



Direction générale de l'alimentation
Service de l'alimentation
Sous-direction de la sécurité sanitaire des aliments
Bureau des produits de la mer et d'eau douce
251 rue de Vaugirard
75 732 PARIS CEDEX 15
0149554955

Instruction technique
DGAL/SDSSA/2018-624
21/08/2018

Date de mise en application : Immédiate

Diffusion : Tout public

Cette instruction n'abroge aucune instruction.

Cette instruction ne modifie aucune instruction.

Nombre d'annexes : 4

Objet : Cyanobactéries en eau douce

Destinataires d'exécution
DRAAF DAAF DD(CS)PP

Résumé : Les épisodes de contamination des cours et plans d'eau douce par des efflorescences de cyanobactéries sont récurrents chaque année. Dans ce contexte, cette instruction vise à faire le point sur les connaissances actuelles utiles en cas d'alerte, et à proposer des lignes directrices en cas d'épisode de développement massif.

Sommaire

Introduction

I. Données générales sur les cyanobactéries en eau douce

II. Cyanobactéries et toxicité – État des connaissances et réglementations

II.A – Toxicité dans l'eau (eau potable, zones de baignade)

II.B – Toxicité des produits aquatiques

Méthodes analytiques pour la recherche de cyanotoxines dans les produits de la pêche

Contamination des poissons

Conclusion

III. Lignes directrices pour la gestion du risque

III.A – Coordination entre les différents acteurs

III.B – Détection des épisodes toxiques

III.C – Confirmation de la toxicité du milieu

III.D – Interdiction de pêche et/ou de consommation des produits pêchés

III.E – Communication

Annexes I à IV

Introduction

Les épisodes de contamination ponctuelle des cours et plans d'eau douce par des efflorescences de cyanobactéries sont récurrents chaque année dans notre pays. La grande diversité de ces organismes et de leur mode de développement conduit à des situations très différentes, notamment selon le type de réseau hydrographique concerné et le type de cyanobactéries rencontrées (planctoniques ou benthiques).

Cette instruction a pour finalité :

- de faire le point sur les connaissances actuelles sur le sujet des cyanobactéries, utiles en cas de gestion d'alerte,
- de proposer des lignes directrices en cas d'épisode de développement massif.

A ce stade, elle ne permet pas d'apporter de façon exhaustive l'ensemble des réponses aux questions soulevées lors d'épisode d'efflorescences. Elle a vocation à être enrichie au fur et à mesure de l'avancée des connaissances.

I. Données générales sur les cyanobactéries en eau douce

Les cyanobactéries, aussi appelées algues bleues ou bleu-vert, sont des **micro-organismes procaryotes photosynthétiques** adaptés à des écosystèmes très variés, en eau douce comme en eau saumâtre ou marine (ou sur terre), et d'une grande diversité morphologique (150 genres, 4400 espèces).

Tirant parti de l'énergie solaire grâce à différents pigments (phycocyanines, phycoérythrine,

chlorophylle), ces organismes sont capables de se multiplier de façon très rapide (efflorescence/bloom), pouvant parfois conduire à une coloration des eaux.

Sur le plan écologique, les cyanobactéries se rencontrent sous deux formes, planctonique et benthique.

Les cyanobactéries planctoniques : elles se développent préférentiellement dans les systèmes lentières présentant des eaux calmes à renouvellement lent (type lacs, étangs, mares) et eutrophes (milieux riches en phosphore et azote). Elles prolifèrent dans la colonne d'eau donnant au milieu une coloration parfois intense avec formation d'écumes en surface s'accumulant près des berges (effet des vents, cf. photo n°1). De nombreux genres sont représentés avec des formes unicellulaire, coloniale ou filamenteuse.



Photo n°1 : Efflorescence de cyanobactéries planctoniques

Les cyanobactéries benthiques : elles se développent sur des substrats (cailloux, graviers, plantes des fonds de cours d'eau), dans des milieux plutôt pauvres en éléments nutritifs (cours d'eau de faible profondeur avec léger courant, notamment après des étiages prolongés) et y forment des biofilms sous forme d'amas noirs sur le fond (cf. photo n°2) qui, peuvent se détacher de leur support et flotter (flocs, cf. photo n°3). Les formes filamenteuses y sont majoritairement rencontrées.



Photo n°2 : Développement de biofilm de cyanobactéries benthiques sur des pierres en fond de cours d'eau



Photo n°3 : Floc de cyanobactéries benthiques

Ces développements massifs peuvent entraîner des perturbations sur les écosystèmes et les réseaux trophiques aquatiques, ainsi que des mortalités de poissons (anoxie).

Il existe également un risque toxique, certaines espèces ayant la capacité de produire des toxines (principalement intracellulaires, mais pouvant être libérées dans l'eau à la faveur de la lyse des cellules). Ces **cyanotoxines**, très nombreuses (1000 molécules répertoriées à ce jour), possèdent des effets toxiques variables selon les molécules (hépatotoxicité, neurotoxicité, dermatotoxicité).

L'annexe I présente une liste des cyanotoxines par famille et des principaux genres de cyanobactéries associées¹.

Il convient de signaler qu'une même toxine peut être produite par différentes espèces de cyanobactéries. Ainsi, les microcystines ont déjà été observées chez des espèces du genre *Microcystis*, mais également chez des espèces des genres *Anabaena*, *Planktothrix* ou encore *Hapalosiphon*.

A l'inverse, une même espèce de cyanobactérie peut produire différentes toxines. C'est ainsi que certaines cellules d'*Anabaena* spiroïdes peuvent produire de l'anatoxine-a mais également des microcystines. Les *Kamptomena* peuvent produire à la fois de l'anatoxine-a et de la cylindrospermopsine.

Régulièrement, des épisodes de développement de cyanobactéries dans des plans d'eau ou en cours d'eau, associés à des présences de toxines, sont recensés comme dans l'étang du Rousset en Saône et Loire (2014), le lac du Drennec dans le Finistère (2015), les gorges du Tarn en Lozère, une partie des affluents de la Loire (été 2017)².

Durant la période 2006-2017, 39 cas d'intoxications humaines ont été recensés, essentiellement liés à l'ingestion d'eau lors de baignade ou d'activité nautique. Un cas a cependant été rapporté suite à la consommation de poissons pêchés dans un lac interdit de pêche pour présence de cyanobactéries (diarrhée, vomissements).

Des mortalités de chiens sont aussi régulièrement recensées, notamment suite à la consommation de flocons toxiques (neurotoxines), qui semblent appétants pour ces animaux.

II. Cyanobactéries et toxicité – État des connaissances et réglementations

II.A – Toxicité dans l'eau (eau potable, zones de baignade)

Pour l'**eau de boisson**, l'OMS a proposé en 1998 une valeur guide (VG) provisoire pour les microcystines-LR totales (« forme libre et liée dans les cellules ») dans les eaux traitées. Celle-ci a été dérivée à partir d'une dose sans effet indésirable observé (DSENO) de 40 µg.kg pc⁻¹.j⁻¹ pour une pathologie hépatique. Cette VG provisoire, fixée à 1 µg.L⁻¹, a été confirmée en 2003 et 2017, et a été reprise par certains pays pour définir des recommandations ou un critère réglementaire. C'est le cas de la France où l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine, prévoit une limite de qualité maximale de **1 µg/L pour les microcystines**³. Il convient de noter que cette valeur s'applique à la somme de toutes les

1 Actualisation de l'évaluation des risques liés à la présence de cyanobactéries et leur toxines – Note d'étape mars 2018

2 Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation n°82(7) – Janvier 2018.

3 Pour information, cette valeur repose sur la DJT de l'OMS appliquée à une personne de 60kg buvant 2 litres d'eau par jour, pour une contribution de 80 % de l'eau à cette DJT.

microcystines détectées et quantifiées (la réglementation ne précise pas la liste des variants de microcystines à rechercher à minima, des recommandations de l'Anses sont attendues sur ce point mi-2019). Certains pays ont également émis des recommandations pour d'autres toxines⁴.

En ce qui concerne les risques liés à la **baignade et aux activités nautiques**, l'OMS a émis un certain nombre de recommandations (programme de surveillance et d'alerte) et certains pays ont défini des mesures de gestion (notamment l'Australie fréquemment touchée par ces phénomènes). Ces mesures sont basées principalement sur une surveillance de la prolifération des cyanobactéries dans les plans d'eaux (dénombrement des cellules et/ou de la chlorophylle dans l'eau, caractérisation des populations présentes), associée ou non à une recherche de microcystines dans l'eau.

Le rapport AFSSA-AFSSET de juillet 2006 propose également des stratégies de surveillance avec des seuils de gestion selon le nombre de cellules (cyanobactéries planctoniques) et une concentration maximale en microcystines au-delà de laquelle toutes activités nautiques et de baignade devraient être interdites (gestion par l'ARS).

La note d'information de la DGS de 2014 (DGS/EA4 n° 2014-166 du 23 mai 2014), mise à jour en 2015 (DGS/EA4 n° 2015-181 du 2 juin 2015) a repris ces éléments pour définir des modalités générales de gestion en matière de restriction ou d'interdiction de baignade et d'activités nautiques en cas de bloom de cyanobactéries planctoniques.

En ce qui concerne les toxines, une valeur-seuil de 13 µg/L en équivalent microcystine-LR⁵ a été retenue pour interdire toute baignade et activité nautique. La note modificative 2015-181 ajoute également une valeur provisoire de 40 µg/L pour l'anatoxine-a⁵ pour cette même interdiction, et recommande d'interdire la consommation des produits de la pêche en situation de contamination des eaux par les cyanobactéries (lorsque la baignade est interdite).

Concernant les cyanobactéries de type benthique, du fait notamment des difficultés à estimer la contamination d'un cours d'eau (absence de protocole de prélèvement, etc.), les mesures vis-à-vis de la baignade et autres activités restent basées sur une appréciation locale du risque en fonction des éléments observés (biofilms importants, galets noirs et flocs d'algues, mortalités de chiens concomitantes) et selon la connaissance du milieu.

Une mise à jour du rapport de 2006 est actuellement en cours à l'Anses pour tenir compte de l'actualisation des connaissances dans ce domaine, notamment vis à vis des espèces toxiques et des valeurs limites de qualité dans ces eaux (saisine de la DGS, 2016-SA-0165 du 19 juillet 2016).

II.B – Toxicité des produits aquatiques

Dans son rapport d'appui scientifique et technique (AST) de juin 2016⁶ concernant la contamination des poissons d'eau douce par les cyanotoxines, l'ANSES a effectué une revue bibliographique concernant les méthodes analytiques applicables aux cyanotoxines dans les poissons, ainsi que la contamination de ces derniers.

4 Actualisation de l'évaluation des risques liés à la présence de cyanobactéries et leur toxines – Note d'étape mars 2018

5 Rapport AFSSA-AFSSET 2006, chapitre VII point 3.5.2.

6 Saisine 2015-SA-0206 du 22 septembre 2015.

Méthodes analytiques pour la recherche de cyanotoxines dans les produits de la pêche :

L'extraction des toxines s'avère difficile, surtout dans des matrices complexes comme la chair des poissons : compatibilité des solvants avec la technique de détection, possible co-extraction d'interférences, étape de purification pour réduire la charge matricielle. Par ailleurs certaines toxines, comme les microcystines, sont connues pour exister également sous une forme liée aux protéines dont la biodisponibilité, et donc la toxicité chez l'homme, n'est pas connue (de ce fait, le dosage de la seule forme libre pourrait aboutir potentiellement à une sous-estimation du risque).

L'AST présente les deux méthodes de détection les plus communément utilisées :

- l'ELISA, qui ne permet pas d'identifier tous les analogues d'une famille de toxines, mais permet de quantifier ceux détectés par l'anticorps utilisé⁷. Elle est sensible aux effets matrices. Elle se révèle utile pour des analyses de première intention permettant de collecter les premiers éléments d'information (rapide, simple, peu onéreuse). Des tests ELISA sont commercialement disponibles pour l'analyse d'échantillons d'eau ;
- la LC-MS(/MS) sensible, qui permet de distinguer différents variants et de les quantifier. Elle présente cependant des inconvénients : matériel complexe, personnel hautement qualifié, coût élevé, sensibilité aux effets matrices, disponibilité des étalons des différents variants pour les aspects liés au développement/caractérisation de la méthode et à la quantification. Par ailleurs, du fait de l'absence de laboratoires réalisant cette méthode en routine, le délai de rendu des analyses demandées peut s'avérer très long.

Il existe d'autres méthodes recensées dans la bibliographie (bio-essai, autres chromatographies, tests de cytotoxicité, tests de liaison ligand-récepteur). Idéalement, il faudrait que ces méthodes d'analyse soient validées par un laboratoire de référence, mais cette exigence n'est pas facile à satisfaire pour différentes raisons. **En l'absence de caractérisation (par détermination de limite de détection (LD), limite de quantification (LQ), gamme de concentrations, rendements de récupération, spécificité, etc.), les résultats produits ne peuvent cependant pas être considérés comme fiables⁸.**

Contamination des poissons :

La contamination des poissons par les **microcystines** est globalement la plus étudiée (cinétique d'accumulation/dépuration, relation entre la concentration dans l'eau et dans les muscles). Néanmoins, l'ensemble de ces travaux ne permet pas de tirer de conclusions précises et de disposer d'informations utilisables en période de gestion de crise :

- accumulation des microcystines dans le tissu musculaire sans relation linéaire avec la durée des efflorescences, ni avec la dose d'exposition aux toxines,
- problématique des formes liées aux protéines,
- dépuration des microcystines pouvant être très lente, même après disparition de la toxine dans l'eau (« bruit de fond »),
- concentration musculaire en microcystines dépendante des espèces de poissons et de leur régime alimentaire (les poissons phytoplanctonivores étant généralement les plus contaminés, et les carnivores les moins contaminés),
- au sein d'une même espèce, les individus de petite taille ont des concentrations musculaires en microcystines plus élevées.

⁷ Pour les microcystines par exemple, il est recommandé d'utiliser les tests ELISA utilisant un anticorps dirigé contre le groupement Adda pour permettre de reconnaître un maximum de variants de ces toxines.

⁸ AST juin 2016 (2015-SA-0206) chapitre 2.2 - Conclusions et recommandations.

La concentration reste cependant plus élevée dans le foie et les viscères comparativement aux muscles.

En ce qui concerne les **autres toxines**, le nombre de données issues des publications est très faible. Elles montrent cependant un potentiel d'accumulation dans les tissus des poissons, mais également sans pouvoir le relier à la concentration dans l'eau ou à la durée d'exposition.

Sur ce point, lors de l'épisode de toxicité de l'été 2017 en Maine et Loire, dû à des cyanobactéries benthiques productrices d'anatoxines (*Phormidium*), un plan d'échantillonnage (eau et biofilms, poissons) a été mis en place avec le concours du MNHN et a mis en évidence des concentrations importantes, allant jusqu'à 8 mg/kg d'anatoxine-a dans les muscles des poissons vivants dans les zones touchées.

En conclusion, les connaissances actuelles sur les cyanobactéries et le risque toxique lié à la consommation d'animaux aquatiques nécessitent d'être complétées. Le transfert des cyanotoxines dans la chaîne trophique est insuffisamment connu, ainsi que leur bioaccessibilité et leur biodisponibilité. Les protocoles d'extraction et de purification, ainsi que les performances des méthodes analytiques actuellement disponibles pour détecter et quantifier les cyanotoxines dans différentes matrices (eau, cyanobactéries, poissons etc.), demandent une attention particulière (caractérisation/validation de la méthode, effets matrices, réactions croisées des anticorps pour l'ELISA...) afin de pouvoir fiabiliser correctement les résultats obtenus.

Les produits de la pêche doivent néanmoins être considérés comme une source possible d'exposition. L'accumulation préférentielle des toxines dans certains organes peut être prise en compte pour apprécier ce risque et adapter des mesures de gestion (étêtage, éviscération par exemple). A ce stade des connaissances, notamment en l'absence de seuil de toxicité, les résultats d'une recherche de toxines dans la chair de poissons ne doivent pas être attendus comme éléments décisionnels de gestion.

Dans le cadre de la saisine de l'Anses 2015-SA-0207⁹, des travaux d'expertise collective sont en cours pour estimer le risque sanitaire lié à la consommation de poissons d'eau douce en lien avec les microcystines, cylindrospermopsines et saxitoxines. Après actualisation de leur valeur toxicologique de référence (VTR) respective, l'objectif sera de proposer des concentrations maximales tolérables dans la chair des poissons au regard des données de consommation (rapport attendu pour mi-2019).

III. Lignes directrices pour la gestion du risque

III.A – Coordination entre les différents acteurs

De nombreux acteurs sont susceptibles d'être concernés par la gestion de ces épisodes dans le cadre de leurs compétences respectives :

- Les ARS, pour le suivi de la qualité des eaux de consommation humaine (ECDH), et la surveillance des eaux de baignade et des activités aquatiques ;
- Les DDT, pour la gestion de la pêche (ouverture/fermeture de la pêche, modes et procédés de pêche, réserve de pêche) ;

⁹ Cette saisine est traitée conjointement avec la saisine 2016-SA-0165 de la DGS.

- Les DDPP, pour le suivi de la santé et de la protection des animaux (pisciculture, abreuvement des animaux d'élevage), et de la mise sur le marché des produits issus de la pêche professionnelle ;
- Les DREAL, pour la surveillance de la qualité des milieux aquatiques, la préservation des milieux aquatiques (classement des cours d'eau, gestion des poissons migrateurs, etc.) ;
- Les DRAAF, pour leur action de coordination des actions des DDPP.

La gestion de ce type de crise fait intervenir de nombreux acteurs décisionnaires, avec lesquels il conviendrait de se rapprocher "en temps de paix", afin de préciser et d'optimiser les rôles et compétences de chacun, depuis l'organisation de la surveillance du milieu jusqu'aux modalités de communication.

A cet effet, il pourrait être utile de créer une instance locale de coordination, notamment dans les départements régulièrement touchés par ces phénomènes, avec pour objectifs de recueillir et de faire circuler l'information, de décider de mesures complémentaires propres à l'évaluation de la situation (prélèvements, analyses ...) et de proposer des décisions de gestion aux préfets départementaux. Le cas échéant, elle pourrait être interdépartementale, voire régionale.

Son pilotage par les différentes administrations sera fonction des activités effectivement présentes sur les cours d'eau concernés par les épisodes d'efflorescences et de toxicité.

III.B – Détection des épisodes toxiques

Lorsqu'il existe une surveillance officielle des zones de baignade par l'ARS, notamment dans les plans d'eau de type étang, la survenue d'efflorescences peut être détectée et, après caractérisation (genres et espèces de cyanobactéries, prédominance dans la population analysée, présence de taxon(s) potentiellement toxique(s)), donner lieu au déclenchement d'une alerte.

Ceci est en revanche plus difficile pour :

- les plans d'eau sans activité de baignade, qui sont sans surveillance officielle directe,
- les cours d'eau avec efflorescence de cyanobactéries benthiques.

Dans ces situations, la connaissance d'un événement potentiellement toxique dans un plan d'eau ou une rivière peut être recherchée initialement avec d'autres types de signaux :

1. Observation du phénomène :

En l'absence de surveillance officielle de zones de baignade, il conviendrait de pouvoir développer un « réseau » de surveillance du milieu, au moins dans les zones déjà connues pour avoir été touchées par des épisodes de toxicité ou dont le contexte environnemental peut être considéré comme favorable au développement des cyanobactéries. A cet effet, il pourrait être fait appel par exemple, aux associations de pêcheurs, aux agents de l'agence française pour la biodiversité (AFB), aux exploitants d'activités nautiques locales (kayak, par exemple), à la ligue de protection des oiseaux (LPO), voire aux particuliers. L'implication des pêcheurs professionnels reste à évaluer, compte tenu notamment des interdictions de pêche qui pourraient découler de ces informations.

Cette organisation doit s'accompagner de procédures de gestion : recueil/centralisation des informations, traitement des données (quand considère-t-on

qu'on est en phase d'alerte, schéma décisionnel, etc.), diffusion entre les services, formation/information de ces acteurs de surveillance (que rechercher, qui contacter)¹⁰.

2. Signalement de mortalité anormale d'animaux :

Les chiens ayant apparemment une appétence particulière pour les flocons, des mortalités peuvent être observées, notamment avec les cyanobactéries productrices de neurotoxines. Ces informations pourraient être relayées par les cabinets vétérinaires auprès desquels il conviendrait de diffuser préalablement une information adaptée sur ce risque, avec demande de signalement aux DDPP des intoxications suspectes. Des autopsies pourraient alors utilement être pratiquées pour confirmer le diagnostic (analyse du bol stomacal pour la recherche de cyanobactéries et/ou de cyanotoxines).

C'est ce qui est mis en place dans certains départements comme la Lozère (48) ou le Maine-et-Loire (49), où des documents (fiche réflexe, protocole, etc.) ont été diffusés par la DDPP auprès des vétérinaires praticiens, afin que les suspicions soient déclarées, voire documentées au moyen d'un questionnaire de recueil des commémoratifs, du tableau clinique et des résultats de l'autopsie (un exemple de fiche réflexe à l'attention des vétérinaires praticiens est présenté en annexe IV).

III.C – Confirmation de la toxicité du milieu

A partir de ces éléments de contexte et en cas de suspicion d'alerte, il est nécessaire de réaliser, dans le milieu aquatique concerné, des prélèvements pour confirmer la présence de cyanobactéries, identifier les populations présentes¹¹, leur prédominance et détecter les cyanotoxines susceptibles d'être produites.

Pour la réalisation de prélèvements dans des plans d'eau de type étang, notamment s'agissant de cyanobactéries planctoniques, le rapport AFSSA-AFSSET de 2006 propose, dans l'attente de la normalisation de protocoles, des modalités générales d'échantillonnage : prélèvements dans la colonne d'eau (50 cm), en différents endroits pour une estimation globale des concentrations cellulaires à l'échelle du plan d'eau, prélèvements d'écumes¹², avec fixation au lugol.

Le Laboratoire d'Hydrobiologie de Nancy (Anses) a également publié en juin 2016, une première version d'un guide méthodologique « Prélèvement, dénombrement et identification des Cyanobactéries dans les eaux douces accueillant des activités de baignade et de loisirs nautiques »¹³.

En rivière en revanche, où se développent préférentiellement des cyanobactéries benthiques, la représentativité des prélèvements est plus complexe (milieu « ouvert », en mouvement). Les modalités de réalisation de prélèvements (eau de surface et de fond, biofilms, flocons) seront à étudier au cas par cas localement.

III.D – Interdiction de pêche et/ou de consommation des produits pêchés

Les mesures de gestion en matière de consommation de produits pêchés dans les zones touchées par la prolifération de cyanobactéries sont actuellement difficiles à mettre en

10 Dans le cadre du projet CYBERI (rapport d'étude de mars 2016), quelques recommandations de surveillance ont été proposées pour les cyanobactéries benthiques en rivière.

11 Pour information, en annexe II, une liste de laboratoires recommandés par le MNHN est proposée.

12 Rapport AFSSA-AFSSET 2006 : partie II, point 1 et partie VIII, point 2.3.1.

13 <http://rese.intranet.sante.gouv.fr/santenv/interven/baignade/guidv0.pdf>

œuvre, du fait principalement du manque de données précises sur les risques et l'absence de concentration maximale tolérable dans la chair pour l'instant.

En cas d'efflorescence de cyanobactéries toxiques dans le milieu, compte tenu des conclusions de l'AST de l'Anses de 2016, on peut considérer que le transfert de toxines dans la chair musculaire de poissons vivant dans cet environnement contaminé peut exister, même si des concentrations très variables d'une espèce ou d'un individu à l'autre sont observés. Bien que fondée sur un risque potentiel, en l'absence de donnée précise concernant l'exposition réelle du consommateur, la prise de mesures concernant la consommation de poissons pêchés dans un milieu contaminé apparaît justifiée.

Selon la situation et l'appréciation du risque, ces mesures peuvent se limiter à la diffusion de **recommandations de consommation ou de préparation des poissons** :

- éviscérer et étêter systématiquement les poissons pêchés (le cas échéant, ces opérations étant réalisées, avant congélation afin d'éviter tout risque de transfert de toxines depuis le tube digestif vers la chair),
- ne pas manger les petits poissons, type « friture »,
- limiter la consommation des poissons de certains cours d'eau (en temps de crise, voire en tout temps, dans le cas des cours d'eau où ces phénomènes sont récurrents¹⁴),

ou aboutir à des **interdictions ponctuelles de pêche en vue de la consommation**, notamment en cas de présence de saxitoxines ou anatoxines qui sont des neurotoxiques, ou en cas de concentration en microcystines supérieure à 13µg/L ou de concentration en cylindrospermopsines très élevée par rapport au « bruit de fond » habituel du plan d'eau.

L'interdiction de pêche vise avant tout les professionnels, la pêche de loisir pouvant être maintenue, mais avec consigne de ne pas consommer les poissons (no-kill).

A la suite des différents épisodes de toxicité observés les années passées (2014-2015), et en l'absence de VTR pour les cyanotoxines, un **arbre de décision** pour la gestion de la pêche et de la consommation des poissons avait été rédigé (DGAL et DGS) et utilisé (cf. annexe III). Ce schéma décisionnel est adapté aux épisodes survenant dans des plans d'eau de type étang et dus à des efflorescences de cyanobactéries planctoniques (développement dans la colonne d'eau, formation d'écumes) et peut servir de base de réflexion pour la prise de mesures de gestion (le seuil de 13 µg/L pour les MCs est celui proposé dans le rapport de l'AFSSA/AFSSET de 2006 pour interdire ou non les baignades et activités nautiques, cf. chapitre II-A de la présente instruction).

En revanche, cet arbre de décision n'est guère transposable aux cas d'efflorescence de cyanobactéries benthiques en cours d'eau. Les éventuelles mesures sur la pêche ou la consommation restent à déterminer selon l'évaluation de la situation locale (mortalités concomitantes de chiens, présence importante de biofilms et flocs, etc.)¹⁵.

Une difficulté supplémentaire pour les cours d'eaux est la délimitation géographique des mesures de gestion. Il semble compliqué de pouvoir établir des règles générales pour les limites aval/amont qui seront à définir (où commence/s'arrête réellement le développement des cyanobactéries, problématique des flocs qui se détachent, circulation des poissons

14 L'élimination des microcystines accumulées dans le muscle des poissons est très lente, et à certains endroits, le bruit de fond observé pourrait déjà être considéré comme à risque.

15 Dans le rapport du projet CYBERI de mars 2016, il n'est pas recommandé de faire de dosage de toxines du fait d'une trop grande hétérogénéité spatiale et temporelle dans la toxicité éventuelle des biofilms.

amont-aval). La situation devra être évaluée localement au cas par cas, pour aboutir à des mesures cohérentes, notamment avec les départements limitrophes.

En dehors de ces mesures d'interdiction, d'autres recommandations peuvent être prises selon le contexte, comme notamment empêcher les animaux familiers, particulièrement les chiens, et le bétail de se baigner et s'abreuver dans les zones touchées.

III.E – Communication

Il convient de noter que certaines régions ont choisi de gérer ces situations de manière différente, en axant leurs actions uniquement sur l'information. C'est le cas notamment pour les gorges du Tarn, lieu souvent touché ces dernières années par ce phénomène avec des mortalités de chiens, et où a été privilégiée la communication préventive sur ce danger (coordination par l'ARS Occitanie – délégation de la Lozère). Des affiches et des flyers¹⁶ sont distribués à la population, notamment aux propriétaires d'animaux domestiques et aux parents de jeunes enfants (distribution dans les campings, offices de tourisme, location de canoë, etc.), et des panneaux d'information sont posés sur les zones d'accès aux rivières. Il n'y a ici ni interdiction de pêche ni de consommation, mais des recommandations (éviscération et étêtage systématique des produits).

Si la communication est un élément important dans la gestion de ces épisodes, il convient d'évaluer la portabilité, dans d'autres départements, d'un dispositif uniquement basé sur elle.

En revanche, la communication apparaît dans tous les cas nécessaire, et devra être adaptée localement, *a minima* comme média d'information en complément des mesures d'interdiction prises (cf. exemples en annexe IV). Selon le cas, elle pourra être rédigée à destination du grand public et/ou cibler des associations ou des organisations professionnelles spécifiques (associations de pêche, associations de chasse, chambres d'Agriculture, GDS, GTV, etc.). Elle pourra prendre la forme d'affiche/flyer, ou de questions-réponses mises en ligne sur le site de la préfecture.

Je vous remercie de bien vouloir me transmettre les difficultés que vous rencontreriez dans la mise en œuvre de la présente instruction.

Le Directeur Général de l'Alimentation

Patrick DEHAUMONT

¹⁶ Documents disponibles sur le site www.tarn-amont.fr (cf. annexe IV).

Annexe I

Le tableau ci-dessous liste les familles de cyanotoxines qui présentent une toxicité avérée pour les vertébrés aquatiques ou terrestres. Cette liste a été élaborée par l'Anses à partir d'une analyse de la littérature récente et après vérification des informations contenues dans les publications originelles citées dans ces revues.

N'ont été retenues que les occurrences qui ont pu être attestées sur des souches isolées et clairement identifiées à partir de caractères morphologiques et génétiques établis, garante du niveau de confiance minimal requis pour ce type d'observations.

La quatrième colonne regroupe les genres reportés couramment dans la littérature, qui sont des modèles pour l'étude de ces molécules (principaux genres de cyanobactéries producteurs avérés).

Les autres genres reportés sont moins étudiés pour la production de ces toxines. Ces genres peuvent contenir des organismes typiquement planctoniques (i.e. *Microcystis*) ou typiquement benthiques (i.e. *Kamptomonema*).

Toutefois, les recherches de ces dernières années ont démontré que des organismes considérés comme strictement planctoniques sont également présents dans le benthos (i.e. *Anabaena*, *Nodularia*, *Planktothrix*) et peuvent pour certains, produire les mêmes toxines (i.e. *Planktothrix* sp. PCC 11201 isolé du fond d'une rivière en Nouvelle-Zélande produit des microcystines).

Tableau I : liste des cyanotoxines présentant une toxicité avérée pour les vertébrés aquatiques ou terrestres

(nota : les genres identifiés dans le tableau ne produisent pas systématiquement de toxines)

Famille de toxines	Milieu	Morphotype	Principaux genres de cyanobactéries producteurs avérés	Autres genres de cyanobactéries producteurs avérés
<u>Microcystine</u>	Eau douce, et terrestre (cyanobactéries en symbiose avec des champignons pour former des lichens)	Unicellulaire colonial	<i>Microcystis</i>	<i>Aphanocapsa</i> , <i>Merismopedia</i> , <i>Radiocystis</i> , <i>Woronichinia</i>
		Filamenteux	<i>Planktothrix</i> (<i>Oscillatoria</i>)	<i>Annamia</i> , <i>Geitlerinema</i> , <i>Leptolyngbya</i> , <i>Limnithrix</i> , <i>Kamptomonema/Phormidium</i> , <i>Pseudanabaena</i> , <i>Spirulina</i> , <i>Trichodesmium</i> , <i>Plectonema</i>
		Filamenteux hétérocyté	<i>Anabaena</i>	<i>Anabaenopsis</i> , <i>Calothrix</i> , <i>Nostoc</i> , <i>Trichormus</i>
		Filamenteux hétérocyté ramifié	<i>Hapalosiphon</i>	<i>Fischerella</i>
Anatoxine-a	Eau douce	Filamenteux hétérocyté	<i>Anabaena</i>	<i>Aphanizomenon</i> , <i>Cuspidothrix</i> , <i>Cylindrospermum</i> , <i>Dolichospermum</i> , <i>Raphidiopsis</i>
		Filamenteux	<i>Kamptomonema/Phormidium/Oscillatoria</i> (organismes benthiques)	<i>Pseudanabaena</i> , <i>Microcoleus</i> , <i>Tychonema</i>
Anatoxine-a(S)	Eau douce	Filamenteux hétérocyté	<i>Dolichospermum</i> (<i>Anabaena</i>)	
<u>Cylindrospermopsine</u>	Eau douce	Filamenteux hétérocyté	<i>Cylindrospermopsis</i>	<i>Aphanizomenon</i> , <i>Anabaena</i> , <i>Raphidiopsis</i> , <i>Dolichospermum</i> , <i>Chrysosporum</i>
		Filamenteux hétérocyté ramifié	<i>Umezakia</i>	
		Filamenteux	<i>Kamptomonema/Phormidium/Oscillatoria</i> (Organismes typiquement benthiques)	<i>Lyngbya</i>

Famille de toxines	Milieu	Morphotype	Principaux genres de cyanobactéries producteurs avérés	Autres genres de cyanobactéries producteurs avérés
Saxitoxine	Eau douce (et marine par d'autres producteurs)	Filamenteux <u>hétérocité</u>	<i>Aphanizomenon</i>	<i>Anabaena</i> , <i>Dolichospermum</i> , <i>Cylindrospermopsis</i> , <i>Cuspidothrix</i> , <i>Raphidiopsis</i> , <i>Scytonema</i>
	Eau marine	Filamenteux	<i>Lyngbya</i> (Organismes typiquement benthiques)	<i>Hydrocoleum</i> , <i>Trichodesmium</i>
BMAA (beta-méthylamino-L-alanine)	Eau marine	Filamenteux	<i>Leptolyngbya</i>	
Nodularine	Eau marine/saumâtre (et eau douce selon Foss <i>et al.</i> , 2016)	<u>Hétérocité</u>	<i>Nodularia</i> <i>check</i> <i>lyra</i> <i>nod</i> benthique produisant	<i>Nostoc</i>
Lyngbyatoxine	Eau marine	Filamenteux	<i>Lyngbya</i> (Organismes typiquement benthiques)	<i>Moorea</i>
Apysiatoxine	Eau marine	Filamenteux	<i>Lyngbya</i> (Organismes typiquement benthiques)	<i>Moorea</i> , <i>Leibleinia</i>
Palytoxine	Eau marine	Filamenteux	<i>Trichodesmium</i>	

Remarque :

- Les noms de genres entre parenthèses correspondent à des synonymes et à des taxa redistribués (par exemple, une partie des *Anabaena* et des *Aphanizomenon* proches génétiquement forment le nouveau taxon *Dolichospermum*) alors que les noms de genres séparés par des « / » correspondent à des complexes de morpho-espèces dont l'identification et l'appellation peuvent être à l'heure actuelle sujettes à controverse. La classification de ces organismes évolue elle aussi, notamment à la lumière des connaissances acquises tout récemment sur les génomes et l'histoire évolutive et adaptatives de ces organismes.
- Benthique : qui vit au fond de l'eau, planctonique : qui évolue librement dans la colonne d'eau.

Annexe II

Bureaux d'études et laboratoires qui réalisent des analyses de phytoplancton,
recommandés par le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN)

Phyo-quality

Dr Maria Cellamare
15 rue Pétrarque
75116 PARIS
Tél. : +33 (0) 6 15 79 00 71
E-mail : contact@phyto-quality.fr
www.phyto-quality.fr

Bi-Eau

Dr Maria ANDRESEN LEITAO
15 rue Laine Laroche
49000 Angers
Tel: 02 41 88 52 88
E-mail : contact@bieau.fr
<http://bieau.fr>

Limnologie SARL

Frédéric PITOIS
16 rue Paul Langevin
35200 Rennes – France
tel: 330299321794

IRSTEA - Unité ECOVEA

Dr Christophe LAPLACE-TRYTURE
50, Avenue de Verdun
33612 CESTAS Cedex France
Tel: 05 57 89 53
E-mail : christophe.laplace-treuture@irstea.fr

INRA - UMR Carrtel

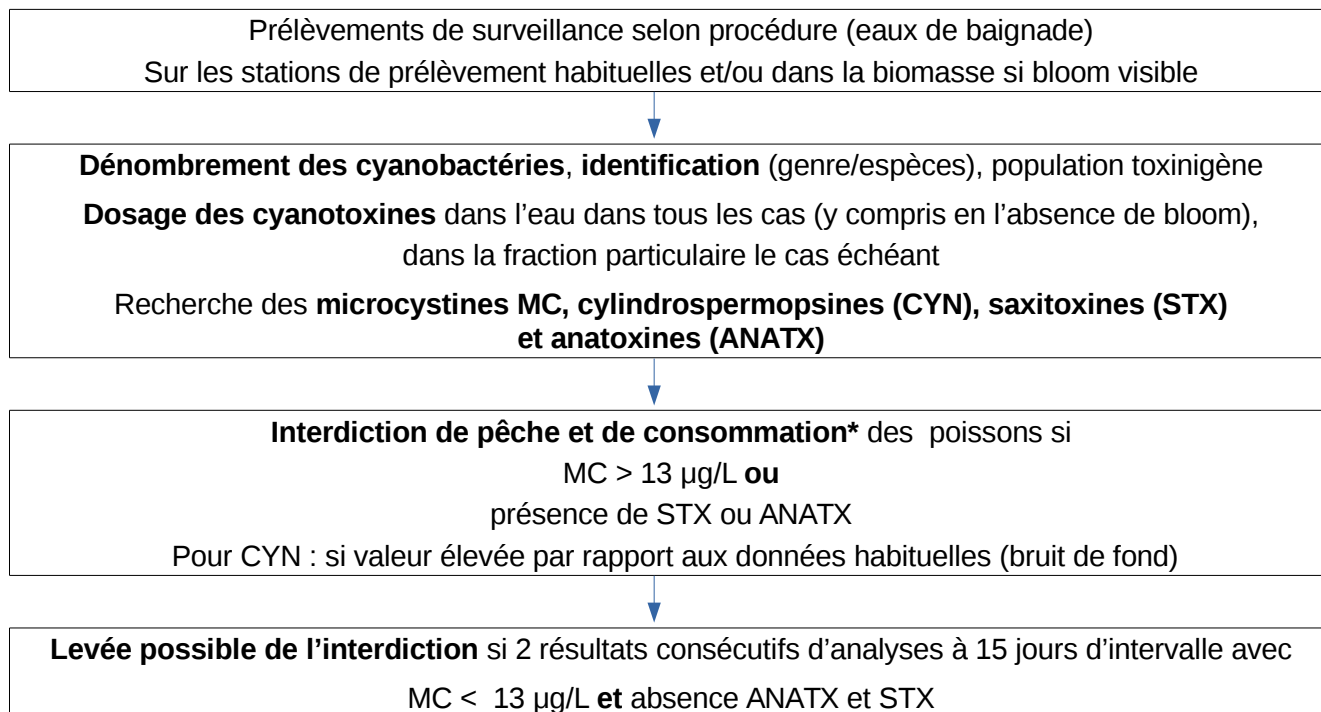
Dr RIMET Frédéric (frederic.rimet@thonon.inra.fr)
75 av. de Corzent - BP 511
FR-74203 Thonon les Bains cedex, France
tel : 0033-4-50-26-78-74
<https://www6.dijon.inra.fr/thonon/>

Le **MNHN** possède également ces compétences, mais il intervient lors d'arbitrages, quand cela est nécessaire, lors de résultats contradictoires réalisés par des laboratoires non référencés ci-dessus.

Eq. Cyanobactéries, Cyanotoxines et Environnement
Muséum National Histoire Naturelle
UMR 7245 CNRS-MNHN Molécules de Communication et Adaptation des Micro-organismes
Prof. Cécile BERNARD
75231 PARIS Cedex 05
Tel : + 33 (0)1 40 79 31 83 ou 31 95
<http://www.mnhn.fr/mcam/>

Annexe III

Interdiction de pêche et de consommation des poissons Arbre décisionnel relatif au suivi des cyanobactéries planctoniques et de leurs toxines



* L'interdiction de pêche et de consommation peut aussi être prise dès l'apparition d'un bloom massif avec formation d'écume et/ou un dénombrement de cyanobactéries très élevé (proposé supérieur à 100 000 cellules / mL dans le rapport AFSSA/AFSSET de 2006). Les résultats d'analyses permettront de maintenir l'interdiction ou sa levée (tout en maintenant les recommandations ci-dessous).

Remarque :

Lors de la construction de cet arbre de décision, il a été proposé que la levée des mesures d'interdiction se fasse après 2 résultats consécutifs d'analyse à 15 jours d'intervalle, présentant une teneur inférieure à 13 µg/L en équivalent microcystines-LR¹ et une absence d'anatoxine et de saxitoxine sur chacun des points de mesure dans l'eau.

Pour ce qui concerne les microcystines, ce délai n'est actuellement pas justifié par des données scientifiques, leur persistance dans la chair musculaire pouvant être potentiellement plus longue (« bruit de fond », effet subchronique).

De ce fait, il est suggéré que la recommandation d'éviscération et d'étêtage des poissons avant consommation, ainsi que celle de ne pas consommer les petits poissons entiers, puissent être maintenue après la levée des mesures de gestion. En cas de congélation des produits de la pêche, il est important d'éviscération et d'étêter les poissons avant congélation, afin d'éviter tout risque de transfert de toxines depuis le tube digestif vers la chair.

La diminution notable des biofilms et des floccs peut également être un élément décisionnel, notamment si le comptage fait ressortir une minoration de la population de cyanobactéries toxiques (< 20 % population totale).

1 L'équivalent microcystines-LR est la somme des différents variants de microcystines dosés.

Annexe IV

Exemple n°1 de communication à destination du grand public (Lozère)

(Affiche réalisée par le SAGE Tarn amont, le syndicat mixte gorges du Tarn, l'ARS et l'agence de l'eau Adour-Garonne)

SOYEZ VIGILANT !

Juin 2017

BE CAREFUL ! ¡ATENCIÓN!

Des cyanobactéries, qui peuvent être toxiques pour les humains et les chiens, colonisent parfois le fond de cette rivière.
Elles forment à la surface des cailloux des plaques (biofilms) de couleur foncée, parfois marbrée, qui peuvent se détacher et s'accumuler sur les bords (flocs).

 **Cyanobacteria**, that can be toxic for humans and dogs, sometimes colonise the bottom of the river. They form dark-brown coloured mats that grow on rocks in the river bed. Mats that come loose from the river wash up on the river bank or form floating "rafts" in shallow water.

 **Cianobacterias**, que pueden ser tóxicas para los humanos y los perros, a veces colonizan el fondo del río. Aparecen en la superficie de las piedras formando tapetes (« biofilm ») de color verde-oscuro, a veces de varios colores formando vetas, que pueden soltarse y acumularse en los bordes (flóculos).



Biofilms - Mats

Flocs - Floating mats - Flóculos

VEILLEZ À NE PAS LES INGÉRER !

Ne jouez pas avec des bâtons ou galets ayant été immergés et surveillez les jeunes enfants qui pourraient les porter à la bouche.
Ne vous baignez pas dans des zones où des flocs sont accumulés.

 **DO NOT INGEST THEM !**
Do not play with wooden sticks or pebbles that have been submerged, and look after young children who could put them to their mouth.
Do not bath in areas where floating mats have accumulated.

 **¡NO INGERIRLAS!**
No juegue con palos o piedras que estaban sumergidos, y vigilen que los niños no se los lleven a la boca.
No se bañe en las zonas donde los flóculos estén acumulados.

TENEZ VOTRE CHIEN EN LAISSE

et ne le laissez pas accéder à la rivière

Si votre chien présente des signes de tremblements ou des difficultés à marcher après avoir accédé à la rivière, emmenez-le rapidement chez un vétérinaire, si possible en ayant récupéré ses vomissures.

 **HOLD YOUR DOG IN LEASH**
and do not let it reach to the river.
If your dog is showing signs of lethargy, muscle tremors, fast breathing and paralysis after having accessed the river, take it to a vet de asap ; if you can, bring a sample of its vomit.

 **LLEVE A SU PERRO CON CORREA**
y no lo deje acercarse al río.
Si su perro muestra indicios de temblores o dificultades para caminar después de haber ido al río, llévelo a un veterinario rápidamente, y si es posible, llevando su vómito.



Exemple n°2 de communication à destination du grand public (Pays de la Loire)



CYANOBACTERIES EN LOIRE : SOYEZ VIGILANTS

Des microorganismes, appelés cyanobactéries, colonisent parfois le fond des rivières, l'été voire en début d'automne. Elles forment à la surface des cailloux des plaques (biofilms) de couleur vert / brun foncée, qui peuvent se détacher et s'accumuler sur les bords (flocs, amas d'algues). Elles peuvent être à l'origine d'intoxications mortelles pour les chiens.

Pour éviter les risques, il est important de connaître les précautions de bon sens à mettre en œuvre, simples et dont chacun a la responsabilité. Reconnaître les symptômes d'une intoxication permet également d'adapter votre comportement.

QUELLES PRECAUTIONS PRENDRE VIS-A-VIS DES CYANOBACTERIES EN RIVIERE ?

Attention aux enfants !



- Ne pas se baigner en dehors des sites autorisés et surveillés. Il est interdit de se baigner dans la Loire
- Éviter d'ingérer de l'eau.
- Ne pas jouer avec des bâtons ou galets ayant été immergés ou avec des dépôts d'algues, ne pas les porter à la bouche.
- Prendre une douche après la baignade.
- Ne pas pratiquer d'activités de loisirs (canoë et autres activités nautiques...) dans des zones où des amas d'algues sont accumulés.

Attention aux animaux domestiques (risque de mortalité canine) !



- Tenir les chiens en laisse
- Ne pas les laisser accéder à la rivière /

Zone de baignade

QUELS SONT LES SYMPTÔMES D'UNE INTOXICATION AUX TOXINES DE CYANOBACTERIES ?

Après une baignade



- Irritation de la peau ou des yeux, apparition de boutons...

En cas d'ingestion

- Tremblements, fièvre, douleurs abdominales, douleurs musculaires, nausées, vomissements...

Consulter rapidement un médecin

En cas d'ingestion d'eau de la rivière, d'algues ou de jeu avec des bâtons ou galets souillés



- Tremblements des pattes arrières, perte d'équilibre, état anxieux, nausées, yeux globuleux, bave...

L'emmener rapidement chez un vétérinaire, si possible en ayant récupéré les éventuelles vomissures



Pour plus d'informations :

Direction départementale de la protection des populations – 02 41 79 68 30

Agence régionale de santé Pays de la Loire – 06 78 26 56 94



ARS Pays de la Loire - CS 56233 44262 NANTES cedex 2

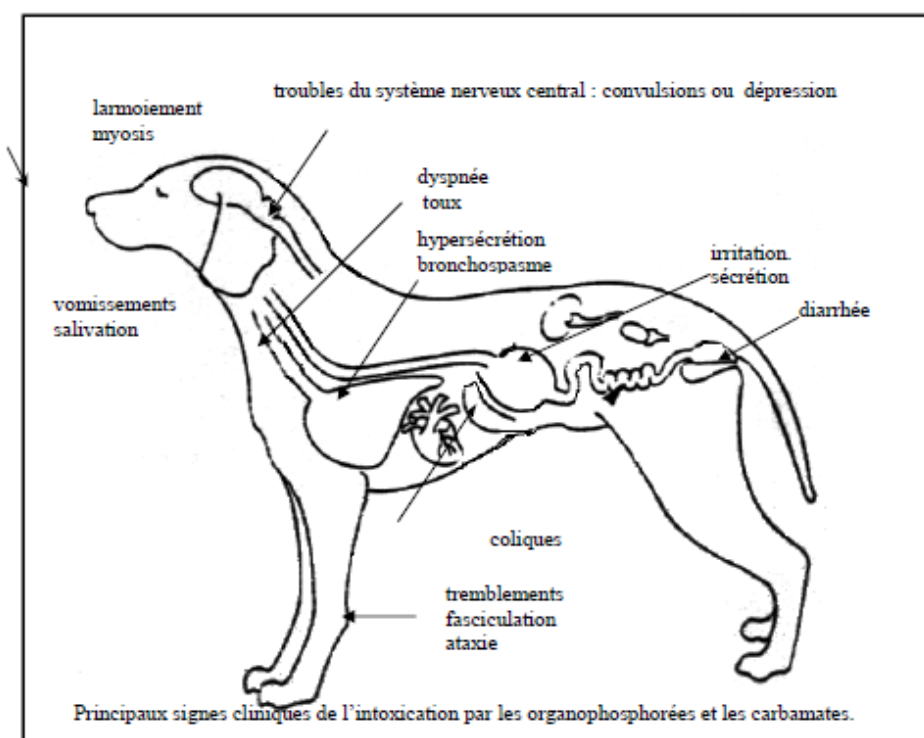
Exemple d'une fiche réflexe à l'attention des vétérinaires praticiens

(DDCSPP de la Lozère)

Fiche réflexe Vétérinaire praticien

Symptômes :

Syndrome proche de celui d'une intoxication par les organophosphorés ou carbamates, décrit dans le schéma ci-dessous.



Extrait du chapitre intoxications par les insecticides organophosphorés et les carbamates par G. Keck, professeur de pharmacie toxicologie – Ecole nationale vétérinaire de Lyon.

Traitement:

Traitement symptomatique : Valium (efficace si précoce)

Conduite à tenir :

- avvertir la DDCSPP de la Lozère
 - standard : 04 ...
 - directeur/dir. adjoint : 04 ...
 - chef de service/adjoint : 04 ...
 - standard préfecture : 04 ... (en dehors des heures d'ouverture pour contacter le cadre DDCSPP d'astreinte)
- prévenir le LDA (04 ..., afin que les prélèvements soient pris en charge **rapidement**)
- relever avec précision tous les commémoratifs (lieu de baignade, éventuelle ingestion d'aliments...)
- conserver tout échantillon (vomissures, sang, cadavre...) pour analyses qui seront prises en charge par la DDCSPP
- noter l'identité et les coordonnées exactes (avec tél.) du propriétaire de l'animal