

Alain Ménesguen

Les marées vertes

?

40
clés pour
comprendre

éditions
Quæ

Les marées vertes

40 clés pour comprendre

Collection *Clés pour comprendre*

Les tortues marines

70 clés pour comprendre

Jérôme Bourjea, Hendrik Sauvignat, Stéphane Ciccione, 2017, 112 p.

Les huîtres

60 clés pour comprendre

Marie Lescroart, 2017, 112 p.

Les étoiles de mer et leurs cousins

80 clés pour comprendre

Coralie Taquet, Marc Taquet, 2016, 148 p.

Quel est le meilleur chocolat ?

90 clés pour comprendre le chocolat

Michel Barel, 2015, 136 p.

Les sols ont-ils de la mémoire ?

80 clés pour comprendre les sols

Jérôme Balesdent, Étienne Dambrine, Jean-Claude Fardeau, 2015, 176 p.

Faut-il sentir bon pour séduire ?

120 clés pour comprendre les odeurs

Roland Salesse, 2015, 200 p.

Éditions Quæ

RD 10

78026 Versailles Cedex, France

www.quae.com

© Éditions Quæ, 2018

ISBN 978-2-7592-2554-5

ISSN 2261-3188

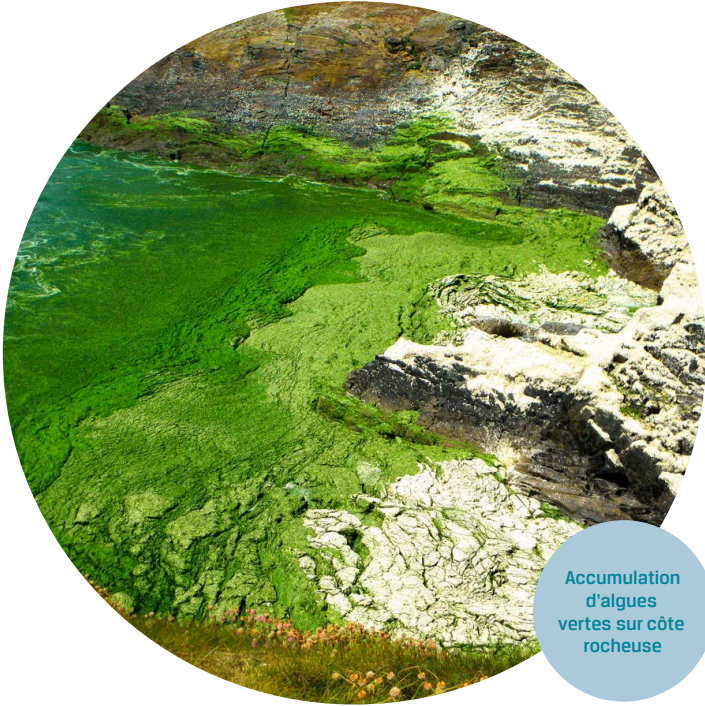
Alain Ménesguen

Les marées vertes

?

40
clés pour
comprendre

Éditions Quæ



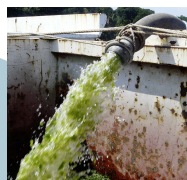
Accumulation
d'algues
vertes sur côte
rocheuse

En dehors des aspects scientifiques, certaines opinions exprimées ici sont celles de l'auteur et n'engagent pas l'Ifremer.

Table des matières



Préface	7
Remerciements	9
Avant-propos	10
Les marées vertes dans le monde, d'hier à aujourd'hui	13
Le mécanisme d'une marée verte	27
Comment lutte-t-on contre les marées vertes ?	47
Comment la société perçoit-elle les marées vertes ?	67
Les marées vertes, face visible de l'eutrophisation marine	89
Conclusion	107
40 clés pour comprendre	111
Glossaire	114
Pour en savoir plus	117
Crédits iconographiques	120



Ramassage
d'ulves
échouées sur
la plage de
Saint-Michel-
en-Grève



Préface

À la fois abondante et précieuse, l'eau entretient avec la Bretagne des liens historiques, culturels, symboliques mais aussi économiques profonds, qu'il s'agisse de ses sources, de ses rivières ou de la mer bordant ses côtes. De ce fait, tout questionnement important lié à l'eau constitue rapidement, selon le terme de l'anthropologue Marcel Mauss, un « fait social total », qui mobilise des connaissances mais aussi des sensibilités, des attachements, des perceptions de multiples acteurs aux intérêts parfois antagonistes.

En outre, la complexité des phénomènes liés à l'eau, qu'il s'agisse de son abondance ou de sa qualité, nécessite pour les comprendre de faire appel à une grande diversité de disciplines, physico-chimiques, biologiques et écologiques mais aussi économiques et sociales, qui ne fournissent que des éléments de compréhension partiels et, comme toute connaissance scientifique, susceptibles d'évoluer. De ce fait, intégrer ces éléments de connaissance dans un schéma global cohérent constitue une « prise de risque » susceptible d'être doublement critiquée : par la communauté scientifique, dont certains spécialistes d'un processus particulier jugeront qu'il n'a pas été pris en compte avec la finesse nécessaire ; par les acteurs sociaux concernés, et surtout « dérangés » par cette démarche, qui pourront prétendre que cette représentation du phénomène que propose la science constitue un exercice académique respectable mais éloigné de la réalité.

Dans un tel contexte, cette préface se veut un hommage. En effet, dès la fin des années quatre-vingt, Alain Ménesguen, avec quelques collègues, a accepté de quitter la relative quiétude de ses travaux de modélisation mathématique de divers processus biologiques pour se plonger dans la complexité du phénomène de prolifération des algues vertes sur les côtes bretonnes, apparu dans les années soixante-dix, et en rechercher les racines sur la terre ferme.

Plus de vingt ans après ses premières publications, j'ai été amené, sur saisine ministérielle, à me pencher sur ses travaux, dans un contexte où leur principale conclusion, le rôle prédominant des flux de nitrates liés aux activités agricoles et d'élevage, était fortement — et bruyamment — contesté par certains acteurs. J'ai pu apprécier combien, dans ce climat polémique, il avait, avec rigueur et patience, amélioré progressivement ses modèles, intégré de nouveaux processus, pris en compte une diversité de situations et accepté que cette démarche puisse éventuellement remettre en cause ses premières conclusions. Ceci en ne refusant pas la confrontation dans diverses enceintes — à condition qu'elle se fasse sur le terrain scientifique — et en s'impliquant dans la diffusion de ses connaissances, comme le montre cet ouvrage, dont le caractère concis ne doit pas masquer l'ampleur des travaux ayant permis d'élaborer les « 40 clés » qu'il propose.

Avec le recul, on mesure en effet combien les premiers modèles de la fin des années quatre-vingt, contraints par les capacités de l'informatique de cette époque, donc à maille spatiale très grande et n'intégrant que quelques variables, étaient simplificateurs, et de ce fait fragiles, comme l'étaient les premières modélisations du climat mondial.

Car c'est ainsi que la science progresse : contrairement aux idéologies, la connaissance scientifique se veut réfutable, c'est à la fois sa modestie et sa grandeur. Alain Ménesguen en a été un serviteur exemplaire, puisse cet ouvrage donner envie aux lecteurs de devenir à leur tour acteur de cette aventure de la connaissance.

Bernard Chevassus-au-Louis
Inspecteur général honoraire de l'Agriculture

Remerciements

Je remercie en premier lieu mon ancien collègue de l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer) Jean-Yves Piriou, avec qui j'ai mené les recherches sur les marées vertes durant les années 90 et qui, depuis, n'a jamais cessé de rappeler les résultats des études scientifiques.

Je remercie aussi les scientifiques du Centre d'étude et de valorisation des algues (Ceva), notamment Patrick Dion, Thierry Perrot et Sylvain Ballu, dont les suivis régionaux et les études fouillées de sites à marées vertes ont accumulé un ensemble très important de faits étayant le discours scientifique.

On ne peut pas évoquer le phénomène de marées vertes en Bretagne sans rendre hommage au demi-siècle de combat des associations de défense de l'environnement : elles ont inlassablement fait connaître les causes et les dangers de cette forme d'eutrophisation* et ont fait bouger les rapports de force sociétaux.

Je remercie enfin l'Inspecteur général de l'Agriculture Bernard Chevassus-au-Louis, qui a bien voulu préfacer cet ouvrage, pour la remarquable rigueur déontologique avec laquelle il a mené en 2012 la mission d'audit national évaluant les connaissances scientifiques sur les causes de prolifération de macroalgues vertes.

Ce livre sur les marées vertes doit beaucoup à toutes ces personnes ainsi qu'à celles qui ont accepté de fournir bénévolement certaines des illustrations utilisées, notamment l'association Baie de Douarnenez Environnement.



Échouage
d'algues vertes
en baie
de Douarnenez

Avant-propos

La Bretagne est familière des « marées astronomiques », oscillations périodiques naturelles du niveau de la mer créées principalement par les mouvements relatifs de la Lune, du Soleil et de la Terre. Mais elle a aussi été le témoin de plusieurs naufrages de pétroliers, qui ont causé l'arrivage successif sur ses côtes de nappes d'hydrocarbures. En 1967, alors qu'était attendue le 27 mars la plus grande marée du XX^e siècle, la catastrophe du *Torrey Canyon* du 18 mars inspira à un journaliste du *Télégramme* de Brest l'expression « marée noire » pour qualifier cet énorme engluement de la côte par le pétrole visqueux et noirâtre, qui venait recouvrir l'estran comme l'eau à marée montante.

Quatre ans plus tard, en juillet 1971, le maire de Saint-Michel-en-Grève, dans les Côtes-d'Armor, signalait à son conseil municipal « la pollution de toute la côte par les algues vertes ». Il rappelait que: « les plages avaient été nettoyées entre le 18 et 28 juin 1971 et que pendant cette période, 6 600 mètres cubes d'algues vertes avaient été enlevées. Cette pollution, apportée par la mer, était susceptible de dénaturer et de troubler foncièrement l'utilisation normale des plages et l'aspect des sites ».

C'est alors que, par analogie avec les échouages d'hydrocarbures, a été créée l'expression « marées vertes », pour qualifier l'engluement des plages par une suspension d'algues vertes de type « laitue de mer », également apportée par la mer montante dès le printemps, et abandonnée comme une souillure sur l'estran à marée descendante.

Même lieu d'apparition (la Bretagne Nord), même impression d'invasion visqueuse des côtes apportée par la marée, même effet d'atténuation des vagues arrivant à la côte, la noire précédant la verte d'une ou deux années... tout portait certains à croire que la marée noire était la cause de la verte, alors qu'il n'y a pourtant rien de commun quant à la formation et le devenir de ces « marées » noires et vertes ! Alors que les « marées noires » sont une pollution chimique accidentelle toxique issue d'un déversement en mer de substances dont la masse totale va diminuer inexorablement plus ou moins lentement par dégradation, les « marées vertes » sont une réponse du milieu marin vivant à une pollution chimique chronique non toxique venue des bassins versants côtiers, dont la masse se reconstitue chaque année grâce à une phase printanière de croissance, suivie d'une phase automnale de régression.

Comme le disaient les Bigoudènes du dessinateur Nono, un peu de science (et donc quelques scientifiques) pourrait aider à mieux comprendre tout cela : c'est l'objet de ce petit ouvrage.



Dessin de
Joël Auvin
dit Nono



Chinois se baignant dans la marée verte de Qingdao (Chine)

Les marées vertes dans le monde,

d'hier à aujourd'hui

1 Où trouve-t-on des marées vertes dans le monde (hors de France) ?

En général constituées exclusivement d'algues vertes (chlorophycées*), plus rarement en mélange avec des algues brunes (phéophycées) ou rouges (rhodophycées), les proliférations de macroalgues vertes sont largement répandues dans le monde, où l'on recensait, à la fin du xx^e siècle, 137 sites de prolifération macroalgale.

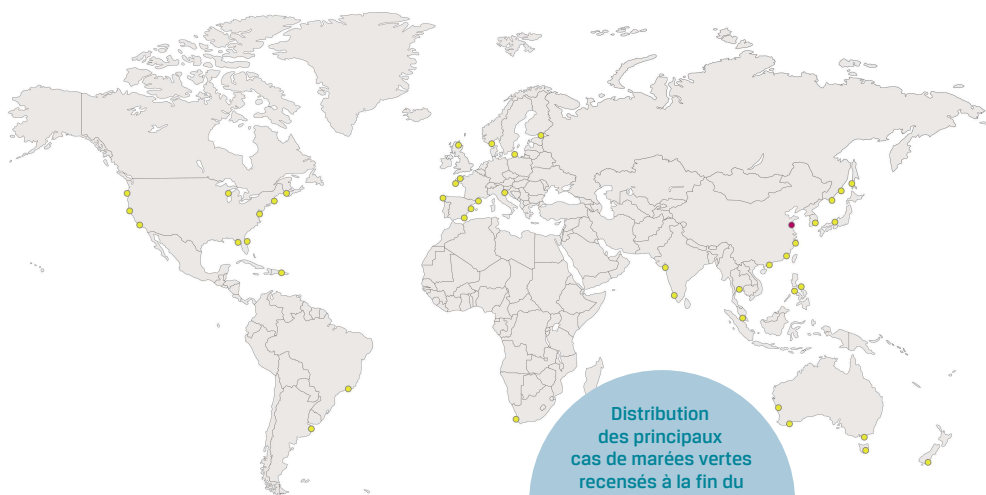
En Asie, le site phare depuis 2008 est la baie de Qingdao (Chine), site largement ouvert sur la mer Jaune, dans lequel s'accumule en juin environ un million de tonnes de la chlorophycée *Ulva prolifera*. Ces algues ont en fait poussé à 400 kilomètres plus au sud, sur des supports récemment implantés pour la culture d'algues rouges comestibles *Pyropia* (par exemple, *Pyropia yezoensis*), d'où elles ont été arrachées lors d'opérations de nettoyage, devenant des algues dérivantes, dont le trajet en surface a pu être suivi sur des images satellitaires de couleur de l'eau.

En Europe, la lagune de Venise a été le site semi-fermé le plus touché jusqu'en 1990, produisant une biomasse évaluée à 550 000 tonnes en 1987, mais qui a diminué par la suite en raison d'une augmentation de turbidité créée par le dragage.

Où trouve-t-on des marées vertes dans le monde (hors de France)?

En Méditerranée, mer pauvre en nutriments* (oligotrophe), la prolifération de macrophytes n'est en effet observée qu'en deux types de sites. Le premier type, situé au débouché de certains fleuves drainant des bassins versants très agricoles, compte en plus de la lagune de Venise, la lagune Sacca di Goro au sud du delta du Pô et l'estuaire du Palmones en Andalousie. Le second type rassemble des secteurs côtiers enrichis par des rejets industriels et urbains : en Grèce, la baie de Kalloni, le golfe de Thessalonique et le golfe de Pagassitikos, en Tunisie, le lac de Tunis, du moins avant son aménagement en 1985. En Europe du Nord, en dehors de la France, des marées vertes de moindre ampleur occupent surtout des zones estuariennes comme Langstone Harbour, près de Southampton au Royaume-Uni ou l'estuaire de l'Eurajoki sur la côte finlandaise du golfe de Bothnie, quelques fjords comme l'Odense Fjord au Danemark, ou des zones semi-fermées, telle la Veerse Meer aux Pays-Bas, mais aussi des plages comme celles proches de Cork, dans le Sud-Ouest de l'Irlande.

Le continent américain a aussi ses marées vertes. Dès les années 50, de gros échouages d'algues vertes ont été observés dans le Nord-Est de Cuba. En Martinique, les anses d'Arlet et la baie de Sainte-Luce connaissent depuis les années 90 des proliférations d'algues vertes au droit de petits rejets urbains. Aux États-Unis, sur la côte est, la baie de Narragansett, près de



Distribution des principaux cas de marées vertes recensés à la fin du XX^e siècle. Le point rouge correspond à la plus importante, observée en Chine (d'après Ye *et al.*, 2010)



Algues vertes
dans la lagune
de Sacca di Goro
(Italie)

New York, et sur la côte ouest, les rivages du détroit de Juan de Fuca et du Puget Sound, près de Seattle, connaissent depuis longtemps des marées vertes, mais d'ampleur limitée. En revanche, elles sont récemment apparues, notamment en 2014, sur les plages de Monterey Bay (Californie) avec une ampleur comparable à celles de Bretagne. Là, comme en baie de Paracas au sud de Lima (Pérou), un éventuel lien avec un apport naturel de nutriments océaniques par *upwelling** a été invoqué, mais sans preuve.

L'Australie, enfin, n'est pas épargnée. Depuis les années 60, avec un pic de 1969 à 1975, puis un affaiblissement ensuite, la baie d'Austin et le Peel Inlet, zones semi-encloses au sud de Perth (Sud-Ouest de l'Australie) ont connu des échouages de *Cladophora* filamenteuses.

2 Où trouve-t-on des marées vertes en France ?

Comme la lagune de Venise, certains sites marins français, très enclavés, peu profonds et très enrichis, s'avèrent favorables à des proliférations d'algues vertes. Ainsi, certaines lagunes méditerranéennes qui recevaient les effluents urbains de Montpellier (étangs palavasiens du Prévost et du Méjean) sont encore tapisées d'ulvacées* en été. Le fond du bassin d'Arcachon a aussi connu des échouages massifs d'ulvacées (environ 20 000 tonnes¹ pour l'ensemble du bassin en 1992 et 1993).

Mais la spécificité française réside dans ses marées vertes de la côte de Manche-Atlantique, qui parviennent à s'accumuler sur des sites largement ouverts vers le large et balayés deux fois par jour par un important va-et-vient d'eau créé par la marée. Les côtes de Bretagne subissent la plus forte atteinte (de l'ordre de 100 000 à 200 000 tonnes² pour l'ensemble du littoral breton en juillet), massivement sur plages sableuses et estuaires sablo-vaseux en Bretagne Nord, mais plutôt sur grandes vasières en Bretagne Sud.

C'est en Bretagne Nord qu'a été créée l'appellation « marée verte » car les algues impliquées étaient vertes, essentiellement des chlorophycées du genre *Ulva*. Mais il faut noter aussi la présence croissante de « marées brunes » de *Pylaiella littoralis* en baie de la Fresnaye et de Saint-Brieuc (Côtes-d'Armor) et d'*Ectocarpus silicosus* en baie de Douarnenez, ainsi que la formation tous les étés d'une « marée brun-rouge » de *Falkenbergia rufolanosa* en baie de Goulien, en presqu'île de Crozon (Finistère). Présentes surtout en Bretagne jusqu'en 2000, les marées vertes se sont étendues progressivement à la Normandie, en particulier en baie de Seine (Grandcamp et baie des Veys), mais aussi à l'ouest du Cotentin (Avranches). Elles gagnent également la Vendée (Noirmoutier, Ré), sous une forme plurispécifique (algues vertes d'arrachage mêlées à des algues brunes et rouges).

L'Ouest de la France a bénéficié depuis près de 40 ans d'un effort croissant de cartographie quantitative des échouages. Sur un plan semi-quantitatif, le recensement par voie d'enquête des tonnages collectés annuellement par toutes les communes littorales permet depuis 1978 au Centre d'étude et de valorisation des algues (Ceva) de Pleubian (Côtes-d'Armor)

1. poids frais égoutté

2. poids frais égoutté