

Découvrez un ensemble de documents, scientifiques ou techniques,
dans la base Archimer : <http://www.ifremer.fr/docelec/>

ifremer

Département du Morbihan Conseil général

Décembre 1996

Précontrat de baie "golfe du Morbihan"

Identification, localisation et estimation des biomasses d'algues vertes du golfe du Morbihan en 1995



Centre d'étude et de
valorisation des algues



Direction de l'environnement
et de l'aménagement littoral

IFREMER - Centre de Brest
B.P. 70
29280 PLOUZANE
Tél. 02.98.22.40.40 - Télex 940 627
Télécopie 02.98.22.45.45

DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT
ET DE L'AMENAGEMENT DU LITTORAL

LABORATOIRE ECOLOGIE

AUTEUR(S) : CEVA - Pleubian IFREMER - DEL - Centre de Brest.	CODE : DEL N° 96. 21
TITRE : Pré-contrat de baie - Golfe du Morbihan Identification, localisation et estimation des biomasses d'algues vertes du golfe du Morbihan en 1995.	Date : Décembre 1996 Nb tirages : 20
	Nb pages : 23 + annexes Nb figures : 6 Nb photos : 11
CONTRAT (intitulé) : Conseil Général du Morbihan Lettres de commande du 29 novembre 1994.	DIFFUSION : Libre <input checked="" type="checkbox"/> Restreinte <input type="checkbox"/> Confidentielle <input type="checkbox"/>

RESUME :

En 1995, le Golfe du Morbihan ne manifeste pas dans son ensemble un niveau d'eutrophisation marqué, mais possède toutefois trois sites de prolifération d'algues vertes : l'estuaire de la rivière d'Auray, les bras de l'estuaire de Vannes et Séné, ainsi que le débouché de l'estuaire de Noyal. Seuls ces deux derniers secteurs présentent des développements algaux « anormaux » et reliables à un phénomène particulier d'eutrophisation (Marée verte à ulves dans le secteur Rosvellec-Séné, marée verte à Monostroma dans le secteur de Saint Armel-Tascon. Au printemps 1995, les observations réalisées sur les estrans du Golfe du Morbihan, en dehors de ceux des îles, ont permis d'estimer une biomasse algale comprise entre 2 000 et 6 000 tonnes.

ABSTRACT :

Mots-clés : Algues vertes, Golfe du Morbihan, eutrophisation.

Key words :

SOMMAIRE

PRE-CONTRAT DE BAIE GOLFE DU MORBIHAN

Identification, localisation et estimation des biomasses
des espèces d'algues vertes proliférantes du Golfe du Morbihan
en 1995

	<u>Page</u>
1. IDENTIFICATION ET LOCALISATION DES ESPECES ALGALES	2
1.1. Objectif de l'étude	2
1.2. Réalisation	2
1.3. Résultats	2
1.3.1. Taxonomie et localisation des espèces à caractère proliférant	2
1.3.2. Localisation des stations de prélèvements pour le suivi de la composition chimique	5
2. CARTOGRAPHIE DES BIOMASSES ALGALES	13
2.1. Méthodologie	13
2.1.1 Photographies aériennes	13
2.1.2. Observations et prélèvements au sol	13
2.1.3. Traitement des données	13
2.2 Résultats de biomasse	
2.3 Relations flux nutritifs algues vertes	14
2.4. CONCLUSION	20

Annexe 1

1. IDENTIFICATION ET LOCALISATION DES ESPECES ALGALES (CEVA)

1.1. OBJECTIF DE L'ETUDE

Les opérations d'identification et de localisation des espèces algales potentiellement impliquées dans des productions de masse dans le Golfe du Morbihan, avaient pour objectif :

- de fournir, au besoin, une meilleure connaissance systématique de ces espèces,
- de prévoir par secteur et par espèce l'échantillonnage nécessaire au suivi des teneurs en azote et phosphore des algues (cf. fiche 2 du projet),
- de situer l'intervention des équipes au sol dans le cadre de la vérité terrain associée à l'estimation des biomasses en place (cf. fiche 3 du projet).

1.2. REALISATION

La première mission de reconnaissance, effectuée le 24 Avril 1995, n'a pas permis de localiser d'amorces de proliférations algales particulières. Seules, localement, quelques banquettes de vase se couvrent d'Enteromorphes et/ou d'Ulves, ce qui est normal en cette saison, au niveau de la presqu'île de Sené (Ile de Conleau, Baie de Kerdrean, sortie de Sené au niveau du camping de Cantizac).

Les deux missions suivantes (30 Mai et 1er Juin) ont permis de détailler l'évolution de la couverture algale tout au long du Golfe et de sélectionner un certain nombre de stations de prélèvement pour le suivi de la composition chimique.

Les missions suivantes de collecte des algues en ces points, de Juin à Octobre, ont permis de compléter les observations sur les espèces manifestant des tendances à une production anormale de biomasses.

1.3. RESULTATS

1.3.1. Taxonomie et localisation des espèces à caractère proliférant

- Le genre *Ulva*

Une attention particulière a été portée aux Ulves, algues vertes responsables d'importantes marées vertes sur les côtes européennes et sur les côtes bretonnes tout particulièrement.

Les Ulves n'ont été trouvées en quantité régulièrement abondantes que dans le secteur de la rivière de Vannes/Sené, où des populations dérivantes couvrent de manière continue le haut de la vasière à partir de mai jusqu'en octobre au moins (date de la dernière observation). Des échouages en haut d'estran sont visibles dans la rivière de Vannes après les grandes marées de Mai (photos 1 et 2). 130 T ont été retirées sur la plage de l'Armor Gwened entre Avril et Novembre par les services techniques de la ville.

L'espèce responsable de ces productions excessives est probablement *Ulva rotundata*, sur les bases des critères systématiques utilisés pour séparer les 8 espèces reconnues sur les côtes bretonnes (Hoeksema et Van Den Hoek, 1983).

Les Ulves sont reconnaissables par une assise cellulaire double (photo 6). Une des caractéristiques cytologiques essentielles de *Ulva rotundata* est le nombre fréquemment élevé de pyrenoïdes par plaste (photo 7) et la facilité avec laquelle les plastes se mettent en position pariétale (photo 8). Sur le plan morphologique, l'absence de denticulation marginale et une épaisseur supérieure ou égale à 45 µm, sont des critères qui renforcent cette appartenance systématique.

Ulva rotundata n'est pas à l'origine des marées vertes de grande ampleur sur les côtes bretonnes et n'est connue dans des échouages importants que dans la rade de Brest. L'Ulve qui est responsable des marées vertes sur les côtes bretonnes existe cependant dans le Golfe du Morbihan : de petites populations fixées ont été identifiées en Juin au niveau du Port du Ruault. Les échantillons présentaient en effet toutes les caractéristiques de cette espèce (qui est en voie d'identification taxonomique sur les côtes bretonnes), en particulier une épaisseur inférieure à 45 µm et une denticulation marginale microscopique prononcée (photo 9).

Ulva rotundata existe aussi un peu partout dans l'ensemble du Golfe, à l'état plus ou moins fixé et le plus souvent dérivant. Ces algues dérivantes peuvent, selon les conditions hydrodynamiques, être localement concentrées et s'échouer, hors contexte local précis d'enrichissement des eaux. C'est vraisemblablement le cas pour des échouages tels que ceux relevés les années précédentes (moins en 95) sur l'Île d'Arz.

- Le genre *Monostroma*

Nos investigations de terrain ont permis, pour la première fois, d'identifier le genre *Monostroma* comme pouvant être à l'origine des Marées Vertes dans le Golfe du Morbihan. Dès la fin du mois de mai, cette algue est repérable en tapis continus sur la vasière, au niveau de la digue reliant l'Île de Conleau, à l'ouest de la pointe du Ruaud (Le Ruaud), sur la face ouest de l'Île de Tascon, sur le côté ouest de la digue reliant St Armel au Passage (photos 3 et 4).

Les algues sont dérivantes, se concentrent en bordure de vasière, et forment à marée basse un tapis continu qui peut être épais de plusieurs cm (photo 3).

- Le genre *Monostroma* se distingue du genre *Ulva* par son thalle monostromatique (une seule assise cellulaire) (photos 10 et 11). Le genre *Monostroma* est connu pour former des marées vertes importantes dans le Golfe d'Arcachon (Auby *et al.*, 1994). Dans le Golfe du Morbihan, la prolifération semble limitée dans l'espace mais aussi dans le temps. *Monostroma* n'était en effet présent en abondance dans les stations précédemment citées qu'aux mois de Mai et Juin. De fin Juin à Août, les algues se sont décomposées et ont pratiquement disparu. Les algues réapparaissent de manière nette en Octobre à Tascon, et dans une moindre mesure, à St Armel. Dans le bassin d'Arcachon, la marée verte à *Monostroma* est installée toute l'année, avec un maximum de biomasse en été et un minimum en hiver.

Figure 1

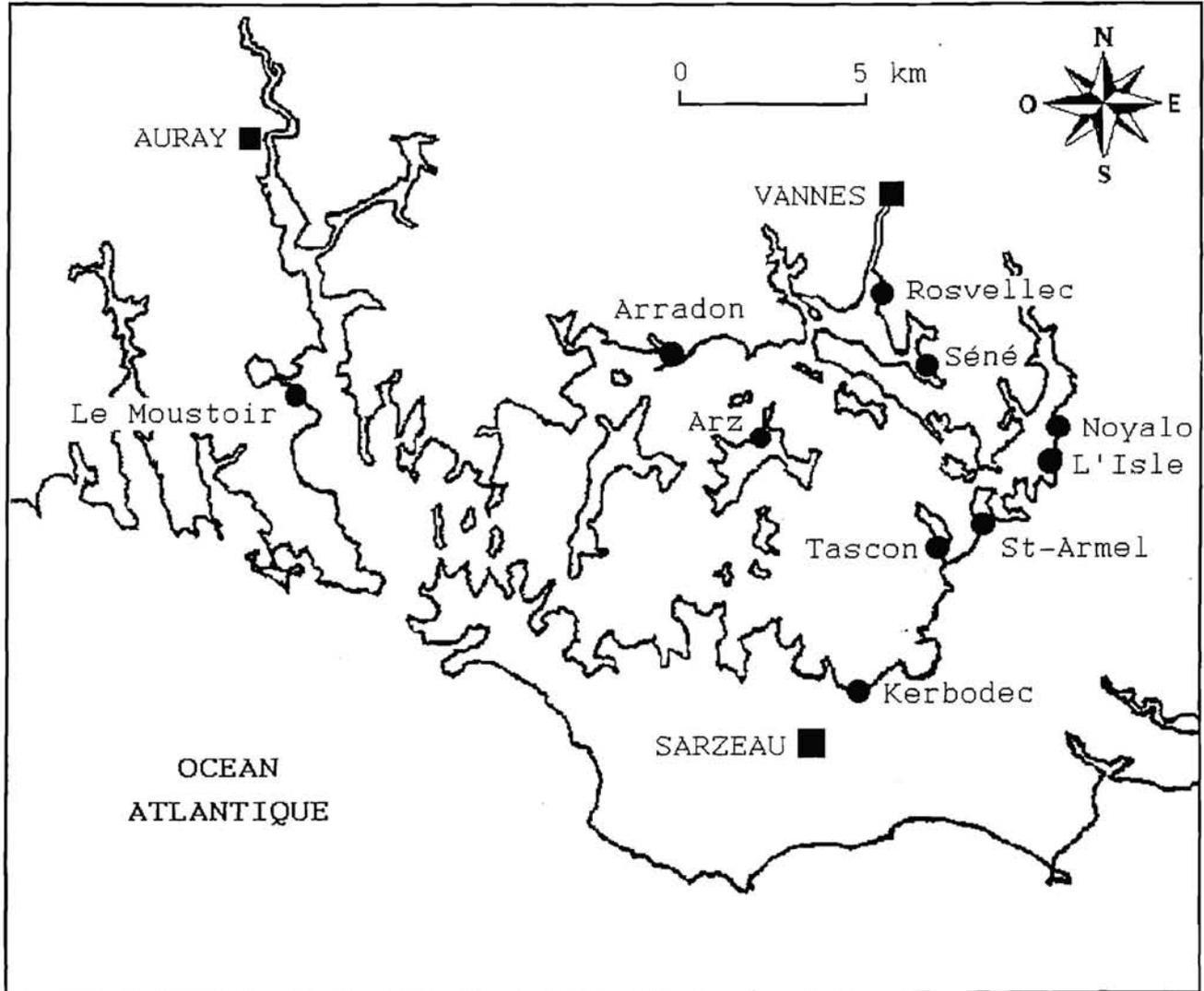


Fig. 1 : Localisation des stations de prélèvement des algues vertes
dans le Golfe du Morbihan - 1995

- Le genre *Enteromorpha*

Les Enteromorphes sont des algues vertes dont l'assise cellulaire forme un tube qui leur confère une morphologie filamenteuse. Elles colonisent régulièrement les banquettes vaseuses des estrans et des zones enclavées du littoral breton. Elles sont présentes à ce titre dans le Golfe du Morbihan, mais ceci en quantités normales, même en période estivale où elles sont au maximum saisonnier de leur développement. Elles présentent un pic particulier de biomasse au mois de Juin, principalement dans un certain nombre d'anses des rivières d'Auray, de Vannes et de Noyal (cf. cartographie des biomasses en Juin, fiche n° 3), puis se détachent pour être dispersées ou localement s'échouer. Les Enteromorphes colonisent les vasières en mélange avec d'autres algues vertes filamenteuses du genre *Chaetomorpha* et du genre *Cladophora*. L'abondance relative de ces deux genres par rapport aux Enteromorphes augmente en Juillet et Août.

Conclusion

Ulva rotundata et *Monostroma sp.* sont les deux seules formes algales qui présentent localement des développements anormaux susceptibles d'être reliés à de l'eutrophisation. L'Ulve des marées vertes des côtes nord-Bretagne est présente dans le Golfe du Morbihan mais ne paraît pas y trouver l'ensemble des conditions nécessaires pour engendrer une production de masse.

1.3.2. Localisation des stations de prélèvements pour le suivi de la composition chimique (cf. fig. 1)

Le choix des stations a tenu compte de la présence d'algues vertes à caractère proliférant en même temps que de la diversité géographique nécessaire pour appréhender l'ensemble des conditions de croissance des algues au niveau du Golfe.

Locmariaquer - Le Moustoir : Rive droite de la rivière d'Auray, au niveau de l'Etang du Roch'Du. Prélèvement sous la chapelle. Vasière nue le 27/04, se couvrant fin Mai. Ulves présentes en petites quantités tout au long de la saison. Mélange d'Enteromorphes et de *Chaetomorpha* (échouage de *Chaetomorpha* dans la Baie de l'Ours, voisine, à la fin Mai). Echouages d'Enteromorphes fin Juin, *Chaetomorpha* dominant à partir de Juillet jusqu'en Octobre (dernière observation le 10/10).

Arradon - Pen Meil : Dans la petite anse au N.O. de la Pointe d'Arradon, au lieu-dit Pen Meil. Couverture d'Enteromorphes importante dès la fin Mai. Il n'y a pas de pic de production suivi d'échouage en Juin, comme à la station Le Moustoir. Epaissement de la couverture fin Juin. Diminution en Juillet et Août. Présence de *Cladophora* en faible proportion au mois d'Août. Impression de recolonisation des Enteromorphes à la fin Août. Début Octobre (10/10), la couverture est redevenue importante. Présence permanente d'*Ulva rotundata* dérivantes pendant la période d'observation, de Mai à Octobre, avec une augmentation nette des quantités en Octobre.

Vannes - Larmor Gwened/Rosvellec : Prélèvement sur la vasière située sous la plage bordant la zone aménagée en parc, au débouché de la rivière de Vannes. Couverture permanente d'Enteromorphes sur la vasière. Pic de production en Juin et départ fin Juin de l'espèce observée au Moustoir et Arradon. Présence permanente d'*Ulva rotundata* en quantité importante, déposées ou éparées sur et/ou parmi les Enteromorphes (cf. photo 5).

Séné : Prélèvements au niveau du camping de Cantizac et au niveau du Centre-Bourg. Présence permanente et importante d'Ulves sur la vasière, tout au long de la période d'observation (c'est-à-dire de début Mai - observations de l'IFREMER - jusqu'en Octobre).

Sarzeau - Kerbodec : Au niveau de Sarzeau, à l'est de la presqu'île de Truscat. Prélèvements de part et d'autre de la digue alignée dans le prolongement de la route d'accès à la mer. Observation d'échouages d'Ulves importants (mélangées à des Zostère, algues rouges filamenteuses et Sargasses, le 27/04). Ensuite, présence peu importante mais continue d'Ulves éparées sur la vasière pendant la période d'observation, jusqu'en Octobre.

St Armel - Ile Tascon : Prélèvement au milieu de la face ouest de l'île. Présence de *Monostroma* observée dès le 5 Mai (photos aériennes - P. CAMUS - IFREMER) jusqu'en Octobre. Quantités maximales début Juin. Diminution fin Juin. Développement de *Cladophora* au mois d'Août. Recrudescence des quantités de *Monostroma* observée en Octobre.

St Armel - Le Passage : Prélèvements au départ de la digue conduisant au Passage (côté ouest). Grandes quantités début Juin (cf. photo 4) et diminution fin Juin (idem Tascon). Disparition fin Juillet. Réapparition de *Monostroma* en petite quantité en Octobre.

Noyal - l'Isle : Rive gauche de la rivière de Noyal, N.E. de la commune du Hezo. Prélèvements au pied de la digue prolongeant le chemin d'accès à la mer et menant à l'Isle. Présence continue d'Ulves éparées avec maxima en Juin et Octobre et un minimum en Août. Développement important des Enteromorphes sur une très grande surface de vasière (comparable à Larmor Gwened) au cours du mois de Juin. Elimination de la biomasse (dispersion + échouages) à la fin Juin, selon un schéma connu des riverains depuis toujours.

Noyal - Birhit : Rive gauche de la rivière Noyal. S.O. de Noyal. Prélèvement au niveau de Birhit. Petite population d'Ulves fixées échantillonnée jusqu'en Juillet. Couvert dense des Enteromorphes sur la vasière avec présence en mélange de Chaetomorphes. Maximum de biomasse en Juin.

Ile d'Arz - Plages : Depuis un certain nombre d'années, les échouages d'Ulves sont connus sur la plage de la Falaise, et des prélèvements ont pu être effectués par l'IFREMER en Juin - début Juillet. Les observations ont indiqué que les quantités d'algues échouées étaient moins importantes en 1995 que les années précédentes.



**Photo 1 : Echouage d'Ulves sur la plage de Larmor Gwened (rivière de Vannes)
le 01/06/95**

Noter, en bas de la plage, la ceinture de *Fucus* (en sombre) délimitant le tapis d'Ulves et Enteromorphes dérivantes déposé à marée basse et susceptible, selon les conditions météorologiques et de marées, de générer de nouveaux échouages



Photo 2 : Détail de l'échouage (photo 1)
Noter la présence d'Enteromorphes en mélange avec les Ulves



Photo 3 : Dépôts de *Monostroma* à marée basse (en vert clair, sous et dans la ceinture de *Fucus*) Ile Tascon - 01/06/95



Photo 4 : *Monostroma* dérivant formant un dépôt épais à marée basse - St Armel - 01/06/95

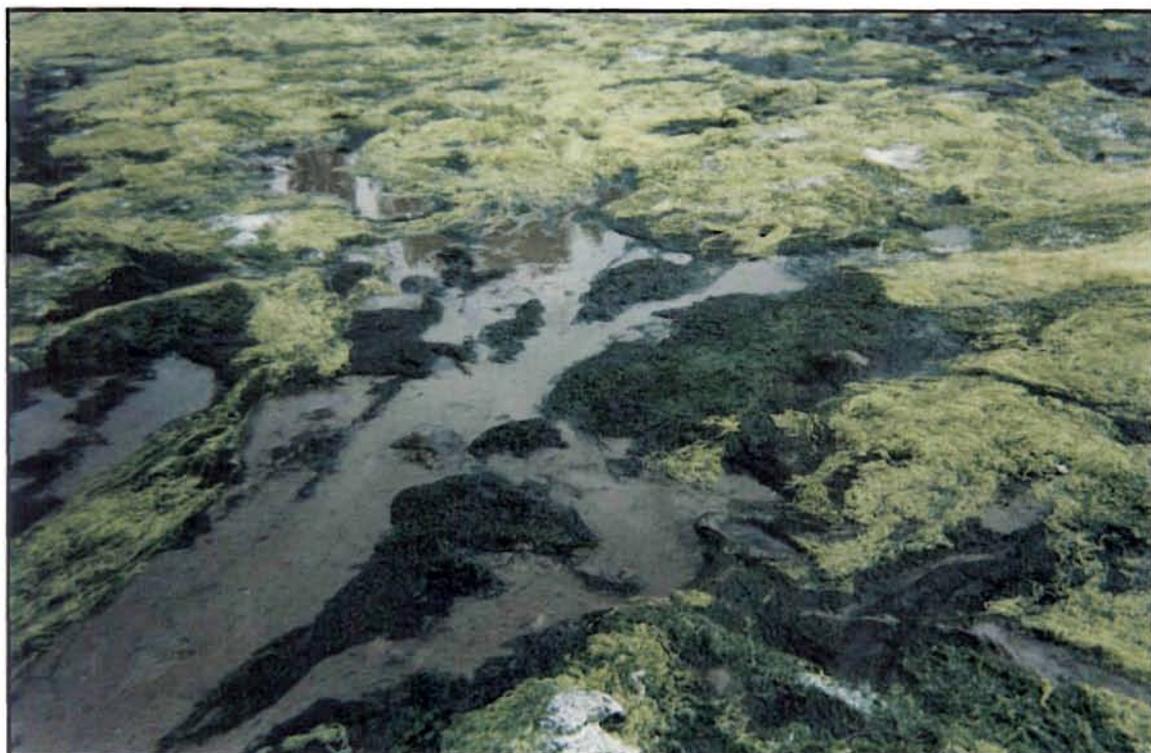


Photo 5 : Enteromorphes dérivantes déposées à marée basse sur les Ulves du bas de la plage de Larmor Gwened (cf. photo 1) - 15/06/95

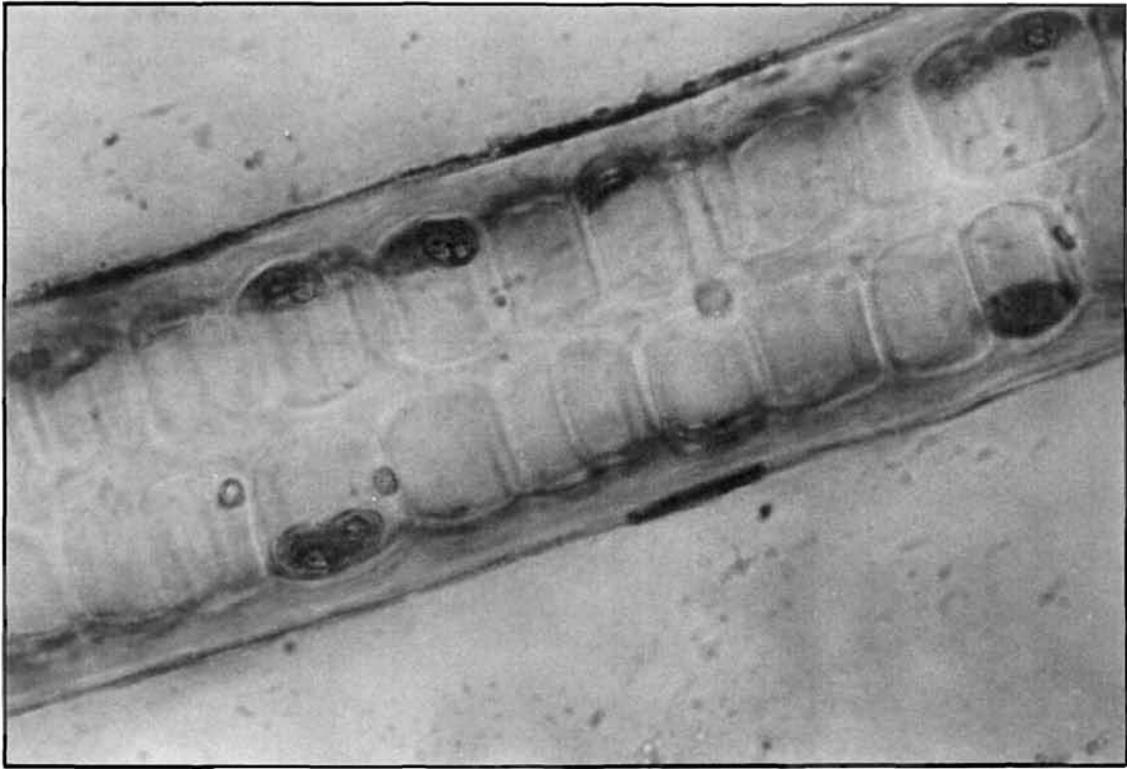


Photo 6 : *Ulva rotundata* : aspects anatomiques en coupe transversale (obj. 100)
Noter la double épaisseur cellulaire - Epaisseur du thalle : 45-50 μm

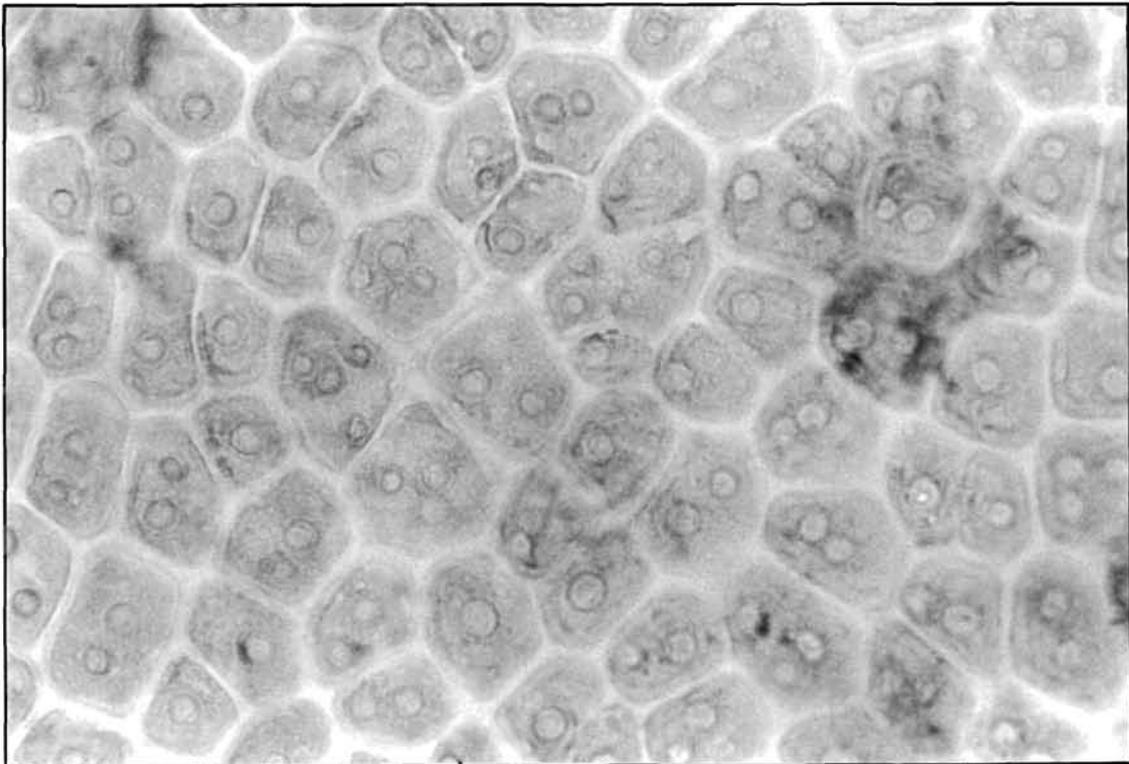


Photo 7 : *Ulva rotundata* : aspects cytologiques en vue superficielle (obj. 100)

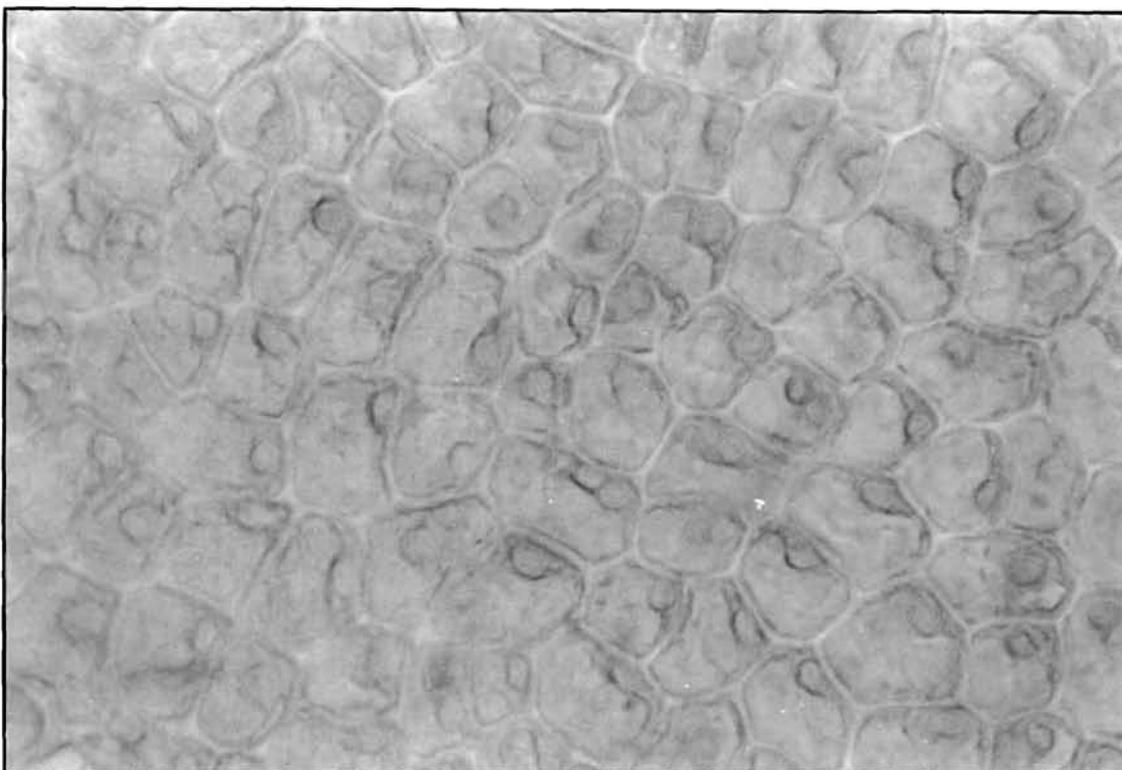
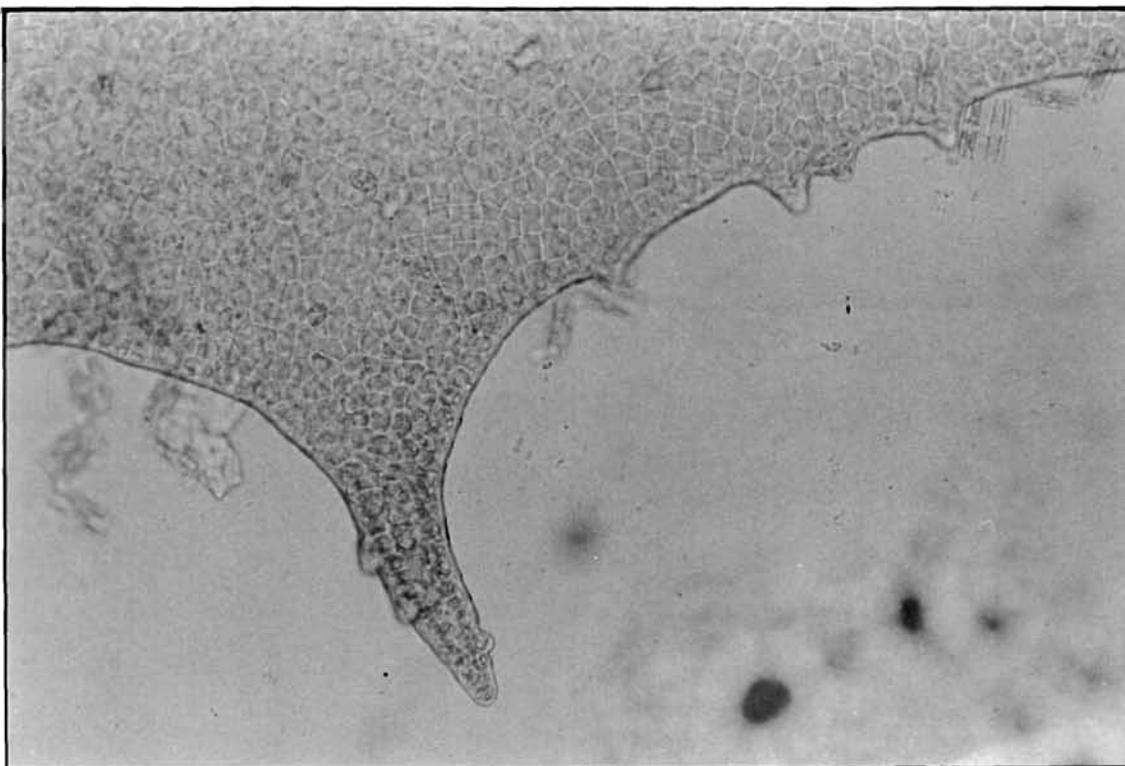


Photo 8 : *Ulva rotundata* : aspects cytologiques en vue superficielle (obj. 100)
Noter la position pariétale des plastes



**Photo 9 : *Ulva* sp. des "marées vertes" :
vue superficielle de la région marginale (obj. 20)**
Noter la denticulation caractéristique

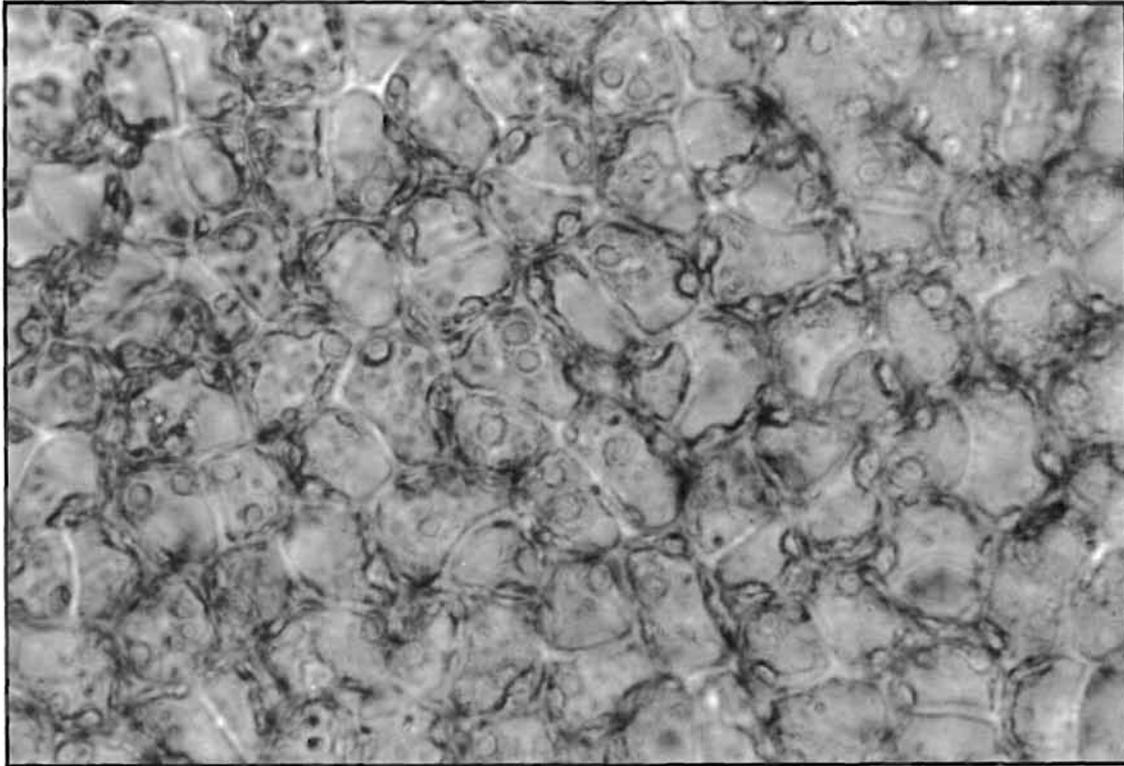


Photo 10 : *Monostroma sp.* : Vue superficielle (obj. 100)

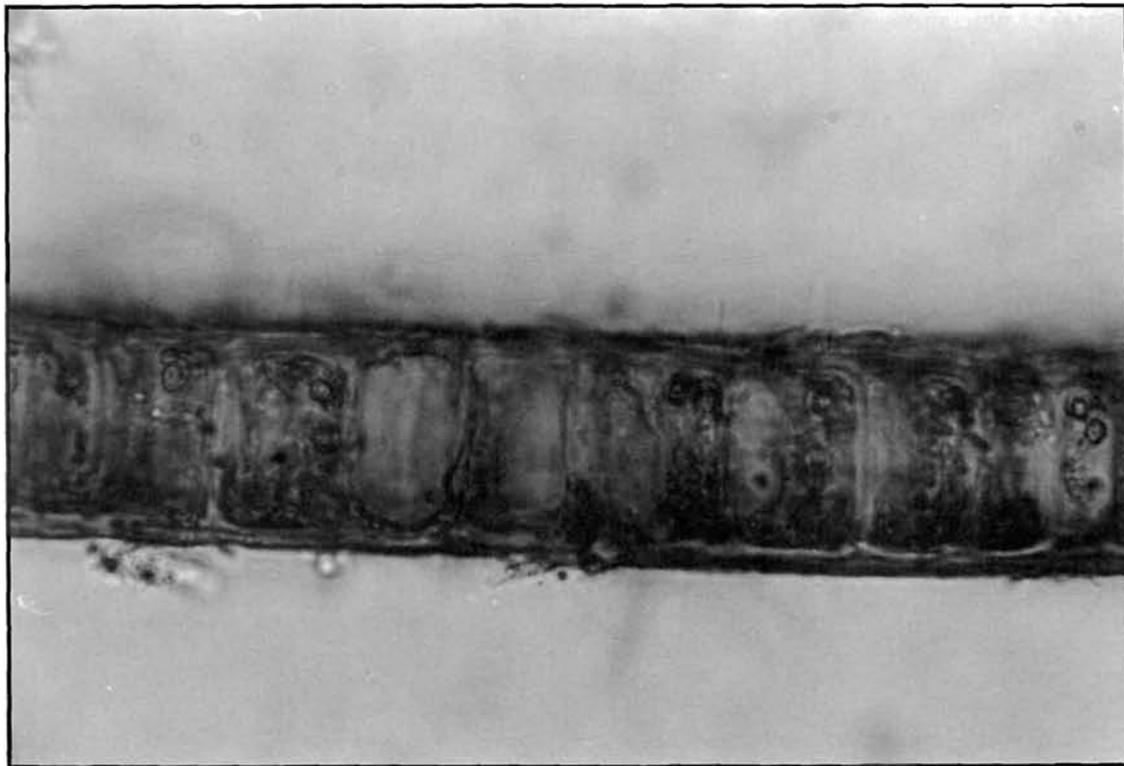


Photo 11 : *Monostroma sp.* : Coupe transversale (obj. 100)
Noter l'assise cellulaire unique

2. CARTOGRAPHIE DES BIOMASSES ALGALES

2.1. METHODOLOGIE

2.1.1. Photographies aériennes (IFREMER)

Un avion de location spécialement aménagé est utilisé pour réaliser la série de photographies qui servira à l'estimation des biomasses d'algues accumulées sur le littoral.

Après avoir établi le plan de vol, on indique au pilote l'altitude à conserver, le cap à maintenir pour chaque transect, et au photographe l'instant de déclenchement et de l'arrêt des clichés.

Cinq cents clichés ont ainsi été pris sur la côte du Golfe du Morbihan où peuvent se manifester des proliférations significatives d'algues vertes.

2.1.2. Observations et prélèvements au sol (CEVA)

Simultanément au survol aérien, une équipe du Centre d'Etude et de Valorisation des Algues (Pleubian, Côtes d'Armor) explore l'estran du Golfe du Morbihan dans le but de localiser et d'identifier les espèces d'algues vertes (cf. annexe 1). Des visites préliminaires réalisées au cours des mois précédents ont permis de réduire le champ des investigations, l'importance des superficies d'estrans du Golfe du Morbihan, ne permettant pas de prospecter en une seule journée l'ensemble des zones découvertes, mais seulement les secteurs les plus sensibles.

Sur chaque site visité, la zone d'algues vertes repérée est positionnée sur une carte. Une description détaillée de l'accumulation algale (espèce, qualité, étendue) et un prélèvement pour étude en laboratoire (espèce et biomasse au mètre carré) sont réalisés.

2.1.3. Traitement des données (IFREMER + CEVA)

Le calcul des biomasses d'algues vertes échouées se fait, dans un premier temps, par l'estimation des pourcentages de recouvrement (proportion de la surface totale d'une station couverte par une espèce végétale) sur les photographies aériennes. Ceci se réalise par couplage des densités colorées visuellement estimées et des données ponctuelles de biomasses fournies par le CEVA. Une extrapolation est ensuite faite pour les estrans prospectés par le CEVA, mais non totalement couverts par les photographies aériennes.

Pour chaque strate identifiée (à biomasse plutôt homogène), une superficie est mesurée sur les photographies et les cartes de même échelle. En multipliant chaque superficie par la biomasse au mètre carré correspondante, on obtient le stock d'algues vertes par strate. L'addition des différentes biomasses donne le stock d'algues vertes de chaque secteur d'estran.

Les signalements par site (annexe 1) montrent qu'il existe parfois des mélanges d'espèces.

3. EVALUATION DES BIOMASSES ALGALES¹

3.1. RESULTATS

En dehors des îles, qui n'ont pas été prospectées, on distingue 3 grandes zones de proliférations d'algues vertes sur les rives du Golfe du Morbihan (fig. 2), et 2 zones de présence signalée (tableau 1). Les rives aval de la rivière d'Auray (fig. 3) où l'on note la présence d'environ 1 000 tonnes d'algues vertes composées essentiellement d'entéromorphes. Les estuaires de Séné et de Vannes (fig. 4) où s'accumulent plus de 2 000 tonnes d'un mélange d'ulves et d'entéromorphes. A signaler, une zone de présence d'entéromorphes entre Larmor-Baden et Arradon.

Secteur	Surfaces mesurées (hectares)	Biomasses d'algues vertes (tonnes)
Rivière d'Auray	529	380 - 1 485
Rive sud du Golfe	403	25 - 85
Rive est du Golfe	1 056	600 - 1 300
Rive nord du Golfe	659	1 115 - 3 360
Total	2 647	2 120 - 6 230

Tableau 1 : Récapitulatif par secteurs

Le troisième secteur de prolifération d'algues vertes est celui de la rive Est du Golfe, entre Saint-Colombier et le pont de Noyal (fig. 5). Il s'agit ici essentiellement d'algues vertes appelées monostromes, ressemblant beaucoup aux ulves, mais plus fines à cause de la présence d'une seule couche de cellules. La rive Sud du Golfe ne comporte que peu d'algues vertes (~ 1.5 % de la biomasse totale). Seules des présences sont signalées (fig. 6), sans qu'il soit possible de parler de prolifération.

3.2. RELATION FLUX NUTRITIFS - ALGUES VERTES

La partie amont de l'estuaire de la rivière d'Auray reçoit la moitié des flux azotés des bassins versants du Golfe et un quart des flux de phosphore (Piriou *et al.* 1995). Parallèlement, on trouve dans les anses de la partie aval de cet estuaire, environ un tiers de la biomasse d'algues vertes présente sur les estrans du Golfe du Morbihan. Les branches de l'estuaire de Séné et Vannes reçoivent, quant à elles, le tiers de l'azote des bassins versants du golfe et les deux tiers du phosphore.

¹Avertissement : Les résultats présentés dans ce paragraphe sont une mise à jour des estimations de biomasses algales décrites dans le rapport intitulé: Pré-contrat de baie - Golfe du Morbihan. Mesures de flux nutritifs et inventaire d'algues vertes en 1995 par J.Y. Piriou, V. Chapron et J.P. Annezo. On notera que la quantité totale d'algues échouées diffère assez peu dans les deux rapports (6230 t. contre 8733 t. pour les valeurs maximales annoncées dans le premier rapport). Les estimations ont été revues à la baisse notamment dans la rivière d'Auray après réévaluation des limites entre zostères et algues vertes, très difficiles à définir sur les photographies.

PRE-CONTRAT DE BAIE - GOLFE DU MORBIHAN
 Identification, localisation et estimation des biomasses des espèces
 d'algues vertes proliférantes du Golfe du Morbihan en 1995

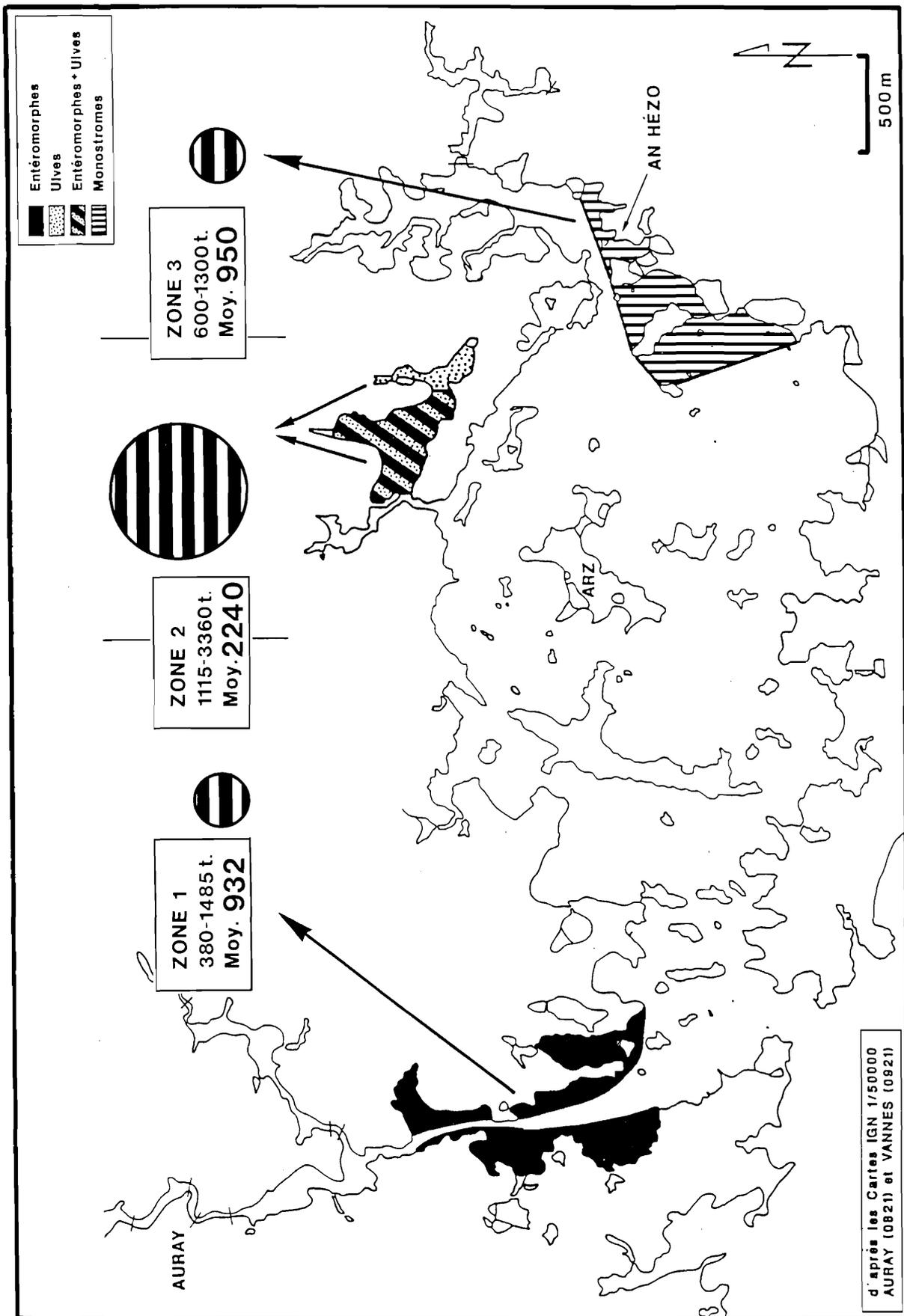


Fig. 2 : Principales zones de développement d'algues vertes. Biomasse exprimée en tonnes.

PRE-CONTRAT DE BAIE - GOLFE DU MORBIHAN
Identification, localisation et estimation des biomasses des espèces
d'algues vertes proliférantes du Golfe du Morbihan en 1995

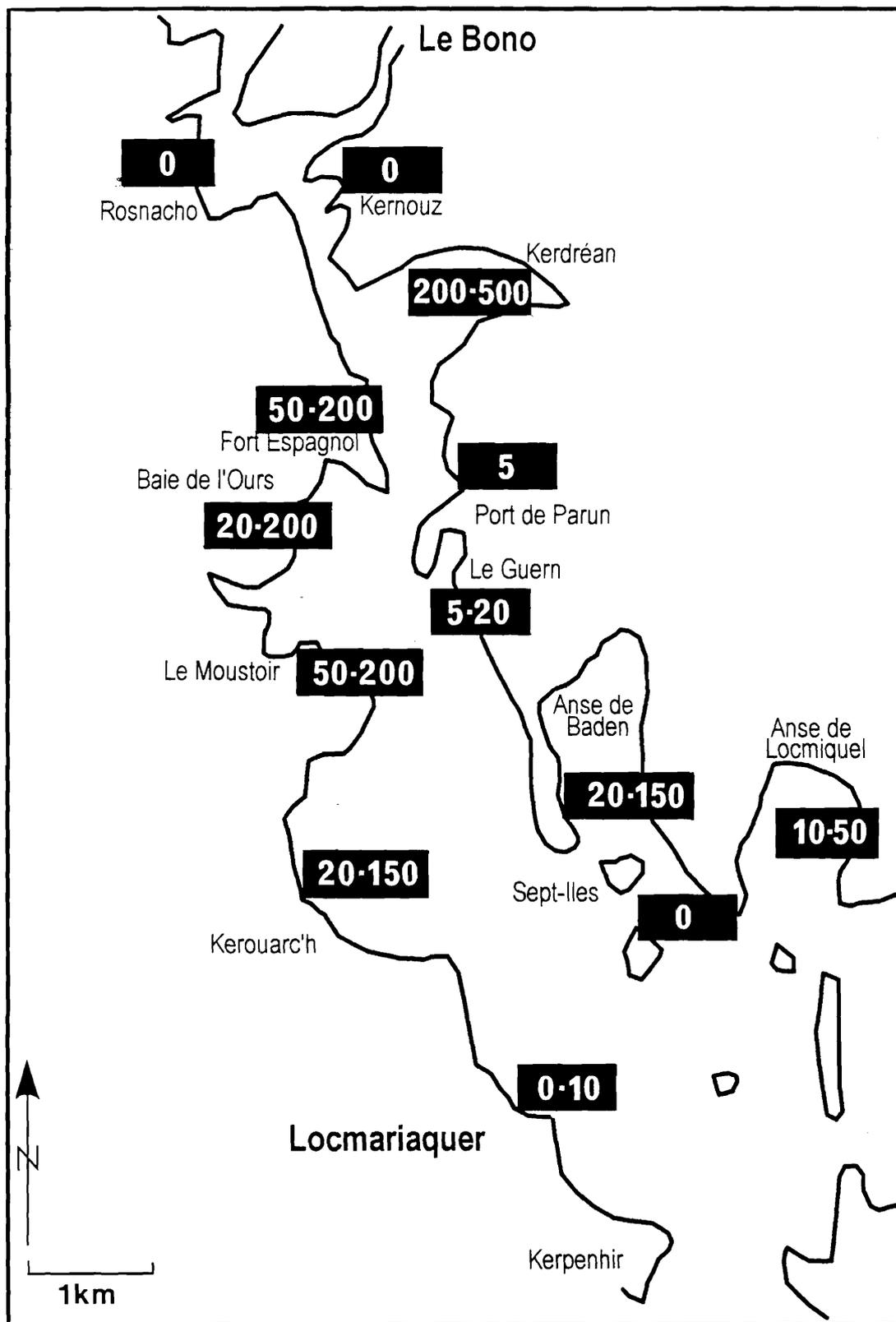


Fig. 3 :Estimations des biomasses d'algues vertes (tonnes) dans le secteur de la rivière d'Auray.

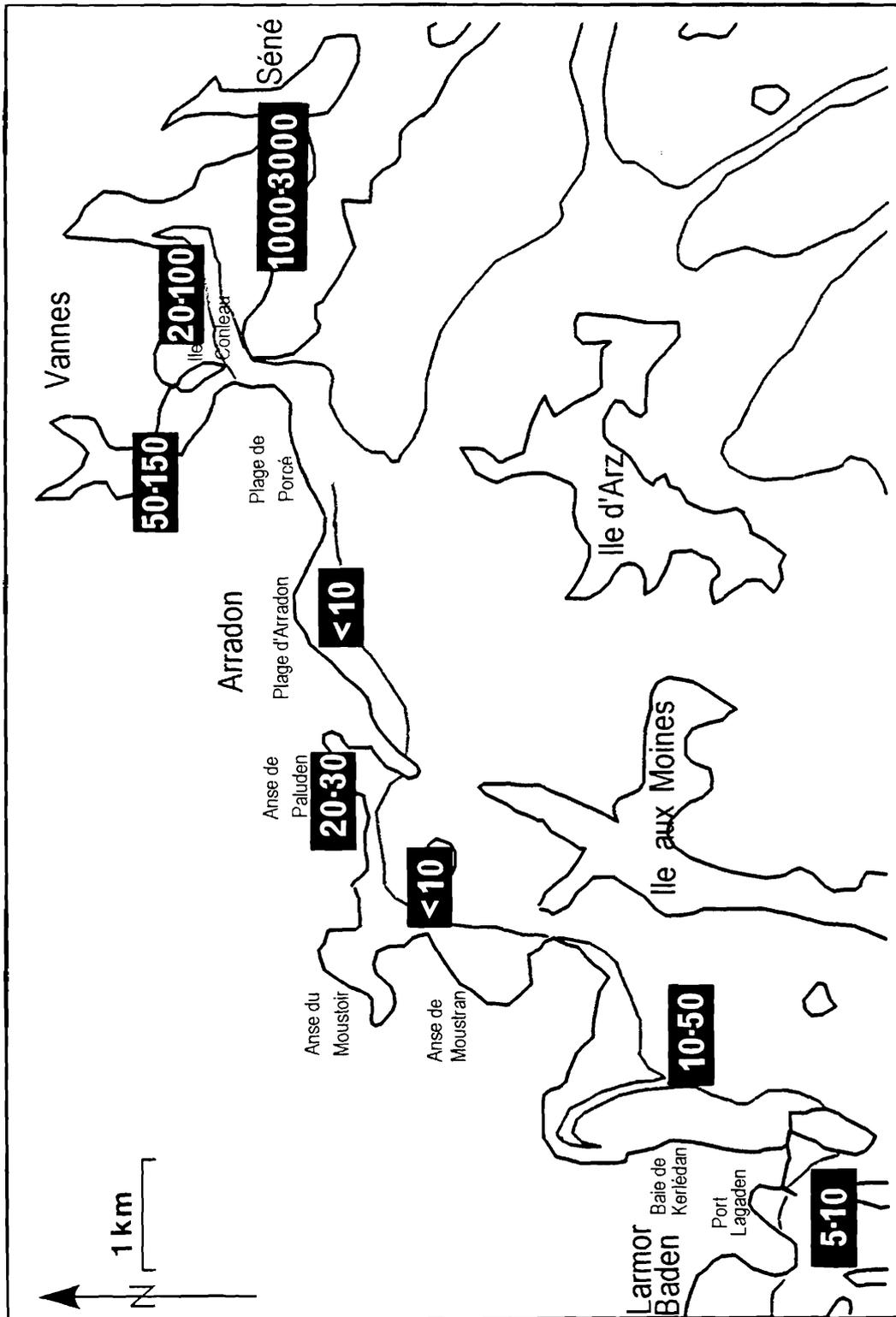


Fig. 4 : Estimation des biomasses d'algues vertes (tonnes) sur la rive nord du golfe.

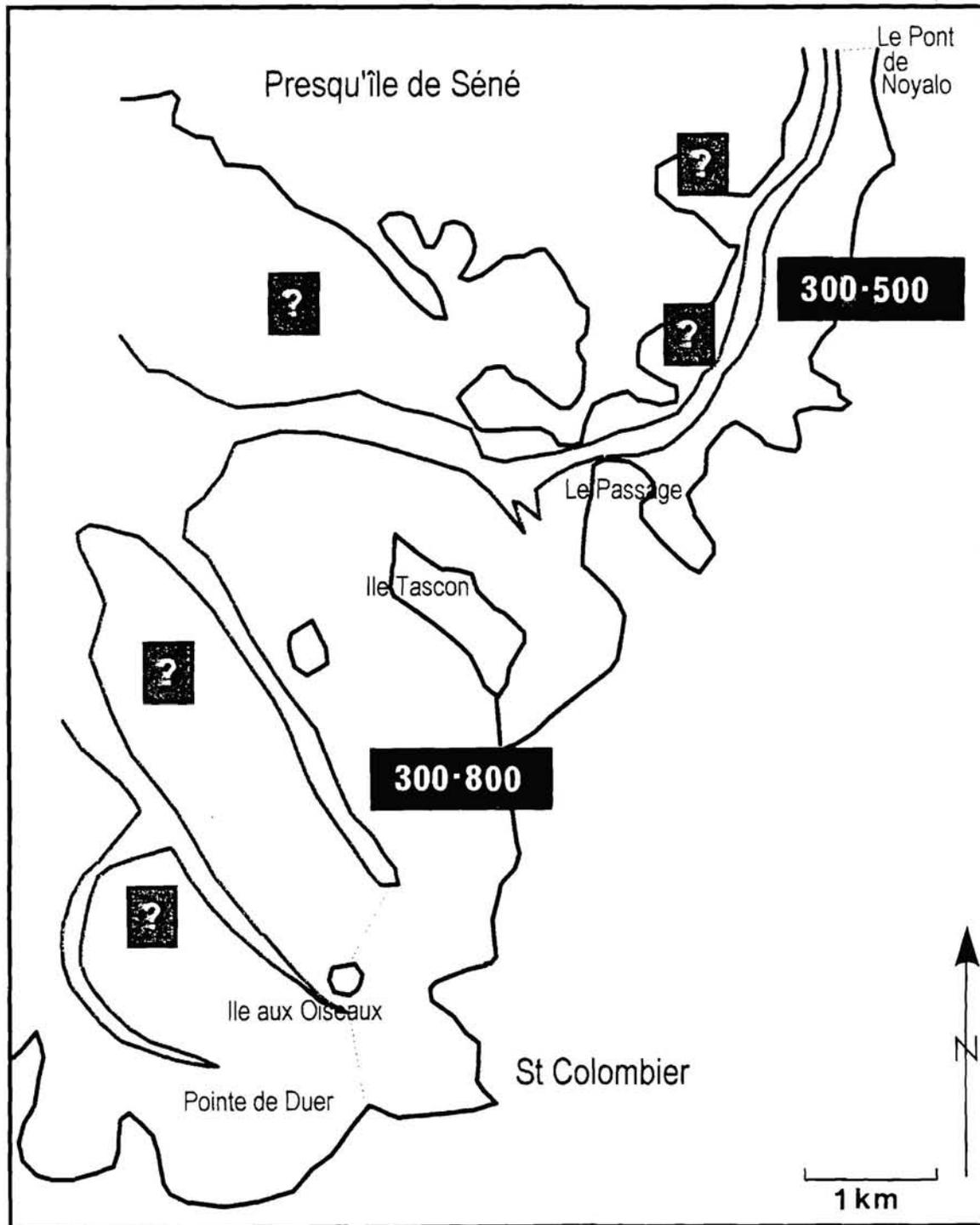


Fig. 5 : Estimation des biomasses d'algues vertes (tonnes) sur la rive est du golfe.

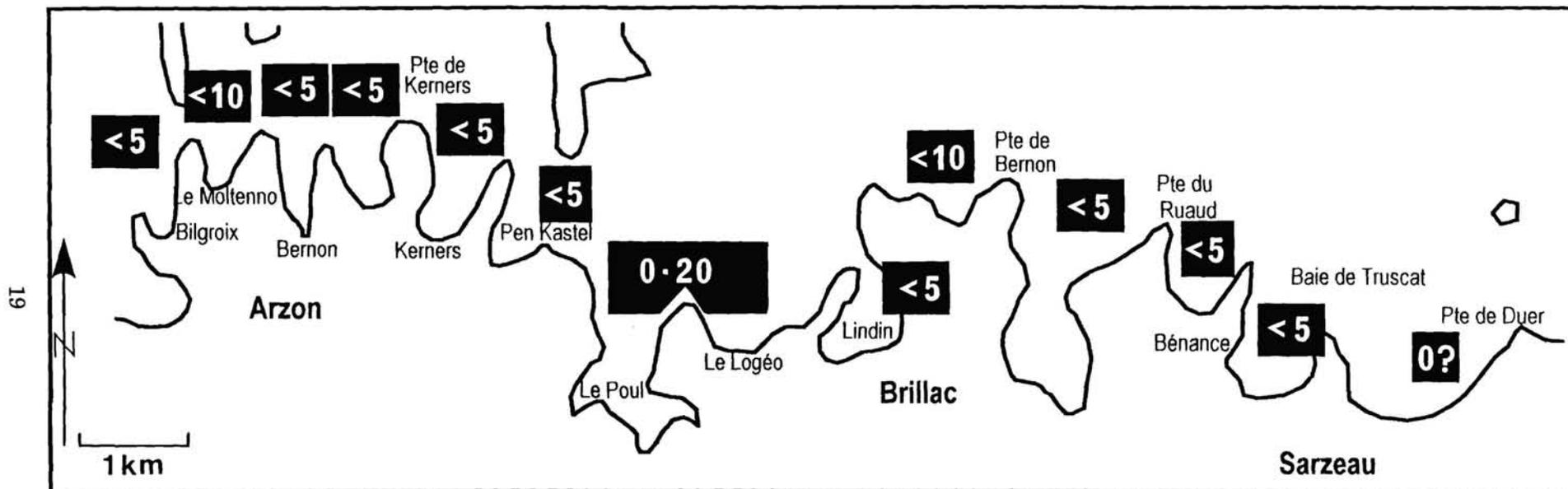


Fig. 6 : Estimation des biomasses d'algues vertes (tonnes) sur la rive sud du golfe.

Les algues vertes qui s'y développaient au printemps 1995 représentaient environ la moitié de la biomasse totale échouée dans le Golfe.

Une troisième zone de prolifération (plus de 25 % des biomasses totales), concernant l'algue verte appelée monostrome, se situe sur les rives de l'Est du Golfe où se déversent environ 10 % des apports azotés totaux des bassins versants du Golfe.

Une relation directe et proportionnelle entre arrivées de sels nutritifs et quantités d'algues est difficile à mettre en évidence dans le Golfe pour deux raisons principales, toutes deux de nature hydrodynamique :

i) La dispersion des sels nutritifs est différente selon les zones, par exemple, le renouvellement de l'eau dans la rivière d'Auray est beaucoup plus important que dans les zones situées au fond du Golfe, comme cela a été vérifié par le modèle élaboré au cours du contrat de baie. Le confinement hydrodynamique a déjà été identifié comme facteur favorisant des marées vertes sur les côtes Nord Bretagne (Piriou et al. 1994).

ii) Les courants de marée dispersent ou accumulent les algues selon l'endroit et les conditions météorologiques. Certaines zones très eutrophiées (secteur de Séné) stockent des quantités d'algues relativement modestes par rapport aux flux qu'elles reçoivent, alors que d'autres zones peu ou pas eutrophiées (c'est à dire où les sels nutritifs restent limitants pour la croissance), peuvent déjà être le siège d'accumulations importantes (cf. rapport CEVA de la fiche 2 du projet : « Suivi saisonnier des teneurs en azote et en phosphore dans les algues proliférantes du Golfe du Morbihan, Déc. 95).

2.4. CONCLUSION

Au printemps 1995, les observations réalisées sur les estrans du Golfe du Morbihan, en dehors de ceux des îles, ont évalué à entre 2 000 et 6 230 tonnes la biomasse maximale d'algues vertes. D'autres méthodes et des moyens supplémentaires sont à mettre en oeuvre pour obtenir plus de précision.

Les principales espèces qui prolifèrent sur les côtes européennes ont été observées dans le Golfe du Morbihan : il s'agit des genres *Enteromorpha*, *Monostroma*, de l'ulve de la marée verte du nord-Bretagne (espèce non encore déterminée) et de *Ulva rotundata*. Compte tenu des stocks d'algues mesurables à l'échelle du Golfe, on ne peut pas considérer ce dernier comme eutrophié dans son ensemble. Les 3 secteurs qui présentent des quantités importantes d'algues vertes sont ceux de la rivière d'Auray, des branches de l'estuaire de Vannes et Séné, ainsi que dans le fond du Golfe, au débouché de l'estuaire de Noyal. Seuls ces deux derniers secteurs présentent des développements algaux « anormaux » et reliables à un phénomène particulier d'eutrophisation (marée verte à *Ulva* dans le secteur Rosvellec-Séné, marée verte à *Monostroma* dans le secteur de Saint Armel - Tascon). Les peuplements d'eutromorphes de la rivière d'Auray paraissent normaux pour une zone littorale enclavée et vaseuse.

La localisation particulière des échouages d'algues vertes dans ces deux derniers secteurs a probablement pour origine la coexistence simultanée de piègeages hydrodynamiques locaux, ainsi que d'apports nutritifs suffisants. Cependant, l'apparition d'espèces différentes selon l'endroit laisse présager des conditions localement hétérogènes qui n'ont pu être aujourd'hui précisément identifiées qu'au niveau de la disponibilité en sels nutritifs pour les algues (cf. rapport fiche 2).

BIBLIOGRAPHIE

Auby I., F. Manaud, D. Maurer et G. Trut, 1994. Etude de la prolifération des algues vertes dans le bassin d'Arcachon. Rapport IFREMER-CEMAGREF-SSA-SABARC. Rapport d'étude pour le SIBA : 163 p. + 12 annexes.

Hoeksema B.W. and C. van den Hoek, 1983. The taxonomy of *Ulva* (Chlorophyceae) from the coastal region of Roscoff (Brittany, France). Bot. Mar. , vol. 26 (2) : 65-86.

Piriou J.Y., Chapron V. et J.P. Annezo, 1995. Pré-contrat de baie - Golfe du Morbihan. Mesure de flux nutritifs et inventaire d'algues vertes en 1995. Rapport IFREMER-DEL/95-19 ; 26 p. + annexes.

ANNEXE 1

**Vérité terrain associée à l'estimation de la biomasse
des algues proliférantes dans le
Golfe du Morbihan.**

I. OBJECTIF DE L'ETUDE

L'objectif général était une estimation des biomasses d'algues vertes proliférantes dans le Golfe du Morbihan, par le biais d'une mission conjointe CEVA/IFREMER :

- . prise de vues aériennes au-dessus du Golfe : IFREMER
- . vérité terrain simultanée : CEVA
- . synthèse cartographique des résultats : IFREMER.

II. REALISATION

L'intervention du CEVA a donc consisté à répartir son personnel sur le terrain pendant le survol aérien de l'IFREMER du 13/06/95. 5 équipes de 2 à 3 personnes se sont partagées les 5 secteurs délimités autour du Golfe.

- . Secteur A : Rivière d'Auray : Pointe de Kerpenhir --> Auray --> Anse de Locmiquel.
- . Secteur B : Anse de Locmiquel --> Arradon --> Ile de Conleau
- . Secteur C : Ile de Conleau --> Vannes --> Sené --> Montsarrac
- . Secteur D : Noyaló --> Presqu'Ile de Truscat (Sarzeau)
- . Secteur E : Presqu'Ile de Truscat --> Port Navalo.

Des observations qualitatives ont été faites en un maximum de points d'observation dans chaque secteur. A chaque point d'observation, l'estran était dissocié en 4 zones :

- . Zone I : zone des échouages anciens à récents (algues + zostères)
- . Zone II : zone graveleuse plus ou moins enrochée avec *Fucus sp.* possibilité d'Ulves dérivantes déposées et Entéromorphes fixées
- . Zone III : Début de la vasière, possibilité d'algues vertes dérivantes (*Ulva*, *Monostroma* et *Enteromorpha*) ou fixées dans la vase (*Ulva*, *Enteromorpha*)
- . Zone IV : Etendue de la vasière à marée basse (zone de colonisation de *Zostera noltii*).

Les mesures de biomasses par unités de surface ont été effectuées quand les quantités d'algues étaient suffisamment importantes. Les algues sont pesées, soit égouttées, soit pressées manuellement (donnant une diminution de poids d'environ 50 %).

III. RESULTATS

Les observations et mesures sont consignées dans les tableaux ci-après et ont été transmises à l'équipe IFREMER (J.Y. PIRIOU) pour être intégrées dans une cartographie de synthèse.

GOLFE DU MORBIHAN

EQUIPE A

13/06/95

N° POINT D'OBSERVA° (repère sur carte 1/25 000)	HEURE DE L'OBSERVA°	LIEU	ZONE	OBSERVATIONS	POIDS (EN KG/M²)	
					PRESSE	EGOUTTE
1	11h05	Embarcadère « le Guilvin », Locmariaquer	II	Quelques Enteromorphes + Fucus en quantités peu importantes fixés au substrat.		
2	11h15	Port de Locmariaquer	I	Enteromorphes échouées (A2).		
3	11h25	Kerouarc'h		Ulves fixées en dessous de la zone des Fucus : quelques m² (A3).		
4	11h35	Le Moustoir	I III	Echouages d'Enteromorphes blanchâtres (A4c) Couverture plus ou moins continue d'Enteromorphes jaunâtres à verdâtres fixées sur vase (A4a et b)		
5	12h05	Etang du Roc'h		R.A.S.		
6	12h50	Baie de Kerdréan	I III	Echouages d'Enteromorphes jaunâtres (A6) (4 à 5 m x 50 m) Couverture importante et épaisse d'Enteromorphes jaunâtres à verdâtres fixées sur vase (A6a et b)	3,7 kg	
7	13h50	Port de Parun	I	Echouages d'Enteromorphes de faible épaisseur 2 espèces en mélange.		
8	14h00		II	2 espèces en mélange d'Enteromorphes fixées sur vase (A8).		

9	14h15	Le Guern		R.A.S. Quelques Enteromorphes en quantités peu importantes fixées sur vase.		
10	14h30	Anse de Baden		Pas d'algues fixées.		
11	14h35	Etang de Toulvern		R.A.S. Barrage.		
12	14h50	Etang de Toulvern : Le Lano		Végétaux blanchâtres-verdâtres flottants - Accès impossible.		
13	15h00	Passage pour les Sept Iles	II	Substrat dur + graviers. Quelques Enteromorphes fixées.		

GOLFE DU MORBIHAN

EQUIPE B

13/06/95

N° POINT D'OBSERVA° (repère sur carte 1/25 000)	HEURE DE L'OBSERVA°	LIEU	ZONE	OBSERVATIONS	POIDS (EN KG/M³)	
					PRESSE	EGOUTTE
1	11h15	Anse de Baden (zone très enclavée - arrivée de la rivière d'Auray)	I II III	Echouages de Fucus, quelques Enteromorphes. Quelques Fucus sur les rochers. Présence de Fucus et d'Enteromorphes pâles fixés dans la vase. Prélèvement d'Entero. Dans la vase (B1c).		
2	11h35	Anse de Locquimel	I II III	Echouages de quelques Fucus et Enteromorphes. Fucus sur les rochers. Fucus fixés et Entero. fixées blanchies. Couvert assez important. Prélèvement (B2c).		
3	11h45	Port Lagaden	I II III	Echouages de Fucus et d'Enteromorphes. Dépôts de Fucus et d'Enteromorphes. Présence de Fucus et d'Enteromorphes blanchissantes. Zone de couvert assez importante, presque continue. Prélèvement d'Entero. fixées (B3b).		
4		Marais de Pen an Toul.		Présence d'Enteromorphes. Pas de prélèvement.		
5	12h10	Anse de Kerdelan	I II III	Echouages de Fucus et d'Enteromorphes. Fucus et quelques Enteromorphes fixées sur les rochers. Fucus, Enteromorphes pâles et quelques Ulves fixées (B5c)		
6	13h00	Anse de Moustran (Grande anse avec vasière étendue)	I II III	Echouages de Fucus et d'Enteromorphes. Fucus et quelques Enteromorphes. Peu d'Enteromorphes et quelques Ulves. Prélèvement (B6c).		

7	13h30	Anse du Moustoir (Zone enclavée. Petite rivière passant au milieu de l'anse).	I II III	Echouages invisibles. Présence de Fucus et et quelques Enteromorphes. Quelques Fucus et Enteromorphes. Prélèvement (B7c).		
8	14h10	Paluden	I II III	Echouages de Fucus. Présence de Fucus et d'Enteromorphes. Prélèvement d'Enteromorphes (B8b).		
9	14h30	Plage d'Arradon (Zone ouverte)	I II III	Echouages de Fucus. Enteromorphes et Fucus fixés dans le sable grossier. Ulves dans une mare de 2 cm de profondeur. Prélèvements en zones II et III (B9a)		
10	14h45	Plage de Percé (Zone ouverte, culture de moules)	I II III	Echouage d'Ulves, d'Enteromorphes et de Fucus. Enteromorphes et Fucus, surtout en haut de zone. Ulves fixées ou détachées. Prélèvement en zones II et III (B10b et c).		
11	15h00	Kerguen - Embouchure de la rivière de Vannes à gauche	I II	Echouages d'Enteromorphes et de Fucus. Ulves (fixées et détachées), Enteromorphes (fixées) , Fucus. Prélèvement (B11b)		
12	15h15	Moréac (Rivière)	I II	Enteromorphes sur les rochers Quelques Ulves et Enteromorphes dans la vasière. Prélèvement (B12b).		

GOLFE DU MORBIHAN

EQUIPE C

13/06/95

N° POINT D'OBSERVA° (repère sur carte 1/25 000)	HEURE DE L'OBSERVA°	LIEU	ZONE	OBSERVATIONS	POIDS (EN KG/M²)	
					PRESSE	EGOUTTE
1	10h40	Cale de Montsarrac <u>A gauche de la cale</u> <u>A droite de la cale</u>	I II I II	Vieil échouage et échouage récent (Ulves + Enteromorphes) peu abondant. Fucus + algues rouges + quelques Ulves et Enteromorphes. Aucun échouage. A. nodosum, F. vesiculosus, P. canaliculata.		
2	11h10	Station de Biologie : Univ. de Rennes - Ile Bailleron <u>A gauche de la cale</u> <u>A droite de la cale</u>	I II I II et III	Echouages anciens (10 %) + algues brunes (90 %). Algues brunes fixées : A. nodosum, F. spiralis, F. vesiculosus. Echouages anciens : algues brunes (80 %) + Enteromorphes (20 %). Algues brunes.		
3	11h20			Uniquement phanérogames.		
4	11h25	Pointe du Bil <u>A gauche de la pointe</u> <u>A droite de la pointe</u>	I II, III, et IV I II	Rien. Quelques Enteromorphes, très léger tapis sur vase. Echouages algues brunes. Très peu d'Enteromorphes dans algues brunes fixées.		
5	11h35	Mousterian	I II	Echouages anciens d'algues brunes. Très peu d'Enteromorphes dans algues brunes fixées.		

6	11h45	Gadouarn	I	Vieil échouage (Enteromorphes blanchies) en haut de plage.		
7	11h50	Le Badel <u>Gauche et droite de la cale</u>		Echouage récent d'Enteromorphes, très léger.		
8	11h55	Port Anna	I	Léger échouage récent d'Enteromorphes en haut de plage.		
9	12h05	Embarcadère <u>A gauche de la cale</u> <u>A droite de la cale</u>	I II et III I II et III	Echouage important en haut de plage. Bande récente et épaisse d'Enteromorphes de 2 cm - 15 m long et 3 m large. Prélèvement C9a Quelques tâches : Enteromorphes (95 %) + Ulves (5 %). Echouage important en haut de plage. Bande récente 25 m long et 4 m large. Quelques tâches.		3,4 kg
10	12h15	Ile de Conleau	I	Légers échouages (récents et anciens) d'Enteromorphes		
11	12h20	Kerdavid	I II III	Echouages récents et anciens en haut de plage : Enteromorphes (95 %) et Ulves (5 %) sur une bande de 2 m de large - Prélèvement C11a. Algues brunes + tâches d'Enteromorphes. Léger couvert d'Enteromorphes sur 200 m de long et 50 m de large.		5,7 kg
12	12h35	Sené (Cantisac)	I II	Tapis continu d'Ulves (CX1)	1,3 kg	2,8 kg
13	12h40	Sené (Bourg)	II & III	Tapis continu d'Ulves (CX2)	1,2 kg	2,6 kg

14	12h50	Rosvelec (Presqu'île)	I II	Haut de plage, échouage ancien, Enteromorphes blanchies. Enteromorphes + algues brunes - Prélèvement C14 a. (10 - 15 % d'Ulves - 85-90 % Entero.)		2,9 kg
15	13h15	Rosvelec (Hameau)	I II à IV	Phanérogames échouées. Tapis d'Enteromorphes.		
16	13h25	Rosvelec (Parc) <u>Côté gauche</u> <u>Côté droit</u>	II à IV	Tapis dense d'Ulves (20 %) et d'Enteromorphes (80 %) Prélèvement C16 a, Zone II Prélèvement C16 b, Zone III Tapis moins dense (10 % Ulves, 90 % Entero.)		3,7 kg 3,1 kg
17	13h55		I II à IV	Phanérogames échouées. Léger tapis d' Enteromorphes + tâches		
18	14h10		II	Algues brunes + quelques tâches d' Enteromorphes		

GOLFE DU MORBIHAN

EQUIPE D

13/06/95

N° POINT D'OBSERVA° (repère sur carte 1/25 000)	HEURE DE L'OBSERVA°	LIEU	ZONE	OBSERVATIONS	POIDS (EN KG/M²)	
					PRESSE	EGOUTTE
1	11h05	Etang de Ludré	I II & III	Fucus + Ascophyllum. Enteromorphes fixées + quelques Ulves. Prélèvement D1a : Enteromorphes, D1b : Ulves		
2	11h35	Lasné	I & II III IV	Fucus + Ascophyllum Monostroma dérivant, Prélèv. D2a + Enteromorphes fixées, Prélèv. D2b et D2c. Zostera + le long de la côte - Prélèv. Entero. D2b		
3	11h50	Ile Tascon	I & II III	Fucus + Ascophyllum Monostroma - Prélèv. D3a (1 cm d'épaisseur). Mélange d'Ulves attachées à Monostroma dérivant - Prélèv. (avec sable + vase)	0,80 kg 0,75 kg	
4	12h15	Ile Tascon	I & II III IV	Fucus + Ascophyllum + Enteromorphes - Prélèv. D4b. Monostroma dérivant - Prélèv. D4a. Zostera.	0,60 kg	
5	12h30	Le Passage	I II & III	Pas d'échouages. Enteromorphes - Prélèv. D5b + Monostroma dérivant - Prélèv. D5a, zone dense.	0,50 kg	
6	12h35	Près de l'Etang du Hézo		Pas d'échouage, pas de marée verte à Monostroma.		

7				Pas d'échouage, pas de marée verte à Monostroma.		
8		L'isle		Echouage d'Enteromorphes blanchies - Prélèv. D8a - Enteromorphes vertes - Prélèv. D8b - Dépôts isolés de Monostroma dérivant - Prélèv. D8c.	2,2 kg	
9		Birhit	I & II III IV	Enteromorphes fixées sur sable + Fucus et Ascophyllum. Enteromorphes blanchie dérivant - Prélèv. D9a. Enteromorphes fixées. Prélèv. D9b. Zostères.	3,2 kg	
10		Port de Noyalo	I II & III	Ascophyllum + Enteromorphes Rien.		

GOLFE DU MORBIHAN

EQUIPE E

13/06/95

N° POINT D'OBSERVA° (repère sur carte 1/25 000)	HEURE DE L'OBSERVA°	LIEU	ZONE	OBSERVATIONS	POIDS (EN KG/M²)	
					PRESSE	EGOUTTE
1		Le Motenno	II III	Présence d'Enteromorphes fixées dans la Baie Quelques Enteromorphes fixées. Structures de culture d'huîtres. Prélèv. d'Enteromorphes fixées sur une surface dense. 5 x 5 m (E1)	1 kg	
2		Nord d'Arzon	II & III IV	Enteromorphes fixées. Légère couverture d'Enteromorphes sur le sable.		
3		Ouest de Kerners	II & III	Enteromorphes fixées.		
4		Cale de Bilouri / Kerners	II & III	Légère couverture d'Enteromorphes fixées. Couverture dense en certains endroits. Prélèvement en zone II près du quai (Entero. fixées) (E4)	0,9 kg	
5		Pen Castel	II & III	Légère couverture d'Enteromorphes fixées.		
6		Le Logeo	II III	Entéromorphes fixées. Légère couverture.		
7		Bréhuidic	II	Quelques Enteromorphes.		

8		Bernon / Port Brillac	II & III	Couverture moyenne d'Enteromorphes. Prélèvement en zone II : couverture dense d'Ulves fixées sur un secteur de 20 m x 20 m (E8).	1,5 kg	
9		Le Ruaud		Prélèvement près des cultures d'huîtres : E9a (Monostroma) et E9b (Enteromorpha). Baie couverte de Zostera, avec mélange d'Entéro/Ulves.	0,5 kg 1,5 kg	
10		Pointe du Ruaud	II	Tâches d'Ulves fixées près du quai + Enteromorphes. Prélèvement d'Ulves (E10).	0,6 kg	
11		Benance	IV II	Baie entièrement couverte de Zostera. Prélèvement près du quai : E11a (Monostroma), E11b (Enteromorphes)	1,0 kg 0,6 kg	
12		Pointe de Duer	III & IV II	Baie entièrement couverte de Zostera. Très petites quantités d'Enteromorphes.		