



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



anses

CHANGEMENT CLIMATIQUE ET EXEMPLES D'IMPACTS SANITAIRES ASSOCIÉS AUX DIFFÉRENTS USAGES DE L'EAU.



Webinaire SGS - 20 juin 2024 | Les milieux aquatiques et le changement climatique : quels impacts, quelle évolution?



1. Éléments de contexte relatifs à l'ANSES

LES PRINCIPALES MISSIONS DE L'ANSES

ANSES : AGENCE NATIONALE DE SÉCURITÉ SANITAIRE DE L'ALIMENTATION, DE L'ENVIRONNEMENT ET DU TRAVAIL

⇒ contribue à assurer la **sécurité sanitaire humaine** dans les domaines de l'**environnement**, du **travail** et de l'**alimentation**, ainsi que la protection de la **santé** et du **bien-être** des **animaux**, la protection de la **santé** des **végétaux**.



LES PRINCIPALES MISSIONS DE L'ANSES (FOCUS EAU)

- Evaluer l'innocuité et l'efficacité des **procédés et produits de traitement** et l'innocuité sanitaire des matériaux entrant en contact avec l'eau.
- Contribuer à l'élaboration de la **réglementation**, de **normes** et de **lignes directrices**, au niveau national et communautaire.
- Evaluer les **risques sanitaires** liés à la présence de **MICRO-ORGANISMES** OU DE **CONTAMINANTS CHIMIQUES** DANS LES RESSOURCES EN EAU ET **EDCH**, AINSI QUE DANS LES EAUX DE LOISIRS.



① Unité d'évaluation des risques liés à l'eau (JERE)

② Laboratoire d'Hydrologie de Nancy (LHN)



RÔLE ET MISSIONS DU LHN (LABO. HYDRO. NANCY)



Laboratoire National de Référence

Eaux potables
Eaux de loisirs
Eaux usées



En savoir plus sur le laboratoire
www.anses.fr

Nous contacter

- ↳ Laboratoire d'hydrologie de Nancy
40 rue Lionnois – 54000 Nancy
- ↳ Mèl : hydrologie.nancy@anses.fr

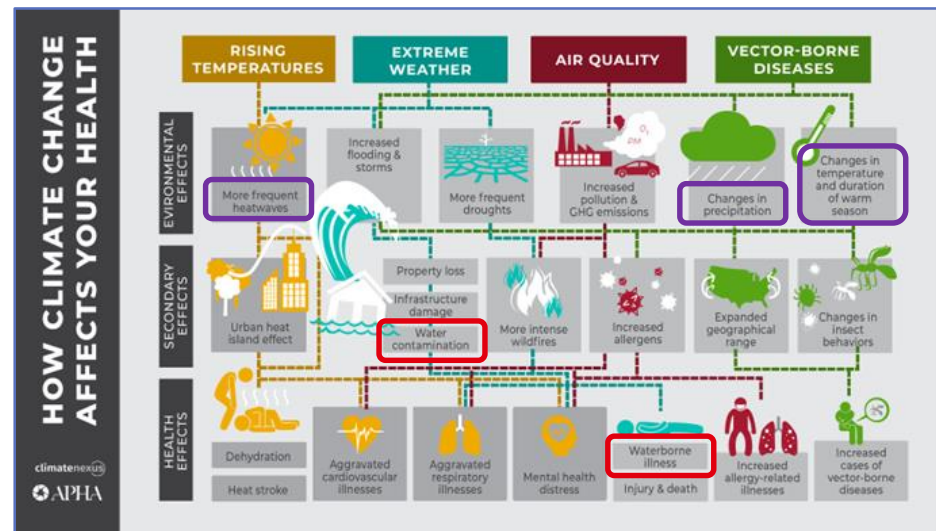
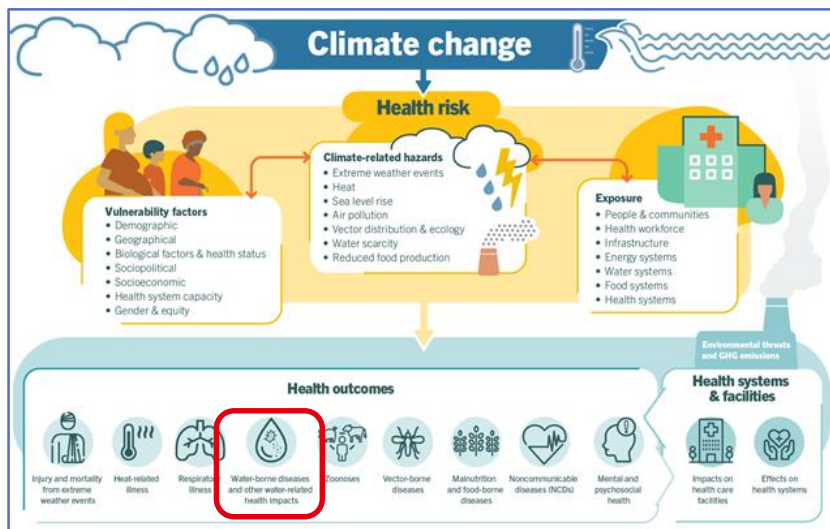


2. L'eau impactée par le réchauffement climatique

L'impact du réchauffement climatique sur l'eau et ses usages, identifié comme un enjeu de santé publique - Vision OMS et US.

Conséquence directe sur l'eau ou liée à l'eau

Effets du changement climatique qui peuvent impacter la qualité des eaux



Addressing climate change: supplement to the WHO water, sanitation and hygiene strategy 2018-2025.
<https://www.who.int/publications/i/item/9789240071995>



How Climate Change Affects Your Health

<https://www.apha.org/news-and-media/multimedia/infographics/how-climate-change-affects-your-health>



L'impact du réchauffement climatique sur l'eau et ses usages, identifié comme un enjeu de santé publique – Au niveau européen

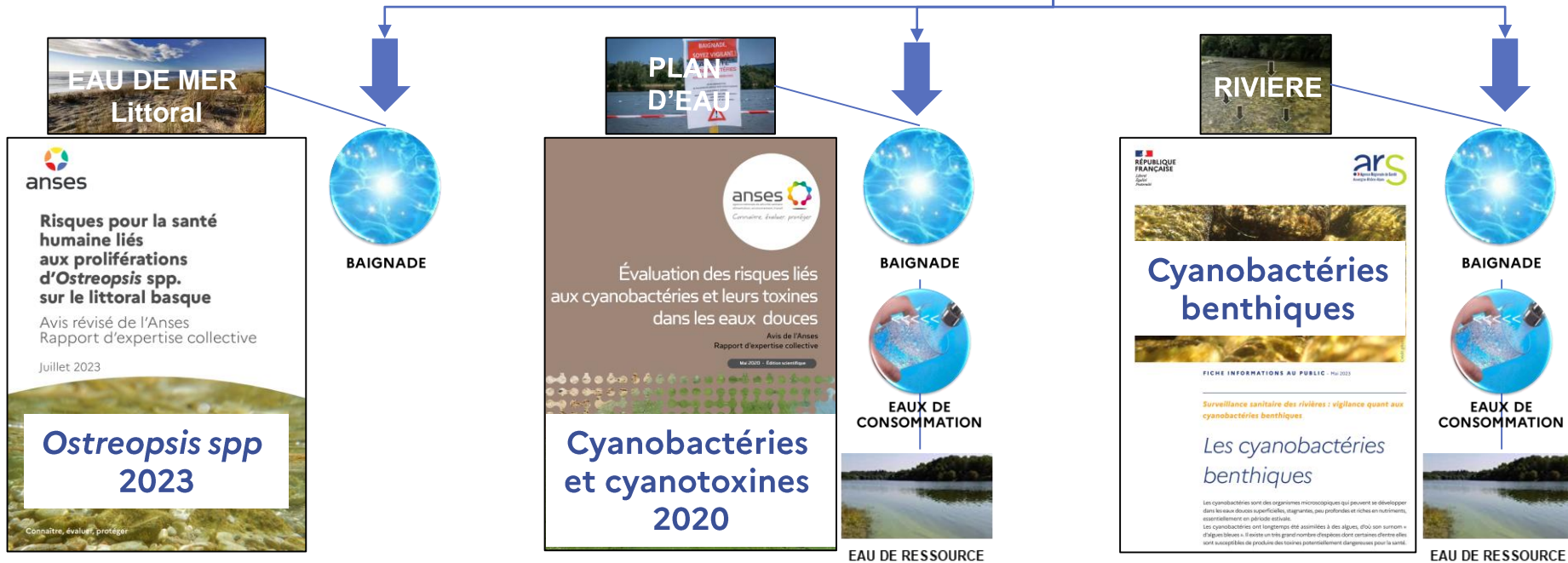
Agence européenne de
l'environnement



4	Health impacts of changed water temperature, chemistry and ecology	62
4.1	Increased temperatures of drinking water supply	62
4.2	Saline intrusions	63
4.3	Harmful cyanobacterial and algal blooms	64
4.2	<i>Legionella</i>	67
4.3	<i>Vibrio</i>	67
4.6	Emerging risks	70



En France – Exemples d'évaluations de risques sanitaires soulevées par le réchauffement climatique, en fonction des USAGES.



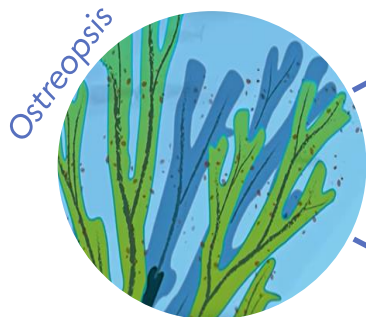
3. Exemple *Ostreopsis* :

*«Risques liés aux efflorescences
d'*Ostreopsis* spp. sur l'ensemble du
littoral français ».*

Four stylized orange leaves are arranged in a cluster on the right side of the slide, partially overlapping the text.

«Risques liés aux efflorescences d'*Ostreopsis* spp. sur l'ensemble du littoral français ». - *Ostreopsis ovata* et *O. siamensis*

Originellement isolée en
eaux tropicales et
subtropicales



Lorsque la concentration d'*Ostreopsis* est importante, des amas de matière brune gélatineuse (mucilage) peuvent être visibles à la surface de l'eau ou en dépôts sur les rochers et sur les macro-algues. Houle et courant peuvent contribuer au détachement de cellules ou d'agrégats de cellules et contribuer à disséminer les cellules d'*Ostreopsis* dans la colonne d'eau avec possible accumulation d'agrégats en surface.

Microalgues

Dinoflagellés
(épi)benthiques

Potentiellement
toxigène

Palytoxine,
palytoxine-like.

Troubles ORL,
respiratoires ou
cutanés

Développement sur macro-algues et rochers à faible profondeur en eau calme.

Capable de former des **EFFLORESCENCES**, souvent toxiques, de manière saisonnière lorsque les conditions environnementales sont favorables.

Dans le contexte de **L'EXPOSITION** par l'eau : contact cutané et inhalation d'aérosols (embruns à prendre en compte) sont les voies d'exposition majoritaires.

SYMPTOMATOLOGIE : habituellement bénins apparaissant en moins de 24H (généralement dans les 6H) et qui disparaissent spontanément dans les 3 à 4 jours. Le nombre de symptômes et leur durée pourraient augmenter en cas d'exposition régulière.

«Risques liés aux efflorescences d'*Ostreopsis* spp. sur l'ensemble du littoral français ». - *Ostreopsis ovata* et *O. siamensis*

Paramètres potentiellement impactant dans le cadre du réchauffement climatique au niveau de l'atlantique et de la méditerranée, à L'HORIZON 2055 :

- **Salinité** : Accroissement de 0,2 à 0,3 dans les zones tempérées de l'océan Atlantique et stable à +0,4, en fonction des zones de la Méditerranée considérées (respectivement d'Est en Ouest),
- **Acidification** (Concomitante à l'augmentation de la concentration en CO₂ dissous) : acidification -0,08 à -0,10 pour les zones de Méditerranée et - 0,10 à 0,12 dans les régions tempérées de l'océan Atlantique,
- **Température** : Accroissement de la température de surface des mers de 0,4 à 1,4°C dans l'océan atlantique et de 0,8 à 1,4°C en mer Méditerranée.
- **Possible** modification des courants marins et des phénomènes de stratification.

Dérèglement climatique



"Temperature, salinity and pH are three environmental variables that affect growth and distribution of harmful benthic microalgae."



Harmful Algae 91 (2020) 101655

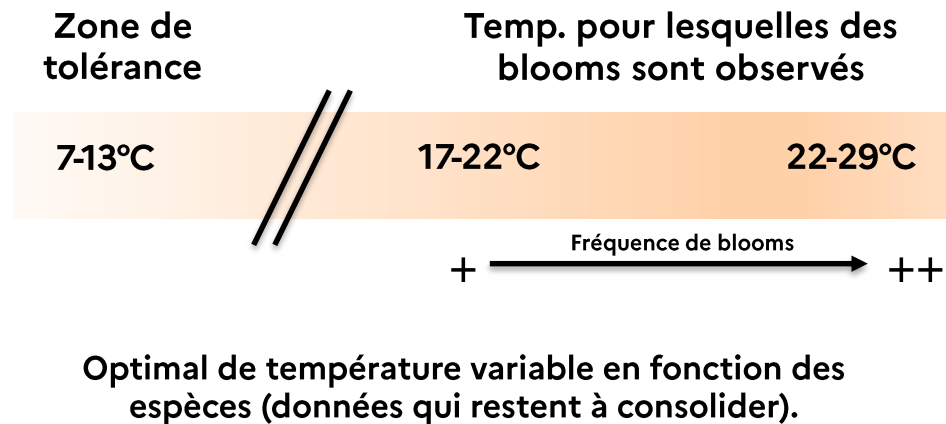
Contents lists available at ScienceDirect

Harmful Algae

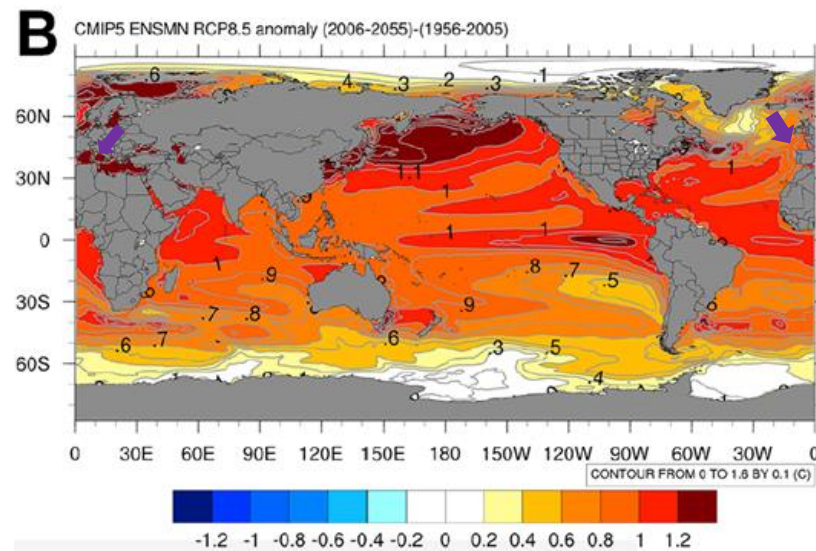
ELSEVIER journal homepage: www.elsevier.com/locate/hal

Climate change and harmful benthic microalgae
Patricia A. Tester^{a,*}, R. Wayne Litaker^b, Elisa Berdalet^c

«Risques liés aux efflorescences d'*Ostreopsis* spp. sur l'ensemble du littoral français ». - *Ostreopsis ovata* et *O. siamensis*



« Pour les dinoflagellés toxiques en particulier, la température régulerait à la fois l'état de dormance et le déclenchement de la germination des kystes quiescents, jouant ainsi un rôle clé dans la saisonnalité des efflorescences » (Thèse DROUET, 2020 - Impact de la température sur la biogéographie et la phénologie des dinoflagellés benthiques toxiques du genre *Ostreopsis* en Méditerranée et en Atlantique).



TESTER et al., 2020. *Climate change and harmful benthic microalgae. Harmful Algae*, vol. 91.

«Risques liés aux efflorescences d'*Ostreopsis* spp. sur l'ensemble du littoral français ». - *Ostreopsis ovata* et *O. siamensis*

① - Début 2000:

O. ovata en Méditerranée, efflorescence à Marseille (calanque de l'archipel du Frioul) en 2006

② - Été 2018 :

1^{er} recensement sur la côte atlantique (*O. siamensis*)

③ - Été 2021 :

Pays basque (français et espagnol) : En France, > 650 personnes touchées par une intoxication (*O. ovata* et *O. siamensis*)

Etat des lieux en 2020

P.A. Tester, et al.

Harmful Algae 91 (2020) 101655

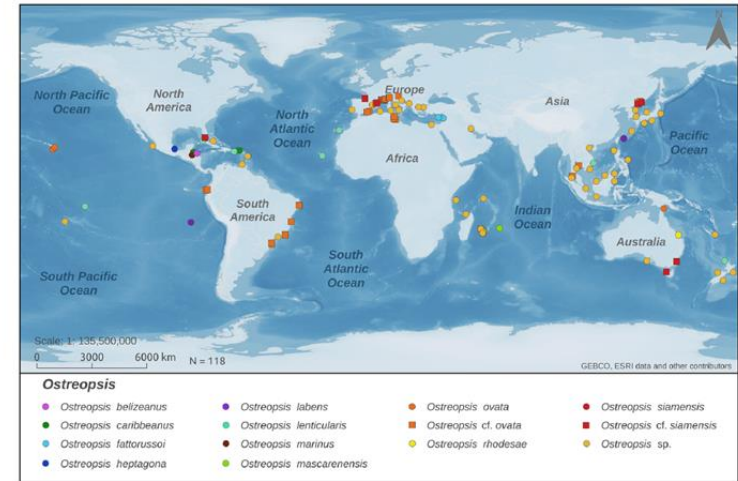


Fig. 5. Global occurrence of *Ostreopsis* species. Data are from published records 1995–2019, including those illustrated in Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms (GEOHAB), 2012 and Rhodes (2011). Duplicate reports from the same locality were omitted.

«Risques liés aux efflorescences d'*Ostreopsis* spp. sur l'ensemble du littoral français ». - *Ostreopsis ovata* et *O. siamensis*

En cas de présence de MICROALGUES TOXIQUES
Comment agir ?

Une microalgue de genre *Ostreopsis* spp. a été repérée dans les eaux du littoral de la Côte Basque durant l'été 2021. Elle est susceptible de réapparaître et peut affecter la santé des usagers au niveau respiratoire et/ou cutané.

Qu'est-ce que *Ostreopsis* ?

Cette microalgue, invisible à l'œil nu, peut donner à l'eau un goût métallique. Elle peut parfois être présente sous forme de matière brune gélifiée en surface en dépôts sur les rochers et sur les macroalgues.

Quels symptômes peuvent apparaître ?

Les baigneurs, surfeurs, promeneurs, riverains ou professionnels exposés à cette algue (inhalation, embruns, contacts) peuvent ressentir des symptômes grippaux/initiaux ou cutanés : toux, mal de gorge, nez et yeux qui coulent, saignements de nez, gêne respiratoire, fièvre, tremblements, douleurs musculaires, maux de tête, nausées, éruptions cutanées...

Ces symptômes peuvent apparaître dans un délai de 6 h après l'exposition, et disparaissent généralement sous 3 à 4 jours.

En savoir + et consulter les affiches en anglais, espagnol et basque sur : www.nouvelle-aquitaine.ars.santat.fr

ARS Nouvelle-Aquitaine

4 - Avis ANSES Juillet 2023

anses

Risques pour la santé humaine liés aux proliférations d'*Ostreopsis* spp. sur le littoral basque

Avis révisé de l'Anses
Rapport d'expertise collective

Juillet 2023

Connaitre, évaluer, protéger

« À la faveur de l'évolution des conditions climatiques, les zones dans lesquelles *Ostreopsis* est observée s'étendent »

5 - 2024-2026

Algue toxique : l'*Ostreopsis* surveillée de près dans neuf sites du Pays basque pendant trois ans

Jusqu'en 2026, scientifiques, enseignants-chercheurs, professeurs et gestionnaires du littoral vont travailler sur la micro-algue *Ostreopsis ovata*. Toxique pour les hommes, elle est présente sur la côte basque l'été. Neuf sites du Pays basque sont surveillés.

Basque

Saint-Jean-de-Luz

Hendaye

De Juliette Bourgeat

Publié le 13 août 2024 à 8:00

Pro France Bleu Pays Basque

France Bleu

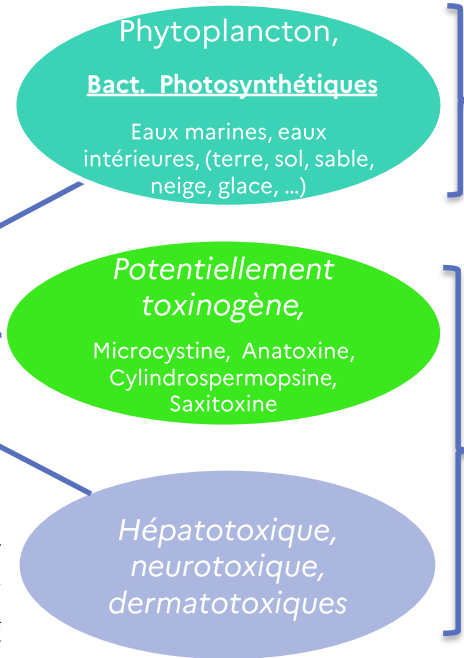
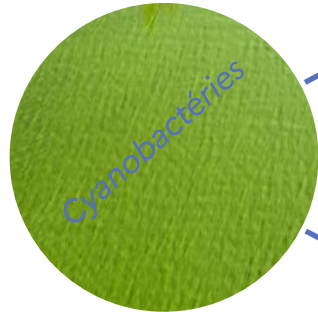
Tous unis contre *Ostreopsis*, présente sur le littoral du Pays basque. Le projet "Ostreoble 2024-2026" a été officiellement lancé le jeudi 11 avril 2024. Un plan transfrontalier sur trois ans, mêlant des scientifiques, des enseignants-chercheurs, des portiques, des gestionnaires du littoral, des laboratoires du nord et du sud Pays basque. Après trois ans de recherches préliminaires, leur objectif est de mieux cerner le fonctionnement de cette microalgue et de pouvoir établir une réglementation sanitaire pour protéger la population.

4. Exemple Cyanobactéries planctoniques

« Evaluation des risques liés aux cyanobactéries et leurs toxines dans les eaux douces ».

«Evaluation des risques liés aux cyanobactéries et leurs toxines dans les eaux douces »

Accentuation des phénomènes de prolifération observée dès les années 1980



Grande variété de genres et d'espèces et grande capacité d'adaptation.

Lacs / Etangs / Cours d'eau sujet à **L'EUTROPHISATION** qui reste le premier facteur responsable de leur prolifération.

Dans le contexte de **L'EXPOSITION** par l'eau : Baignade / loisirs nautiques / Ressource et eaux de consommation / Libération des toxines minoritairement par excrétion et majoritairement après la mort/lyse des cellules.

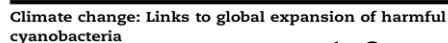
SYMPTOMATOLOGIE : fièvre, désordre gastro-intestinal (nausées, vomissements), irritation et éruptions cutanées, atteintes oculaires, myalgies, atteintes hépatique et rénale. Le délai d'apparition des symptômes s'étend de quelques minutes à quelques heures.

Capacité à former des **EFFLORESCENCES/BLOOMS** dans les eaux peu turbulentes notamment à la faveur de phénomènes de stratification. Régulièrement, les efflorescences sont accompagnées de production de **CYANOTOXINES** dont les plus recherchées actuellement en eau douce, restent les microcystines (MC) qui comprennent de nombreux **VARIANTS**. Néanmoins, des épisodes de contamination par d'autres toxines et notamment les anatoxines (ATX) et les saxitoxines (STX) ont été signalés en France métropolitaine ces dernières années.

«Evaluation des risques liés aux cyanobactéries et leurs toxines dans les eaux douces »



Available at www.sciencedirect.com
ScienceDirect
journal homepage: www.elsevier.com/locate/watres



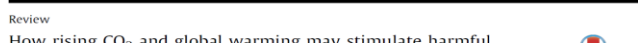
Climate change: Links to global expansion of harmful cyanobacteria

Hans W. Paerl^{a,*}, Valerie J. Paul^{b,1}

Numéro spécial 2012



Contents lists available at ScienceDirect
Harmful Algae
journal homepage: www.elsevier.com/locate/hal



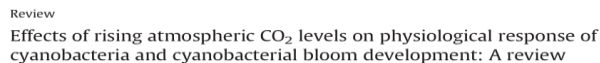
Review
How rising CO₂ and global warming may stimulate harmful cyanobacterial blooms²

Petra M. Visser^{a,*}, Jolanda M.H. Verspagen^a, Giovanni Sandrini^a, Lucas J. Stal^{a,b}, Hans C.P. Matthijs^a, Timothy W. Davis^c, Hans W. Paerl^d, Jef Huisman^a

2016



Contents lists available at ScienceDirect
Science of the Total Environment
journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



Review
Effects of rising atmospheric CO₂ levels on physiological response of cyanobacteria and cyanobacterial bloom development: A review

Jingjie Ma^{a,b}, Peifang Wang^{a,b,*}

2021

Water Air Soil Pollut (2024) 235:71
<https://doi.org/10.1007/s11270-023-06782-y>

Cyanobacteria Harmful Algae Blooms: Causes, Impacts, and Risk Management

Aboi Igwaran · Adeoye John Kayode · Karabelo M. Moloantso · Zenzile P. Khetsha · John Onolame Unuofin

2024

Dérèglement climatique



Le lien entre prolifération de cyanobactéries et dérèglement climatique est identifié de longue date

«Evaluation des risques liés aux cyanobactéries et leurs toxines dans les eaux douces »

Variables climatiques +
hydrologiques +
trophiques (azote et phosphore)



Algae Blooms and Climate Change | Climate Central

PARAMETRES POTENTIELLEMENT IMPACTANT DANS LE CADRE DU RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE :

- **RAYONNEMENT GLOBAL** plus important notamment pendant les mi-saisons (environ $0,5 \text{ kW/m}^2$) / Pénétration accrue de la lumière,
- **TAUX DE RENOUVELLEMENT** des eaux réduit (Épisodes de SÉCHERESSE plus nombreux), mais des épisodes de précipitation aussi plus marqués (augmentation du LESSIVAGE et donc des nutriments),
- Augmentation de la **TEMPÉRATURE**,
 - Les températures plus élevées et les renouvellements d'eau plus faibles favorisent la STRATIFICATION,
 - AVANTAGE COMPÉTITIF pour les cyanobactéries qui s'adaptent plus facilement à l'élévation des températures (Dès $T^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C}$ et notamment si $T^{\circ}\text{C} > 25^{\circ}\text{C}$),
 - Compétition possible également entre les GENRES/ESPÈCES habituellement implantés et ceux plus adaptés aux températures plus élevées avec des POTENTIELS TOXINOGENES POTENTIELLEMENT DIFFÉRENTS – encore à confirmer.

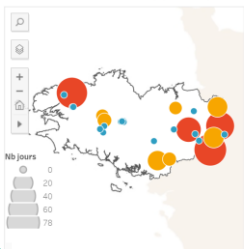
«Evaluation des risques liés aux cyanobactéries et leurs toxines dans les eaux douces »

Cyanobactéries dans les eaux douces de loisir bretonnes,

<https://bretagne-environnement.fr/collection-cartographique/suivi-sanitaire-cyanobacteries-zones-baignade-bretagne>

2021 - RÉGION BRETAGNE

Nombre de jours cumulés avec des dénombrements en cyanobactéries toxinogènes > 1 mm³/l (biovolume)



Niveaux d'alerte

- Pas d'alerte : Absence de cyanobactéries toxinogènes ou biovolume ≤ 1 mm³/l
- Alerte 1 : Biovolume en cyanobactéries toxinogènes > 1 mm³/l sans dépassement des valeurs guides en toxines
- Alerte 2 : Biovolume en cyanobactéries toxinogènes > 1 mm³/l avec dépassement des valeurs guides en toxines

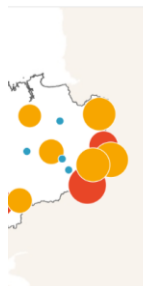
27 sites de baignade en eau douce concernés par un suivi des cyanobactéries en 2021



11 sites dépassant au moins une fois le seuil de 1 mm³/l en cyanobactéries toxinogènes dont 4 sites présentant ponctuellement des concentrations en toxines au-dessus des valeurs guides

2022 - RÉGION BRETAGNE

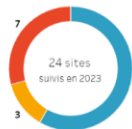
cyanobactéries



Niveaux d'alerte

- Pas d'alerte : Absence de cyanobactéries toxinogènes ou biovolume ≤ 1 mm³/l
- Alerte 1 : Biovolume en cyanobactéries toxinogènes > 1 mm³/l sans dépassement des valeurs guides en toxines
- Alerte 2 : Biovolume en cyanobactéries toxinogènes > 1 mm³/l avec dépassement des valeurs guides en toxines

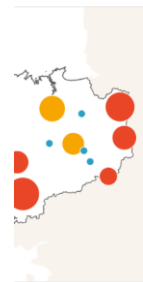
24 sites de baignade en eau douce concernés par un suivi des cyanobactéries en 2023



10 sites dépassant au moins une fois le seuil de 1 mm³/l en cyanobactéries toxinogènes dont 7 sites présentant ponctuellement des concentrations en toxines au-dessus des valeurs guides

2023 - RÉGION BRETAGNE

in cyanobactéries



Niveaux d'alerte

- Pas d'alerte : Absence de cyanobactéries toxinogènes ou biovolume ≤ 1 mm³/l
- Alerte 1 : Biovolume en cyanobactéries toxinogènes > 1 mm³/l sans dépassement des valeurs guides en toxines
- Alerte 2 : Biovolume en cyanobactéries toxinogènes > 1 mm³/l avec dépassement des valeurs guides en toxines

24 sites de baignade en eau douce concernés par un suivi des cyanobactéries en 2023



10 sites dépassant au moins une fois le seuil de 1 mm³/l en cyanobactéries toxinogènes dont 7 sites présentant ponctuellement des concentrations en toxines au-dessus des valeurs guides

Augmentation des restrictions d'usage « baignade » en plan d'eau

2021 :

- 27 sites suivis
- 11 sites (env. 40%) avec biovolume > 1mm³/l
- 4 sites (env. 15%) avec dépassements des valeurs guides pour les toxines

2022 :

- 24 sites suivis
- 10 sites (env. 46%) avec biovolume > 1mm³/l
- 7 sites (env. 29%) avec dépassements des valeurs guides pour les toxines

2023 : STABLE par rapport à 2022

- 24 sites suivis
- 10 sites (env. 40%) avec biovolume > 1mm³/l
- 7 sites (env. 40%) avec dépassements des valeurs guides pour les toxines

«Evaluation des risques liés aux cyanobactéries et leurs toxines dans les eaux douces »

Cyanobactéries dans les eaux superficielles utilisées comme **RESSOURCE** pour la production d'EDCH,

En outre-Mer, le cas de Mayotte :

La retenue de Dzoumogné alimentée notamment par deux déviations de rivières :



Contrôle sanitaire complémentaire : Cyanobactéries

Rappel : un bloom (prolifération importante) de cyanobactéries est apparu en début d'année 2015 sur la retenue de Dzoumogné : il s'agit d'une prolifération massive de bactéries photosynthétiques, naturellement présentes dans les milieux aquatiques. Certaines cyanobactéries peuvent libérer dans l'eau des toxines (cyanotoxines) qui peuvent présenter un risque sanitaire pour la santé humaine. Un comité de suivi s'est ainsi réuni avec un renforcement du contrôle sanitaire. Des analyses régulières de la qualité de l'eau brute et traitée ont été réalisées et un protocole de gestion adapté a été défini.



Unité de traitement de Bouyouni
(filtres à sable)



Unité de traitement de Pamandzi
(membranes d'osmose inverse)

Les unités de production de Bouyouni et d'Ouroveni présentent un traitement complémentaire par injection de CAP (Charbon Actif en Poudre) permettant d'éliminer les cyanotoxines provenant des cyanobactéries pouvant proliférer dans les retenues de Dzoumogné et de Combanji



Système d'injection de charbon actif en poudre




5. Exemple des cyanobactéries benthiques,

*« Surveillance sanitaire des rivières :
vigilance quant aux cyanobactéries
benthiques ».*


Surveillance sanitaire des rivières : vigilance quant aux cyanobactéries benthiques

**Cyanobactéries des rivières,
Apprendre à les reconnaître.**


COULEURS
Les biofilms à cyanobactéries peuvent prendre des teintes allant du noir au vert - bouteille



ASPECT
Elles sont parfois marbrées de gris et ont un aspect visqueux, plus ou moins bulleux que l'on sent au toucher.



Evolution
Lorsqu'elles se détachent de leur support, elles forment des flocons qui flottent à la surface de l'eau.



Contacts et informations -
- Direction Départementale des territoires :
ddt@loiret.gouv.fr
- Agence Régionale de Santé Centre-Val de Loire : 02 38 42 42 42

Initialisation de la
colonisation des substrats



Croissance et
épaississement du
biofilm



Détachement et mise en
suspension dans les cours
d'eau / dépôt sur les berges



Un amas de biofilms prélevé dans la Cher, durant l'été 2012. (JEAN FRANCOIS HUMBERT)

Surveillance sanitaire des rivières : vigilance quant aux cyanobactéries benthiques

PARAMETRES POTENTIELLEMENT IMPACTANT DANS LE CADRE DU RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE :

- Augmentation de la T°C de l'eau des rivières : les TEMPÉRATURES > À 16°C sont plus favorables à leur développement,
- Augmentation des périodes d'étiage favorables à
 - la RÉDUCTION DE LA VITESSE DES COURANTS, condition en accord avec les conditions de prolifération : 0,2 à < 1 m.s-1,
 - L'augmentation des ZONES DE FAIBLE PROFONDEUR (<60 CM), compatible avec un rayonnement suffisant pour permettre le développement à la surface des substrats adaptés : Galets, bloc rocheux, végétaux immergés

Dérèglement climatique



« Avec le réchauffement climatique, les périodes d'étiage commencent plus tôt et sont de plus en plus longues »

Catherine Quiblier, chercheuse au Muséum national d'Histoire naturelle

Surveillance sanitaire des rivières : vigilance quant aux cyanobactéries benthiques

Cyanobactéries : appel à la vigilance dans l'ensemble du département et mesures d'interdiction sur la Mayenne

Mis à jour le 23/08/2023



Cyanobactéries : appel à la vigilance des propriétaires de chien

Mis à jour le 11/08/2023



Année 2023

Cinq signalements d'intoxications de chiens par des cyanobactéries ont été relevés à l'occasion de promenades en bord de Loire.

Les récentes mesures de surveillance de l'Agence régionale de Santé des Pays-de-la Loire ont permis de détecter la présence massive de cyanobactéries benthiques dans la Loire, sous la forme de petits amas d'algues noirs flottants au gré du courant et s'accumulant derrière les obstacles ou sur les berges.

Le réseau des vétérinaires a déclaré aux services de l'État, cinq suspicions d'intoxications de chiens entre le 5 et 9 août 2023. L'un des chiens, en promenade ce lundi 7 août 2023 sur la commune de Rochefort sur Loire, n'a pas pu être sauvé malgré un transport rapide chez un vétérinaire.

•1^{er} développement de cyanobactéries dans les rivières en Europe (Irlande et Ecosse).

Début des années 1990

•Accentuation du phénomène et premières observations en France (Lou et Tarn).

Début des années 2000

Des proliférations locales mais récurrentes associées à un risque sanitaire qui s'observe notamment au travers des mortalités de chiens.

Été 2017 : environ 15 chiens intoxiqués en Loire, Vienne, Cher, Ain et Ardèche ...



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



anses

MERCI DE VOTRE ATTENTION,



Webinaire SGS - 20 juin 2024 | Les milieux aquatiques et le changement climatique : quels impacts, quelle évolution?