

NUISANCES CAUSEES PAR LES ALGUES EN MILIEU MARIN. ALGUES TOXIQUES, MAREES VERTES ET "ALGUE TUEUSE"

Hélène Ducobu, docteur en biologie, Verts Midi-Pyrénées
Université Paul Sabatier
Centre d'Ecologie des Milieux Aquatiques, Bât. 4R3
118, route de Narbonne
31062 Toulouse Cedex
Tel (travail): 05 61 55 67 24. Fax: 05 61 55 60 96
Email: ducobu@CICT.fr

I. INTRODUCTION GENERALE

Une perturbation grave de l'écosystème marin est causée par la prolifération d'algues macroscopiques (Ulve, Caulerpe) ou microscopiques (phytoplancton). Cette croissance rapide et excessive de la biomasse algale est étroitement liée à l'enrichissement des cours d'eau et finalement des écosystèmes marins en substances nutritives, l'azote et le phosphore. Ces substances nutritives proviennent des eaux usées, de l'usage excessif d'engrais pour l'agriculture intensive et, dans certaines régions comme la Bretagne, des élevages de porcs. Ces proliférations d'algues s'observent du printemps jusqu'au début de l'automne, lorsque les conditions de lumière et de température sont optimales pour la croissance. Ces proliférations appelées efflorescences ou "blooms" en anglais posent différents problèmes d'environnement :

- 1) asphyxie du milieu aquatique (lorsque cette biomasse élevée meurt, sa décomposition par les bactéries consomme de grandes quantités d'oxygène et ce dernier devient limitant pour les autres espèces comme les poissons) ;
- 2) toxicité de certaines souches vis-à-vis de l'Homme et d'autres espèces (poissons, oiseaux, coquillages...);
- 3) altération de l'aspect récréatif du littoral ;
- 4) disparition d'autres espèces moins compétitives que celles envahissant le milieu ;
- 5) colmatage des filtres dans les lieux de captage d'eau
- 6) odeurs pestilentielles dégagées par la matière organique en suspension ;
- 7) dans certains cas, altérations génétiques et morphologiques des espèces environnantes ;
- 8) coloration de l'eau due à de fortes concentrations de cellules riches en pigments (marées rouges causées par la prolifération de dinoflagellés, marées vertes d'Ulves ou de dinoflagellés).

Le littoral français, comme celui d'autres pays est sujet chaque année à des efflorescences algales. En Bretagne, des quantités élevées d'Ulves (à l'origine des marées vertes) échouent quotidiennement sur les plages. Le seul moyen dont on dispose à l'heure actuelle pour s'en débarrasser est de les récolter avec un tracteur et de les mettre en décharge. La Caulerpe (*Caulerpa taxifolia*) ne cesse d'envahir les fonds méditerranéens, empêchant les autres espèces à croissance plus lente de se développer et entraînant des modifications génétiques pour le moins surprenantes de certains organismes (apparition de poissons verts, la couleur verte leur permettant de se camoufler et d'échapper ainsi aux prédateurs). La prolifération d'espèces phytoplanctoniques toxiques (*Dynophysis* sp., *Alexandrium* sp., *Gymnodinium* sp.) pose le problème de la toxicité des huîtres et des coquillages, rendant ceux-ci impropres à la consommation et entraînant la fermeture régulière des zones de production ce qui cause des pertes financières importantes aux conchyliculteurs.

Ces phénomènes de prolifération d'algues font l'objet de plusieurs études: i) le réseau de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines (REPHY), créé par l'IFREMER en 1984; ii) un autre programme de surveillance national (Programme National Efflorescences Algales Toxiques) qui est une collaboration entre CNRS, IFREMER et Universités et iii) divers programmes européens. Beaucoup de recherches restent à faire afin de comprendre le déterminisme de ces croissances algales et de proposer des outils de gestion en cas d'un événement.

Dans ce chapitre seront développés quelques aspects: description de 3 phénomènes (algues toxiques, marées vertes et "algues tueuses"), espèces concernées, problèmes posés à l'environnement, effets des toxines sur la santé humaine et la faune marine, normes actuelles, situation en France, références.

II. ALGUES TOXIQUES

II.1. Le phénomène

Le phytoplancton est constitué par l'ensemble des algues microscopiques en suspension dans la colonne d'eau. Les espèces phytoplanctoniques sont en général unicellulaires, et le plus souvent autotrophes, c-à-d pouvant synthétiser, par le mécanisme de la photosynthèse leur propre substance organique à partir d'éléments minéraux. Le phytoplancton est un élément essentiel du milieu aquatique car il est le premier maillon de la chaîne alimentaire et est un important fixateur de CO₂. Le nombre d'espèces différentes à l'échelle mondiale est évalué à environ 3400 à 4000 (Sournia, 1995).

Parmi toutes ces espèces de phytoplancton, quelques-unes produisent des toxines que l'on appelle phycotoxines. Les espèces toxiques se rencontrent en milieu marin et en eau douce. En milieu marin, le phytoplancton toxique est essentiellement constitué de Dinophycées (ou dinoflagellés). On peut distinguer deux types de phycotoxines, selon leur cible: i) certaines sont libérées dans l'eau et sont donc directement toxiques pour les espèces marines, végétales ou animales et ii) d'autres phycotoxines s'accumulent dans les organismes qui se nourrissent de phytoplancton (coquillages, certains poissons...): ces derniers n'en sont pas affectés, mais deviennent toxiques et ne doivent plus être consommés.

II.2. Toxines, Espèces responsables et Effets toxiques

Les phycotoxines impliquées dans des intoxications humaines au niveau mondial sont de 5 types :

1. **PSP** (Paralytic Shellfish Poisoning): toxines paralysantes
2. **DSP** (Diarrhetic Shellfish Poisoning): toxines diarrhéiques
3. **NSP**: neurotoxines
4. **ASP**: toxines amnésiantes
5. **CFP**: toxines ciguatériques

Les toxines PSP sont les plus répandues dans le monde, suivies des toxines DSP. Les toxines ASP et NSP sévissent essentiellement en Amérique du nord et en Nouvelle Zélande tandis que les toxines CFP ne sont présentes que dans les zones tropicales (pour la France, dans les territoires Outre-Mer).

Deux genres phytoplanctoniques produisant des toxines dangereuses pour le consommateur ont été observés en France métropolitaine par IFREMER depuis 1984: *Dinophysis*, dont plusieurs espèces produisent des DSP, et *Alexandrium* dont les espèces *A. minutum* et *A. tamarense* produisent des PSP.

DSP. Les toxines DSP sont constituées d'un ensemble de toxines liposolubles, dont l'acide okadaïque. Les cellules algales contenant les toxines sont ingérées par les bivalves. Les moules sont le principal vecteur des toxines DSP, mais de nombreux autres bivalves (coques, palourdes, clams, coquilles Saint-Jacques, etc) peuvent également être toxiques mais à un moindre niveau. Par contre, l'accumulation des toxines DSP dans les huîtres est très généralement négligeable. Les toxines DSP s'accumulent dans la chair des coquillages mais ne sont pas toxiques pour ces derniers.

Les toxines DSP peuvent provoquer chez le consommateur de coquillages contaminés, une intoxication dont les effets apparaissent moins de 12 heures après ingestion (plus rapide que dans le cas d'une intoxication avec incubation d'origine bactérienne, virale ou parasitaire). Les principaux symptômes en sont diarrhées, douleurs abdominales, parfois nausées et vomissements, mais jamais de fièvre. Cette toxine étant thermorésistante, la cuisson des coquillages ne réduit pas leur toxicité. Il n'y a pas d'antidote à cette toxine et le seul traitement possible est un traitement des symptômes. L'activité de promotion tumorale des toxines de type acide okadaïque a également été démontrée (AMZIL, 1993).

Sur le littoral français, les espèces de *Dinophysis* sont présentes en mélanges différents selon les régions. La production toxinique par espèce n'étant pas connue, la toxicité globale détectée dans les coquillages est toujours rapportée à la concentration totale dans l'eau de *Dinophysis* spp. (toutes espèces confondues). Cependant, la relation entre concentration dans l'eau de *Dinophysis* et niveau de toxicité DSP dans les coquillages fluctue de façon importante selon la région géographique: dans certains sites, de très faibles concentrations (de l'ordre d'une centaine de cellules de *Dinophysis* par litre) conduisent à des toxicités fortes, alors que dans d'autres sites, des concentrations de quelques milliers de cellules par litre sont nécessaires pour atteindre ces mêmes niveaux de toxicité.

PSP. Les toxines PSP sont constituées d'un ensemble de toxines hydrosolubles, dont la saxitoxine et les gonyautoxines. En France, les toxines qui ont été identifiées dans les coquillages de Bretagne-Nord sont principalement des gonyautoxines. De façon générale, les coquilles Saint-Jacques et les moules sont les principaux vecteurs des toxines PSP, mais également, de façon plus ou moins importante, un certain nombre

d'autres coquillages dont les huîtres. En France, lors des épisodes PSP en Bretagne, les huîtres ont été toxiques, mais à un niveau moindre que les moules.

Les toxines PSP provoquent chez le consommateur de coquillages contaminés, une intoxication dont les effets apparaissent en moins de 30 minutes. Les symptômes en sont: i) fourmillement des extrémités, picotements et engourdissements autour des lèvres, vertiges et nausées, en cas d'intoxication faible, ii) extension des picotements, incoordination motrice, pouls rapide, en cas d'intoxication modérée et iii) paralysie et troubles respiratoires pouvant être mortels, en cas d'intoxication forte. Le traitement est essentiellement symptomatique, puisqu'il n'existe pas d'antidote.

Des épisodes de toxicité atypique (tests de toxicité donnant un résultat positif mais les symptômes observés ne sont pas typiques des toxines PSP ou DSP) ont également été reportés en France. Il pourrait s'agir de substances neurotoxiques dont l'identification et la caractérisation sont en cours.

Le phytoplancton peut également être toxique directement ou indirectement pour la faune marine. Directement, en produisant de toxines ou en entraînant des lésions mécaniques des branchies ou indirectement en provoquant une asphyxie, voire une anoxie du milieu lors de la décomposition des biomasses élevées par les bactéries.

Les substances toxiques pour la faune marine appartiennent à plusieurs types: neurotoxines, hépatotoxines, hémolysines, cytotoxines ou ichtyotoxines. Sur le littoral français, les espèces toxiques pour la faune sont essentiellement *Gymnodinium cf. nagasakiense* et *Gyrodinium*, deux Dinophycées.

Gymnodinium cf. nagasakiense produit des substances cytotoxiques, hémolytiques (détruisant les globules rouges) et agressives pour les membranes cellulaires. Cette espèce secrète également du mucus qui, en diminuant la diffusion au niveau des branchies, peut contribuer à la mort des poissons par asphyxie. Cette espèce est également responsable de déformations irréversibles de la coquille des pectinidés.

Si les espèces citées dans ce chapitre sont les plus représentées, d'autres espèces potentiellement toxiques apparaissent également sur les côtes françaises et leur surveillance est assurée depuis plusieurs années dans le cadre du programme national PNEAT. Citons pour information *Fibrocapsa japonica* dont des effets nuisibles sur les exploitations aquacoles ont été observés au Japon; *Pseudo-nitzschia* spp, dont certaines espèces produisent des toxines ASP ou amnésiantes ayant provoqué, aux Etats Unis, des pertes de mémoire chez les consommateurs de coquillages contaminés.

II.3. Ecologie des espèces concernées

II.3.a. *Dinophysis* spp.

Plusieurs espèces de *Dinophysis* sont présentes dans les eaux du littoral français. *Dinophysis* n'est pratiquement jamais associé à des phénomènes d'eaux colorées, car les concentrations cellulaires ne dépassent que très rarement 100 000 cellules par litre. La connaissance de l'écologie du genre *Dinophysis* est limitée car cette espèce est impossible à cultiver en laboratoire. Cependant certaines conditions nécessaires au développement de *Dinophysis* ont été identifiées, telles la stratification des masses d'eau.

II.3.b. *Alexandrium* sp.

Le genre *Alexandrium* compte une vingtaine d'espèces dont plusieurs d'entre elles ont été identifiées dans les eaux du littoral français. La plupart d'entre elles ne sont pas connues pour être toxiques, exceptées *A. tamarense* (observé en 1998 en concentration élevée dans l'étang de Thau) et *A. minutum* (observé régulièrement sur le littoral de Bretagne-Nord). *A. minutum* peut proliférer en quantité très importante (plusieurs millions ou dizaines de millions de cellules par litre) et former ainsi des eaux rouges.

A. minutum et *A. tamarense* ont la particularité de former, lorsque les conditions de croissance (lumière, température) deviennent défavorables des kystes de résistance qui peuvent séjourner pendant plusieurs mois, voire plusieurs années dans les sédiments. Lorsque les conditions redeviennent favorables, une nouvelle population est générée à partir des kystes. Ces kystes peuvent être également transportés via par exemple la coque des bateaux et provoquer des efflorescences toxiques à d'autres endroits (on pense que c'est ainsi que l'*Alexandrium* est arrivé sur nos côtes).

II.3.c. *Gymnodinium cf. nagasakiense*

Les proliférations de cette espèce sont souvent liées à une période de temps calme et chaud et à une faible turbulence de l'eau. A des concentrations supérieures à un million de cellules par litre, les blooms forment des eaux colorées de brun foncé à brun-rouge.

II.4. DOSAGES DES TOXINES, NORMES, FERMETURE DE SITES

II.4.a. Dosages, normes

Il existe plusieurs protocoles pour l'extraction des toxines et à l'heure actuelle il n'y a pas encore de standardisation au niveau européen.

Le test principalement utilisé pour détecter une toxicité est celui de la souris. Des extraits de glandes de coquillages sont injectés à des souris et le temps de survie est mesuré. Dans le cas des toxines **DSP**, le protocole actuellement utilisé par IFREMER est le suivant:

Un extrait de glandes digestives de coquillages est injecté à 3 souris. Celles-ci sont observées pendant 24 h et le temps de survie moyen des souris est comparé à un seuil de santé publique défini à 5 heures. *Si le temps de survie moyen est inférieur ou égal à 5 heures, les coquillages contiennent des toxines DSP en quantité dangereuse pour les consommateurs, ce qui conduit à une interdiction de commercialisation et de ramassage des coquillages.* Si le temps de survie est compris entre 5 et 24 heures, les coquillages sont considérés comme non dangereux malgré la présence de toxines en faible quantité. Si le temps de survie est supérieur à 24 heures, l'absence de toxines est avérée.

Pour les toxines **PSP**, le protocole est le suivant (Belin *et al.* 1996): Un extrait de chair totale de coquillages est injecté à au moins 3 souris. Les souris sont observées pendant 1 heure et le temps de survie médian sert à calculer le nombre d'Unités Souris, qui sera lui même converti en μg d'équivalent-saxitoxine par 100 g de chair. *Cette valeur est comparée au seuil santé publique, qui fait l'objet d'un consensus international: 80 μg d'équ. STX. 100 g^{-1} .*

Si le résultat trouvé est supérieur ou égal à 80 μg , les coquillages contiennent des toxines PSP en quantité dangereuse pour les consommateurs, ce qui conduit à une interdiction de commercialisation et de ramassage des coquillages. Si le résultat est compris entre 38.5 (le seuil de détection de la méthode) et 80 μg , les coquillages sont considérés comme non dangereux malgré la présence de toxines en faible quantité. Si le résultat est inférieur à 38.5 μg , l'absence de toxines est avérée.

II.4.b. Fermeture des sites

La surveillance et les analyses sont assurées par les laboratoires d' IFREMER. Les résultats des observations et analyses sont systématiquement transmis aux préfetures de département et de région, et aux directions départementales et régionales des affaires maritimes (DDAM et DRAM), ainsi qu'à différents partenaires de l'IFREMER: administrations (**D**irection **D**épartementale de l'**A**ction **S**anitaire et **S**ociale et la **D**irection **R**égionale de l'**A**ction **S**anitaire et **S**ociale, la **D**irection des **S**ervices **V**étérinaires, la **D**irection **D**épartementale de l'**E**quipement, les Centres anti-poison, etc) et professionnels de la conchyliculture (Comité National de la Conchyliculture, Sections Régionales de la Conchyliculture, etc). Si les résultats d'analyse le justifient, le préfet (sur proposition de la Direction des Affaires Maritimes, et consultation des services sanitaires et vétérinaires) décide d'interdire temporairement la pêche et la récolte des coquillages d'élevage sur un ou plusieurs secteurs du littoral. Après disparition de la microalgue toxique, le coquillage s'auto-épure durant quelques semaines. La réouverture des secteurs est prononcée après deux semaines de tests de toxicité négatifs. La Préfecture, Les Affaires Maritimes et la presse locale informent régulièrement les consommateurs de la situation en période de crise. Entre 1992 et 1995, les cas douteux -présence de toxines dites "atypiques"- ont fait l'objet de fermetures administratives, basées sur le principe de précaution.

II.5. Situation en France

Les épisodes **DSP** conduisant à des interdictions de vente de coquillages, affectent régulièrement une partie importante du littoral français, en particulier dans les régions Normandie, Bretagne, Languedoc-Roussillon et Corse. Ils sont généralement observés en été en Manche, au printemps et en été en Atlantique, toute l'année en Méditerranée.

Lors des épisodes de toxicité **PSP** avérée, les concentrations dans l'eau d'*Alexandrium* sont généralement élevées, formant parfois des eaux rouges: quelques dizaines à quelques milliers de cellules par litre pour *Alexandrium minutum* en Bretagne. Cette espèce a été identifiée pour la première fois en 1988 dans les Abers en Bretagne nord-ouest. Elle prolifère régulièrement depuis cette date sur la côte de Bretagne nord: Abers, baie de Morlaix et Rance. Les épisodes **PSP** conduisant à des interdictions de vente des coquillages, sont généralement observés en fin de printemps et en été.

L'espèce *Alexandrium tamarense* a été observée pour la première fois en quantité importante en novembre et décembre 1998 dans l'étang de Thau, sur la côte ouest méditerranéenne. Une interdiction de vente pour moules et palourdes y a été prononcée.

L'espèce *Gymnodinium* cf. *nagasakiense* sévit en Bretagne depuis de nombreuses années, puisque de nombreuses mortalités et inhibitions de croissance, liées à la prolifération de cette espèce, ont été observées sur les coquilles St Jacques, en Bretagne ouest de 1976 à 1987.

En 1995, sur le littoral atlantique, les efflorescences de *G.* cf. *nagasakiense* ont atteint une ampleur considérable, autant par les concentrations observées (plusieurs millions de cellules par litre) que par leur extension géographique (de la rade de Brest jusqu'à Noirmoutier). Les conséquences de cet épisode ont été: d'importantes mortalités de poissons (sauvages et d'élevage) et de divers animaux; pour les coquillages de pêche (toutes espèces): une altération du processus de la reproduction saisonnière estivale; pour les élevages de moules: un manque à gagner de 2 ou 3 ans; pour les élevages d'huîtres plates: un captage fortement compromis et pour les

coquilles Saint-Jacques: une absence de production de post larves en éclosion. D'autres espèces de *Gymnodinium* ont été à l'origine, en 1988 de marées vertes.

II.6. Efflorescences toxiques en eau douce

Les efflorescences toxiques sévissent également en eau douce. Les espèces en cause appartiennent aux Cyanophycées (algues bleues). Ces efflorescences toxiques posent également de sérieux problèmes (mortalités d'animaux, eau impropre à la consommation, baignade dangereuse). Les cyanobactéries produisent 2 types de toxines: des hépatotoxines, toxiques pour le foie (dysfonctionnement du foie et si ingestion chronique, risque de cancers du foie) et des neurotoxines (toxines perturbant le fonctionnement du système nerveux). D'autres toxines provoquent des allergies et problèmes dermatiques. A l'heure actuelle, beaucoup de réservoirs et de lacs sont le siège d'efflorescences toxiques et la France n'est pas épargnée.

III. MAREES VERTES

III.a. Le phénomène

Les Ulves et certaines espèces de dinoflagellés sont à l'origine des marées vertes (coloration verte liée à la présence d'un nombre élevé de cellules contenant des pigments verts). En France, les marées vertes d'Ulves ont lieu dans les lagunes de la côte languedocienne, dans le bassin d'Arcachon (il s'agit alors de *Monostroma obscurum*), et surtout sur une cinquantaine de plages bretonnes. Il a été clairement démontré que ces proliférations sont liées à la présence de quantités élevées de nitrates. Les Ulves ne sont pas toxiques pour l'homme. Dans certains pays comme la Chine et le Japon, certaines espèces sont cultivées pour des fins alimentaires.

III.b. Les remèdes actuels

Les possibilités de méthanisation et de compostage de cette biomasse semblent compromises par la forte teneur en eau des tissus, supérieure à 97% de la biomasse fraîche. Dans l'attente de la mise en place d'une limitation des flux nutritifs au littoral, la seule parade reste le ramassage. Les produits enlevés sont épandus sur les terres agricoles ou mis en décharge. A partir de 2002, la réglementation européenne interdira cependant la seconde solution. Certains laboratoires d'IFREMER font actuellement des recherches sur la valorisation potentielle de ces algues (production de substances industriellement intéressantes) mais ils sont confrontés à de nombreux problèmes techniques.

IV. LA CAULERPA TAXIFOLIA ou "ALGUE TUEUSE"

IV.a. Le phénomène

Quinze ans après son apparition en Méditerranée, la *Caulerpa taxifolia*, une algue verte surnommée "l'algue tueuse", poursuit sa colonisation dans 5 pays européens. A ce jour, aucune mesure efficace n'existe pour enrayer l'extension de cette algue marine tropicale observée pour la première fois en 1984, au pied du Musée océanographique de Monaco. Depuis 1984, la caulerpe qui touche 4 pays riverains de la Méditerranée, France, Monaco, Italie, Espagne-ainsi que la Croatie, sur l'Adriatique, n'a cessé de progresser, touchant en 1999 une surface évaluée par les experts entre 5.500 et 6.000 hectares pour les 5 pays. En France, en 1998, la première et principale zone colonisée par la Caulerpe est située entre le Cap d'Ail et Menton.

Les populations denses, c-à-d celles dont le recouvrement du substrat varie entre 50 et 100 % se développent maintenant entre la surface et l'isobathe -50 m. Le gain en bathymétrie a été, dans certains secteurs, d'une dizaine de mètres par an. Au-delà de cette limite, les populations deviennent de plus en plus éparées, mais d'une année à l'autre, la densité augmente. L'espèce a été observée fixée à plus de 80 m ainsi que de très nombreux fragments détachés, remis en jeu par les courants, et susceptibles de se refixer dans d'autres secteurs. Ces observations ont été confirmées lors des plongées effectuées à bord du sous-marin "Griffon" de la Marine Nationale ainsi que par toutes les observations vidéo effectuées depuis. *C. taxifolia* peut, à l'aplomb des zones colonisées, se fixer et vivre jusqu'à -100 m de profondeur. De nombreux fragments en épave, apparemment viables et susceptibles de redonner des boutures, ont été repérés jusqu'à -108 m. La limite des prospections a été de -182 m. Elle se fixe sur tous les types de substrats, pollués ou non, à des vitesses différentes: plus rapidement, par exemple, sur substrat solide que vaseux.

Cette algue a été baptisée "algue tueuse" car, de par sa capacité à se développer très rapidement, elle détruit toute forme de vie autour d'elle. La flore indigène (par ex. herbiers à *Posidonia oceanica*) est pénétrée et rapidement supplantée par la Caulerpe. La biodiversité du milieu est dès lors gravement menacée. La Caulerpe est une espèce très compétitive car elle est dotée d'une activité photosynthétique et d'une capacité à utiliser les phosphates plus élevées que celles des espèces qu'elle envahit.

Le devenir de la biomasse produite et dégradée et ses incidences sur l'écosystème méditerranéen à longue échéance restent encore inconnus.

IV.b. Remèdes actuels

Les gestionnaires et les scientifiques sont bien démunis face à la prolifération de cette algue. A l'heure actuelle aucun "remède miracle" n'a été trouvé et les recherches se poursuivent. Possible sur de petites surfaces comme cela a été fait avec succès autour de l'île française de Port-Cros, l'arrachage systématique vaut cher, 46 à 61 écus le mètre carré. Un "plan d'action", doté d'un comité de pilotage, a été adopté en France, mais aucune mesure d'élimination (mécanique: arrachage manuel avec pompes hydrauliques pour aspirer les algues; biologique: utilisation de limaces des Caraïbes pompant la sève jusqu'à la mort de l'algue, l'expérimentation en mer n'étant pas encore autorisée ou chimique: sel, couverture de cuivre aux propriétés algicides) n'a été validée par les pouvoirs publics, au nom du principe de précaution.

V. SOURCES

Pour rédiger ce rapport, je me suis appuyée essentiellement sur des informations trouvées sur le site internet d'IFREMER (<http://www.ifremer.fr>). D'autres sites ont également été visités.

Données sur algues toxiques en milieu marin: voir rapport REPHY:

<http://www.ifremer.fr/delao/surveillance/reseau/rephy/general.html>

Données sur les marées vertes:

<http://www.ifremer.fr/depot/com/marver.htm>

Données sur la Caulerpe:

- <http://www.ifremer.fr/depot/com/caul2.htm>

- http://www.unice.fr/LEML/html/caulerpa_taxifolia.htm

- <http://www.environnement.gouv.fr/actua/cominfos/dosdir/veille-scientifique/veilmai98.htm#i>

- Article paru dans le journal belge Le Soir du 10/08/99.

Données sur les algues toxiques en eau douce:

- <http://quercus.cemes.fr/~cyanotox>

- <http://www.environnement.gouv.fr/actua/cominfos/dosdir/DIREAU/enquete-prolif-algues.htm>

Références citées

Amzil, Z. 1993. Phycotoxines des efflorescences algales. L'acide okadaïque. Optimisation de la purification. Nouvelle méthode de détection biologique. Thèse de doctorat de l'Université de Nantes, Ecole doctorale Chimie-Biologie, 234 p.

Belin, C., Marcaillou-Le Baut, C., Amzil, Z. et Ledoux, M. 1996. REPHY (Réseau de Surveillance du Phytoplancton et des Phycotoxines). Méthodes de détection des phycotoxines diarrhéiques (DSP) et paralysantes (PSP). Méthodes biologiques sur souris. Rapport interne IFREMER/DEL/96.17/Nantes: 28p.

Sournia, A. 1995. Red tide and toxic marine phytoplankton of the world ocean: an inquiry into biodiversity. Harmful Marine Algal Blooms (Proliférations d'algues marines nuisibles). Lassus, Arzul, Erard-Le Denn, Gentien and Marcaillou-Le Baut. Eds. Lavoisier, 103-112.