

Surveillance des phycotoxines réglementées dans les mollusques bivalves Bilan de 2020 à 2022

Marina Nicolas¹, Aurélien Baudry², Christine Médaille², Maud Lemoine³

Auteur correspondant : lnr.biotoxines.marines@anses.fr

¹ Laboratoire de sécurité sanitaire des aliments, Unité Pesticides et Biotoxines Marines, Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses), 94701 Maisons-Alfort, France

² Direction générale de l'Alimentation, Sous-direction de la sécurité sanitaire des aliments, Bureau des produits de la mer et d'eau douce, Paris, France

³ IFREMER, VIGIES, 44000 Nantes, France

Résumé

Cet article décrit le dispositif national de surveillance de trois groupes de phycotoxines réglementées dans les mollusques bivalves et présente le bilan de cette surveillance pour la période 2020-2022. En France, la surveillance est opérée d'une part sur les zones marines de production et, d'autre part, au stade de la distribution. Le premier volet est mis en œuvre dans le cadre du Réseau de surveillance des phycotoxines dans les organismes marins (REPHYTOX) porté par les Directions départementales interministérielles (DDi) et l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer) et le second dans le cadre du dispositif officiel de plans de surveillance et plans de contrôle de la Direction Générale de l'Alimentation (DGAL) coordonné par la DGAL et les Directions Départementales (DD). La réglementation européenne, les phycotoxines recherchées et les méthodes analytiques mises en œuvre sont présentées. Les modalités et la stratégie d'échantillonnage pour chacun des deux dispositifs sont décrites. Les résultats obtenus de 2020 à 2022 sont exposés et discutés.

Mots-clés

Phycotoxines, Mollusques bivalves, Surveillance, Réglementation, Méthodes

Abstract

Surveillance of phycotoxins in shellfish

This paper presents the French national system for the monitoring of three groups of regulated phycotoxins in bivalve molluscs and the results of this monitoring for the period 2020-2022. In France, this monitoring is implemented on one hand in marine production areas and, on the other hand, at distribution level. The first part is conducted by the monitoring program for the surveillance of phycotoxins in marine organisms (REPHYTOX) run by the Interministerial Departmental Directorates (DDi) and the French Research Institute for Exploitation of the Sea (IFREMER) and the second one by the Directorate General for Food (DGAL) within the framework of annual official monitoring and control plans coordinated by the DGAL and the Departmental Directorates (DD). The European regulations, the phycotoxins sought and the analytical methods used are presented. The sampling procedures and strategy for each of the two systems mentioned, as well as the results obtained, are also reported and discussed.

Keywords

Phycotoxins, Bivalve molluscs, Surveillance, Regulation, Methods

Introduction

Les mollusques bivalves marins sont des organismes filtreurs, ils s'alimentent et respirent en filtrant l'eau de mer. Ils concentrent ainsi les contaminants présents dans le milieu marin parmi lesquels des toxines produites par certaines espèces de phytoplancton (ou microalgues), appelées aussi phycotoxines ou encore biotoxines marines. Les microalgues constituent la base de la chaîne alimentaire marine.

Le règlement CE N°853/2004 du 29 avril 2004 fixant les règles spécifiques d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animale prescrit, dans l'annexe III, section VII, chapitre V, les exigences spécifiques applicables aux mollusques bivalves vivants, aux échinodermes vivants, aux tuniciers vivants et aux gastéropodes marins vivants. Y figure l'obligation pour l'autorité compétente de surveiller le niveau de contamination des coquillages commercialisés par les phycotoxines ainsi que les teneurs maximales à ne pas dépasser pour les phycotoxines suivantes :

- Les phycotoxines lipophiles, incluant les toxines DSP pour « Diarrhetic Shellfish Poison », (acide okadaïque, dinophysistoxines, yessotoxines et azaspiracides), produites notamment par des microalgues du genre *Dinophysis* pour l'acide okadaïque, des genres *Gonyaulax*, *Lingulodinium* et *Protoceratium* pour les yessotoxines et *Azadinium* pour les azaspiracides. Elles sont susceptibles de provoquer chez le consommateur des troubles digestifs d'apparition rapide (30 minutes à 12 heures après ingestion), sans gravité le plus souvent, excepté pour des personnes présentant un état de santé fragile. Les principaux symptômes sont gastro-intestinaux : diarrhée, nausées, vomissements, douleurs abdominales, frissons. Des troubles secondaires comme des céphalées, des vertiges, de la fièvre et une tachycardie sont aussi observés à l'occasion (EFSA 2008, FAO/WHO 2016).
- Les phycotoxines amnésiantes ou ASP pour « Amnesic Shellfish Poison » (acide domoïque), produites en France par le genre *Pseudo-nitzschia*. Les premiers signes de l'intoxication apparaissent 24 heures après l'ingestion du produit contaminé sous forme de signes digestifs, tels que vomissements, nausées et douleurs abdominales. Après 48 heures, apparaissent les premiers symptômes neurologiques : perte de la mémoire à court terme, confusion mentale, désorientation,

des étourdissements et maux de tête, somnolence, voire un coma agité avec convulsions. En fonction du degré d'intoxication, des lésions cérébrales irréversibles peuvent survenir, voire des mortalités. (EFSA 2009a, FAO/WHO 2016).

- Les phycotoxines paralysantes ou PSP pour « Paralytic Shellfish Poison » (toxines du groupe de la saxitoxine), produites en France par des espèces du genre *Alexandrium*. Les symptômes associés à cette intoxication sont de plusieurs types selon le degré de gravité, la dose de toxines ingérées et la sensibilité du consommateur, et correspondent essentiellement à des signes digestifs et/ou neurologiques. Ainsi, à faible dose, les signes cliniques sont généralement bénins tels que maux de tête, nausées, vomissements, paresthésies buccales s'étendant parfois jusqu'au cou, au visage et aux extrémités des doigts et des orteils. Les premiers symptômes apparaissent rapidement, 5 à 30 minutes après consommation de coquillages contaminés. A une dose plus élevée, les signes sont beaucoup plus nets avec des paresthésies s'étendant aux membres, des troubles de la parole, incoordination motrice et des difficultés respiratoires. Dans les cas extrêmes, à très fortes doses, une paralysie respiratoire est observée, ce qui peut conduire au coma et à la mort. Il n'existe pas d'antidote ; le seul moyen efficace réside à une assistance médicale respiratoire rapide (mise sous respirateur artificiel) (EFSA 2009b, FAO/WHO 2016, Arnich et Thébault 2018).

Le règlement délégué (UE) 2021/1374 de la Commission du 12 avril 2021 a modifié l'annexe III (section VII, chapitre V, point 2) du règlement (CE) N°853/2004 en supprimant les pecténotoxines du calcul des teneurs maximales en biotoxines marines lipophiles à ne pas dépasser dans les coquillages. Le règlement note que dans son avis sur les biotoxines marines dans les coquillages (groupe des pecténotoxines), l'EFSA a conclu qu'aucun effet indésirable n'avait été signalé chez l'Homme en lien avec les toxines du groupe des pecténotoxines et que les pecténotoxines dans les coquillages sont toujours accompagnées de toxines du groupe de l'acide okadaïque.

Les seuils réglementaires des phycotoxines dans les coquillages sont portés dans le [tableau 1](#) Erreur ! Source du renvoi introuvable..

Tableau 1. Seuils réglementaires (SR) des phycotoxines dans les coquillages

Nom principal du groupe de phycotoxines		Seuil réglementaire
Phycotoxines paralysantes ou PSP (Saxitoxines - STX)		800 µg d'équivalents STX.2HCl/kg de chair
Phycotoxines amnésiastes ou ASP (Acide domoïque - AD)		20 mg AD/kg de chair
Phycotoxines lipophiles	Groupe de l'Acide Okadaïque (AO)	160 µg d'équivalents d'acide okadaïque/kg de chair (pour l'ensemble de l'acide okadaïque et des dinophysistoxines – DTX1 et DTX2)
	Azaspiracides (AZA)	160 µg d'équivalents d'azaspiracide 1 /kg de chair (pour l'ensemble des azaspiracides – AZA1, AZA2 et AZA3)
	Yessotoxines (YTX)	3,75 mg d'équivalents de yessotoxine /kg de chair (pour l'ensemble des yessotoxines – YTX, 45-OH-YTX, homo-YTX, 45-OH-homo-YTX)

En outre, la Directive 2010/63/UE du Parlement européen et du Conseil du 22 septembre 2010 relative à la protection des animaux utilisés à des fins scientifiques, notamment son article 4, prévoit que « dans toute la mesure du possible » des méthodes analytiques n'impliquant pas l'utilisation d'animaux vivants soient utilisées. Ce point a été repris dans le règlement d'exécution (UE) 2019/627 de la Commission du 15 mars 2019 établissant des modalités pour la réalisation des contrôles officiels. L'annexe V dudit règlement sur les méthodes de détection des biotoxines marines prescrit comme méthode de référence pour l'analyse des toxines paralysantes (PSP), en cas de contestation des résultats, une méthode chimique par Chromatographie Liquide Haute Performance avec oxydation pré-colonne au peroxyde et/ou au périodate et détection par fluorescence (CLHP-FLD). Le Bioessai sur souris (BES) pouvait toutefois être utilisé pour les contrôles officiels. En 2021, la Commission européenne a souhaité aller plus loin en mettant fin à l'utilisation du dosage biologique sur souris dans l'Union européenne. Aussi, le règlement d'exécution (UE) 2021/1709 de la Commission du 23 septembre 2021 modifiant le règlement (UE) 2019/627 exclut explicitement le BES de la liste des méthodes officielles et précise que la teneur en toxines PSP est déterminée au moyen de la méthode chimique décrite dans la norme européenne EN 14526 (Méthode par CLHP avec oxydation pré-colonne au peroxyde et/ou au périodate et détection FLD) ou de toute autre méthode validée et internationalement reconnue n'impliquant pas l'utilisation d'un animal vivant.

En France, les phycotoxines réglementées sont officiellement surveillées dans les mollusques bivalves grâce à deux dispositifs complémentaires :

- Au niveau des zones marines de production, par le Réseau de surveillance des phycotoxines dans les organismes marins (REPHYTOX) porté par les Directions départementales interministérielles (DDi) sous supervision de la DGAL et l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer). Le Réseau d'Observation et de Surveillance du Phytoplancton et des Phycotoxines a été mis en place par l'Ifremer en 1984.
- Au stade de la mise sur le marché, dans le cadre du dispositif de plans de surveillance et plans de contrôle (PSPC) de la Direction Générale de l'Alimentation (DGAL) coordonné par la DGAL et les Directions Départementales (DD).

À noter que si les coquillages sont classés au niveau national en trois groupes (1, 2 et 3) pour la surveillance microbiologique, ce classement ne s'applique pas à la surveillance phycotoxinique.

Méthodes d'analyse

Les analyses des phycotoxines dans les échantillons de mollusques bivalves sont réalisées par des laboratoires agréés par la DGAL. Les méthodes d'analyse mises en œuvre dans le cadre du dispositif REPHYTOX et du dispositif PSPC sont les méthodes officielles d'analyse prescrites dans l'annexe V du règlement d'exécution (UE) 2019/627 modifiée par le règlement d'exécution (UE) 2021/1709 et relayées au plan national par le

Laboratoire National de Référence pour les Biotoxines Marines (LNR BM) de l'Anses. Elles sont consultables sur le site internet du ministère chargé de l'agriculture, actuellement Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire¹.

Le LNR BM pilote les trois réseaux de laboratoires agréés, un par type de phycotoxines analysées : réseau toxines ASP, réseau toxines PSP et réseau toxines lipophiles.

▪ Détermination des toxines amnésiantes – ASP, dont l'acide domoïque, dans les mollusques, les échinodermes et les tuniciers par Chromatographie Liquide Haute Performance couplée à la détection UV (CLHP-UV): Méthode Anses / LSA/Aliments / LSA/INS/0140 :

L'acide domoïque (AD) et - si présent - son épimère, l'acide épidoïmoïque, sont extraits à partir d'un tissu homogénéisé avec du méthanol aqueux 50%. L'extrait est ensuite filtré et analysé par CLHP en mode isocratique avec détection UV.

▪ Détermination des phycotoxines lipophiles, dont les DSP, dans les mollusques par Chromatographie Liquide couplée à la Spectrométrie de Masse en tandem (LC-MS/MS) : Méthode ANSES / LSA/Aliments / LSA-INS-0147

Les toxines des groupes AO, AZA et YTX sont extraites avec du méthanol à partir d'un tissu homogénéisé. Une aliquote de l'extrait méthanolique est soumise à hydrolyse alcaline pour convertir les éventuels esters acylés de l'AO et/ou des DTX en toxines libres. Si nécessaire, les extraits sont ensuite purifiés sur des cartouches d'extraction en phase solide (SPE) (étape optionnelle) et analysés par chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem (LC-MS/MS) en gradient d'élution.

▪ Détermination de la teneur en toxines paralysantes, PSP, du groupe de la saxitoxine dans les coquillages — Méthode par CLHP avec oxydation pré-colonne au peroxyde et/ou au periodate : Norme EN 14526

Les toxines paralysantes (PSP) sont extraites d'un homogénat de chair de coquillages par chauffage, avec de l'acide acétique. Après centrifugation, le surnageant est purifié par extraction en phase solide sur une cartouche C18, puis l'extrait purifié est oxydé au periodate et au peroxyde. L'oxydation des toxines paralysantes engendre plusieurs

produits de réaction qui sont séparés par CLHP-FLD. Si l'analyse des chromatogrammes indique la présence des toxines N-hydroxylées, l'extrait purifié est soumis à une deuxième purification sur cartouche COOH. Un extrait d'huîtres exempt de toxines PSP est utilisé comme modificateur de matrice lors des oxydations au periodate pour intensifier la fluorescence.

Un fonctionnement transitoire a été mis en place en France, entre la fin mars 2021 et le 31 décembre 2022, période entre l'évolution réglementaire et la création du nouveau réseau des laboratoires agréés pour la détermination des PSP selon la norme NF EN 14526.

Pendant la période transitoire, de fin mars à fin décembre 2021, la méthode chimique pour l'analyse des toxines PSP (CLHP-FLD) était mise en œuvre en deux étapes : une étape de screening et semi-quantification faite par les laboratoires ayant reçu un agrément temporaire puis, le cas échéant, une étape de quantification complète selon la norme NF EN 14526, réalisée par le Laboratoire National de Référence Biotoxines Marines (LNR BM). En 2022, la méthode officielle (quantification complète) était réalisée par trois laboratoires départementaux d'analyses (LDA) agréés.

Note : Depuis janvier 2023 l'agrément pour ce nouveau réseau a été délivré à cinq LDA.

Surveillance des phycotoxines dans les coquillages dans les zones marines de production : réseau REPHYTOX

Les modalités de la mise en œuvre de la surveillance des phycotoxines des zones de production de coquillages sont décrites dans le cahier de procédures REPHYTOX de l'Ifremer (version en cours²) en lien avec l'Instruction technique DGAL/SDSSA/2024-220 qui définit la mise en œuvre technique et financière du dispositif.

¹ <https://agriculture.gouv.fr/laboratoires-agrees-et-reconnus-methodes-officielles-en-alimentation>

² Neaud-Masson Nadine, Lemoine Maud (2020). Procédure nationale de la surveillance sanitaire des phycotoxines

réglementées dans les zones de production de coquillages. Prescriptions du réseau de surveillance des phycotoxines dans les organismes marins (REPHYTOX). Ref. Novembre 2020 - ODE/VIGIES/20-11. IFREMER. <https://doi.org/10.13155/56600>

La surveillance des phycotoxines est étroitement liée à la surveillance du phytoplancton toxique, réalisée dans le cadre du REPHY (version en cours³).

L'objectif du REPHYTOX est la surveillance des phycotoxines réglementées dans les coquillages, présents au niveau des zones de production ou dans les gisements naturels exploités professionnellement (donc avant leur mise sur le marché). Pour répondre à cet objectif, le REPHYTOX prélève des échantillons de coquillages sur un réseau de lieux de prélèvement REPHYTOX répartis sur l'ensemble du littoral, avec une couverture spatiale qui répond à un double impératif de pertinence scientifique et d'optimisation du rapport coût / efficacité. Les résultats de la surveillance du phytoplancton sur les lieux REPHY d'un secteur donné peut déterminer le déclenchement de la recherche de phycotoxines sur les lieux REPHYTOX du secteur. En cas de présence de phytoplancton toxique⁴ (au-delà des seuils définis pour chacune des espèces toxiques dans le cahier de procédures REPHYTOX), les analyses phycotoxiques sont déclenchées dans les coquillages à un rythme hebdomadaire. Depuis 2018, prélèvements et analyses sont assurés par les LDA sous pilotage des DDi et l'Assistance à Maîtrise d'Ouvrage (AMOA) de l'Ifremer.

Dans certains cas, le suivi du phytoplancton toxique par le REPHY n'est pas suffisamment fiable pour garantir la sécurité sanitaire des coquillages de la zone, les analyses de phycotoxines sont alors réalisées systématiquement dans les coquillages. C'est le cas :

- Dans les zones à risque connues pour les phycotoxines lipophiles pendant des périodes à risque prédéterminées. En effet, les coquillages de ces zones jugées plus sensibles au vu des données historiques de contamination par les phycotoxines, peuvent connaître une contamination, même en présence de très faibles

quantités de phytoplancton toxique, difficilement détectable, ce qui justifie une analyse systématique dans les coquillages. Ces périodes à risque/zones à risque sont établies annuellement selon les dispositions définies dans le cahier de procédures REPHYTOX.

- Dans les gisements au large, qui sont suivis systématiquement pour les trois types de phycotoxines tous les quinze jours (à partir du mois qui précède la période d'exploitation). En effet, la profondeur de la colonne d'eau ne permet pas d'avoir une vision exhaustive de l'ensemble des espèces de phytoplancton présentes.

S'agissant des phycotoxines lipophiles, les moules sont considérées comme une espèce sentinelle car les données historiques montrent qu'elles se contaminent toujours plus vite que tous les autres coquillages sur une même zone. Quand elles sont présentes dans une zone de production, les moules sont donc analysées en première intention, les autres coquillages exploités sur la zone étant analysés dès que les moules présentent un certain niveau de contamination. Il n'y a pas d'espèces sentinelles pour les toxines ASP et PSP.

Environ 250 points d'échantillonnage sont potentiellement mobilisables pour des prélèvements de coquillages sur l'ensemble du littoral français métropolitain. Les prélèvements peuvent concerner diverses espèces de coquillages, en gisements naturels ou bien élevés selon des modes variés (bouchots, filières, tables, etc.).

Les évolutions des modalités de surveillance sanitaire des zones de production de coquillages (modalités d'échantillonnage notamment) sont présentées dans le cadre d'un comité de pilotage national (« COPIL surveillance sanitaire des zones de production de coquillages »)⁵ qui se réunit une fois par an.

³ Neaud-Masson Nadine, Lemoine Maud, Daniel Anne (2023). Procédure nationale pour la mise en œuvre du réseau d'observation et de surveillance du phytoplancton et de l'hydrologie dans les eaux littorales (REPHY). Ref. Document de prescriptions. Version 2 de janvier 2023. ODE/VIGIES/23-01. Ifremer.

<https://doi.org/10.13155/50389>

⁴ Les espèces toxiques suivantes sont recherchées : *Alexandrium*, *Dinophysis*, *Pseudo-nitzschia*, *Ostreopsis*, *Gonyaulax spinifera*, *Lingulodinium polyedra*, *Protoceratium reticulatum*, *Prorocentrum lima*

⁵ Le COPIL « Surveillance sanitaire des zones de production de coquillages » regroupe différents acteurs institutionnels et notamment la Direction Générale de l'Alimentation (Bureau des produits de la mer et d'eau douce, Bureau d'appui à la maîtrise des risques alimentaires), la Direction Générale de la Santé (Bureau

Alimentation et Nutrition), la Direction Générale des Affaires Maritimes, de la Pêche et de l'Aquaculture (Bureau de l'Aquaculture), la Direction Générale de l'Aménagement, du Logement et de la Nature (Bureau Milieux marins), la Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des fraudes (Bureau Marchés des produits d'origine animale et de l'alimentation animale), Santé publique France (Département des Maladies infectieuses), plusieurs entités de l'Institut français de la recherche pour l'exploitation de la mer, plusieurs entités de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, le Laboratoire d'étude des résidus et contaminants dans les aliments, l'Association française des directeurs et cadres de laboratoires vétérinaires publics d'analyses, le Comité national de la conchyliculture, Le Comité national des pêches maritimes et des élevages marins.

Résultats de la surveillance REPHYTOX en 2020, 2021 et 2022

Entre 2 300 et 2 500 échantillons de coquillages ont été prélevés chaque année entre 2020 et 2022, donnant lieu à plus de 3 500 analyses annuelles dont plus de la moitié a été consacrée à la recherche des phycotoxines lipophiles (DSP) (Figure 1).

• Toxines lipophiles

Pour les phycotoxines du groupe AO+DTX, les épisodes toxiques présentant des résultats supérieurs au seuil réglementaire (SR, présentés dans le tableau 1), ont surtout été observés en Bretagne Sud entre 2020 et 2022, affectant

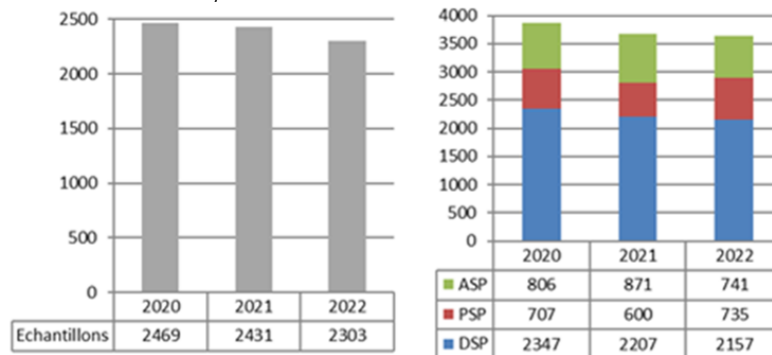


Figure 1. Nombre d'échantillons de mollusques bivalves vivants prélevés chaque année et nombre d'analyses de phycotoxines



Figure 2. Carte présentant la localisation des mollusques bivalves dont les concentrations en toxines lipophiles (groupes AO, AZA et YTX) ont dépassé le seuil réglementaire, de 2020 à 2022.

Tableau 2. Concentrations maximales en phycotoxines lipophiles du groupe AO+DTX (en $\mu\text{g eq AO / kg}$ de chair totale) dans les mollusques bivalves vivants mesurées par espèce (en gras : valeurs maximales annuelles)

Nom scientifique	Nom commun	2020	2021	2022
<i>Mytilus spp</i>	Moule	2 679	458	2 886
<i>Crassostrea gigas</i>	Huître creuse	734	150	157
<i>Cerastoderma edule</i>	Coque	2 321	444	519
<i>Ruditapes philippinarum</i>	Palourde japonaise	611	91	78,5
<i>Donax trunculus</i>	Telline	9 900	865	1 883
<i>Aequipecten opercularis</i>	Pétoncle blanc	880	921	711
<i>Pecten maximus</i>	Coquille Saint-Jacques	1 202	282	343
<i>Politapes rhomboides</i>	Palourde rose	352	159	135
<i>Glycymeris glycymeris</i>	Amande de mer	392	134	407

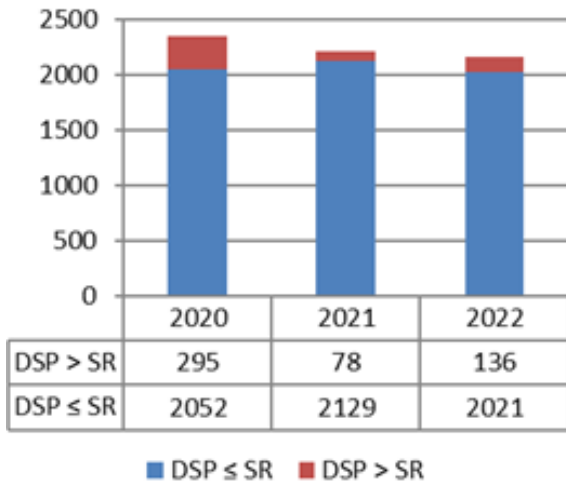


Figure 3. Nombre d'analyses de phycotoxines lipophiles (groupes AO, AZA et YTX) dans les mollusques bivalves vivants et répartition de celles dépassant le seuil réglementaire SR (DSP >SR en rouge)

La concentration la plus forte pour les toxines du groupe OA a été relevée en 2020 (**Tableau 2**) dans les tellines (*Donax trunculus*) du Finistère : 9 900 µg eq. AO/kg. L'année suivante, 2021, a été très différente, avec un maximum dans les pétoncles (*Aequipecten opercularis*) de Manche : 921 µg eq. AO /kg. Ce sont les moules (*Mytilus spp.*) du Finistère qui ont connu la plus forte contamination mesurée en 2022 : 2 886 µg eq. AO /kg. Pour mémoire, les valeurs les plus fortes enregistrées depuis le début des analyses chimiques (2010) datent de 2012 avec jusqu'à 37 500 µg eq. AO /kg dans les moules du bassin d'Arcachon.

Pour les familles des azaspiracides (AZA) et des yessotoxines (YTX), aucun résultat non conforme n'a été observé sur ces trois années.

Il est cependant à noter que des efflorescences de la microalgue *Lingulodinium polyedra*, productrice de YTX, ont été observées en Bretagne Sud en 2021 et 2022, se traduisant par des contaminations des coquillages en YTX jusqu'à 3653 µg/kg dans les moules, le seuil réglementaire étant à 3750 µg/kg.

La microalgue du genre *Dinophysis* (différentes espèces, dont beaucoup de *D. acuminata*) a été observée sur une large partie du littoral métropolitain. Les plus fortes concentrations de *Dinophysis* ont été mesurées dans les lagunes méditerranéennes, jusqu'à 20 000 cell/L (cellules par litre d'eau de mer) en 2022. Durant les trois années considérées ici, *Dinophysis* a été observé dans ces lagunes toute l'année, tandis qu'il apparaissait fin avril-début mai sur la côte atlantique. Les premières apparitions étaient notées dans le secteur du bassin d'Arcachon, puis

les développements étaient observés allant vers le Nord, atteignant la Bretagne en quelques semaines. La microalgue a été détectée jusqu'en septembre en 2020 et plus tardivement en 2021 et 2022 (novembre).

• Toxines paralysantes (PSP)

Entre 600 et 700 analyses de mollusques bivalves vivants ont été réalisées chaque année, aucun résultat ne dépassant le seuil réglementaire n'a été enregistré. Les derniers dépassements de seuil ont été relevés en 2017.

Des microalgues du genre *Alexandrium* ont été observées avec des concentrations jusqu'à 8 000 000 cell/L lors de blooms en Bretagne Sud en 2021 et 2022. Néanmoins, aucun épisode toxique n'a été détecté. Il est à noter que seules certaines espèces de ce genre sont toxigènes.

• Toxines amnésiantes (ASP)

Sur les 725 à 830 analyses réalisées chaque année (**Figure 4**), seuls deux résultats étaient supérieurs au seuil réglementaire (20 mg AD/kg) en 2020 (0,2 %), avec 41 mg/kg (4,7 %) en 2021 et 13 mg/kg (1,8 %) en 2022.

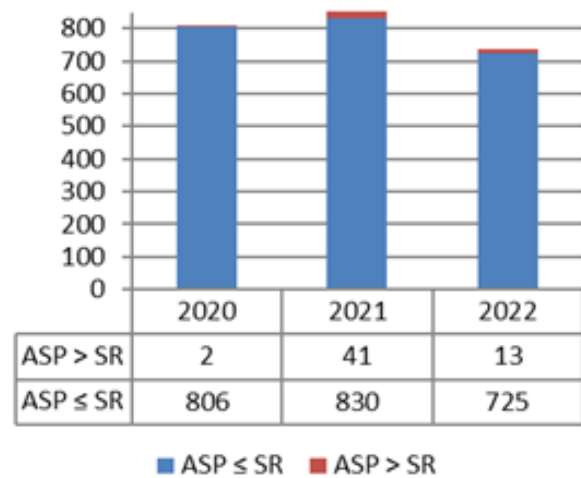


Figure 4. Nombre d'analyses ASP dans les mollusques bivalves vivants et répartition de celles dépassant le seuil réglementaire (ASP >SR en rouge)

Les épisodes toxiques enregistrés en 2021 ont été relevés en Bretagne et dans les Pertuis charentais (**Figure 5**), affectant les coquilles Saint-Jacques et d'autres espèces de coquillages (coques, palourdes, tellines). La plus forte concentration enregistrée en acide domoïque s'élevait à 177 mg/kg.



Figure 5. Carte présentant la localisation des mollusques bivalves dont les concentrations en ASP ont dépassé le seuil réglementaire, de 2020 à 2022.

De façon habituelle, de nombreuses espèces de *Pseudo-nitzschia* ont été observées dans de fortes concentrations sur l'ensemble des façades. Les concentrations les plus élevées ont été relevées en octobre 2020 avec 14 770 000 cell/L dans l'étang de Berre et en avril 2021, plus de 11 000 000 cell/L en baie de Somme. L'espèce *P. australis*, connue pour être productrice de phycotoxines a été détectée en mai 2021, en Bretagne Nord, avec 263 000 cell/L.

Bilan

Au cours des trois années 2020-2021-2022, des dépassements de seuil réglementaire pour les phycotoxines dans les mollusques bivalves ont été enregistrés sur les différentes façades métropolitaines.

De façon classique, *Dinophysis* a été observé tous les ans sur les trois façades. Environ 6 700 analyses de phycotoxines lipophiles dans les mollusques bivalves vivants ont été réalisées en trois ans. Les plus fortes concentrations ont été relevées dans les tellines (*Donax trunculus*) du Finistère en 2020 avec 9 900 µg/kg de chair.

La microalgue du genre *Alexandrium* a été observée notamment en Bretagne avec les efflorescences importantes, sans pour autant se traduire par des contaminations dans les mollusques bivalves par les PSP.

Le genre *Pseudo-nitzschia* a été observé sur tout le littoral dans des concentrations élevées selon un schéma habituel. L'acide domoïque a été mesuré au-dessus du seuil réglementaire en Bretagne et Normandie, essentiellement dans les coquilles Saint-Jacques et ce pendant plusieurs mois consécutifs, du fait d'une cinétique de décontamination lente pour cette espèce de

mollusque bivalve. La concentration la plus élevée a été mesurée à 177 mg/kg en 2021.

Les historiques détaillés de contaminations par les trois familles de phycotoxines sont disponibles sur le site internet de l'Ifremer⁶.

Surveillance des phycotoxines dans les mollusques bivalves au stade de leur mise sur le marché (distribution) : dispositif PSPC

Les plans de surveillance de la contamination des mollusques bivalves vivants par les phycotoxines sont mis en place par la DGAL au stade de la mise sur le marché (dans les grandes et moyennes surfaces (GMS) ou dans les magasins de détail (poissonneries)), c'est-à-dire lorsqu'ils peuvent être achetés par des consommateurs. Cette surveillance vient compléter celle mise en place par le REPHY REPHYTOX au niveau des zones de production (également sous le pilotage de la DGAL).

Les plans de surveillance s'inscrivent dans le cadre général de la vérification de la conformité des denrées alimentaires qui relève de la responsabilité des autorités compétentes et ont pour objectif d'évaluer le niveau de contamination phycotoxinique des mollusques bivalves vivants mis sur le marché, qu'ils soient d'élevage ou de pêche, d'origine française ou importés. Les critères réglementaires pour les phycotoxines dans les

⁶ <https://envlit.ifremer.fr/Outils-de-synthese/Cartes-de-synthese/Les-phycotoxines-dans-les-coquillages>

mollusques bivalves au niveau de la mise sur le marché sont décrits dans le [tableau 1](#).

Les résultats des plans mis en œuvre ont montré que les moules sont les mollusques bivalves les plus fréquemment contaminés par les phycotoxines et notamment par les phycotoxines lipophiles du groupe de l'acide okadaïque. Du fait de ce constat, entre 2019 et 2024, la DGAL a surveillé annuellement la contamination des mollusques bivalves par les phycotoxines lipophiles, et une année sur deux, en alternance, les phycotoxines ASP et les phycotoxines PSP, au stade de la distribution.⁷

Pour la recherche de phycotoxines lipophiles, les périodes à risque dans les zones marines métropolitaines, différentes selon la zone, sont liées aux périodes de développement de phytoplancton *Dinophysis* et représentent un risque accru pour les consommateurs de coquillages. Une répartition de 70 % des prélèvements de coquillages sur les mois d'avril à octobre est planifiée dans les instructions techniques (version en vigueur pour le plan de surveillance 2024 : DGAL/SDEIGIR/2023-739) afin de privilégier ces périodes à risque.

Pour la recherche de phycotoxines ASP et PSP, une répartition homogène sur l'année est programmée.

Pour les plans 2020, 2021 et 2022, le nombre d'échantillons de mollusques bivalves vivants à prélever par région a été établi proportionnellement à la population humaine sur treize régions.

Les prélèvements réalisés ont été transmis aux réseaux de laboratoires agréés, selon le type de phycotoxines à rechercher.

Les méthodes d'analyse mises en œuvre sont les mêmes que celles mises en œuvre dans le cadre du dispositif REPHYTOX. Ce sont les méthodes officielles décrites au chapitre « Méthodes d'analyse ».

Plan de surveillance 2020

440 prélèvements aléatoires ont été programmés par la DGAL sur l'ensemble de l'année :

220 pour une recherche de phycotoxines ASP ;

220 pour une recherche de phycotoxines lipophiles (groupes AO+DTX+PTX, YTX, AZA).

La répartition des prélèvements de mollusques bivalves vivants et le taux de conformité par analyte sont compilés dans le [tableau 3](#).

• **Résultats**

Sur les 436 prélèvements de mollusques bivalves réalisés, 435 prélèvements ont pu être analysés :

218 pour une recherche de phycotoxines ASP ;

217 pour une recherche de phycotoxines lipophiles.

Sur l'ensemble des 435 résultats d'analyses, un seul dépassement du seuil réglementaire a été observé pour les phycotoxines lipophiles (groupe AO+DTX+PTX), soit un taux de non-conformité de 0,2 % pour les deux familles de phycotoxines réglementées surveillées cette année-là.

Toxines amnésiantes (ASP)

Pour les toxines amnésiantes, aucun dépassement du seuil réglementaire en acide domoïque n'a été mis en évidence sur les 218 prélèvements analysés.

Toxines lipophiles

Sur les 218 prélèvements, 217 ont été analysés. Un dépassement du seuil réglementaire en phycotoxines lipophiles du groupe de l'acide okadaïque (AO+DTX+PTX car la réglementation incluait en 2020 les PTX) a été détecté, ce qui correspond à un taux de non-conformité de 0,5 % des échantillons pour cette famille de toxines.

Pour l'échantillon non-conforme, il s'agissait de moules surgelées originaires d'Espagne ayant présenté une teneur supérieure au seuil réglementaire (217 µg d'équivalent d'acide okadaïque/kg). A la suite de cette non-conformité, ces moules ont fait l'objet d'un retrait et rappel avec information aux consommateurs, une information a été adressée aux autorités espagnoles via le Système d'alerte rapide pour les produits destinés à l'alimentation humaine et animale (RASFF).

Pour l'acide okadaïque, les dinophysistoxines et les pectenotoxines pris ensemble, 32 échantillons présentaient une teneur en phycotoxines quantifiable inférieure au seuil réglementaire.

Pour les azaspiracides, deux échantillons présentaient une teneur en phycotoxines quantifiable et inférieure au seuil réglementaire.

Pour les yessotoxines, 22 échantillons présentaient une teneur en phycotoxines quantifiable et très inférieure au seuil réglementaire.

• **Bilan**

Les résultats du plan de surveillance 2020 de la contamination des mollusques bivalves vivants par les phycotoxines ASP et lipophiles à la distribution indiquent, comme pour les années précédentes, que le taux de contamination par les phycotoxines

⁷ Exception pour le plan de surveillance 2021 où seules les phycotoxines lipophiles ont été surveillées.

des mollusques bivalves au stade de la distribution est très faible, avec un taux global de non-conformité de 0,2 %.

Plan de surveillance 2021

440 prélèvements aléatoires ont été programmés en phycotoxines lipophiles (groupes AO+DTX+PTX, YTX, AZA) par la DGAL sur l'ensemble de l'année.

La répartition des prélèvements de mollusques bivalves vivants et le taux de conformité sont décrits dans le [tableau 4](#).

• **Résultats**

Sur les 441 prélèvements de mollusques bivalves réalisés, 434 échantillons ont été analysés, un seul dépassement de seuils réglementaire a été observé, soit un taux de non-conformité de 0,23 %.

L'échantillon non-conforme était constitué de moules originaires d'Espagne ayant présenté une teneur supérieure au seuil réglementaire (214 µg d'équivalent d'acide okadaïque/kg). A la suite de cette non-conformité, ces moules n'ont pas fait l'objet d'un retrait et rappel parce que la date limite de consommation était dépassée lors du constat mais une information a été adressée aux autorités espagnoles via le RASFF.

Pour l'acide okadaïque, les dinophysistoxines et les pectenotoxines pris ensemble, 52 échantillons présentaient une teneur en phycotoxines quantifiable inférieure au seuil réglementaire.

Pour les azaspiracides, un échantillon présentait une teneur en phycotoxines quantifiable et inférieure au seuil réglementaire.

Pour les yessotoxines, 30 échantillons présentaient une teneur en phycotoxines quantifiable et très inférieure au seuil réglementaire.

• **Bilan**

Les résultats de ce plan de surveillance de la contamination des mollusques bivalves vivants par les phycotoxines lipophiles à la distribution indiquent, comme pour les années précédentes, que le taux de contamination des mollusques bivalves par les phycotoxines est très faible (0,2 % comme en 2020).

Plan de surveillance 2022

440 prélèvements aléatoires ont été programmés par la DGAL sur l'ensemble de l'année :

220 pour une recherche de phycotoxines PSP ;

220 pour une recherche de phycotoxines lipophiles (groupes AO+DTX, YTX, AZA).

La répartition des prélèvements de mollusques bivalves vivants et le taux de conformité par analyte sont décrits dans le [tableau 5](#).

• **Résultats**

Sur les 447 prélèvements de mollusques bivalves réalisés, 418 prélèvements ont pu être analysés :

202 pour une recherche de phycotoxines ASP ;

216 pour une recherche de phycotoxines lipophiles.

Sur l'ensemble des résultats de 418 échantillons analysés, tous étaient conformes, soit un taux de non-conformité de 0 % pour les deux familles de phycotoxines réglementées.

Pour l'acide okadaïque, les dinophysistoxines⁸ pris ensemble, 31 échantillons présentaient une teneur en phycotoxines quantifiable inférieure au seuil réglementaire.

Pour les azaspiracides, cinq échantillons présentaient une teneur en phycotoxines quantifiable et inférieure au seuil réglementaire.

Pour les yessotoxines, 26 échantillons présentaient une teneur en phycotoxines quantifiable et très inférieure au seuil réglementaire.

• **Bilan**

Le bilan de ce plan est très satisfaisant, le taux de conformité des mollusques bivalves aux critères réglementaires relatifs aux phycotoxines lipophiles et PSP est de 100 %.

⁸ Les pectenotoxines n'étaient plus réglementées en 2022.

Tableau 3. Dispositif PSPC 2020 - Répartition des prélèvements de mollusques bivalves vivants et taux de conformité par analyte

	Nombre de prélèvements					Nombre d'échantillons analysés	Nombre d'échantillons non conformes	Taux de conformité (%)
	Huître	Moule	Coquille St Jacques (CSJ)	Autre ¹	Total			
Phycotoxines ASP	38	122	13	45	218	218	0	100
Phycotoxines lipophiles	42	118	16	42	218	217	1	99,5
Total	80	240	29	87	436	435	1	99,8

¹ Amandes, praires, pétoncles, coques, palourdes ou autres

Tableau 4. Dispositif PSPC 2021 - Répartition des prélèvements de mollusques bivalves vivants et taux de conformité par analyte

	Nombre de prélèvements					Nombre d'échantillons analysés	Nombre d'échantillons non conformes	Taux de conformité (%)
	Huître	Moule	Coquille St Jacques (CSJ)	Autre ¹	Total			
Phycotoxines lipophiles	99	229	30	83	441	434	1	99,8

¹ Amandes, praires, pétoncles, coques, palourdes ou autres

Tableau 5. Dispositif PSPC 2022 - Répartition des prélèvements de mollusques bivalves vivants et taux de conformité par analyte

	Nombre de prélèvements					Nombre d'échantillons analysés	Nombre d'échantillons non conformes	Taux de conformité (%)
	Huître	Moule	Coquille St Jacques (CSJ)	Autre ¹	Total			
Phycotoxines PSP	41	122	14	48	225	202	0	100
Phycotoxines lipophiles	42	135	13	32	222	216	0	100
Total	83	257	27	80	447	418	0	100

¹ Amandes, praires, pétoncles, coques, palourdes ou autres

Conclusion des plans de surveillance des phycotoxines dans les mollusques bivalves au stade de leur mise sur le marché (distribution) entre 2020 et 2022

Les plans de surveillance officielle au stade de la distribution permettent de vérifier la conformité des produits mis sur le marché français, qu'ils soient produits au niveau national ou importés. Ils permettent ainsi de renseigner l'exposition des consommateurs au risque des phycotoxines.

Les résultats de ces trois plans annuels entre 2020 et 2022 sont comparables aux valeurs relevées depuis 2017 et indiquent un très faible taux de contamination des mollusques bivalves par les phycotoxines. Le taux de conformité des mollusques bivalves aux critères réglementaires relatifs aux phycotoxines est très satisfaisant, il est égal ou très proche de 100 %.

Conclusion générale

Le dispositif national de surveillance des trois groupes de phycotoxines réglementées dans les mollusques bivalves consiste en un double maillage, d'une part la surveillance au niveau de zones marines de production et d'autre part la surveillance au stade de la distribution dans le cadre du dispositif PSPC, associées à des mesures de gestion en cas de dépassement de seuils.

Les résultats de la surveillance des mollusques bivalves vivants au stade de la mise sur le marché entre 2020 et 2022 montrent que l'exposition des consommateurs français aux phycotoxines est très faible. La complémentarité de deux dispositifs de surveillance permet d'assurer un niveau élevé de protection des consommateurs, s'illustrant par le très faible nombre de cas humains d'intoxication relevé sur cette période, et souligne l'efficacité de notre système de surveillance.

Références bibliographiques

Arnich, Nathalie, et Anne Thébault. 2018. « Dose-Response Modelling of Paralytic Shellfish Poisoning (PSP) in Humans ». *Toxins* 10 (4): 141. <https://doi.org/10.3390/toxins10040141>
PMC+2MDPI+2PubMed+2

EFSA. 2008. « Scientific Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a Request from the European Commission on Marine Biotoxins in Shellfish – Okadaic Acid and

Analogues ». *EFSA Journal* 589: 1–62. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2008.589>

EFSA. 2009a. « Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a Request from the European Commission on Marine Biotoxins in Shellfish – Saxitoxin Group ». *EFSA Journal* 1019: 1–76. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1019>

EFSA. 2009b. « Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a Request from the European Commission on Marine Biotoxins in Shellfish – Pectenotoxin Group ». *EFSA Journal* 1109: 1–47. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1109>

EFSA. 2009c. « Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a Request from the European Commission on Marine Biotoxins in Shellfish – Domoic Acid ». *EFSA Journal* 1181: 1–61. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1181>

FAO/WHO. 2016. *Technical Paper on Toxicity Equivalency Factors for Marine Biotoxins Associated with Bivalve Molluscs*. Rome: FAO. <https://iris.who.int/handle/10665/250663>
Iris+1Open Knowledge+1

Neaud-Masson, Nadine, et Maud Lemoine. (version en cours) « Procédure nationale de la surveillance sanitaire des phycotoxines réglementées dans les zones de production de coquillages. Prescriptions du réseau de surveillance des phycotoxines dans les organismes marins (REPHYTOX) ». <https://doi.org/10.13155/56600>

Neaud-Masson, Nadine, Maud Lemoine, et Anne Daniel. (version en cours) « Procédure nationale pour la mise en œuvre du réseau d'observation et de surveillance du phytoplancton et de l'hydrologie dans les eaux littorales (REPHY). Document de prescriptions ». <https://doi.org/10.13155/50389>

Encadré : Surveillance officielle des phycotoxines dans les coquillages

Objectifs de la surveillance

Le réseau REPHYTOX a pour objectif de détecter et d'assurer un suivi de la présence des phycotoxines réglementées dans les coquillages. Il est étroitement lié au réseau REPHY, qui inclut dans ses missions la détection et le suivi des espèces phytoplanctoniques productrices de toxines susceptibles de s'accumuler dans les coquillages.

Les plans de surveillance de la DGAL (dispositif PSPC) relatifs aux phycotoxines dans les mollusques bivalves vivants répondent à l'exigence réglementaire européenne et viennent compléter le dispositif de surveillance REPHYTOX des coquillages dans le milieu marin. L'objectif de ces plans est d'évaluer la conformité aux seuils réglementaires pour les phycotoxines dans les mollusques bivalves vivants mis sur le marché.

Populations / Matrices / Productions surveillées

Le réseau surveille d'une part les mollusques bivalves vivants présents dans ou issus des zones marines de production et d'autre part les mollusques bivalves (huîtres, moules, coquilles Saint Jacques, amandes, praires, pétoncles, coques, palourdes...) au stade de leur mise sur le marché (distribution).

Périmètre ou champ de surveillance

Le réseau REPHYTOX surveille les coquillages prélevés directement dans leur milieu naturel de production (milieu marin) tandis que les plans de surveillance ciblent le stade de la distribution (mollusques bivalves vivants mis sur le marché). Ce dispositif de surveillance ne concerne pas les activités de pêche à pied de loisir.

Modalités de la surveillance

L'échantillonnage des coquillages est ciblé pour le suivi REPHYTOX et aléatoire pour les plans de surveillance (PS). Pour les PS, le nombre d'échantillons à prélever par région est proportionnel à la densité de population humaine et aux habitudes alimentaires (consommateurs de coquillages plus nombreux sur le littoral). Pour REPHYTOX, entre 2500 et 3000 échantillons sont analysés chaque année, dont la moitié au moins

concerne la recherche des phycotoxines lipophiles. Environ 500 échantillons sont prélevés par an dans le cadre des plans de surveillance.

La recherche par analyse chimique (détection et quantification) des phycotoxines lipophiles s'effectue par chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem. Celle des toxines du groupe de la saxitoxine est réalisée par chromatographie liquide et détection par fluorescence. Quant à la recherche de l'acide domoïque et de son épimère, l'acide épi-domoïque, elle s'effectue par chromatographie liquide et détection par ultraviolet.

Police sanitaire et mesures de gestion

La surveillance des phycotoxines réglementées vient en appui à la puissance publique qui prend les mesures ad hoc pour la protection sanitaire des consommateurs de coquillages.

Référence(s) réglementaire(s)

RÈGLEMENT (CE) N°853/2004 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 29 avril 2004 fixant des règles spécifiques d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animale

RÈGLEMENT D'EXÉCUTION (UE) 2019/627 DE LA COMMISSION du 15 mars 2019 établissant des modalités uniformes pour la réalisation des contrôles officiels en ce qui concerne les produits d'origine animale destinés à la consommation humaine conformément au règlement (UE) 2017/625 du Parlement européen et du Conseil et modifiant le règlement (CE) no 2074/2005 de la Commission en ce qui concerne les contrôles officiels

RÈGLEMENT DÉLÉGUÉ (UE) 2021/1374 DE LA COMMISSION du 12 avril 2021 modifiant l'annexe III du règlement (CE) no 853/2004 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les exigences spécifiques en matière d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animale

RÈGLEMENT D'EXÉCUTION (UE) 2021/1709 DE LA COMMISSION du 23 septembre 2021 modifiant le règlement d'exécution (UE) 2019/627 en ce qui concerne des modalités uniformes pour la réalisation des contrôles officiels portant sur les produits d'origine animale

Pour citer cet article :

Marina Nicolas, Aurélien Baudry, Christine Médaille, Maud Lemoine. 2024. « Surveillance des phycotoxines dans les coquillages ». *Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation* 105 (1) : 1-14.

Le Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation est une publication conjointe de la Direction générale de l'alimentation et de l'Anses.

Directeur de publication : Benoît Vallet

Directeur associé : Maud Faipoux

Directrice de rédaction : Emilie Gay

Rédacteur en chef : Julien Cauchard

Rédacteurs adjoints : Jean-Philippe Amat,
Diane Cuzzucoli, Céline Dupuy, Viviane
Hénaux

Comité de rédaction : Martine Denis, Benoit

Durand, Françoise Gauchard, Guillaume

Gerbier, Pauline Kooh, Marion Laurent, Sophie

Le Bouquin Leneveu, Céline Richomme, Jackie

Tapprest, Sylvain Traynard

Secrétaire de rédaction : Virginie Eymard

Responsable d'édition :

Fabrice Coutureau Vicaire

Assistante d'édition :

Flore Mathurin

Anses - www.anses.fr

14 rue Pierre et Marie Curie

94701 Maisons-Alfort Cedex

Courriel : bulletin.epidemie@anses.fr

Sous dépôt légal : CC BY-NC-ND

ISSN : 1769-7166