

Le cadmium : une surexposition croissante, une visibilité récente, des leviers d'action pour la réduire

Géraldine Carne, Christophe Rousselle

Anses

christophe.rousselle@anses.fr

En 2011 déjà, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) avait mis en évidence une surexposition de la population française au cadmium, principalement par l'alimentation. Les études réalisées depuis ont permis de renforcer les connaissances sur ce contaminant et ses voies d'exposition, et d'identifier les leviers d'action visant à en limiter l'exposition. L'Anses a ainsi rendu récemment les conclusions de sa nouvelle expertise [1].

Le cadmium est un élément trace métallique naturellement présent dans les roches à partir desquelles se forment les sols. Les activités agricoles (engrais minéraux phosphatés, matières fertilisantes d'origine organique) et industrielles (industries métallurgique, chimique, électrique, incinération des déchets, recyclage des batteries) peuvent cependant augmenter sa présence. Facilement absorbé par les végétaux, notamment par voie racinaire et dans une moindre mesure par dépôt foliaire, le cadmium entre dans la chaîne alimentaire. Les fumeurs sont également exposés au cadmium contenu dans le tabac par l'inhalation de la fumée de cigarette.

Une fois absorbé, le cadmium est distribué dans l'organisme puis faiblement éliminé ; il tend à s'accumuler dans le foie et les reins. Le cadmium est classé cancérigène

certain pour le poumon en milieu professionnel. Il est aussi suspecté d'induire d'autres cancers (pancréas, vessie, prostate et sein). Une exposition chronique, même à faible dose, par voie orale, peut entraîner des atteintes rénales évoluant vers une insuffisance rénale, ainsi qu'une fragilité osseuse augmentant le risque d'ostéoporose et de fractures. Des effets sur le neurodéveloppement et le système cardiovasculaire ont également été rapportés. Il est par ailleurs suspecté mutagène et toxique pour la reproduction. En 2019 déjà, l'Anses avait réactualisé les valeurs sanitaires de référence du cadmium basées sur les effets osseux retenus comme effet critique.

L'étude nationale de biosurveillance ESTEBAN, publiée par Santé publique France en 2021 (données 2014-2016), montre une hausse de l'imprégnation au cadmium, qui a presque doublé en 10 ans. Environ 47 % des adultes âgés de 18 à 60 ans dépassaient le seuil critique de concentration urinaire en cadmium (0,5 µg de cadmium par gramme de créatinine, fixé par l'Anses). Les travaux conduits à l'Anses au cours des 15 dernières années, et notamment la troisième étude de l'alimentation totale (EAT3), montrent une surexposition par l'alimentation avec des dépassements de la dose journalière tolérable chez environ 25 % des enfants et 1,5 % des adultes [2].

Dans le but de mieux comprendre cette augmentation, l'Anses a réévalué l'exposition totale au cadmium en agrégeant, pour la première fois, l'ensemble des sources (alimentation, eau, air, poussières, sol, produits cosmétiques, tabagisme) et voies d'exposition (ingestion, inhalation, cutanée) [3]. Les résultats confirment qu'une part significative de la population dépasse les valeurs sanitaires de référence du cadmium, dès le plus jeune âge. L'alimentation est confirmée comme la source majeure d'exposition, représentant jusqu'à 98 % de l'imprégnation au cadmium dans la population générale non fumeuse. Les aliments les plus contributeurs sont à la fois des produits fréquemment consommés et contaminés par le cadmium, notamment certains produits céréaliers : céréales du petit-déjeuner, pains et produits de panification sèche, viennoiseries, pâtisseries, gâteaux et biscuits sucrés, pâtes, riz et blé ainsi que les pommes de terre et certains légumes. Si les niveaux d'expositions actuels se maintiennent et qu'aucune action n'est mise en place, des effets néfastes à terme sont probables pour une part croissante de la population. La surexposition au cadmium s'explique par la présence de cadmium dans une diversité d'aliments du quotidien, elle-même liée à la contamination des sols agricoles où ils sont produits. Les matières fertilisantes représentent plus de 80 %

des apports en cadmium aux sols agricoles. Les engrais minéraux phosphatés sont la première source (55 %), suivis des effluents d'élevage (25 %), puis des boues et composts (5 %). Agir à la source en limitant tout apport dans les sols, même faible, de cadmium constitue un levier essentiel [3]. Cela implique de mettre en œuvre, dès que possible, les valeurs limites recommandées par l'Anses depuis 2019 pour les matières fertilisantes épandues sur les sols agricoles, visant à ne pas dépasser un flux d'apport de 2 g de cadmium par hectare et par an. Le recours à des engrais moins contaminés ou, lorsque cela

n'est pas possible, à des procédés de décadmiation, ainsi que la promotion de pratiques agricoles limitant le cadmium (ajustement des doses, sélection variétale, etc.), contribuent à l'atteinte de cet objectif. La réduction à terme des teneurs en cadmium dans les aliments renforcera la sécurité sanitaire. La mise en œuvre de ces actions nécessite l'engagement de l'ensemble des acteurs concernés.

Références

1. Anses. *Qu'est-ce que le cadmium et quels sont les risques pour la santé ?* Maisons-Alfort : Anses, 2026. <https://www.anses.fr/fr/content/cadmium-re-duire-exposition>

2. Anses. *Avis relatif aux résultats de l'Étude de l'alimentation totale française 3 (EAT3) - Acrylamide, aluminium, argent, cadmium, mercure et plomb.* Maisons-Alfort : Anses, 2026. <https://www.anses.fr/fr/content/acrylamide-elements-traces-metalliques-l'alimentation-exposition-preoccupante>

3. Anses. *Avis et rapport relatifs à la priorisation des leviers d'action pour réduire l'imprégnation de la population française au cadmium selon une approche d'exposition agrégée.* Maisons-Alfort : Anses, 2026. <https://www.anses.fr/fr/content/cadmium-agir-des-present-la-source-de-la-contamination-des-sols>

CYANOACTION – Action COST CA23160, gestion efficace des lacs : réduction des cyanobactéries par des actions dans le bassin-versant

Claudia Wiegand¹, Myriam Bormans¹, Catherine Quiblier^{2,3}

¹ ECOBIO (UMR 6553 CNRS), Université de Rennes

² UMR MCAM, Muséum national d'histoire naturelle

³ Université Paris Cité

claudia.wiegand@univ-rennes.fr

Un projet européen d'une durée de 4 ans (action COST de l'Union européenne [UE]) réunit des scientifiques de la plupart des pays européens afin d'élaborer et d'évaluer des méthodes et des stratégies visant à atténuer les proliférations de cyanobactéries. Une collaboration étroite sera mise en place avec tous les acteurs concernés au niveau des lacs/réservoirs/plans d'eau, des bassins-versants et des organismes en charge de la réglementation.

L'apparition croissante d'efflorescences de cyanobactéries planctoniques toxiques dans les écosystèmes d'eau douce est une conséquence

directe de l'eutrophisation anthropique et menace la qualité de l'eau et la santé animale et humaine dans le monde entier [1]. Le changement climatique représente un facteur supplémentaire favorable au développement des cyanobactéries via des événements météorologiques extrêmes, tels que des pluies abondantes qui augmentent le ruissellement des nutriments à partir des terres, ce qui exacerbe encore l'eutrophisation [2]. Il conduit aussi à une augmentation des températures moyennes de l'eau en été et à des sécheresses prolongées qui étendent la durée des périodes de stratification de la colonne d'eau. Ceci favorise les cyanobactéries

planctoniques potentiellement toxigènes, dont les températures optimales de croissance sont souvent comprises entre 25 et 30 °C [3]. Les étés plus longs prolongent aussi la durée des proliférations. Les cyanobactéries benthiques favorisées, dans les rivières en particulier, par des étiages prolongés, constituent une autre menace émergente, qui doit être prise en compte dans les réglementations et les programmes de surveillance et de gestion [4].

Les efflorescences de cyanobactéries entraînent des pertes économiques importantes pour les compagnies des eaux, les pêcheries, le tourisme et d'autres entreprises, qui dépassent

les milliards d'euros chaque année dans les pays de l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE) [5], et requièrent donc une attention accrue de la part des décideurs politiques. Par conséquent, la mise en œuvre de stratégies de surveillance des cyanobactéries, ainsi que l'évaluation des risques d'incidents liés aux efflorescences et un plan de mesures de prévention et de contrôle, sont désormais exigés, dans les plans de sécurité de l'eau, par les fournisseurs d'eau (Directive-cadre sur l'eau [DCE], Communauté européenne, 2000). Il existe différentes méthodes de contrôle des cyanobactéries dans les lacs ou plans d'eau, mais peu d'indications sur leur efficacité [6]. La diminution de l'apport en nutriments provenant du bassin-versant est cruciale pour la prévention/réduction à long terme des efflorescences et serait possible grâce à la transition vers des pratiques agricoles plus durables, mais elle nécessite des stratégies de mise en œuvre ainsi que des financements [6].

L'action COST CYANOACTION (<https://www.cost.eu/actions/CA23160>) a débuté à l'automne 2024 et vise à accroître et à élargir les capacités dans toute l'Europe pour une gestion efficace et durable des ressources en eau en utilisant une approche à l'échelle du bassin-versant. Presque tous les pays de l'UE participent à cette action (29 pays), ainsi que cinq partenaires internationaux non européens.

Les objectifs sont les suivants :

- sensibiliser les parties prenantes à l'impact écologique des cyanobactéries en considérant à la fois les cyanobactéries planctoniques et les cyanobactéries benthiques ;
- diffuser des connaissances sur les outils innovants de surveillance, de gestion et d'atténuation des efflorescences de cyanobactéries ;
- évaluer les lacunes et les besoins des gestionnaires de l'eau et intégrer leurs connaissances (locales) concernant la surveillance des

cyanobactéries et des cyanotoxines, l'analyse des différentes sources de nutriments, l'utilisation et l'efficacité des outils de gestion visant à l'atténuation des efflorescences ainsi que les principaux obstacles rencontrés ;

- rassembler, adapter et diffuser les connaissances (via la page www.cyanoaction.eu) sur les méthodes permettant de réduire les flux de nutriments provenant des terres agricoles (en considérant aussi les aides financières existantes) et sur l'intérêt d'avoir des réseaux d'assainissement et des stations de traitement des eaux usées adaptés, afin de réduire les sources externes d'eutrophisation ;

- consolider et harmoniser les actions existantes prises pour l'atténuation des efflorescences dans l'UE et les intégrer dans une base de données en libre accès (*open access*, OA), incluse sur la page web de CYANOACTION ;

- élaborer des fiches d'information et une boîte à outils en ligne sur l'analyse des systèmes lacustres et les méthodes individuelles d'atténuation des efflorescences de cyanobactéries, avec les avantages et les inconvénients selon les types de masses d'eau, leurs usages, les conditions hydrogéologiques du bassin-versant et les types de climat, en considérant aussi leur rapport coût-efficacité ;

- développer des outils électroniques d'aide à la décision pour choisir des méthodes appropriées et durables de surveillance et d'atténuation des cyanobactéries et de leurs toxines dans les masses d'eau, en utilisant également l'analyse du cycle de vie (ACV) conformément à la norme ISO 14040.

Les outils seront en libre accès pour être utilisés par les laboratoires et les autorités responsables de l'eau.

Pour ce faire, CYANOACTION cherche à construire un réseau unique d'experts, d'utilisateurs et de parties prenantes. La collecte et la diffusion

d'informations sur les méthodes de détection précoce et l'expérience de l'efficacité des méthodes de contrôle à court et long termes serviront de base pour l'établissement d'outils d'aide à la décision destinés aux gestionnaires de l'eau et aux autorités. Ces outils garantiront la sélection de méthodes appropriées adaptées à des masses d'eau spécifiques. L'objectif principal est d'accroître l'échange mutuel entre les connaissances scientifiques et les pratiques de gestion afin de réduire les proliférations de cyanobactéries tout en tenant compte des diverses caractéristiques des masses d'eau, de leur bassin-versant et des cadres réglementaires dans toute l'Europe.

Les participants à CYANOACTION peuvent contribuer à cinq groupes de travail, dont la surveillance, la gestion du bassin-versant, la restauration des lacs, la construction de systèmes d'aide à la décision et la diffusion de nos informations (*figure 1*).

Notre activité actuelle concerne un questionnaire visant à pouvoir répondre aux besoins des parties prenantes. Ce questionnaire est divisé en branches en fonction des activités principales des différents acteurs (tels que les gestionnaires de l'eau, les autorités ou les agriculteurs), et sera disponible dans toutes les langues de l'UE et envoyé à une large liste de parties prenantes. Le groupe de travail sur la surveillance rédige une synthèse des méthodes utilisées avec leurs avantages et limitations. Afin de mieux comprendre et modéliser les conséquences actuelles et à long terme des pertes de nutriments ainsi que leurs décalages temporels au sein du bassin-versant, des données scientifiques seront recueillies et des études de cas seront évaluées. Ceci donnera lieu à des recommandations relatives aux mesures à prendre dans le bassin-versant qui s'appuient sur une compréhension des processus et permettent de mieux prévoir les chances de réussite, les niveaux d'incertitude et les coûts associés pour

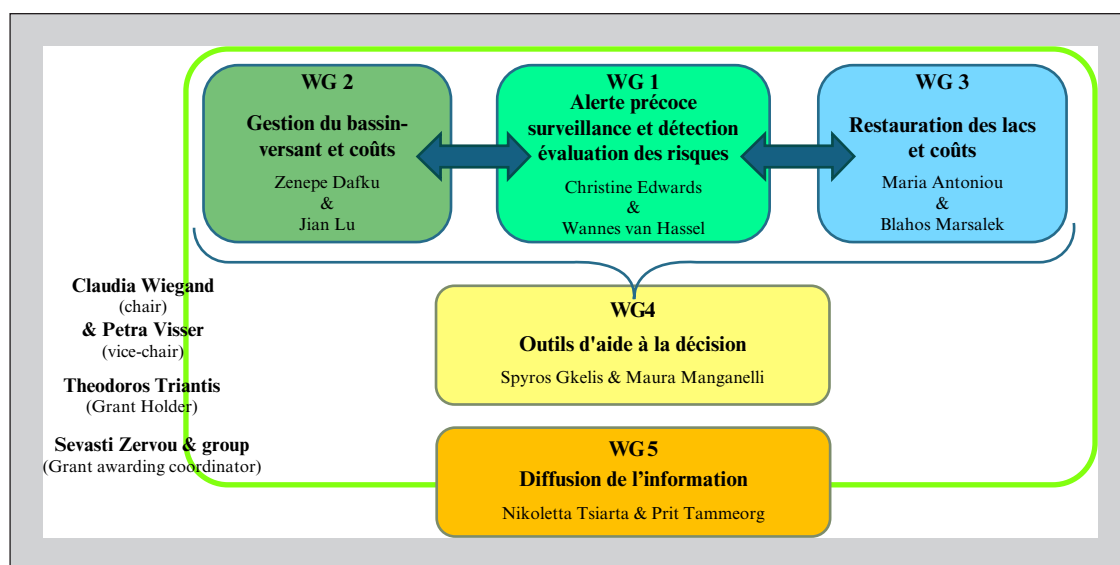


Figure 1. Structure et groupes de travail du projet COST CYANOACTION. Une collaboration étroite et des échanges réguliers permettent d'atteindre les objectifs, car les participants peuvent faire partie de plusieurs groupes de travail.

Figure 1. Structure and working groups of the COST CYANOACTION project. Close collaboration and regular exchanges among the working groups contribute to achieving the project's objectives, as participants may belong to more than one working group.

différents scénarios applicables au bassin-versant. Une base de données des interventions ayant mené à des atténuations des efflorescences est en cours de développement. Une synthèse de l'état des connaissances de systèmes d'aide à la décision appliqués à la prolifération et à la gestion des cyanobactéries est actuellement rédigée en vue de l'établissement d'outils d'aide à la décision performants. Enfin, la diffusion des différents avancements est disponible sur le site web du projet et d'EU-COST (<https://cyanoaction.eu> ; <https://www.cost.eu/actions/CA23160>).

Les projets de restauration des lacs réussis combinent généralement des actions sur les lacs eux-mêmes et la réduction de l'apport en nutriments

par des améliorations sur leurs bassins-versants. Par conséquent, une collaboration efficace de tous les acteurs (autorités de l'eau, agences de santé et de l'environnement et groupes spécifiques tels que les agriculteurs, les gestionnaires de stations de traitement des eaux usées et les pêcheurs) peut prévenir ou réduire les proliférations de cyanobactéries à court et à long termes. CYANOACTION souhaite contribuer à la mise en place de collaborations solides entre ces groupes d'acteurs.

Références

1. Ho JC, Michalak AM, Pahlevan N. Widespread global increase in intense lake phytoplankton blooms since the 1980s. *Nature* 2019 ; 574 : 667-70.

2. Sinha E, Michalak AM, Balaji V. Eutrophication will increase during the 21st century as a result of precipitation changes. *Science* 2017 ; 357 : 405-8.

3. Pearl HW, Huisman J. Blooms like it hot. *Science* 2008 ; 320 : 57-8.

4. Wood SA, Kelly LT, Bouma-Gregson K, et al. Toxic benthic freshwater cyanobacterial proliferations: challenges and solutions for enhancing knowledge and improving monitoring and mitigation. *Freshw Biol* 2020 ; 65 : 1824-42.

5. OCDE. *Diffuse pollution, degraded waters: emerging policy solutions. OECD studies on water*. OECD Publishing, 2017. <https://doi.org/10.1787/9789264269064-en>

6. Tullos D, Skinner MM, Paerl HW, Preece EP. A practitioner-informed decision tree for selecting harmful cyanobacteria bloom control and mitigation techniques. *WIREs Water* 2025 ; 12 : e70005.

Valeurs guides pour les particules dans l'air intérieur

Corinne Mandin
ASNR
corinne.mandin@asnr.fr

Les particules $PM_{2,5}$ et PM_{10} font partie des polluants ubiquitaires des environnements intérieurs. Elles proviennent de l'air extérieur qui pénètre dans le bâtiment, mais également des sources intérieures de combustion (tabagisme, bougie, encens, cuisson des aliments, cheminée ouverte, etc.) et de la remise en suspension des particules déposées sur le sol du fait de l'activité des occupants. Leurs concentrations dans l'air sont fréquemment mesurées, ce qui justifie de disposer de valeurs guides de qualité de l'air intérieur (VGAI) pour pouvoir interpréter les valeurs. Cependant, peu d'études sont disponibles sur la toxicité spécifique des particules intérieures en comparaison du vaste corpus de connaissances existant pour les particules dans l'air extérieur. Pour cette raison, l'Agence de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) n'avait pas proposé de VGAI dans ses premiers travaux d'expertise sur les particules intérieures en 2010 et avait proposé, dans l'attente de l'acquisition de données, de s'appuyer sur les valeurs guides de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) établies pour les particules de l'air extérieur. À l'occasion de la mise à jour de ces dernières valeurs guides en 2021, l'OMS a réitéré sa recommandation d'utiliser pour les $PM_{2,5}$ et PM_{10} intérieures, à des fins de gestion, les valeurs limites proposées pour les concentrations en $PM_{2,5}$ et PM_{10} dans l'air extérieur.

Cependant, des études épidémiologiques basées sur des mesures de concentrations intérieures en particules dans des logements et des écoles ont été menées et l'Académie des sciences nord-américaine a publié en 2024 une revue de la littérature non systématique sur les effets sanitaires des particules de l'air intérieur. Cet ensemble de connaissances a été jugé adéquat pour l'élaboration d'une VGAI long terme (exposition continue) pour les $PM_{2,5}$. Cette VGAI a été fixée à $9 \mu g/m^3$ dans un rapport paru en avril 2026 [1]. Il n'est pas recommandé d'utiliser cette VGAI pour des environnements intérieurs dont la pollution particulaire est très spécifique et différente de celle des logements et des écoles, comme les enceintes ferroviaires souterraines. S'agissant des PM_{10} , en raison du faible volume de données disponibles et de la forte corrélation entre les concentrations en PM_{10} et en $PM_{2,5}$ dans les logements, il n'est pas proposé de VGAI pour les PM_{10} . Pour interpréter une concentration intérieure en PM_{10} , une conversion de cette concentration en concentration en $PM_{2,5}$ est recommandée, sur la base du ratio $PM_{2,5}/PM_{10}$ propre au site étudié si disponible ou bien par défaut du ratio de 0,7, pour ensuite la comparer à la VGAI proposée pour les $PM_{2,5}$. À l'instar de tous les rapports de l'Anses présentant l'élaboration de VGAI, une partie du rapport est dédiée à l'évaluation des méthodes de mesure. À ce jour, un prélèvement actif par filtration, suivi d'une analyse

gravimétrique, effectué dans certaines conditions, est recommandé. Une méthode alternative est recommandée quand ces conditions ne sont pas réunies.

L'Anses propose sur son site web une synthèse, régulièrement mise à jour, de l'ensemble des VGAI qu'elle a élaborées [2]. À noter qu'en 2020, l'Anses a recommandé de prendre en compte l'ingestion de poussières intérieures dans les évaluations des expositions de la population à certains polluants et d'élaborer des valeurs guides pour les poussières intérieures (VGPI). Afin de tester la méthode d'élaboration des VGPI, deux études de cas ont été réalisées et publiées début 2026 pour le plomb et pour un mélange de six phtalates [2]. Enfin, on peut mentionner que la proposition de VGAI et de VGPI par l'Anses est encadrée par un nouveau guide d'élaboration des valeurs de référence publié fin 2025 [3].

Références

1. Anses. *Valeurs guides de qualité d'air intérieur. Particules de l'air intérieur*. Maisons-Alfort : Anses, 2026. <https://www.anses.fr/system/files/AIR-VSR-2025-MPEX-0065-RA.pdf>
2. Anses. *Les valeurs guides proposées pour des environnements intérieurs* [Internet]. Maisons-Alfort : Anses, 2026. <https://www.anses.fr/fr/content/les-valeurs-guides-proposees-pour-des-environnements-interieurs>
3. Anses. *Guide d'élaboration et de choix de valeurs de référence*. Maisons-Alfort : Anses, 2026. <https://www.anses.fr/system/files/VSR2020-SA-0019-RA.pdf>