

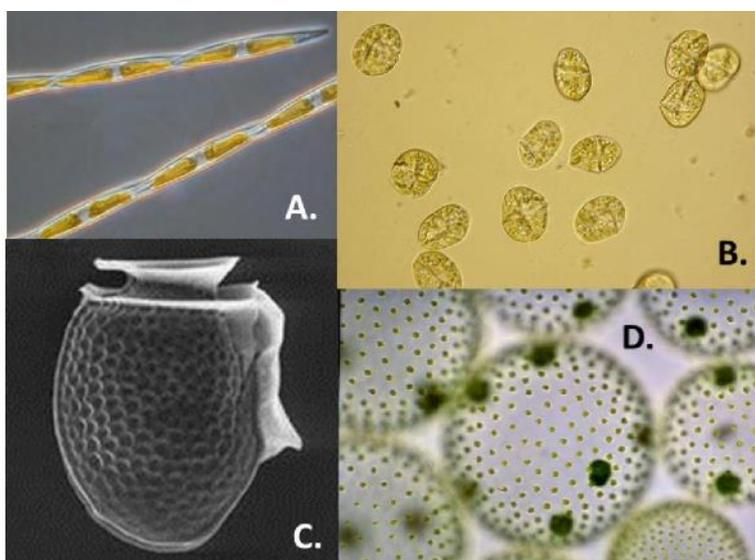
## Utilisation des images satellite pour une meilleure surveillance des efflorescences nuisibles et de l'eutrophication dans la gestion des eaux marines

Océane Marcone<sup>1</sup>, Gavin Tilstone<sup>1</sup>, Caroline Hattam<sup>1</sup>, Vikki Cheung<sup>1</sup>, Francis Gohin<sup>2</sup>, Pascal Raux<sup>3</sup> et José Pérez Agundez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Plymouth Marine Laboratory, <sup>2</sup>Ifremer Centre de Brest, <sup>3</sup>UBO IUEM Plouzané

Fin août 2018, des eaux rouges apparurent en face de Cabourg et d'autres plages du Calvados. En juillet c'étaient des eaux orange qui déjà entraînent la fermeture temporaire à la baignade de plages du Finistère sud. En juillet 2016, comme fréquemment au cœur de l'été, des eaux vert-flu furent observées sur les côtes du Morbihan. Du sud de la Baie de Somme aux Pays-Bas, très régulièrement de fin avril à mai, des mousses épaisses et visqueuses recouvrent les plages. Dans tous ces cas, la coloration de l'eau ou les mousses (mucilages) sont dues à différentes espèces de phytoplancton (micro-algues) ne présentant pas de toxicité pour les baigneurs et les consommateurs de coquillages, mais résultant d'une très forte activité biologique dans des eaux riches en nutriments, proches de ce que l'on nomme l'eutrophication. Ce terme s'applique aux milieux où les éléments nutritifs sont si abondants que des développements anormaux d'efflorescences sont fréquents. Si elles ne sont généralement pas dangereuses directement, de telles proliférations de phytoplancton, avec la production de mucus, peuvent affaiblir les organismes filtreurs (colmatage des branchies) et entraîner des phénomènes d'hypoxie (chute de la concentration en oxygène dans l'eau de mer) qui sont préjudiciables à la vie marine, notamment pour les espèces sédentaires (coquillages), voire vagiles (crabes, crevettes, poissons...). Dans des cas extrêmes elles peuvent aussi par accumulation de mucus colmater les filets des pêcheurs pendant des semaines (Golfe de Gascogne et Manche Mer du Nord).

Ces blooms nuisibles deviennent toxiques quand le phytoplancton largue des poisons qui s'accumulent dans les mollusques, soit directement, soit par l'intermédiaire des organismes dont ils se nourrissent. Les toxines peuvent ensuite être transférées à travers la chaîne alimentaire aux crustacés, poissons, oiseaux et mammifères marins. Les humains sont affectés de différentes manières par ces toxines. L'impact peut aller de nausées et vomissements à des symptômes plus sévères comme la paralysie et l'amnésie par altération des cellules du système nerveux central. Le terme anglais regroupant les efflorescences nuisibles et toxiques est HAB : Harmful Algal Blooms ; les HABs sur la zone France Manche Angleterre (à laquelle appartient aussi le sud Bretagne au sens des financements européens INTEREG Manche) sont au centre des préoccupations du projet européen Interreg Manche S-3 EUROHAB.



**Figure 1.** Algues nuisibles présentes dans la région France-Manche-Angleterre; A.) *Pseudo-nitzschia* sp., B.) *Karenia mikimotoi*, C.) *Dinophysis* spp., D.) *Phaeocystis globosa*.

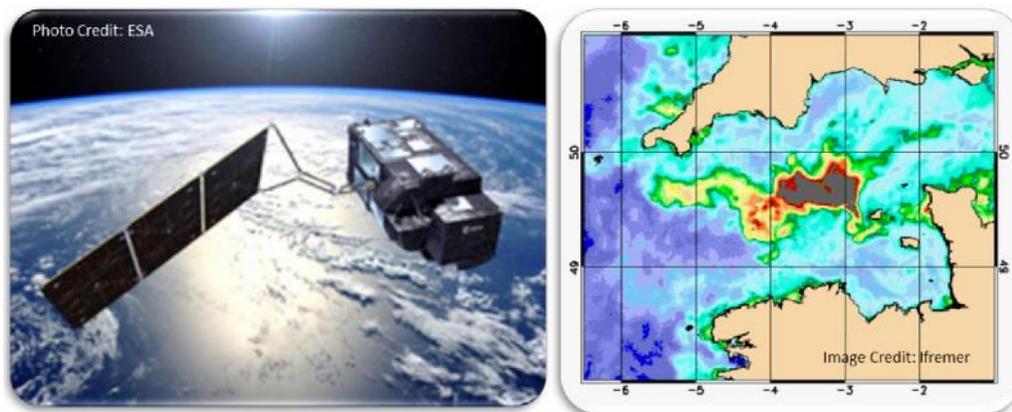
Dernier exemple spectaculaire de HAB sur les océans et littoraux : la « marée rouge » provoquée par la micro-algue *Karenia brevis* en Floride, qui a débuté en octobre 2017 et s'est accentuée l'été 2018 sur une distance de 320 km, décimant des centaines de tonnes de poissons. En France, trois familles de micro-algues toxiques sont particulièrement surveillées : *Dinophysis* (qui produit des toxines diarrhéiques), *Pseudo-nitzschia* (des toxines amnésiantes), et *Alexandrium* (des toxines paralysantes). La première est la plus répandue sur l'ensemble du littoral, avec de nombreuses zones touchées chaque année. Les toxines paralysantes et amnésiantes sont plus nocives mais souvent moins présentes sur nos côtes. Les toxines paralysantes sont observées en Bretagne nord, avec une apparition plus récente en rade de Brest à l'été 2012. Quant aux toxines amnésiantes, elles sont apparues en 2000, avec un premier signalement en Bretagne ouest, concomitamment à leur apparition à l'échelle de l'Europe entière. Ces toxines affectent plus particulièrement les coquilles Saint-Jacques (Mor Braz, rade de Brest, Baie de Seine).

En France, les espèces toxiques et les toxines sont suivies depuis les années 80 par le réseau de surveillance REPHY-REPHYTOX à travers des observations, des prélèvements et des comptages à l'aide d'un microscope et des analyses de toxines. Avec une fréquence de mesure pouvant être hebdomadaire sur plusieurs centaines de points de prélèvement.

Les impacts économiques des HABS sont multiples, tels que des impacts sur la baignade et le tourisme, la mortalité d'espèces marines par anoxie, mais aussi et surtout en termes de fermetures de zones de production et d'interdiction à la vente de coquillages. Les répercussions économiques de ces dommages sont assez peu renseignées. On considère cependant que dans l'Union Européenne, les coûts associés aux HABS seraient de l'ordre de 813 000 000 \$ (dollar 2005). Ces chiffres comprennent les dépenses de santé publique (11 000 000 \$), les coûts subis par les pêcheries commerciales (147 000 000 \$), le secteur du loisir et du tourisme (637 000 000 \$), les coûts de surveillance et de gestion (18 000 000 \$). La prédiction des événements HABS est difficile mais, du fait de leur impact, ils sont étroitement surveillés, soit à travers le comptage des cellules dangereuses dans l'eau soit à travers la concentration des toxines dans la chair des coquillages. En France, la surveillance respective du phytoplancton et des phycotoxines est assurée par deux réseaux distincts, gérés par l'Ifremer, pour séparer les deux composantes environnementale et sanitaire. Le **REPHY**, pour la composante environnementale, est le « Réseau d'Observation et de Surveillance du Phytoplancton et de l'Hydrologie dans les eaux littorales ». Il est en voie d'intégration dans le nouveau réseau PHYTOBS l'associant au réseau SOMLIT du CNRS. Le **REPHYTOX**, pour la composante sanitaire, a pour intitulé : « Réseau de surveillance des phycotoxines dans les organismes marins ». Bien que distincts, les deux réseaux REPHY et REPHYTOX sont étroitement associés, puisque la surveillance du phytoplancton toxique, assurée par le REPHY, est utilisée pour le déclenchement d'analyses de toxines dans le REPHYTOX, et pour une meilleure compréhension des épisodes de contamination des organismes marins. La surveillance exercée par le REPHYTOX s'applique aux coquillages dans leur milieu naturel, c'est à dire dans les zones de production (parcs, filières, bouchots, etc.) ou dans les zones de pêche professionnelle. La surveillance des espèces phytoplanctoniques toxigènes ou suspectes opérée par le REPHY contribue à la mise en œuvre de la surveillance des phycotoxines, puisqu'elle permet le déclenchement de prélèvements de coquillages en dehors des périodes à risque identifiées pour certaines.

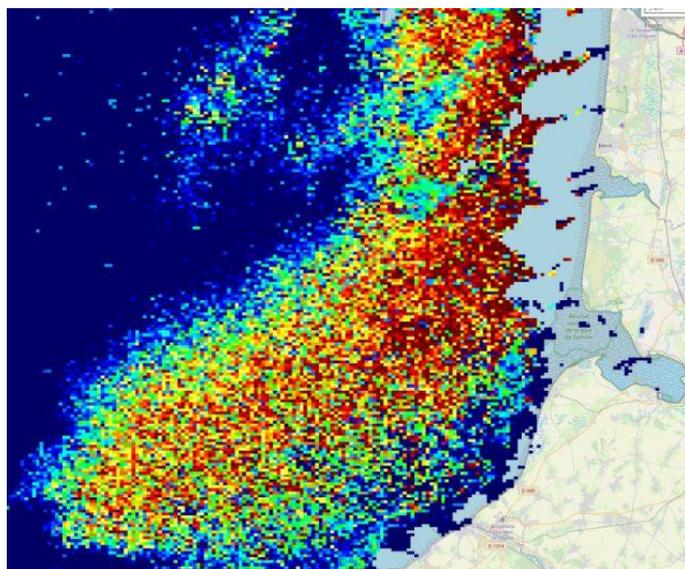
Malgré la densité des réseaux de surveillance conventionnels des deux côtés de la Manche, seulement 3% de la Manche sont surveillés pour un coût annuel proche de 2 millions €. Les scientifiques s'attachent donc à améliorer la qualité de ce réseau grâce aux images satellite offrant une large couverture spatiale. Un nouveau projet européen INTERREG France Manche Angleterre (FCA), démarré fin 2017, utilise la technologie satellite la plus poussée afin d'améliorer la surveillance de la qualité de l'eau et des efflorescences nuisibles et toxiques. Sous la responsabilité du Plymouth Marine Laboratory (PML), ce projet de quatre ans regroupe des scientifiques de 8 établissements. Intitulé S-3 EUROHAB, il utilise les données du satellite européen récemment lancé, Copernicus Sentinel 3, pour suivre le développement et l'évolution des HABS ainsi que la quantité de phytoplancton (biomasse) relative à la qualité de l'eau (risque d'eutrophisation). De nombreuses données sont aussi réunies afin de permettre de mieux comprendre les conditions générales du développement des

espèces nuisibles dans le contexte trans-Manche.



**Figure 2. A gauche : la récente mission Sentinel-3 de l'Agence Spatiale Européenne dédiée à l'observation depuis l'espace d'un ensemble de paramètres marins incluant les efflorescences marines. A droite : Image satellite montrant (rouge-orange-gris) un bloom nuisible de l'espèce *Karenia mikimotoi* en Manche**

En complément, le projet travaille avec des professionnels de la mer à l'évaluation des impacts socio-économiques des HABs. Il évalue qui est impacté par les HABs, comment ces derniers affectent leurs activités ou leurs pratiques et quels en sont les coûts économiques. Les comptes-rendus de ces études fourniront de précieuses indications sur les dommages économiques des HABs et le bénéfice potentiel d'un système d'alerte en ligne en termes d'atténuation des impacts générés par les HABs (fermetures de zones de production, interdiction d'activités récréatives). Le prototype de cet outil est d'ores et déjà disponible à l'adresse suivante : <https://www.s3eurohab.eu/portal/>. Il intègre un ensemble de données satellitaires dont l'interprétation permet de définir un risque d'efflorescence algale pour certaines espèces nuisibles ou toxiques, mais aussi de mettre en évidence les conditions propices à de telles efflorescences pour certaines zones à risque. Pour le moment l'outil intègre les espèces *Pseudo-nitzschia* (toxine paralysante), *Phaeocystis* (nuisibles) et *Karenia* (nuisible). D'autres espèces seront intégrées au fur et à mesure du développement de l'outil.



**Figure 3. Exemple de carte de risque pour *Phaeocystis*, appelé localement le "vert de mai", en Baie de Somme le 16/04/2019 (capteur Sentinel-3)**

Une rencontre avec les professionnels et les acteurs sera prochainement organisée en Normandie et

en Bretagne afin de mieux comprendre comment ils sont impactés par les HABs et comment l'outil d'alerte en ligne pourrait contribuer à alléger ces impacts et faciliter la gestion de ces évènements. Il s'agira également de prendre en compte les souhaits des usagers potentiels tant en termes de design que de besoins.

Pour plus d'information sur S-3 EUROHAB, ou retour sur nos activités, n'hésitez pas à visiter notre site internet: <https://www.s3eurohab.eu/>