



Centre d'Etude et de Valorisation des  
Algues  
Presqu'île de Pen Lan  
BP 3 / 22610 PLEUBIAN  
02 96 22 93 50  
02 96 22 84 38  
e-mail : [algue@ceva.fr](mailto:algue@ceva.fr)

Programme d'intervention du CEVA  
en faveur de l'action régionale et interdépartementale  
pour la maîtrise des phénomènes de marées vertes

CIMAV 2010

RAPPORT SUR LE PROJET 1

Actions d'expertise scientifique, d'information et de conseil  
technologique en faveur des programmes de maîtrise des  
marées vertes de Bretagne.



ANNEE 2010



## **Programme d'intervention du CEVA en faveur de l'action régionale et interdépartementale pour la maîtrise des phénomènes de marées vertes**

*Dans le cadre du GP5, le CEVA conduit depuis 2008, en maîtrise d'ouvrage, un programme en faveur de la reconquête de la qualité des masses d'eaux littorales dégradées par les phénomènes de marées vertes. La poursuite de ce programme est proposée pour 2010.*

*L'action de reconquête de la qualité de l'Eau est aujourd'hui particulièrement engagée en application de la Directive Cadre Eau. Elle implique les Collectivités Bretonnes et l'Agence de l'Eau, structures qui sont sollicitées comme partenaires financiers de ce programme. Les cinq projets du programme proposé par la cellule d'intervention sur les marées vertes (Cimav) du CEVA, sont listés ci-dessous.*

### **Projet 1 :**

*Actions d'expertise scientifique, d'information et de conseil technologique en faveur des programmes de maîtrise des marées vertes de Bretagne.*

### **Projet 2 :**

*Application du modèle écologique tri-dimensionnel Mars-Ulves à la détermination des objectifs de qualité nitrates/ulves en baie de Lannion.*

### **Projet 3 :**

*Compléments d'études sur les processus biologiques, hydrologiques et sédimentologiques impliqués dans la marée verte.*

### **Projet 4 :**

*Suivi des proliférations d'algues vertes sur le littoral breton en complément du contrôle de surveillance DCE.*

### **Projet 5 :**

*Application du modèle écologique tri-dimensionnel Mars-Ulves à la détermination des objectifs de qualité nitrates/ulves en milieu vaseux (site du Blavet).*

### **Projet 6 :**

*Valorisation des données scientifique acquises sur les marées vertes.*

### **Projet 7 :**

*Utilisation des données de suivis pour l'identification des zones d'échouage les plus à risque.*

# Projet 1 : **Actions d'expertise scientifique, d'information et de conseil technologique en faveur des programmes de maîtrise des marées vertes de Bretagne**

## **1- CONTEXTE ET OBJECTIFS**

*Depuis 2002, début du programme Prolittoral, le CEVA s'est vu confié par les collectivités bretonnes et l'Agence de l'Eau Loire Bretagne, une mission d'animation / coordination du programme Prolittoral. Cette mission intégrait les grandes lignes suivantes :*

- *information sur le phénomène des marées vertes et les moyens de lutte préventifs et curatifs,*
- *coordination du réseau des porteurs de programme de bassin versant Prolittoral,*
- *animation du « club des financeurs » de Prolittoral et notamment du comité de pilotage de ce programme,*
- *veille thématique internationale sur les marées vertes,*
- *enquête auprès des communes bretonnes sur les échouages et ramassages d'algues vertes.*

*Le nouveau contexte créé par la DCE et la réorganisation des politiques de l'eau au niveau régional (« grand projet 5 » du CPER) a conduit en 2008 à modifier la forme et réduire le périmètre de cette mission (notamment au niveau de l'animation des programmes BV).*

*Le phénomène de marée verte demeurant une préoccupation régionale majeure, une action adaptée d'expertise scientifique, d'information et de conseil technologique restait nécessaire pour accompagner et soutenir les projets de reconquêtes de la qualité des masses d'eau côtières touchées par des phénomènes de marées vertes. Aussi, un nouveau projet « Actions d'expertise scientifique, d'information et de conseil technologique en faveur des programmes de maîtrise des marées vertes de Bretagne » a été mis en œuvre en 2008 et 2009.*

*La situation créée en juillet 2009 par l'accident survenu à Saint Michel en Grève, avec sa très forte médiatisation et la mise en place d'une commission d'enquête interministérielle en vue d'élaborer un « plan d'urgence algues vertes », a imposé une réorientation du projet 2009 en cours pour mieux se mettre à la disposition des différentes commissions mises en place, pour répondre aux sollicitations des médias et des collectivités, plus particulièrement sur le point du ramassage accru des algues et leur traitement. Ce surcroît de demande, associé au fait que le nombre de jour programmé pour cette mission de soutien avait été diminué sensiblement en 2009, a conduit à solliciter la capacité d'intervention du Ceva au delà des moyens prévus et mis en évidence un certain nombre de lacunes notamment en terme de mise à disposition des informations accumulées au travers de nouveaux documents ou publications.*

*Aussi, le programme 2010, outre les éléments déjà envisagés les années précédentes, comprend de nouveaux volets (en particulier communication scientifique vers le grand public, les médias, les associations et les milieux professionnels) et une prévision globale d'intervention revue à la hausse en prévision d'une demande qui restera sans doute soutenue dans les années qui viennent.*

## 2- CONTENU DE LA MISSION et REALISATIONS

L'annexe 1 présente le détail des principales interventions entre le 1<sup>er</sup> avril 2010 et le 15 avril 2011 pour les points 2.1, 2.2 et 2.3, interventions qui ont été nombreuses (environ 110 référencées sur l'année) en lien avec des sollicitations nombreuses. Le CEVA, en plus des interventions listées est sollicité au quotidien par téléphone ou par mel. Les demandes d'information, comme cela avait été envisagé en début d'année ont été nombreuses : participation aux comités thématiques du plan gouvernemental, aux commissions des SAGE pour contribuer aux diagnostics de territoire et à l'élaboration des scénarii, aux réunions des bassins versants et contribution à l'information du public au travers des réunions, conférences ou via la presse.

### 2.1 Information générale sur les marées vertes, leurs causes et les moyens de lutte

Les demandes d'information sont encore en 2010 particulièrement nombreuses sur ce thème ce qui s'explique en partie par la grande médiatisation du phénomène mais aussi la montée en puissance des programmes d'actions dans le cadre des Sages ou du plan gouvernemental qui interpelle beaucoup d'acteurs. Plus de 40 interventions ont été réalisées dans ce cadre (cf. annexe 1 la liste des principales interventions) en plus des demandes plus ponctuelles mais très nombreuses. Les demandes concernent en grande partie la presse, locale, régionale, nationale et même internationale très demandeuse d'informations sur les marées vertes, moyens de lutte, etc...A noter aussi des demandes importantes de la part des structures agricoles, chambres consulaires ou syndicats et des étudiants. Cette action d'information objective sur le phénomène, son évolution et ses causes/moyens de lutte semble encore primordiale, surtout dans la situation perturbée et très médiatisée depuis 2009, dans la mesure où la mise en œuvre d'actions n'est possible que si les acteurs mais aussi le public ont connaissance de la situation réelle et des leviers d'actions à disposition (préventif N ou P, niveau à atteindre et actions pertinentes, curatif, ...)

### 2.2 Appui aux collectivités

#### ✓ marées vertes et moyens de lutte préventifs :

Cette action représente, avec près de 60 interventions, la volet le plus lourd en temps d'autant que nombre d'interventions nécessite un temps de préparation long (diagnostic local de la situation des territoires / problématiques de marées vertes). Les demandes proviennent principalement des structures de Sage, des comités thématiques algues vertes nouvellement créés dans le cadre du plan gouvernemental et, dans une moindre mesure, des structures de bassin versant et des collectivités bretonnes (de communes, en particulier pour l'établissement de profils de baignade, de communautés de communes, départements, région).

A noter le travail plus horizontal réalisé pour l'Agence de l'Eau LB à destination des SAGEs : description du phénomène (type de marée verte, importance et fréquence des échouages, cours d'eau pressentis comme « responsables » des prolifération, remarques...) et des possibilité ou difficultés pressenties pour la reconquête (algues et/ou nutriments provenant de secteurs plus éloignés, sites très saturés en azotes sur lesquels des baisses modérées risques d'être inefficaces) pour tous les sites ayant déjà été touchés par des échouages d'ulves depuis 1997. Ce travail a fait l'objet d'une restitution en novembre à tous les SAGEs.

#### ✓ Outils et stratégies de ramassages des algues vertes :

Réponse aux demandes des collectivités locales de l'Etat et des constructeurs. La mise en place de l'expérimentation sur la Baie de Lannion a été la plus lourde (assistance pour mise en place de l'appel

d'offre, réunions de pilotage). A noter également les demandes de soutien des Communautés de Communes de la Baie de Douarnenez et du Parc Naturel Marin d'Iroise pour des essais envisagés de ramassage en infralittoral.

### **2.3 Participation aux différents cycles de réunions régionales sur l'eau / autres réunions**

Un nombre moins important d'interventions dans cette rubrique que dans les précédentes en 2010 notamment en raison de la difficulté de faire face à toutes les demandes. Les principales interventions sont reportées en annexe. On peut relever notamment la participation demandée aux différents comités scientifiques nouvellement créés (Comité scientifique du plan gouvernemental, du CRESEB) et la convocation au Tribunal de Grande Instance.

### **2.4. Production de documents de synthèse :**

En plus des interventions orales reportées en annexe, le CEVA a été sollicité pour la rédaction de note de synthèse ou d'articles :

A la demande de la DREAL pour le bilan de l'eau : article sur l'évolution des marées vertes, Rédaction ou contributions à la rédaction de plusieurs articles pour le portail de Bretagne Environnement sur les marées vertes, les suivis, les impacts,

A la demande de l'Agence de l'Eau : analyse de tous les sites, type de marées vertes, cours d'eau en cause, etc (cf. point 2.2),

A la demande du Comité Thématique Algues vertes du Lesnevard : note de synthèse sur la situation nutritionnelle de la baie de la Forêt (position vis-à-vis de N et P),

Rédaction d'articles sur les marées vertes (connaissances scientifiques) et les actions (programmes de lutte) pour l'information du public (site internet ceva.fr). Une partie des articles a été mise en ligne, d'autres articles sont en cours de finalisation et seront mis en ligne au fur et à mesure de leurs validations.

### **2.5 Analyse des données de suivis de la marée verte et des paramètres climatiques correspondant**

Jusqu'en 2009, seuls les sites du précédent programme de lutte « Prolittoral » faisaient l'objet de suivi de leur qualité de l'eau et flux au littoral. En 2010, en plus de ces bassins versants a été ajoutée la compilation des données des 3 cours d'eau (gouet Urne Guessant) se jetant en fond de baie de Saint Briec, avec les mêmes méthodes (calcul des débits journaliers, interpolation des concentrations journalières puis calcul des flux journaliers).

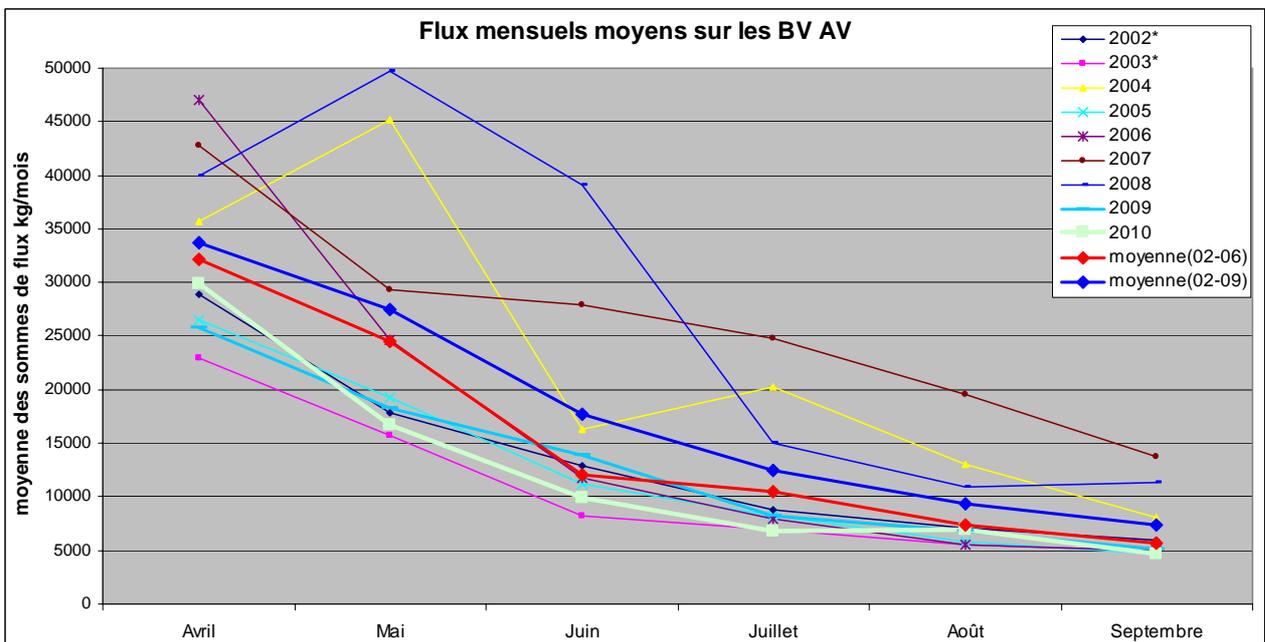
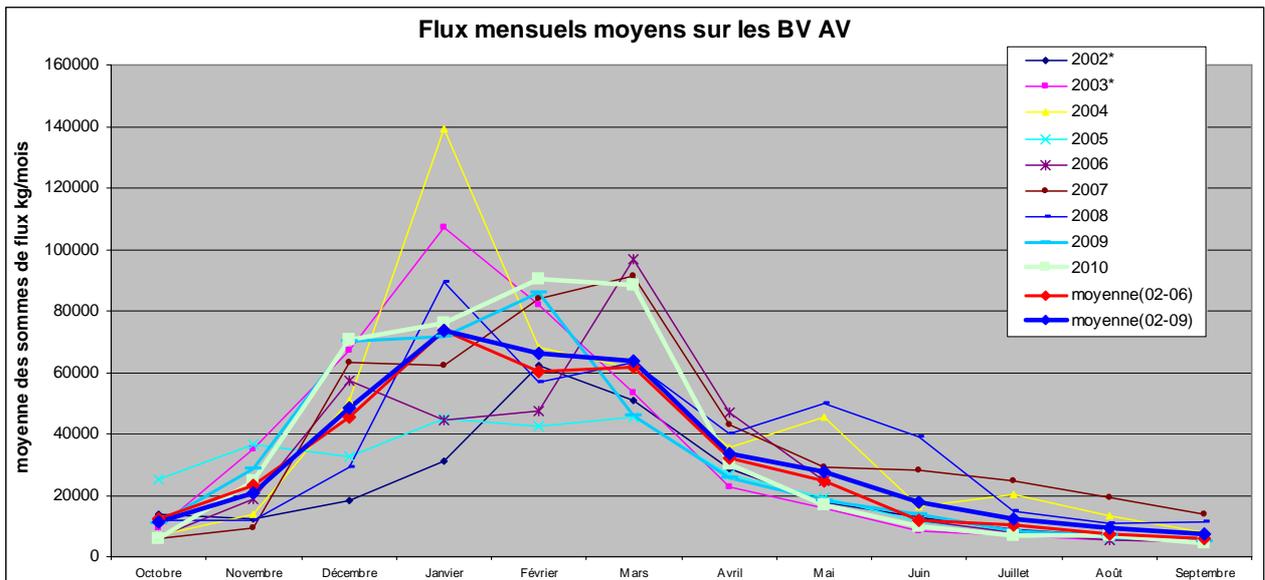


Figure 1 et 2 : Flux moyens mensuels à l'exutoire des bassins versants concernés par les proliférations (moyenne des flux moyens mensuels des 7 cours d'eau alimentant les sites du programme « Prolittoral 2002-2006 » + flux des trois cours d'eau du fond de baie de Saint Briec : Gouessant Urne Gouet). La première figure met en évidence des flux automne-hiver nettement supérieurs à la moyenne interannuelle (jusqu'en mars). La deuxième figure présente des flux sur la période sensible : ces flux sont sur tous les mois inférieurs aux deux séries de référence interannuelles 2002-2009 et 2002-2006 (série de flux plutôt faibles). Sur mai-août, les flux de 2010 sont respectivement inférieurs de 38 et 23 % par rapport à 2002-2009 et 2002-2006.

\* pour les années 2002 et 2003, les flux ont été calculés sans intégrer les données du Quillimadec (débits manquants).

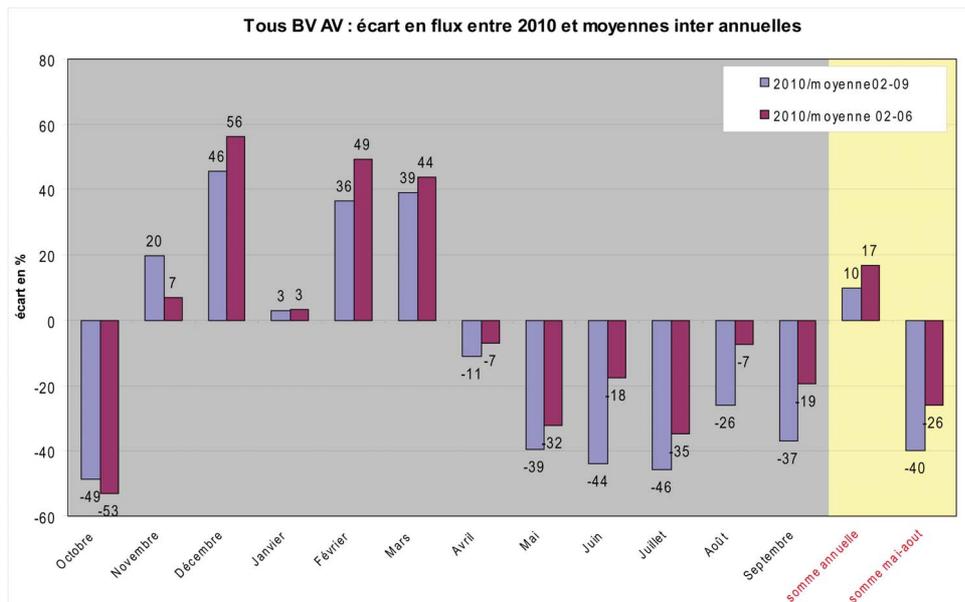


Figure 3 : écart de flux mensuel, annuel et saisonnier aux exutoires des BV AV par rapport aux années antérieures \* pour les années 2002 et 2003, les flux ont été calculés sans intégrer les données du Quillimadec (débits manquants).

Malgré ces tendances régionales marquées tous les cours d'eau ne réagissent pas de la même manière. Sont rassemblés en **annexe 2** les données de flux aux exutoires des BV qui ont été analysés (cours d'eau des BV de l'ex « Prolittoral » et de la baie de Saint Briec).

L'analyse par BV de la relation marée verte flux de l'année n'a pu être conduite pour tous les sites et n'est pas reportée ici (report lors des diagnostics locaux à la demande des structures de BV ou de Sage); l'analyse régionale est reportée dans le rapport de l'action P4 ainsi que les données sur les caractéristiques hivernales (température de l'eau et aspect « dispersif »).

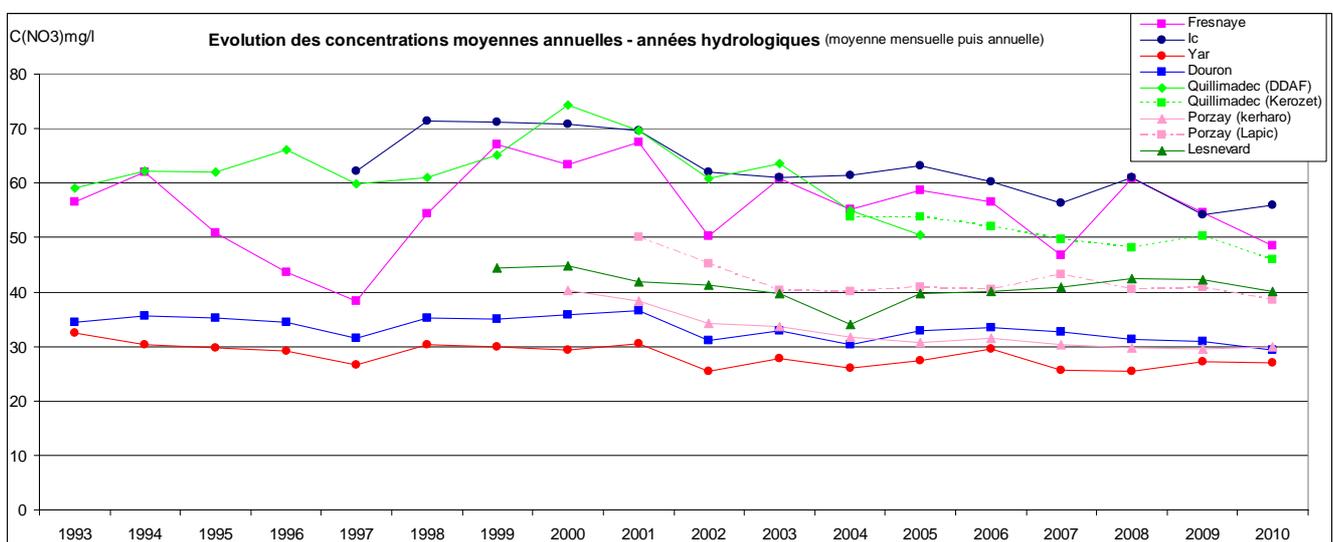


Figure 4 : Evolutions des concentrations en Nitrates sur les cours d'eau suivis (moyennes mensuelles puis annuelles afin d'avoir le même poids pour chaque mois de l'année).

Pour ce qui est de l'analyse des concentrations, la figure 4 montre des disparités selon les cours d'eau : diminution marquée encore en 2010 pour la Fresnaye et le Quillimadec, plus modérée pour le Lesnevard, le Douron et le Lapic légère remontée pour l'Ic (mais les concentrations semblent rebaisser en début d'année hydrologique 2011) et quasi stabilité pour le Yaron et le Kerharo. Les variations importantes relevées dans les flux de nitrates sont donc essentiellement dues aux variations des débits, eux-mêmes liés à la pluviosité saisonnière.

## 2.6 Veille thématique internationale

### 2.6.1. Contexte et objectif

Cette veille thématique permet de suivre l'évolution du phénomène de prolifération des algues opportunistes en dehors de la zone bretonne et de faire le point sur les avancées faites au niveau de la connaissance du phénomène, des moyens de lutte possibles et éventuellement des perspectives envisageables pour se débarrasser ou valoriser ces algues.

Ce travail poursuit la veille engagée dans le programme Prolittoral et poursuivi en 2008. La période de veille s'étend sur l'année 2010 et concerne toutes les études internationales dont les résultats pourraient constituer un apport dans la compréhension des marées vertes bretonnes. A l'issue de cette veille un dernier paragraphe reprend l'ensemble des études ayant discuté de l'azote ou du phosphore comme élément limitant permettant de faire un point sur cette question.

### 2.6.2. Matériel et Méthodes

#### ➤ Veille documentaire

La veille documentaire a été faite à travers les trois bases de données suivantes : SpringerLink, ScienceDirect et Wiley-Blackwell. Les mots clés suivants ont été employés (seuls ou en combinaison) pour pouvoir avoir un résultat le plus exhaustif possible : macroalgae, green-tide, eutrophication, algal bloom, algal nuisance, management, biomass accumulation, excessive growth, Ulva, collecting, harvesting, treatment, processing.

#### ➤ Gestion de la base de données

Toutes les références bibliographiques ont été intégrées dans la base de données interne sous le logiciel JabRef.

### 2.6.3. Résultat de l'analyse bibliographique

#### 2.6.3.1. Descriptions locales du phénomène de marées vertes

Plusieurs études ont été menées suite à la marée verte très importante ayant eu lieu à Qingdao en 2008 et qualifiée de marée verte la plus importante du monde. Suite à cette marée verte, un plan d'échantillonnage massif a été mené l'hiver suivant par Liu et al. (2010b) pour déterminer s'il y avait un stock résiduel hivernal d'*Ulva prolifera*. Les résultats ont mis en évidence l'absence de trace d'*Ulva prolifera* sous forme de sporophyte ou de morceau de thalle. Au printemps 2009, deux études ont été menées pour tenter d'identifier le lieu de provenance des ulves. L'étude de Liu et al. (2010a) ont montré que les structures aquacoles flottantes de *Porphyra yezoensis* servaient de nurserie pour *Ulva prolifera*. Cette origine a néanmoins été remise en cause par l'étude de Pang et al. (2010).

Sur l'île de Maui à Hawaï, Dailer et al. (2010) ont fait état d'une surproduction algale notamment concernant l'espèce *Ulva fasciata* qui se développe de manière importante en été.

#### 2.6.3.1. Eléments contribuant au développement des marées vertes

Il est désormais bien connu que l'apport anthropique d'éléments nutritifs favorise le développement des espèces algales opportunistes. Une étude d'enrichissement *in situ* (Teichberg et al., 2010) menée sur des ulves dans différents estuaires (la baie de Waquoit, USA ; l'estuaire de Mondego, Portugal et la

lagune de Palude della Rosa à Venise) a montré que la croissance des ulves répondait d'avantage à un enrichissement en azote qu'en phosphore. Néanmoins d'autres éléments environnementaux ou intrinsèques aux algues peuvent également intervenir.

### ➤ Influences climatiques

Dans les fjords suédois, Cossellu et Nordberg (2010) ont mis en évidence l'influence du changement climatique sur le développement des algues vertes filamenteuses. Ils ont pu montrer les conséquences d'un indice hivernal positif de l'oscillation nord atlantique (synonyme d'hivers plus chauds et humides, avec la formation réduite de glace dans les fjords). D'un point de vue géomorphologique, cela induit une sédimentation accrue des fines particules. La porosité du sédiment diminue entraînant un stockage plus important des nutriments. D'un point de vue écologique, l'accumulation de fines particules sédimentaire entraîne une diminution de la faune benthique, des risques accrus d'hypoxie, la réduction du substrat disponible pour les fucales et autres macroalgues d'habitat. Cet ensemble d'éléments crée des conditions favorables pour le développement massif des algues filamenteuses opportunistes.

### ➤ Broutage

Guidone et al. (2010) ont démontré que le broutage d'*Ilyanassa obsoleta* favorisait la croissance d'*Ulva lactuca*, espèce dominante responsable des blooms macroalgaux dans les estuaires de Nouvelle-Angleterre. *I. obsoleta* broute les microalgues colonisant les thalles d'*Ulva lactuca* ce qui a un effet positif sur la croissance des macroalgues.

### ➤ Cycle de reproduction performant

Alström-Rapaport et al. (2010) ont mis en évidence des modes de reproduction multiples chez *Ulva intestinalis*. De nouveaux thalles peuvent être issus des sporophytes, des gamétophytes et de clonage de sporophytes ou de gamétophytes. Cela permet d'expliquer en partie la dynamique de propagation et l'importante adaptabilité de cette espèce.

#### 2.6.3.2. Contrôle nutritionnel et autres facteurs limitant les marées vertes

### ➤ Limitation nutritionnelle

Pedersen et al. (2010) ont montré qu'une limitation en phosphore pouvait favoriser les algues de croissance lente et contribuer à un changement de structure de population d'algues car les algues opportunistes ont certes une capacité de stockage plus élevée mais leur demande en phosphore est également supérieure aux algues pérennes. La limitation en phosphore est donc favorable aux algues pérennes.

Teichberg et al. (2010) ont mis en évidence que l'élément limitant la croissance des algues opportunistes était principalement l'azote. Néanmoins, dans le cas de milieu très enrichi en azote, le phosphore devenait alors l'élément limitant.

### ➤ Compétition macroalgues/microalgues

L'étude de Brush et Nixon (2010) met en évidence par modélisation l'impact de la compétition entre le développement phytoplanctonique et le développement macroalgal. En présence de phytoplancton, les nutriments sont rapidement consommés en début de saison ce qui limite le bloom printanier des macroalgues.

### 2.6.3.3. Impact direct des accumulations de macroalgues (et de leur ramassage) sur l'écosystème

Deux études se sont intéressées aux impacts des accumulations de macroalgues. Olabarria et al. (2010) ont montré que la présence de laisses de mer affectait l'assemblage macrofaunal mais que celui-ci était le même quelque soit la composition algale des laisses de mer. Gubelit et Berezina ont pour leur part confirmé que la prolifération de *Cladophora glomerata* dans l'estuaire de Neva (Mer Baltique) induisait des conditions d'hypoxie ayant pour conséquence la dégradation de la qualité des habitats des eaux peu profondes.

Concernant le ramassage, une étude de 2009 (Zertuche-Gonzalez et al.) préconisait le ramassage des macroalgues opportunistes dans la baie de San Quintin pour préserver les herbiers présents. En 2010, Jorgensen et al. désapprouvent cette préconisation d'une part, à cause de l'inutilité de l'action (la productivité **naturelle** de la baie est telle (effet d'upwelling et intervention de grands phénomènes climatiques tel que El Nino) qu'elle favorise le développement de macroalgues opportunistes) et d'autre part à cause de la remise en suspension des sédiments qui pourrait avoir des effets négatifs sur l'expansion de l'herbier.

### 2.6.3.4. Effets généraux de l'eutrophisation côtière sur les équilibres biologiques

Le développement des algues opportunistes et leur capacité à stocker différents éléments font qu'elles tiennent un rôle important dans différents cycles biogéochimiques. Ainsi Hardison et al. (2010) ont montré que 6 à 50 % de l'azote et 2 à 9 % du carbone contenu dans les macroalgues étaient incorporés dans le sédiment. De plus, cet azote et ce phosphore sont utilisés par les bactéries et les microalgues benthiques.

L'eutrophisation se traduit souvent par des effets négatifs. L'étude de Martinetto et al. (2010) montre néanmoins que lorsque l'eutrophisation ne conduit pas à des événements d'hypoxie ou d'anoxie, elle est favorable à l'accroissement de la diversité algale et de la faune associée.

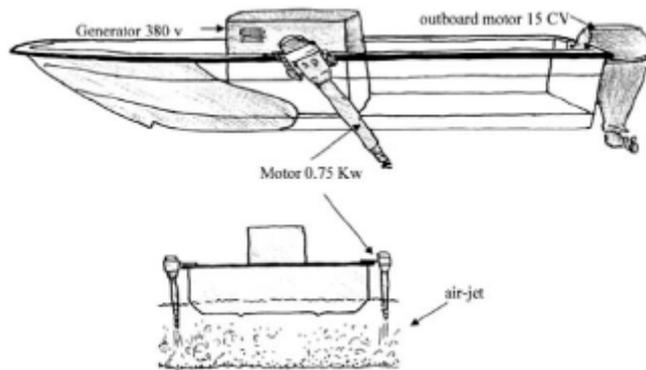
### 2.6.3.5. Origine des sels nutritifs et leur gestion au niveau des bassins versants ou directement in situ

A travers l'utilisation de traceurs isotopiques, Dailer et al. (2010) ont pu mettre en évidence que l'assainissement individuel et les fertilisants agricoles constituaient les deux sources principales d'azote contenu dans *Ulva fasciata* et d'*Hypnea musciformis*, algues à l'origine de bloom sur les plages de Maui.

Dans l'étude de Vaudrey et al. (2010), le développement massif d'*Ulva lactuca* dans l'anse de Mumford (Connecticut, USA) était principalement dû au rejet de la station d'épuration. Sa fermeture a permis de réduire de 66 % les intrants en azote. A la suite de cette diminution la surface recouverte par les ulves a diminué de 9 % et la biomasse moyenne est passée de 400 g de poids humide par m<sup>2</sup> à moins d'1 gramme par m<sup>2</sup>. De plus, les herbiers de *Zostera marina* et *Ruppia maritima* ont recolonisés la moitié de l'anse. Ce retour à l'état initial a été possible 15 ans après le retrait de la station d'épuration.

### 2.6.3.6. Technologie de lutte contre l'eutrophisation

Lenzi et al. (2010) ont pu mettre en évidence qu'une remise en suspension régulière du sédiment dans une lagune peu profonde d'Italie favorisait le développement des herbiers et défavorisait la croissance des macroalgues. De plus la remise en suspension des sédiments n'a eu aucun impact sur la qualité d'eau. La remise en suspension a été faite grâce à une embarcation modifiée (illustrée ci-dessous) pour permettre la remise en suspension de la couche superficielle (3 cm) du sédiment.



Au niveau des fermes aquacoles, plusieurs auteurs suggèrent l'utilisation des ulves comme épurateur du milieu pour empêcher l'eutrophisation du milieu due au relargage important d'éléments nutritifs à travers l'activité aquacole (Yokoyama et Ishihi, 2010 ; Cruz-Suarez et al., 2010).

#### 2.6.3.6. Azote ou phosphore, quel élément limitant pour les algues vertes ?

Il est généralement admis que la production primaire des milieux d'eau douce est limitée par le phosphore et celle des milieux marins est limitée par l'azote. Conley (2000) a exposé les trois aspects biogéochimiques principaux impliquant un tel fonctionnement :

- la perte d'azote par dénitrification est plus importante en milieu marin qu'en milieu dulçaquicole.
- En eau douce, une perte de l'azote peut être compensée par la fixation d'azote atmosphérique grâce aux cyanobactéries. Ce n'est pas le cas en milieu marin.
- Enfin, en milieu dulçaquicole, le phosphore est retenu dans le sédiment grâce notamment à sa liaison avec le fer. A l'inverse, pratiquement tout le phosphore du milieu marin déposé dans le sédiment est reminéralisé et rendu biodisponible dans la colonne d'eau.

Ce fonctionnement bien établi en milieu strictement dulçaquicole ou marin a montré des variantes dans les milieux intermédiaires entre eaux douces et eaux salées que sont les estuaires où la limitation par l'un ou l'autre des élément nutritif n'est pas si tranchée. Par la suite sera effectuée la présentation la plus exhaustive possible des différents types de limitation de la croissance des ulves observées *in situ* et sur la base des valeurs de quotas internes dans le monde dans les milieux estuariens. **Il convient de ne pas mettre en parallèle les différentes situations présentées par la suite avec les marées vertes bretonnes des sites sableux, ouverts sur le large qui sont dans un contexte marin et non estuarien. Les différentes études exposées par la suite s'apparentent d'avantage aux marées vertes de vasières.**

#### ➤ Azote comme facteur limitant la croissance macroalgale

Viaroli et al. (2005) a mis en évidence une limitation du bloom macroalgal d'*Ulva rigida* par l'azote dans la lagune de Sacca di Goro (Italie). Malta et Verschuure (1997) ont mis en évidence à travers un suivi des quotas azotés et phosphorés sur deux ans que l'azote était le principal facteur limitant la biomasse d'ulves du lac salé (28 p.s.u.) Veerse Meer (Pays-Bas).

#### ➤ Phosphore comme facteur limitant la croissance macroalgale

Riisgard et al. (2008) ont mis en évidence une diminution par 5 de la biomasse macroalgale (*Ulva lactuca*) dans le Fjord Odense avec une politique privilégiant d'abord une reconquête de la qualité écologique du milieu par la diminution des apports en phosphore. Ainsi, les apports en phosphore ont été divisés par 6. En parallèle les apports azotés ont été réduits par 3.

#### ➤ Azote et phosphore comme facteurs co-limitant la croissance macroalgale

Les résultats de Villares et Carballeira (2003) sur des prélèvements mensuels faits dans les Rias Baixas (nord-ouest de l'Espagne) montrent une co-limitation du phosphore et de l'azote pour le genre *Ulva* durant la période estivale, aucune limitation par les nutriments en automne-hiver et une alternance entre limitation en phosphore et limitation en azote au printemps.

➤ Alternance entre azote et phosphore comme facteur limitant la croissance macroalgale

Dans les eaux côtières de l'Oregon, Wheeler et Bjornsater (1992) ont montré en examinant les quotas internes en N et P sur un cycle annuel qu'*Ulva fenestrata* était limitée par P ou N selon la période de prélèvement.

Pedersen et Borum (1996) ont montré, pour le Fjord de Roskilde (Danemark) que la croissance du genre *Ulva* était limitée par l'azote de mai à septembre mais qu'elle ne l'était pas en avril, période durant laquelle le phosphore peut être limitant du fait de son relarguage réduit lié à la température de l'eau encore froide en début de printemps.

Lyngby et al. (1999) ont pu également mettre en évidence une alternance entre une limitation de la biomasse algale d'*Ulva lactuca* dans le Fjord Lim (Danemark) par le phosphore en début de saison puis par l'azote. Leur suivi a été effectué sur 3 ans (1993 à 1995), période durant laquelle les rejets de phosphore ont été mieux maîtrisés à travers la mise en place de stations d'épuration. Ils ont pu observer l'allongement de la période durant laquelle le phosphore est limitant.

➤ Azote et phosphore ne sont pas les facteurs limitant la croissance macroalgale

Dans l'estuaire de la rivière Palmones (Espagne) où se développe *Ulva rotundata* et *Ulva curvata*, le suivi mensuel des quotas en azote et en phosphore une fois par mois ont mis en évidence qu'ils n'atteignaient jamais les quotas critiques (Hernandez et al., 1997).

➤ Conclusion

**Dans les milieux estuariens**, il apparaît que l'azote et le phosphore sont des facteurs de contrôle potentiels selon les saisons avec une limitation par le phosphore au printemps suivi d'une limitation par l'azote en période estivale. En matière de gestion, dans ces cas particuliers d'eaux de transition, Conley et al. (1999) et Hernandez et al. (1997) ont mis l'accent sur le fait d'entamer une reconquête du milieu en agissant sur les deux paramètres. En effet, réduire les apports de phosphore sans réduire les apports d'azote entraînerait une eutrophisation des eaux marines puisqu'une réduction du bloom printanier entraînera une consommation moindre de l'azote qui ira en plus grandes quantités à la mer. Une réduction des apports en nitrates sans les apports en phosphore ne permettrait pas une réduction du bloom printanier, bloom qui, par sa régénération contribuerait à la poursuite du développement algal au-delà de la période printanière.

Tableau récapitulatif du type de limitation mis en évidence dans différentes zones de prolifération d'ulves

Lieu	Type de limitation	Espèce algale	Références
Lagune de Sacca di Goro (Italie)	Azote	Ulva rigida	Viaroli et al., 2005
lac salé Veerse Meer (28 p.s.u.) (Pays-Bas)	Azote	Ulva sp.	Malta et Verschuure, 1997
Fjord Odense (Danemark)	Phosphore	Ulva lactuca	Riisgard et al., 2008
Rias Baixas (nord-ouest de l'Espagne)	Co-limitation phosphore azote	Ulva sp.	Villares et Carballeira, 2003
Eaux côtières de l'Oregon (USA)	Limitation alternée entre azote et phosphore	Ulva fenestrata	Wheeler et Bjornsater, 1992
Fjord de Roskilde (Danemark)	Limitation alternée entre azote (été) et phosphore (printemps)	Ulva sp.	Pedersen et Borum, 1996
Fjord de Lim (Danemark)	Limitation alternée entre azote (été) et phosphore (printemps)	Ulva lactuca	Lyngby et al., 1999
Estuaire de la rivière Palmones (Espagne)	Pas de facteur limitant	Ulva rotundata et Ulva curvata	Hernandez et al., 1997

La liste bibliographique correspondant à cette veille est reportée en annexe 3.

### 3- CONCLUSION - PERSPECTIVES

L'action d'expertise, d'information et de soutien aux collectivités dans la lutte contre les marées vertes a été intense en 2010 avec notamment des demandes soutenues dans le cadre des SAGEs et des comités thématiques algues vertes liés au plan gouvernemental. En parallèle, le grand public (via les médias) a été très demandeur d'informations tout comme les acteurs socioprofessionnels (agriculture et tourisme). Certaines actions prévues sur 2010 ont de ce fait dû être décalées et seront poursuivies en 2011 : poursuite de la mise en place d'informations grand public, analyse des informations par secteurs des relations conditions de l'année/marées vertes, .... L'action d'expertise devrait elle aussi rester à un niveau élevé en 2011. Cette action est importante à conserver voire à amplifier dans la mesure où il est fondamental que les différentes parties prenantes de la lutte contre les marées vertes, public y compris, partagent les constats sur l'origine des marées vertes et les moyens de lutte à disposition si l'on veut que des actions efficaces puissent réellement se mettre en place.

## ANNEXES

## ANNEXE 1

**PRINCIPALES INTERVENTIONS EN 2010**  
**« expertise scientifique, d'information et de conseil technologique en faveur des programmes de maîtrise des marées vertes de Bretagne »**  
(début avril 2010 au 15 avril 2011)

*Principales interventions du CEVA dans le cadre de la mission « expertise, information et conseil technologique en faveur des programmes de maîtrise des marées vertes de Bretagne ».*  
(01/04/2010 au 15/04/2011)

## **Appui aux collectivités sur les marées vertes et moyens de lutte**

- 01 04 2010 : réunion Ploufragan appui LTA, AELB et préfecture 22 dans montage d'un chantier expérimental de ramassage des ulves en rideau
- 01 04 2010 : A la demande des CC de Douarnenez et Chateaulin, réunion à Plonevez Porzay avec le Parc Naturel Marin d'Iroise (Thierry Cantéri et Patrick Pouline) / CEVA / Communautés de Communes de Chateaulin, de Douarnenez, BMO : justification de l'amélioration du ramassage et éléments sur les techniques et matériels testés dans le passé (estran et infra), point sur le volet expérimentation 2010 sur la Lieue de Grève (CEVA), retours sur les essais de chalutage sur le Moulin blanc et suites envisagées, éléments sur les réalisations projetées par le PNMI (chalutage et pompage des stocks infra), évacuation des algues à terre (CC Douarnenez). Puis échanges sur la pertinence des essais envisagés sur la baie.
- 09 04 2010 : préparation éléments pour réunion grand public sur les marées vertes en Bretagne et baie de la Forêt. Réunion organisée par la CC du Pays Fouesnantais et présentation assurée par A Menesguen de l'Ifremer.
- 15 04 2010 : point à la demande l'Agglo de St Briec (Delphine Lamoise) de la situation 2010 et lien avec les paramètres milieu et éventualité ramassage préventif/curatif.
- 21 04 2010 : Commission littorale du SAGE Rance Frémur à Saint Malo : restitution par les CEVA du diagnostic réalisé pour cette réunion de la situation locale sur la Rance et le secteur côtier d'après les suivis réalisés et autres études.
- 03 05 2010 : à la demande de la Préfecture de Région, participation au comité de suivi du plan gouvernemental pour intervention sur caractérisation des risques, évolution des marées vertes...
- 21 05 2010 : CLE du SAGE de la baie de Saint Briec.
- 03 06 2010 : commission agriculture du SAGE de la Baie de Saint Briec
- 08 06 2010 : demande de la Mairie de Benodet d'éléments de caractérisation de la Mer Blanche (algues vertes, espèces, quantités, ...)
- 11 06 2010 : Comité Thématique Algue Vertes de la Baie de St Briec
- 17 06 2010 : diagnostic local pour le SAGE Bas Léon : réalisation et fourniture cartes locales pour état des lieux
- 18 06 2010 : SMEGA : BV de l'IC et AV
- 29 06 2010 : Commission azote de la baie de Douarnenez
- 01 07 10 : DIE du Conseil Général des Côtes d'Armor au CEVA : marées vertes, constat, causes, moyens de lutte, cas particulier du département
- 12 07 2010 : réponses aux questions de la Mairie d'Hillion au sujet de la situation de la Baie St Briec en 2010 et explication de cette situation (avant visites ministérielles en Bretagne)
- 30 08 2010 : réponse à Safège sur la situation échouage en baie de Pempoull (St Pol de Léon) ; idem pour le secteur de Penvenan/Pellinac
- 30 08 2010 : pour SMEGA : caractérisation des échouages sur le littoral Goëlo (notamment Brehec et Lédano)
- 09 09 2010 : CLE Argoat Trégor Goëlo
- 15 09 2010 : AELB Ploufragan : visio conférence Orléans/Nantes/ soutien au SAGE pour la 10 A1.
- 20 09 2010 : rencontre au CEVA de Delphine Klerch au sujet de la création du CRESEB et rôle envisagé du CEVA
- 24 09 2010 : Comité Thématique Algues Vertes sur la Lieue de Grève : volet Agricole.
- 01 10 2010 : Comité Thématique Algue Vertes de la Baie de St Briec
- 04 10 2010 : BV du Lesnevard/Moros : présentation de la situation marée verte de la baie, objectifs à atteindre
- 05 10 2010 : Comité Thématique Algues Vertes sur la Lieue de Grève : volet milieu naturel et agroalimentaire.
- 11 10 2010 : AELB Ploufragan : visio conférence Orléans/Nantes/ soutien au SAGE pour la 10 A1.
- 19 10 2010 : Comité de pilotage du BV du Quillimadec à Lesneven
- 22 10 2010 : Comité Thématique Algues Vertes sur la Lieue de Grève.
- 27 10 2010 : Comité Thématique Algues Vertes de la baie de Douarnenez
- 29 10 2010 : Comité Thématique Algue Vertes de la Baie de St Briec
- 04 11 2010 : éléments de diagnostic sur le SAGE Argoat Trégor Goëlo

- 18 11 2010 : Comité de pilotage du BV de la Lieue de Grève à Lanvellec : validation du programme qui sera proposé à la Préfecture de Région dans le cadre de l'appel à projet AV.
- 19 11 2010 : Réunion à l'initiative AELB – Dréal de bassin des SAGEs Loire Bretagne à Rennes : présentation des suivis LB et typologie, caractérisation des sites/actions.
- 19 11 2010 : CLE de la Baie de Saint Brieuc : validation du programme qui sera proposé à la Préfecture de Région dans le cadre de l'appel à projet AV.
- 29 11 2010 : GP5 à Ploufragan : restitutions programmes marées vertes  
15 12 2010 : Comité de pilotage / comité thématique AV à Plonevez Porzay : Présentation des résultats de l'étude modélisation sur la baie / objectifs à atteindre
- 16 12 2010 : CLE Blavet à Cléguerec : présentation des suivis marées vertes, évolutions, cas particulier littoral Blavet et côte et résultats des modélisations sur la rade Lorient
- 21 12 2010 : SCE au sujet du diagnostic Bas Léon
- 11 01 2011 : Elven, CLE Vilaine : marées vertes, suivis, évolution, objectifs à atteindre + diagnostic situation sur le littoral du SAGE Vilaine et objectifs à atteindre
- 18 01 2011 : Morlaix CCI CLE Haut Léon : marées vertes, suivis, évolutions, objectifs à atteindre, moyens de lutte et diagnostic local sur le territoire sage
- 19 01 et 04 02 2011 : SCE / SAGE Scorff : éléments de diag local, production carte interannuelles des dépôts
- 24 01 2011 : Commission AV du Sage bas Léon : marées vertes, suivis, daig local périmètre Sage et cas Quillimadec
- 02 02 2011 : réunion technique élus CC Fouesnant et 4C + bureau SCE : Eléments de caractérisation de la situation nutritionnelle de la baie de la Forêt (N et P)
- 07 02 2011 : Sage Rance Frémur + Sage Arguenon Penthièvre à Saint Brieuc : à la demande des élus et en présence d'Ifremer, point sur les connaissances marées vertes sur ce secteur, interactions entre les baies
- 09 02 2011 : Réunion au SMAP des 2 bureaux des Sage Rance Frémur + Sage Arguenon Penthièvre + Ifremer et Sogréah : caractérisation des marées vertes du secteur, besoin d'études complémentaires ?
- 11 02 2011 : comité thématique AV baie de Douarnenez
- 14 02 2011 : Association AVEN au CEVA : présentation marées vertes, suivis, moyens de lutte et cas de l'Aven
- 17 02 2011 : commission littoral du Sage Argoat Trégor Goëlo à Guingamp
- 25 02 2011 : réunion GP5 spécial AV à Ploufragan
- 01 03 2011 : réponse à demande d'information du CG56 sur les échouages sur le littoral morbihannais.
- 08 03 2011 : Comité thématique AV à Fouesnant : Eléments de caractérisation de la situation nutritionnelle de la baie de la Forêt (N et P)
- 11 03 2011 : diag local situation littoral de l'Hopital Camfrout, carte des dépôts interannuels AV
- 21 03 2011 : réunion CRB à Rennes
- 22 03 2011 : intervention à Genêts (50) à la demande de l'AAMP dans le cadre du projet pour un parc marin dans le Golfe Normand breton : caractérisation des marées vertes et cas particulier de ce littoral
- 23 03 2011 : Fréhel : Comité thématique AV de la baie de la Fresnaye
- 28 03 2011 : CLE du Sage Argoat Trégor Goëlo
- 04 04 2011 : éléments de diagnostic pour le SAGE Ouest Cornouailles
- 04 04 2011 : réponse à demande de données compilées à l'échelle des façades maritimes pour la DCSMM

### **Autres réunions et rencontres techniques**

- 05 05 2010 : conférence téléphonique organisée par l'Afsset sur les marées vertes et dépôts nuisants émissifs de H2S, description phénomène, actions à engager,...
- 10 05 2010 : Binic : dans le cadre d'une journée régionale de formation à la gestion des risques : informations des élus sur les marée vertes et risques sanitaires et programmes de suivis de lutte, ...
- 31 05 2010 : réunion du Comité Scientifique du Plan Gouvernemental
- 11 06 2010 : ISPAiA Ploufragan : Forum des Savoirs : agriculture et algues vertes
- 18 08 2010 : réponses à l'ADEME (Gaël Carayon) : ramassages 2010, précocité de l'année et prévision fin de saison ?
- 23 09 2010 : Présentation à Rennes pour le Conseil Economique Social et Environnemental Régional : marées vertes, causes, impacts moyens de lutte
- 09 11 2010 : Préfecture 22 au CEVA : présentation marées vertes, évolutions, moyens de lutte
- 18 11 2010 : réunion à Rennes du Conseil Scientifique du CRESEB

06 01 2011 : Paris : réunion du Comité Scientifique du Plan Gouvernemental  
26 et 27 01 2011 : Rennes : Carrefour Gestions Locales de l'Eau, séminaire systèmes agricoles à basses fuites N  
24 03 2011 : commune de Binic : ramassage préventif  
07 04 2011 (puis 26) : Paris : convocation Tribunal de Grande Instance / marées vertes

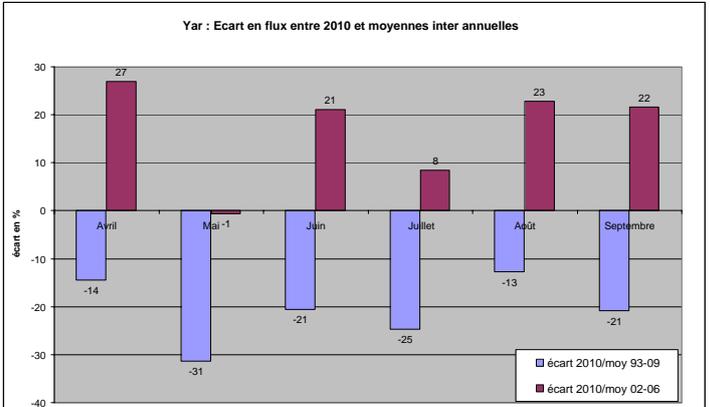
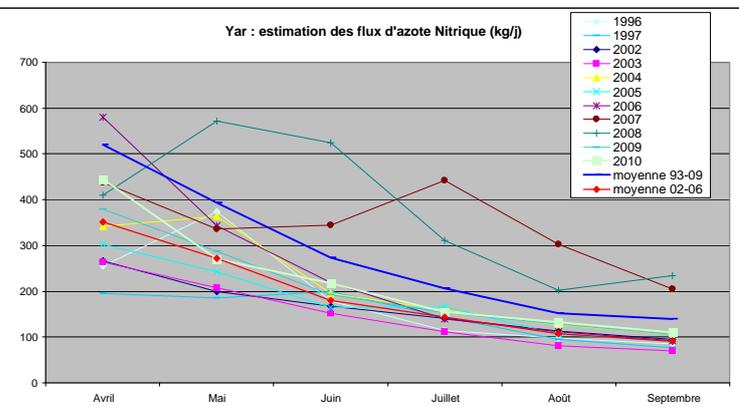
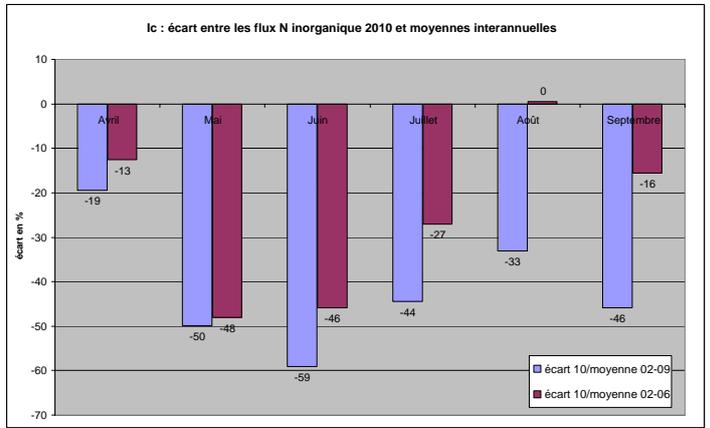
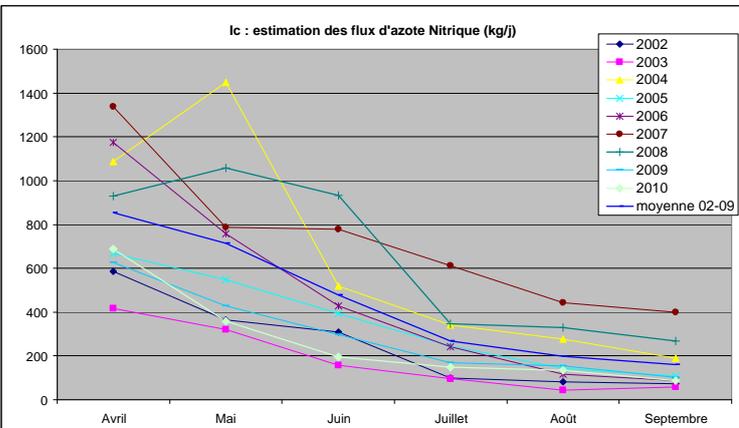
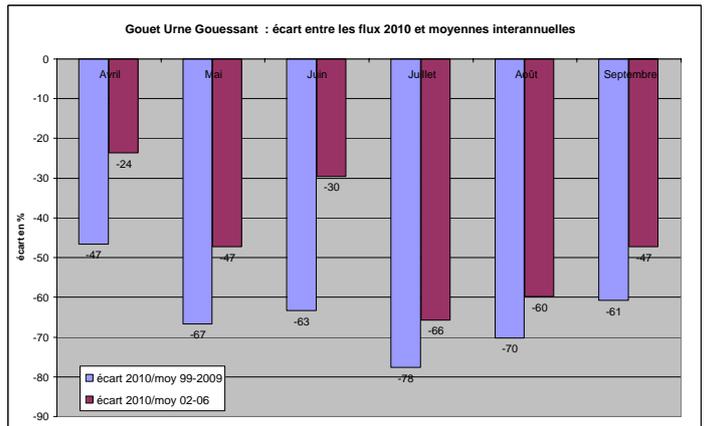
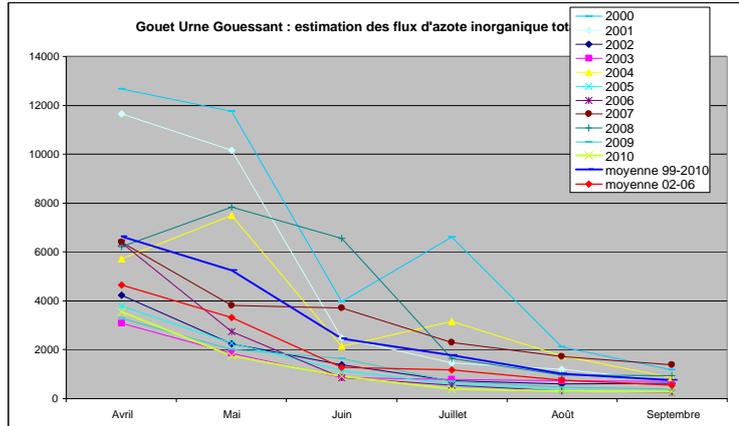
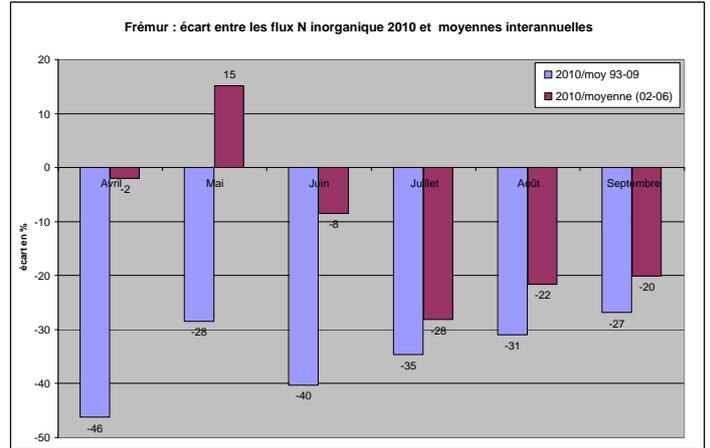
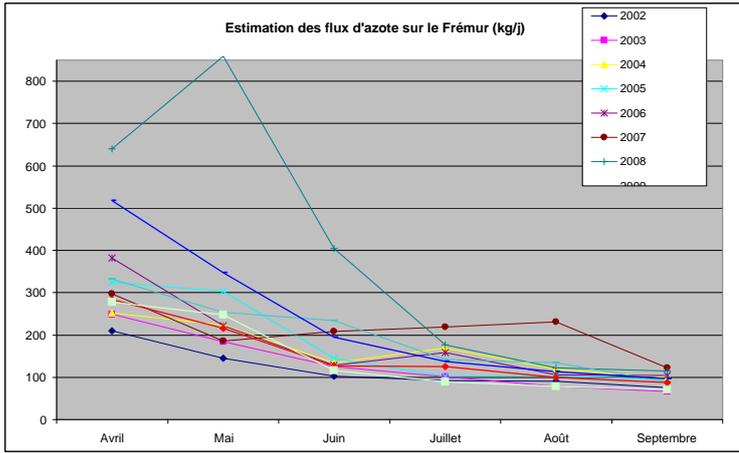
## **Information sur les Marées vertes et le les moyens de lutte**

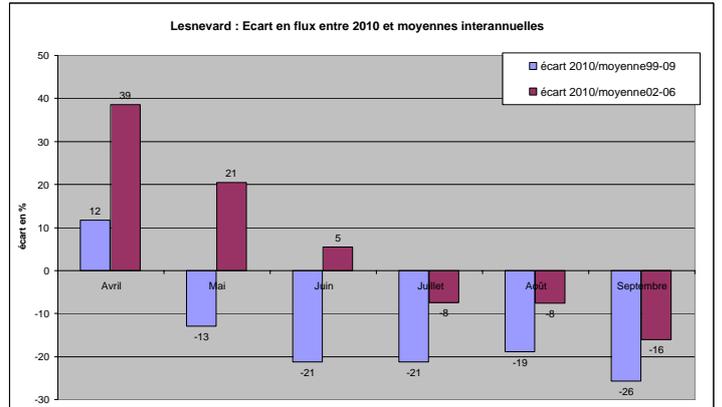
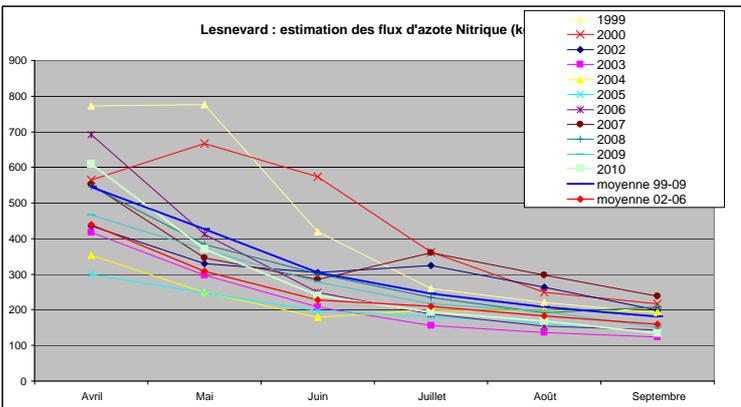
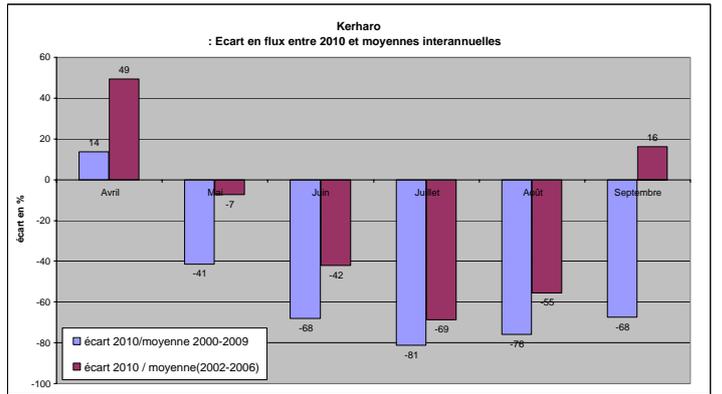
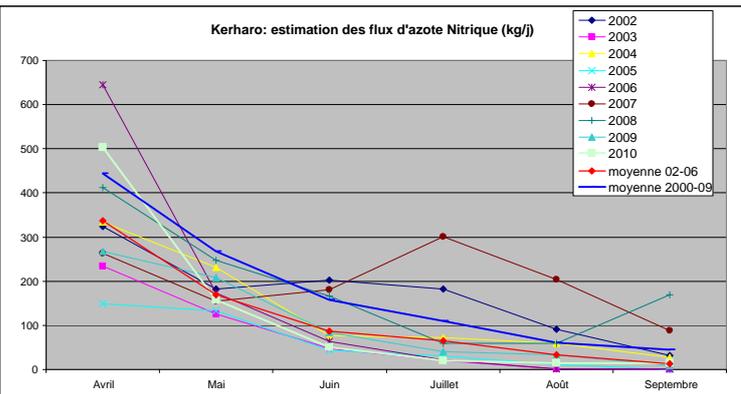
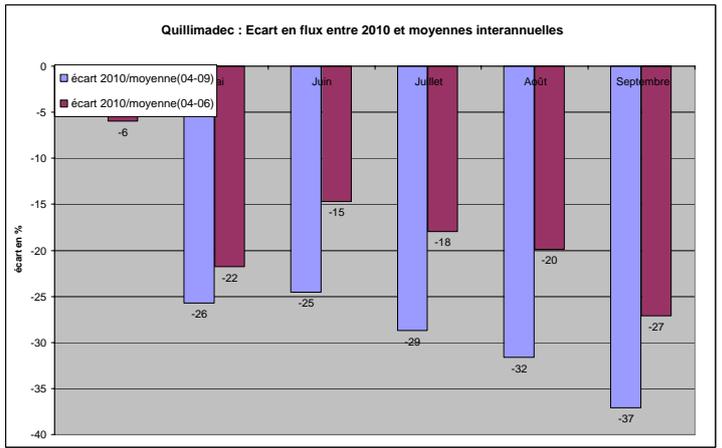
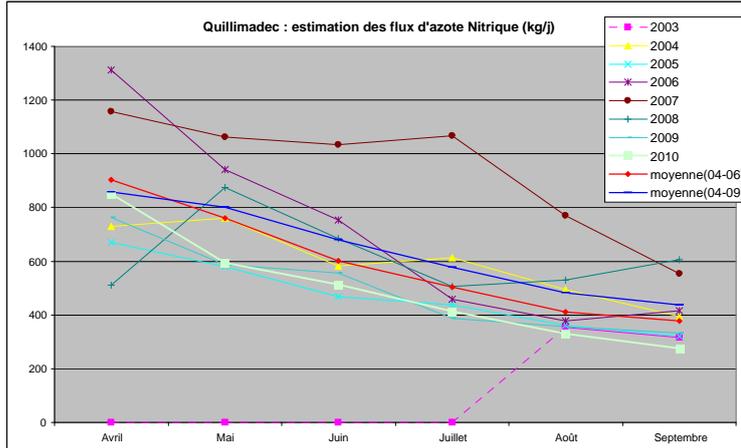
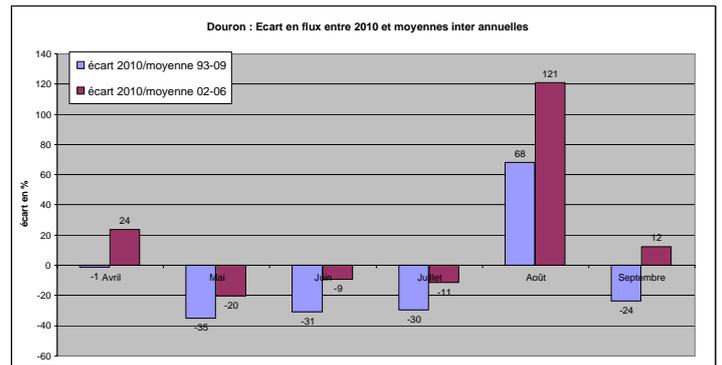
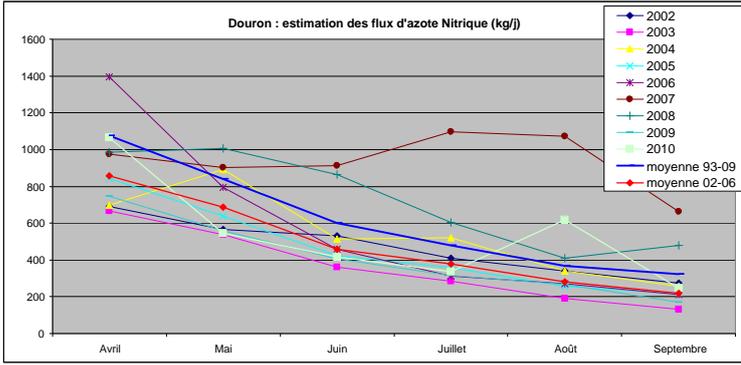
21 04 2010 : Gilles Luneau de 60 millions de consommateurs sur évolution marées vertes, actions entreprises,  
...  
29 04 2010 : Loïc Chauveau Science et Avenir : description marées vertes, suivis, moyens de lutte...  
30 04 2010 : Réunion à Plestin les Grèves organisée par le Comité Régional du Tourisme à destination des  
acteurs régionaux : présentation des connaissances sur les marées vertes, évolutions, nuisances, moyens de  
lutte,....  
06 05 2010 : Presse d'Armor (Magalie Lelchat) : les suivis des marées vertes et évolutions constatées,  
compréhension du phénomène et cas particulier de la côte de Goëlo.  
18 05 2010 : Pierre Dieumegarde (mémoire de prépa Orléans) : marées vertes, ramassage, valorisation, moyens  
de lutte, ...  
25 et 28 05 2010 : Ouest France : marée vertes sur le secteur Lancieux Arguenon ; Le Télégramme : marées  
vertes  
26 05 2010 : Que Choisir (Elisabeth Chesnais)  
07 06 2010 : Ouest France : article sur les algues vertes et émissions H2S  
09 06 2010 : Le Télégramme : algues vertes et suivis / évolution + aspects bactériologie  
12 06 2010 : interview France 3 à Saint Michel en Grève : suite à article sur risque bactériologique, point sur les  
études scientifiques à disposition.  
12 06 2010 : idem pour France Bleu Breizh Izel + Ouest France  
14 06 2010 : LA Chaine Météo : interview au téléphone sur les liens météo et prolifération/échouages d'algues  
vertes.  
16 06 2010 : Interview France Culture (Véronique Rebeyrotte) sur les suivis, évolutions, programmes d'action,  
ramassage, valorisation...  
18 06 2010 : France Info au CEVA sur suivis, traitement/valorisation...  
25 06 2010 : Le Télégramme : échouages aux Rosaires : perçu localement comme particulièrement forts,  
éléments objectifs à disposition/suivis 2010 et années antérieures  
30 06 2010 : TF1 au CEVA : interview sur évolution marées vertes, situation sanitaire des plages, moyens de  
lutte, etc..  
01 07 2010 : Réunion CPA du Gouet organisée par la Chambre Agriculture 22 à Quintin : causes des marées  
vertes, suivis et apports des suivis dans la caractérisation du phénomène, moyens de lutte et objectifs à  
atteindre  
07 07 2010 : Le Télégramme : situation marées vertes en baie de Douarnenez  
05 08 2010 : Marée verte 2009 pour l'édition du Bilan de l'Eau de la Dreal  
19 08 2010 : AFP (M Barthélémy) : situation marée verte en Bretagne, cas particulier baie de Saint Brieuc, St  
Michel, Douarnenez,....  
20 08 2010 : Le Télégramme (H Queillé) : situation marée verte, évolution, facteurs explicatifs + AFP  
24 08 2010 : Le Monde (M. Le Cam) : situation MV 2010 et facteurs explicatifs.  
25 08 2010 : Armor TV : idem  
27 08 2010 : Bleu Breizh Izel + S. Bouttet (reportage magazine Littoral de France 3 ; rencontres à plusieurs  
reprises dans l'année)  
03 09 2010 : association les « Copains du Trieux » : cause des marées vertes, caractérisation sur la Bretagne et  
zoom sur le territoire de l'asso.  
17 09 2010 : France 3 : interview / suivis des marées vertes réalisés, évolutions observées notamment sur la  
Baie de Douarnenez (en vue manifestation régionale du 19)  
17 09 2010 : Ouest France : idem.  
22 09 2010 : France Agricole (Mme Miossec) : marées vertes : situation, causes, impacts moyens de lutte  
23 09 2010 : audition par le CESER (Conseil Economique Social et Environnemental Régional) au sujet des  
marées vertes, problématiques, évolutions, facteurs de contrôle, actions efficaces

- 05 11 2010 : Magazine du Golfe du Morbihan (M Théo Rouby) : description marées vertes et cas particulier du golfe du Morbihan.
- 25 11 2010 : EDE des 4 Chambres Agriculture de Bretagne au CEVA : marées vertes impacts et moyens de lutte.
- 06 12 2010 : Plestin : réunion régionale du CRT au sujet des marées vertes : points sur les suivis 2010, cause, moyens de lutte,...
- 07 12 2010 : Brest, réunion IUEM / Ecoflux : réseau de suivis, évolutions mesurées, résultats et moyens de lutte
- 13 12 2010 : Chambres Agriculture 22 et 56 à Cleguerec : marées vertes en Bretagne, cas particulier de la rade de Lorient et objectifs à atteindre (modélisation, autres éléments).
- 15 02 2011 : Plomodiern : présentation pour le comité de développement des agriculteurs de Chateaulin (AG 200 à 300 personnes) des marées vertes, moyens de lutte, rôle N et P (intervention ensuite de C. Buson de l'Iste)
- 01 03 2011 : conférence téléphonique sur les marées vertes pour l'Ecole des Mines
- 08 03 2011 : réunion CA 29 à Quimper (élus dont Président et VP environnement + techniciens) + Institut de l'élevage (A Le Gall) et Inra (L Ruiz) / pratiques et système / fuite N et réaction marée verte sur le littoral, objectif à atteindre, actions efficaces
- 14 03 2011 : France 3 (Murielle Morvan) / rôle N et P et marées vertes et éléments de réponses sur les « allégations » de C Buson
- 15 03 2011 : intervention au CFA de Pommerit Jaudy avec la chambre d'agriculture 22 sur le rôle N et P et contrôle des marées vertes (réponse au film réalisé par les étudiant « l'insupportable silence des marées verte »
- 25 03 2011 : le Télégramme
- 25 03 2011 : Lorient : dans le cadre semaine du développement durable : présentation marées vertes Bretagne, cause moyens de lutte et cas du littoral de Lorient
- 05 04 2011 : journaliste Saint Brieuc Agglo au sujet des marées vertes, moyens de lutte curatif/préventif...
- 15 04 2011 : article pour le bulletin Ria Etel Info / marées vertes et cas de la Ria

## ANNEXE 2

**DONNEES DE FLUX et par bassin versant en 2010 et comparaison avec les années antérieures**





## ANNEXE 3

### Liste Bibliographique

- Alström-Rapaport C., Leskinen E. et Pamilo P. 2010. Seasonal variation in the mode of reproduction of *Ulva intestinalis* in a brackish water environment. *Aquatic Botany*. 93: 244-249.
- Brush M.J. et Nixon S.W. 2010. Modeling the role of macroalgae in a shallow sub-estuary of Narragansett Bay, RI (USA). *Ecological Modelling* 221: 1065-1079.
- Conley D. J. 2000. Biogeochemical nutrient cycles and nutrient management strategies. *Hydrobiologia* 410 :87-96.
- Cossellu M. et Nordberg K. 2010. Recent environmental changes and filamentous algal mats in shallow bays on the Swedish west coast - A result of climate change? *Journal of Sea Research* 63: 202-212.
- Cruz-Suárez L. E., León A., Peña-Rodríguez A., Rodríguez-Peña G., Moll B. et Ricque-Marie D. 2010. Shrimp/*Ulva* co-culture: A sustainable alternative to diminish the need for artificial feed and improve shrimp quality. *Aquaculture* 301:64-68.
- Dailer M. L., Knox R. S., Smith J. E., Napier M. et Smith C. M. 2010. Using  $\delta^{15}\text{N}$  values in algal tissue to map locations and potential sources of anthropogenic nutrient inputs on the island of Maui, Hawaii, USA. *Marine Pollution Bulletin* 60: 655-671.
- Gubelit Y. I. et Berezina N. A. 2010. The causes and consequences of algal blooms: The *Cladophora glomerata* bloom and the Neva estuary (eastern Baltic Sea). *Marine Pollution Bulletin* 61:183-188.
- Guidone M., Thornber C. S. et Field E. 2010. Snail grazing facilitates growth of a bloom-forming alga. *Marine Ecology Progress Series* 420:83-89.
- Hardison A. K., Canuel E. A., Anderson I. C. et Veuger B. 2010. Fate of macroalgae in benthic systems: carbon and nitrogen cycling within the microbial community. *Marine Ecology Progress Series* 414: 41-55.
- Hernandez I., Peralta G., PerezLlorens J. L., Vergara J. J. et Niell F. X. 1997. Biomass and dynamics of growth of *Ulva* species in Palmones river estuary. *Journal of Phycology* 33: 764-772.
- Jorgensen P., Ibarra-Obando S.E. et Carriquiry J. D. 2010. Management of natural *Ulva* spp. blooms in San Quintin Bay, Baja California: Is it justified? *Journal of Applied Phycology* 22: 549-558.
- Lenzi M., Birardi F., Calzolari R., Finoia M.G., Marccone F., Nocciolini S., Roffilli R., Sgroi S. et Solari D. 2010. Hypertrophic lagoon management by sediment disturbance. *Marine Pollution Bulletin* 61: 189-197.
- Liu D., Keesing J. K., Dong Z., Zhen Y., Di B., Shi Y., Fearn P. et Shi P. 2010 a. Recurrence of the world's largest green-tide in 2009 in Yellow Sea, China: *Porphyra yezoensis* aquaculture rafts confirmed as nursery for macroalgal blooms. *Marine Pollution Bulletin* 60: 1423-1432.
- Liu F., Pang S.J., Chopin T., Xu N., Shan T.F., Gao S.Q. et Sun S. 2010b. The dominant *Ulva* strain of the 2008 green algal bloom in the Yellow Sea was not detected in the coastal waters of Qingdao in the following winter. *Journal of Applied Phycology* 22: 531-540.

Lyngby J.E. and Mortensen S. et Ahrensberg, N. 1999. Bioassessment techniques for monitoring of eutrophication and nutrient limitation in coastal ecosystems. *Marine Pollution Bulletin* 39: 212-223.

Malta E. J. et Verschuure J. M. 1997. Effects of environmental variables on between-year variation of *Ulva* growth and biomass in a eutrophic brackish lake. *Journal of Sea Research* 38: 71-84.

Martinetto P., Daleo P., Escapa M., Alberti J., Isacch J. P., Fanjul E., Botto F., Piriz M. L., Ponce G., Casas G. et Iribarne O. 2010. High abundance and diversity of consumers associated with eutrophic areas in a semi-desert macrotidal coastal ecosystem in Patagonia, Argentina. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 88:357-364.

Olabarria C., Incera M., Garrido J., Rossi F. 2010. The effect of wrack composition and diversity on macrofaunal assemblages in intertidal marine sediments. *Journal of experimental Marine Biology and Ecology* 396: 18-26.

Pang S. J., Liu F., Shan T. F., Xu N., Zhang Z. H., Gao S.Q., Chopin T. et Sun S. 2010. Tracking the algal origin of the *Ulva* bloom in the Yellow Sea by a combination of molecular, morphological and physiological analyses. *Marine Environmental Research* 69: 207-215.

Pedersen M. F. et Borum J. 1996. Nutrient control of algal growth in estuarine waters. Nutrient limitation and the importance of nitrogen requirements and nitrogen storage among phytoplankton and species of macroalgae. *Marine Ecology-progress Series* 142: 261-272.

Pedersen M. F. and Borum J. et Fotel F. L. 2010. Phosphorus dynamics and limitation of fast- and slow-growing temperate seaweeds in Oslofjord, Norway. *Marine Ecology Progress Series* 399: 103-115.

Riddin T. et Adams J.B. 2010. The effect of a storm surge event on the macrophytes of a temporarily open/closed estuary, South Africa. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 89: 119-123.

Riisgård HU, Jensen MH et Rask N. 2008. Odense Fjord and Kerteminde Fjord/Kertinge Nor. In: Schiewer U (ed), *Ecology of Baltic Coastal Waters*, Ecological Studies 197, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp 361–394

Teichberg M., Fox S. E., Olsen Y. S., Valiela I., Martinetto P., Iribarne O., Muto E. Y., Petti M. A. V., Corbisier T. N., Soto-Jimenez M., Paez-Osuna F., Castro P., Freitas H., Zitelli A., Cardinaletti M. et Tagliapietra D. 2010. Eutrophication and macroalgal blooms in temperate and tropical coastal waters: nutrient enrichment experiments with *Ulva* spp. *Global Change Biology* 16:2624-2637.

Viaroli P., Bartoli M., Azzoni R., Giordani G., Mucchino C., Naldi M., Nizzoli D. et Taje L. 2005. Nutrient and iron limitation to *Ulva* blooms in a eutrophic coastal lagoon (Sacca di Goro, Italy). *Hydrobiologia* 550:57-71.

Villares R. et Carballeira A. 2003. Seasonal variation in the concentrations of nutrients in two green macroalgae and nutrient levels in sediments in the Rias Baixas (NW Spain). *Estuarine Coastal and Shelf Science* 58: 887-900.

Wheeler P. A. et Bjornsater B.R. 1992. Seasonal fluctuations in tissue nitrogen, phosphorus, and N-P for 5 macroalgal species common to the pacific-northwest coast. *Journal of Phycology* 28: 1-6.

Zertuche-Gonzalez J.A., Camacho-Ibar V. F., Pacheco-Ruiz I., Cabello-Pasini A., Galindo-Bect L.A., Guzman-Calderon J.M., Macias-Carranza V. et Espinoza-Avalos J. 2009. The role of *Ulva* spp. as a temporary nutrient sink in a coastal lagoon with oyster cultivation and upwelling influence. *Journal of Applied Phycology* 21:729-736.