé par Hamon (1983) : 5 au 1/2m² station 9 (SW Canue 300019-2440654).

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867), 1 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670).

► Ordre des *Cumacea*

Famille des *Bodotriidae*

***Bodotria pulchella* (Sars, 1878)**

Prélevé par Hamon (1983) : 2 au 1/2 m² station 11 (la Culassière 299237-2440375).

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 8 station DOA (sables à *Capsella variegata* de la Canue 300269-2441514).

***Cumopsis goodsir* (Van Beneden, 1861)**

Prélevé par Hamon (1983) comme *Cumopsis goodsiri* : 16 au 1/2m² station 1 (la Canue 300549-2441118); 12 station 2 (La Canue 300510-2441138) ; 7 station 4 (la Canue 300616-2441045) ; 30 station 4 (la Canue 300616-2441045) ; 56 station 5 (bouchots ouest Canue 300085-2441377) ; 469 station 7 (SE Epargne 299065-2439779) ; 1 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581) ; 16 station 11 (la Culassière 299237-2440375) ; 4 station 12 (SE la Culassière (299323-2440044).

Prélevé par Godet (cette étude) : 4 au m² station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670), 4 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

***Iphinoe trispinosa* (Goodsir, 1843)**

Prélevé par Godet (cette étude) : 4 au m² station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670).

► Ordre des *Decapoda*

Famille des *Alpheidae*

***Athanas nitescens* (Leach, 1814)**

Mentionné par Bertrand (1940a) : « à marée basse ».

Mentionné par Livory (1995).

Prélevé par Noël & al. (1995) : Stations 1 et 2 (Sud de la Houlée), 3 et 4 (Grande Enseigne), 5 (Grande Ile, derrière Les Moines), 8 (Grand Grève), 9 (Port-Marie), 13 (La Massue), U93 (Ouest de la Grand Grève).

Famille des *Axiidae*

***Axius stirhynchus* Leach, 1815**

Mentionné par Fauvel (1905).

Prélevé par Noël & al. (1995) : Stations 1 (Sud de la Houlée), 13 (La Massue), U93 (Ouest de la Grand Grève).

Mentionné par Livory (1996).

Famille des *Callianassidae*

***Callianassa tyrrhena* (Petagna, 1792)**

Les données de Fauvel (1905), Bertrand (1940a) attribuées à *Callianassa subterranea* concernent très probablement cette espèce (Noël, 1995 et Le Mao, *comm. pers.*).

Prélevé par Hamon (1983) comme *Callianassa laticauda* : 1 au 1/2m² station 6 (SE Epargne 298899-2439832) mais aussi comme *Callianassa tyrrhena* : 2 au 1/2m² station 4 (la Canue 300616-2441045), considérées aujourd'hui comme synonymes (Noël, 1995).

Trouvé mort au pied du Gros-Mont par Livory (1995), mentionné par le même auteur en 1996.

Prélevé par Noël & al. (1995) : Stations 8 (Grand Grève) et 13 (La Massue).

Observé par Godet (cette étude) sur le banc des Caniards (297696-2441261) et près de la Massue (293774-2440809).

Famille des *Canceridae*

***Cancer pagurus* Linnaeus, 1758**

La donnée de De Beauchamp (1923a) de *Cancer* sous les pierres du chenal du Saccavion concerne très probablement cette espèce.

Mentionné par Benard & al. (1975).

Mentionné par Livory (1995).

Prélevé par Noël & al. (1995) : Stations 1 et 2 (Sud de la Houlée), 3 et 4 (sous la Houlée), 5 (Grande Ile, derrière Les Moines), 8 (Grand Grève), 13 (La Massue), U93 (Ouest de la Grand Grève).

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Chapelle.

Observé en plusieurs points de l'archipel (Godet - cette étude) notamment vers Riche Roche (293113-2438680).

Famille des *Crangonidae*

***Crangon crangon* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par De Quatrefages (1854).

Mentionné par Livory (1995, 1998).

Prélevé par Noël & al. (1995) : Stations 3 et 4 (Grande Enseigne), 5 (Grande Ile, derrière Les Moines), 9 (Port-Marie), 13 (La Massue), U93 (Ouest de la Grand Grève).

***Philocheras fasciatus* (Risso, 1816)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Crangon fasciatus* et déterminé par J. Bonnier.

Mentionné par Benard & al. (1975).

Prélevé par Hamon (1983) comme *Pontophilus fasciatus* : 2 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Mentionné par Livory (1995).

Prélevé par Noël & al. (1995) : Stations 13 (La Massue), U93 (Ouest de la Grand Grève).

***Philocheras sculptus* (Bell, 1847)**

Prélevé par Noël & al. (1995) : station 8 (Grand Grève).

***Philocheras trispinosus* (Hailstone, 1835)**

Mentionné par Benard & al. (1975).

Prélevé par Hamon (donnée non publiée) et cité par Noël & al. (1995).

***Pontophilus spinosus* (Leach, 1815)**

Prélevé par Hamon (1983) comme *Pontophilus trispinosus* : 2 au 1/2m² station 5 (bouchots ouest Canue 300085-2441377).

Famille des *Diogenidae*

***Diogenes pugilator* (Roux, 1829)**

Prélevé par Hamon (1983) : 1 au 1/2m² station 9 (SW Canue 300019-2440654).

Mentionné par Lubet en 1968 (donnée non publiée) et cité par Noël & al. (1995).

Famille des *Dromiidae*

***Dromia personata* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Benard & al. (1975) : « en draguage ».

Famille des *Eriphiidae*

***Eriphia verrucosa* (Forskål, 1775)**

Mentionné par Lubet en 1978 (donnée non publiée) et cité par Noël & al. (1995) comme étant un signallement « surprenant ».

Famille des *Galatheididae*

***Galathea intermedia* Lilljeborg, 1851**

Mentionné par Fauvel (1905).

***Galathea nexa* Embleton, 1834**

Mentionné par Fauvel (1905).

***Galathea squamifera* Leach, 1814**

Mentionné par Livory (1995).

Prélevé par Noël & al. (1995) : Stations 1 et 2 (Sud de la Houlée) 3 et 4 (Grande Enseigne), 5 (Grande Ile, derrière Les Moines), 8 (Grand Grève), 9 (Port-Marie), 10 (Le Sound), 13 (La Massue), 14 (Nord de la Genêtaie), U93 et U94 (Ouest de la Grand Grève).

***Galathea strigosa* (Linnaeus, 1767)**

Mentionné par Fauvel (1905).

Mentionné par Benard & al. (1975).

Mentionné par Livory (1995).

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Chapelle.

***Galathea* sp. Fabricius, 1793**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) : « sous les pierres du Saccaviron ».

Famille des *Hippolytidae*

***Eualus occultus* (Lebour, 1936)**

Prélevé par Noël & al. (1995) : Station U94 (Ouest de la Grand Grève).

***Hippolyte inermis* Leach, 1815**

Prélevé par Hamon (1983) : 1 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Mentionné par Livory (1995).

Prélevé par Noël & al. (1995) : Stations 1 et 2 (Sud de la Houllée), 3 et 4 (Grande Enseigne), 7 (Ile aux Oiseaux), 10 (Le Sound), U93 et U94 (Ouest de la Grand Grève).

***Hippolyte leptocerus* (Heller, 1863)**

Prélevé par Noël & al. (1995) : station U93 (Ouest de la Grand Grève).

***Hippolyte longirostris* (Czerniavsky, 1868)**

Mentionné par Livory (1995).

***Hippolyte varians* Leach, 1814**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) et déterminé par J. Bonnier.

Prélevé par Hamon (1983) : 3 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Mentionné par Livory (1995).

Prélevé par Noël & al. (1995) : stations 1 et 2 (Sud de la Houllée), 3 et 4 (Grande Enseigne), 5 (Grande Ile, derrière Les Moines), 7 (Ile aux Oiseaux), 8 (Grand Grève), 9 (Port Marie), 10 (Le Sound), 13 (La Massue), U93 et U94 (Ouest de la Grand Grève).

***Thoralus cranchi* (Leach, 1817)**

Prélevé par Hamon (1983) : 4 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Prélevé par Noël & al. (1995) : stations 1 et 2 (Sud de la Houllée), 3 et 4 (Grande Enseigne), 5 (Grande Ile, derrière Les Moines), 8 (Grand Grève), 9 (Port Marie), 10 (Le Sound), 13 (La Massue), U93 et U94 (Ouest de la Grand Grève).

Famille des *Inachidae*

***Inachus dorsettensis* (Pennant, 1777)**

Mentionné par Lubet en 1968 (donnée non publiée) et cité par Noël & al. (1995).

Mentionné par Livory (1997-1998).

***Inachus phalangium* (Fabricius, 1775)**

Mentionné par Livory (1995).

Prélevé par Noël & al. (1995) : stations 13 (La Massue) et U94 (Ouest de la Grand Grève).

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Chapelle.

***Inachus* sp. Weber, 1795**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Chapelle.

Famille des *Leucosiidae*

***Ebalia granulosa* H. Milne-Edwards, 1837**

Prélevé par Hamon (1983) : 1 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

***Ebalia tumefacta* (Montagu, 1808)**

Mentionné par Livory (1995, 1998).

Prélevé par Noël & al. (1995) : stations 3 (Grande Enseigne), U93 et U94 (Ouest de la Grand Grève).

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houllée 292821-2438812).

Famille des *Majidae*

***Achaeus cranchi* Leach, 1817**

Mentionné par Benard & al. (1975) dans le chenal de Beauchamp.

Prélevé par Noël & al. (1995) : stations 13 (La Massue), U93 (Ouest de la Grand Grève).

***Eurynome aspera* (Pennant, 1777)**

La mention de Jegou & Crézé (1977) est remise en cause par Noël & al. (1995) qui pense à une confusion avec *Eurynome spinosa* Hailstone, 1835.

Mentionné par Livory (1997-1998).

***Eurynome spinosa* Hailstone, 1835**

Mentionné par Livory (1995).

***Hyas coarctatus* Leach, 1815**

Prélevé par Noël & al. (1995) : station U93 (Ouest de la Grand Grève).

***Macropodia deflexa* Forest, 1978**

Mentionné par Livory (1995).

Prélevé par Noël & al. (1995) : stations 1 et 2 (Sud de la Houllée), 3 et 4 (Grande Enseigne), 5 (Grande Ile, derrière Les Moines), 8 (Grand Grève), 9 (Port-Marie), 10 (Le Sound), 13 (La Massue), U93 et U94 (Ouest de la Grand Grève).

***Macropodia parva* Van Noort & Adema, 1985**

Mentionné par Livory (1995, 1997).

***Macropodia rostrata* (Linnaeus, 1761)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894).

Prélevé par Hamon (1983) : 1 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Prélevé par Noël & al. (1995) : stations 1 et 2 (Sud de la Houlée), 3 (Grande Enseigne), 13 (La Massue), U93 (Ouest de la Grand Grève).

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Chapelle.

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Lézard 296163-2440185), 5 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867).

***Macropodia tenuirostris* (Leach, 1814)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Stenorhynchus tenuirostris* et déterminé par J. Bonnier.

***Macropodia* sp. Leach, 1814**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Tournioure.

***Maja squinado* (Herbst, 1788)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Maia* « au Nord du Sound : entre la Massue, l'Etardière, l'Enseigne, et l'Ile Plate ».

Mentionné par Benard & al. (1975).

Mentionné par Livory (1995).

Prélevé par Noël & al. (1995) : Stations 1 et 2 (Sud de la Houlée), 13 (La Massue).

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure.

***Pisa nodipes* (Leach, 1815)**

Prélevé par Noël & al. (1995) : Station 13 (La Massue), U94 (Ouest de la Grand Grève).

***Pisa tetraodon* (Pennant, 1777)**

Mentionné par Livory (1995).

Prélevé par Noël & al. (1995) : Stations 1 et 2 (Sud de la Houlée, 3 et 4 (Grande Enseigne), 5 (Grande Ile, derrière Les Moines), 13 (La Massue), U94 (Ouest de la Grand Grève).

***Pisa* sp. Leach, 1814**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Pisa* : sous les pierres du Saccaviron.

Famille des *Nephropidae*

***Homarus gammarus* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par De Quatrefages (1854). Selon l'auteur 8000 à 9000 homards étaient exportés chaque année de Chausey et l'espèce était pêchée 9 mois dans l'année.

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894).

Mentionné par Benard & al. (1975).

Mentionné par Livory (1995).

Prélevé par Noël & al. (1995).

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise.

Famille des *Paguridae*

***Anapagurus hyndmanni* (Bell, 1845)**

Mentionné par Benard & al. (1975) sur l'herbier à *Zostera marina* des Huguenants.

Prélevé par Hamon (1983) : 14 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Mentionné par Livory (1995).

Prélevé par Noël & al. (1995) : Stations 1 et 2 (Sud de la Houlée), 3 et 4 (Grande Enseigne), 8 (Grand Grève), 13 (La Massue), U93 et U94 (Ouest de la Grand Grève).

Prélevé par Godet (cette étude) : 15 au m² station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812).

***Pagurus bernhardus* (Linnaeus, 1758)**

Prélevé par Hamon (1983) : 1 au 1/2m² station 6 (SE Epargne 298899-2439832) ; 3 station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Mentionné par Livory (1995).

Prélevé par Noël & al. (1995) : stations 1 et 2 (Sud de la Houlée), 3 et 4 (Grande Enseigne), 8 (Grand Grève), 9 (Port Marie), 10 (Le Sound), 13 (La Massue), 14 (Nord de la Genêtaie), U93 et U94 (Ouest de la Grand Grève).

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise.

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867).

***Pagurus cuanensis* Bell, 1845**

Mentionné par Livory (1995).

Prélevé par Noël & al. (1995) : stations 1 et 2 (Sud de la Houlée), 3 et 4 (Grande Enseigne), 5 (Grande Ile, derrière les Moines), 8 (Grand Grève), 9 (Port Marie), 10 (Le Sound), 13 (La Massue), 14 (Nord de la Genêtaie), U93 (Ouest de la Grand Grève) U94.

Prélevé par Godet (cette étude) : 25 au m² station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 23 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Lézard 296163-2440185), 3 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867).

***Pagurus prideaux* Leach, 1815**

Prélevé par Hamon (1983) : 2 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Prélevé par Noël & al. (1995) : Stations 13 (La Massue), U93 (Ouest de la Grand Grève).

***Pagurus* sp. Fabricius, 1775**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Pagurus* « au Nord du Sound : entre la Massue, l'Etardière, l'Enseigne, et l'Ile Plate ».

Famille des *Palaemonidae*

***Palaemon elegans* Rathke, 1837**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Palaemon squilla* et déterminé par J. Bonnier.

Mentionné par Livory (1995).

Prélevé par Noël & al. (1995) : stations 1 et 2 (Sud de la Houlée), 3 et 4 (Grande Enseigne), 8 (Grand Grève), 9 (Port Marie), 10 (Le Sound), 13 (La Massue), 14 (Nord de la Genêteie), U93 et U94 (Ouest de la Grand Grève).

***Palaemon serratus* (Pennant, 1777)**

Mentionné par De Quatrefages (1854) sous le nom de « chevrette » : « c'est donc environ 2500 kilogrammes de chevrettes que l'on tire tous les ans de Chausey ».

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) et déterminé par J. Bonnier.

Mentionné par Livory (1995).

Prélevé par Noël & al. (1995) : Stations 1 et 2 (Sud de la Houlée), 3 et 4 (Grande Enseigne), 5 (Grande Ile, derrière Les Moines), 6 (Grande Ile, derrière Les Moines), 8 (Grand Grève), 9 (Port Marie), 10 (Le Sound), 13 (La Massue), U93 et U94 (Ouest de la Grand Grève).

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Chapelle

***Palaemonetes varians* (Leach, 1814)**

Mentionné par Benard & al. (1975) dans les cuvettes.

***Periclimenes sagittifer* (Norman, 1861)**

Prélevé par Noël & al. (1995) : Stations 1 et 2 (Sud de la Houlée), 3 et 4 (Grande Enseigne), 5 (Grande Ile, derrière Les Moines), 8 (Grand Grève), U93 et U94 (Ouest de la Grand Grève).

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Chapelle.

***Periclimenes* sp. Costa, 1844**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Chapelle.

Famille des *Palinuridae*

***Palinurus elephas* (Fabricius, 1787)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Palinurus vulgaris*.

Mentionné par Fauvel (1905) comme *Palinurus vulgaris*.

Famille des *Pandalidae*

***Pandalina brevisrostris* (Rathke, 1843)**

Mentionné par Livory (1995).

Famille des *Pilumnidae*

***Pilumnus hirtellus* (Linnaeus, 1761)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) et déterminé par J. Bonnier.

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Pilumnus* : « sous les pierres du Saccaviron ».

Mentionné par Bertrand (1940a) : « à marée basse ».

Mentionné par Livory (1995).

Prélevé par Noël & al. (1995) : Stations 1 et 2 (Sud de la Houlée), 3 et 4 (Grande Enseigne), 5 (Grande Ile, derrière Les Moines), 8 (Grand Grève), 9 (Port Marie), 13 (La Massue), U93 et U94 (Ouest de la Grand Grève).

Famille des *Pinnotheridae*

***Pinnotheres pectunculi* Hesse, 1872**

Prélevé par Noël & al. (1995) : Stations 8 (Grand Grève).

***Pinnotheres pisum* (Linnaeus, 1767)**

Prélevé par Hamon (1983) : 2 au 1/2m² station 12 (SE la Culassière (299323-2440044)).

***Pinnotheres* sp. Bosc, 1802**

Mentionné par Livory (1995).

Famille des *Pirimelidae*

***Pirimela denticulata* (Montagu, 1808)**

Cité par Fauvel (1905).

Trouvé par Livory (1995) comme *Porimela denticulata* en échouage sur la Grand Grève de la Grande Ile.

Prélevé par Noël & al. (1995) : Stations 2 (Sud de la Houlée) et U94 (Ouest de la Grand Grève)..

Famille des *Porcellanidae*

***Pisidia longicornis* (Linnaeus, 1767)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Porcellana longicornis* et déterminé par J. Bonnier.

Prélevé par Hamon (1983) : 7 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Mentionné par Livory (1995) comme *Pisidia longicornis*.

Prélevé par Noël & al. (1995) : Stations 1 et 2 (Sud de la Houlée), 3 et 4 (Grande Enseigne), 5 (Grande Ile, derrière Les Moines), 8 (Grand Grève), 9 (Port Marie), 13 (La Massue), U93 et U94 (Ouest de la Grand Grève).

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Tournioure.

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185).

***Porcellana platycheles* (Pennant, 1777)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) : sous les pierres du Saccaviron ».

Mentionné par Livory (1995).

Prélevé par Noël & al. (1995) : Stations 1 et 2 (Sud de la Houlée), 3 et 4 (Grande Enseigne), 5 (Grande Ile, derrière Les Moines), 8 (Grand Grève), 9 (Port Marie), 13 (La Massue), U93 et U94 (Ouest de la Grand Grève).

Famille des *Portunidae*

***Carcinus maenas* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) et déterminé par J. Bonnier.

Mentionné par De Beauchamp (1923a) : « sous les pierres du Saccaviron ».

Mentionné par Bertrand (1940a) : « commun partout ».

Mentionné par Livory (1995).

Prélevé par Noël & al. (1995) : Stations 1 et 2 (Sud de la Houlée), 3 et 4 (Grande Enseigne), 5 (Grande Ile, derrière Les Moines), 8 (Grand Grève), 9 (Port Marie), 13 (La Massue), U93 et U94 (Ouest de la Grand Grève).

Trouvé par Godet (cette étude) en de nombreux points de l'archipel (NW de Plate Ile (294461-2440965) ; nombreux individus à l'W de Roche Hamon dans les bouchots etc. ; prélevé sur les stations suivantes : 5 au m² station VHB (sables envasés de haut niveau du Cochon 293651-2439290), 3 station VHC (sables envasés de haut niveau des Colombiers 294976-2439218), 15 station AMA (sables à *Arenicola marina* de la Grand Grève 293699-2438991), 5 station AMB (sables à *Arenicola marina* du Cochon 293975-2439290), 15 station AMC (sables à *Arenicola marina* des Colombiers 294515-2439531), 5 station COA (sables à *Cerastoderma edule* de l'ouest de l'archipel 292511-2440319), 13 station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houlée 292977-2439421), 5 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 8 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léopard 296515-2440144).

***Liocarcinus corrugatus* (Pennant, 1777)**

Mentionné par Livory (1995).

***Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758)**

Prélevé par Noël & al. (1995) : Station U94 (Ouest de la Grand Grève).

***Liocarcinus holsatus* (Fabricius, 1798)**

Prélevé par Hamon (1983) : 1 au 1/2m² station 6 (SE Epargne 298899-2439832).

Mentionné par Livory (1995).

Prélevé par Noël & al. (1995) : Station 6 (Grande Ile, derrière Les Moines).

Plusieurs individus prélevés par Godet (cette étude) dans les sables grossiers de Riche Roche et un prélevé dans les sables grossiers de la Canue.

***Liocarcinus navigator* (Herbst, 1794)**

Prélevé par Hamon (1983) comme *Liocarcinus arcuatus* : 4 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Mentionné par Livory (1995, 1997) comme *Liocarcinus arcuatus*.

Prélevé par Noël & al. (1995) : Stations 2 (Sud de la Houlée), 3 et 4 (Grande Enseigne), 13 (La Massue) U93 et U94 (Ouest de la Grand Grève).

Plusieurs individus prélevés par Godet (cette étude) sur les herbiers à *Zostera marina* de la Houlée, du Léopard et des Huguenants. Prélevé par Godet (cette étude) sur les stations suivantes : 5 au m² station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 13 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185), 5 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867).

***Liocarcinus pusillus* (Leach, 1815)**

Mentionné par Livory (1995).

Prélevé par Noël & al. (1995) : Stations 5 (Grande Ile, derrière Les Moines), 8 (Grand Grève), U94 (Ouest de la Grand Grève).

***Liocarcinus vernalis* (Risso, 1827)**

Prélevé par Noël & al. (1995) : Station 13 (La Massue).

***Liocarcinus zariquieyi* (Gordon, 1968)**

Prélevé par Hamon (1983) : 4 au 1/2m² station 4 (la Canue 300616-2441045) ; 1 station 6 (SE Epargne 298899-2439832) ; 1 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581). Noël & al. (1995) émet un doute quant à cette identification par Hamon qui a peut-être été confonue avec *L. pusillus*.

***Necora puber* (Linnaeus, 1767)**

Mentionné par Benard & al. (1975).

Mentionné par Livory (1995, 1997).

Prélevé par Noël & al. (1995) Stations 1 et 2 (Sud de la Houlée), 3 et 4 (Grande Enseigne), 5 (Grande Ile, derrière Les Moines), 8 (Grand Grève), 10 (Le Sound), 13 (La Massue), U93 et U94 (Ouest de la Grand Grève).
Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure, La Chapelle.

Observé en de nombreux points de l'archipel par Godet (cette étude) dont par exemple les rochers de Riche Roche.

***Portumnus latipes* (Pennant, 1777)**

Mentionné par Lubet en 1968 (donnée non publiée) et cité par Noël & al. (1995)

Famille des *Processidae*

***Processa edulis* (Risso, 1816)**

Prélevé par Hamon (1983) : 11 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Mentionné par Livory (1995).

Prélevé par Noël & al. (1995) : stations 2 (Sud de la Houlée), 3 (Grande Enseigne), 5 (Grande Ile, derrière Les Moines), 10, (Le Sound) 13 (La Massue).

Famille des *Thiidae*

***Thia scutellata* (Fabricius, 1793)**

Cité par Fauvel (1905) comme *Thia polita*.

Prélevé par Hamon (1983) : 2 au 1/2m² station 4 (la Canue 300616-2441045) ; 1 station 6 (SE Epargne 298899-2439832) ; 3 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581) ; 2 station 12 (SE la Culassière (299323-2440044)).
Mentionné par Livory (1995, 1998) dans « les sables secs et légèrement ondulés » près de la Grande Ile.

Prélevé par Noël & al. (1995) : station 13 (La Massue).

Observé par Godet (cette étude) près de la Massue (293508-2440840) et prélevé sur les stations suivantes : 5 au m² station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 5 station DOA (sables à *Capsella variegata* de la Canue 300269-2441514).

Famille des *Upogebiidae*

***Upogebia deltaura* (Leach, 1815)**

Cité par Fauvel (1905) comme *Gebia deltaura*.

Prélevé par Hamon (1983) : 4 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

La mention de Lubet en 1978 de *Upogebia stellata* correspond très probablement à cette espèce (Noël & al. 1995).

Prélevé par Noël & al. (1995) : station U94 (Ouest de la Grand Grève).

Famille des *Xanthidae*

***Xantho poressa* (Olivi, 1792)**

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Xantho incisus*, (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

► Ordre des *Isopoda*

Famille des *Anthuridae*

***Anthura gracilis* (Montagu, 1808)**

Mentionné par Bertrand (1940a) dans les algues.

***Cyathura carinata* (Krøyer, 1847)**

Mentionné par Bertrand (1940a) dans les fissures et les schorres.

Prélevé par Godet (cette étude) : 30 au m² station VHB (sables envasés de haut niveau du Cochon 293651-2439290), 170 station VHC (sables envasés de haut niveau des Colombiers 294976-2439218), 3 station AMA (sables à *Arenicola marina* de la Grand Grève 293699-2438991), 413 station AMB (sables à *Arenicola marina* du Cochon 293975-2439290), 45 station AMC (sables à *Arenicola marina* des Colombiers 294515-2439531), 28 station COA (sables à *Cerastoderma edule* de l'ouest de l'archipel 292511-2440319), 43 station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houlée 292977-2439421).

Famille des *Bopyridae*

***Bopyrina ocellata* (Czerniavsky, 1869)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Bopyrina varians*.

Mentionné par Bertrand (1940a) comme *Bopyrina giardi*.

***Bopyrus squillarum* Latreille, 1802**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Bopyrus fougerouxii*.

Mentionné par Bertrand (1940a) comme *Bopyrus fougerouxii*.

Famille des *Cirolanidae*

***Cirolana* sp. Leach, 1818**

Prélevé par Hamon (1983) : 1 au 1/2m² station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581).

***Eurydice affinis* Hansen, 1905**

Mentionné par Livory (2000a) sur la Grand Grève de Chausey, avec *Eurydice pulchra*, ce dernier étant toujours plus abondant selon l'auteur.

***Eurydice pulchra* Leach, 1815**

Mentionné par Bertrand (1940a) « dans le sable ».

Mentionné par Livory (2000a) sur la Grand Grève de Chausey.

Prélevé par Hamon (1983) : 4 au 1/2m² station 2 (La Canue 300510-2441138) ; 2 station 4 (la Canue 300616-2441045) ; 1 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581).

Prélevé par Godet (cette étude) : 10 au m² station SGB (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* du banc des Caniards 298184-2441228), 3 station SGB (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* du banc des Caniards 298184-2441228), 3 station DOA (sables à *Capsella variegata* de la Canue 300269-2441514).

Famille des *Cymothoidae*

***Anilocra physodes* (Linnaeus, 1758)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) comme *Anilocra frontalis* : La Cancaise, La Chapelle.

Un individu prélevé par Godet (cette étude) sur la station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762).

***Anilocra* sp. Leach, 1818**

Observé en plongée (Ecosub 2006): La Cancaise.

Famille des *Gnathiidae*

***Gnathia maxillaris* (Montagu, 1804)**

Prélevé par Godet (cette étude) : 23 au m² station VHC (sables envasés de haut niveau des Colombiers 294976-2439218).

***Gnathiidae* sp.**

Prélevé par Hamon (1983) : 2 au 1/m² station 2 (La Canue 300510-2441138).

Famille des *Idoteidae*

***Idotea emarginata* (Fabricius, 1793)**

Mentionné par Bertrand (1940a) dans les algues.

***Idotea neglecta* G.O. Sars, 1897**

Mentionné par De Beauchamp (1923a).

Mentionné par Bertrand (1940a) dans les algues.

***Idotea* sp. Fabricius, 1798**

Prélevé par Hamon (1983) : 2 au 1/2m² station 6 (SE Epargne 298899-2439832).

Famille des *Janiridae*

***Jaera albifrons* Leach, 1814**

Mentionné par Bertrand (1940a) comme *Jaera marina* dans les algues.

Famille des *Oniscoidea*

***Ligia oceanica* (Linné, 1758)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) et déterminé par A. Dollfus et J. Bonnier.

Mentionné par Livory (1997)

Famille des *Sphaeromatidae*

***Campeopea hirsuta* (Montagu, 1804)**

Mentionné par Livory (2000a) : « entre les plaques d'un *Chthamalus stellatus* ».

***Cymodoce truncata* Leach, 1814**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) et déterminé par A. Dollfus et J. Bonnier.

Mentionné par Bertrand (1940a) : « faciès rocheux, cuvettes ».

Prélevé par Godet (cette étude) : 8 au m² station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185), 3 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867).

***Dynamene bidentatus* (Adams, 1800)**

Prélevé par Hamon (1983) comme *Dynamene bidentata* : 1 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

***Lekanesphaera rugicauda* (Leach, 1814)**

Mentionné par Bertrand (1940a) comme *Sphaeroma rugicauda* « schorres et sables vaseux ou dans fissures, parfois en eau saumâtre ».

Prélevé par Godet (cette étude) : 13 au m² station VHA (sables envasés de haut niveau du Jardin de l'Île aux Oiseaux 291720-2439968).

***Lekanesphaera levii* (Argano & Ponticelli, 1981)**

Prélevé par Godet (cette étude) : 35 au m² station COA (sables à *Cerastoderma edule* de l'ouest de l'archipel 292511-2440319), 3 station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houllée 292977-2439421), 8 station LCB

(banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 1 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

► Ordre des *Leptostraca*

***Nebalia bipes* (O. Fabricius, 1780)**

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812).

► Ordre des *Mysida*

Famille des *Mysidae*

***Paramysis arenosa* (G.O. Sars, 1877)**

Mentionné par Bertrand (1940a) à Plate Ile.

Prélevé par Hamon (1983) : 1 au 1/2m² station 3 (bouchots de la Canue 300510-2441138).

***Paramysis nouveli* Labat, 1953**

Trouvé par Livory (2002) « dans la zone intertidale ».

***Praunus flexuosus* (Müller, 1776)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Mysis flexuosa* et déterminé par J. Bonnier.

Mentionné par Bertrand (1940a).

Récolté plusieurs fois à marée basse par Livory (2002) en septembre 1993, juin et septembre 1994, août 1996 et septembre 2001.

***Praunus neglectus* (G.O. Sars, 1869)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Mysis neglecta* et déterminé par J. Bonnier.

Mentionné par Livory (2002) et juin et septembre 1994 et en septembre 2001.

***Siriella armata* (Milne-Edwards, 1837)**

Récolté en juin 1994 par Livory (2002).

***Siriella norvegica* G.O. Sars, 1869**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894).

► Ordre des *Tanaidacea*

Famille des *Apseudidae*

***Apseudes latreillii* (Milne-Edwards, 1828)**

Mentionné par Bertrand (1940a) comme *Apseudes latrellei*.

Prélevé par Hamon (1983) comme *Apseudes latrellei* : 4 au 1/2 m² station 4 (la Canue 300616-2441045) ; 164 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Prélevé par Livory (2002) en septembre 2001.

Prélevé par Godet (cette étude) : 5 au m² station COA (sables à *Cerastoderma edule* de l'ouest de l'archipel 292511-2440319), 43 station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houlée 292977-2439421), 53 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 13 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léopard 296515-2440144), 613 station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 23 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 3 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185), 10 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867).

***Apseudes talpa* (Montagu, 1808)**

Prélevé par Hamon (1983) : 9 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Prélevé en substrat grossier en septembre 2001 par Livory (2002).

Prélevé par Godet (cette étude) : 28 au m² station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 23 au m² station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185).

Famille des *Leptocheliidae*

***Heterotanais oerstedii* (Kroyer, 1842)**

Mentionné par Bertrand (1940a) : « à marée basse, dans les herbiers ».

Classe des *Maxillopoda*

Sous-classe des *Copepoda*

► Ordre des *Harpacticoida*

Famille des *Harpacticidae*

***Zaus spinatus* Goodsir, 1845**

Récolté par Gadeau de Kerville en 1893 et identifié par Canu (1894). Ce dernier note l'espèce comme étant très abondante dans les récoltes de Granville et des îles Chausey

Famille des *Peltidiidae*

***Alteutha depressa* (Baird, 1837)**

Récolté par Gadeau de Kerville en 1893 et identifié par Canu (1894). Ce dernier note l'espèce comme assez fréquente dans les résidus du lavage d'algues recueillies aux îles Chausey.

***Peltidium robustum* (Claus, 1889)**

Récolté par Gadeau de Kerville en 1893 et identifié par Canu (1894). Ce dernier note un seul exemplaire trouvé dans les résidus de lavage d'algues.

Famille des *Porcellidiidae*

***Porcellidium fimbriatum* Claus, 1863**

Récolté par Gadeau de Kerville en 1893 et identifié par Canu (1894). Un exemplaire du sexe mâle se trouve dans les récoltes des îles Chausey selon l'auteur.

Famille des *Tisbidae*

***Tisbe furcata* (Baird, 1837) ?**

Plusieurs individus récoltés par Gadeau de Kerville en 1893, identifiés par Canu (1894) sont décrits comme *Idya furcata* et peuvent correspondre à *Tisbe furcata*.

► Ordre des *Poecilostomatoida*

Famille des *Lichomolgidae*

***Lichomolus agilis* (Leydig, 1853)**

Récolté par Gadeau de Kerville en 1893 et identifié par Canu (1894). L'auteur en note un grand nombre dans les algues récoltées à Chausey.

Famille des *Rhynchomolgidae*

***Paranthesius anemoniae* Claus, 1889**

Récolté par Gadeau de Kerville en 1893 et identifié par Canu (1894). L'auteur se montre incertain quant à l'identification du seul individu récolté.

► Ordre des *Siphonostomatoida*

Famille des *Asterocheridae*

***Acontiophorus scutatus* (Brady & Robertson, 1873)**

Plusieurs individus récoltés par Gadeau de Kerville en 1893 et identifiés par Canu (1894).

Sous-classe des *Thecostraca*

► Ordre des *Sessilia*

Famille des *Balanidae*

***Balanus perforatus* Bruguière, 1789**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure.

Famille des *Chthamalidae*

***Chthamalus stellatus* (Poli, 1795)**

Mentionné par Livory (2000a).

***Chthamalus* sp. Ranzani, 1817**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure.

► Ordre des *Kentrogonida*

Famille des *Peltogastridae*

***Peltogaster* sp.**

Mentionné par Fauvel (1905).

Classe des *Ostracoda*

► Ordre des *Podocopida*

Famille des *Loxoconchidae*

***Loxoconcha impressa* (Baird, 1850)**

Récolté par Gadeau de Kerville en 1893 et identifié par Canu (1894). Considéré comme commune dans le produit du lavage d'algues aux îles Chausey par l'auteur.

Sous-embanchement des *INSECTA*

Classe des *Coleoptera*

Famille des *Aegiliidae*

***Aegialia arenaria* (Fabricius, 1787)**

Mentionné par Livory (1997).

Famille des *Carabidae*

***Brosicus cephalotes* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Le Monnier (1998) : trouvé enfoui sous le sable à la grande grève sous la laisse de mer.

***Cillenius lateralis* Samouelle, 1819**

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² sur les stations VHA (sables envasés de haut niveau du Jardin de l'Île aux Oiseaux 291720-2439968), 3 station VHB (sables envasés de haut niveau du Cochon 293651-2439290) et 3 station VHC (sables envasés de haut niveau des Colombiers 294976-2439218).

***Pogonus chalceus* (Marsham, 1802)**

Prélevé par Bertrand en 1930 (collection de coléoptères de la station marine de Dinard).

Mentionné par Le Monnier (1998) : sur la berge vaso-sableuse de la mare de l'anse à Gruel (N.B : appelée aussi Anse de la Truelle).

Famille des *Dytiscidae*

***Agabus conspersus* (Marsham, 1802)**

Mentionné par Livory (1998).

Famille des *Heteroceridae*

***Heteroceridae* spp.**

Prélevé par Godet (cette étude) : 38 au m² prélevé sur la station VHC (sables envasés de haut niveau des Colombiers 294976-2439218), 3 au m² d'une autre espèce prélevé sur la station VHA (sables envasés de haut niveau du Jardin de l'Île aux Oiseaux 291720-2439968).

Famille des *Hydrophilidae*

***Enochrus bicolor* (Fabricius, 1792).**

Mentionné par Livory (1998) dans la jonchaie de la Grande Ile.

***Enochrus halophilus* Bedel, 1878**

Mentionné par Livory (1998).

Famille des *Scarabaeidae*

***Aphodius prodromus* (Brahm, 1790)**

Mentionné par Livory (1996).

***Aphodius rufipes* Linnaeus, 1758**

Mentionné par Elder (DIREN Basse Normandie - ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Staphylinidae*

***Atheta testacea* (auteur ?)**

Cette espèce de *Staphylinidae*, dont le nom n'est probablement plus valide, a été récolté par Bertrand en 1937 (collection de coléoptères de la station marine de Dinard).

***Bledius unicornis* (Germar, 1825)**

Récolté par Bertrand le 08 août 1937 (collection de coléoptères de la station marine de Dinard).

***Cafius sericeus* Holme 1837**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) : Grande Ile.

***Cafius xantholoma* Gravenhorst, 1806**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Cafius xantholoma* var. *variolosa* : Grande Ile.

Famille des *Trechidae*

***Aepopsis robini* (Laboulbene, 1894)**

Mentionné par Le Monnier (1998).

Observé par Godet (cette étude) sous les pierres de l'Anse de la Truelle.

Embranchement des *MOLLUSCA*

Sous-embranchement des *CONCHIFERA*

Classe des *Bivalvia*

► Ordre des *Arcoïda*

Famille des *Glycymerididae*

***Glycymeris glycymeris* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Pectunculus glycymeris* : « Nord du Sound : entre la Massue, l'Etardière, l'Enseigne, et l'Ile Plate ».

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Prélevé par Hamon (1983) : 4 au 1/2m² station 2 (La Canue 300510-2441138) ; 16 station 5 (bouchots ouest Canue 300085-2441377) ; 3 station 6 (SE Epargne 298899-2439832) ; 1 station 7 (SE Epargne 299065-2439779) ; 14 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581) ; 4 station 11 (la Culassière 299237-2440375) ; 4 station 12 (SE la Culassière (299323-2440044).

Observé par Godet (cette étude) : autour de Riche Roche (293113-2438680) ; à l'W de Roche Hamon près des bouchots ; Est du Lézard 296752-2440256) ; au SE de Roche Hamon (296812-2439553) ; banc des Caniards ; banc de sable de la Canue ; près de la Massue (293508-2440840), des juvéniles récoltés dans l'herbier à *Zostera marina* de la Houlée et prélevé sur les stations suivantes : 73 au m² station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 8 station SGB (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* du banc des Caniards 298184-2441228), 45 station DOA (sables à *Capsella variegata* de la Canue 300269-2441514).

► Ordre des *Myoïda*

Famille des *Gastrochaenidae*

***Gastrochaena dubia* (Pennant, 1777)**

Mentionné par Fisher (1887).

Famille des *Hiatellidae*

***Hiatella arctica* (Linné, 1767)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Myidae*

***Mya arenaria* Linnaeus, 1758**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Mya truncata* Linnaeus, 1758**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Pholadidae*

***Barnea candida* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Pholas dactylus* Linnaeus, 1758**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) en coquilles : « Nord du Sound : entre la Massue, l'Etardière, l'Enseigne, et l'Ile Plate ».

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998). Aucun commentaire ne précise si l'auteur a vu l'espèce vivante ou non.

Aucun individu vivant noté par Godet (cette étude) mais de nombreuses coquilles de l'espèce trouvées à travers l'archipel : W de Roche Hamon (296413-2439891 ; 296329-2439492) ; en épave au Nord de Guibeau (296291-2439294) ; en épave aux Caniards (298111-2441270).

Famille des *Teredinidae*

***Teredo navalis* Linnaeus, 1758**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Nototeredo norvegica* (Spengler, 1792)**

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Teredo norvegica*, (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

► Ordre des *Nuculoida*

Famille des *Nuculidae*

***Nucula nitidosa* Winckworth, 1930**

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Nucula nitida*, (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Nucula nucleus* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Nucula* sp. Lamarck, 1799**

Prélevé par Hamon (1983) : 10 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Prélevé par Godet (cette étude) : 5 au m² station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 3 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Lézard 296515-2440144), 15 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 18 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Lézard 296163-2440185), 1 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Réтин 294609-2440670).

► Ordre des *Osteroida*

Famille des *Ostreidae*

***Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise.

***Ostrea edulis* Linnaeus, 1758**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Observée par Godet (cette étude) en plusieurs points de l'archipel en très petit nombre notamment autour du Lézard (296038-2440426).

Famille des *Pectinidae*

***Aequipecten opercularis* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Chapelle.

***Chlamys varia* (Linné, 1758)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Pecten varius* et identifié par A. Locard et P. Pelseener.

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise.

Observé par Godet (cette étude) dans l'herbier à *Zostera marina* du Lézard.

***Chlamys* sp. Röding, 1798**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise.

***Pecten maximus* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) et identifié par A. Locard et P. Pelseener.

Mentionné dans la florule algologique des Iles Chausey par Hamel à la fin des années 1930, au Petit Epail, comme *Pecten* (Lami 1972).

Mentionné par Joubin (1910) : « La coquille de Saint-Jacques est en voie de disparition dans cette région [Baie de Cancale] comme partout. Il n'y en a plus de gisemen réellement important qu'à Chausey et il est à prévoir qu'en raison du développement récent des communications avec la terre ils ne tarderont pas à disparaître. A Chausey, 30 pêcheurs pratiquent cette pêche aux grandes marées et en prennent, à pied, environ 45000 par an. Les pêcheurs de la côte viennent chaluter sur les bancs situés à l'est, principalement au bord des bancs Trou-à-Giron et de la Foraine. »

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure, la Chapelle.

Observé par Godet (cette étude) : en bordure du Sound, au NW de la Plaine du Réтин (294781-2441000).

Famille des *Anomiidae*

***Anomia ephippium* Linnaeus, 1758**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

► Ordre des *Pholadomyoidea*

Famille des *Pandoridae*

***Pandora inaequalis* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Pandora albida* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Thraciidae*

***Thracia distorta* (Montagu, 1803)**

Mentionné par Locard (1886).

***Thracia papyracea* (Poli, 1791)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Thracia pubescens* (Pulteney, 1799)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

► Ordre des *Pterioidea*

Famille des *Pteriidae*

***Pteria hirundo* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

► Ordre des *Veneroidea*

Famille des *Astartidae*

***Goodallia triangularis* (Montagu, 1803)**

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Astarte triangularis* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Prélevé par Godet (cette étude) : 248 au m² station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 10 station SGB (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* du banc des Caniards 298184-2441228), 18 station SGC (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* du banc de la Canue 300476-2441407), 5875 station DOA (sables à *Capsella variegata* de la Canue 300269-2441514).

Famille des *Cardiidae*

***Acanthocardia aculeata* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Cardium equinatum* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Observé par Godet (cette étude) en bordure de l'herbier à *Zostera marina* des Huguenants (298641-2438782)

***Acanthocardia tuberculata* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Cardium tuberculatum* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Cerastoderma edule* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Benard & al. (1975).

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) et identifié par A. Locard et P. Pelseneer.

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Prélevé par Godet (cette étude) : 13 au m² station AMA (sables à *Arenicola marina* de la Grand Grève 293699-2438991), 10 station AMB (sables à *Arenicola marina* du Cochon 293975-2439290), 10 station AMC (sables à *Arenicola marina* des Colombiers 294515-2439531), 10 station COA (sables à *Cerastoderma edule* de l'ouest de l'archipel 292511-2440319), 8 station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houlée 292977-2439421), 10 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 18 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Lézard 296515-2440144), 15 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670), 2 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

***Cerastoderma glaucum* (Poiret, 1789)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Laevicardium crassum* (Gmelin, 1791)**

Prélevé par Hamon (1983) : 1 au 1/2m² station 6 (SE Epargne 298899-2439832).

Observé par Godet (cette étude) à Riche Roche (293113-2438680) et dans l'herbier à *Zostera marina* des Huguenants.

***Parvicardium ovale* (Sowerby G.B. II, 1840)**

Prélevé par Hamon (1983) : 1 au 1/2m² station 6 (SE Epargne 298899-2439832).

***Parvicardium scabrum* (Philippi, 1844)**

Observé et récolté par Godet (cette étude) dans les sables grossiers de Riche Roche ; prélevé sur les stations suivantes : 15 au m² station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 5 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812).

Famille des *Donacidae*

***Capsella variegata* (Gmelin, 1791)**

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Donax variegatus* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Prélevé par Hamon (1983) comme *Donax variegatus* : 1 au 1/2m² station 9 (SW Canue 300019-2440654).

Observé par Godet (cette étude) dans les sables au NE de l'Epargne ; abondant au sein des bouchots à l'Est du banc de sable de La Canue et prélevé sur les stations suivantes : 10 au m² station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 10 station DOA (sables à *Capsella variegata* de la Canue 300269-2441514).

***Donax vittatus* (da Costa, 1778)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Glossidae*

***Glossus humanus* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Lasaeidae*

***Lasaea rubra* (Montagu, 1803)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Leptonidae*

***Lepton squamosum* (Montagu, 1803)**

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867).

Famille des *Limidae*

***Limatula subauriculata* (Montagu, 1808)**

Prélevé par Hamon (1983) comme *Lima subauriculata* : 2 au 1/2m² station 4 (la Canue 300616-2441045).

Famille des *Lucinidae*

***Loripes lacteus* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Lucina lactea*.

Prélevé par Hamon (1983) comme *Loripes luscinalis* : 82 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Observé par Godet (cette étude) dans les banquettes à *Lanice conchilega* du Lézard et de nombreux herbiers à *Zostera marina* ; prélevé sur les stations suivantes : 3 au m² station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houlée 292977-2439421), 18 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 18 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Lézard 296515-2440144), 213 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 118 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Lézard 296163-2440185), 455 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867), 5 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Réтин 294609-2440670), 28 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Réтин).

***Lucinoma borealis* (Linnaeus, 1767)**

Individus prélevés à Chausey en 1895 dans la collection Dautzenberg comme *Lucina borealis* var. *minor*.

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Prélevé par Hamon (1983) : 27 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Prélevé par Godet (cette étude) : 43 au m² station AMC (sables à *Arenicola marina* des Colombiers 294515-2439531), 130 station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houlée 292977-2439421), 75 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 120 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Lézard 296515-2440144), 240 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 63 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Lézard 296163-2440185), 123 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867), 48 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Réтин 294609-2440670), 14 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Réтин).

Famille des *Lyonsiidae*

***Lyonsia norvegica* (Gmelin, 1791)**

Mentionné par Fisher (1887) comme *Lyonsia norvegica*.

Famille des *Mastridae*

***Lutraria angustior* Philippi, 1844**

Prélevé par Hamon (1983) comme *Lutraria angustior* : 1 au 1/2 m² station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581).

Observé par Godet (cette étude) dans les bancs de sable au NE de l'Epargne (299219-2440540).

***Lutraria lutraria* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Lutraria magna* (da Costa, 1778)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Lutraria oblonga* et identifié par A. Locard et P. Pelseneer. Mentionné par Lubet en 1968 comme *Lutraria oblonga*, (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Lutraria* sp. Lamarck, 1799**

Mentionné dans la florule algologique des Iles Chausey par Hamel à la fin des années 1930, dans le chenal du Saccaviron, comme *Lutrais* (Lami 1972).

***Macra glauca* Von Born, 1778**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Macra helvacea* : « Nord du Sound : entre la Massue, l'Etardière, l'Enseigne, et l'Île Plate ».

Mentionné par Fauvel (1905) comme *Macra helvacea*.

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Plusieurs individus observés par Godet (cette étude) vers la Goëlette (NW de Plate Ile 294322-2441166) ; le Banc des Caniards ; au NE de l'Epargne (autour de 299352-2439478 et 299228-2439590) ; commun au sein des bouchots à l'Est du banc de sable de La Canue.

***Macra stultorum* (Linné, 1758)**

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Macra corallina* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Macra* sp. Linnaeus, 1767**

Mentionné par Benard & al (1975).

***Spisula solida* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Prélevé par Hamon (1983) comme *Spisula ovalis* : 2 au 1/2m² station 1 (la Canue 300549-2441118) ; 262 station 2 (La Canue 300510-2441138) ; 74 station 4 (la Canue 300616-2441045) ; 12 station 5 (bouchots ouest Canue 300085-2441377) ; 4 station 6 (SE Epargne 298899-2439832) ; 4 station 6 (SE Epargne 298899-2439832) ; 1 station 7 (SE Epargne 299065-2439779) ; 12 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581) ; 52 station 12 (SE la Culassière (299323-2440044).

Quelques individus observés par Godet (cette étude) : au SW de Riche Roche, au SE de Roche Hamon (296812-2439553) ; E d'Aneret (296968-2439129) ; dans les bancs de sable des Caniards et de la Canue et prélevé sur la station DOA (sables à *Capsella variegata* de la Canue 300269-2441514) (5 au m²).

***Spisula subtruncata* (da Costa, 1778)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Montacudidae*

***Epilepton clarkiae* (Clark W., 1852)**

Prélevé par Godet (cette étude) : 20 au m² station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 20 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185), 3 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867).

***Montacuta ferruginosa* (Montagu, 1808)**

Prélevé par Hamon (1983) : 7 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

***Mysella bidentata* (Montagu, 1803)**

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 3 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185).

Famille des *Mytilidae*

***Modiolus adriaticus* (Lamarck, 1819)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Modiolus barbatus* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Modiola barbata*.

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Modiolus modiolus* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Modiolarca subpicta* (Cantraine, 1835)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Mytilus edulis* Linnaeus, 1758**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).
Observé par Godet (cette étude) sur le banc de sable des Caniards (298473-2441073) et en grand nombre dans les chenaux des bancs de sable au NW de Grune à Arche (autour de 299401-2439462) ; 5 au m² prélevée sur la station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867), issues des bouchots contigus à la station de prélèvement.

***Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Pharidae*

***Phaxas pellucidus* (Pennant, 1777)**

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Cultellus pellucidus* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Ensis arcuatus* (Jeffreys, 1865)**

Prélevé par Hamon (1983) : 2 au 1/2m² station 4 (la Canue 300616-2441045).

***Ensis ensis* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Solen ensis*.

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Observé par Godet (cette étude) : vers Riche Roche (293113-2438680) ; au NE de la Plaine du Réтин (295201-2440606) ; au SW du Léзard au milieu des bouchots (296168-2440003 par exemple) ; au SE de Roche Hamon (296812-2439553) ; sur le banc de sable des Caniards (298461-2441073) ; très abondant aux Huguenants et aux Oitrées (299659-2440012) et prélevé sur la station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812) (3 au m²).

***Ensis siliqua* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Psammobiidae*

***Gari costulata* (Turton, 1822)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Gari depressa* (Pennant, 1777)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Psammobia vespertina* et identifié par A. Locard et P. Pelseener.

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Gari fervensis* (Gmelin, 1791)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Gari* sp. Schumacher, 1817**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Psammobia* : « Au nord du Sound : entre la Massue, l'Etardière, l'Enseigne, et l'île Plate ».

Famille des *Scrobiculariidae*

***Scrobicularia plana* (da Costa, 1778)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Semelidae*

***Abra alba* (Wood W., 1802)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Prélevé par Hamon (1983) : 17 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 20 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léзard 296515-2440144), 13 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 38 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léзard 296163-2440185).

***Abra nitida* (Müller O.F., 1776)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Abra tenuis* (Montagu, 1803)**

Prélevé par Godet (cette étude) : 448 au m² station VHA (sables envasés de haut niveau du Jardin de l'île aux Oiseaux 291720-2439968), 18 station VHB (sables envasés de haut niveau du Cochon 293651-2439290), 5 station VHC (sables envasés de haut niveau des Colombiers 294976-2439218), 20 station AMA (sables à *Arenicola marina* de la Grand Grève 293699-2438991), 583 station AMB (sables à *Arenicola marina* du Cochon 293975-2439290), 35 station AMC (sables à *Arenicola marina* des Colombiers 294515-2439531), 15 station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houlée 292977-2439421), 20 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 10 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léзard 296515-2440144), 1 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Réтин).

Famille des *Solenidae*

***Solen marginatus* Pulteney, 1799**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Solen vagina* et identifié par A. Locard et P. Pelseneer.
Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Tellinidae*

***Macoma balthica* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Arcopagia crassa* (Pennant, 1777)**

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Tellina crassa*, (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Prélevé par Hamon (1983) comme *Tellina crassa* : 1 au 1/2m² station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581).

Prélevé par Godet sur les stations suivantes : 3 au m² station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houlée 292977-2439421), 3 station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599).

***Tellina (Moerella) donacina* Linnaeus, 1758**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Tellina fabula* Gmelin, 1791**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Tellina (Moerella) pygmaeus* Lovén, 1846**

Prélevé par Hamon (1983) comme *Tellina pygmaea* : 1 au 1/2m² station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581) ; 2 station 12 (SE la Culassière (299323-2440044)).

***Tellina incarnata* Linné, 1758**

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léopard 296515-2440144), 8 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867).

***Tellina tenuis* da Costa, 1778**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) : « Au nord du Sound : entre la Massue, l'Etardière, l'Enseigne, et l'Ile Plate ».

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Prélevé par Godet (cette étude) : 1 au m² station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670), 1 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

Famille des *Ungulinidae*

***Diplodonta rotundata* (Montagu, 1803)**

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Diplodonta rotunda* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Veneridae*

***Callista chione* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Clausinella fasciata* (da Costa, 1778)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Dosinia exoleta* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Prélevé par Hamon (1983) : 1 au 1/2m² station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581).

Observé par Godet (cette étude) près de l'Epargne (298975-2439666).

***Dosinia lupinus* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Irus irus* (Linné, 1758) (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Paphia rhomboides* (Pennant, 1777)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Tapes lepidulus* et identifié par A. Locard et P. Pelseneer.

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Venerupis rhomboides*, (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Prélevé par Hamon (1983) comme *Tapes rhomboides* : 2 au 1/2m² station 2 (La Canue 300510-2441138) ; 6 station 4 (la Canue 300616-2441045) ; 3 station 6 (SE Epargne 298899-2439832) ; 2 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581) ; 3 station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Observé par Godet (cette étude) : au SW de Roche Hamon (296334-2439749) ; Est du Léopard 296752-2440256) ; dans les bancs de sable au NE de l'Epargne (299219-2440540) et les sables grossiers autour de Riche Roche (293113-2438680) et prélevé sur les stations suivantes : 3 au m² station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 3 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812).

***Ruditapes decussatus* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Tapes decussatus* et identifié par A. Locard et P. Pelseneer. Mentionné par Joubin (1910) comme *Tapes decussata* : « A Chausey il y a deux gisements assez importants mais je n'ai pu savoir quelle quantité on en récolte ».

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Tapes decussatus* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Observé en plongée *Tapes decussatus* (Ecosub 2006) : La Cancale.

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Lézard 296515-2440144).

***Ruditapes philippinarum* (Adams and Reeve, 1850)**

Observé par Godet (cette étude) : très commune à travers tout l'archipel : au Nord de l'Ile de la Meule (292098-2439982) ; sur l'ensemble la Plaine du rétin et le Chenal du Relais autour des parcs vénériques ; W de Roche Hamon (296354-2439888) ; près du Grand Puceau (294852-2438972) ; très commune au NW du Chapeau (292255-2440089) etc. et prélevée sur les stations suivantes : 3 au m² station AMA (sables à *Arenicola marina* de la Grand Grève 293699-2438991), 3 station COA (sables à *Cerastoderma edule* de l'ouest de l'archipel 292511-2440319), 14 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670), 259 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

***Timoclea ovata* (Pennant, 1777)**

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Chione ovata*, (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Prélevé par Hamon (1983) comme *Venus ovata* : 2 au 1/2m² station 1 (la Canue 300549-2441118); 2 station 2 (La Canue 300510-2441138) ; 6 station 4 (la Canue 300616-2441045) ; 10 station 5 (bouchots ouest Canue 300085-2441377) ; 4 station 6 (SE Epargne 298899-2439832) ; 1 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581) ; 1 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581) ; 1 station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants) ; 4 station 12 (SE la Culassière (299323-2440044).

***Venerupis aurea* (Gmelin, 1791)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Observé et récolté par Godet (cette étude) au SW du Chapeau (292446-2440293), dans les banquettes à *Lanice conchilega* de la Houlée (292950-2439421), du chenal du Relais (294708-2439775) et du Lézard (296548-2440167) ; prélevé sur les stations suivantes : 3 au m² station AMB (sables à *Arenicola marina* du Cochon 293975-2439290), 3 station COA (sables à *Cerastoderma edule* de l'ouest de l'archipel 292511-2440319), 13 station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houlée 292977-2439421), 8 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Lézard 296515-2440144), 3 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Lézard 296163-2440185), 3 station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867).

***Venerupis pullastra* (Montagu, 1803)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Observé et récolté par Godet (cette étude) dans les banquettes à *Lanice conchilega* de la Houlée (292950-2439421) et du Lézard (296548-2440167) et prélevé sur les stations suivantes : 3 au m² station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houlée 292977-2439421), 3 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Lézard 296515-2440144).

***Venus casina* Linnaeus, 1758**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Venus verrucosa* Linnaeus, 1758**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) et identifié par A. Locard et P. Pelseneer.

Mentionné par Joubin (1910) : « C'est aux îles Chausey que l'on en pêche le plus. Il y en a plusieurs gisements où 15 personnes font régulièrement cette pêche. Elles peuvent en prendre 7 à 800 dans une marée : elles les vendent un franc le cent. Ces coquillages sont expédiés à Granville. Les principaux bancs sont dans le nord des grèves de Chausey. La pêche de ce mollusque est donc insignifiante dans l'ensemble de la baie [de Cancale], sauf à Chausey ».

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Prélevé par Hamon (1983) : 4 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Observé par Godet (cette étude) au SW de la Grande Ile (entre la Houlée et l'Ile aux Choux) ; à Riche Roche (293113-2438680) ; dans l'herbier à *Zostera marina* de la Houlée ; dans le chenal du Relais ; à l'W de Roche Hamon en bordure et au sein de l'herbier à *Zostera marina* ; Est du Lézard (296752-2440256) ; Ouest du Lézard (296038-2440426) ; quelques individus aux Caniards (298111-2441270) et prélevée sur les stations suivantes : 3 au m² station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 5 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 3 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Lézard 296163-2440185).

Venus sp. Linnaeus, 1758

Mentionné par De Beauchamp (1923a) : « Au nord du Sound : entre la Massue, l'Etardière, l'Enseigne, et l'Île Plate ».

Classe des *Cephalopoda*

► Ordre des *Octopoda*

Famille des *Octopodidae*

***Eledone cirrhosa* (Lamarck, 1798)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Octopus vulgaris* Cuvier, 1797**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

► Ordre des *Sepiida*

Famille des *Sepiidae*

***Sepia officinalis* Linnaeus, 1758**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Tournioure.

► Ordre des *Sepiolida*

Famille des *Sepiolidae*

***Sepiola atlantica* d'Orbigny, 1839**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

► Ordre des *Teuthida*

Famille des *Loliginidae*

***Alloteuthis subulata* (Lamarck, 1798)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Classe des *Scaphopoda*

► Ordre des *Dentalida*

Famille des *Dentaliidae*

***Antalis entalis* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Dentalium entalis* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Classe des *Gastropoda*

► Ordre des *Acochlidioidea*

Famille des *Limapontiidae*

***Limapontia capitata* (Müller O.F., 1774)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

► Ordre des *Aplysiomorpha*

Famille des *Aplysiidae*

***Aplysia depilans* Gmelin, 1791**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Aplysia punctata* (Cuvier, 1803)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise.

► Ordre des *Archaeogastropoda*

Famille des *Acmaeidae*

***Acmaea virginea* (Müller O.F., 1776)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Fissulleridae*

***Diodora graeca* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Fissurella graeca* : « un exemplaire fixé sur une éponge » et identifié par A. Locard et P. Pelseneer.

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Fissurella graeca* sous les pierres du Saccaviron.

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Diodora apertura* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Emarginula fissura* (Linné, 1758)**

Mentionné par Fisher (1887).

Famille des *Haliotidae*

***Haliotis tuberculata* Linnaeus, 1758**

Mentionné par Fauvel (1905).

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) et identifié par A. Locard et P. Pelseneer.

Mentionné par Joubin (1910) : A Chausey il y en a en grand nombre au nord et à l'ouest des îles. Cette pêche est faite par une quarantaine de pêcheurs de Granville qui en récoltent 100 à 120 par marée et les vendent 5 à 6 francs le cent »

Mentionné par De Beauchamp (1923a) sous les pierres du Saccaviron.

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Mentionné par Benard al. (1975).

Famille des *Lottiidae*

***Testudinalia testudinalis* (Müller, 1776)**

Prélevé par Hamon (1983) comme *Acmea virginea* : 4 au 1/2m² station 4 (la Canue 300616-2441045).

Famille des *Patellidae*

***Ansates pellucida* (Linné, 1758)**

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Patina pellucida* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Helcion pellucidum* (Linnaeus, 1758)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise.

***Patella ulysiponensis* Gmelin, 1791**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Patella athletica* : « sur les pierres que le reflux met à sec » et identifié par A. Locard et P. Pelseneer.

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Patella athletica* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Patella vulgata* Linnaeus, 1758**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Tricoliidae*

***Tricolia pullus* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Trochidae*

***Calliostoma granulatum* (Von Born, 1778)**

Mentionné par Fisher (1887).

***Calliostoma zizyphinum* (Linné, 1758)**

Mentionné par Joyeux-Laffuie (1891) comme *Trochus zizyphinus*.

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Zizyphinus conuloides* et identifié par A. Locard et P. Pelseneer.

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure, La Chapelle.

***Gibbula cineraria* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) et identifié par A. Locard et P. Pelseneer..

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Gibbula cinerea* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Gibbula magus* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Joyeux-Laffuie (1891) comme *Trochus magus*.

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Gibbula maga* et identifié par A. Locard et P. Pelseneer.

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).
Prélevé par Hamon (1983) : 2 au 1/2m² station 4 (la Canue 300616-2441045) ; 1 station 6 (SE Epargne 298899-2439832) ; 3 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581) ; 1 station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Observé par Godet (cette étude) en de nombreux points de l'archipel : vers Riche Roche (293113-2438680) ; à l'W de Roche Hamon en bordure de l'herbier à *Zostera marina* ; SW de Roche Hamon (296495-2440023) ; SE du Lézard (296564-2440252) ; au Nord de Guibeau (296291-2439294) ; SW du Lézard au milieu des bouchots (296168-2440003) ; SE d'Aneret (296951-2438735) : Les Caniards (298114-2441269) ; Les Oitrées (299619-2439197) ; commun sur le banc de sable de la Canue et prélevé sur la station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812) (3 au m²).

***Gibbula pennanti* (Philippi, 1846)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) et identifié par A. Locard et P. Pelseneer.

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Observé par Godet (cette étude) notamment près de La Houlée (293100-2439396).

***Gibbula tumida* (Montagu, 1803)**

Mentionné par Fisher (1887).

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) et identifié par A. Locard et P. Pelseneer.

***Gibbula umbilicalis* (da Costa, 1778)**

Mentionné par Fisher (1887) comme *Gibbula obliquata* et identifié par A. Locard et P. Pelseneer.

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Gibbula obliquata* et identifié par A. Locard et P. Pelseneer.

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancaise.

Observé par Godet (cette étude) en de nombreux points de l'archipel.

***Gibbula* sp. Risso, 1826**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancaise.

***Jujubinus striatus* (Linné, 1758)**

Mentionné par Locard (1886) comme *Cantharidus striatus*.

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Zizyphinus aequistriatus* et identifié par A. Locard et P. Pelseneer.

***Osilinus lineatus* (da Costa, 1778)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Trochocochlea lineata* et identifié par A. Locard et P. Pelseneer.

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Monodonta lineata*, (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Prélevé par Hamon (1983) comme *Monodonta lineata* : 1 au 1/2m² station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581).

Observé par Godet (cette étude) en de nombreux points de l'archipel.

► Ordre des *Archaeopulmonata*

Famille des *Ellobiidae*

***Myosotella myosotis* (Draparnaud, 1801)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Alexia denticulata* et identifié par A. Locard et P. Pelseneer.

► Ordre des *Cephalaspidea*

Famille des *Acteonidae*

***Acteon tornatilis* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Haminoeidae*

***Haminoea hydratis* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Haminea hydratis* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Philinidae*

***Philine aperta* (Linnaeus, 1767)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

► Ordre des *Heterostropha*

Famille des *Pyramidellidae*

***Chrysallida interstincta* (Adams J., 1797)**

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Pyrgulina intersacta* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

► Ordre des *Mesogastropoda*

Famille des *Barleeidae*

***Barleeia unifasciata* (Montagu, 1803)**

Mentionné par Locard (1886) comme *Barleeia rubra*.

Famille des *Caecidae*

***Caecum imperforatum* Kanmacher, 1798**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Calyptraeidae*

***Calyptrea chinensis* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Joyeux-Laffuie (1891).

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Calyptrea sinensis* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Prélevé par Hamon (1983) : 2 au 1/2m² station 2 (La Canue 300510-2441138) ; 2 station 4 (la Canue 300616-2441045) ; 1 station 6 (SE Epargne 298899-2439832) ; 4 station 7 (SE Epargne 299065-2439779) ; 6 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581) ; 20 station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants) ; 2 station 11 (la Culassière 299237-2440375).

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancaise.

Prélevé par Godet (cette étude) : 3 au m² station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812).

***Crepidula fornicata* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Prélevé par Hamon (1983) : 10 au 1/2m² station 4 (la Canue 300616-2441045) ; 2 station 6 (SE Epargne 298899-2439832) ; 2 station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancaise.

Observé en de nombreux points de la moitié Est de l'archipel : quelques individus vers la Goëlette (NW de Plate Ile 294322-2441166) ; commune en bordure des *Zostera marina* et dans les banquettes à *Lanice conchilega* au SW du Lézard (295924-2440159) ; nombreuses chaînes à l'Est du banc de sable des Caniards (298461-2441073) sur les bancs de sables de la Canue et dans l'herbier à *Zostera marina* des Huguenants.

Famille des *Capulidae*

***Capulus ungaricus* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Locard (1886).

Famille des *Cerithiidae*

***Bittium reticulatum* (da Costa, 1778)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) et identifié par A. Locard et P. Pelseener.

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Cerithiopsidae*

***Cerithiopsis tubercularis* (Montagu, 1803)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Epitoniidae*

***Epitonium clathrus* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Clathrus clathrus* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Eulimidae*

***Melanella alba* (da Costa, 1778)**

Mentionné par Locard (1886) comme *Eulimia alba*.

Famille des *Hydrobiidae*

***Hydrobia ulvae* (Pennant, 1777)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Lacunidae*

***Lacuna pallidula* (da Costa, 1778)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Littorina patula* et identifié par A. Locard et P. Pelseener.
Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Lacuna vincta* (Montagu, 1803)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Lamellariidae*

***Lamellaria perspicua* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Littorinidae*

***Littorina littorea* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Littorina ustulata* et identifié par A. Locard et P. Pelseener.
Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Quelques individus observés par Godet (cette étude) sur les rochers de la vasière du Cochon (NW du Gros-Mont).

***Littorina obtusata* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Littorina obtusa* et identifié par A. Locard et P. Pelseener.
Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Prélevé par Hamon (1983) : 6 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Observé en abondance sur toutes les ceintures à *Ascophyllum nodosum* de l'archipel par Godet (cette étude).

***Littorina saxatilis* (Olivi, 1792)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Observé par Godet (cette étude) en de nombreux points de l'archipel aux niveaux hauts et prélevé sur la station VHA (sables envasés de haut niveau du Jardin de l'Île aux Oiseaux 291720-2439968) (128 au m²).

***Melarhaphé neritoides* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Littorina neritoides* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Naticidae*

***Euspira catena* (da Costa, 1778)**

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Natica catena* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Euspira pulchella* (Risso, 1826)**

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Natica alderi* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Rissoidae*

***Ceratia proxima* (Forbes & Hanley, 1850)**

Mentionné par Locard (1886) comme *Onoba proxima*.

***Cingula trifasciata* (Adams J., 1800)**

Mentionné par Locard (1886) comme *Cingula cingillus*.

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Crisilla semistriata* (Montagu, 1808)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Cingulata striata* et identifié par A. Locard et P. Pelseener.

***Hyala vitrea* (Montagu, 1803)**

Mentionné par Locard (1886) comme *Onoba vitrea*.

***Manzonia crassa* (Kanmacher, 1798)**

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Alvania crassa* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Rissoa membranacea* (Adams J., 1800)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Rissoa parva* (da Costa, 1778)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) et identifié par A. Locard et P. Pelseener.

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Tornidae*

***Tornus subcarinatus* (Montagu, 1803)**

Mentionné par Fisher (1887).

Famille des *Triphoridae*

***Marshallora adversa* (Montagu, 1803)**

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Triphora perversa* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Triviidae*

***Trivia arctica* (Pulteney, 1799)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Chapelle.

***Trivia monacha* (da Costa, 1778)**

Mentionné par Joyeux-Lafuie (1891) comme *Trivia europaea*.

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Trivia europaea* : « dans les Zostères naines » et identifié par A. Locard et P. Pelseener.

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Trivia europaea*, (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Turritellidae*

***Turritella communis* Risso, 1826**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

► Ordre des *Neogastropoda*

Famille des *Buccinidae*

***Buccinum undatum* Linnaeus, 1758**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Conidae*

***Mangelia costata* (Donovan, 1804)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) et identifié par A. Locard et P. Pelseener.

***Raphitoma linearis* (Montagu, 1803)**

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Philbertia linearis* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Muricidae*

***Nucella lapillus* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Purpurea lapilliana* et identifié par A. Locard et P. Pelseener.
Mentionné par Lubet en 1968 comme *Thais lapillus* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Observé par Godet (cette étude) : abondant dans tous les bouchots à moules et les rochers de la moitié Est de l'archipel.

***Ocenebra erinacea* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Murex aciculatus* et identifié par A. Locard et P. Pelseener.
Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancaise, La Tournioure.

***Ocenebrina aciculata* (Lamarck, 1822)**

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Ocenebra corallina* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Trophonopsis muricatus* (Montagu, 1803)**

Mentionné par Locard (1886).

Famille des *Nassariidae*

***Nassarius incrassatus* (Ström, 1768)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Nassarius reticulatus* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Nassa reticulata* et identifié par A. Locard et P. Pelseener.
Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Prélevé par Hamon (1983) : 1 au 1/2m² station 3 (bouchots de la Canue 300510-2441138) ; 6 station 6 (SE Epargne 298899-2439832) ; 1 station 1 (la Canue 300549-2441118) ; 2 station 11 (la Culassière 299237-2440375).

Observé en plongée (Ecosub 2006) comme *Hinia reticulata* : La Cancaise, La Tournioure.

Très commun, observé à travers tout l'archipel par Godet (cette étude) et prélevé sur les stations suivantes : 3 au m² station AMA (sables à *Arenicola marina* de la Grand Grève 293699-2438991), 13 station AMC (sables à *Arenicola marina* des Colombiers 294515-2439531), 5 station COA (sables à *Cerastoderma edule* de l'ouest de l'archipel 292511-2440319), 25 station LCA (banquette à *Lanice conchilega* de la Houlée 292977-2439421), 35 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 103 station LCC (banquette à *Lanice conchilega* du Léopard 296515-2440144), 18 station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 28 station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 20 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Léopard 296163-2440185), 45 station ZMC (herbier à

Zostera marina des Huguenants 298827-2438867), 3 station DOA (sables à *Capsella variegata* de la Canue 300269-2441514), 4 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670), 9 station Conc (parcs à palourdes de la Plaine du Rétin).

► Ordre des *Notaspidea*

Famille des *Pleurobranchidae*

***Berthella plumula* (Montagu, 1803)**

Mentionné par Locard (1886) comme *Pleurobranchus plumula*.

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Pleurobranchus plumulatus* : « plusieurs exemplaires à basse mer dans l'eau » et identifié par A. Locard et P. Pelseener.

Mentionné par Fauvel (1905) comme *Pleurobranchus plumulatus*.

► Ordre des *Nudibranchia*

Famille des *Aeolidiidae*

***Aeolidia papillosa* (Linnaeus, 1761)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Archidorididae*

***Anisodoris marmorata* (Bergh, 1881)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Archidoris marmorata* : sous les pierres du Saccaviron.

***Archidoris pseudoargus* (Rapp, 1827)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Archidoris tuberculata* : sous les pierres du Saccaviron.

Famille des *Dotidae*

***Doto coronata* (Gmelin, 1791)**

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Idulia coronata* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Eubbranchidae*

***Eubbranchus tricolor* Forbes, 1838**

Mentionné par Fauvel (1905) comme *Eolis tricolor*.

Famille des *Goniodorididae*

***Goniodoris castanea* Alder & Hancock, 1845**

Mentionné par Fauvel (1905).

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Goniodoris nodosa* (Montagu, 1808)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Okenia aspera* (Alder & Hancock, 1845)**

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Idaliella aspera* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

***Trapania maculata* Haefelfinger, 1960**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Chapelle.

Famille des *Polyceridae*

***Limacia clavigera* (Müller O.F., 1776)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise.

***Polycera faeroensis* Lemche, 1929**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Chapelle.

***Polycera quadrilineata* (Müller O.F., 1776)**

Mentionné par Fauvel (1905).

Famille des *Proctonodidae*

***Janolus cristatus* (delle Chiaje, 1841)**

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Rostangidae*

***Rostanga rubra* (Risso, 1818)**

Mentionné par Fauvel (1905) comme *Doris coccinea*.

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Rostanga rufescens* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

► Ordre des *Sacoglossa*

Famille des *Elysiidae*

***Elysia viridis* (Montagu, 1804)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) et identifié par A. Locard et P. Pelseneer.

Mentionné par Lubet en 1968 (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

► Ordre des *Systemmatophora*

Famille des *Onchidiidae*

***Onchidella celtica* (Cuvier, 1817)**

Recherché en vain par De Beauchamp (1923a) dans le schorre de l'île aux Oiseaux.

Mentionné par Fisher-Piette (1936) comme *Onchidiella celtica* à l'île aux oiseaux, sur les schorres de la bordure interne (tourné vers le centre de l'archipel) de l'île. Certains individus récoltés par l'auteur sont présents dans la collection Dautzenberg.

Mentionné par Livory (2000b) comme *Onchidiella celtica* et comme étant « une nouvelle espèce pour la Normandie » malgré la mention citée ci-dessus. L'auteur a découvert l'espèce sur un rocher au Nord de la Grande Ile (dont le nom est volontairement tû).

Sous-embanchement des *PLACOPHORA*

Classe des Polyplacophora

► Ordre des *Neoloricata*

Famille des *Acanthochitonidae*

***Acanthochitona crinita* (Pennant, 1777)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Acanthochites fascicularis*, « à marée basse, dans l'eau » et identifié par A. Locard et P. Pelseneer.

***Acanthochitona fascicularis* (Linnaeus, 1767)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Acanthochites discrepans*, « à marée basse, dans l'eau » et identifié par A. Locard et P. Pelseneer.

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Acanthochitona discrepans* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Famille des *Ischnochitonidae*

***Lepidochitona cinerea* (Linnaeus, 1767)**

Mentionné par Lubet en 1968 comme *Lepidochitona cinereus* (DIREN Basse Normandie - Inventaire ZNIEFF I Chausey 1998).

Prélevé par Hamon (1983) comme *Lepidochitona cinereus* : 14 au 1/2 m² station 4 (la Canue 300616-2441045) ; 2 station 5 (bouchots ouest Canue 300085-2441377) ; 2 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581) ; 3 station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Famille des *Leptochitonidae*

***Leptochiton cancellatus* (Sowerby G.B. II, 1840)**

Prélevé par Hamon (1983) comme *Lepidopleurus cancellatus* : 14 au 1/2 m² station 14 ; 4 station 2 (La Canue 300510-2441138) ; 46 station 4 (la Canue 300616-2441045) ; 6 station 5 (bouchots ouest Canue 300085-2441377) ; 3 station 7 (SE Epargne 299065-2439779) ; 9 station 8 (NW Grune à Arche 299264-2439581) ; 1 station 9 (SW Canue 300019-2440654) ; 1 station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants) ; 2 station 11 (la Culassière 299237-2440375) ; 2 station 12 (SE la Culassière (299323-2440044).

Embranchement des *BRYOZOA*

Classe des *Gymnolaemata*

► Ordre des *Cheilostomatida*

Famille des *Bitectiporidae*

***Pentapora fascialis* (Pallas, 1766)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) comme *Pentapora foliacea* : La Cancalaise, La Tournioure.

Famille des *Bugulidae*

***Bugula calathus* Norman, 1864**

Observé en plongée (Ecosub 2006) comme *Bugula catathus* (faute d'orthographe) : La Cancalaise.

***Bugula turbinata* Alder, 1857**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Tournioure, La Chapelle.

Famille des *Candidae*

***Scrupocellaria* sp. van Beneden, 1845**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise.

Famille des *Celleporidae*

***Cellepora pumicosa* (Pallas, 1766)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure.

***Cellepora* sp. Linnaeus, 1767**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure.

Famille des *Electridae*

***Electra pilosa* (Linnaeus, 1767)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure, La Chapelle.

***Electra verticillata* (Ellis & Solander, 1786)**

Mentionné par Crié (1876) comme *Flustra cellarioides* dans le chenal du Saccaviron.

Famille des *Flustridae*

***Carbasea carbasea* (Ellis & Solander, 1786)**

Mentionné par Crié (1876) comme *Flustra bombycina* dans le chenal du Saccaviron.

***Cellaria salicornioides* Lamouroux, 1816**

Mentionné par Crié (1876) comme *Flustra verticillata* dans le chenal du Saccaviron.

***Chartella papyracea* (Ellis & Solander, 1786)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure, La Chapelle.

***Flustra foliacea* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Crié (1876) dans le chenal du Saccaviron.

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure, La Chapelle.

Famille des *Romancheinidae*

***Escharoides coccinea* (Abildgaard, 1806)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure, La Chapelle.

Famille des *Membraniporidae*

***Membranipora membranacea* (Linnaeus, 1767)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) comme *Membranacea membranipora* (inversion du nom de genre et du nom d'espèce) : La Cancalaise, La Chapelle.

► Ordre des *Ctenostomatida*

Famille des *Alcyonidiidae*

***Alcyonidium diaphanum* (Hudson, 1778)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise.

***Alcyonidium hirsutum* (Fleming, 1828)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) dans les grottes du chenal du Saccaviron.

***Alcyonium digitatum* Linnaeus, 1758**

Mentionné par Fauvel (1905).

Mentionné par De Beauchamp (1923a) dans les grottes du chenal du Saccaviron.

***Alcyonium glomeratum* (Hassal, 1843)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) dans les grottes du chenal du Saccaviron.

***Alcyonium palmatum* Pallas, 1766**

Mentionné par Fauvel (1905).

***Alcyonidium* sp. Lamouroux, 1813**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Tournioure.

Classe des *Stenolaemata*

► Ordre des *Cyclostomatida*

Famille des *Crisiidae*

***Crisia denticulata* (Lamarck, 1816)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancaise, La Tournioure.

***Crisia* sp. Lamouroux, 1812**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancaise, La Tournioure, La Chapelle.

Famille des *Lichenoporidae*

***Disporella hispida* (Fleming, 1828)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Tournioure.

Embranchement des *ECHINODERMATA*

Sous-embranchement des *ASTEROZOA*

Classe des *Stelleroidea*

► Ordre des *Forcipulatida*

Famille des *Asteriidae*

***Asterias rubens* Linnaeus, 1758**

De Beauchamp (1923a) note : « L'absence de bancs de Moules est sans doute la cause de celle des *Asterias rubens* et *glacialis* L. déjà notée par les auteurs antérieurs et qui n'est peut-être pas absolue, les gens du pays disant avoir vu de grandes Etoiles de mer près de la limite des plus basses marées (où d'autres formations de Lamellibranches peuvent leur servir de nourriture). »

***Marthasterias glacialis* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Asterias glacialis*. Voir le commentaire pour *Asterias rubens*.

► Ordre des *Ophiurida*

Famille des *Amphiuridae*

***Amphipholis squamata* (Delle Chiaje, 1829)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Amphiura squamata*.

Prélevé par Hamon (1983) : 10 au 1/2m² station 2 (La Canue 300510-2441138) ; 22 station 4 (la Canue 300616-2441045) ; 15 station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

Prélevé par Godet (cette étude) : 10 au m² station station AMB (sables à *Arenicola marina* du Cochon 293975-2439290), 15 station AMC (sables à *Arenicola marina* des Colombiers 294515-2439531), 10 station LCB (banquette à *Lanice conchilega* du chenal du Relais 294694-2439762), 3 station SGA (sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* au SW de Riche Roche 293100-2438599), 3 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Lézard 296163-2440185), 1 station BQN (banquette à *Lanice conchilega* de la Plaine du Rétin 294609-2440670).

Famille des *Ophiotrichidae*

***Ophiotrix fragilis* (Abildgaard, in O.F. Müller, 1789)**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Tournioure.

► Ordre des *Valvatida*

Famille des *Asterinidae*

***Asterina gibbosa* (Pennant, 1777)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894).

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, la Tournioure, la Chapelle.

Trouvé dans les casiers remontés du NW de l'archipel par Godet (cette étude).

Sous-embanchement des *ECHINOZOA*

Classe des *Holothuroidea*

► Ordre des *Apodida*

Famille des *Synaptidae*

***Leptosynapta inhaerens* (O.F. Müller, 1776)**

Observé par De Quatrefages (1854) et mentionné par Fauvel (1905) comme *Synapta inhaerens*

N.B. : cette donnée peut correspondre en fait à *Leptosynapta bergensis*.

***Leptosynapta bergensis* (Östergren, 1905)**

5 individus récoltés par Godet (cette étude) au SW de Roche Hamon (296334-2439749) ; 1 autre près des rochers au Nord du chenal du Cochon (293128-2439536) ; et prélevé sur les stations suivantes : 3 au m² station ZMA (herbier à *Zostera marina* de la Houlée 292821-2438812), 5 station ZMB (herbier à *Zostera marina* du Lézard 296163-2440185), 3 station station ZMC (herbier à *Zostera marina* des Huguenants 298827-2438867).

***Synaptidae* sp. Burmeister, 1837**

Prélevé par Hamon (1983) : 3 au 1/2m² station 10 (herbier à *Zostera marina* des Huguenants).

► Ordre des *Dendrochirotida*

Famille des *Cucumariidae*

***Cucumaria* sp. Blainville, 1830**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise.

***Pawsonia saxicola* (Brady & Robertson, 1871)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Cucumaria montagui*.

Classe des *Echnoidea*

► Ordre des *Echinoidea*

Famille des *Echinidae*

***Paracentrotus lividus* (de Lamarck, 1816)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Paracentros*.

***Psammechinus* sp. L. Agassiz & Desor, 1846**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Psammechinus*.

Embranchement des *CHORDATA*

Sous-embanchement des *TUNICATA*

Classe des *Ascidacea*

► Ordre des *Aplousobranchia*

Famille des *Clavelinidae*

***Clavelina lepadiformis* Müller, 1776**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) : « sur les pierres immergées, dans la partie basilaire de la zone de balancement des marées ».

Mentionné par Fauvel (1905).

Mentionné par De Beauchamp (1923a) dans les grottes du Saccaviron.

Famille des *Didemnidae*

***Didemnum maculosum* (Milne-Edwards, 1841)**

Mentionné par Fauvel (1905) comme *Leptoclinum maculatum* (var. *albicans*).

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Leptoclinum asperum* : « au nord du Sound : entre la Massue, l'Etardière, l'Enseigne, et l'Île Plate ».

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure.

***Didemnum* sp. Savigny, 1816**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Chapelle.

***Diplosoma listerianum* (Milne-Edwards, 1841)**

Mentionné par Fauvel (1905) comme *Diplosoma listeri*.

***Diplosoma spongiforme* Giard, 1872**

Mentionné par Fauvel (1905).

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Chapelle.

***Polysyncraton lacazei* (Giard, 1872)**

Mentionné par Fauvel (1905) comme *Diplosomides lacazii*.

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Diplosomoides lacazii* dans le chenal du Saccaviron.

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Chapelle.

***Polysyncraton* sp. Nott, 1892**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Diplosomoides* dans les grottes du chenal du Saccaviron.

Famille des *Polyclinidae*

***Aplidium argus* (Milne-Edwards, 1841)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Morchellium argus* : « sur les pierres immergées, dans la partie basilaire de la zone de balancement des marées ».

Mentionné par Fauvel (1905) comme *Morchellium argus*.

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Morchellium argus* dans le chenal du Saccaviron.

Observé en plongée (Ecosub 2006) comme *Morchellium argus* : La Cancalaise.

***Aplidium densum* (Giard, 1872)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Amaroucium densum* dans le chenal du Saccaviron.

***Aplidium elegans* (Giard, 1872)**

Mentionné par Fauvel (1905) comme *Parascidium elegans*.

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Fragarium elegans* dans le chenal du Saccaviron.

***Aplidium nordmani* (Milne-Edwards, 1841)**

Mentionné par Fauvel (1905) comme *Amaroucium nordmanni*.

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Amaroucium nordmani* dans le chenal du Saccaviron.

***Aplidium pallidum* (Verrill, 1871)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Aplidium zostericola*: « sur les algues immergées, dans la partie basilaire de la zone de balancement des marées ».

Mentionné par Fauvel (1905) comme *Aplidium zostericola*.

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Aplidium zostericola* dans le chenal du Saccaviron.

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Chapelle.

***Aplidium proliferum* (Milne-Edwards, 1841)**

Mentionné par Fauvel (1905) comme *Amaroucium proliferum*.

***Aplidium punctum* (Giard, 1873)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Amaroucium punctum* dans les grottes du chenal Saccaviron.

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Chapelle.

***Aplidium turbinatum* (Savigny, 1816)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Circinalium concrescens* dans le chenal du Saccaviron.

***Polyclinum aurantium* Milne-Edwards 1841**

Mentionné par Fauvel (1905) comme *Polyclinum sabulosum*.

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise.

► Ordre des *Phlebobranchia*

Famille des *Ascididae*

***Ascidia mentula* Müller, 1776**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) dans les grottes du chenal Saccaviron.

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure.

***Asciidiella aspersa* (Müller, 1776)**

Mentionné par Fauvel (1905).

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Tournioure.

Famille des *Cionidae*

***Ciona intestinalis* (Linnaeus, 1758)**

Mentionné par Fauvel (1905).

Mentionné par De Beauchamp (1923a) dans les grottes du chenal Saccaviron.

Famille des *Perophoridae*

***Perophora listeri* Wiegman, 1835**

Mentionné par Fauvel (1905).

Mentionné par De Beauchamp (1923a) dans les grottes du chenal Saccaviron.

► Ordre des *Stolidobranchia*

Famille des *Molgulidae*

***Molgula oculata* Forbes, 1848**

Mentionné par Fauvel (1905).

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Molgula roscovita* : « au nord du Sound : entre la Massue, l'Etardière, l'Enseigne, et l'Île Plate ».

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise.

Famille des *Styelidae*

***Botryllus schlosseri* (Pallas, 1766)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Botryllus violaceus* : « sur les pierres immergées, dans la partie basilaire de la zone de balancement des marées »

Mentionné par Fauvel (1905) comme *Botryllus smaragdus*.

Mentionné par De Beauchamp (1923a) dans les grottes du chenal Saccaviron.

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure, La Chapelle.

***Botryllus* sp. Gaertner, 1774**

Mentionné par De Quatrefages (1854) comme *Botryllus*.

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Botryllus* dans les grottes du chenal Saccaviron.

***Dendrodoa grossularia* (Van Beneden, 1846)**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Styelopsis grossularia* dans le chenal Saccaviron.

***Dendrodoa* sp. MacLeay, 1824**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise.

***Distomus variolosus* Gaertner, 1774**

Mentionné par De Beauchamp (1923a) comme *Heterocarpa glomerata* : « au nord du Sound : entre la Massue, l'Etardière, l'Enseigne, et l'Île Plate ».

***Polycarpa mamillaris* (Gaertner, 1774)**

Mentionné par Fauvel (1905) comme *Polycarpa varians*.

***Stolonica socialis* Hartmeyer, 1903**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Chapelle.

***Styela clava* Herdman, 1881**

Observé en plongée (Ecosub 2006) : La Cancalaise, La Tournioure, La Chapelle.

Classe des *Thaliacea*

► Ordre des *Salpida*

Famille des *Salpidae*

***Thalia democratica* (Forskål, 1775)**

Mentionné par Gadeau de Kerville (1894) comme *Thalia democratica-mucronata*.

Annexe 3 - Caractéristiques morpho-sédimentaires des formations superficielles de l'archipel de Chausey.

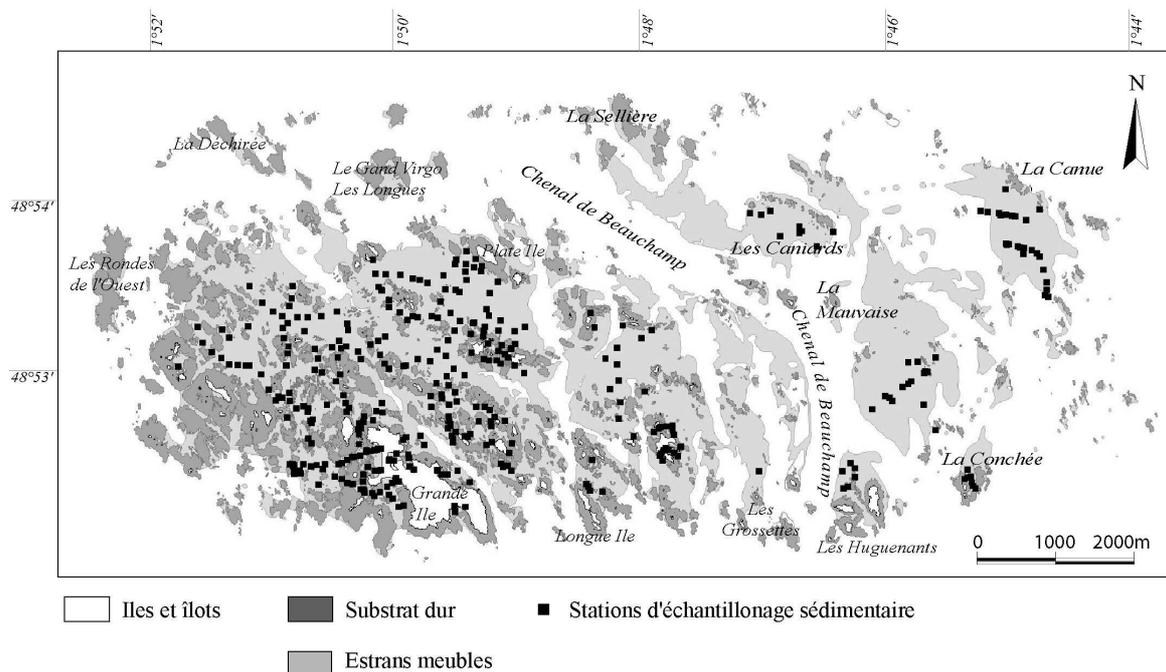
L'archipel a fait l'objet de plusieurs cartographies des formations sédimentaires superficielles établies à partir de 384 stations réparties sur l'ensemble de l'archipel. Les prélèvements sédimentaires et leur analyse ont été initiés en 2002 par J. Fournier au sein du Laboratoire de Géomorphologie de Dinard et se sont poursuivis jusqu'en 2005, pendant la première année de ce travail de thèse. Nous avons donc participé à la fin de cette vaste campagne d'étude des formations superficielles de l'archipel. Nous en présentons ici les techniques d'étude et les principaux résultats, dont une partie a été récemment publiée (Fournier & al. 2007).

Matériel et méthodes

384 stations réparties sur l'ensemble de l'archipel (Carte 37) ont été réalisées. Chacune d'entre elles correspond à un échantillon de sédiments prélevé à l'aide d'une seringue de 10cm de profondeur et de 50mm de diamètre. Les prélèvements ont été d'abord rincés plusieurs fois avec de l'eau distillée et ont décanté pendant 24h. Ils ont ensuite été passés à l'étuve à 60°C pendant 24h. Les **faciès sédimentaires** ont été déterminés par une analyse granulométrique classique à l'aide d'une colonne de tamis utilisant les normes AFNOR (mailles standard de 0.8, 0.63, 0.50, 0.40, 0.315, 0.25, 0.20, 0.16, 0.125, 0.100 mm, 80, 63, 50, 40 µm) après séparation des fractions fines (<40 µm). Le poids de chaque fraction a été mesuré et rapporté sous forme de pourcentage du poids total de l'échantillon. Les statistiques associées aux granulométries ont été calculées à l'aide du programme Gradistat 4.0 (Blott & Pye 2001), modifié par Fournier (non publié) pour accepter la norme AFNOR (Gradistat 4.1), en suivant la méthode des moments de Folk & Ward (Folk 1954) qui fournit une description des **groupes texturaux** de chaque échantillon (e.g. « sable légèrement graveleux »). La **teneur en calcaire** des sédiments a été mesurée à l'aide d'un calcimètre Bernard à lecture directe (donnant la mesure du volume du sédiment avant et après son attaque par de l'acide chlorhydrique).

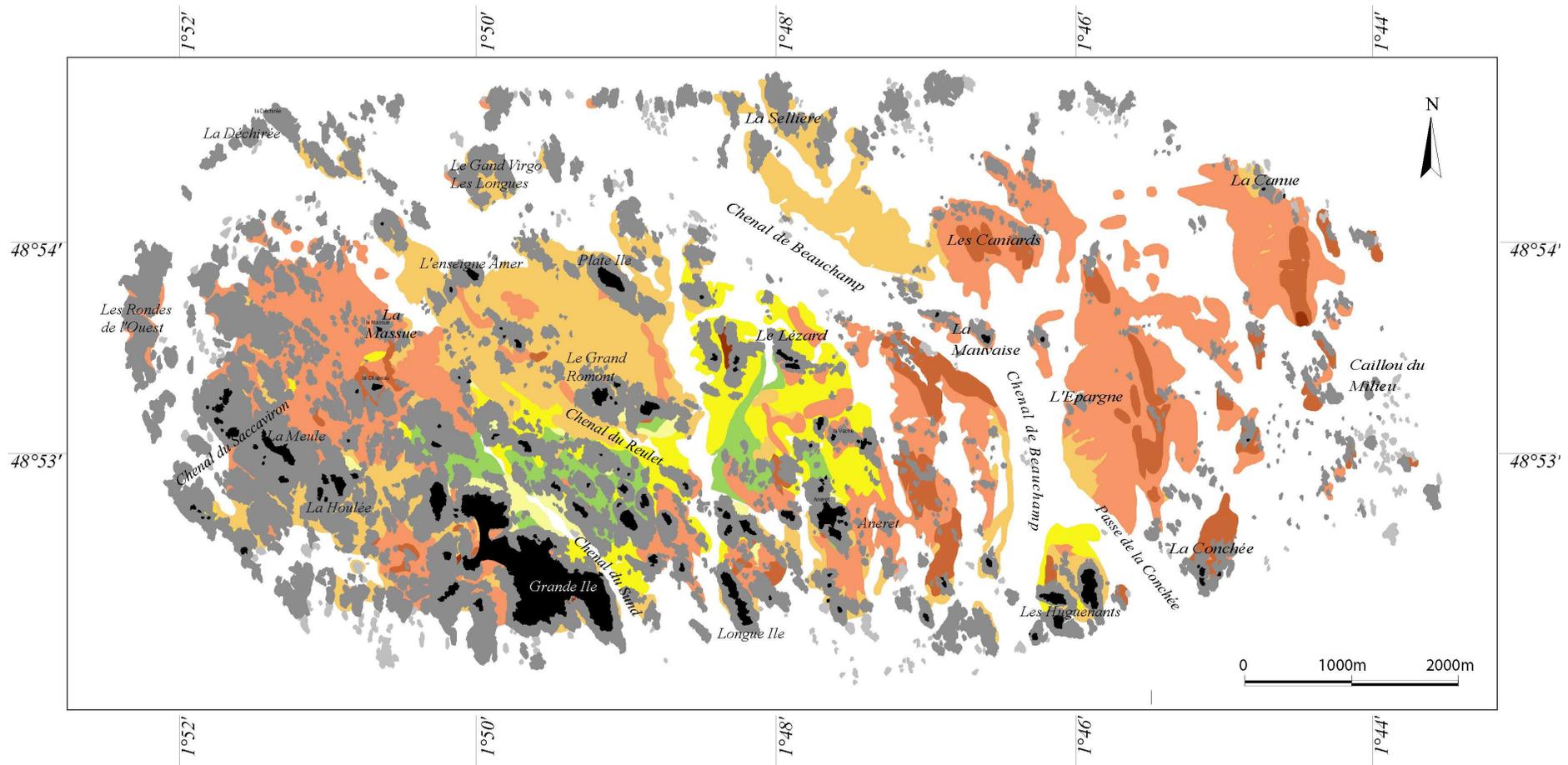
Toutes les stations de prélèvement de sédiment et les informations associées ont été intégrées dans un S.I.G. (Système d'Information Géographique) qui a été utilisé pour la réalisation des différentes cartes. La cartographie proprement dite des faciès sédimentaires et groupes texturaux a été établie à l'aide du logiciel SIG ArcviewTM 3.1 (ESRI) avec une mosaïque photographique de l'archipel (Fournier & al. 2002) issue d'une mission photographique spéciale (mission spéciale DIREN/IGN 2002 FR 5539/100C, du 13 août 2002,

réalisée dans des conditions optimales d'observation des estrans alors très largement exondés) utilisée comme support. Les **figures sédimentaires** ont été cartographiées essentiellement par photo-interprétation d'après la mosaïque photographique. Les photographies aériennes constituent en effet un outil efficace pour l'analyse géomorphologique des zones intertidales et les zones faiblement immergées (Bonnot-Courtois & al. 2002, 2004, 2005). Sur la mosaïque photographique, les bancs, langues, structures linguoïdales, rides et mégarides apparaissent en effet clairement sur les estrans découverts et les espaces faiblement immergés.



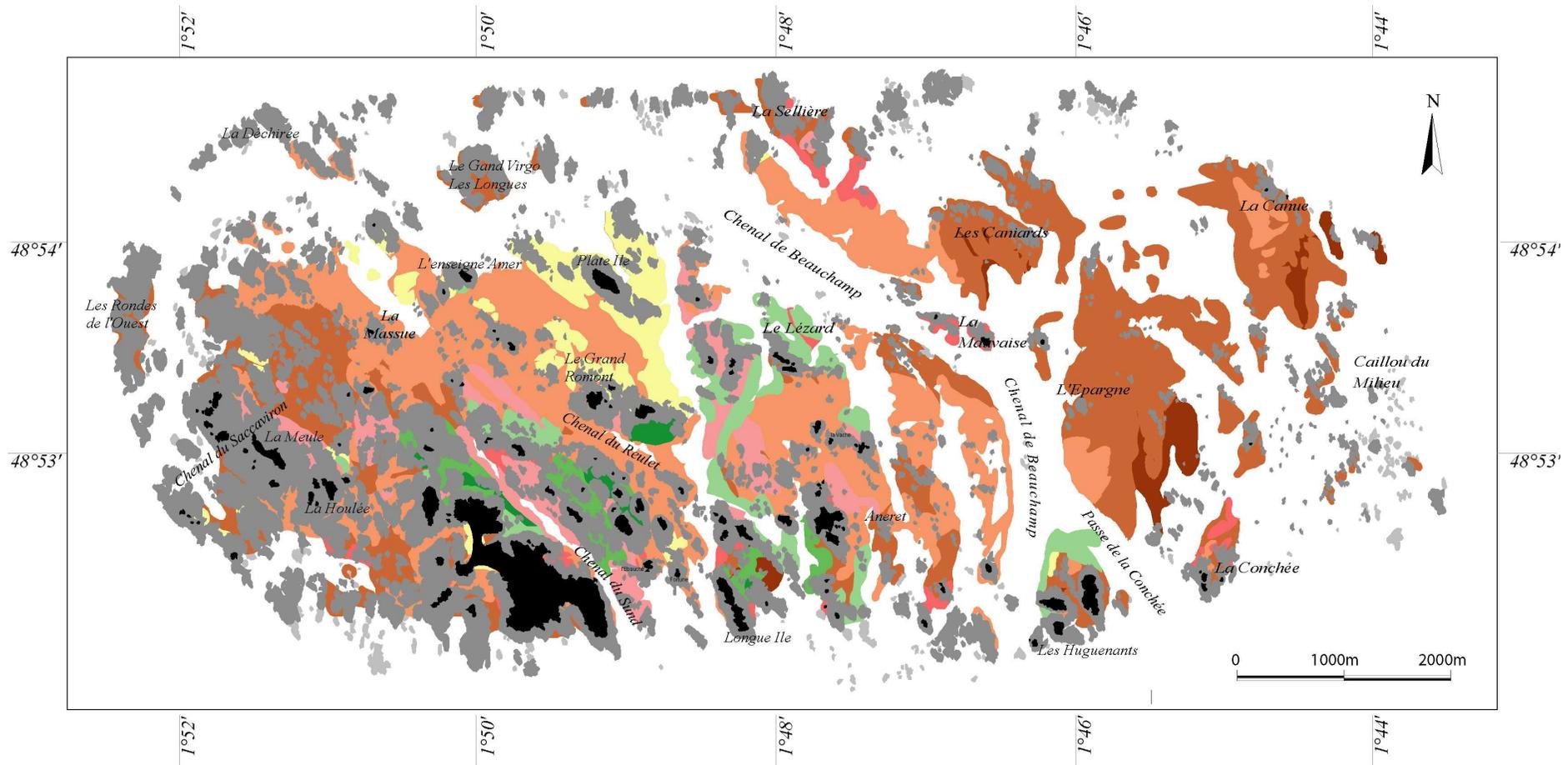
Carte 37. Stations de prélèvements sédimentaires.

Résultats



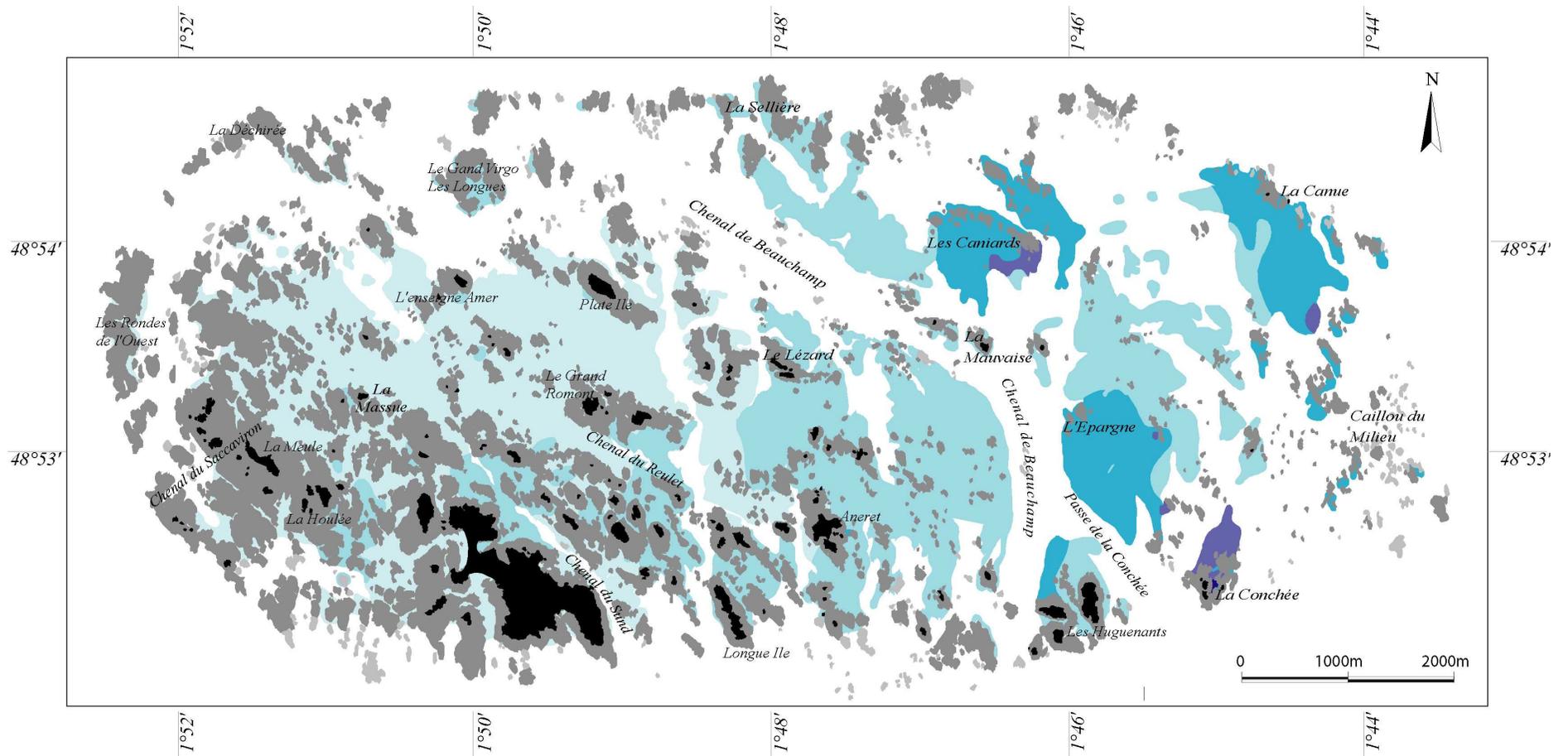
SUBSTRATUM		FACIES SEDIMENTAIRES (modifiés selon Wentworth, 1922)	
	Iles et îlots		Gravier très fin (2-4 mm)
	Substrat dur subtidal		Sable très grossier (1-2 mm)
	Substrat dur intertidal		Sable moyen (250-500 µm)
			Sable fin (125 - 250 µm)
			Sable très fin (40 - 125 µm)
			Silt (<40 µm)

Carte 38. Faciès sédimentaires.



SUBSTRATUM			GROUPES TEXTURAUX (Folk & Ward)				
	Iles et îlots		Gravier à éléments sableux		Sable vaseux à éléments graveleux		Sable vaseux
	Substrat dur subtidal		Sable à éléments graveleux		Sable vaseux légèrement graveleux		Vase à éléments graveleux
	Substrat dur intertidal		Sable légèrement graveleux		Sable		Vase sableuse

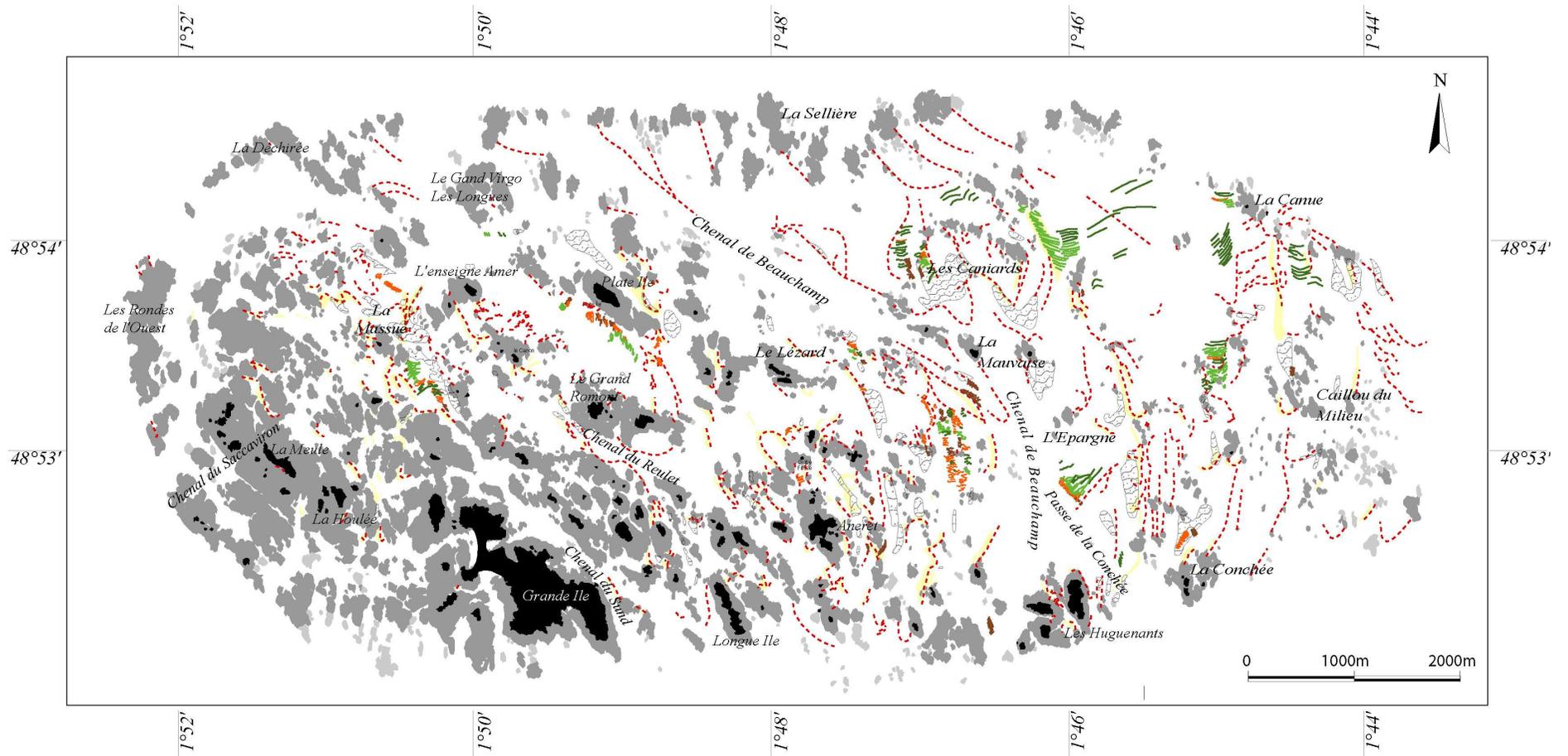
Carte 39. Groupes texturaux.



- SUBSTRATUM**
- Iles et îlots
 - Substrat dur subtidal
 - Substrat dur intertidal

- DISTRIBUTION QUANTITATIVE DU CALCAIRE (CaCO₃)**
- Teneur supérieure à 85%
 - Teneur de 70 à 85%
 - Teneur de 50 à 70%
 - Teneur de 30 à 50%
 - Teneur inférieure à 30%

Carte 40. Distribution quantitative du calcaire (CaCO₃).



SUBSTRATUM		FIGURES SEDIMENTAIRES	
	Iles et îlots		Axes de traînées sableuses
	Substrat dur subtidal		Rubans, langues sableuses
	Susbrat dur intertidal		Structures linguoïdales
			Crêtes de vagues de sable
			Champs de crêtes de mégarides à longueur d'onde comprise entre 5 et 10 m
			Champs de crêtes de mégarides à longueur d'onde comprise entre 10 et 15 m
			Champs de crêtes de mégarides à longueur d'onde comprise entre 15 et 20 m
			Champs de crêtes de mégarides à longueur d'onde comprise entre 20 et 25 m

Carte 41. Figures sédimentaires.

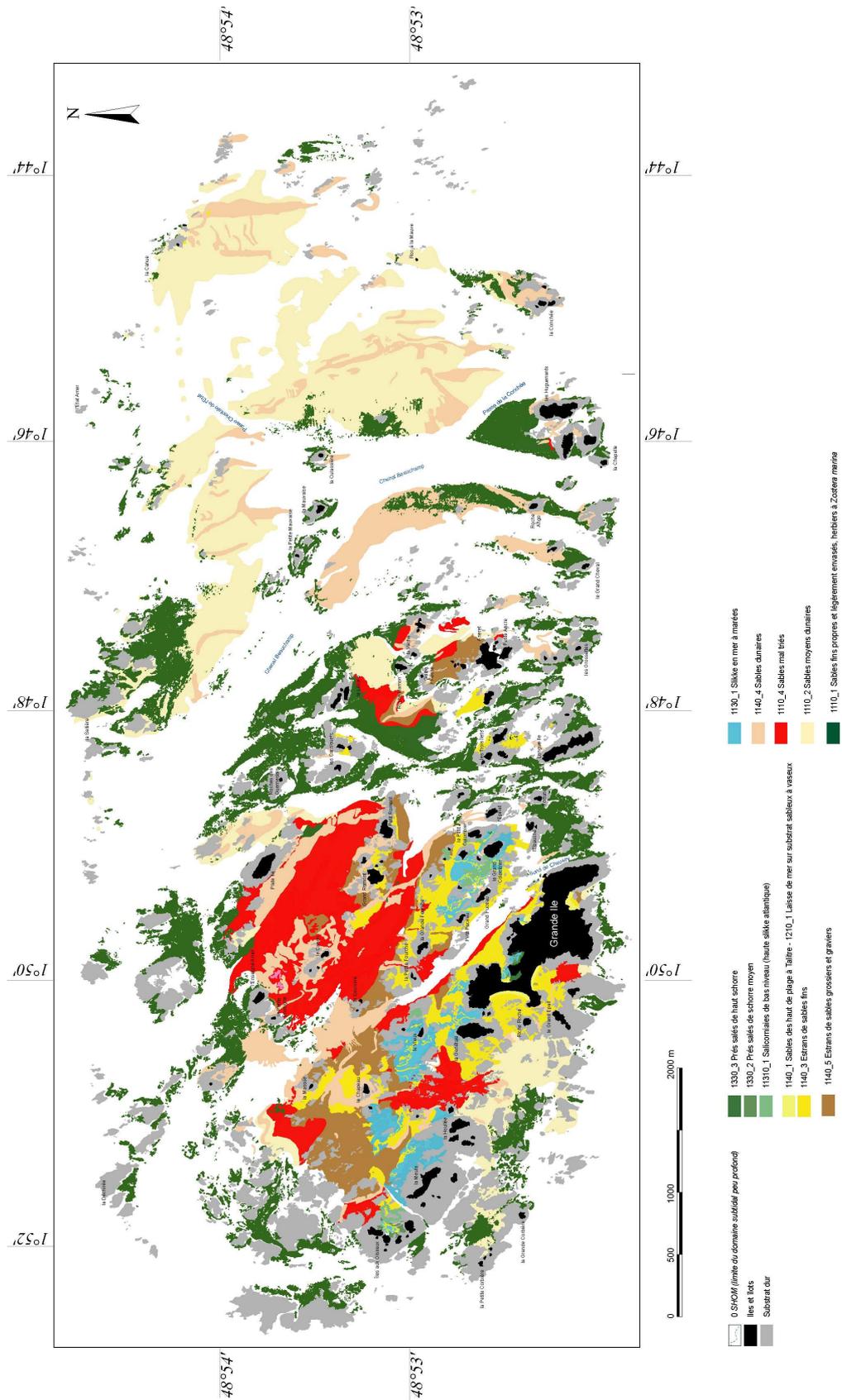
A l'image de la grande complexité morphologique de l'archipel, la distribution des sédiments de Chausey est très fragmentée. D'une manière générale, deux secteurs peuvent être distingués de part et d'autre d'une ligne NW-SE partant du Nord de Plate Ile et rejoignant le sud d'Aneret. Le secteur occidental, protégé par les nombreux platiers rocheux, îles et îlots, présente des dépôts à dominante plutôt siliceuse issus du remaniement des arènes et dont la granulométrie est très variée. On passe ainsi des silts autour du chenal du Sund à des sables grossiers vers la Massue, les sables moyens à grossiers étant toutefois dominants. La partie orientale est beaucoup plus uniforme. Elle comprend pour l'essentiel des sédiments grossiers biolithoclastiques et bioclastiques, ponctués de grands champs de crêtes de mégarides.

Le secteur occidental est presque entièrement recouvert de sables et de vases lithoclastiques. Les sables fins au nord-est, grossiers au nord-ouest, graveleux au sud, enserrant complètement les vases qui se décantent dans la partie centrale (entre les chenaux du Sund et du Relais), bien abritée des courants de marée et de la houle. Dans cette partie abritée, l'essentiel des sédiments sont des vases sableuses, avec quelques atterrissements plus sableux, qui peuvent passer ponctuellement à une marne sableuse (secteur du Grand Puceau) voire à une marne (secteur du Grand Colombier). Au pied du Petit Romont, on trouve une vase presque pure, qui fait d'ailleurs l'objet d'une exploitation¹³.

Le secteur oriental est caractérisé par des sédiments grossiers à forte teneur en carbonate. Les bancs sableux situés au sud de la Canue, des Caniards, et, dans une moindre mesure de l'Épargne, ont des teneurs en maërl (*Lithothamnium* spp.) de 50 à 70%. Le maërl retrouvé en quantité importante sur ces secteurs provient d'un grand banc de maërl vivant situé au nord de l'archipel comme l'a montré Ehrhold (1999) et comme cela a été confirmé lors de récents prélèvements effectués dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau en 2006 au nord de l'archipel. Les sédiments de la partie orientale sont également riches en fragments coquilliers et coquilles entières de mollusques (amandes de mer, spisules, praires, mactres, dentales etc.). L'est de l'archipel est également ponctué de grands bancs sableux assez grossiers et calcaires alignés selon un axe général NW-SE, approximativement dans le sens de la résultante des courants de marée. A l'abri des quelques îlots, ils peuvent prendre la forme de queue de comète. De grands champs de mégarides sont également construits par les courants de marée et remodelés superficiellement par la houle.

¹³ Depuis 20 ans, de la vase y est extraite sur une bande de 15m de large et 1 m de profondeur (50 tonnes extraites par an). Elle est destinée au secteur de la thalassothérapie et au secteur équestre où elle sert à la fabrication de cataplasme pour chevaux.

Annexe 4 - Carte 42 : habitats intertidaux de substrat meuble de l'archipel de Chausey selon la typologie Natura 2000.



LISTE DES FIGURES, TABLEAUX, CARTES, PHOTOGRAPHIES ET ENCADRÉS

Liste des figures.

- Figure 1. L'entrée dans l'arche de Noé. Une première allégorie de la conservation d'un « patrimoine naturel » ?
- Figure 2. L'échelle des êtres. Image issue des théories de Leibniz et de Bonnet.
- Figure 3. Joseph Vernet (1745) Tempête sur la côte méditerranéenne, Eugène Boudin (1847) Rivage de Portrieux, David Cox (1832) Figures on Calais Pier.
- Figure 4. Caractéristiques géologiques de l'archipel de Chausey.
- Figure 5. Mosaïque photographique de l'archipel de Chausey.
- Figure 6. Nombre de passagers débarqués à Chausey en provenance de Granville et de Saint-Malo.
- Figure 7. Coupe topographique schématique de l'habitat à *H. diversicolor*.
- Figure 8. Spectre granulométrique de l'habitat à *H. diversicolor*.
- Figure 9. Courbes granulométriques et photographies des trois principaux groupes texturaux de l'habitat à *H. diversicolor*.
- Figure 10. Abondance, richesse spécifique et diversité moyennes de la macrofaune benthique échantillonnée sur trois stations de l'habitat à *H. diversicolor*.
- Figure 11. Coupe topographique schématique de l'habitat à *A. marina*.
- Figure 12. Spectre granulométrique de l'habitat à *A. marina*.
- Figure 13. Courbes granulométriques et photographies des deux principaux groupes texturaux de l'habitat à *A. marina*.
- Figure 14. Abondance, richesse spécifique et diversité spécifique moyenne de la macrofaune benthique sur trois stations de l'habitat à *A. marina*.
- Figure 15. Coupe topographique schématique de l'habitat à *C. edule*.
- Figure 16. Spectre granulométrique de l'habitat à *C. edule*.
- Figure 17. Courbes granulométriques et photographies des trois principaux groupes texturaux de l'habitat à *C. edule*.
- Figure 18. Abondance, richesse et diversité spécifique de la macrofaune benthique échantillonnée sur une station de l'habitat à *C. edule*.
- Figure 19. Coupe topographique schématique de l'habitat à *L. conchilega*.
- Figure 20. Spectre granulométrique de l'habitat à *L. conchilega*.
- Figure 21. Courbes granulométriques et photographies des trois principaux groupes texturaux de l'habitat à *L. conchilega*.
- Figure 22. Abondance, richesse spécifique et diversité moyennes de la macrofaune benthique échantillonnée sur trois stations de l'habitat à *L. conchilega*.
- Figure 23. Coupe topographique schématique de l'habitat à *G. glycymeris*.
- Figure 24. Spectre granulométrique de l'habitat à *G. glycymeris*.
- Figure 25. Abondance, richesse spécifique et diversité moyennes de la macrofaune benthique échantillonnée sur trois stations de l'habitat à *G. glycymeris*.
- Figure 26. Coupe topographique schématique de l'habitat à *C. variegata*.
- Figure 27. Spectre granulométrique de l'habitat à *C. variegata*.
- Figure 28. Courbe granulométrique et photographie du sédiment au sein de l'habitat à *C. variegata*.
- Figure 29. Abondance, richesse spécifique et diversité moyenne de la macrofaune benthique échantillonnée sur une station de l'habitat à *C. variegata*.
- Figure 30. Coupe topographique schématique de l'habitat à *Z. marina*.
- Figure 31. Localisation bathymétrique de l'habitat à *Z. marina*.
- Figure 32. Spectre granulométrique de l'habitat à *Z. marina*.
- Figure 33. Courbes granulométriques et photographies des trois principaux groupes texturaux de l'habitat à *Z. marina*.
- Figure 34. Abondance, richesse spécifique et diversité spécifiques moyennes de la macrofaune benthique échantillonnée sur trois stations de l'habitat à *Z. marina*.
- Figure 35. Classement des habitats.

- Figure 36. Diagrammes rangs fréquences (échelles log/log) des habitats échantonnés.
- Figure 37. % du domaine intertidal de substrat meuble occupé par les 7 principaux habitats de l'archipel.
- Figure 38. Evolutions spatiales des banquettes à *L. conchilega* (LC) et des herbiers à *Z. marina* (ZM) sur les 20 dernières années.
- Figure 39. Indices M-AMBI pour chacun des 7 principaux habitats.
- Figure 40. Position bathymétrique des banquettes à *L. conchilega* de 1982 à 2002.
- Figure 41. Coupes topographiques théoriques des estrans de Chausey et des deux baies.
- Figure 42. Aléas de disparition des habitats en fonction de leur capacité de résilience, estimée selon leur degré d'isolement, leur superficie et les contraintes environnementales auxquelles ils sont soumis.
- Figure 43. Répartition des activités conchyliques par habitat.
- Figure 44. Difficulté potentielle de conservation des habitats en fonction de leur degré de fragmentation.
- Figure 45. Fragmentation des habitats évaluée à travers 3 indices.
- Figure 46. Diagrammes de conservation complets et simplifiés des habitats.
- Figure 47. Tract anti-Natura 2000.
- Figure 48. Extraction de la base de données géoréférencée « chausey ».

Liste des tableaux.

- Tableau 1. Espèces macrofauniques échantillonnées sur trois stations de l'habitat à *H. diversicolor*.
- Tableau 2. Espèces de la mégafaune échantillonnées par ratissage sur trois stations de l'habitat à *A. marina*.
- Tableau 3. Espèces macrofauniques échantillonnées sur trois stations de l'habitat à *A. marina*.
- Tableau 4. Espèces de la mégafaune échantillonnées dans l'habitat à *C. edule*.
- Tableau 5. Espèces macrofauniques échantillonnées au sein d'une station de l'habitat à *C. edule*.
- Tableau 6. Espèce de la mégafaune échantillonnées sur trois stations de l'habitat à *L. conchilega*.
- Tableau 7. Espèces macrofauniques échantillonnées sur trois stations de l'habitat à *L. conchilega*.
- Tableau 8. Espèces de la mégafaune échantillonnées sur 3 stations de l'habitat à *G. glycymeris*.
- Tableau 9. Espèces macrofauniques échantillonnées sur trois stations de l'habitat à *G. glycymeris*.
- Tableau 10. Espèces de la mégafaune échantillonnées sur une station de l'habitat à *C. variegata*.
- Tableau 11. Espèces macrofauniques échantillonnées sur une station de l'habitat à *C. variegata*.
- Tableau 12. Espèces de la mégafaune échantillonnées sur trois stations de l'habitat à *Z. marina*.
- Tableau 13. Espèces macrofauniques échantillonnées sur trois stations de l'habitat à *Z. marina*.
- Tableau 14. Indices de mesure de biodiversité utilisés.
- Tableau 15. Critères et barème utilisés pour classer les habitats.
- Tableau 16. Espèces marines de Chausey inscrites dans des listes juridiques.
- Tableau 17. Classement des habitats.
- Tableau 18. Barème de classement des habitats.
- Tableau 19. L'emboîtement des mesures de conservation à Chausey.

Liste des cartes.

- Carte 1. Principaux secteurs de la Manche et régions biogéographiques.
- Carte 2. Epure schématique d'une propagation d'une houle de nord-nord-ouest dans le Golfe Normand-Breton.
- Carte 3. Principaux toponymes des îles, îlots, écueils et chenaux de l'archipel.
- Carte 4. Domaines terrestres, intertidaux et subtidaux de l'archipel.
- Carte 5. Carte bathymétrique de l'archipel.
- Carte 6. La conchyliculture sur l'archipel.
- Carte 7. Prospections scientifiques de Milne-Edwards et Audouin en 1828.
- Carte 8. Prospections scientifiques de De Quatrefages en 1841.
- Carte 9. Prospections scientifiques de De Beauchamp en 1923.
- Carte 10. Localisation des stations de prélèvements de macrofaune benthique, de poissons et de crustacés.
- Carte 11. Mentions historiques de quelques espèces remarquables.
- Carte 12. Nombre de prospections naturalistes ayant fait l'objet d'une publication : données cumulées de 1828 à 2007 par maille.
- Carte 13. Carte des habitats intertidaux de substrat meuble de l'archipel.

- Carte 14. Localisation de l'habitat à *H. diversicolor* sur l'archipel.
- Carte 15. Localisation de l'habitat à *A. marina* sur l'archipel.
- Carte 16. Localisation de l'habitat à *C. edule* sur l'archipel.
- Carte 17. Localisation de l'habitat à *L. conchilega* sur l'archipel.
- Carte 18. Localisation de l'habitat à *G. glycymeris* sur l'archipel.
- Carte 19. Localisation de l'habitat à *C. variegata* sur l'archipel.
- Carte 20. Localisation de l'habitat à *Z. marina* sur l'archipel.
- Carte 21. Localisation de l'habitat des sables secs de haut de plage à *T. saltator* et de l'habitat de l'horizon de rétention et de résurgence à *S. squamata* et *C. roscoffensis*.
- Carte 22. Localisation de l'habitat des sédiments envasés de haut niveau à *A. portulacoides* et de l'habitat de la haute slikke à *Salicornia* spp. et *Spartina* spp.
- Carte 23. Localisation de l'habitat à *E. ensis* sur l'archipel.
- Cartes 24. Evolution des superficies couvertes par les banquettes à *L. conchilega* de 1982 à 2002.
- Cartes 25. Création de structures et concessions conchylocoles et évolution des banquettes à *L. conchilega* de 1982 à 2002.
- Cartes 26. Evolution spatiale de la banquette à *L. conchilega* de la Plaine du Rétin et création de concessions vénériques de 2005 à 2007.
- Carte 27. Herbiers à *Z. marina* de Chausey en 1924.
- Carte 28. Herbiers à *Z. marina* de Chausey en 1953.
- Carte 29. Herbiers à *Z. marina* de Chausey en 1982.
- Carte 30. Herbiers *Z. marina* de Chausey en 1992.
- Carte 31. Herbiers à *Z. marina* de Chausey en 2002.
- Carte 32. Enjeux de conservation sur l'archipel.
- Carte 33. Aléas de disparition sur l'archipel.
- Carte 34. Possibilités (facilités) de conservation sur l'archipel.
- Carte 35. Types de besoins de conservation sur l'archipel.
- Carte 36. L'empilement des zonages de protection et conservation de Chausey.
- Carte 37. Station de prélèvements sédimentaires.
- Carte 38. Faciès sédimentaires.
- Carte 39. Groupes texturaux.
- Carte 40. Distribution des calcaires.
- Carte 41. Figures sédimentaires.
- Carte 42. Carte des habitats de l'archipel selon la typologie Natura 2000.

Liste des photographies.

- Photographie 1. Le Cromlech de Chausey.
- Photographie 2. Vestiges témoignant de l'extraction de granite. Vue aérienne de l'Ile aux Oiseaux le 21/08/2005.
- Photographie 3. Le « Village des Blainvillais », sur la côte nord de la Grande Ile.
- Photographies 4. Deux vues différentes de l'habitat à *H. diversicolor*.
- Photographie 5. Modelé caractéristique de l'habitat à *A. marina*.
- Photographies 6. Deux types de figures sédimentaires au sein de l'habitat à *G. glycymeris*.
- Photographie 7. Structures linguoidales entre les bouchots du sud-ouest de la Canue.
- Photographies 8. Gauche : Habitat des sables secs de haut de plage à *Talitrus saltator* avec une laisse de mer (1) et habitat de l'horizon de rétention et de résurgence à *Scolecopsis squamata* et *Convolvula roscoffensis* sur la plage de l'Anse de la Truelle. Droite : *Convolvula roscoffensis* en fortes densités dans les creux de petite rides des horizons de résurgence dans le secteur du Chapeau.
- Photographies 9. Gauche : habitat des sédiments envasés de haut niveau à *A. portulacoides* (Anse de la Truelle). Droite : haute slikke à *Salicornia* spp. (nord-est du grand Puceau).
- Photographies 10. Traces de dragage sur des herbiers à *Z. marina*. A : Herbier de la Conchée, B : Herbier de la Sellière
- Photographies 11. Le tadorne de Belon *T. tadorna* (gauche) et l'huître pie *H. ostralegus* (droite) : deux espèces potentiellement « porte-étendard » pour la conservation des habitats de Chausey ?
- Photographies 12. Trois exemples de données historiques d'importance : les collections, les photographies aériennes anciennes et les écrits naturalistes.

Liste des encadrés.

- Encadré 1. L'exploration des mers au XVI^{ème} siècle : une rencontre avec un « anti-patrimoine naturel » peuplé de monstres marins.
- Encadré 2. Une description des marais maritimes de Vendée au XIX^{ème} siècle.
- Encadré 3. Espèces d'invertébrés marins inventoriés à Chausey depuis 1828.
- Encadré 4. Espèces d'algues inventoriées à Chausey depuis 1876.
- Encadré 5. Les banquettes à *L. conchilega* et leurs écotones.
- Encadré 6. Quelles espèces sont inscrites à des listes juridiques ?
- Encadré 7. Articles publiés dans 'Conservation Biology' et 'Biological Conservation' traitant de problématiques de conservation d'espèces : de quelles espèces traitent-ils ?
- Encadré 8. Indices de mesure de la biodiversité des habitats.
- Encadré 9. Evolution spatiale de la banquette à *L. conchilega* de la Plaine du Rétin de 1982 à 2002.
- Encadré 10. : Les *Fucus* vasicoles en Europe.
- Encadré 11. *O. celtica* en Europe et en Afrique du Nord.
- Encadré 12. Baies de Saint-Brieuc, du Mont Saint-Michel et Chausey : superficies intertidales meubles exploitables pour les limicoles et densités de limicoles s'y rapportant.
- Encadré 13. Superficies exondées des habitats à basse mer au cours d'une année et selon les hauteurs d'eau.
- Encadré 14. Témoignages historiques des conséquences économiques de la disparition des herbiers à *Z. marina* pour la pêche en 1933.
- Encadré 15. Fréquentation de l'archipel par les touristes.
- Encadré 16. Diagramme de conservation complet et simplifié.

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE	3
REMERCIEMENTS	4
INTRODUCTION GÉNÉRALE	7
PARTIE I - DÉFINITIONS ET ORIGINALITÉS DE LA NOTION DE PATRIMOINE NATUREL APPLIQUÉE À UN ESPACE LITTORAL MARIN FRAGMENTÉ	15
CHAPITRE 1. QU'EST-CE QU'UN PATRIMOINE NATUREL LITTORAL MARIN ?	17
1. La nature considérée comme un patrimoine	17
1.1. De la notion de patrimoine à celle de patrimoine naturel	17
1.2. Le patrimoine naturel : une liste hiérarchisée d'éléments naturels	18
1.3. L'intégration des habitats dans le patrimoine naturel	22
2. Les originalités du patrimoine naturel littoral marin	23
2.1. Un espace peuplé de longue date, mais en marge d'un effroyable océan	23
2.2. Le littoral victime de son succès : émergence de la notion de patrimoine appliquée au littoral	26
CHAPITRE 2. LES ILES CHAUSEY, UN MODÈLE D'ÉTUDE IDÉAL DES PROBLÉMATIQUES DE CONSERVATION DU PATRIMOINE NATUREL LITTORAL	29
1. Une situation d'exception dans une mer épicontinentale à fort régime de marée	29
1.1. La Manche : une « mer-fleuve » épicontinentale	29
1.2. Le Golfe Normand-Breton, un régime de marée mégatidal	30
2. Un archipel fragmenté aux vastes estrans	32
2.1. Un archipel granitique « précontinental »	32
2.2. Un archipel aux vastes estrans meubles	34
a. Un domaine terrestre restreint et fragmenté	34
b. Un domaine intertidal très étendu	34
c. Un domaine subtidal situé en périphérie du batholite	35
3. Une concentration d'activités humaines sur un site restreint	40
3.1 Les îles et îlots, premiers points d'appui d'une exploitation saisonnière des ressources naturelles	41
3.2 Une fréquentation touristique et une exploitation conchylicole continue des estrans	44
a. Une fréquentation touristique tournée vers la pêche à pied	44
b. La conchyliculture, une activité en plein développement sur les estrans	46
CHAPITRE 3. DES PREMIÈRES OBSERVATIONS NATURALISTES À L'ÉLABORATION D'UN OUTIL DE DESCRIPTION ET DE SUIVI DES HABITATS NATURELS LITTORAUX MARINS	50
1. Un site connu des naturalistes depuis le début du XIX ^{ème} siècle	50
1.1. Les grandes étapes historiques dans la connaissance naturaliste du site	51
a. Les premiers contacts avec le monde vivant littoral marin	51
b. La découverte de l'organisation et de la distribution du vivant	55
c. L'enrichissement et l'actualisation des données naturalistes	55
d. La vulgarisation scientifique et la volonté de protection	59
e. Un complément d'inventaire floro-faunistique	60
1.2 Les données historiques : apports et insuffisances en terme de connaissance du patrimoine naturel	61
a. Des travaux scientifiques fondateurs	61
b. Un formidable état de référence sur deux siècles	63
c. Un attrait incontestable pour la rareté	67
d. Un attrait pour les espaces les plus riches en espèces	67
e. Le caractère exceptionnel de l'archipel : construction mentale ou réalités écologiques ?	69
f. De la perception de la fragilité du site à une volonté de protection	71
g. Des données malgré tout insuffisantes pour attribuer une valeur au patrimoine naturel	72
2. Proposition d'un outil de description et de suivi des habitats littoraux	72

3. Présentation détaillée des habitats _____	91
3.1 Cartographie des habitats du domaine intertidal meuble de Chausey _____	93
3.2. Fiches descriptives des habitats _____	97
a. Habitat des sédiments envasés de haut niveau à <i>Hediste diversicolor</i> _____	97
b. Habitat des sables plus ou moins envasés de mi-marée à <i>Arenicola marina</i> _____	103
c. Habitat des sables moyens à bas à <i>Cerastoderma edule</i> _____	109
d. Habitat des sables de niveau bas à fortes densités de <i>Lanice conchilega</i> _____	114
e. Habitat des sables grossiers à <i>Glycymeris glycymeris</i> _____	123
f. Habitat des sables moyens de niveau bas à <i>Capsella variegata</i> _____	128
g. Habitat des herbiers à <i>Zostera marina</i> _____	134
h. Autres habitats _____	142

PARTIE 2 - QUELS CRITÈRES UTILISER POUR ÉVALUER LES BESOINS DE CONSERVATION D'UN PATRIMOINE NATUREL LITTORAL MARIN ? _____ 151

CHAPITRE 1. L'UTILISATION DE CRITÈRES CLASSIQUES D'ÉVALUATION DU PATRIMOINE NATUREL : LA CONSERVATION D'UNE NATURE RICHE, RARE OU VULNÉRABLE _____ 153

1. Les critères juridiques et scientifiques classiquement utilisés dans le domaine de la conservation _____	153
1.1 Critères juridiques _____	153
a. A l'échelle européenne _____	154
b. A l'échelle nationale _____	155
c. A l'échelle régionale _____	156
d. Synthèse des critères utilisés dans la loi _____	157
1.2 Critères retenus par la communauté scientifique _____	160
a. Approche par espèces _____	160
b. Approche par espaces _____	165
c. Synthèse des critères utilisés par la communauté scientifique _____	168
2. Que conserver à Chausey avec les critères classiquement utilisés ? _____	169
2.1 Matériel et méthodes _____	170
2.2 Résultats _____	175
2.3 Synthèse des résultats _____	181

CHAPITRE 2. LES BESOINS DE CONSERVATION D'UNE NATURE ORDINAIRE : L'EXEMPLE DES BANQUETTES À *LANICE CONCHILEGA* _____ 183

1. Aléas de disparition et possibilités de conservation des banquettes à <i>L. conchilega</i> _____	184
1.1. Qu'est ce qu'un aléa de disparition et qu'entendre par « possibilités de conservation » ? _____	184
1.2. Méthode d'évaluation de l'aléa de disparition et de la possibilité de conservation _____	185
1.3 Dynamiques spatiales des banquettes à <i>L. conchilega</i> et possibilités de conservation _____	186
2. Quels sont les enjeux de conservation des banquettes à <i>L. conchilega</i> ? _____	194
2.1 Qu'est-ce qu'un enjeu de conservation ? _____	194
2.2 Méthode choisie pour évaluer les enjeux de conservation des banquettes à <i>L. conchilega</i> de Chausey _____	194
2.3 Conséquences d'une dégradation des banquettes à <i>L. conchilega</i> par la vénériculture sur la macrofaune endogée et sur les oiseaux _____	196
3. Synthèse : prendre en compte la valeur fonctionnelle des banquettes à <i>L. conchilega</i> et des espèces communes en général _____	225

PARTIE 3 - VERS UNE TYPOLOGIE DES BESOINS DE CONSERVATION DES HABITATS LITTORAUX MARINS _____ **245**

CHAPITRE 1. ENJEUX, ALÉAS ET POSSIBILITÉS DE CONSERVATION DES HABITATS LITTORAUX MARINS _____ **247**

1. Enjeux de conservation	247
1.1. Superficies des habitats rapportées à une échelle « supra-site »	247
1.2. Originalités des habitats	248
1.3. Valeur fonctionnelle biologique pour les consommateurs secondaires	252
a. Valeur fonctionnelle biologique des habitats intertidaux meubles pour les limicoles	252
b. Valeur fonctionnelle biologique des habitats intertidaux meubles pour le tadorne de Belon <i>Tadorna tadorna</i>	258
1.4 Rôle « structurant » des habitats liés à des espèces ingénieurs	272
1.5. Importance socio-économique	274
a. Frayères et nurseries de poissons et crustacés pêchés	274
b. Bivalves pêchés	276
2. Aléas de disparition	277
2.1. Dynamiques spatiales	277
2.2. Menaces anthropiques	292
a. Promenade sur les estrans	292
b. Pêche à pied	292
c. Navigation de plaisance	294
d. Pêche à la drague	296
e. Conchyliculture	297
2.3. Capacités de résilience	298
3. Possibilités de conservation	300
3.1. Fréquentation et implantation d'activités	300
3.2. Espèces « porte-étendard »	301
3.3. Fragmentation des habitats	302

CHAPITRE 2. TYPOLOGIE DES BESOINS DE CONSERVATION _____ **307**

1. Système de classement	307
2. Typologie hiérarchisée des besoins de conservation des habitats à Chausey	310
2.1. Habitat nécessitant une conservation prioritaire	310
2.2. Habitat requérant une réflexion obligatoire pour une gestion durable	310
2.3. Habitat nécessitant une conservation en amont	311
2.4. Habitat ne nécessitant pas de mesure de conservation à l'heure actuelle	311
3. Cartes des besoins de conservation des habitats	313

CHAPITRE 3. PROPOSITIONS DE CONSERVATION _____ **317**

1. Pertinence des mesures de conservation existantes	317
1.1. Un empilement de zonages d'inventaires, de protection et de conservation	317
1.2. Quelle pertinence et efficacité des mesures conservatoires ?	319
2. Propositions de mesures conservatoires des habitats, perspectives et recommandations	323
2.1. Améliorer le dispositif Natura 2000 pour ne garder, <i>in fine</i> , que cette mesure conservatoire	323
2.2. Supprimer les extensions récentes de parcs vénériques de 2006	324
2.3. Stopper les projets d'extension mytilicoles et ostréicoles	325
2.4. Conduire obligatoirement une réflexion quant aux modalités de conservation des herbiers à <i>Z. marina</i>	325
2.5. Prévenir tout développement d'activités humaines sur l'habitat des sédiments envasés de haut niveau à <i>H. diversicolor</i>	326
2.6. Améliorer la connaissance du patrimoine naturel marin du site	326

CONCLUSION GÉNÉRALE _____ **329**

1. Principaux résultats et éléments de réflexion _____	331
1.1. L'archipel de Chausey : un laboratoire idéal pour l'étude des problématiques de conservation du patrimoine naturel littoral _____	331
a. Un carrefour d'activités humaines _____	331
b. Un « site école » d'étude du patrimoine naturel _____	331
c. Une diversité d'habitats représentative des estrans meubles de l'Europe du nord-ouest _____	332
1.2. L'élaboration d'une nouvelle méthode et d'un outil opérationnel de cartographie et de suivi des habitats _____	332
1.3. La mise en évidence d'un besoin de conservation d'une nature littorale « ordinaire » : l'exemple de l'habitat des banquettes à <i>Lanice conchilega</i> _____	334
1.4. Les apports indissociables de l'écologie, de l'histoire et de la géographie dans l'évaluation des besoins de conservation des habitats littoraux marins _____	335
a. La biologie et l'écologie marine : à la base de la connaissance du patrimoine naturel _____	335
b. L'histoire : situer un raisonnement dans un contexte épistémologique et tirer parti des connaissances anciennes _____	336
c. La géographie : un champ transdisciplinaire incontournable de spatialisation et de communication _____	337
2. Implications dans le domaine de la conservation de l'espace littoral marin _____	339
2.1. Conserver une nature littorale ordinaire _____	339
a. « Common species shape the world » _____	339
b. Un besoin de conservation « en amont » _____	340
c. Conserver la nature ordinaire est-il synonyme de « tout conserver » sur les littoraux ? _____	340
2.2. La biologie de la conservation est-elle en retard en domaine marin ? _____	341
a. Le patrimoine naturel marin est menacé mais ne suscite que peu d'intérêt _____	341
b. Pourquoi un tel retard en domaine marin ? _____	342
2.3. Quelle éthique pour la conservation des habitats littoraux marins ? _____	344

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES _____ **349**

ANNEXES _____ **369**

Annexe 1 - Liste des algues inventoriées à Chausey de 1876 à 2007 _____	371
Annexe 2 - Liste des invertébrés marins inventoriés à Chausey de 1828 à 2007 _____	397
Annexe 3 - Caractéristiques morpho-sédimentaires des formations superficielles de l'archipel de Chausey. _____	455
Annexe 4 - Carte 42 : habitats intertidaux de substrat meuble de l'archipel de Chausey selon la typologie Natura 2000. _____	463

LISTE DES FIGURES, TABLEAUX, CARTES, PHOTOGRAPHIES ET ENCADRÉS **465**

RÉSUMÉ

L'idée d'une nécessité de conservation de la nature littorale marine a émergé suite à la prise de conscience de sa vulnérabilité. Face au contexte actuel d'érosion de la biodiversité, ce sont les éléments riches, rares ou vulnérables qui ont prioritairement bénéficié de mesures conservatoires. Mais ne s'agit-il pas d'une lutte contre la partie émergée de l'iceberg de la crise de la biodiversité ? Les habitats littoraux ordinaires, ne méritent-ils pas, eux aussi, d'être conservés ? Pour répondre à cette question, les besoins de conservation des habitats intertidaux meubles de l'archipel de Chausey (Golfe Normand-Breton) ont été explorés. La mise en lumière de 180 années de témoignages naturalistes, formidable état de référence du patrimoine naturel du site et de sa perception, et le développement et l'application d'une nouvelle méthode permettant de cartographier, suivre et décrire précisément chaque habitat, révèlent le caractère extraordinairement complexe et fragmenté de cet archipel qui rassemble presque tous les habitats intertidaux meubles de l'Europe du nord-ouest. Parmi ceux-ci, très peu bénéficient de mesures conservatoires. Pourtant, à travers l'exemple des banquettes à *Lanice conchilega*, nous soulignons l'importance des besoins de conservation d'un habitat ordinaire, *a priori* non vulnérable et presque impossible à conserver à large échelle tant il est répandu. A Chausey, cet habitat représente en effet un enjeu de conservation important, tant d'un point de vue socio-économique que biologique et il est en outre menacé par le développement de la conchyliculture qui a des impacts négatifs sur son peuplement macrofaunique et son attractivité pour les limicoles. Les besoins conservatoires de chacun des habitats ont ensuite été évalués au travers d'enjeux (ce qui est susceptible d'être affecté si l'habitat disparaît), d'aléas (probabilité de disparition) et de possibilités de conservation, par une approche pluridisciplinaire alliant des méthodes issues de l'écologie, de la géographie mais aussi de l'histoire. La combinaison de ces critères fait apparaître une multiplicité de besoins de conservation généralisable à de nombreux habitats des littoraux tempérés.

Mots-clés : Patrimoine naturel, Littoral, Conservation, Chausey, Intertidal, Cartographie, Valeur Fonctionnelle Nature ordinaire

ABSTRACT

The intention of conserving the marine littoral biodiversity appeared following the awareness of its high vulnerability. In the current context of the sixth extinction, conservation biologists mainly focus on rich, rare, and vulnerable elements. But is it not a fight against the "tip of iceberg" of the biodiversity crisis? Do the common marine littoral habitats not represent a conservation stake as well? To answer this question, we explore the conservation needs of the soft-bottom benthic intertidal habitats of the Chausey archipelago (Normand-Breton Gulf). The highlighting of 180 years of naturalist testimonies, marvellous reference state of the natural heritage of the site and its perception along two centuries, as well as the development and the application of a new method allowing to map, monitor and describe accurately each benthic habitat, reveal the extreme complexity of this archipelago which includes almost all the soft-bottom benthic intertidal habitats of the north-western Europe. Of these habitats, few benefit from conservation measures. However, through the example of the *Lanice conchilega* beds, we underline the high conservation need of an ordinary habitat, which is *a priori* non-vulnerable and almost impossible to conserve because of its huge distribution. In Chausey, this habitat represents an important conservation need both from a biological and a socioeconomic point of view. In addition, it is threatened by shellfish farming which negatively impacts its associated benthic macrofaunal assemblage and its attractive nature for shorebirds. The conservation needs of each habitat are then evaluated through stakes (what is affected if a habitat disappears), hazards (extinction risk) and conservation possibilities, through an interdisciplinary approach combining ecology, geography, and history. The combination of these criteria highlights a diversity of conservation needs which can be generalized to a wide range of other marine littoral habitats of the temperate coasts.

Key-words : Natural heritage, Littoral, Conservation, Chausey, Intertidal, Mapping, Functional value, Ordinary nature