

IFREMER, Direction des Opérations
Laboratoire Environnement Ressources Finistère-Bretagne Nord
Station de Dinard
Centre de Recherche et d'Etudes des Systèmes Côtiers CRESCO)

Thibaut Nebout
Nicolas Desroy
Patrick Le Mao

RST.DOP-LER/FBN-09-015

Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) : Année 2009

> District Seine-Normandie



Coordination

ifremer

Novembre 2010



Fiche documentaire

Numéro d'identification du rapport : Diffusion : libre : <input checked="" type="checkbox"/> restreinte : <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/> Validé par : Adresse électronique :	date de publication : Novembre 2010 nombre de pages : X p. + annexes bibliographie : oui illustration(s) : oui langue du rapport : français
Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) : Année 2009 – District Seine-Normandie	
Contrat n° Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/> Rapport définitif <input checked="" type="checkbox"/>	
Auteur(s) principal(aux) : Nebout Thibaut Desroy Nicolas Le Mao Patrick	PDG / DOP / LER / FBN-Dinard
Cadre de la recherche : Soutien à la Directive Cadre Eau	
Destinataires : Agence de l'eau Seine-Normandie, DREAL Basse et Haute-Normandie, Rebent	
Résumé Ce rapport présente les résultats des opérations menées en 2009 (contrôle de surveillance des invertébrés benthiques, des bancs de maërl et des algues opportunistes), sur l'ensemble des masses d'eau côtières rattachées au district Seine Normandie.	
Abstract This report deals with results of monitoring carried out in 2009 (monitoring control for benthic invertebrates, maerl beds and opportunistic algae) for the area concerned by the Seine-Normandie water district.	
Mots-clés Directive Cadre Eau, Benthos, Réseau de surveillance, Manche Words keys European Water Framework Directive, Benthos, Monitoring Network, English Channel	

SOMMAIRE

A - Rappel du contexte et des obligations imposées par la Directive Européenne Cadre sur l'Eau

B- Peuplements d'invertébrés benthiques de substrat meuble

C- Banc de maërl

D- Algues opportunistes

Références citées

Annexes

A - Rappel du contexte et des obligations imposées par la Directive Européenne Cadre sur l'Eau

1- Rappel des attendus relatifs aux éléments de qualité biologique du benthos marin pour la DCE (Guillaumont et al., 2005)

L'application de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) nécessite la mise en place de contrôles pour évaluer l'état écologique des Masses d'Eau côtières et de transitions avec comme objectif l'atteinte du bon état en 2015. L'ensemble des eaux côtières, dont la limite extérieure s'établit à 1 mille de la ligne de base, et des eaux de transitions, correspondant aux eaux de surface situées près des embouchures de rivières/fleuves et partiellement salines mais influencées par les eaux douces, a fait l'objet d'un découpage en Masses d'Eau. Ces Masses d'Eau ont été définies en fonction de leurs caractéristiques physiques ainsi que des pressions qui s'y exercent.

Sur ces Masses d'Eau, différents types de contrôle peuvent être exercés :

- le **contrôle de surveillance**, appliqué sur une sélection de Masses d'Eau considérées comme représentatives en se référant à la typologie préétablie. Les objectifs de cette surveillance sont de « (...) *concevoir de manière efficace et valable les futurs programmes de surveillance, évaluer les changements à long terme des conditions naturelles, évaluer les changements à long terme résultant d'une importante activité anthropique.* » (Annexe V – art. 1.3.1) ;

- le **contrôle opérationnel**, appliqué sur les Masses d'Eau présentant un Risque de Non Atteinte du Bon Etat Ecologique (RNBAE) d'ici 2015, afin d'en établir l'état et d'en évaluer les changements dus aux programmes de mesure mis en place ;

- le **contrôle additionnel**, requis pour les zones protégées (notamment les zones de protection d'habitat et/ou d'espèces résultant des directives européennes "Oiseaux" et "Habitats", risquant de ne pas répondre à leurs objectifs environnementaux) ;

- le **contrôle d'enquête**, appliqué aux Masses d'Eau présentant un RNABE pour des raisons inconnues, ainsi qu'aux zones touchées par des pollutions accidentelles, pour lesquelles le benthos est un indicateur privilégié de l'ampleur et de l'incidence des contaminations.

L'article 1.1.4 de l'annexe V de la DCE, précise les paramètres biologiques qui participent à l'évaluation de l'état écologique des Masses d'Eau côtières. Ces derniers se réfèrent à la composition, abondance et biomasse du phytoplancton, à la composition et

abondance de la flore aquatique (autre que le phytoplancton) et à la composition et abondance de la faune benthique invertébrée.

Dans le cadre du contrôle de surveillance du compartiment benthique, la végétation benthique (macroalgues et angiospermes), ainsi que les macroinvertébrés benthiques, doivent obligatoirement être pris en considération.

Pour les contrôles opérationnels on retiendra les éléments les plus sensibles "(...) afin d'évaluer l'ampleur des pressions auxquelles les masses d'eau de surface sont soumises, les États membres contrôlent les éléments de qualité qui permettent de déterminer les pressions auxquelles la ou les masses sont soumises. Afin d'évaluer l'incidence de ces pressions, les États membres contrôlent (...) les paramètres permettant de déterminer l'élément de qualité biologique ou les éléments qui sont les plus sensibles aux pressions auxquelles les masses d'eau sont soumises (...)".

A partir du texte de la DCE, des travaux de réflexion ont été conduits au niveau européen (travaux du groupe COAST, aboutissant notamment à des recommandations générales consignées dans le rapport *Guidance on monitoring* destiné à guider les stratégies à mettre en œuvre dans chaque pays, travaux des groupes informels d'intercalibration NEA GIG), chaque pays restant libre de définir la stratégie de surveillance la plus adaptée, avec toutefois un impératif d'intercalibration sur le classement relatif à l'état écologique des Masses d'Eau défini selon 5 niveaux (très bon, bon, moyen, médiocre, mauvais - Art. 1.2. de l'annexe V de la DCE).

2- Rappel des caractéristiques des masses d'eaux du District côtier Seine-Normandie

Le district côtier Seine-Normandie est composé de 19 masses d'eaux côtières et de 7 masses d'eaux de transition (les masses d'eau HC06 et HT01M étant divisées en deux, Figure 1). Au total, 15 masses d'eaux côtières ont été retenues pour le contrôle de surveillance ainsi que 7 masses d'eau de transition (cf. Guérin et al., 2007 pour la présentation des caractéristiques générales et biologiques des masses d'eau).

Ce rapport reprend les résultats obtenus par (1) la Cellule de Suivi du Littoral Normand (J. Jourde pour l'étude de la macrofaune benthique) ; (2) le Groupe d'Etudes des Milieux Estuariens et Littoraux (P. Hacquebart, Y. Joncourt et B. Sylvand pour l'étude de la macrofaune benthique) ; (3) le Centre d'études et de Valorisation des Algues (S. Ballu pour le suivi des blooms de macroalgues opportunistes), et le Muséum National d'Histoire Naturelle (J. Trigui, T. Nebout, F. Olivier et J. Fournier pour l'étude de la macrofaune benthique et des bancs de maërl).

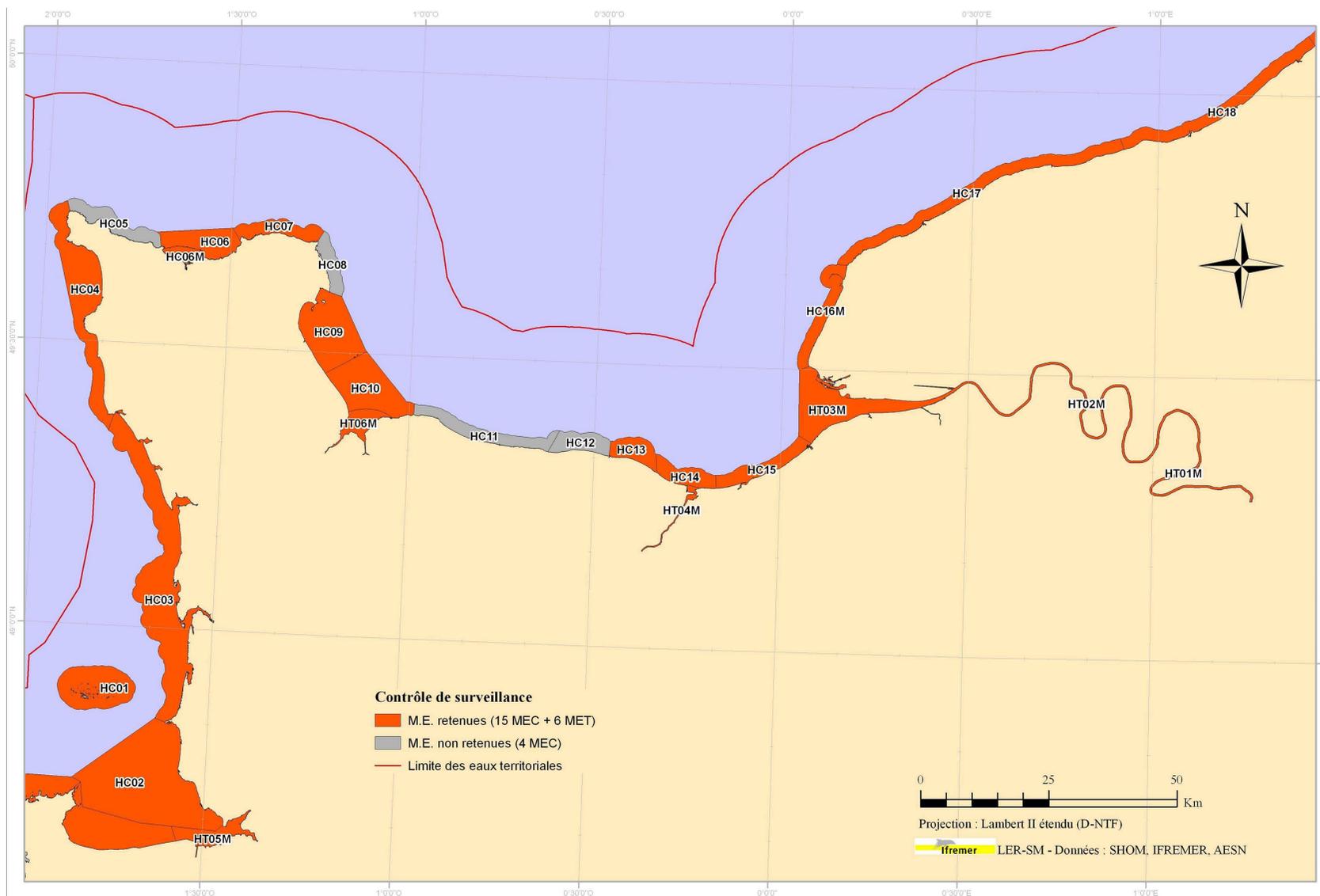


Figure 1 : Masses d'eau retenues pour le contrôle de surveillance.

B- Peuplements d'invertébrés benthiques de substrat meuble

1- Objectifs de l'étude

L'étude porte sur le suivi des peuplements d'invertébrés benthiques des masses d'eaux côtières du district Seine-Normandie et l'évaluation de leur qualité biologique. Les macroinvertébrés benthiques constituent en effet d'excellents intégrateurs et indicateurs de l'état général du milieu et peuvent permettre notamment, grâce à certains organismes sensibles, d'identifier et de quantifier les pressions d'origine anthropique qui s'exercent sur ces masses d'eau. Les paramètres de l'élément de qualité "invertébrés benthiques" permettant de définir l'état écologique sont :

- le niveau de diversité et d'abondance des taxa (...);
- tous les taxa sensibles aux perturbations (...).

2- Suivi stationnel des invertébrés benthiques des sites d'appui

1- Objectifs de l'étude

Afin de compléter le contrôle de surveillance des peuplements d'invertébrés benthiques en eaux côtières ayant lieu une fois tous les trois ans, un réseau de stations appelées « sites d'appui » a été mis en place avec une fréquence d'échantillonnage annuelle. Ces prélèvements intermédiaires sur un nombre limité de stations (12) distribuées le long des côtes de la Manche et de l'Atlantique ont pour but de fournir une information quant à la variabilité des peuplements benthiques et l'échelle géographique de cette variabilité. A cette échelle d'espace, il sera possible de savoir si une divergence observée par rapport à un état initial est de causalité naturelle ou non.

a- Stratégie générale

La façade Normande compte quatre sites d'appuis : deux stations intertidales SIMF01 et SIMF09 et deux stations subtidales SSMF06 et SSMF09. Celles-ci ont été prises en charge par différents partenaires en fonction de leur localisation géographique (Tableau 1 et Figure 2).

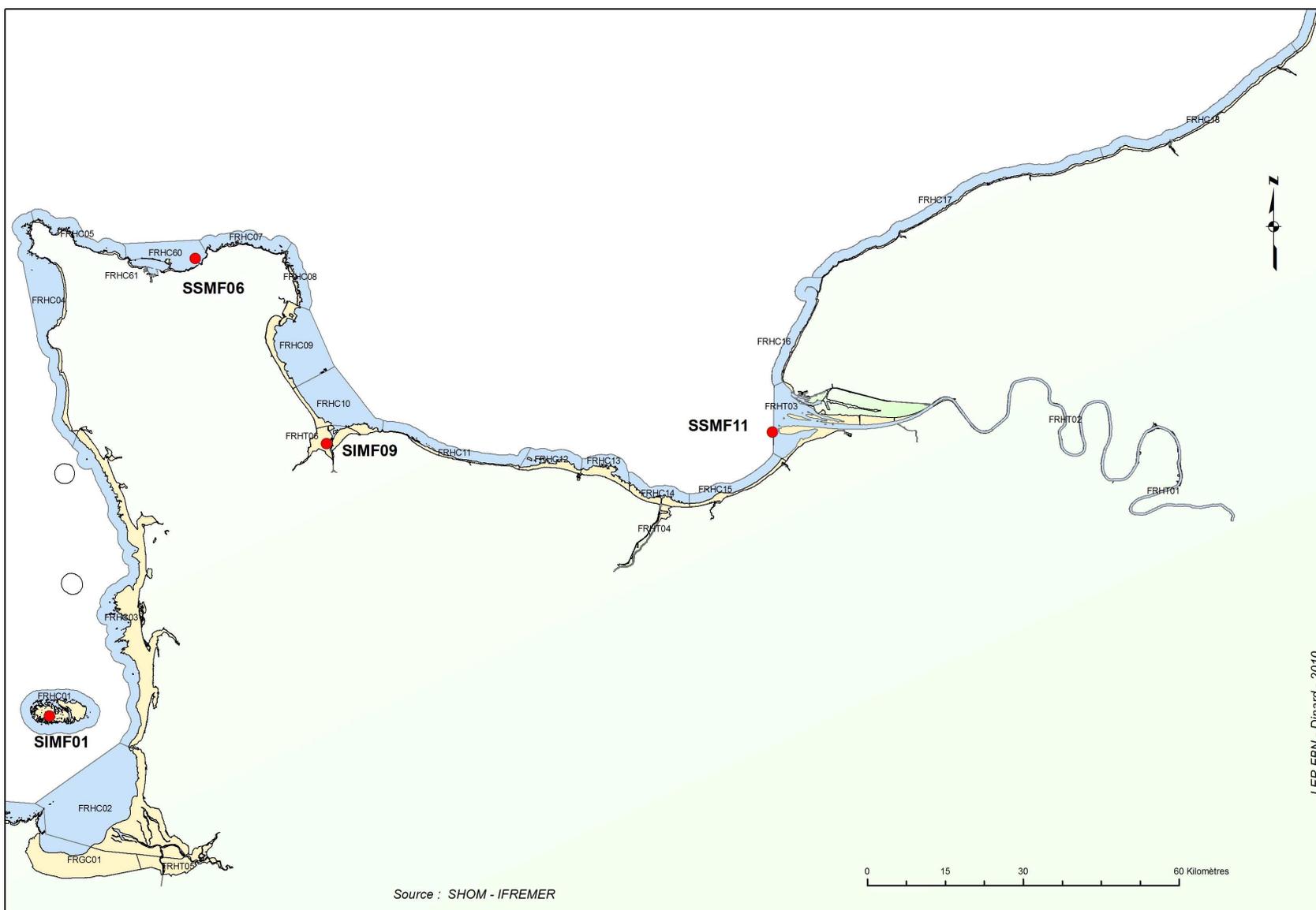


Figure 2 : Localisation des sites d'appui (stations échantillonnées tous les ans). Le jaune sur la carte correspond à l'intertidal et le bleu aux masses d'eau.

Tableau 1 : Répartition des stations entre les différents partenaires.

Partenaires	Stations		Masses d'eau	Date d'échantillonnage	Engin	Nombre de réplicats
	Domaine intertidal	Domaine subtidal				
CRESCO-MNHN Dinard	SIMF01		HC01	24-avr-09	Carottier cylindrique (0,026m ²)	5 (2 carottes par réplikat)
CRESCO-MNHN Dinard		SSMF06	HC06	14-mai-09	Benne Van Veen (0,1m ²)	5
GEMEL Normandie	SIMF09		HT06M	25-mai-09	Carottier cylindrique (0,02m ²)	16
Cellule de Suivi du Littoral Normand		SSMF11	HT03M	11-mars-09	Benne Smith McIntyre (0,1m ²)	5

α- Prélèvements et analyses biologiques

Les prélèvements subtidaux ont été réalisés à l'aide d'une benne Van Veen ou d'une benne Smith McIntyre (surface unitaire de 0,1m²/ six prélèvements dont cinq dédiés à l'étude de la faune et un à celle du sédiment, Tableau 1). Les prélèvements intertidaux ont été effectués à l'aide de carottiers à main de surfaces unitaires diverses, avec toutefois une surface minimale échantillonnée supérieure ou égale à 0,25m². Dans tous les cas, un prélèvement supplémentaire a été effectué afin de déterminer la granulométrie du sédiment et d'en qualifier la teneur en matière organique. Les protocoles employés pour l'échantillonnage et les analyses respectent le cahier des charges techniques édité par l'IFREMER et en particulier la fiche n°10 des « Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE » (Guillaumont & Gauthier, 2005) ainsi qu'aux circulaires de surveillance (Guérin, 2008).

Les prélèvements destinés à l'analyse de la faune ont été tamisés sur une maille ronde de 1 mm, puis les refus fixés et conservés dans une solution de formaldéhyde (de 4 à 10%). Les organismes ont ensuite été déterminés et dénombrés spécifiquement. Les noms d'espèces déterminées ont été actualisés selon le référentiel officiel international : European Register Marine Species (ERMS).

β- Prélèvements et analyses sédimentaires

** Granulométrie et matière organique*

Le prélèvement sédimentaire de la station SSMF11 a été traité par le Laboratoire de Morphologie Continentale et Côtière (M2C), UMR6143 de l'Université de Caen.

La fraction fine (<63 µm) des prélèvements de sédiments a été séparée après rinçage à l'eau douce. Les deux fractions ainsi séparées ont ensuite été séchées à l'étuve. La fraction fine a été pesée et la fraction grossière des échantillons de sédiment, tamisée sur une colonne vibrante constituée de 26 tamis (selon la norme AFNOR). Les refus de tamis ont ensuite été pesés. La teneur en matière organique des sédiments a été déterminée par la méthode de perte au feu (4heures à 450°C) sur la fraction brute issue de la granulométrie. La différence de poids exprimé en pourcentage, indique la teneur en matière organique de l'échantillon.

b- Descripteurs biologiques

α - Richesse spécifique

La richesse spécifique (RS) se définit classiquement comme le nombre d'espèces recensées à une échelle d'espace déterminée.

β - Diversité spécifique

La diversité (H), intégrant d'une part la richesse spécifique et d'autre part l'abondance relative des espèces, reflète l'équilibre dynamique de la biocénose et permet d'estimer le degré d'évolution entre les stades pionnier et mature d'un peuplement. L'indice le plus couramment utilisé en écologie est celui de Shannon (1948) ; ce dernier explique la diversité d'une communauté en fonction du nombre d'espèces récoltées et du nombre d'individus de chaque espèce (Frontier et Pichot-Viale, 1991) :

$$H = - \sum_{i=1}^n (p_i \log_2 p_i)$$

n : nombre d'espèces

p_i : fréquence relative de l'espèce i dans le prélèvement

$$R = \frac{H}{H_{\max}}, \text{ avec } H_{\max} = \log_2 n$$

2- Qualification biologique des masses d'eau côtières

L'indice idéal, qui résume en une valeur unique représentative d'une somme importante d'informations écologiques sur les communautés benthiques, doit répondre à deux conditions :

- être indépendant des facteurs externes : il doit être indépendant de la taille de l'échantillonnage, du type d'habitat, du degré d'identification taxonomique ;
- être capable de refléter les différences entre les communautés, en relation avec les facteurs de perturbation, qu'il s'agisse de la richesse spécifique, de l'équitabilité de la distribution des espèces ou du caractère sensible ou tolérant des espèces. C'est ce qui définit son pouvoir discriminant.

De nombreux outils ont été développés afin de répondre aux exigences de la Directive européenne Cadre sur l'Eau pour l'évaluation de la qualité des eaux côtières.

L'indicateur retenu par la France, à l'issue de sa participation à l'exercice européen d'intercalibration au sein du GIG NEA est le M-AMBI.

Cet indice, version améliorée de l'AMBI développé par A. Borja et son équipe et adopté par le pays Basque, repose :

- sur la reconnaissance dans le peuplement de cinq groupes écologiques de polluo-sensibilités différentes, comme proposé par Hily (1984, Tableau 2). Cet indice est basé sur la pondération de chaque groupe écologique par une constante qui représente le niveau de perturbation auquel les espèces sont associées, selon la formule :

$$AMBI = \frac{(0 \times GI) + (1,5 \times GII) + (3 \times GIII) + (4,5 \times GIV) + (6 \times GV)}{100}$$

Tableau 2 : Groupes écologiques de polluo-sensibilités différentes (d'après Hily, 1984).

Groupe	Type d'espèces	Caractéristiques	Groupes trophiques
I	sensibles à une hypertrophisation	- largement dominantes en conditions normales - disparaissent les premières lors de l'enrichissement du milieu. - dernières à se réinstaller	- suspensivores, carnivores sélectifs, quelques déposivores tubicoles de subsurface
II	Indifférentes à une hypertrophisation	- espèces peu influencées par une augmentation de la quantité de MO	- carnivores et nécrophages peu sélectifs
III	Tolérantes à une hypertrophisation	- naturellement présentes dans les vases, mais, leur prolifération étant stimulée par l'enrichissement du milieu, elles sont le signe d'un déséquilibre du système	- déposivores tubicoles de surface profitant du film superficiel de chargé de MO
IV	Opportunistes de second ordre	- cycle de vie court (souvent <1 an) proliférant dans les sédiments réduits	- déposivores de subsurface
V	Opportunistes de premier ordre	- prolifèrent dans les sédiments réduits sur l'ensemble de leur épaisseur jusqu'à la surface	- déposivores

- sur la richesse spécifique, ou nombre d'espèces présentant au moins un individu pour la station ;

- sur l'indice de diversité de Shannon-Weaver, $H = \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$;

Ces paramètres sont calculés pour toutes les stations. Avec le jeu de données résultant, une Analyse Factorielle des Correspondances est réalisée, déterminant trois axes perpendiculaires minimisant le critère des moindres carrés. La projection dans ce nouveau repère des deux points de référence correspondant à l'état le plus dégradé et l'état le meilleur, permet de définir un nouvel axe sur lequel est projeté l'ensemble des points des stations (Figure 3). Pour chacun d'eux est calculé la distance qui le sépare du point le plus dégradé, en considérant que le segment de droite du point le plus dégradé à celui du meilleur état, à une longueur de 1. Cette distance bornée par 0 et 1 est le M-AMBI.

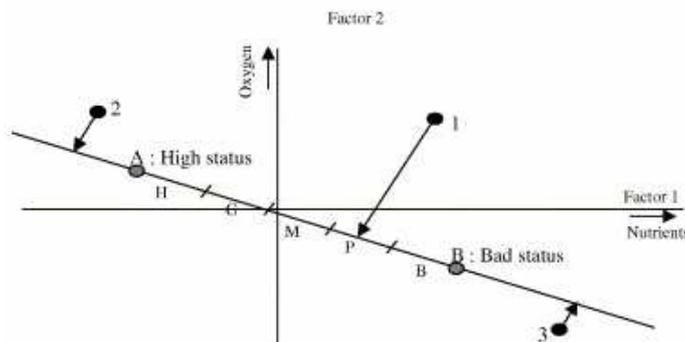


Figure 3 : Définition du statut des stations échantillonnées par projection sur l'axe factoriel défini par les conditions de référence (d'après Bald *et al.*, 2005).

Les stations échantillonnées se réfèrent à 2 types d'environnements hydrosédimentaires (sables fins plus ou moins envasés subtidaux et des sables fins plus ou moins envasés intertidaux) auxquelles correspondent deux conditions de référence distinctes (Tableau 3).

Tableau 3 : Conditions de référence retenues pour le calcul de la valeur de M-AMBI dans les eaux côtières.

Environnement hydrosédimentaire	Etat	Richesse spécifique	Diversité de Shannon-Weaver	AMBI
Sables fins plus ou moins envasés subtidaux	Très bon	58	4	1
	Mauvais	1	0	6
Sables fins plus ou moins envasés intertidaux	Très bon	35	4	1
	Mauvais	1	0	6

La grille de lecture du M-AMBI, telle qu'adoptée par la France au sein du GIG NEA, est la suivante :

Classes	[0,0.2]]0.2,0.39]]0.39,0.53]]0.53,0.77]]0.77,1]
Etat écologique	Mauvais	Médiocre	Moyen	Bon	Très bon

3- Résultats

Seuls des résultats synthétiques ont été présentés au sein de cette rubrique. Les données brutes figurent en annexe.

a- Granulométrie des sédiments

Le tableau 4 présente la granulométrie des sédiments échantillonnés aux différentes stations en 2009. Les résultats des années précédentes sont présentés à l'annexe 1.

En 2007 et 2008, la station intertidale SIMF01 était caractérisée à plus de 50% par des sables fins. En 2009, même si ces sables fins restent majoritaires, leur proportion est inférieure à 26%. Cette diminution s'effectue au profit des sables grossiers à très grossiers. Cette évolution de la composition sédimentaire fut observée sur le terrain, dès les prélèvements, avec des refus de tamis nettement plus importants que les années précédentes (plusieurs pots de 2 litres par réplicats).

La station SIMF09, présente quant à elle, une composition sédimentaire stable sur les trois années avec une forte dominance des sables fins (>85%).

La station subtidale SSMF11, est caractérisée depuis 2007 par une prédominance des sables très fins. On peut toutefois noter, une forte augmentation de la proportion de vase en 2008 (>30%).

Depuis 2007, la composition sédimentaire de la station SSMF06 oscille majoritairement entre des sables fins (2007 et 2009) et des sables très fins (2008). On peut noter également une diminution progressive de la teneur en particules fines.

Tableau 4 : Granulométrie des sédiments associés aux différentes stations. Les cases surlignées en gras isolent les classes granulométriques dominantes.

Fraction (%PS)	SIMF01	SIMF09	SSMF06	SSMF11
Graviers	4,96	0,68	0,43	0,07
Sables très grossiers	14,41	0,74	2,60	0,08
Sables grossiers	15,59	0,52	2,22	0,35
Sables moyens	18,77	4,49	2,55	0,42
Sables fins	25,58	89,73	57,59	38,92
Sables très fins	14,05	3,29	32,14	56,74
Vase	6,65	0,55	2,46	3,40

En 2009, les teneurs en matière organique restent faibles, inférieures ou égales à 3% ce qui correspond aux valeurs classiques des sables fins à très fins plus ou moins envasés (Tableau 5). On observe une augmentation du taux de matière organique à la station SIMF01 en 2009. A l'inverse, celui observé à la station SSMF06 n'a cessé de diminuer depuis 2007. A la station SSMF11, après un pic observé en 2008, les valeurs relevées en 2009 sont de nouveau proches de celles de 2007 (Figure 4).

Tableau 5 : Teneurs en matière organique des sédiments mesurées par la méthode de la perte au feu sur la fraction brute. (- : absence de mesure de ce paramètre.)

Stations	% de M.O.		
	2007	2008	2009
SIMF01	1,19	1,28	2,69
SSMF06	2,77	2	1,66
SSMF11	1,15	3,02	0,92
SIMF09	-	-	-

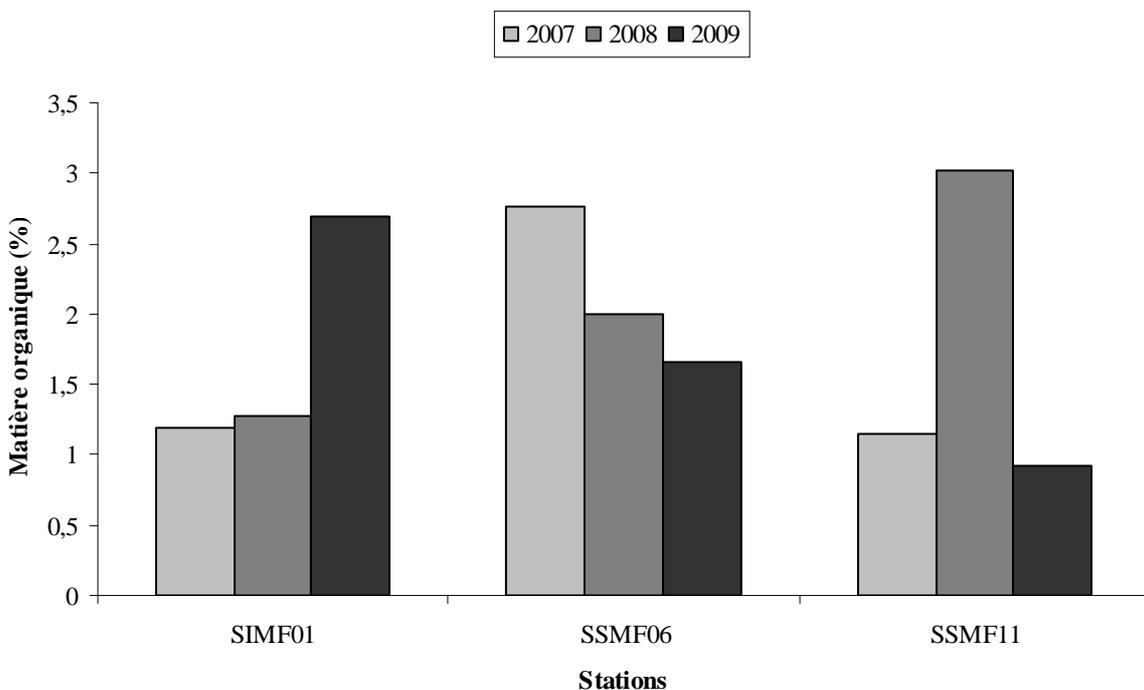


Figure 4 : Evolution du taux de matière organique depuis 2007.

b- Caractéristiques biologiques générales des stations échantillonnées

α - Richesse spécifique et diversité de Shannon

Les données macrozoobenthiques relatives aux stations échantillonnées sont présentées en annexe. Un total de 141 espèces a été identifié à partir des 31 réplicats échantillonnés. Les stations subtidales sont les plus riches avec une richesse spécifique moyenne de 41 espèces, contre un nombre moyen d'espèces par station de 21 en domaine intertidal (Figure 5). Il faut toutefois noter que la station SIMF09, située en haut d'estran et dominée à 77% par l'amphipode *Bathyporeia pilosa*, s'individualise des autres avec une richesse spécifique et un indice de diversité faibles.

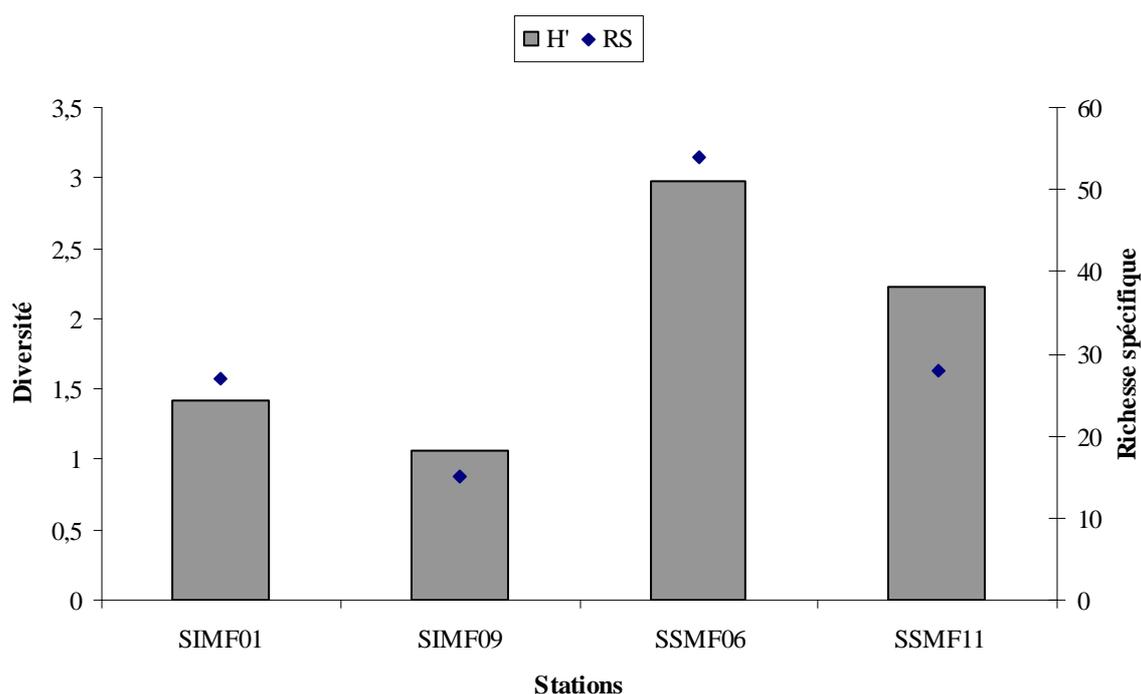


Figure 5 : Richesse spécifique et indice de diversité de Shannon des sites d'appui.

β - Abondances

Les valeurs d'abondance fluctuent peu entre les stations SSMF11, SIMF09 et SSMF06, avec une valeur d'abondance moyenne pour ces trois stations, égale à 338,3 ind.0,1m². La station SIMF01 présente quant à elle, une abondance moyenne égale à 1389 ind.0,1m², dominée à plus de 57% par la seule espèce d'annélide polychète *Ampharete acutifrons* (Tableau 6 et Figure 6). Cette espèce, au cycle de vie annuel, a un recrutement qui s'effectue tôt dans l'année (février), ce qui explique les fortes abondances observées.

Tableau 6 : Abondances moyennes (ind.0,1m²+ET)

Stations	Ab moy (0,1m ²)	ET
SIMF01	1388,6	118,3
SIMF09	351,6	170,6
SSMF06	414,6	50,3
SSMF11	248	207,5

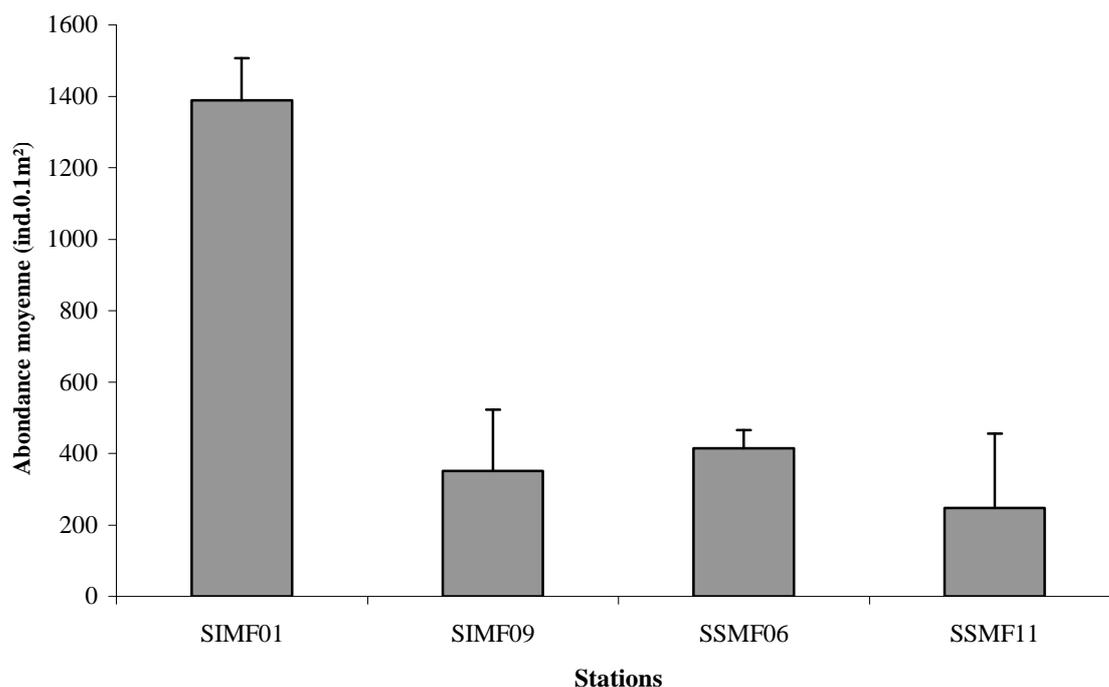


Figure 6 : Abondances moyennes (ind./0,1m² ± ET).

γ- Groupes écologiques

La figure 7 montre la répartition des espèces au sein des différents groupes écologiques. La station SIMF09 se démarque nettement des autres avec plus de 80% de ses espèces appartenant au groupe écologique I. La station SSMF11 est dominée par des espèces opportunistes de second ordre (34,7%), appartenant au groupe écologique IV. La station SIMF01 présente quant à elle, un très faible pourcentage d'espèces appartenant au premier groupe écologique (0,7%), au profit d'espèces qualifiées, d'indifférentes à l'eutrophisation, appartenant au second groupe écologique (58,2%). Enfin, la station SSMF06 est dominée majoritairement par des espèces du groupe III (50,2%).

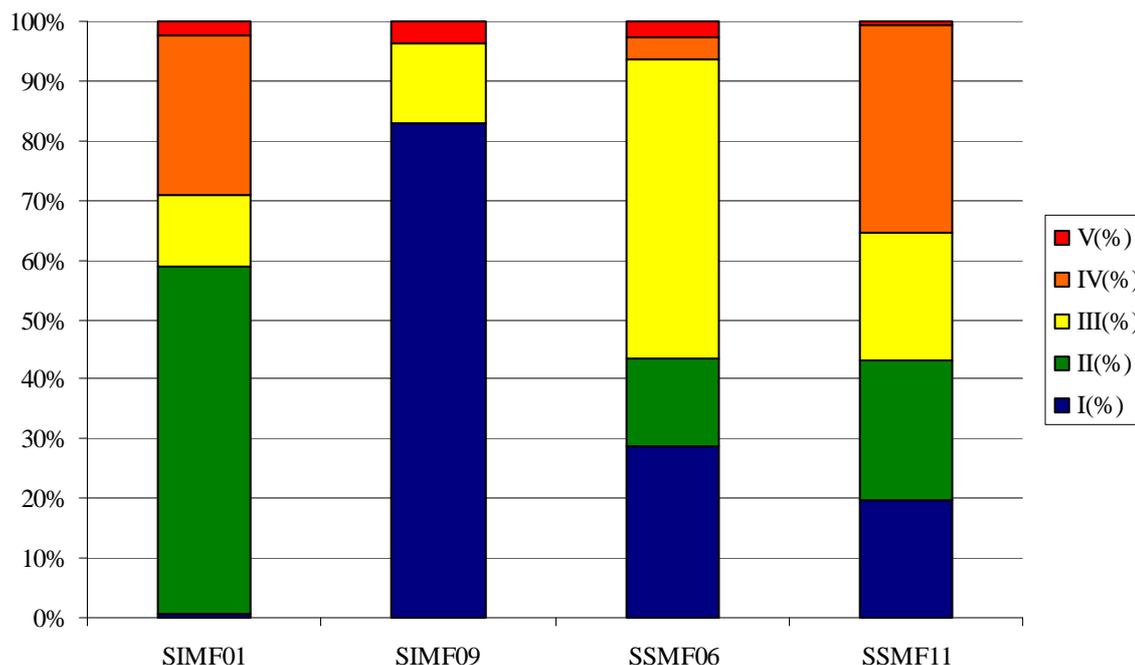


Figure 7 : Répartition des espèces entre les différents groupes écologiques.

δ- Classification ascendante hiérarchique des assemblages étudiés

A un niveau de similarité de l'ordre de 10%, on peut distinguer deux ensembles de stations (Figures 8 et 9). Un premier ensemble constitué des stations SIMF01 et SSMF06, et un second constitué, des stations SIMF09 et SSMF11. Ces deux ensembles, répartis de part et d'autre de la pointe du Cotentin, reflète la « barrière biogéographique » que constitue cette dernière, à l'origine de la disparition de certaines espèces situées en limite nord de distribution géographique et l'apparition d'autres, distribuées en limite sud de leur aire de distribution.



Figure 8 : Dendrogramme des matrices de similarité issues des données macrofauniques des stations de sites d'appui (échantillons poolés, transformation par la fonction racine carré, indice de similarité de Bray-Curtis)

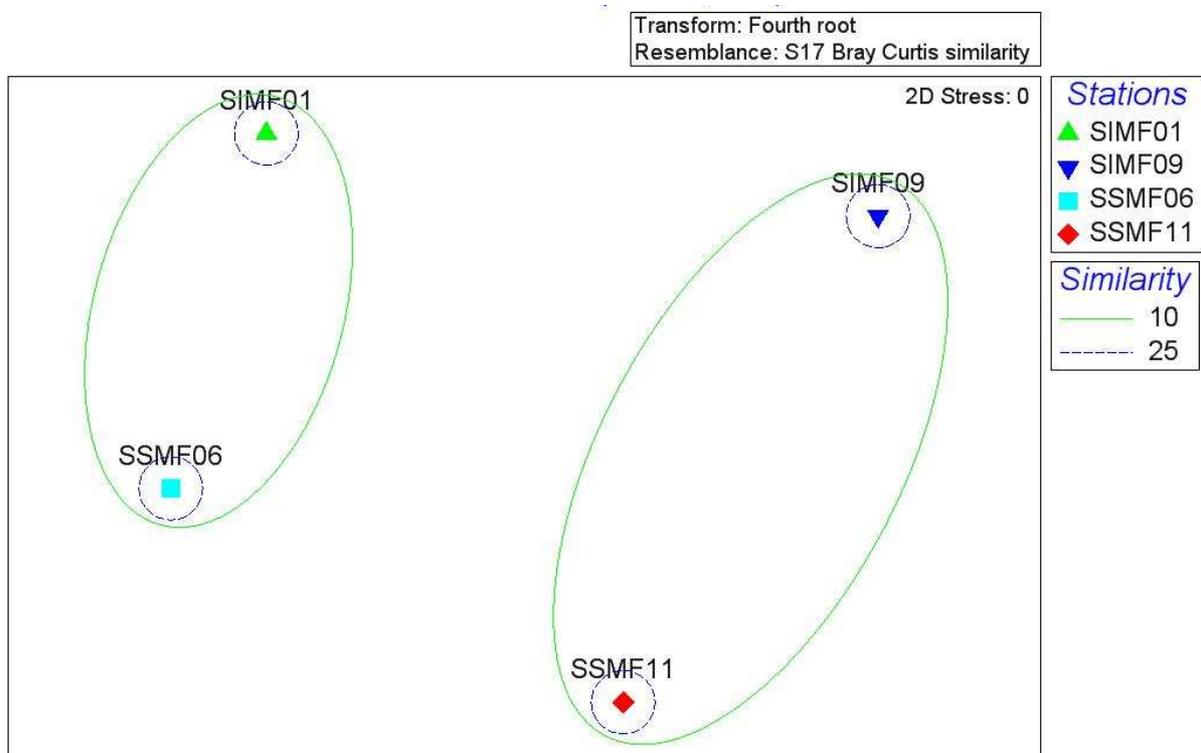


Figure 9 : MDS représentant les similarités entre les quatre stations

c- Evolution temporelle de la macrofaune benthique au sein de chaque station

Afin d'étudier l'évolution temporelle de la macrofaune benthique au sein de chacune des stations, une comparaison des résultats obtenus (richesse spécifique, indice de diversité et abondance) en 2007, 2008 et 2009 a été réalisée (Tableaux 7 et 8 et Figures 10, 11 et 12).

Tableau 7 : Evolution de la richesse spécifique et de l'indice de Shannon depuis 2007

	Richesse spécifique			Indice de Shannon		
	2007	2008	2009	2007	2008	2009
SIMF01	28	31	27	2,42	2,35	1,42
SSMF06	57	55	54	2,24	2,88	2,97
SIMF09	13	13	15	1,47	0,68	1,06
SSMF11	30	40	28	1,97	1,94	2,23

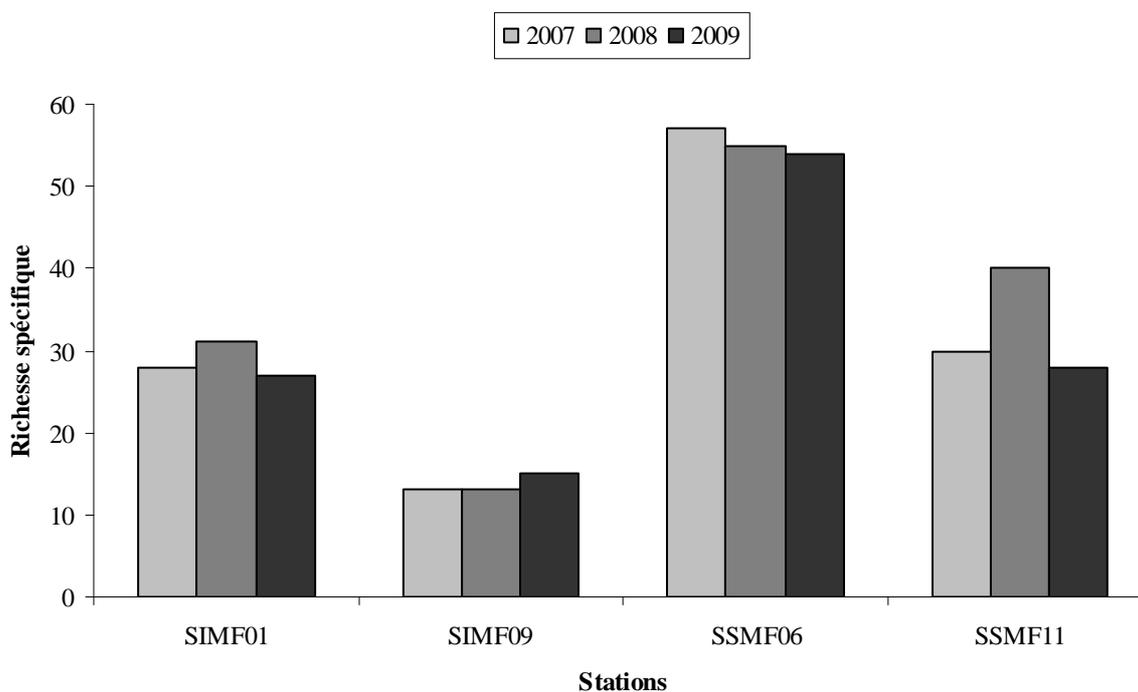


Figure 10 : Evolution de la richesse spécifique depuis 2007.

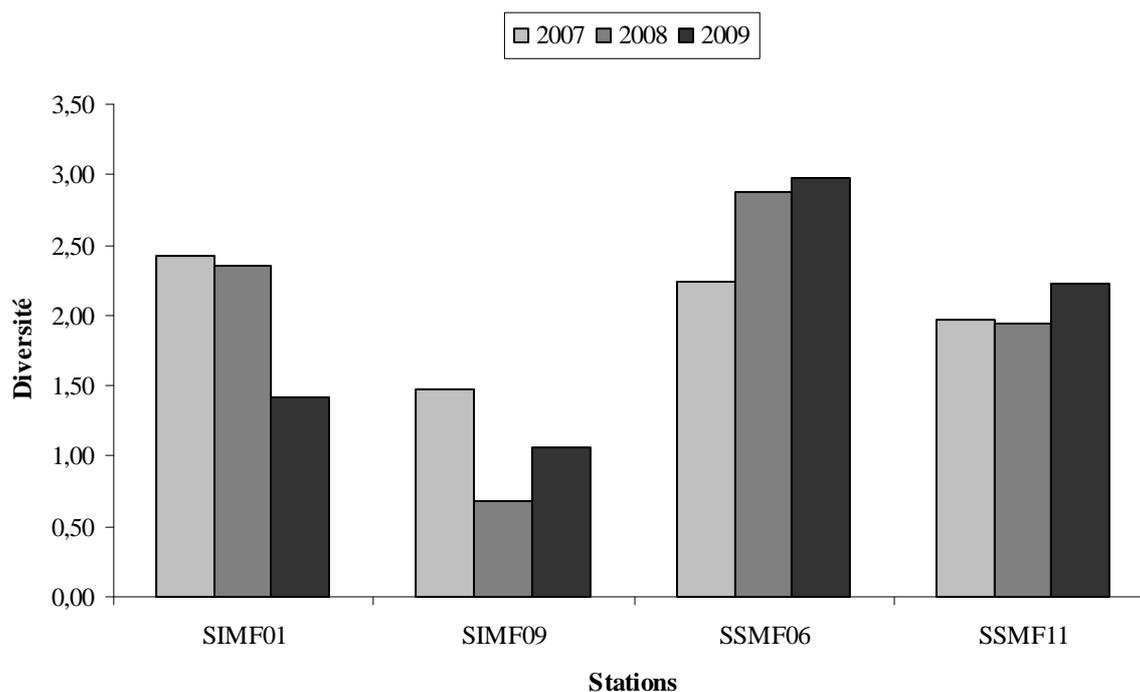


Figure 11 : Evolution de l'indice de Shannon depuis 2007.

Tableau 8 : Evolution de l'abondance moyenne depuis 2007

Stations	Ab moy (0,1m ²) et écartypes		
	2007	2008	2009
SIMF01	147 ±78	272 ±148,5	1389 ±118,3
SIMF09	201 ±115	384 ±98,6	352 ±170,6
SSMF06	847 ±272,1	470 ±126,3	415 ±50,3
SSMF11	122 ±48,8	1000 ±173,4	248 ±207,5

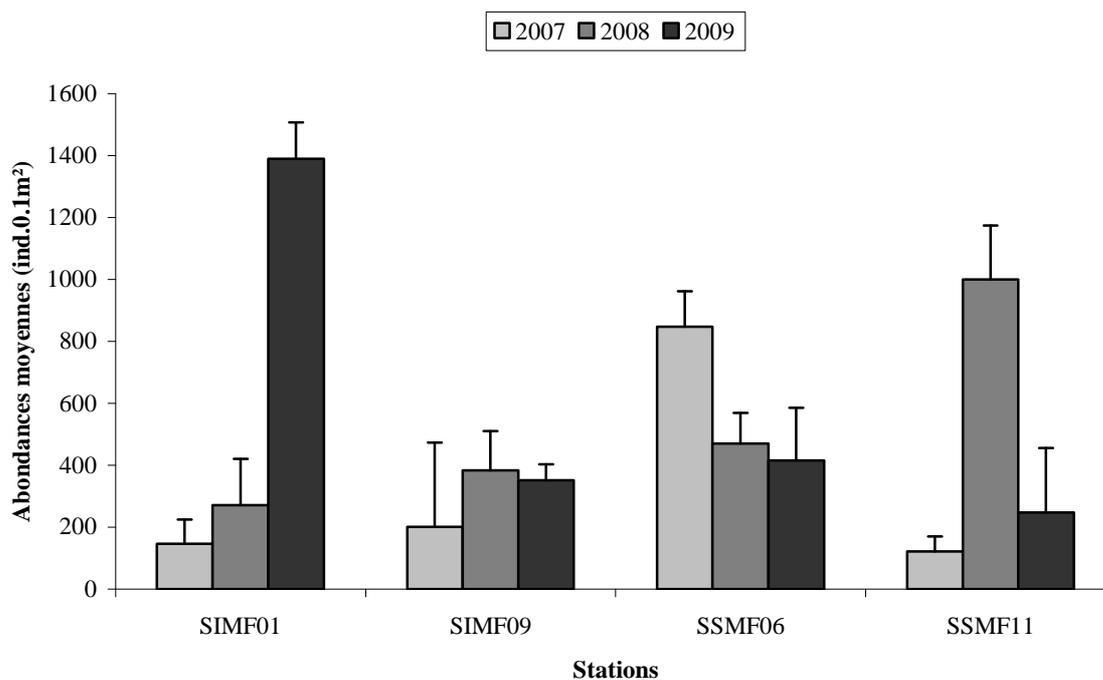


Figure 12 : Evolution de l'abondance moyenne depuis 2007

➤ **SIMF01**

Une analyse préliminaire des assemblages benthiques basée sur la matrice de similarité de Bray-Curtis, a été réalisée à travers un dendrogramme (Figure 13) et un MDS (Figure 14).

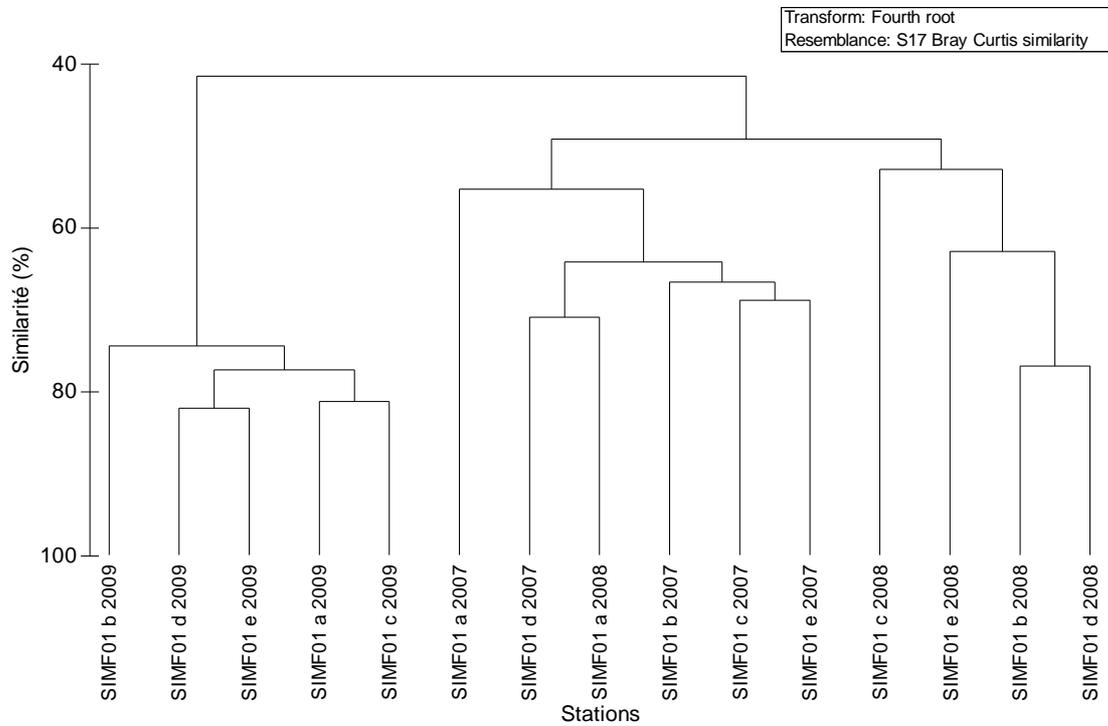


Figure 13 : Dendrogramme effectué à partir de la matrice de similarité basée sur l'indice de Bray-Curtis calculé sur les données macrofauniques transformées (double racine) de 15 échantillons.

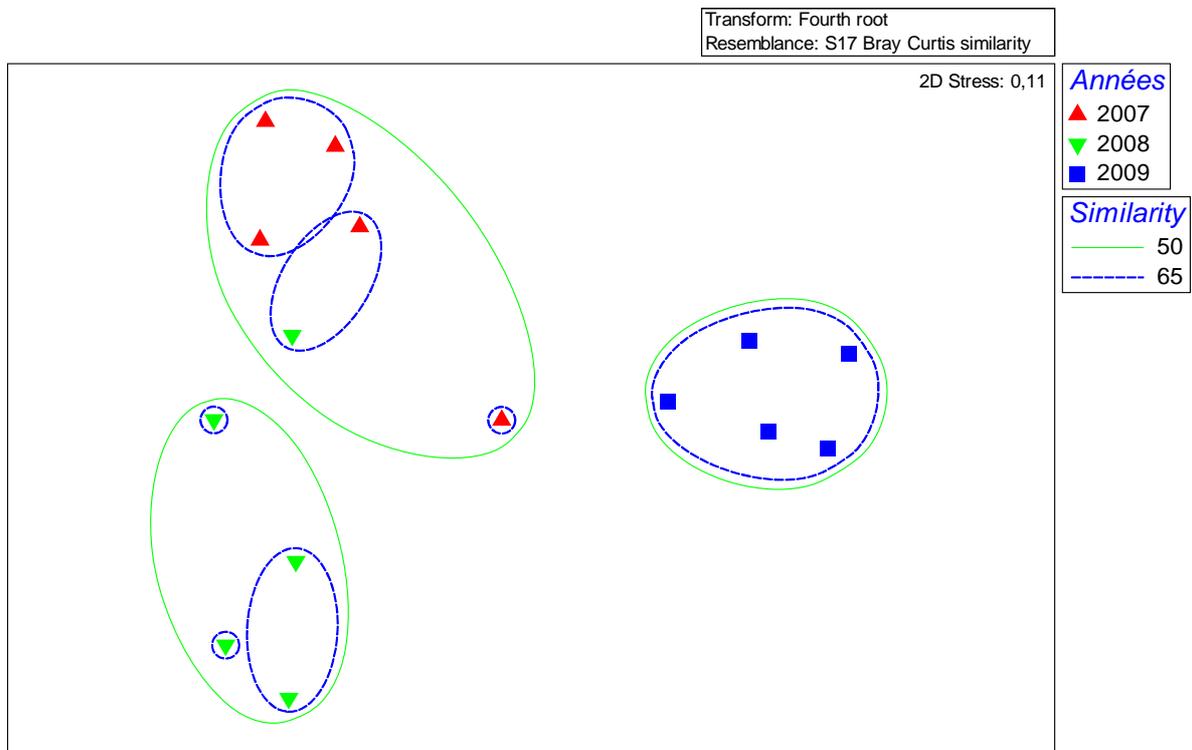


Figure 14 : MDS représentant les similarités entre échantillons des 3 années pour la station SIMF01.

Les résultats issus du dendrogramme (Figure 13) et du MDS (Figure 14) indiquent une évolution du cortège faunistique entre les trois années de suivi à la station intertidale de Chausey (SIM01). Des différences significatives entre les assemblages benthiques en fonction de l'année de prélèvement ont été mises en évidence. Ainsi, l'année 2009 est caractérisée par une augmentation significative de dépositivores de surface, [polychètes (*Ampharete acutifrons*, *Caulleriella* sp. et *Cirriformia tentaculata*) et isopodes (*Cyathura carinata*) (Figure 15)]. Cette tendance peut raisonnablement être mise en relation avec l'augmentation des teneurs en matière organique (Tableau 5).

A l'inverse, l'amphipode *Corophium arenarium* et l'annélide polychète *Pygospio elegans* sont absents du site d'étude en 2009.

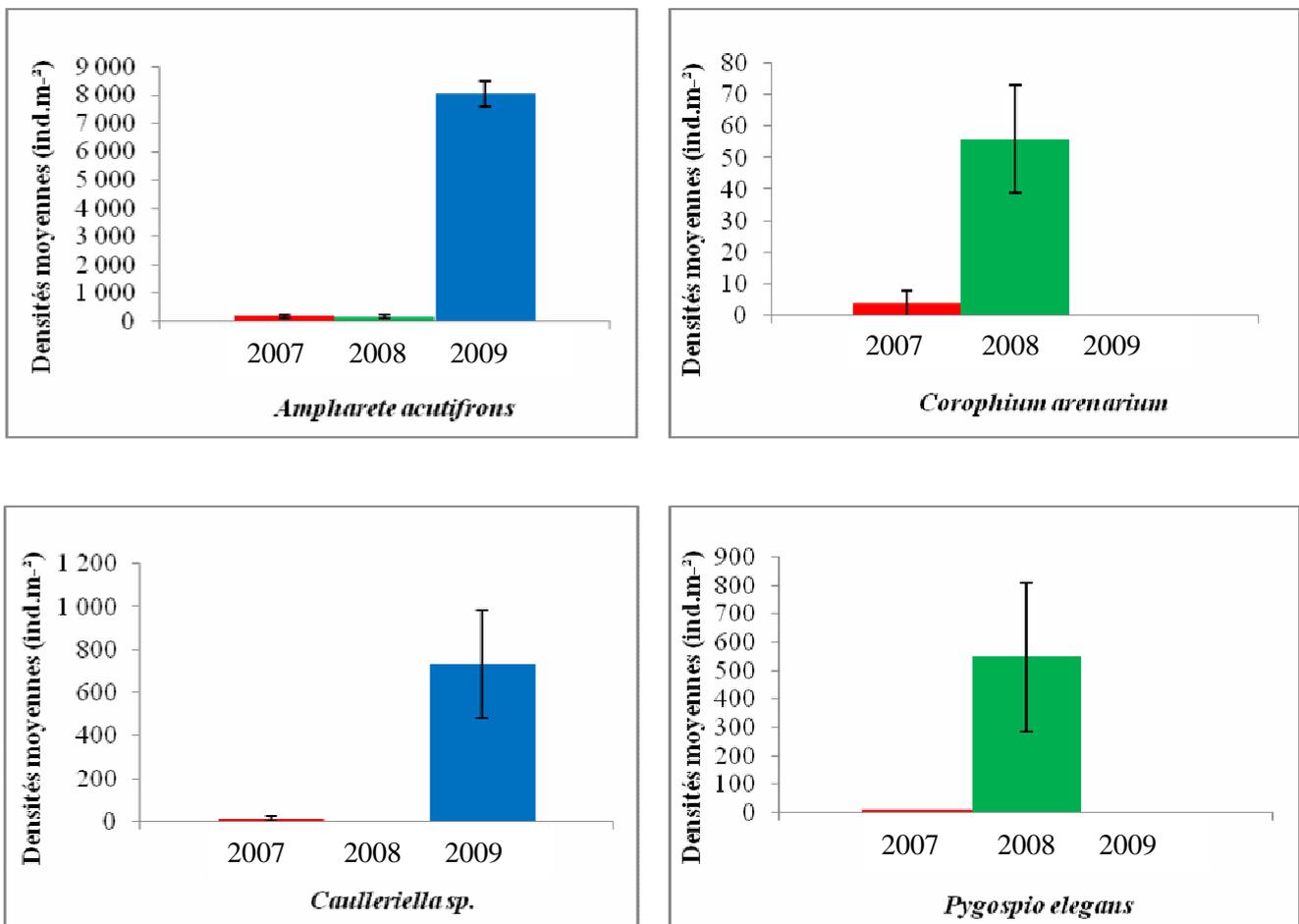


Figure 15 : Evolution temporelle des abondances moyennes de quelques espèces macrobenthiques à la station intertidale de Chausey. L'erreur-type est indiqué pour chaque moyenne.

➤ **SSMF06**

La station subtidale SSMF06 est suivie depuis 2006. Les valeurs de l'indice de Shannon (Figure 11) augmentent significativement depuis 2006. L'abondance et la richesse spécifique ne varient pas significativement d'une année sur l'autre en raison de la forte variabilité entre les échantillons d'une même année. La diversité de l'assemblage faunistique de 2009 est forte, décrivant un peuplement qui tend à s'équilibrer.

L'analyse préliminaire des assemblages benthiques basés sur la matrice de similarité de Bray-Curtis, a été réalisée à travers un dendrogramme (Figure 16) et un MDS (Figure 17).

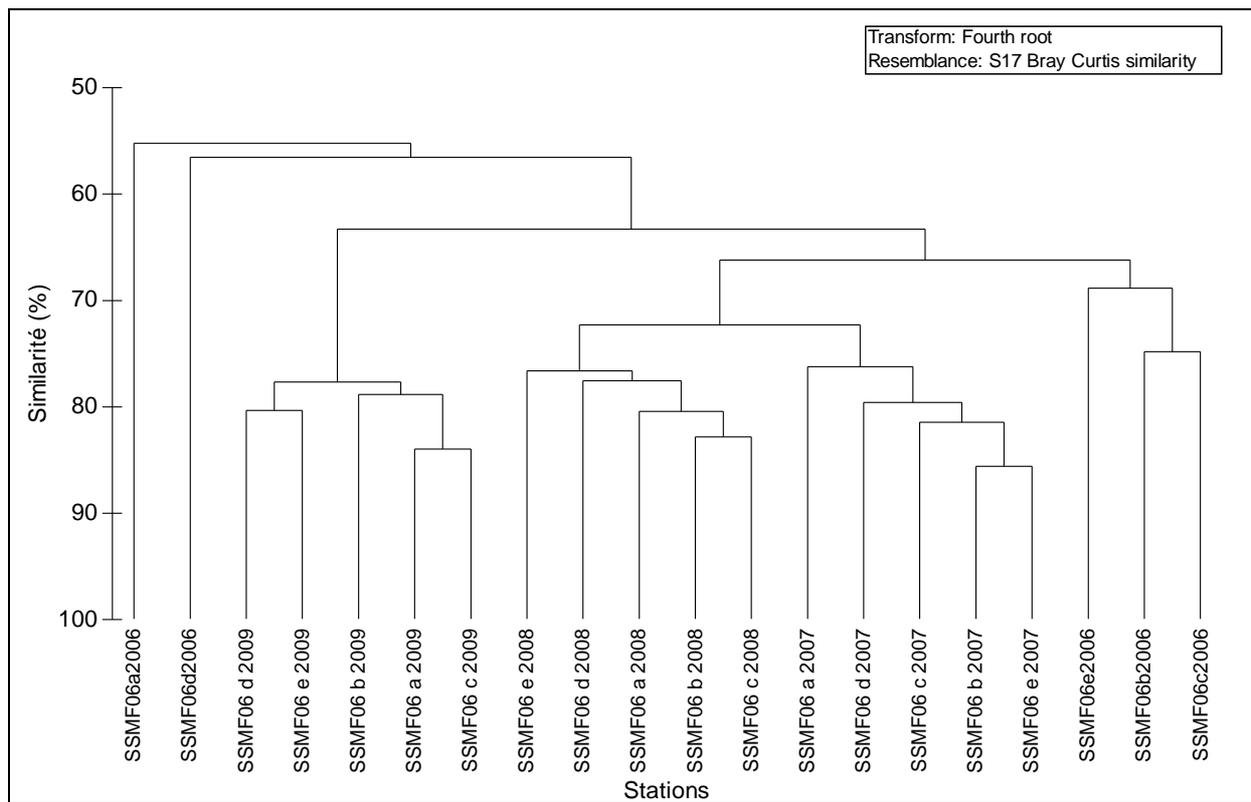


Figure 16 : Dendrogramme effectué à partir de la matrice de similarité basée sur les calculs de l'indice de Bray-Curtis issus des données macrofauniques transformées (double racine) de 20 échantillons.

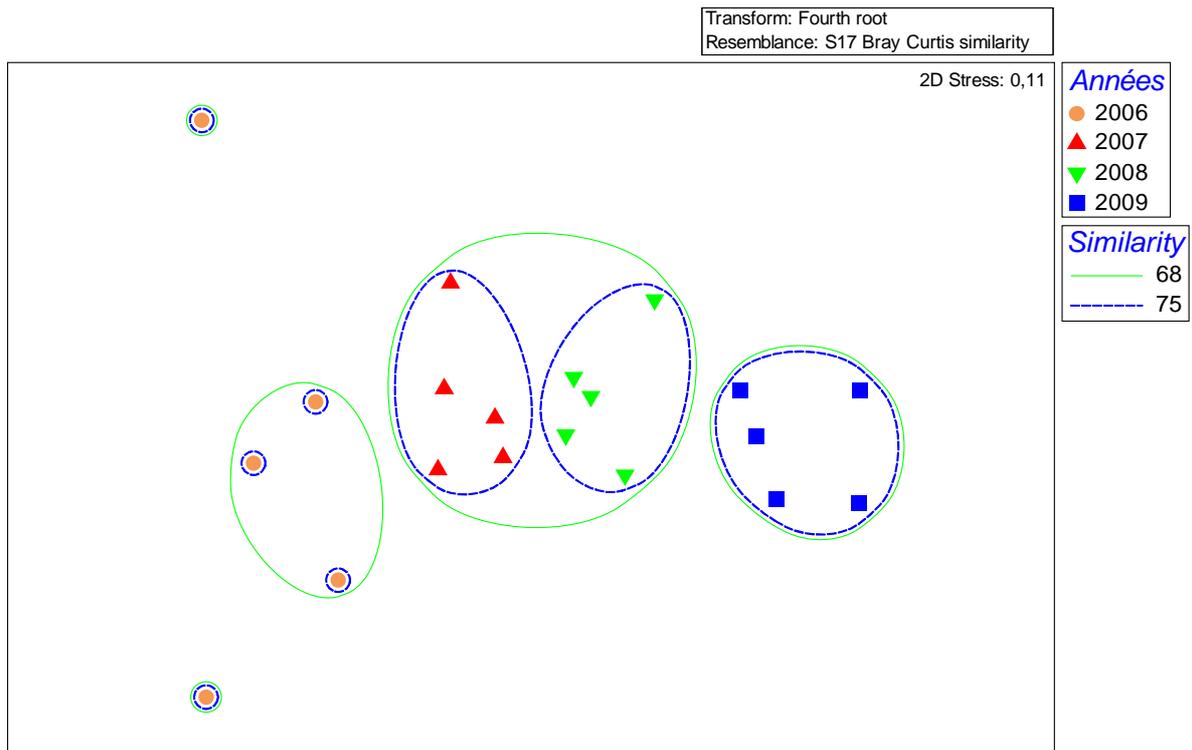


Figure 17 : Représentation du MDS.

Ces représentations indiquent une évolution du cortège faunistique entre les différentes années de suivi. Au seuil de 75% de similarité, nous pouvons distinguer quatre assemblages benthiques significativement différents associés à chaque année de suivi. Les résultats des tests de comparaisons 2 à 2 montrent que l'assemblage de 2009 est significativement différent des trois années précédentes. Malgré des dissimilarités relativement faibles entre assemblages, nous notons des modifications d'abondances d'espèces mises en évidence par l'analyse SIMPER, dont quelques données sont exposées ci-dessous (Figure 18). Les abondances de l'annélide polychète *Lanice conchilega* et du bivalve *Phaxas pellucidus* augmentent très fortement en 2009. A l'inverse, celles de l'amphipode *Ampelisca tenuicornis* et l'annélide polychète *Dipolydora quadrilobata* ne cessent de diminuer depuis 2006.

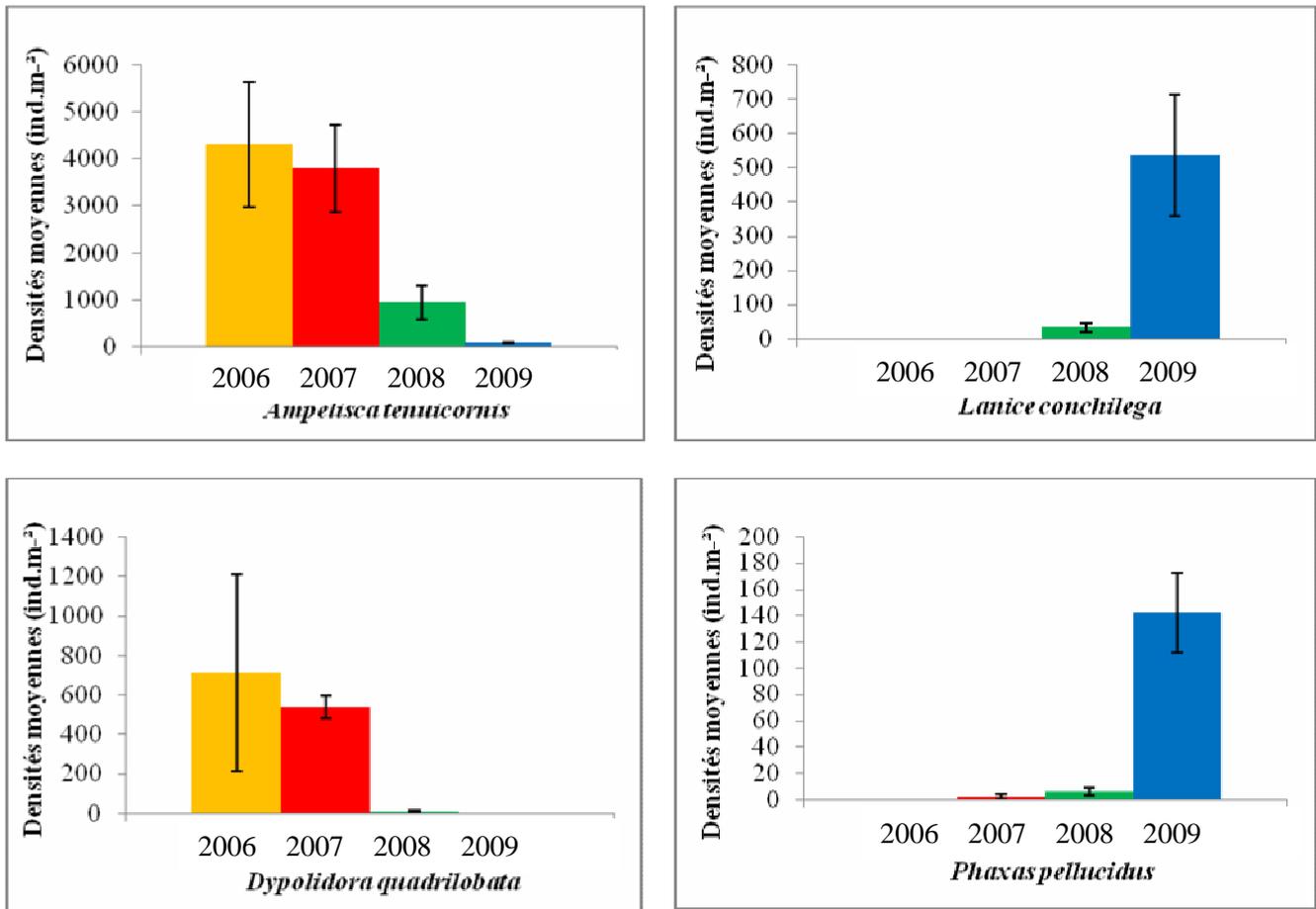


Figure 18 : Evolution temporelle des abondances moyennes de quelques espèces macrobenthiques à la station subtidale de Cherbourg. L'erreur-type est indiqué pour chaque moyenne.

De telles variations d'abondances semblent difficilement imputables à la seule baisse de matière organique (Tableau 5) et ne pourront être interprétées qu'à l'issue d'une série temporelle plus longue.

➤ *SSMF11*

Une analyse préliminaire des assemblages benthiques basée sur la matrice de similarité de Bray-Curtis, a été réalisée à travers un dendrogramme (Figure 19) et un MDS (Figure 20).

On observe une augmentation de l'indice de Shannon en 2009. La richesse spécifique est quant à elle, du même ordre de grandeur que celle de 2007. L'abondance varie de manière significative, avec un pic de 1000 ind.0,1m⁻² observé en 2008.

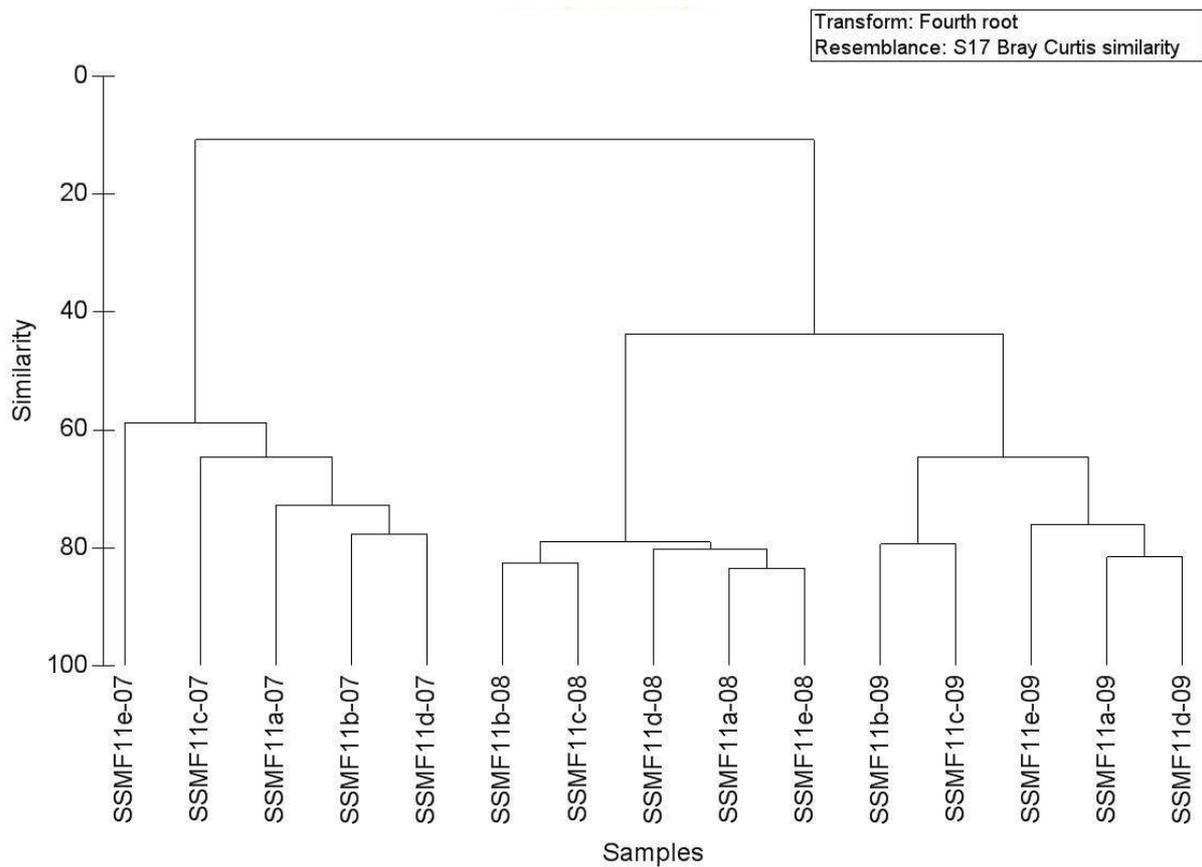


Figure 19 : Dendrogramme effectué à partir de la matrice de similarité basée sur les calculs de l'indice de Bray-Curtis issus des données macrofauniques transformées (double racine) de 15 échantillons.

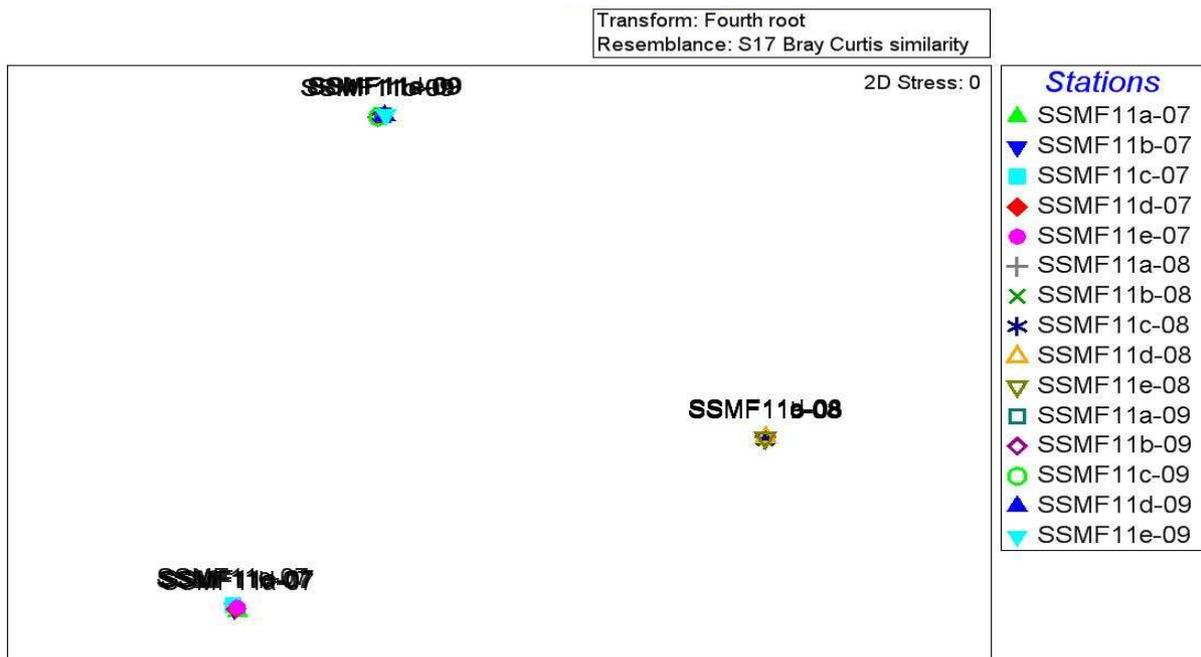


Figure 20 : Représentation du MDS.

Les résultats issus du dendrogramme (Figure 19) et du MDS (Figure 20) indiquent une évolution du cortège faunistique entre les trois années de suivi à cette station.

En 2009, le peuplement est dominé par les espèces d'annélides polychètes *Owenia fusiformis* et *Pectinaria koreni*. Toutefois, des différences significatives ont été mises en évidence entre les assemblages benthiques en fonction de l'année de prélèvement (Figure 21). Ainsi, des espèces présentes en 2007 (*Ophelia sp.* et *Paraonis fulgens*), disparaissent du peuplement en 2008 et 2009. L'année 2008, est quant à elle caractérisée par une forte abondance de l'espèce *Magelona johnstoni*. Celle-ci est absente en 2007 et très peu présente en 2009. Le crustacé, *Diastylis bradyi*, est une espèce annuelle, affine des sédiments vaseux et déposivore de surface dont la présence peut être mise en relation avec le fort de taux de particule fine et de matière organique observés en 2008 (Tableau 5).

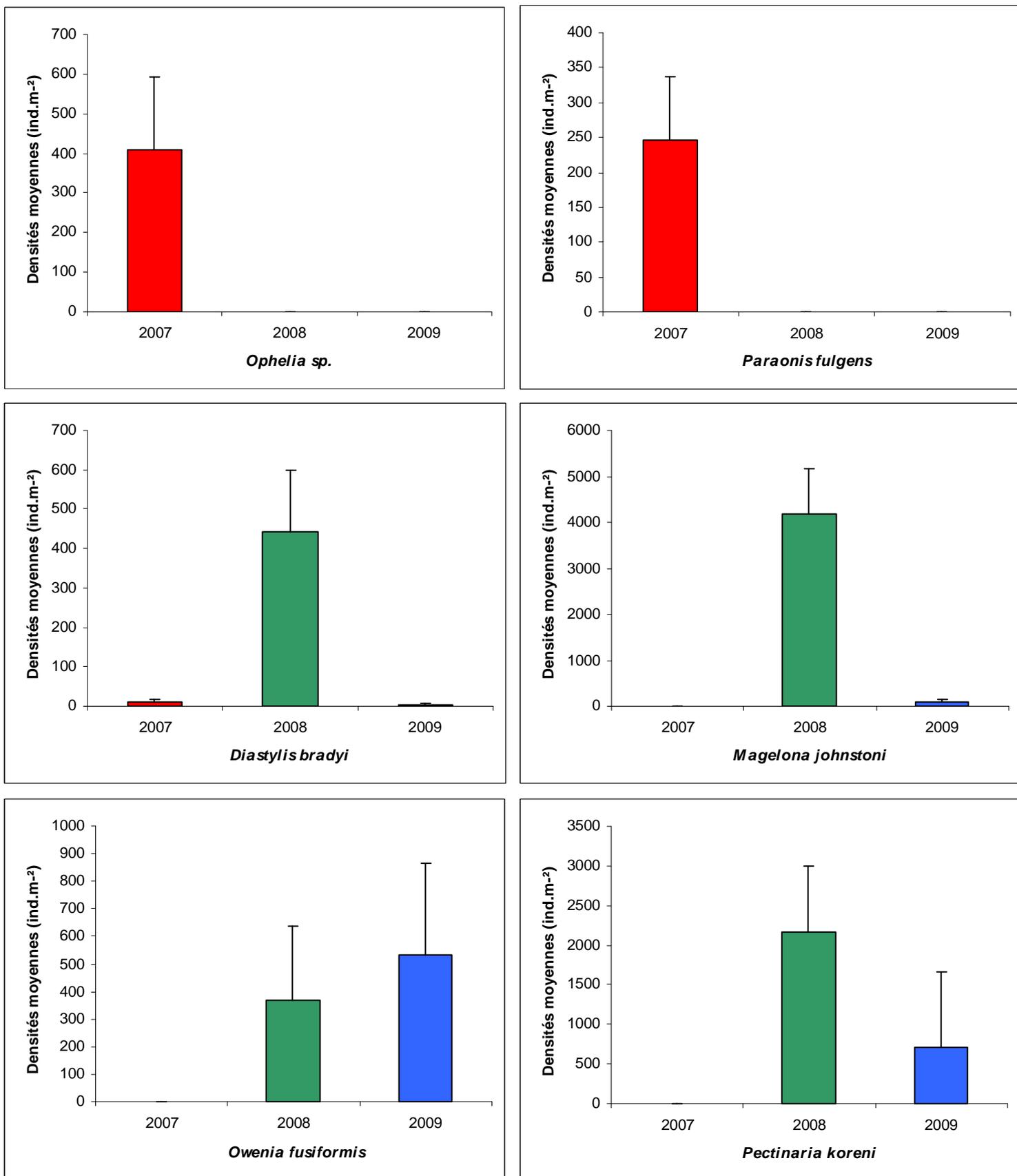


Figure 21 : Evolution temporelle des abondances moyennes de quelques espèces macrobenthiques à la station subtidale SSMF11. L'écart-type est indiqué pour chaque moyenne.

➤ **SIMF09**

Une analyse préliminaire des assemblages benthiques basée sur la matrice de similarité de Bray-Curtis, a été réalisée à travers un dendrogramme (Figure 22).

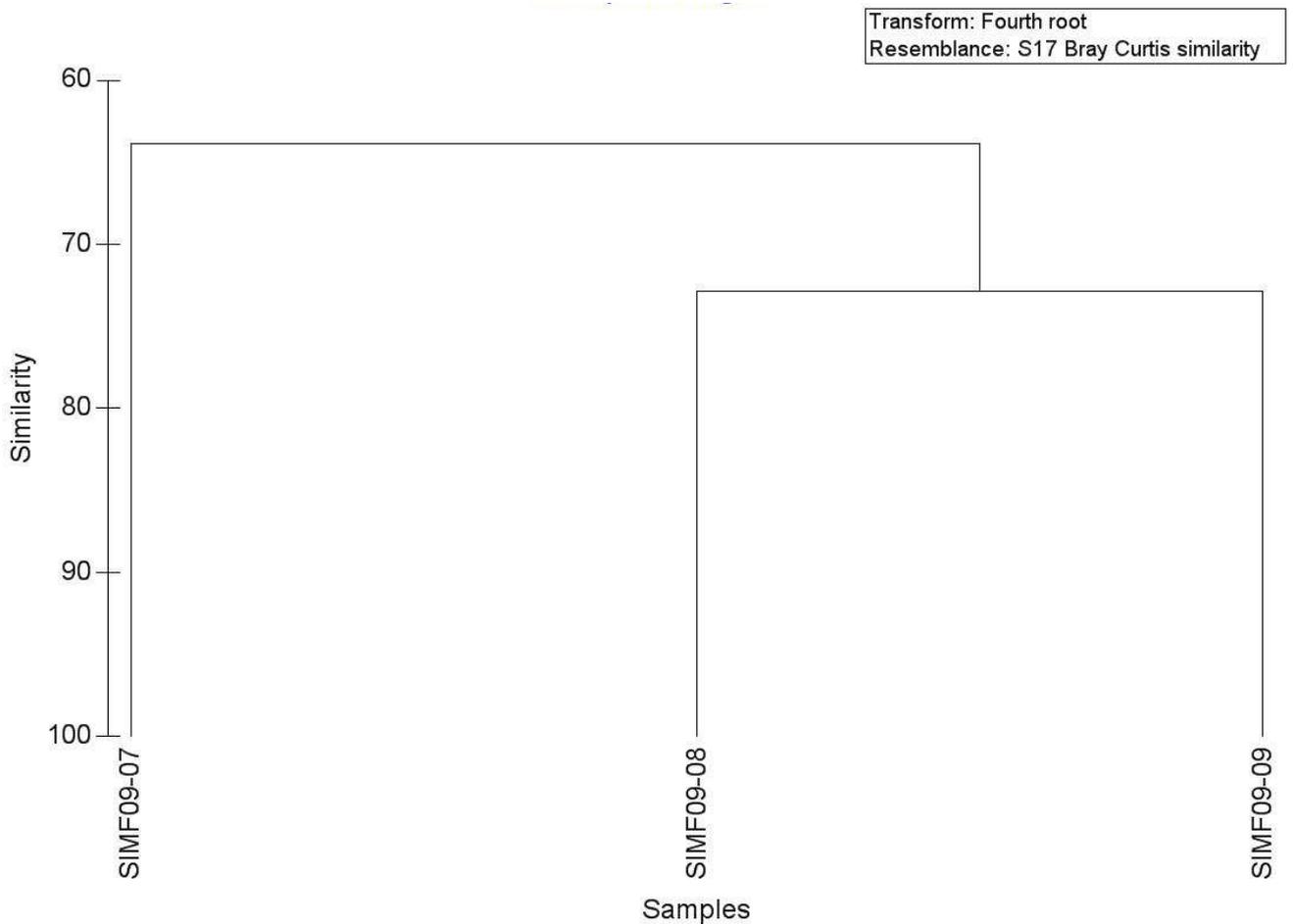


Figure 22 : Dendrogramme effectué à partir de la matrice de similarité basée sur les calculs de l'indice de Bray-Curtis issus des données macrofauniques transformées (double racine) de 3 échantillons

La richesse spécifique rencontrée à cette station est faible et stable dans le temps (similarité de 60%). A l'inverse, l'indice de diversité fluctue dans le temps, avec un minimum observé en 2008, lorsque le peuplement était dominé à plus de 80% par l'amphipode *Bathyporeia pilosa*.

4- Calcul du M-AMBI et conclusion

Le tableau 9 présente les résultats du M-AMBI pour les quatre stations étudiées.

Tableau 9 : Valeur de l'indice M-AMBI et état écologique observés aux stations de sites d'appui.

Station	M-AMBI	Etat écologique
SIMF01	0.64	Bon
SIMF09	0.58	Bon
SSMF06	0.95	Très bon
SSMF11	0.48	Moyen

A l'exception de la station SSMF11, les stations de sites d'appui sont dans un **bon** ou **très bon état écologique**.

La station SSMF06 conserve le très bon état écologique depuis 2007 (Tableau 10). La station SIMF01 reste en 2009, dans un bon état écologique mais la valeur du M-AMBI ne cesse de diminuer depuis 2007.

En revanche, on observe une très nette diminution de la valeur du M-AMBI à la station SSMF11 par rapport à 2008. En 2009, cette station est dominée par l'espèce d'annélide polychète *Pectinaria koreni*. Celle-ci, auparavant classée en espèce sensible à une hypertrophisation (I) a été déclassée cette année et est désormais considérée comme une espèce opportuniste de second ordre (IV). C'est donc ce déclassement qui entraîne le passage du bon état écologique à un état écologique moyen. Afin de le vérifier, un calcul du M-AMBI a été réalisé en considérant cette espèce appartenant toujours au groupe écologique I. La valeur du M-AMBI ainsi obtenue est de 0.73, c'est-à-dire proche de celles observées en 2007 et 2008. On peut donc considérer que cette station est toujours dans le bon état écologique en 2009.

La station SIMF09 oscille quant à elle, entre le bon état écologique et un état écologique moyen. Cette station présente pourtant le plus fort pourcentage d'espèce appartenant au groupe écologique I (> 80%), mais elle est pénalisée par une faible richesse spécifique et un faible indice de Shannon.

Tableau 10 : Comparaison de la valeur du M-AMBI depuis 2007.

Station	M-AMBI		
	2007	2008	2009
SIMF01	0,78063	0,74307	0.63876
SIMF09	0.6389	0.50946	0.57832
SSMF06	0,87574	0,91828	0.94764
SSMF11	0.76114	0.73148	0.48441

C- Banc de maërl

Rappel des obligations/recommandations de la DCE pour la végétation benthique (Guillaumont et al., 2005)

La surveillance des algues macroscopiques et des phanérogames est rendue obligatoire par l'article 1.1.4 de l'annexe V de la DCE, qui inscrit ce paramètre à la liste des éléments de qualité biologique permettant l'évaluation de l'état écologique des Masses d'Eau côtières. Ce suivi doit être systématiquement mis en œuvre dans le cadre du contrôle de surveillance (Annexe V – art. 1.3.1).

Les macroalgues et les angiospermes sont d'excellents indicateurs de la qualité générale du milieu et peuvent permettre, notamment, de témoigner des changements globaux à plus ou moins long terme. Pour cela, il faut suivre la composition et l'abondance de la flore aquatique (autre que le phytoplancton) (Annexe V – art. 1.1.4). Les paramètres de l'élément de qualité « végétation » permettant de définir l'état écologique sont :

- « tous les taxa d'algues macroscopiques et d'angiospermes sensibles aux perturbations et associés aux conditions non perturbées (...) » ;
- les niveaux de couverture d'algues macroscopiques et l'abondance d'angiospermes (...). » (Annexe V – art. 1.2.4)

1- Introduction

Le terme de *maërl* désigne des accumulations d'algues calcaires rouges (corallinacées) vivant librement sur les fonds meubles infralittoraux des côtes européennes. En Europe, les deux espèces principales sont *Lithothamnium corallioides* et *Phymatholithon calcareum* (Grall, 2002). De véritables bancs d'algues se forment par accumulation sur une épaisseur variant de quelques centimètres à plusieurs mètres. L'accumulation des thalles carbonatés provoque la mort et le blanchissement des couches inférieures, seule la couche supérieure restant vivante, d'une couleur allant du rose au violet. Sur la côte est atlantique, les bancs de maërl s'étendent du Maroc - Mauritanie au sud, jusqu'en Norvège voir même en Russie du nord. C'est apparemment en Bretagne que les bancs de maërl sont parmi les plus abondants en Europe. Le maërl est un habitat très commun dans le golfe Normand-breton. Dans la bande côtière concernée par la Directive Cadre sur l'Eau, le secteur nord de l'archipel de Chausey abrite la fin d'un vaste banc de maërl s'étendant jusqu'à l'île de Jersey. Ce rapport précise l'étendue de ce banc de maërl et donne quelques éléments concernant « son état de santé ».

2- Méthodes cartographiques utilisées

Afin d'estimer l'étendue du banc de maërl au nord de l'archipel de Chausey, nous avons utilisé un sonar latéral Edgetech 272 TD de l'Université de Caen, UMR 6143 M2C (Photo 1). Il s'agit d'un sonar latéral analogique d'une longueur de 1,20m pour un poids de 25kg. Il fonctionne avec 2 fréquences d'émission, une à 100 KHz pour laquelle la pénétration dans le sédiment est de quelques cm et une à 500 KHz dont la pénétration dans le sédiment est quasi nulle (Baltzer et al., 2005; Fournier et al., 2009).



Photo 1 : Sonar latéral Edgetech 272 TD

Ce sonar latéral, communément appelé « poisson » émet une onde acoustique qui va se réfléchir sur le fond marin. Tracté dans l'eau à partir d'un bateau, le poisson insonifie de part et d'autre de son axe une « bande » de fond marin de largeur variable (environ 200 m dans le cadre de cette étude). Cette bande insonifiée ou « photographie acoustique » offre plusieurs teintes de gris qui correspondent aux différentes caractéristiques des sédiments. En effet, l'onde acoustique est rétrodiffusée par les sédiments en fonction de leur nature, de leur état de compaction, ainsi qu'en fonction de leur morphologie. L'acquisition de plusieurs bandes juxtaposées permet alors la réalisation d'une mosaïque sonar qui constitue une image très précise des fonds marins (la résolution spatiale est de l'ordre d'une trentaine de cm). La détection, l'identification puis l'interprétation des isophènes des différents faciès acoustiques permet d'en établir la cartographie géoréférencée.

Au total, 11 profils sonar ont été réalisés sur 2 jours, les 16 et 17 juin 2009 à bord du navire « Louis Fage » du Muséum National d'Histoire Naturelle.

Afin de contrôler les résultats obtenus à partir du sonar acoustique et de juger de la vitalité des fonds de maërl, des prélèvements ont été effectués en différents secteurs du banc selon un carroyage de 1km (Figure 23).

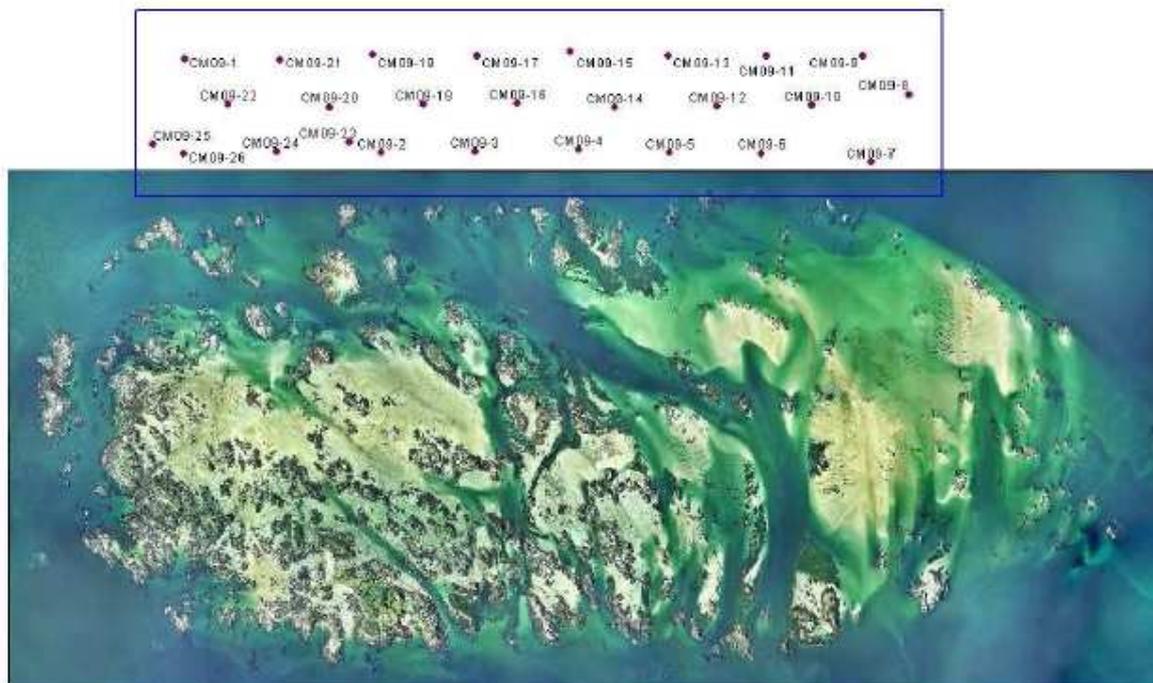


Figure 23 : Plan d'échantillonnage

Un total de 26 prélèvements a été effectué à la benne Smith McIntyre (0,1m²) le mardi 28 juillet à bord du navire « Louis Fage ». En fonction du refus, la totalité ou une fraction seulement de chaque benne a été conditionnée en sac plastique préalablement étiqueté. Une fiche-station a été remplie à chaque fois. De retour au laboratoire, les sacs ont été stockés à l'obscurité et au frais afin que le maërl vivant ne se décolore avec le temps. Chaque prélèvement a ensuite été tamisé sur une maille circulaire de 5 mm, pour une meilleure séparation du maërl d'après la méthode préconisée par Grall (2003) et Hily & Grall (2003) dans le cadre du programme REBENT. Le taux de recouvrement est obtenu par le rapport, exprimé en pourcentage, de la surface ainsi couverte sur la surface de prélèvement (0,1m² pour la benne Smith McIntyre). Le taux de recouvrement de maërl peut dépasser 100% lorsque les brins s'entassent sur plusieurs couches. La même opération est effectuée pour les brins vivants. La séparation des brins vivants et morts est faite en fonction de leur coloration : les brins roses violacés à plus de 50% ont été considérés comme vivants.



Photo 2 : Prélèvement de maërl via la benne Smith

Trois photographies ont été prises pour chaque benne (Photo 2), correspondant au prélèvement brut, à la superficie du maërl (vivant et mort) et à la superficie du maërl vivant. Pour chaque prélèvement, un morphotype de maërl a été conservé dans du formol (Station Marine MNHN de Dinard, CRESCO).

3- Résultats des prélèvements à la benne

Les résultats des prélèvements sont fournis dans le tableau 11, ci-dessous.

Stations	GPS (Lambert 2 étendu)		Surface analysée*	% maërl	% maërl vivant	Ratio maërl vivant/ maërl mort	Crépidules	
	X	Y					vivantes	mortes
CM09-1	292337	2444134	0,1m ²	75%	20%	0,36	+++	
CM09-2	294358	2443161	0,025m ²	115%	40%	0,5	-	-
CM09-3	295320	2443173	0,025m ²	129%	24%	0,23	-	-
CM09-4	296392	2443198	0,0125m ²	504%	80%	0,19	-	-
CM09-5	297325	2443164	0,0125m ²	640%	80%	0,14		+
CM09-6	298273	2443158	0,025m ²	240%	32%	0,15	++	
CM09-7	299398	2443061	0,0125m ²	360%	24%	0,07		++
CM09-8	299769	2443766	0,05m ²	160%	20%	0,14		++
CM09-9	299312	2444159	0,05m ²	250%	14%	0,06	-	-
CM09-10	298796	2443649	0,05m ²	20%	3%	0,18	+	++
CM09-11	298325	2444162	0,025m ²	90%	22%	0,32		++
CM09-12	297816	2443641	0,05m ²	80%	7%	0,1	-	-
CM09-13	297316	2444165	0,025m ²	40%	0%	-	-	-
CM09-14	296759	2443634	0,025m ²	53%	11%	0,26	-	-
CM09-15	296308	2444203	0,025m ²	84%	11%	0,15	-	-
CM09-16	295757	2443673	0,025m ²	40%	4%	0,1		++
CM09-17	295345	2444160	0,025m ²	102%	16%	0,19	+	
CM09-18	294788	2443660	0,1m ²	30%	2%	0,07	-	-
CM09-19	294266	2444172	0,025m ²	84%	20%	0,31	+	
CM09-20	293826	2443637	0,025m ²	40%	8%	0,25		+
CM09-21	293316	2444124	0,05m ²	40%	10%	0,33		+
CM09-22	292779	2443663	0,025m ²	40%	10%	0,33	-	-
CM09-23	294032	2443269	0,025m ²	66%	40%	1,54	-	-
CM09-24	293277	2443177	0,025m ²	96%	80%	5	-	-
CM09-25	292011	2443252	0,025m ²	24%	16%	2		++
CM09-26	292322	2443156	0,05m ²	35%	13%	0,6	+	+

Tableau 1 : Données issues des prélèvements de sédiments à la benne Smith (0,1m²)

* 0,0125 m² : 1/8 du prélèvement analysé ; 0,025 m² : ¼ du prélèvement analysé; 0,05m² : ½ du prélèvement analysé

Les figures suivantes présentent les résultats du tableau ci-dessus sous la forme de cartes krigées (NTF Clarke 1880, Lambert II étendu) par le logiciel Surfer (Figure 24). La première carte krigée (% Maërl) permet de nettement identifier le secteur qui offre le plus fort taux de recouvrement. Ce secteur se situe au Nord de la roche de la Sellière. Dans le détail, la partie nord-est de l'archipel semble présenter le plus fort taux de recouvrement (> 200%). La seconde carte (Maërl vivant/Maërl mort) présente, sous forme krigée, le ratio entre le % de maërl vivant et le % de maërl mort. Seules 5 stations présentent un ratio maërl vivant/maërl mort supérieur à 0,5. Le secteur situé au Nord des Rondes de l'Ouest présente le plus fort ratio. Cette information est importante puisque ce secteur est assez peu éloigné du grand banc de maërl vivant situé à 2 milles à l'Ouest de l'archipel de Chausey. Contrairement à ce que l'on aurait pu supposer, peu de stations présentent des crépidules (*Crepidula fornicata*).

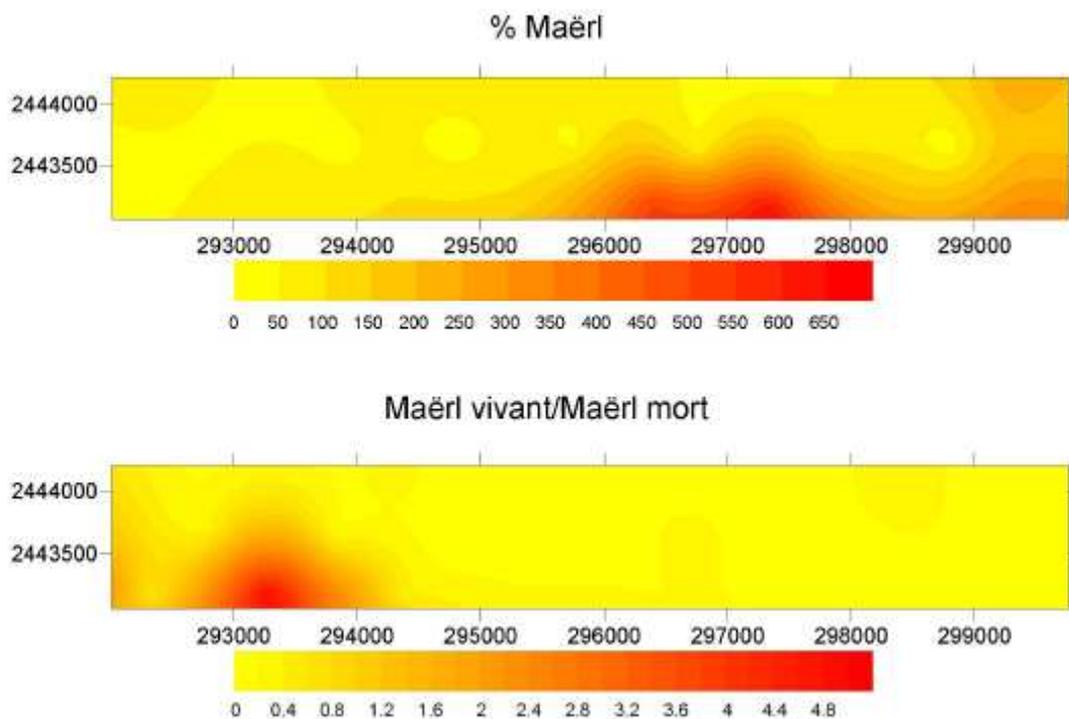


Figure 24 : Cartes krigées des différents paramètres utilisés pour qualifier l'état du maërl

4- Résultats de l'analyse des images sonar

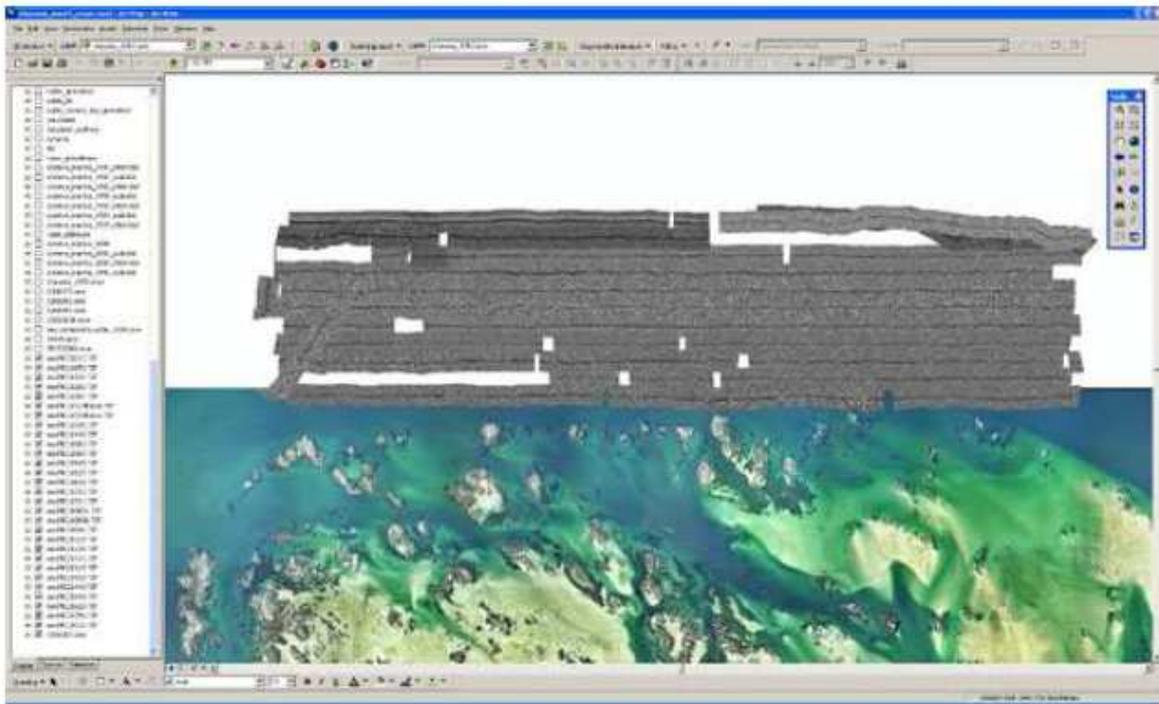


Figure 25 : Mosaïque sonar géoréférencée et vue de la partie Nord de l'archipel de Chausey

L'analyse des images sonar est essentiellement texturale et structurale, la teinte étant un paramètre peu discriminant. En cela, l'analyse d'image acoustique est assez semblable à celle de la photo-interprétation d'images aéroportées. Il a été possible de distinguer plusieurs faciès acoustiques sur la mosaïque (Figure 25), ce qui ne veut pas dire qu'il a été possible de délimiter spatialement ces faciès. Le faciès le plus répandu est celui du maërl [texture pommelée (Figure 26, faciès D)]. Les autres faciès sont : (1) un faciès de roches isolées et platiers rocheux (Figure 26, faciès A), (2) un faciès de sable moyen/grossier [texture lisse (Figure 26, faciès C)], (3) un faciès de sable modelé en rides submétriques [structure ridée (Figure 26, faciès B)]. Ces quatre faciès sont assez nettement identifiables localement. Toutefois, les faciès « maërl » et « sable moyen/grossier » sont difficilement délimitables précisément en raison de gradients progressifs faisant passer d'un faciès à un autre. Il a été reconnu plusieurs traces de dragues à bivalves, assez peu nombreuses cependant (Figure 27). L'impact de ces traces de dragues contribue essentiellement à homogénéiser le sédiment sur des surfaces plus ou moins importantes et renforçant ainsi la difficulté de correctement discriminer un faciès par rapport à l'autre.

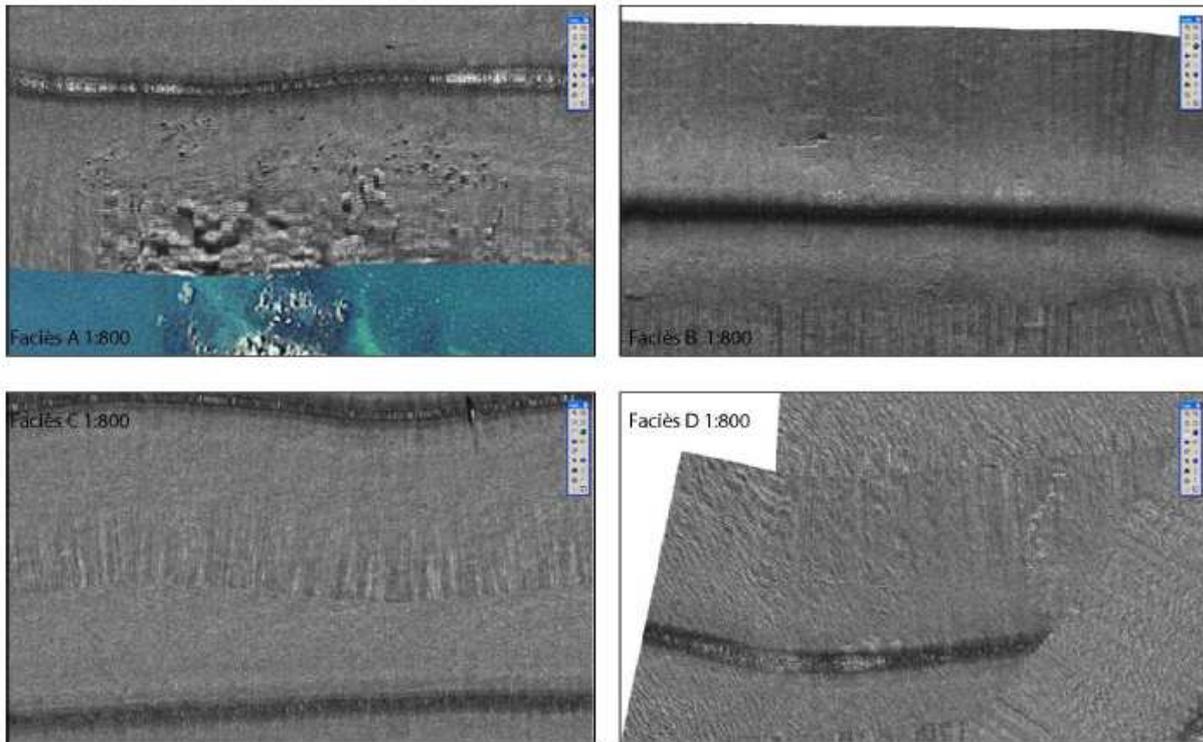


Figure 26 : Faciès acoustiques reconnus

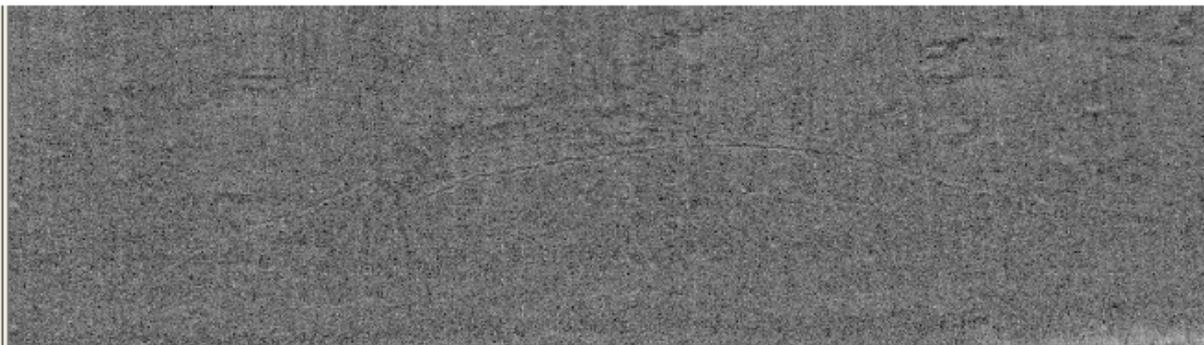


Figure 27 : Faciès acoustiques reconnus

5- Résultat cartographique

La zone prospectée au sonar représente une superficie de l'ordre de 1600 hectares (rectangle de 2km sur 8km environ). Parmi ces 1600 hectares, 310 hectares correspondent au faciès du maërl, soit environ 20% de la superficie totale (Figure 28). Il faut toutefois être prudent avec ce chiffre, car comme cela a été mentionné précédemment, la distinction entre les différents faciès n'est pas toujours aisée et les limites sont loin d'être franches et bien marquées. Ainsi, des secteurs qualifiés de fond de maërl, peuvent en réalité être davantage colonisés par des crépidules, dont la signature acoustique est proche, comme le confirment les prélèvements effectués à la benne (exemple de la station CM09-1). Globalement, sur le secteur d'étude, il semble que nous ne puissions pas à proprement parler de banc de maërl, mais plutôt d'un sédiment hétérogène composé de débris coquillier, de sédiments moyens à grossiers et de brins de maërl, vivant et/ou mort, le tout en proportion variable.

L'espèce dominante n'a pu être identifiée, la distinction à l'oeil nu entre les deux espèces principales étant délicate. Toutefois, les thalles de *Phymatolithon calcareum* (Pallas) se développent généralement sur des fonds de graviers et cailloutis en eau claire, alors que *Lithothamnium corallioides* affectionne les substrats envasés (Dauvin, 1997). Le secteur Nord de Chausey étant soumis à un fort hydrodynamisme et des eaux peu turbides, il est fort probable que l'espèce *Phymatolithon calcareum* soit majoritaire.

Site	% maërl vivant	Densité maërl (% de recouvrement de la surface)	Espèce dominante
Nord Chausey	5 - 80%	20 - >100%	<i>Phymatolithon calcareum</i> (?)

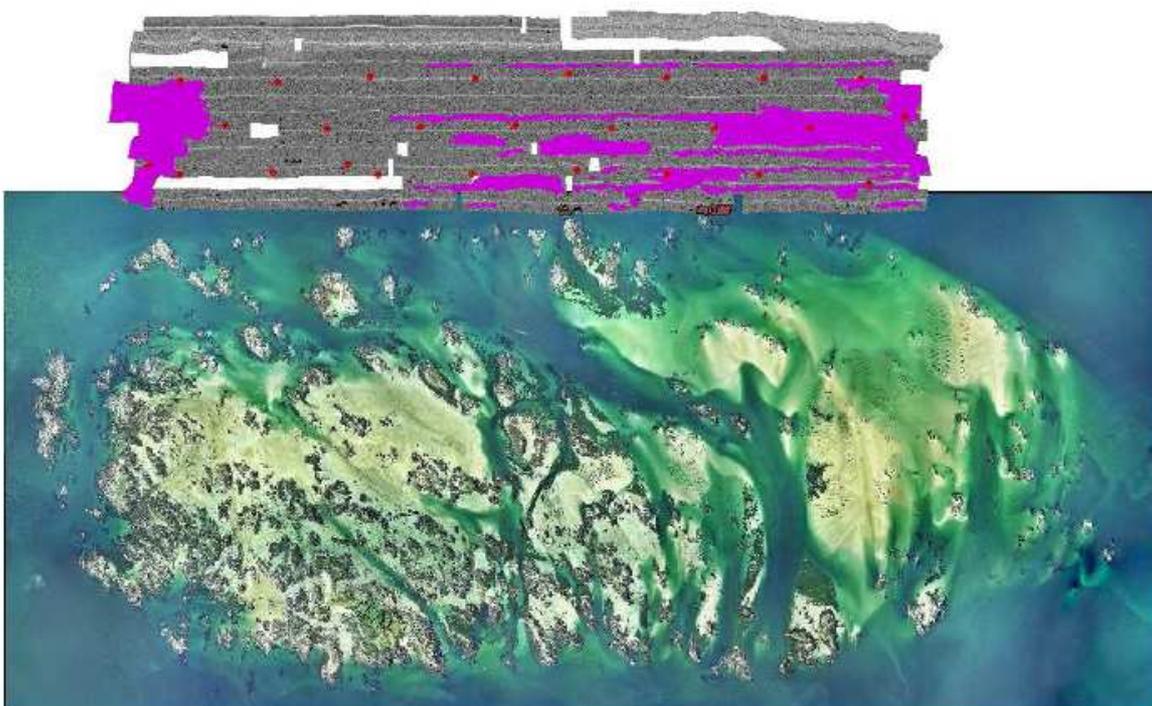


Figure 28 : Emprise de la zone photo-identifiée contenant le faciès « maërl »

D- Suivi surfacique des algues opportunistes (Cette partie reprend le rapport réalisé par le CEVA)

1- Contexte et objectifs

Depuis la fin des années 60, le littoral breton est touché, en certains points, par des proliférations de macroalgues vertes de type Ulves, connues du public sous le terme de « marées vertes ».

La Directive Cadre sur l'Eau recommande un suivi des blooms macroalgaux, sur l'ensemble du linéaire côtier. L'Ifremer est le responsable de ces suivis.

Le CEVA a été en charge de suivre, de 2002 à 2006, le phénomène de marées vertes exclusivement à l'échelle de la Bretagne, dans le cadre du programme Prolittoral, programme régional et interdépartemental de lutte contre les marées vertes (financement de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne, du Conseil régional de Bretagne et des quatre Conseil généraux bretons). Dans ce cadre, le CEVA a développé des outils spécifiques pour évaluer le phénomène et son évolution. Ces outils ont été élaborés en partant de la connaissance du phénomène acquise au travers des suivis antérieurs, réalisés pour le compte du conseil général des Côtes d'Armor, de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne et de collectivités locales bretonnes particulièrement touchées par le phénomène.

En 2005, le CEVA a mené un premier repérage des secteurs touchés pour le compte de la Diren BN (survol en début juillet suite à des observations en juin dans le cadre d'autres travaux ; pas d'opération de terrain). En 2006 ont été réalisés 2 survols (13 juillet et 22 août) associés à quelques opérations de « vérité terrain » pour le compte de l'Agence de l'Eau Seine Normandie. Ces premières observations avaient permis de mettre en évidence des échouages relativement importants sur la presqu'île du Cotentin au sud de Granville, à l'embouchure de la Vire et sur la côte de Nacre.

En 2008 puis en 2009, l'Ifremer, dans le cadre du programme de surveillance de la DCE, a commandé au CEVA le suivi du phénomène à travers trois volets :

- un dénombrement des points du littoral touchés par des proliférations d'Ulves,
- une évaluation des surfaces concernées par les algues vertes (dépôt+rideau),
- une veille auprès des communes sur les volumes de ramassage.

Pour ce programme de surveillance du littoral, étaient prévues, dans la mesure des possibilités techniques, trois dates d'inventaire, sur les côtes allant de Sain Jean le Thomas au Tréport. Les périodes suivantes avaient été proposées : début mai, début juillet et début septembre de sorte à considérer l'ensemble de la période a priori la plus favorable pour les proliférations et échouages d'algues vertes.

2- Méthodes

Les méthodes et outils pour suivre les marées vertes, appliqués ici sur la façade Seine Normandie dans le cadre du programme de surveillance DCE, ont été mis au point par le CEVA dans le cadre du programme Prolittoral, programme régional et interdépartemental de lutte contre les marées vertes en Bretagne, financé de 2002 à 2006 par les 4 Conseils généraux bretons, le Conseil régional de Bretagne et l'Agence de l'Eau Loire Bretagne ; ce programme ayant lui même bénéficié des acquis des études antérieures décrites en partie 1.

2.1 Dénombrement des sites

Le dénombrement des sites touchés par des échouages d'ulves a été réalisé, par survols aériens au moyen d'un CESSNA. Un plan de vol a été calé de sorte à pouvoir parcourir le littoral à un niveau de marée suffisamment bas pour chaque date d'inventaire. **La carte 1** présente le trajet parcouru par l'avion (trajet permettant de couvrir dans les meilleures conditions et à un coût acceptable la majorité du littoral, exception faite de l'extrême pointe du Cotentin difficile à survoler du fait des installations nucléaires).

Les survols sont planifiés pour correspondre au mieux aux heures de basse mer des zones survolées et lors de coefficients de marée suffisant (supérieurs à 75 quand cela est possible) afin de pouvoir observer de manière optimale les dépôts sur l'estran. Pour être le plus près possible de la marée basse des deux côtés de la presqu'île du Cotentin, une pause d'une heure et demi est faite à Cherbourg. Les conditions de marée doivent coïncider avec des conditions climatiques de bonne visibilité et plafond nuageux suffisamment haut pour acquérir des photographies qui soient à des échelles convenables. Pour ce qui est du littoral normand, les survols sont généralement organisés plutôt en début de coefficient de vives eaux pour ne pas être limité par le manque de lumière sur la fin du parcours (marée basse trop tard si l'on recherche les plus forts coefficients et a fortiori les coefficients descendants).

En plus du pilote, deux observateurs sont à bord : un photographe et un opérateur qui localise sur carte les photos prises. C'est dans l'avion également, en fonction de la perception des observateurs, que sont décidés les contrôles de terrain.

Une fois les photos acquises, les équipes de terrain sont rapidement mobilisées et dépêchées sur le terrain afin de préciser la composition des échouages relevés lors des survols. Ces équipes recueillent des échantillons d'algues, ainsi que des informations relatives au type de dépôt et au mode de croissance (présence de base, indicatrice d'une phase fixée récente dans la vie de l'algue...). Ces informations relevées sont ensuite archivées et intégrées dans la base de données « Marées vertes ».

La définition d'un site à « échouage d'ulves » repose sur :

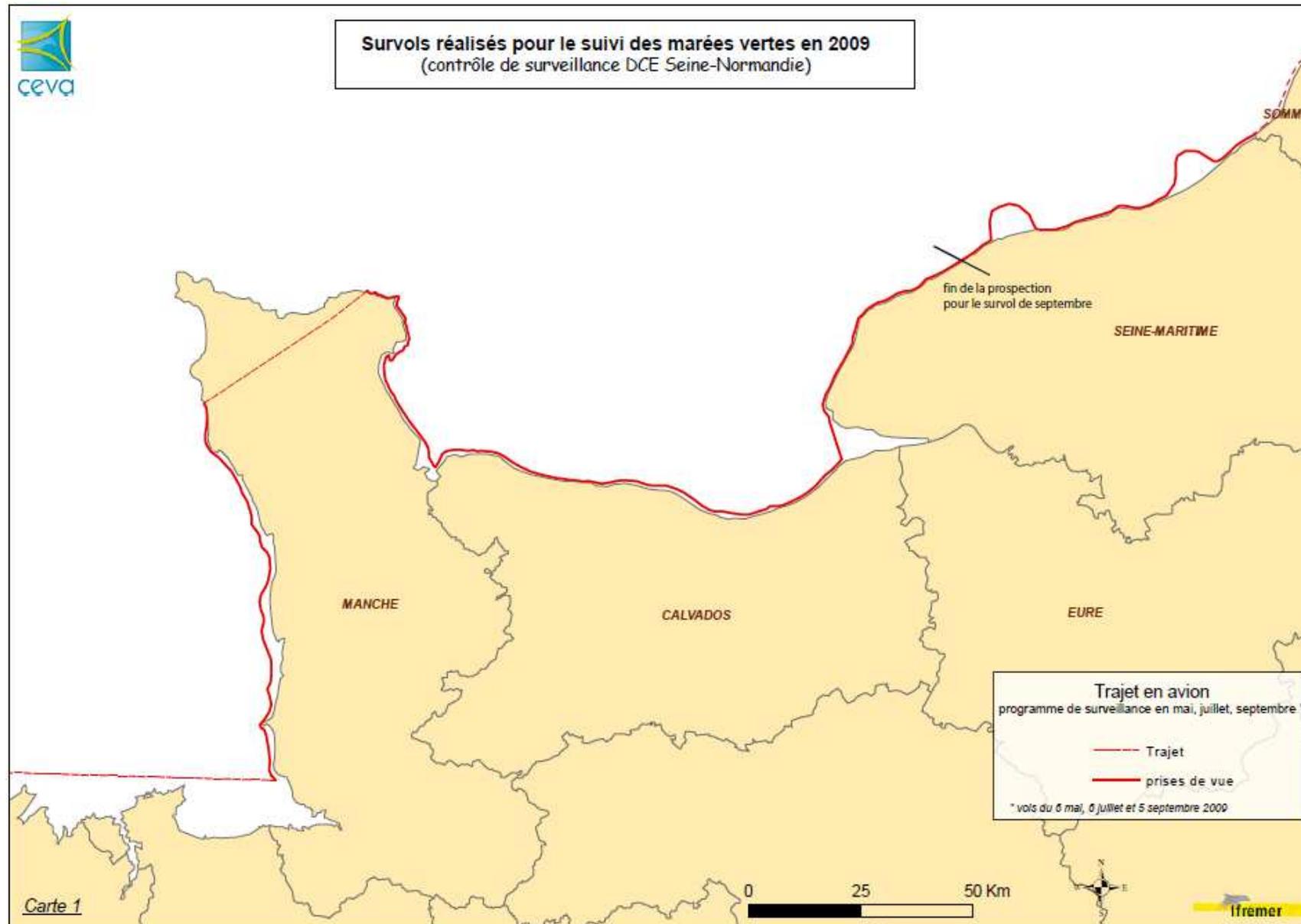
- **un seuil de quantité anormale d'algues vertes détectable par avion,**
- **un contrôle de terrain qui vérifie que ce sont bien des ulves, qu'elles sont libres et représentent visuellement plus d'un tiers des échouages (ou d'un rideau de bas de plage)**

Pour le cas des vasières, le classement du site repose sur la présence, au moins localement de tapis continu d'ulves (plutôt qu'un taux d'ulves dans l'échouage).

Il n'y a donc pas, à proprement parler, de seuil de superficie minimale pour qu'un site soit considéré, si ce n'est le fait que celui-ci doit pouvoir être détectable par avion (et dépôts visibles sur les photos aériennes). Cela permet de considérer les sites émergents (« alerte précoce »), de petites tailles, comme les sites plus importants. La notion d'importance de la prolifération est, par contre, traitée dans l'approche surfacique décrite ci-dessous (possibilité alors de faire des seuillages sur les surfaces). A noter que dans ce dénombrement, l'aspect prépondérant est la présence d'ulves dans l'échouage ou le tapis sur vaseuse qui est considérée comme indicatrice d'un dysfonctionnement potentiel de l'écosystème.



Survolés réalisés pour le suivi des marées vertes en 2009
(contrôle de surveillance DCE Seine-Normandie)



2.2 Estimation quantitative surfacique

Lors des survols, tous les dépôts d'algues sont photographiés par les observateurs du CEVA (nombre plus ou moins important de photographies en fonction de la taille du site et des conditions météorologiques qui imposent une altitude de vol). Les meilleures photos de chaque site sont sélectionnées pour l'estimation sous SIG des surfaces couvertes par les ulves. Le nombre de photos utilisées pour l'estimation des surfaces varie en fonction de la taille du site et de l'altitude de vol. Les photographies sont souvent obliques et parfois même très obliques (cas des grandes baies surtout quand le plafond nuageux interdit une prise d'altitude suffisante) ce qui impose, pour pouvoir mesurer les surfaces de dépôt de rectifier par géoréférencement les clichés.

Une fois intégrées au SIG « Marées vertes », les photos sont géoréférencées (alignement sur des données de référence). Pour disposer de références fiables, le CEVA dispose des orthophotos du littoral (acquises théoriquement à marée basse). La côte du Calvados n'ayant pas été couverte à marée basse, le CEVA s'est rapproché du Conseil Général du Calvados qui en juin 2006 a acquis une couverture photographique à relativement basse mer et de très bonne résolution (30 cm). Le Conseil Général du Calvados a mis ces données à disposition du CEVA gracieusement, après signature d'une convention spécifiant les modalités d'utilisation de ces données.

Cette opération de géoréférencement permet d'obtenir des données géométriquement redressées.

Cela permet ensuite la saisie d'indices quantitatifs surfaciques. Deux digitalisations distinctes sont effectuées :

- délimitation correspondant à l'emprise du rideau au moment de la prise de vue,
- délimitation des dépôts d'algues sur l'estran,

Pour pouvoir comparer entre eux les dépôts (entre sites ou sur un même site au cours de la saison et entre années) le CEVA a défini une surface dite « équivalent 100% » de couverture. Chaque dépôt fait l'objet d'une détermination de taux de couverture, par photo-interprétation. Les photointerprétations sont rationalisées par l'utilisation d'un catalogue de référence illustrant des recouvrements types (étalonnés en utilisant une procédure de traitement d'image).

Les surfaces en algues digitalisées pour chaque site sont ensuite traitées sur la banque de données : agrégation de l'ensemble des surfaces d'un même site et calcul pour chaque entité des surfaces en « équivalent 100% » (taux de couverture x surface du dépôt). Intégrée à la base de données « Marées Vertes », une table synthétique des résultats permet alors de disposer pour chaque site et pour chaque inventaire :

- de la somme des surfaces couvertes par le rideau
- de la somme des surfaces « globalement » concernées par les dépôts d'ulves
- de la surface totale réellement couverte par les ulves (équivalent 100%)

Le traitement des données issues de cette procédure permet l'analyse statistique et la cartographie automatique des résultats concernant chacun des inventaires sur l'ensemble de la saison.

2.3 Enquête sur les échouages et ramassage auprès des communes littorales

Le formulaire d'enquête, accompagné d'un courrier l'introduisant, a été envoyé à toutes les communes littorales le 20 janvier 2010. Pour répondre aux questions soulevées par l'accident survenu à Saint Michel en Grève (mort d'un cheval et perte de connaissance de son cavalier) et à la médiatisation qui s'en est suivie, à l'envoi de l'enquête a été ajouté un recto-verso d'information sur le sujet de la putréfaction des algues et des dangers potentiels qui y sont liés.

Le questionnaire, quant à lui, aborde les constatations d'échouages sur le littoral communal et les ramassages éventuellement entrepris : volume, type d'algue, coûts engendrés, moyens de ramassage et destination des algues. L'annexe 4 présente le questionnaire envoyé aux communes, ainsi que la double page d'information sur les gaz émis par la putréfaction des algues.

2.4 Mission aériennes réalisées

Toutes les missions planifiées ont pu être réalisées aux périodes prévues. Cependant, le dernier survol (5 septembre) n'a pu concerner que le littoral de la Manche et du Calvados, seuls secteurs ayant présentés des échouages lors des deux premiers survols ; la durée du jour n'étant pas suffisante à cette période le premier jour de conditions acceptable pour faire le vol pour prolonger le survol sur le reste du linéaire.

Les survols ont été réalisés aux dates et coefficients de marées suivants :

Mai :

- 6 mai : de Saint Jean le Thomas au Tréport ; coeff. 75

Juillet :

- 6 juillet : de Saint Jean le Thomas au Tréport ; coeff. 66

Septembre :

- 5 septembre : de Saint Jean le Thomas à Saint Pierre en Port (horaire trop tardif sur cette marée et à cette saison pour aller au delà et secteur « non prioritaire » peu susceptible d'être touché par des dépôts); coeff. 89

Rapidement après chaque vol, l'équipe du CEVA a été mobilisée sur le terrain pour contrôler le type d'algue repéré en aérien. L'intervention rapide permet de minimiser le risque de ne pas retrouver lors des contrôles de terrain les algues photographiées lors de la mission aérienne. Ces contrôles ont pu être réalisés sur tous les sites pour lesquels cela a été jugé nécessaire, même si tous les dépôts ciblés n'ont pu être tous observés (niveau d'eau incompatible avec des observations, dépôts ayant été repris par la mer ou déplacés et donc non trouvés lors des contrôles). Les observations se sont déroulées aux dates suivantes :

- les 11, 12 et 13 mai : trois équipes,
- les 8, 9 et 10 juillet : deux équipes,
- les 8, 9 et 10 septembre : trois équipes.

3- Résultats

3.1 Dénombrement de sites

3.1.1 Sites touchés par des échouages d'ulves

Les sites repérés par avion sont classés comme sites à « **échouages d'ulves** » à partir du moment où les dépôts sont décelables par avion et les vérités-terrain mettent en évidence une proportion jugée « anormale » d'ulves (visuellement un tiers d'ulves dans l'échouage). Une partie de ces sites sont des sites d'échouage de goémon, parfois de très petite taille (quelques dizaines ou centaines de mètres carrés). Dans la mesure où la présence d'ulves est significative, le site est classé car on ne peut exclure un lien avec l'eutrophisation du milieu qui provoque une croissance « anormale » des algues et des algues vertes plus particulièrement (croissance rapide de ces algues). Les vasières, si elles sont, en plus ou moins grande partie, couvertes par des ulves sont également classées comme touchées. Il est important de répertorier ces sites (réponses à des riverains préoccupés par ces échouages, « alerte précoce » en cas d'apparition d'échouages plus ou moins importants et devenant réguliers). Ces sites ne peuvent pour autant être tous assimilés aux quelques grands sites régionaux dits à « **marées vertes** », sur lesquels la production d'ulves est considérable et dure plusieurs mois de l'année, provoquant des échouages massifs, sources de nuisances pour les riverains et touristes. **Aussi, le dénombrement de sites est un indicateur qu'il convient d'utiliser avec prudence. L'importance de la marée verte de l'année sera qualifiée de façon plus fine à travers l'indicateur des surfaces couvertes par les ulves.**

Notion de « site touché » par les échouages d'ulves :

Au fil des années de suivis des marées vertes en Bretagne, le CEVA a classé comme « sites » les zones dans lesquelles apparaissaient des échouages d'ulves si ceux-ci étaient distincts de sites préexistants : site pouvant être alimenté par un cours d'eau différent et présentant une discontinuité avec les dépôts de sites voisins (classiquement séparés par une pointe rocheuse, ou un secteurs côtier indemne d'algues).

Pour ce qui est du linéaire normand, le suivi de 2008 constituait une première observation après les pré repérages de 2005 et 2006. Afin que la définition de site ne soit pas trop éloignée de ce qui était fait sur les côtes bretonnes, le CEVA a, à l'issue des trois campagnes aériennes de 2008 et en reprenant les premières observations de 2005 et 2006, défini des sites en fonction des échouages qui ont été observés lors de ces campagnes : type d'algues rencontrées, morphologie des dépôts, continuité de ceux-ci. Il convient de noter que les types de dépôts sont assez différents de ce qui est rencontré sur les côtes bretonnes, la morphologie du littoral étant différente (peu de baies semi fermées comme sur certains secteur du linéaire breton mais plutôt de longues plages pouvant présenter des dépôts d'algues plus ou moins continus).

Le dénombrement des sites dépendant largement de cette définition de la notion de site doit donc être considéré avec attention. Le dénombrement est une première approche qui permet d'alerter sur l'apparition de secteurs nouveaux, différents de sites préexistants, et de rendre un premier compte de l'extension des secteurs touchés d'une année sur l'autre.

Pour l'ensemble de l'année, 17 sites ont été recensés comme touchés au moins une fois par des échouages d'ulves sur le littoral normand (St Jean le Thomas au Tréport). La **carte 2** présente la répartition de ces sites sur le littoral ainsi que le nombre de fois où ces sites ont été « classés » en 2009 sur les trois inventaires. Le rappel ci-dessus de la définition de la notion de site conduit à analyser avec prudence ces chiffres puisqu'ils sont étroitement liés à la taille des secteurs définis et aux critères utilisés pour classer un site (les fiches par secteur permettent de voir que certains sites comprennent plusieurs « sous sites » distincts comme c'est le cas par exemple du site nommé « pointe de Barfleur » pour lequel on compte jusqu'à 7 ou 8 criques ou plages différentes).

On peut noter que les échouages repérés sur ce linéaire, sont parfois assez nettement différents de ceux rencontrés sur les principaux sites à marée verte de Bretagne : échouage constitué d'un **mélange d'algues**, et ulves présentant des **morphologies indiquant une croissance des algues fixées sur un substrat**, au moins pour une partie d'entre elles. Souvent ces zones d'échouages sont proches de vastes platiers couverts en grande partie d'ulves. A noter également que si certains aspects dans le fonctionnement des sites diffèrent, **le résultat sur les secteurs d'échouage en terme de nuisance est assez comparable** (encombrement des plages, émanations de H₂S quand les algues se décomposent, ...) et la cause des croissances excessives des algues est probablement liée, là aussi, à l'augmentation du niveau nutritionnel ou du moins permises par le niveau nutritionnel actuel.

Sur les **18 sites repérés, dont la moitié (9) ont été touchés lors des 3 inventaires** (prolifération longue ou récurrente) ; 3 sites ont été répertoriés 2 fois et 6 sites une fois. Le fait que les sites ont été repérés plusieurs fois tend à consolider le diagnostic de prolifération. La figure 29 présente pour chaque linéaire départemental le nombre de site repéré en 2009 pour l'ensemble de l'année. On y distingue le département du Calvados qui est concerné par près des deux tiers des sites, le dernier tiers concernant le littoral de la Manche (rappel : définition des sites est déterminante dans ce dénombrement). Pour ce qui est du littoral ouest du Cotentin, en 2009 comme cela était également signalé en 2008, une partie des secteurs côtiers est concerné par des échouages qui peuvent être massifs mais pour lesquels les contrôles de terrain mettaient en évidence une proportion minoritaire d'ulves (moins de 30 %) ; les sites correspondant à ces échouages n'ont pas été classés comme « touchés » par des échouages d'ulves. Quatre sites ont cependant été retenus dans l'inventaire en 2009.

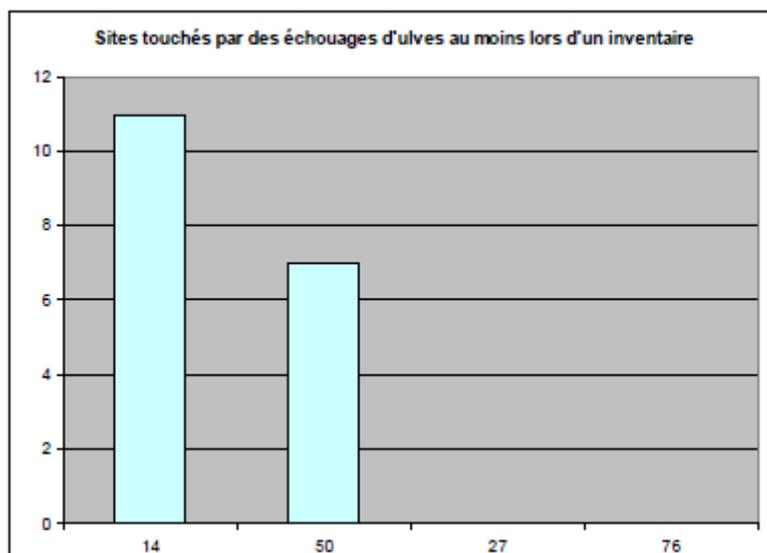


Figure 29 : Nombre de sites touchés par des échouages d'ulves sur le littoral normand, lors d'un des trois inventaires de 2009.

En 2006, un premier repérage de sites avait été réalisé mais avec des dates différentes de ce qui a été fait en 2008 et 2009 (deux survols mais à des dates proches : mi juillet puis mi août). Le nombre total de site était comme en 2008 de 14 sites (9 pour le Calvados et 5 pour la Manche) ce qui laisse supposer un nombre total de sites qui aurait été supérieur si les mesures avaient été réalisées aux mêmes périodes qu'en 2008 et 2009. A noter également qu'en 2006 la partie ouest du Cotentin était plus fortement concernée.

Pour ce qui est de la **dynamique de prolifération**, les figures 30 et 31 permettent d'illustrer, contrairement à ce qui était noté en 2008 un nombre de site maximal en mai puis une très légère érosion au fil des mois.

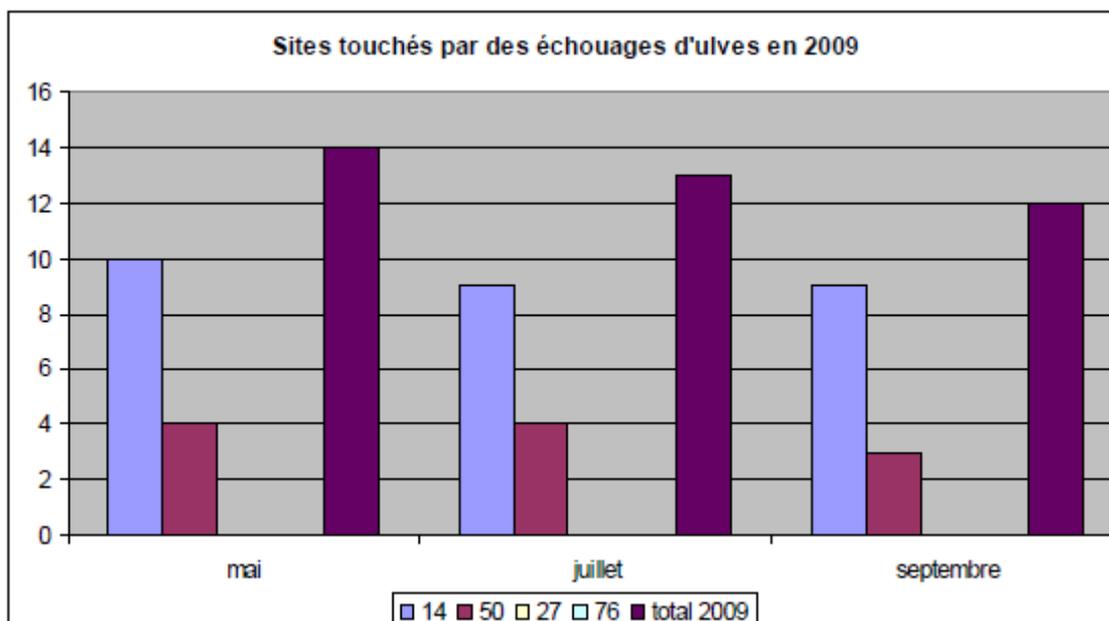


Figure 30 : Nombre de sites touchés par des échouages d'ulves sur le littoral normand, lors de chaque inventaire et par département.

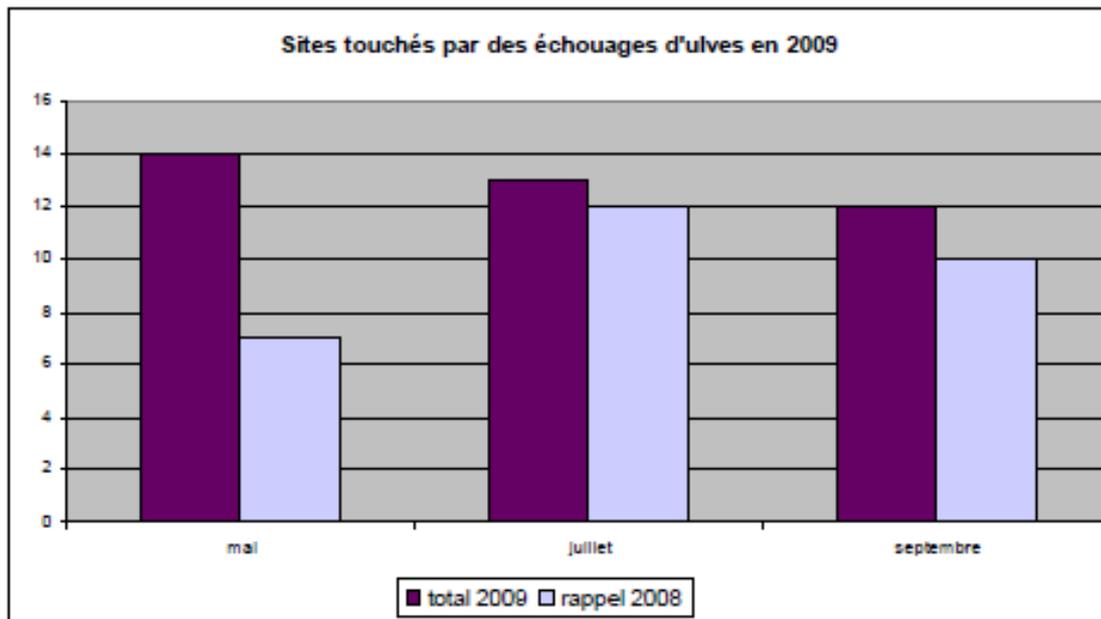
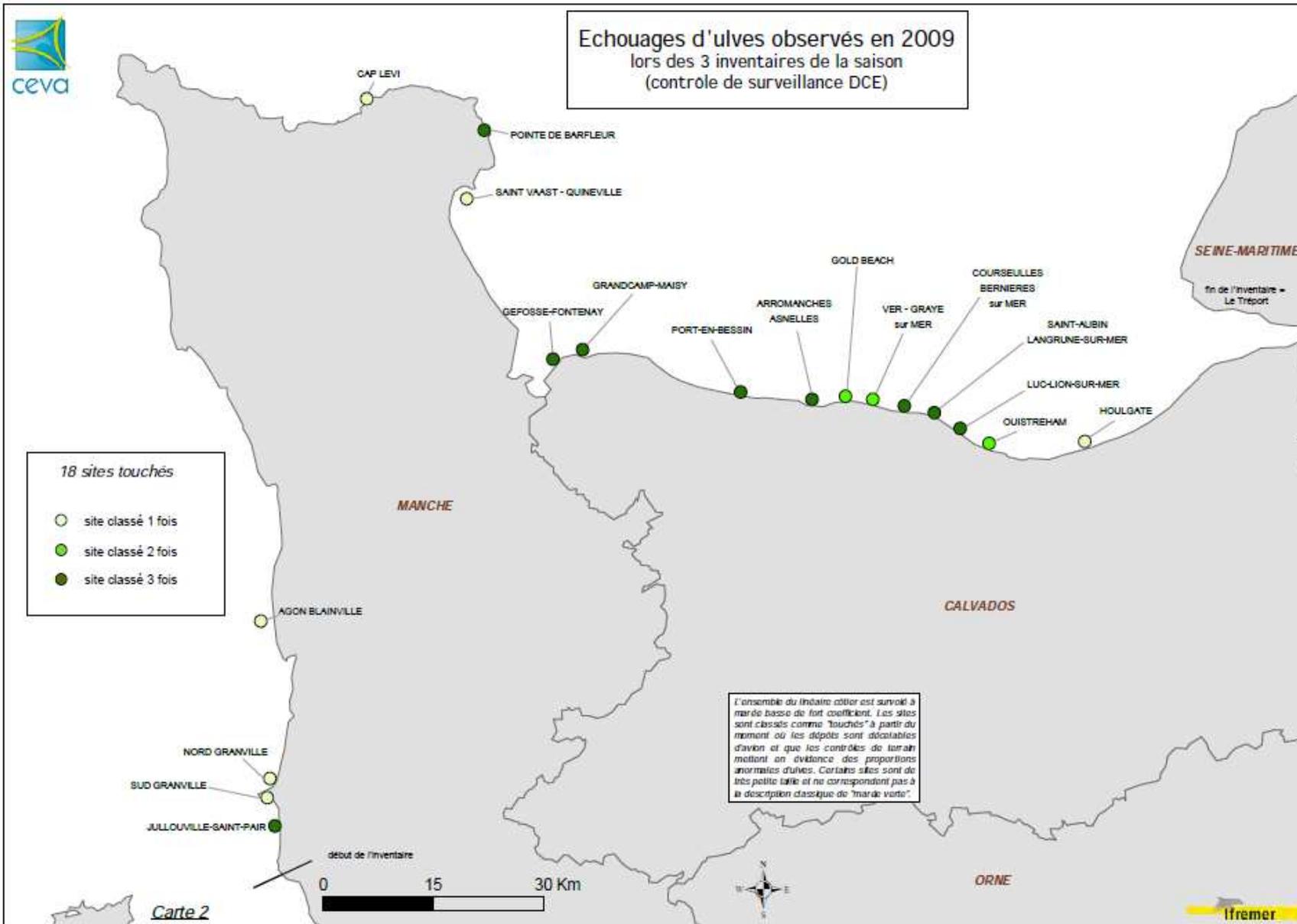


Figure 31 : Nombre de sites touchés par des échouages d'ulves sur le littoral normand par mois d'inventaire et comparaison avec la situation 2008.



Début mai : 14 sites ont été classés comme sites présentant des échouages d'ulves sur le littoral normand.

Nom du site	Département
JULLOUVILLE-SAINT-PAIR	50
NORD GRANVILLE	50
AGON - BLAINVILLE	50
POINTE DE BARFLEUR	50
GEFOSSE-FONTENAY	14
GRANDCAMP-MAISY	14
PORT-EN-BESSIN	14
ARROMANCHES - ASNELLES	14
GOLD BEACH	14
VER-GRAYE-SUR-MER	14
COURSEULLES-BERNIERES-SUR-MER	14
SAINT-AUBIN-LANGRUNE-SUR-MER	14
LUC-LION-SUR-MER	14
OUISTREHAM	14

Début juillet : 13 sites ont fait l'objet d'un classement comme site à « échouage d'ulves » sur le littoral normand.

Nom du site	Département
JULLOUVILLE-SAINT-PAIR	50
SUD GRANVILLE	50
POINTE DE BARFLEUR	50
SAINT VAAST - QUINEVILLE	50
GEFOSSE-FONTENAY	14
GRANDCAMP-MAISY	14
PORT-EN-BESSIN	14
ARROMANCHES - ASNELLES	14
GOLD BEACH	14
COURSEULLES-BERNIERES-SUR-MER	14
SAINT-AUBIN-LANGRUNE-SUR-MER	14
LUC-LION-SUR-MER	14
HOULGATE	14

Début septembre : 12 sites sont classés comme touchés par des échouages d'ulves sur le littoral normand.

Nom du site	Département
JULLOUVILLE-SAINT-PAIR	50
CAP LEVI	50
POINTE DE BARFLEUR	50
GEFOSSE-FONTENAY	14
GRANDCAMP-MAISY	14
PORT-EN-BESSIN	14
ARROMANCHES - ASNELLES	14
VER-GRAYE-SUR-MER	14
COURSEULLES-BERNIERES-SUR-MER	14
SAINT-AUBIN-LANGRUNE-SUR-MER	14
LUC-LION-SUR-MER	14
OUISTREHAM	14

Sur l'ensemble de la saison 2009 (3 dates d'inventaire) on note alors 18 sites touchés par des échouages d'ulves :

Nom du site	Département	Occurrence
JULLOUVILLE-SAINT-PAIR	50	3
SUD GRANVILLE	50	1
NORD GRANVILLE	50	1
AGON - BLAINVILLE	50	1
CAP LEVI	50	1
POINTE DE BARFLEUR	50	3
SAINT VAAST - QUINEVILLE	50	1
GEFOSSE-FONTENAY	14	3
GRANDCAMP-MAISY	14	3
PORT-EN-BESSIN	14	3
ARROMANCHES - ASNELLES	14	3
GOLD BEACH	14	2
VER-GRAYE-SUR-MER	14	2
COURSEULLES-BERNIERES-SUR-MER	14	3
SAINT-AUBIN-LANGRUNE-SUR-MER	14	3
LUC-LION-SUR-MER	14	3
OUISTREHAM	14	2
HOULGATE	14	1

3.1.2. Sites touchés par des échouages d'algues vertes filamenteuses ou autres algues

L'expérience du CEVA sur le linéaire de la Bretagne plus particulièrement, nous amène, en parallèle du suivi des sites touchés par des échouages d'ulves, à repérer les sites présentant des échouages d'algues vertes filamenteuses. En effet, si le suivi porte, a priori, sur les marées vertes à ulves, il semble important au CEVA de repérer les sites qui présentent des échouages d'autres algues vertes (ou brunes / rouges le cas échéant quand elles semblent proliférer), surtout quand ceux-ci sont massifs (lien probable avec l'eutrophisation, mais également constats qu'il convient d'enregistrer pour répondre aux interrogations des riverains qui, voyant ces dépôts massifs, pourraient ne pas comprendre que nous ne les reportons pas et pour suivre l'évolution de ces échouages au fil des ans).

Sur le littoral normand, beaucoup de sites repérés par avion comme présentant des échouages d'algues étaient en réalité concernés par des échouages d'autres algues que des ulves. C'est particulièrement le cas pour le littoral ouest du Cotentin et aussi de la pointe de Barfleur. Pour la plupart, les échouages d'autres algues étaient en réalité composés de « goémon » (Fucales, Sargasses, diverses algues rouges) dont l'échouage peut être considéré comme normal. Aucun site n'a été vraiment déterminé comme concerné par des proliférations de ces autres algues, sans pour autant que l'on puisse garantir l'exhaustivité des observations, la plupart des sites d'échouages autres que les échouages d'ulves étant constitués d'un mélange d'algues qui semble plutôt provenir d'arrachages que de prolifération libre dans la masse d'eau.

3.2 Estimation quantitative surfacique

Comme présenté en partie 2.3, le CEVA a historiquement développé les outils de suivis des proliférations pour les secteurs de plages. Ces mêmes outils sont maintenant aussi utilisés pour quantifier les dépôts sur vasières.

Pour autant, ces deux types de prolifération sont de nature différente, avec des impacts et des modes d'utilisation de ces milieux différents ; c'est pourquoi il ne nous paraît pas pertinent de les mettre sur un même plan notamment dans le cadre des suivis des sites bretons. Pour ce qui est des suivis sur les côtes normandes, nous n'avons pas relevé de site répondant franchement aux caractéristiques de vasières estuariennes, aussi l'ensemble des dépôts d'ulves dans la mesure où ils semblent libres a été pris en compte de la même façon. Seul le Port de Barfleur semble s'approcher de la situation des vasières rencontrée en Bretagne mais le site nommé « Pointe de Barfleur » comprend bien d'autres situations très éloignées de cette caractérisation de vasière et tous les dépôts de ce secteur ont été évalués ensemble.

Par rapport à la situation, mieux connue, des sites bretons, les suivis des échouages sur les côtes normandes ont posé un problème particulier : à côté des morphologies classiques de dépôts d'ulves (figures dendritiques, ou tapis continus épais, andains de haut de plage) coexistent des surfaces d'algues vertes fixées (ulves ou parfois algues filamenteuses) qui ne sont pas toujours facile à distinguer des échouages d'ulves. Par ailleurs, beaucoup de sites (tout particulièrement en septembre) présentaient des échouages composés en majorité d'ulves mais constitués également d'autres algues brunes ou rouges ce qui complique l'évaluation du taux de recouvrement par les ulves.

- Surface par site :

Les **cartes 3 et 4** présentent par site (cf. « notion de site » en partie 3.1.1) les surfaces cumulées et maximales sur les 3 inventaires de mai, juillet et septembre.

En cumul annuel, deux sites ont été estimés au dessus de 40 ha en équivalent 100 % de couverture : JULLOUVILLE-SAINT-PAIR et GRANDCAMP-MAISY. Viennent ensuite et LUC-LION-SUR-MER, GEFOSSE-FONTENAY et COURSEULLES-BERNIERES-SUR-MER entre 20 et 30 ha puis la POINTE DE BARFLEUR, SAINT-AUBIN-LANGRUNE-SUR-MER et OUISTREHAM entre 10 et 20 ha. Les autres sites sont sous les 10 ha.

Pour ce qui est du maximum annuel, c'est le site de JULLOUVILLE-SAINT-PAIR qui est en première position avec plus de 30 ha en septembre, suivi de LUC-LION-SUR-MER et GRANDCAMP-MAISY un peu en dessous de 20 ha.

L'annexe 5 présente les cartes des situations en surfaces d'échouage lors de chacun des 3 inventaires annuels.

nom du site	département	Cumul sur 3 inventaires	Max des 3 inventaires
JULLOUVILLE-SAINT-PAIR	50	42.84	34.84
SUD GRANVILLE	50	4.75	4.75
NORD GRANVILLE	50	0.19	0.19
AGON - BLAINVILLE	50	3.35	3.35
CAP LEVI	50	0.35	0.35
POINTE DE BARFLEUR	50	15.98	7.00
SAINT VAAST - QUINEVILLE	50	1.05	1.05
GEFOSSE-FONTENAY	14	21.71	12.36
GRANDCAMP-MAISY	14	42.60	17.40
PORT-EN-BESSIN	14	3.01	2.62
ARROMANCHES - ASNELLES	14	3.08	1.88
GOLD BEACH	14	9.11	6.83
VER-GRAYE-SUR-MER	14	8.05	4.42
COURSEULLES-BERNIERES-SUR-MER	14	20.34	9.11
SAINT-AUBIN-LANGRUNE-SUR-MER	14	15.80	9.11
LUC-LION-SUR-MER	14	27.12	18.13
OUISTREHAM	14	14.97	13.14
HOULGATE	14	1.18	1.18

Surfaces estimée en échouage d'ulves lors des trois inventaires de l'année 2009 pour les sites classés comme touchés par des échouages d'ulves. Surfaces exprimées en équivalent 100 % de couverture (ha)

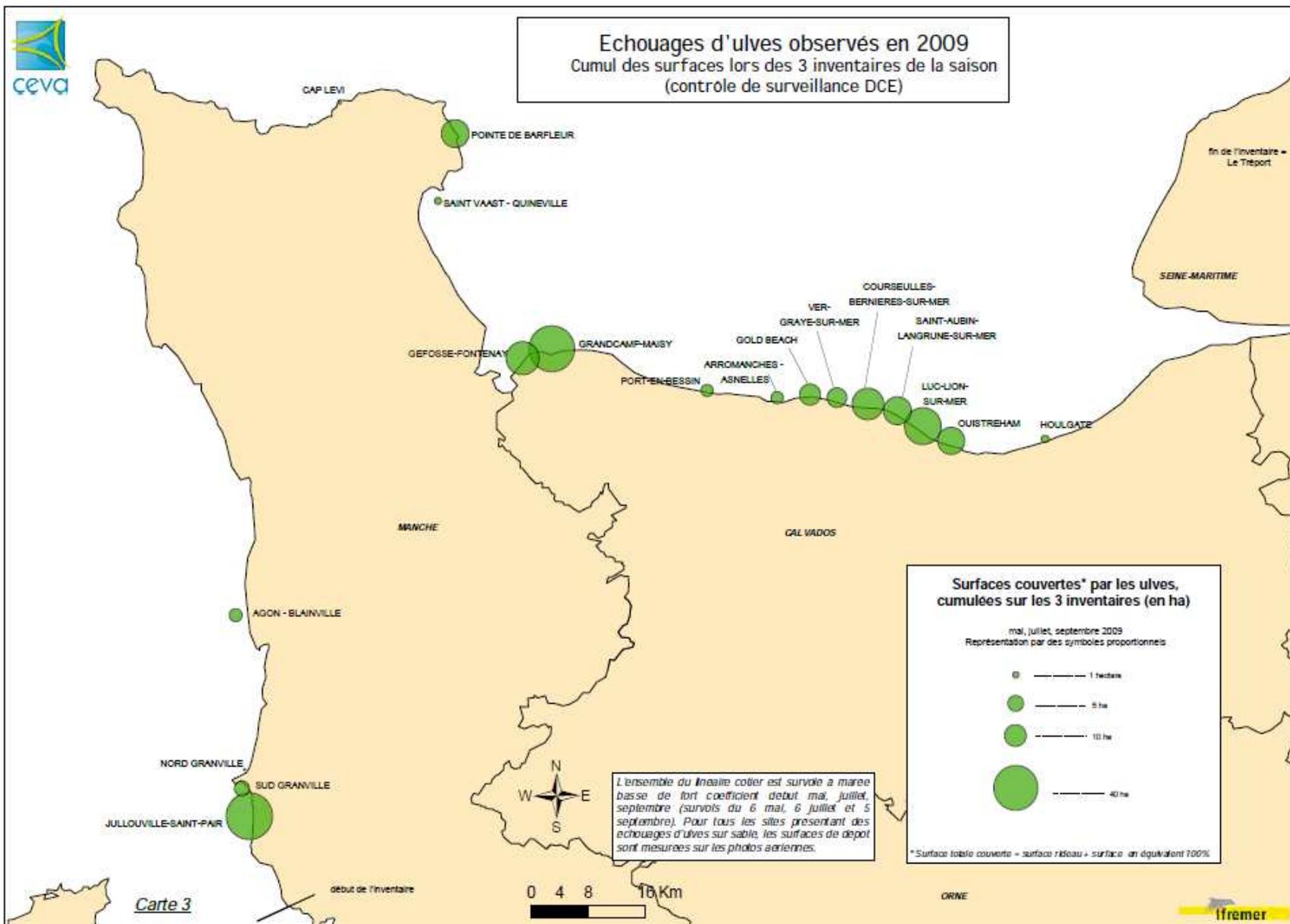
- Surfaces par masse d'eau :

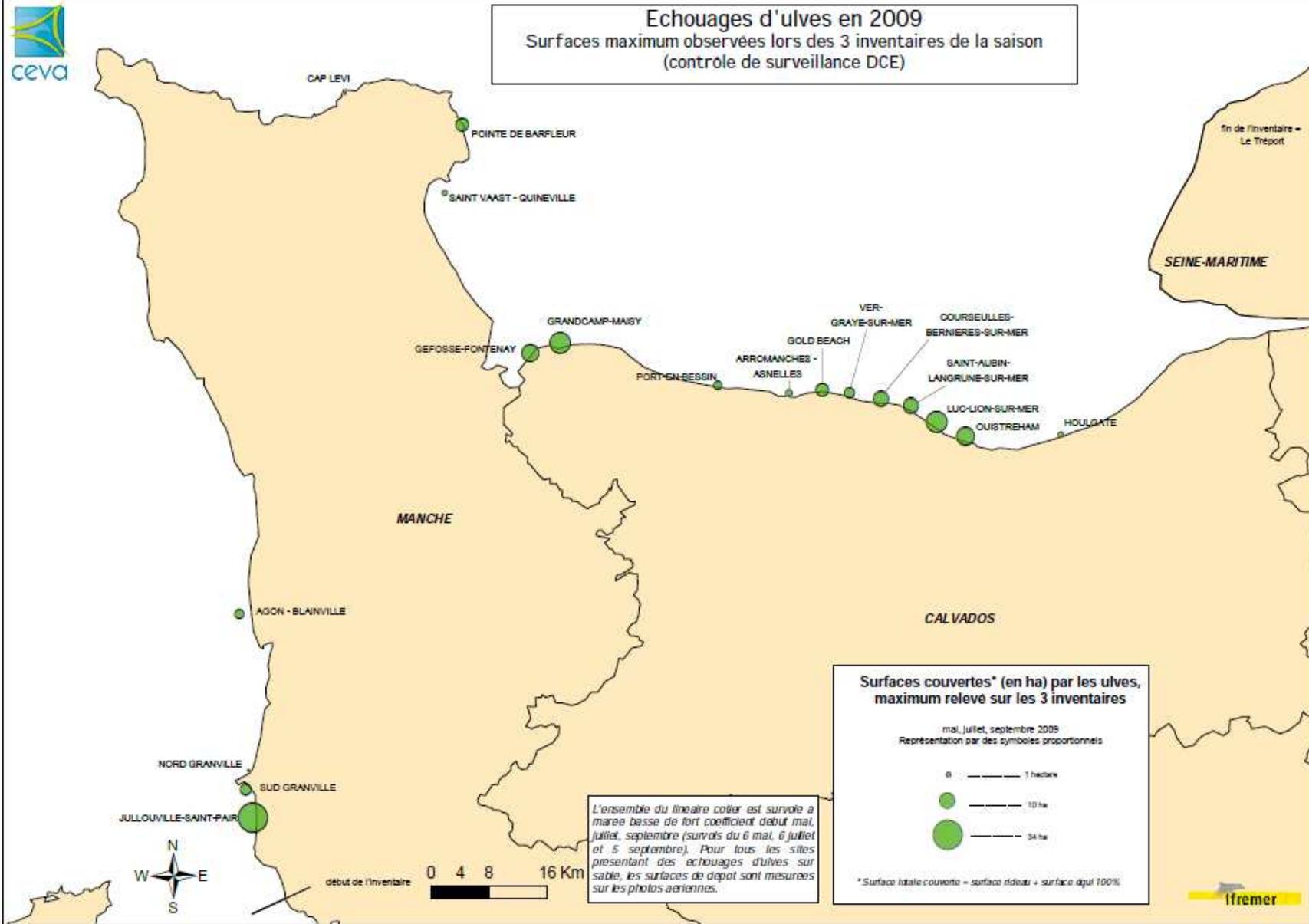
La **carte 5** présente, par masse d'eau, les surfaces d'échouages cumulées sur les trois inventaires. Cela permet de s'affranchir de la définition de « site », mais pour certains des sites présentés sur les **cartes 3 et 4** les surfaces d'échouages se trouvent éclatées sur deux masses d'eau : c'est le cas notamment pour les échouages de la Pointe de Barfleur, de Grandcamp Maisy et des différents sites de la côte de Nacre.

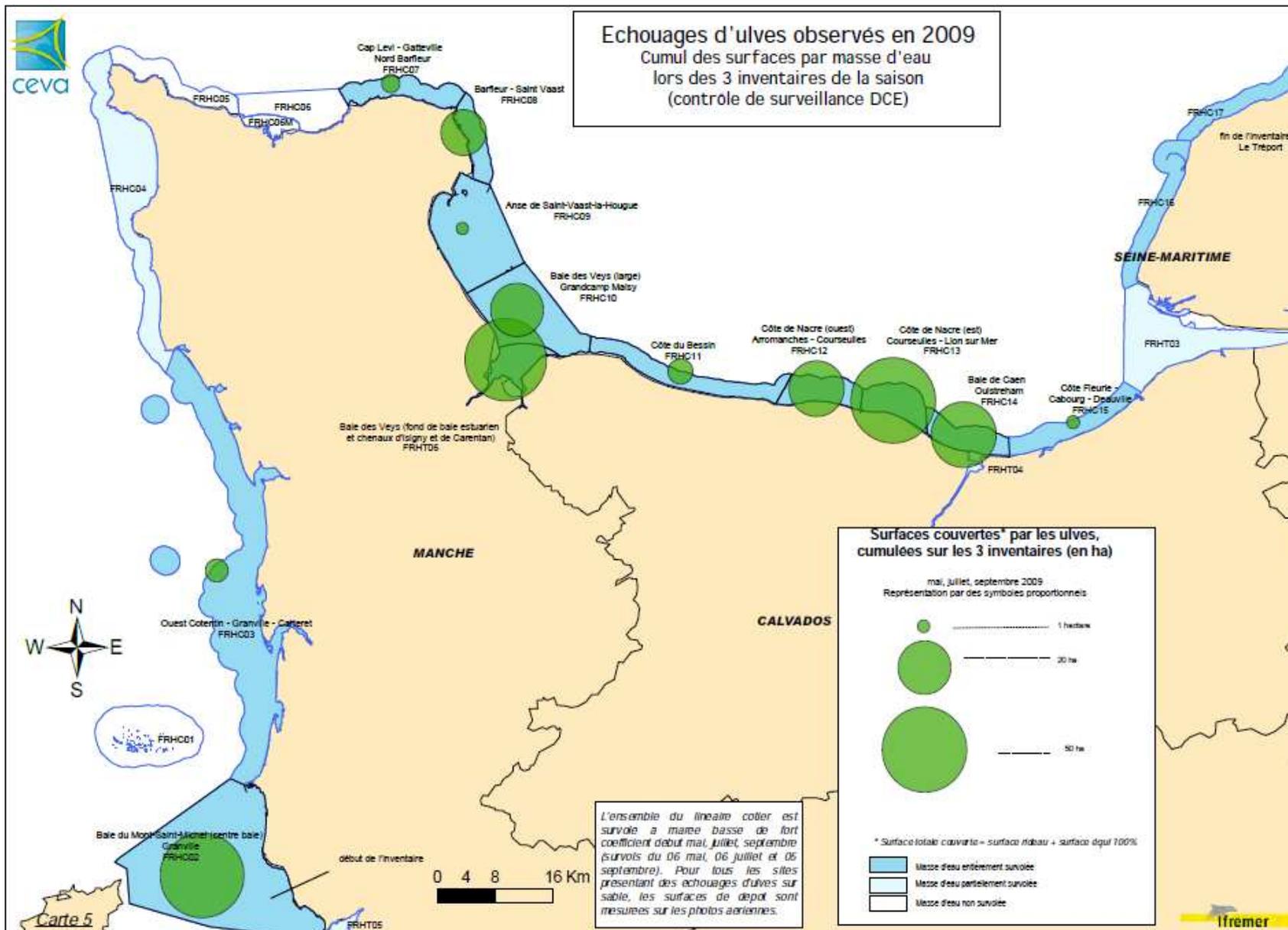
Le tableau suivant présente, pour 2009, le classement des masses d'eau par ordre décroissant de surface d'échouage cumulée.

CODE_ME	CUMUL 2009
FRHC02	47.6
FRHC03	3.5
FRHC07	2.3
FRHC08	14.1
FRHC09	1.1
FRHC10	19.1
FRHC11	4.3
FRHC12	20.5
FRHC13	48.0
FRHC14	28.8
FRHC15	1.2
FRHT06	45.2

Tableau 1 : surfaces couvertes par Masse d'Eau par les ulves sur les plages lors des trois inventaires DCE surveillance de 2009.







3.3 Evolution au cours de la saison et évolution interannuelle

Comme cela a été montré à l'échelle de la Bretagne dans le cadre des suivis de Prolittoral, l'évolution au cours de la saison de prolifération renseigne plus sur les caractéristiques de l'année que la valeur absolue à une période. Cependant, les suivis étant récents sur le littoral normand (démarrage en 2008 de ce contrôle de surveillance avec de premières informations surfaciques sur l'année 2006), il est donc difficile, à partir des données de 2009 de qualifier l'importance de la prolifération.

Il est cependant pertinent de suivre la « montée en charge » de la prolifération sur ce linéaire.

L'évolution des surfaces d'échouage montre à l'échelle de ce linéaire (Figure 32) :

- **Un niveau déjà important en mai** malgré une date d'inventaire particulièrement précoce sur ce linéaire (5 mai). Il est probable qu'une date plus tardive (fin mai ou début juin) donnerait une vision un peu différente,
- un niveau en juillet similaire à celui mesuré en mai,
- un niveau en arrière saison (6 septembre) qui est le maximum annuel. Il convient de rappeler que les échouages relevés en septembre étaient constitués d'un mélange d'algues vertes (ulves) et brunes et qu'il est difficile de faire la part dans cet échouage de la prolifération d'algues vertes seules.
- Par rapport aux échouages photographiés en juin 2006 (orthophoto du littoral du Calvados financée par le Conseil Général du Calvados et mis gracieusement à la disposition du CEVA pour servir de référence aux calages des photos 2008) la situation de 2008 et de 2009 semble, sur certains secteurs au moins, très en retrait. Cependant aucune digitalisation des dépôts de cette orthophotographie n'a été réalisée et il ne s'agit donc que d'une première perception.

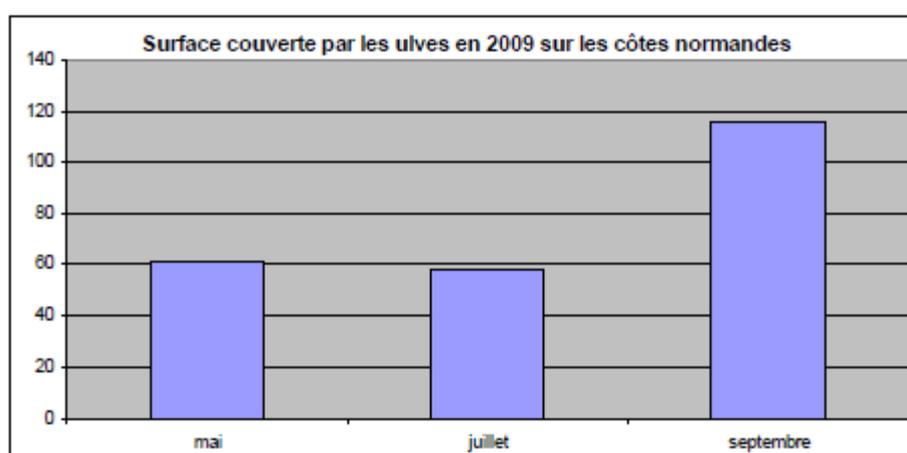


Figure 32 : surfaces couvertes par les algues vertes sur les sites du littoral normand pour l'année 2009 en équivalent 100 % de couverture (inventaire du 5 mai, 5 juillet et 6 septembre)

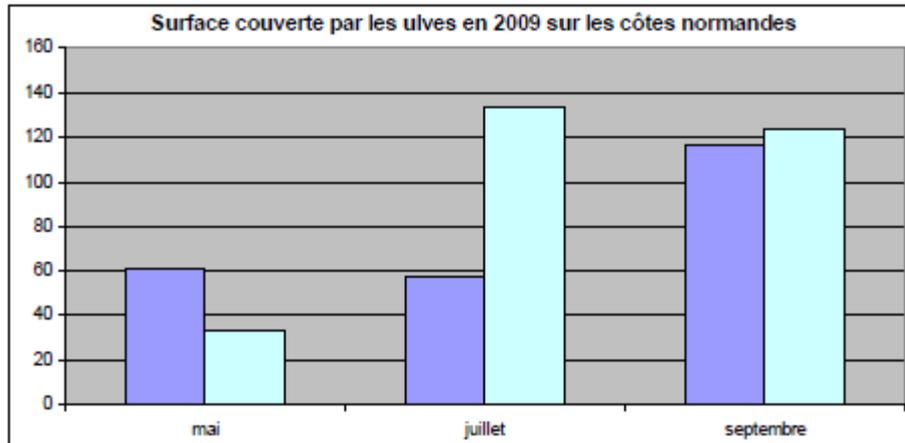


Figure 33 : surfaces couvertes par les algues vertes sur les sites du littoral normand pour l'année 2009 en équivalent 100 % de couverture (inventaire du 5 mai, 5 juillet et 6 septembre) et rappel des niveaux mesurés en 2008

En comparaison avec 2008 on voit en 2009 (Figure 33) :

- un démarrage plus précoce avec 100 % de plus qu'en mai 2008,
- un niveau en juillet bien moins important qu'en 2008 (-60 %),
- en septembre des niveaux entre les deux années très proches,
- sur l'ensemble de l'année un cumul d'environ 20 % inférieur à 2008.

Interprétation de ces résultats à la lumière des résultats du RHLN

Cette réduction de la prolifération des algues opportunistes en 2009, peut trouver des éléments de réponse dans les résultats issus du RHLN. Le suivi des paramètres climatologiques a montré que l'année 2009 avait été plus « sèche » que 2007 et 2008 en Normandie (surtout en été) (Figure 34).

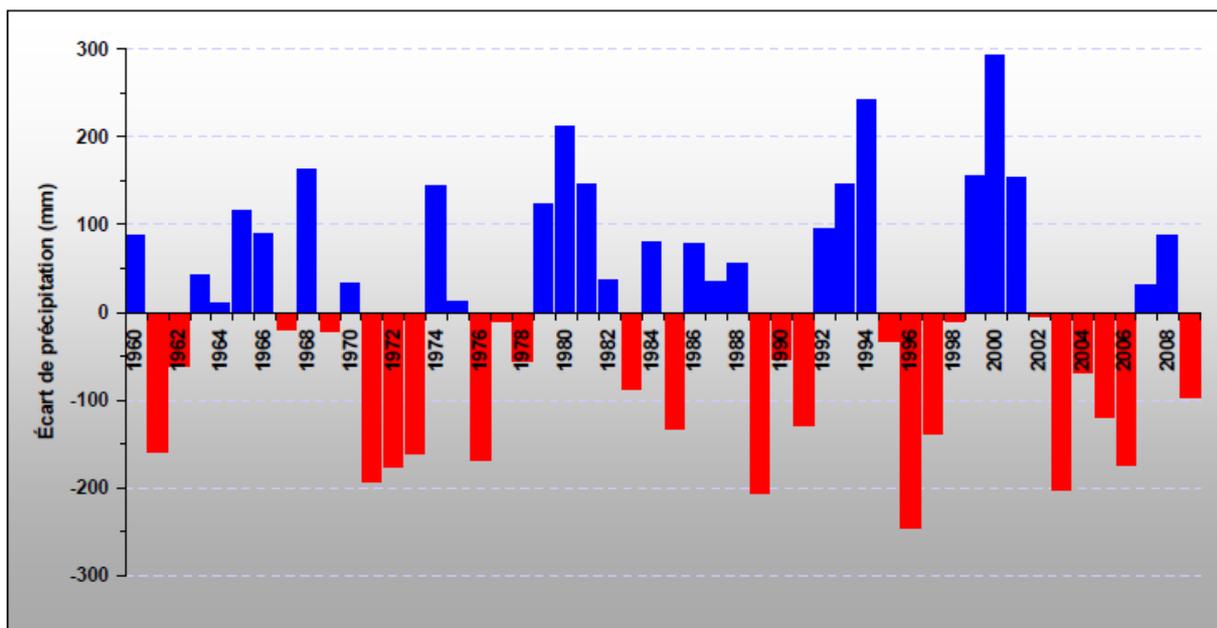


Figure 34 : écart entre les pluviométries annuelles enregistrées à Dieppe (Seine Maritime) et la normale (1971-2000) sur la période 1960-2009 (données Météo France). Bleu = écarts positifs ; rouge = écarts négatifs.

De même, les débits des principaux cours d'eau du bassin Seine-Normandie en 2009 ont été globalement très faibles par rapport aux normales, avec en moyenne, un déficit de l'ordre de 25% (Figure 35), y compris pour la Seine.

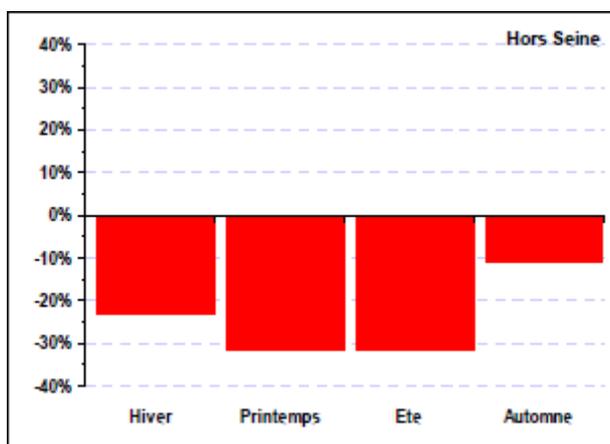


Figure 35 : synthèse de l'évolution des écarts des débits moyens des principaux cours d'eau normands en 2009 à la normale (1971-2000).

On peut donc supposer que ce déficit en eau a entraîné un déficit en apport de sels nutritifs, éléments indispensables au développement des algues et à leur prolifération.

3.4. Enquête auprès des communes sur les ramassages d'algues

L'enquête a été envoyée à toutes les communes du littoral normand du Mont Saint Michel au Tréport, soit **218 communes**.

Les communes n'ayant pas répondu spontanément au questionnaire ont été relancées par téléphone. Malgré ces relances, certaines communes n'ont pas pu nous retourner le questionnaire complété, ou complété de façon insuffisante pour qu'il soit exploité (pas de quantification des ramassages par exemple) (Figure 36 et 37).

- Taux de réponse :

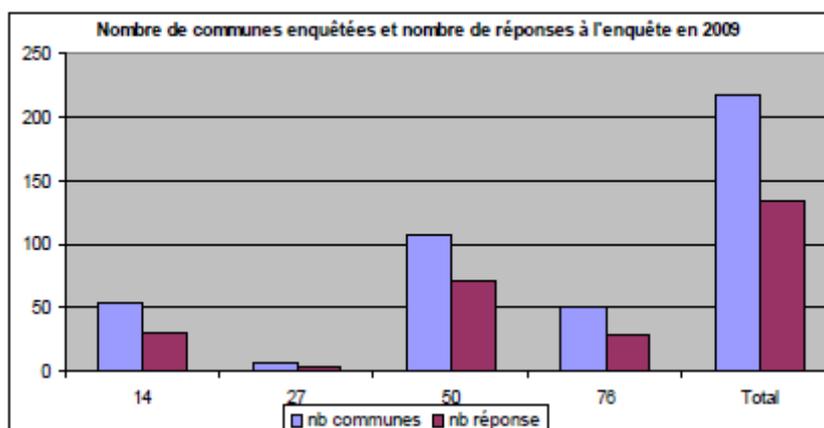


Figure 36 : nombre de communes enquêtées et réponses

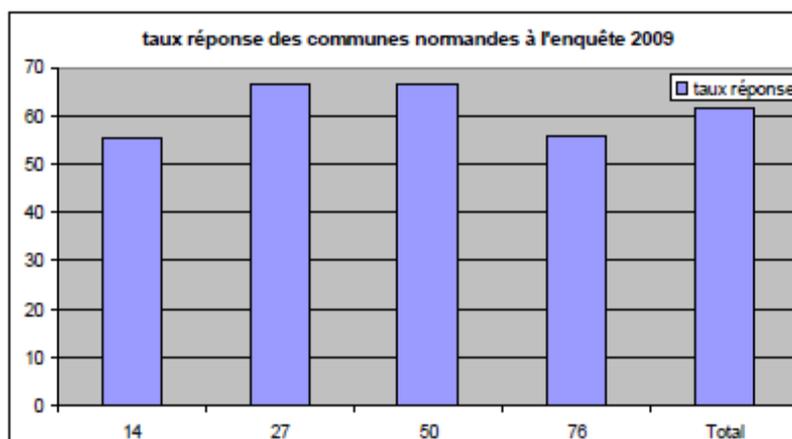


Figure 37 : taux de réponses des communes aux questionnaires envoyés par département du littoral normand en 2009 : sur l'ensemble des communes le taux est de 61.5 %.

Les taux de réponse sont en 2009 un peu supérieurs à ce qui était enregistré en 2008. C'est plutôt les départements les moins concernés (27 et 76) dont les taux montent, ce qui s'explique probablement par des relances téléphoniques plus systématiques.

- Volume d'algues vertes ramassé :

A l'échelle du linéaire normand, deux communes déclarent pour 2009 des ramassages significatifs d'algues vertes : Grandcamp Maisy avec un volume total d'algues estimé à 2250 m³ (dont 60 % d'après les observations de terrain du CEVA sont des ulves ce qui représenterait alors 1350 m³ d'algues vertes ramassées : point non renseigné par la commune) pour un coût estimé à 37 000 € et Granville pour un volume estimé à 165 m³ d'algues vertes. Certaines communes, déclarent déplacer les algues pour ménager des accès aux plages mais sans les enlever des plages. D'autres se plaignent de la présence d'algues en échouages mais sans procéder à du ramassage. A noter aussi un certain nombre de communes déclarant ne pas avoir d'algues vertes (ni autre) sur leur littoral alors que les survols et les contrôles de terrain mettent en évidence des grosses couvertures.

Département	volume d'algues vertes (m3)	volume d'algue total (m3)
14	1350	2254
27	0	0
50	165	482
76	0	0

Volume par département d'algues vertes et d'algue total déclaré par les communes pour l'année 2009 (à noter que le volume d'algue verte pour le département du Calvados est issu d'une estimation CEVA d'après les taux d'algues vertes relevés lors des 3 observations annuelles).

4- Conclusion

L'année 2009 est la deuxième (après 2008) du suivi dans le cadre de la DCE avec trois observations régulièrement réparties dans l'année en mai, juillet et septembre. Les éléments principaux qui ressortent pour l'année 2009 sont :

➤ **les suivis en dénombrement mettent en évidence :**

- 18 sites sur l'ensemble du littoral dont certains sont constitués de plusieurs « sous sites » distincts (voir notion de site paragraphe 3.1.1). Comme en 2008, le secteur semblant le plus impacté par les échouages d'ulves est la côte de Nacre. D'autres secteurs se confirment : pointe de Barfleur et embouchure de la Vire. Le secteur Sud Ouest du Cotentin (autour de Granville principalement). Le reste du littoral et plus particulièrement l'Est de l'estuaire de la Seine ne présentait encore en 2009 aucun site d'échouage d'ulves,
- En 2009, le dénombrement met en évidence déjà beaucoup de sites en mai (année précoce) alors qu'en 2008 on notait une montée en charge plus lente,
- Sur la plupart des sites qui ont été retenus dans l'inventaire, une partie au moins des ulves en échouage présente un faciès d'algues ayant eu une phase de croissance fixée à un support,
- Beaucoup de secteurs présentent des échouages mêlant des ulves à d'autres algues. En fonction de la proportion d'ulves dans l'échouage, les secteurs ne sont pas tous retenus. Certains sites en particulier, sur la façade ouest du Cotentin présentant parfois des échouages assez volumineux mais avec des proportions d'ulves faibles, n'ont pas été retenus dans l'inventaire (comme c'est le cas aussi sur les autres linéaires côtiers suivis).

➤ **l'analyse des surfaces couvertes permet d'établir :**

- des surfaces pour l'ensemble de la saison qui concerne surtout la côte de Nacre (nombreux « sites » de surfaces assez importante), l'estuaire de la Vire, le Sud du Cotentin (plus particulièrement le sud de Granville / Jullouville) et la pointe de Barfleur. Le Sud de Granville/Jullouville est beaucoup plus concerné qu'en 2008,
- pour l'ensemble de la côte suivi, les surfaces mesurées sont en 2009 en léger retrait par rapport à 2008 notamment à cause du moindre niveau mesuré en juillet,
- les surfaces en mai sont en 2009 déjà importante, quasiment identique à mai en juillet et augmentent ensuite fortement sur l'inventaire du mois de septembre,
- des estimations de surfaces rendues délicates du fait de la présence de mélanges d'algues dans les échouages et de couvertures d'algues fixées qui peuvent être difficile à distinguer des algues en échouage,

➤ **Le suivi des volumes ramassés par les communes met en évidence :**

- Très peu de communes déclarant un ramassage significatif d'algues vertes : Grandcamp Maisy avec plus de 2 000m³ d'algues totales ramassées (dont une évaluation d'algues vertes par le CEVA d'après les taux mesurés lors des contrôles de terrain qui serait entre 1 000 et 1 500m³) et Granville déclarent des volumes significatifs,
- Des communes qui malgré nos observations aériennes et de terrain déclarent ne pas être concernées par des échouages d'algues vertes et n'engagent donc pas de ramassage. A noter également que certaines communes déclarent déplacer les algues échouées en haut de plage vers le bas de plage pour que la mer les reprenne. Les volumes ne sont alors ni enregistrés ni déclarés par les communes.

Les suivis amorcés en 2008 permettent de voir pour 2009 une prolifération plus précoce qu'en 2008 mais moins intense (surtout pour la situation de juillet). Le cumul sur l'année (trois dates) est de 20 % environ inférieur à celui mesuré en 2008. Cette situation est assez similaire à celle mesurée sur les côtes bretonnes dont les suivis avec ces méthodes ont démarré en 2002 (démarrage très précoce, mais cumul total en retrait par rapport à 2008). Les secteurs concernés sont pour la plupart identiques même si l'ouest du Cotentin présente cette année des échouages supérieurs. Le caractère particulier des échouages normands se confirme, avec sur la plupart des secteurs, un mélange d'espèces, probablement pour une partie au moins une croissance qui s'effectue fixée sur les platiers et qui poursuivrait sa croissance libre dans la masse d'eau. Malgré ces particularités, sur certains secteurs les quantités d'algues peuvent être importantes et engendrer des putréfactions sources de nuisances olfactives, voire de problèmes sanitaires (teneurs en H₂S élevée).

Références citées

Macrofaune

Bald J., Borja A., Muxika I., Franco J. & Valencia, V., 2005. Assessing reference conditions and physico-chemical status according to the European Water Framework Directive: A case-study from the Basque Country (Northern Spain). *Marine Pollution Bulletin* 50(12): 1508-1522.

Frontier, S. & Pichod-Viale, D., 1991 - Ecosystèmes : structure, fonctionnement, évolution. Ed. Masson, Paris, 392 pp.

Guérin L, Le Mao P & Desroy N, 2007. Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) : état des lieux et propositions. Rapport Ifremer LER FBN 2007-002, 79 p + annexes.

Guillaumont B. & Gauthier E. 2005. Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE. Rapport Ifremer Dyneco 2005-0511, 28p + annexes.

Hily, C. (1984). Variabilité de la macrofaune benthique dans les milieux hypertrophiques de la Rade de Brest. *Thèse de Doctorat d'Etat*, Université de Bretagne Occidentale, Brest.

Maërl

Baltzer A., Rousset J-M., Lelong F., Fournier J. 2005. *Reconnaissance au sonar latéral des principaux chenaux des Iles Chausey*. Rapport DIREN, Caen, 15 p.

Dauvin J.C. (ed.), 1997. *Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantique, Manche et Mer du Nord, synthèse, menaces et perspectives*. Collection Patrimoines Naturels, 31, Paris, Laboratoire de Biologie des Invertébrés Marin et Malacologie / SPN / IEGB / MNHN, 376 pp.

Fournier J., Godet L., Bonnot-Courtois C., Baltzer A., Caline B. Distribution des formations superficielles de l'archipel de Chausey (Manche). *Géologie de la France*, BRGM, Orléans (sous presse).

Grall J. 2003. *Fiche de synthèse sur les biocénoses : les bancs de maërl*. REBENT, IFREMER, Brest, 20 p.

Hily C., Grall J. 2003. *Suivi stationnel des bancs de maërl*. FT-02-2003-01, IFREMER, Brest, 4 p.

Annexes

Annexe 1 : Coordonnées des stations échantillonnées

Annexe 2 : Granulométrie associée aux sites d'appuis depuis 2007

Annexe 3 : Données brutes invertébrés benthiques des sites d'appui (regroupées pour chacune des stations, abondances exprimées par $0,1\text{m}^2$)

Annexe 4 : Questionnaire adressé aux communes littorales et fiche d'information sur teneurs en H₂S émises par les algues en putréfaction

Annexe 5 : Carte des surfaces d'échouage lors de chacun des trois inventaires de 2009 (mai, juillet, septembre)

Annexe 1
Coordonnées des stations échantillonnées

ME	Localité	Point	LongDMd	LatDMd
HC01	Chausey	SIMF01	001°49,69'W	48°52,87'N
HT06M	Brevands	SIMF09	001°08,10'W	49°22,29'N
HC06	Rade de Cherbourg	SSMF06	001°30,31W	49°40,72'N
HT03M	Baie de Seine orientale	SSMF11	000°02,60'E	49°25,17'N

Annexe 2

Granulométrie associée aux sites d'appuis depuis 2007

2007

Fraction (%PS)	SIMF01	SIMF09	SSMF06	SSMF11
Graviers	0,00	0,01	0,45	0,01
Sables très grossiers	1,88	0,00	0,45	0,02
Sables grossiers	5,92	0,09	0,61	0,02
Sables moyens	13,71	3,80	1,36	0,10
Sables fins	51,80	88,07	52,73	17,79
Sables très fins	17,46	7,61	34,24	73,86
Vase	9,24	0,42	10,15	8,21

2008

Fraction (%PS)	SIMF01	SIMF09	SSMF06	SSMF11
Graviers	0,00	0,07	0,00	0,07
Sables très grossiers	1,49	0,04	0,61	0,03
Sables grossiers	6,36	0,11	2,27	0,24
Sables moyens	13,26	5,89	3,11	0,54
Sables fins	54,46	85,88	34,61	26,39
Sables très fins	22,43	7,63	54,47	41,56
Vase	2,01	0,37	4,94	31,17

2009

Fraction (%PS)	SIMF01	SIMF09	SSMF06	SSMF11
Graviers	4,96	0,68	0,43	0,07
Sables très grossiers	14,41	0,74	2,60	0,08
Sables grossiers	15,59	0,52	2,22	0,35
Sables moyens	18,77	4,49	2,55	0,42
Sables fins	25,58	89,73	57,59	38,92
Sables très fins	14,05	3,29	32,14	56,74
Vase	6,65	0,55	2,46	3,40

Annexe 3

Données brutes invertébrés benthiques des sites d'appui (regroupées pour chacune des stations, abondances exprimées par 0,1m²)

Espèces (ERMS)	SIMF01	SIMF09	SSMF06	SSMF11
<i>Abra alba</i>	0	0	19,6	13,2
<i>Abra tenuis</i>	18,8	0	0	0
<i>Ampelisca tenuicornis</i>	0	0	7	0
<i>Ampharete acutifrons</i>	802	0	0	0
<i>Apseudes latreillii</i>	0	0	31,6	0
<i>Aonides oxycephala</i>	1,2	0,31	0	0
<i>Aoridae sp.</i>	0,8	0	0,2	0
<i>Aphelochaeta marioni</i>	0	0	0	0,2
<i>Arenicola marina</i>	0,2	6,25	0	0,2
<i>Aricidea sp.</i>	0	0	0,4	0
<i>Atylus falcatus</i>	0	0	0	0,2
<i>Bathyporeia pilosa</i>	0	272,19	0	0
<i>Bathyporeia sarsi</i>	0	11,88	0	0
<i>Capitella capitata</i>	0	0	0,2	1,8
<i>Capitella minima</i>	0	0	9,6	0
<i>Capitella spp.</i>	0	10,31	0	0
<i>Carcinus maenas</i>	0	0	4,4	0
<i>Caulerella sp1</i>	73,2	0	0	0
<i>Cerastoderma edule</i>	0	1,56	0	0,6
<i>Cereus pedunculatus</i>	6,8	0	0	0
<i>Chaetozone setosa</i>	13,6	0	7,4	0
<i>Cheirocratus sundevalli</i>	0	0	0,8	0
<i>Cirriformia tentaculata</i>	285,2	0	0	0
<i>Clymenura clypeata</i>	0	0	3,8	0
<i>Clymenura tricirrata</i>	0	0	37,4	0
<i>Corbula gibba</i>	0	0	1	0
<i>Corophium arenarium</i>	0	10	0	0
<i>Cyathura carinata</i>	79,6	0	0,4	0
<i>Decapoda spp.</i>	0	2,5	0	0
<i>Diastylis bradyi</i>	0	0	0	0,2
<i>Dipolydora flava</i>	0,8	0	7,2	0
<i>Dyopedos monacantha</i>	0	0	0,2	0
<i>Echinogammarus stoerensis</i>	0,8	0	0	0
<i>Edwardsia sp.</i>	4	0	0	0
<i>Ensis directus</i>	0	0	0	6
<i>Eteone longa</i>	0	0,63	0	2,6
<i>Euclymene affinis</i>	0	0	50	0
<i>Euclymene droebachiensis</i>	0	0	0	1,4
<i>Euclymene oerstedii</i>	0	0	46,6	0
<i>Gammaridae sp.</i>	0,4	0	0	0
<i>Gammarus locusta</i>	0,8	0	0	0
<i>Glycera convoluta</i>	0	0	0	0,2
<i>Hediste diversicolor</i>	0	3,44	0	0
<i>Lanice conchilega</i>	0	0	53,6	0
<i>Leucothoe incisa</i>	0	0	2,2	1
<i>Liocarcinus sp.</i>	0,8	0	0,2	0
<i>Lucinoma borealis</i>	0	0	5,6	0
<i>Lumbrineris latreilli</i>	0	0	0,2	0
<i>Macoma balthica</i>	0	0	0	0,2
<i>Magelona johnstoni</i>	0	0	0	9,2
<i>Malmgreniella glabra</i>	0	0	1,4	0

<i>Metaphoxus pectinatus</i>	0	0	1,8	0
<i>Microdeutopus chelifer</i>	0,8	0	0	0
<i>Monoculodes carinatus</i>	0	0	0,6	0
<i>Myriochele oculata</i>	0,4	0	13,4	0
<i>Mysella bidentata</i>	0	0	0	29
<i>Nebalia bipes</i>	0	0	1	0
Nématode	0	15,63	0	0
<i>Némertes indet.</i>	0,4	2,19	2,6	0,2
<i>Nephtys hombergii</i>	2,4	0	1,6	4
<i>Nephtys kersivalensis</i>	0	0	0	0,2
<i>Nephtys sp.</i>	0	0	1	0
<i>Notomastus latericeus</i>	50	0	5,2	0
<i>Nucula nitidosa</i>	0	0	0	0,6
<i>Nucula turgida</i>	0	0	26	0
<i>Odontosyllis fulgurans</i>	0	0	0,2	0
Oligochètes	32,8	2,19	0	0
<i>Owenia fusiformis</i>	0	0	0	53,4
<i>Pagurus bernhardus</i>	0	0	0,4	0
<i>Pandora albida</i>	0	0	0,2	0
<i>Paphia rhomboides</i>	0	0	0,2	0
<i>Pariambus typicus</i>	0	0	2,8	2,4
<i>Pectinaria koreni</i>	0	0	0	70,2
<i>Pectinidae sp.</i>	0	0	0,2	0
<i>Periculodes longimanus</i>	0	0	0,2	0
<i>Phaxas pellucidus</i>	0	0	14,2	0
<i>Pholoe baltica</i>	0	0	0	15,8
<i>Phoronis sp.</i>	0	0	0,4	0
<i>Photis longicaudata</i>	0	0	0,4	0
<i>Phtisica marina</i>	0	0	5,4	0
<i>Phyllodoce mucosa</i>	1,6	0	1,6	0
<i>Pinnotheres pisum</i>	0	0	0	0,2
<i>Poecilochaetus serpens</i>	0	0	0,2	0
<i>Polydora ciliata</i>	0	0	0	15,8
<i>Pseudocuma longicorne</i>	0	0	0,4	0
<i>Pygospio elegans</i>	0	7,19	0	0
<i>Scoloplos armiger</i>	10	0	12	0
<i>Scrobicularia plana</i>	0,4	0	0	0
<i>Sphaeroma monodi</i>	0,4	0	0	0
<i>Spio decoratus</i>	0,4	0	22,4	0
<i>Spio martinensis</i>	0	0	0	3,6
<i>Spiophanes bombyx</i>	0	0	0	0,2
<i>Spisula elliptica</i>	0	0	0,4	0
<i>Sthenelais limicola</i>	0	0	0,2	0
<i>Tellina fabula</i>	0	0	0	15,8
<i>Timoclea ovata</i>	0	0	3,4	0
<i>Tryphosites longipes</i>	0	0	0,6	0
<i>Urothoe elegans</i>	0	0	3,2	0
<i>Urothoe poseidonis</i>	0	5,31	0	0

Annexe 4
Questionnaire adressé aux communes littorales et fiche d'information sur
teneurs en H₂S émises par les algues en putréfaction

DEPARTEMENT : «dep»
 COMMUNE : «nomcom»

ENQUETE SUR LES PROLIFERATIONS ET
 ECHOUAGES D'ALGUES EN 2009

A renvoyer dès que possible au
 CEVA, BP 3, 22610 PLEUBIAN
 ou par fax au 02 96 22 84 38

CODE INSEE : «CODE_INSEE»

Description des proliférations et échouages				Si ramassage					
Localisations des proliférations et échouages : noms des plages, vasières, petits fonds, lagunes ..., concernés.	Date(s) d'apparition des proliférations et échouages	Date(s) de fin des proliférations et échouages	Type d'algues : - % algues vertes (si connu, préciser type) - % autres algues (brunes et rouges) - % « herbes marines » (Zostères) - % détritus	Date(s) de ramassage	Quantités ramassées en 2009 (précisez m3 ou tonnes)	Moyens techniques mis en œuvre pour le ramassage	Organisme chargé du ramassage. Précisez si : - service municipal - entreprise privée - autres	Coût total estimé du ramassage (chargement + transport ; préciser si HT ou TTC)	Devenir des algues
	Par localisation	Par localisation	Par localisation	Par plage	Par plage				

Eléments d'information sur les teneurs en H₂S émises par les algues vertes en putréfaction.

✓ Mesures spécifiques des gaz émis par les algues en putréfaction :

Suite à l'accident survenu le 8 juillet 2009 à Saint Michel en Grève (mort d'un cheval et perte de connaissance du cavalier), l'INERIS a été mandaté par le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer (MEEDM) pour réaliser des mesures ponctuelles des gaz émis lors de la décomposition des algues vertes. Les mesures réalisées le 13 août 2009 ont mis en évidence, la présence de différents gaz, le H₂S étant le plus préoccupant avec des teneurs pour certains des prélèvements (algues et sédiment en putréfaction avancée) qui atteignaient 1000 ppmv¹ en conditions d'accumulation (zones non ventilées). Ces concentrations en H₂S très élevées, au-delà du seuil de toxicité aigüe et pouvant entraîner la mort en quelques minutes² ont conduit l'INERIS à recommander :

- à titre conservatoire, d'interdire l'accès aux zones dans lesquelles les algues sont sujettes à des phénomènes de fermentation avancée,
- d'équiper de système de détection portable le personnel chargé du ramassage des algues sur les plages,
- de réaliser une évaluation des risques sur la filière complète du ramassage au traitement des algues vertes

Une première étude conduite en septembre 2006 par le CEVA pour la DDASS des Côtes d'Armor avait déjà montré que pour certains dépôts particuliers les teneurs ponctuelles en H₂S pouvaient être très élevées (pics jusqu'à 100 ppm même en conditions ventilées ; le capteur utilisé à l'époque ne permettait pas de mesurer les plus fortes valeurs).

Le rapport complet de l'INERIS est disponible sur le site <http://www.developpement-durable.gouv.fr/>.

Le site de l'association Air Breizh <http://www.airbreizh.asso.fr/index.asp> propose plusieurs études sur les teneurs ambiantes en gaz à proximité de certains sites d'échouage ainsi qu'une étude sur les gaz émis lors du compostage d'algues vertes, réalisée sous la coordination du CEVA.

✓ Données ponctuelles « indicatives » recueillies par le CEVA

Le CEVA étant mandaté pour suivre la composition des échouages d'algues (espèces présentes), ses personnels parcourent régulièrement l'ensemble du littoral breton et au-delà (de la Belgique à l'Île de Ré). Suite à la découverte de chiens morts sur un amas d'algue en putréfaction en juillet 2008 à Hillion (Côtes d'Armor), le CEVA s'est équipé de capteurs portatifs H₂S pour protéger ses opérateurs. En attendant que des mesures plus systématiques puissent être conduites dans des programmes dédiés, ces capteurs portatifs ont permis de réaliser de premières observations qui permettent pour l'heure de donner de premières indications :

○ Algues fraîches dans l'eau ou en dépôt sur les plages : teneurs inférieures au seuil de détection de l'appareil (0.1 ppmv)

○ Algues en putréfaction et en dépôt non « perturbé » récemment : les quelques mesures réalisées situaient les niveaux à proximité des algues à 2-3 ppmv maximum (forte variabilité en fonction des conditions atmosphériques notamment ; mesures à consolider). Ces valeurs sont inférieures aux valeurs autorisées en milieu de travail (VLE et VME).



¹ Ppm : partie par million (parfois aussi ppmv : partie par million en volume)

² Cf. document en ligne sur le site du Département de Santé Publique de l'Université de Rennes 1 <http://dsp.univ-rennes1.fr/>

○ Algues en putréfaction présentant une croûte liée au dessèchement des premières algues, on perce cette couche et on mesure la teneur du gaz qui s'échappe : teneurs en H₂S très élevées pouvant saturer le capteur utilisé (soit > 500 ppmv)

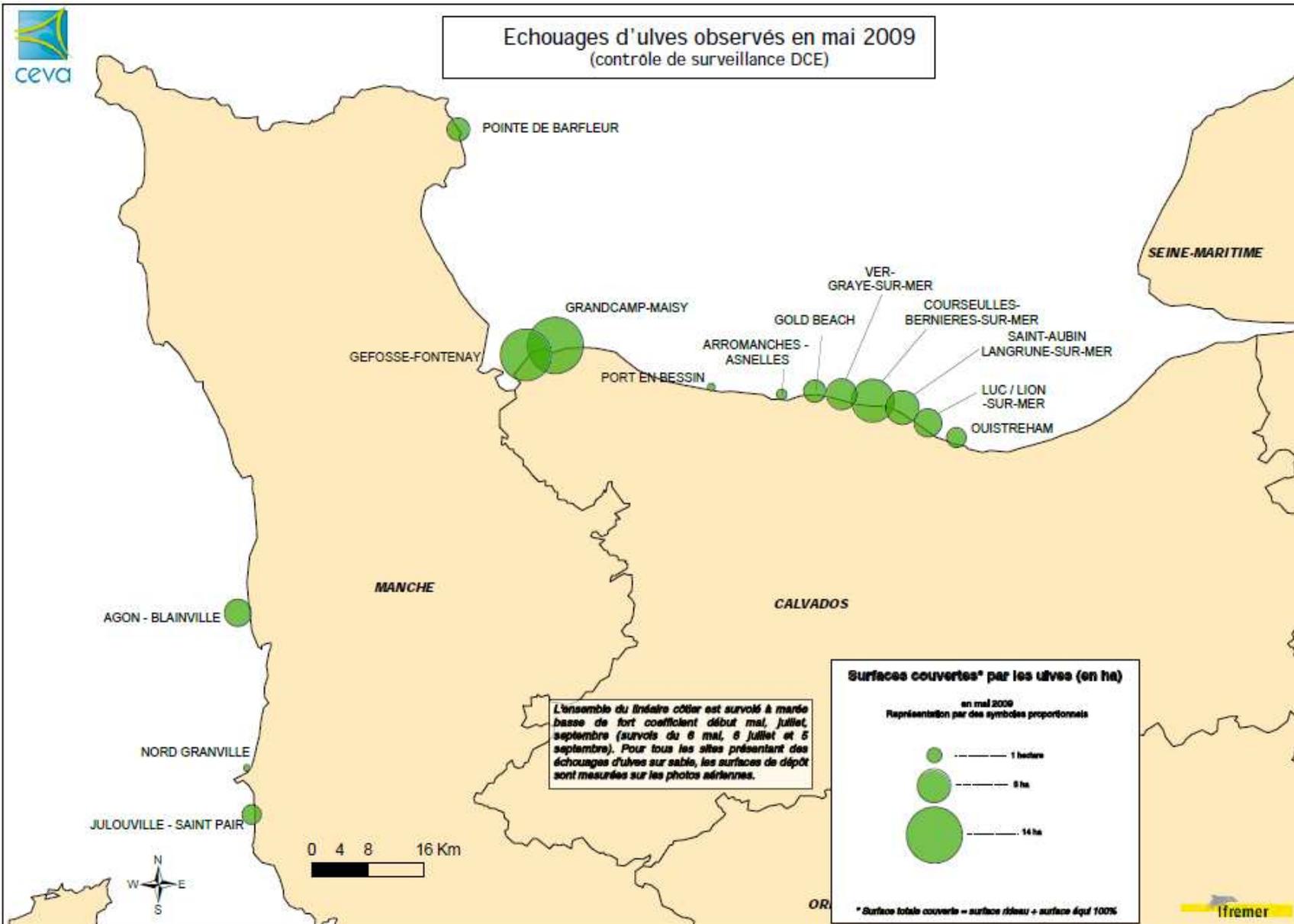


○ Algues et sédiment en putréfaction « perturbés » (remués) : teneurs très élevées pouvant saturer le capteur utilisé (soit > 500 ppmv)



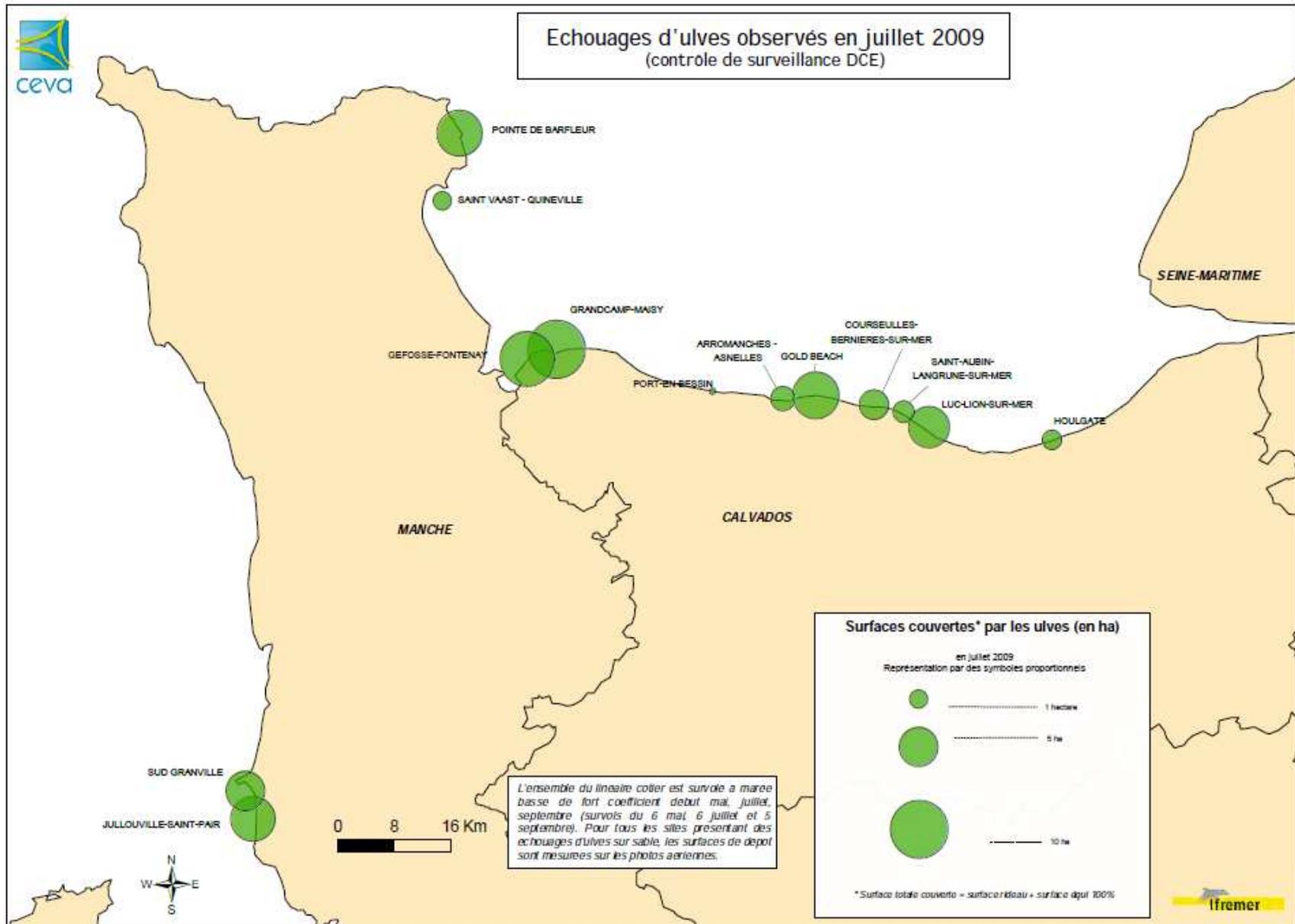
○ Autres observations : des amas d'algues en putréfaction, même quand ils ne sont pas composés de façon majoritaire par des algues vertes semblent également pouvoir émettre des teneurs élevées en H₂S (>500 ppmv) quand ils sont « perturbés » et présentent donc un risque significatif. Le sédiment lui-même, quand il a été enrichi en matières organiques (algales en particulier) et qu'il entre en putréfaction (anaérobie) peut émettre des teneurs élevées en H₂S (>500 ppmv). Ces premières observations, encore fragmentaires, devront être complétées dès 2010 mais permettent déjà de recommander fortement de prendre les précautions proposées par l'INERIS et rappelées en tête de ce document.

Annexe 5
Carte des surfaces d'échouage lors de chacun des trois
inventaires de 2009 (mai, juillet, septembre)





Echouages d'ulves observés en juillet 2009 (contrôle de surveillance DCE)





Echouages d'ulves observés en septembre 2009 (contrôle de surveillance DCE)

