

Les toxines de cyanobactéries : une préoccupation sanitaire croissante

Apparues sur terre il y a plus de 3,5 milliards d'années, les cyanobactéries ont colonisé au fil du temps de nombreux écosystèmes et ont aujourd'hui une distribution géographique très vaste. Ces microorganismes ont longtemps été classés dans le règne végétal, car outre les spécificités des bactéries qu'elles présentent, elles possèdent aussi des caractéristiques propres aux algues.

Les cyanobactéries trouvent un terrain de prolifération particulièrement favorable dans les eaux douces eutrophisées, c'est-à-dire enrichies en nutriments (azote et phosphore).

Si les effets du changement climatique sont considérés comme ayant un rôle sur la nature et l'intensité de leur développement, l'activité humaine, aussi bien urbaine que rurale, est également responsable de leur prolifération. En effet, les apports nutritifs liés à la pollution des eaux de surface (épandage de fumier ou de lisier, engrais agricoles utilisés à proximité des cours d'eau, rejets industriels, eaux usées ou encore boues d'épuration insuffisamment traitées) augmentent le niveau d'eutrophisation des plans d'eau. On parle alors de blooms, fleurs d'eau ou encore d'efflorescences algales.

Ces proliférations s'observent essentiellement pendant les périodes chaudes, ensoleillées, sans vent, de la fin de l'été au début de l'automne, quand les eaux stagnent ou progressent à bas débit et quand les nutriments sont abondants.

Lors des efflorescences, les cyanobactéries peuvent libérer des toxines dont certaines sont très dangereuses pour l'Homme. Ces toxines sont classées en trois groupes selon leur mode d'action et leur toxicité : dermatotoxines, hépatotoxines et neurotoxines.

Les principales circonstances et voies d'exposition à ces toxines sont l'ingestion d'eau contaminée, l'inhalation ou le contact cutané lors d'activités aquatiques récréatives (baignade, sports aquatiques). La consommation de fruits ou légumes irrigués par des eaux contaminées ou encore la consommation de chair d'organismes aquatiques (poissons et crustacés) [1] peuvent également être une source d'exposition aux cyanotoxines.

Les effets des cyanotoxines sur la santé humaine sont nombreux. La fièvre et les symptômes gastro-intestinaux (nausées, vomissements) sont les effets le plus fréquemment rapportés mais des atteintes oculaires ou cutanées (irritations et éruptions), des myalgies, des atteintes hépatiques et rénales, sont également souvent décrites. En revanche, l'implication de ces toxines dans le cadre de la genèse de maladies chroniques, en particulier neurologiques, reste l'objet de controverses scientifiques [2].

En France, une réglementation a été mise en place pour l'eau de boisson et les activités récréatives. Les seuils de concentration en cyanobactéries et/ou cyanotoxines acceptables sont fixés par des recommandations ou des réglementations différentes selon les usages.

Pour l'eau destinée à la consommation humaine (EDCH), la réglementation prévoit un seuil maximal de 1 µg/L pour les microcystines LR¹ [3] en sortie d'usine de potabilisation. Cette valeur correspond à la concentration maximale, après traitement, considérée comme ne pouvant entraîner de toxicité aiguë.

En ce qui concerne les risques liés à la baignade et aux activités nautiques, la surveillance sanitaire des plans d'eau, déclarés en tant que site de baignade, incombe aux Agences régionales de santé (ARS). Sur la base des résultats de prélèvements qui leur sont communiquées, les ARS établissent des recommandations destinées aux communes quant au maintien ou à la suspension d'activités. Il incombe alors aux maires de prendre la décision finale, en suivant ou non les propositions de l'ARS, puis de relayer l'information aux acteurs concernés. Un arbre de décision a été mis en place pour les gestionnaires locaux des plans d'eau. En cas de concentrations élevées et persistantes de cyanobactéries, un système de contrôle strict est mis en œuvre, sur la base visuelle (recherche d'efflorescence, d'écume, coloration de l'eau) et d'observations microscopiques. Trois niveaux de mesures de gestion ont été définis en fonction de la quantité de cyanobactéries et de toxines présentes dans l'eau. En fonction de ce niveau, des mesures de limitation ou d'interdiction sont mises en place [4].

Dans le cadre de ses travaux, deux nouvelles valeurs toxicologique de référence ont été élaborées par l'Anses : l'une pour la microcystine LR [5] et l'autre pour la cylindrospermopsine [6]. Ces VTR² seront utilisées plus globalement dans les travaux de l'Anses portant sur les risques sanitaires liés à la présence de cyanobactéries et de leurs toxines dans les eaux destinées à la consommation humaines, à la baignade et autres activités récréatives³.

Enfin, les produits de la pêche doivent être considérés comme une source possible d'exposition. Des travaux en cours à l'Anses auront pour objectifs de proposer des concentrations maximales tolérables dans la chair des poissons au regard des données de consommation⁴.

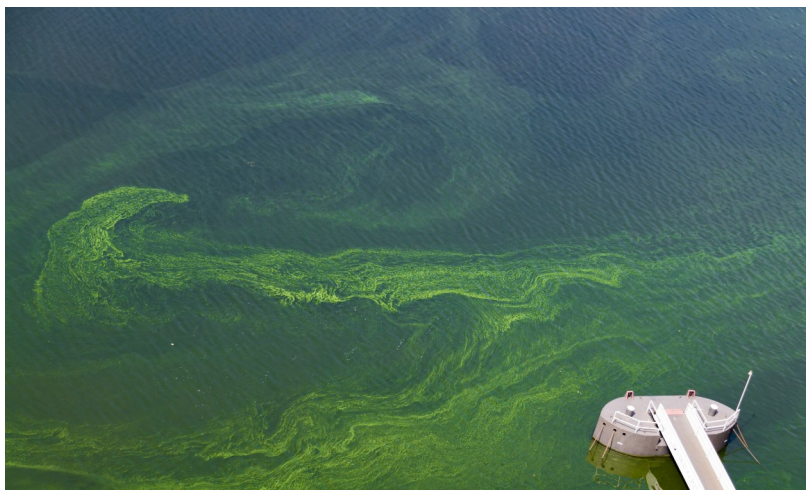
Au début des années 2000, plusieurs rivières françaises ont été particulièrement touchées par la prolifération de cyanobactéries toxiques et une trentaine de décès de chiens ont été rapportés, notamment dans le Tarn et la Loue [7-8]. Au cours de l'été 2017, près d'une vingtaine de nouveaux cas de suspicion d'intoxication chez le chien par ingestion d'eau contaminée par des cyanobactéries et/ou des cyanotoxines, cette fois, le long de la Loire ont été rapportés. Chez ces animaux, le taux de létalité s'est révélé très élevé, avec près de 50% de mortalité. Ils ont présenté des troubles neurologiques, associés très fréquemment à une altération de l'état général ainsi qu'à des

troubles respiratoires. Ce phénomène a de nouveau été observé au cours de l'été 2018 [9]. Des séries de cas similaires ont été publiées à l'étranger. Récemment, le décès de 12 chiens au décours d'une baignade dans un lac près de Berlin, après présentation de signes neurotoxiques et mise en évidence des toxines a été décrit [10]. Cette mortalité canine suggère un possible risque sanitaire pour la population humaine exposée aux mêmes eaux. Pourtant, peu de cas humains d'intoxication ont décrits en France.

Pour approfondir la question, les cas d'exposition humaine aux cyanobactéries rapportés aux Centres antipoison entre le 1^{er} janvier 2006 et le 31 décembre 2018 ont été analysés. Au total, 95 cas d'exposition à des cyanobactéries ont été identifiés dont 58 étaient symptomatiques.

La majorité des intoxications observées a eu lieu au cours des trois dernières années, pour la plupart en été au cours des mois de juin, juillet et août.

Les expositions ont eu lieu majoritairement au nord de la Loire, dans la région Bretagne (27,6 % des cas) où le département d'Ille-et-Vilaine était le plus concerné avec 15,5 % cas d'exposition. Cette localisation était superposable à celle des cas d'intoxications canines en France.



¹ Toxine issue de cyanobactérie la plus répandue .

² Une VTR est un indice toxicologique qui permet de qualifier ou quantifier un risque pour la santé humaine. Elle établit le lien entre une exposition à une substance toxique et l'occurrence d'un effet sanitaire indésirable. Elles sont spécifiques d'une durée d'exposition (aiguë, subchronique ou chronique) et d'une voie d'exposition (orale ou respiratoire).

³ Saisine 2016-SA-0165

⁴ Saisine 2015-SA-0207

Le sex-ratio H/F était de 1,15. La population concernée était plutôt jeune : les personnes étaient âgées en moyenne de 18,2 ans (médiane : 12 ans), l'âge variant de 2 à 59 ans et les personnes âgées de plus de 40 ans ne représentaient que 12 % des cas.

Concernant la symptomatologie, il s'agissait principalement de symptômes digestifs pour 75,9 % des cas (diarrhées, vomissements, nausées, douleurs abdominales), de symptômes cutanés pour 34,5 % (éruption, prurit), de symptômes neurologiques ou neuromusculaires pour 25,9 % (céphalées, vertiges, myalgies), de signes généraux pour 24,1 % (hyperthermie notamment), de symptômes neurosensoriels ou respiratoires (5,2 % respectivement).

La symptomatologie était bénigne dans 75,9 % des cas et moyenne dans 24,1 %. Il n'y a pas eu de cas graves ayant nécessité une hospitalisation.

Cinquante-cinq personnes avaient été exposées en pratiquant une activité aquatique. Les aires de baignade et/ou d'activités nautiques avec efflorescences d'algues toxiques représentaient le contexte principal d'exposition aux cyanobactéries. Quarante-neuf personnes (84,5 %) avaient été exposées lors d'une baignade dans un lac, un étang ou une rivière et 4 lors de la pratique d'un sport nautique (canoé, planche à voile etc.). Deux personnes ont été exposées en pratiquant de la pêche à pied.

Seuls 3 personnes ont été exposées dans un contexte alimentaire. L'une avait consommé l'eau d'un lac pour lequel la baignade était interdite en raison de la présence de cyanobactéries, la deuxième un poisson pêché dans un lac contaminé par des cyanobactéries et la dernière de l'eau du robinet dans laquelle des cyanobactéries ont été mises en évidence.

Dans la très grande majorité des cas, les données de métrologie (nombre de cyanobactéries, types, dosages de cyanotoxines) n'étaient pas connues des Centres antipoison. Ces données n'étaient disponibles que dans 4 dossiers, confirmant alors la présence de cyanobactéries sur le site de baignade. Par ailleurs, les analyses confirmant la présence de cyanobactéries avaient pour la plupart été réalisées après l'exposition et l'apparition de symptômes.

Plusieurs dossiers mentionnaient le fait que les personnes exposées n'avaient pas vu le panneau mentionnant l'interdiction de baignade.

En revanche, 4 personnes s'étaient exposées alors qu'elles avaient été bien informées de la présence de cyanobactéries.

Enfin, le règlement sur les eaux de baignade impose une gestion du risque sanitaire lié aux cyanobactéries, basée sur un suivi analytique, par dénombrement cellulaire⁵. Il est intéressant de noter que dans plusieurs dossiers figure la mention de « baignade interdite quelques jours après l'exposition en raison de la présence de cyanobactéries sur le site de baignade ». Cela peut s'expliquer par le fait que le délai incompressible entre le prélèvement de l'échantillon, la transmission au laboratoire d'analyse et le résultat peut s'avérer long et ne pas permettre au gestionnaire une réactivité suffisante si, *in fine*, le site se trouve effectivement pollué par des cyanobactéries toxiques. A l'inverse, les dosages ont pu être faits après que des personnes ont été intoxiquées, du fait même de ces intoxications.

La présence de cyanobactéries, signalée sur tous les continents est une source de préoccupation croissante quant aux risques sanitaires associés pour l'Homme et l'animal. Peu d'études documentent les expositions humaines aux cyanobactéries, raison de ce premier bilan à partir des données des Centres antipoison. L'augmentation du nombre de cas d'expositions rapportés au cours des trois dernières années peut témoigner d'une meilleure connaissance de cette problématique environnementale marquée depuis quelques années par la médiatisation de nombreux décès d'animaux notamment en Loire. Elle peut également indiquer des modifications des écosystèmes à l'origine des blooms.

Si les cas d'intoxications chez l'Homme sont nettement moins fréquents que chez les autres mammifères [11], cela peut s'expliquer par le fait que, lorsqu'elles prolifèrent, les cyanobactéries peuvent former des efflorescences algales, dégageant des odeurs malodorantes et conférant à l'eau une couleur et un aspect peu engageants pour l'Homme qui préférera généralement s'abstenir de se baigner, et *a fortiori* de consommer de l'eau contaminée.

Le nombre de cas répertoriés dans les Centres antipoison est probablement très sous-estimé : d'une part les symptômes sont peu spécifiques et la méconnaissance de ces intoxications fait que le diagnostic n'est pas évoqué, ce d'autant que les symptômes disparaissent rapidement. D'autre part, lorsque le diagnostic est évoqué, un manque d'investigation (peu de prélèvements réalisés, tests peu disponibles, etc.) ne permet pas de le confirmer. De ce fait, la plupart des expositions aux cyanobactéries ne sont probablement pas connues des Centres antipoison.

⁵ Nombre de cellules de cyanobactéries par ml

Enfin, il apparaît nécessaire de renforcer la diffusion de recommandations générales à destination du public, notamment pour les populations vivant à proximité de plans d'eau dont la problématique est connue et pour les sites à fortes activités touristiques, lors des périodes de l'année propices au développement des cyanobactéries.

La sensibilisation et l'information de la population comprennent un affichage visible du risque lié aux cyanobactéries dans les eaux de baignade et autres activités récréatives. Cet affichage doit permettre à la population de reconnaître et d'éviter une exposition aux cyanobactéries.

Des affichages simples et visuels indiquant l'interdiction de se baigner, de pêcher ou de pratiquer des activités nautiques, comme cela existe déjà dans les Pays de Loire et en Bretagne, préviennent les risques pour la population.



Chloé GREILLET

Références bibliographiques

- [1] Lance E, et al. Occurrence of β -N-methylamino-L-alanine (BMAA) and Isomers in Aquatic Environments and Aquatic Food Sources for Humans.
- [2] Chernoff N et al, A critical review of the postulated role of the non-essential amino acid, β -N-methylamino-L-alanine, in neurodegenerative disease in humans. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev.* 2017;20(4):1-47. *Toxins (Basel).* 2018 Feb 14;10(2)
- [3] World Health Organization, "Chapter 8 : Chemical aspects". In : WHO (2011). *Guidelines for Drinking-water Quality - Fourth Edition*, pp. 155–202.
- [4] AFSSA and AFSSET. (2006). Rapport sur l'évaluation des risques liés à la présence de cyanobactéries et de leurs toxines dans les eaux destinées à l'alimentation, à la baignade et autres activités récréatives, 231p
- [5] ANSES (2019). Avis relatif à la proposition de valeur toxicologique de référence par voie orale pour la microcystine-LR. 96p
- [6] ANSES (2019). Avis relatif à la proposition de valeur toxicologique de référence subchronique par voie orale pour la cylindrospermopsine. 80p.
- [7] S. Cadel-Six, C. Peyraud-Thomas, L. Brient, N. Tandeau de Marsac, R. Rippka, and A. Mejean. (2007). Different Genotypes of Anatoxin-Producing Cyanobacteria Coexist in the Tarn River, France, *Appl. Environ. Microbiol.*, vol. 73, no. 23, pp. 7605–7614.
- [8] M. Gugger, S. Lenoir, C. Berger, A. Ledreux, J. Druart and J. Humbert. (2005). First report in a river in France of the benthic cyanobacterium *Phormidium favosum* producing anatoxin-a associated with dog neurotoxicosis, *Toxicon*, vol. 45, pp. 919–928.
- [9] Didier Boisseleau, Patrick Peigner, Thierry Polato (2018). Cas groupés d'intoxications de chiens par des cyanobactéries dans la Loire. *Bulletin épidémiologique: santé animale, alimentation, ANSES*, pp.1-2.
- [10] Fastner et al. Fatal Neurotoxicosis in Dogs Associated with Tycho planktic, Anatoxin-a Producing *Tychonema* sp. in Mesotrophic Lake Tegel, Berlin. *Toxins (Basel).* 2018 Jan 31;10(2). pii: E60. doi: 10.3390/toxins10020060.
- [11] R. WOOD. (2016). "Acute animal and human poisonings from cyanotoxin exposure — A review of the literature," *Environ. Int.*, vol. 91, pp. 276–282