NOTE POLITIQUE

POLICY BRIEF

AWAtox un projet
de démonstration AWA

Dossier *Vulcanodinum*, février 2025

Le mystère de la maladie des pêcheurs (2020-2021) sénégalais levé

Un consortium scientifique international identifie l'origine : une toxine marine qui génère une dermatite aigüe

Pollution marine, dégradation des habitats marins et effets
du changement climatique en Afrique de l'ouest

Note politique AWA

Financements

Cette étude a bénéficié d'une contribution du projet de démonstration Awatox (IRD/BMBF - CSRP ; AWA subvention 01DG12073E) et de l'initiative Art Sunu Gueej (IRD, ISRA, CSRP) dans sa première phase (collecte informations ; investigations en mer et échantillonnage). La seconde phase de travaux de laboratoire a été soutenu par la Fondation pour la Recherche Médicale « Amorçage Jeunes Equipes » (AJE20151034460, France), l'Agence Nationale de la Recherche (ANR PSICOPAK, COMETH et INFLAMATOX, France), et le Conseil Européen de la Recherche (StG INFLAME 804249), une bourse de doctorat Invivogen-Conventions industrielles de formation par la recherche, et la Fondation « la Caixa » (LCF/PR/HR21/52410027), le MCIN (PID2022-1397540B-I00), et une bourse ESF Investing in your Future (RYC2019-571027799-I). Les auteurs remercient le Groupe Rocher et l'ANRT, ainsi que l'Ifremer (PHYTOX-R306-01). L'étude a également été soutenue par le programme Asian Skin Microbiome Programme 2.0 IAF-PP (H22J1a0040), et le NIHR Newcastle Biomedical Research Centre. Le laboratoire de FLZ est financé par le Conseil national de la recherche médicale de Singapour (MOH-001499) et par deux subventions du ministère de l'éducation (RT23/23 et MOE-T2EP30222-0008). Les bailleurs de fonds n'ont joué aucun rôle dans la conception de l'étude, la collecte et l'analyse des données, la décision de publier ou la préparation de cette note.

Citation du document

Patrice Brehmer, Mamadou Fall, Philipp Hess, Ousmane Tagbé Camara, Kenneth Mertens, Hadi Hakim, Loïc Plessis, Adama Mbaye, Amidou Sonko, Léana Gorse, Etienne Meunier. 2025. Le mystère de la maladie des pêcheurs sénégalais levé. *Note Politique AWA*, fdi:010093066, CSRP-IRD, Dakar, 16 p. https://doi.org/10.23708/fdi:010093066

Cette note politique ne reflète que le point de vue de ses auteurs. La Commission Sous-Régionale des Pêches, l'Institut de Recherche pour le Développement, le Centre Antipoison de Dakar, l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer, le Centre National de la Recherche Scientifique et le Centre National des Sciences Halieutiques de Boussoura ne sont pas responsables de l'usage qui pourrait être fait des informations qu'il contient

Ce travail a débuté par une demande d'appui de la gendarmerie nationale sénégalaise section environnement, aux scientifiques (CAP, UCAD, IRD) suite à la déclaration d'une maladie mystérieuse qui a frappé les pêcheurs artisans Sénégalais fin 2020. le travail s'est prolongé à la demande du Secrétaire Permanent de la CSRP particulièremùent quand une crise similaire a touché la Guinée, mobilisé derrière le CNSHB. Les travaux de terrain au Sénégal en 2020 ont été réalisés sous la coordination du Pr Mamadou Fall (Centre antipoison, UCAD, Dakar) avec l'appui de la gendarmerie nationale, puis en 2021 avec l'appui du projet AWAtox, coordonné par Patrice Brehmer (CSRP - IRD). Elle fait suite à de multiples travaux de laboratoire coordonnés principalement par Philipp Hess (Ifremer) et Etienne Meunier (CNRS). Travaux qui ont notamment donné lieu à deux études doctorales de Loïc Plessis (Ifremer), Léana Gorse (CNRS) et un article scientifique publié dans *EMBO Molecular Medicine* le 13 février 2025.

Remerciements

Les auteurs remercient le capitaine Dieye Ndongo de la gendarmerie sénégalaise et ses collègues pour leur dynamisme et leur réactivité lors de la première crise, le Dr Ngansoumana BA de la FST (UCAD) le Pr Cheikh DIOP de la FMPO (UCAD) en 2020. A Anthony NEHMÉ pour son soutien aux embarquements en mer en 2021. Nous remercions également les comités nationaux des pêcheurs artisanaux sénégalais (CLPA) en particulier de Thiaroye (2021) et Ndayane (2020-2021) pour avoir facilité les échanges avec les pêcheurs. Le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable du Sénégal via Lamine DIAME pour leurs encouragements en 2020. Cheikh SOKHNA et Hubert BASSÈNE (IRD MINES) pour l'accès aux installations du laboratoire et pour leur soutien pendant les crises ainsi que François GALGANI (Ifremer) pour ses conseils avisés, ainsi que Fulgence DIEDHOU (ISRA/CRODT)pour le soutien au conditonnement des échantillons. Les auteurs remercient tous les membres du CNSHB et les autorités guinéènnes pour leurs conseils critiques et leur soutien lors de la crise de 2023. Les auteurs remercient également la plateforme de microscopie de l'IPBS et l'animalerie aquatique de l'UMU. L'Imaging Core Facility TRI-IPBS a reçu le soutien financier de l'ITMO Cancer Aviesan (Alliance Nationale Pour les Sciences de la Vie et de la Santé) dans le cadre du Plan Cancer, ainsi que Patricia MOULIN, Hanane BOUKBIDA AROUI et Anne DESNUES du LAMA de l'UAR Imago (IRD, Sénégal) and Timothée BROCHIER (IRD, UMMISCO). Merci a Yaye MBENGUE (CSRP-IRD) pour les informations sur le convention BMN.

Cibles de la note politique (diffusion)

- HASSMAR, Haute Autorité chargée de la coordination de la Sécurité maritime, de la Sûreté maritime et de la protection de l'Environnement Marin, Sénégal
- MPIMP, Ministère des Pêches des infrastructures Maritimes et Portuaires, Sénégal
- MPEM, Ministère des Pêches et de l'Economie Maritime, Guinée
- MSAS, Ministère de la Santé et de l'Action sociale, Sénégal
- METE, Ministère de l'Environnement et de la Transition écologique, Sénégal
- MESR, Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, Sénégal
- MAER, Ministère de l'Agriculture et de l'Équipement Rural, Sénégal
- CLPA, Comité Local de Pêche Artisanales, Sénégal
- CC, Comité de Coordination de la CSRP
- Anses, Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, France
- DGAL, Direction générale de l'Alimentation, France
- DGS, Direction Générale de la Santé, France

Crédits Photographiques

Amadou Diagne, et Patrice Brehmer (IRD, CSRP) et Anonymes CNSHB.
Graphisme Etienne Meunier/Léana Gorse (CNRS, Université de Toulouse)

Cette note politique est dédié en l'honneur de la mémoire **Nicolas Manga** pêcheur émérite de Mbour (Sénégal), et courageux skyper volontaire sortie en mer avec nous lors des campagnes d'échantillonage durant la crise de 2021 au Sénégal

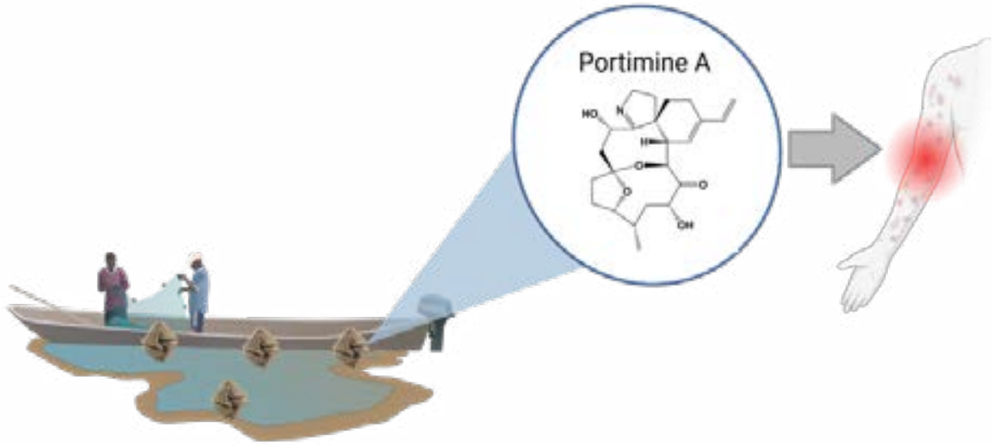


Illustration de l'exposition humaine à la microalgue *Vulcanodium rugosum* produisant la « Portimine A » et des dommages cutanés associés au cours de la pêche – Crédit ; Etienne Meunier/Léana Gorse (CNRS, Université de Toulouse, 2025).

© IRD - Patrice Brehmer

Sommaire

Résumé 5

Messages clefs 5

Contexte 6

Des événements localisés, ponctuelle au Sénégal comme en Guinée cantonnés au large sur le plateau continental 7

Connaissances scientifiques sur le phénomène 8

Des connaissances préliminaires à approfondir 8

La microalgue marine *Vulcanodinium rugosum* en cause 8

La toxine Portimine A de *Vulcanodinium rugosum*, responsable des nécroses cutanées 9

Traitement préconisé 10

Recommandations aux pêcheurs et usagers de la mer 11

Perspectives 11

Les investigations continues: comprendre l'impact des toxines environnementales dans un contexte de changement global 11

Un programme « One Health » de recherche marine sous-régional ? Intérêts sanitaires et économiques 11

Recommandations scientifiques 13

Sur le projet AWATOX 14

Informations sur les auteurs 14

Pour en savoir plus 15

Synopsis scientifique sur la base de l'article sur lequel s'appuie cette note politique 14

Contacts 16

Résumé

Il aura fallu quatre années d'investigations, la mobilisation d'une quarantaine de scientifiques à travers une vingtaine d'équipes de recherche situées dans une quinzaine de laboratoires à travers le monde, pour venir à bout de l'énigme de la maladie mystérieuse qui a sévit au Sénégal en 2020 et 2021 chez les pêcheurs artisans. Cette maladie mystérieuse a touché plus d'un millier de pêcheurs sénégalais, suscitant l'inquiétude et l'attention internationale, est une dermatite aiguë. Les mêmes symptômes sont apparus sur des pêcheurs artisans en Guinée en 2023. Une étude menée par un consortium scientifique international (article publié en février 2025) dévoile l'origine de cette maladie : une toxine, la Portimine A, produite par la microalgue marine *Vulcanodinium rugosum*, jusqu'ici inconnu au Sénégal et dans sa sous-région CSRP. Cette toxine, qui perturbe les cellules de la peau humaine, déclenche une inflammation sévère. Cette étude met en lumière une problématique plus large : l'impact croissant des toxines environnementales sur la santé humaine, dans un contexte du changement global, notamment le changement climatique et l'accroissement des flux de transport maritime qui favorisent la prolifération et la redistribution de certains micro-organismes marins, comme les dinoflagellés toxiques. Le trafic maritime favorise la dissémination d'espèces marines d'un écosystème à un autre, notamment par les eaux de ballast. L'épidémie de dermatite associée à la Portimine A illustre les risques imprévisibles que les transformations subies par les écosystèmes marins peuvent entraîner. Elle souligne également l'urgence de surveiller, de manière coordonnée interdisciplinaire à une échelle sous-régionale, les espèces marines productrices de toxines, de comprendre leurs mécanismes d'action et d'adaptation, et de développer des solutions pour prévenir et traiter les menaces qui pèsent sur la santé humaine et les écosystèmes marins.

Messages clefs

- **En 2020 et 2021, une mystérieuse maladie cutanée (de type dermatite) spectaculaire a touché les pêcheurs artisans du Sénégal et a mis en émoi la société civile.**
- **Une maladie aux symptômes similaires, ciblant les mêmes populations a été observée en Guinée en 2023.**
- **Dans les trois cas (Sénégal, 2020-2021) et Guinée (2023), aucune pollution d'origine anthropique, susceptible d'engendrer ces symptômes n'a été constatée.**
- **Une microalgue produisant des toxines a été identifiée dans les zones de pêche contaminées du Sénégal : *Vulcanodinium rugosum*.**
- **Des niveaux élevés de « Portimine A », toxine produite par cette microalgue, ont été identifiés dans les zones de pêche du Sénégal.**
- **À la suite d'analyses approfondies, d'une collaboration interinstitutionnelle internationale et d'un travail interdisciplinaire, il a été constaté que la « Portimine A » induit une forte réponse inflammatoire des cellules de la peau humaine.**
- **Les mécanismes moléculaires déclenchés par la « Portimine A » ont été clarifiés et expliquent les dermatites observées.**
- **Le besoin de surveillance environnementale accrue par les autorités nationales et/ou sous-régionales : via un programme de recherche interdisciplinaire et intersectoriel pour le suivi d'événements similaires.**

> 3 Crises dans les pays de la CSRP

>1700 Malades avérés

> 4 Années d'investigations

> 40 Scientifiques engagés

> 20 Equipes de recherche

> 200 Analyses de *Vulcanodinium rugosum*

>100 Microscopie optique & à balayage

> 55 Echantillons analysés au Sénégal

Contexte

Au Sénégal en novembre 2020, est apparu chez des pêcheurs, une infection cutanée qui se manifestait par des lésions dermatologiques sur le visage, les membres et sur les parties intimes ainsi que des inflammations oculaires. Cette maladie est apparue à Thiaroye-sur-mer, avant de s'étendre à d'autres localités de la Petite Côte Sénégalaise, dont Rufisque, Yenne, Ndayane, Joal, mais également à Fasse Boy, et Kayar où elle a été observée sur des pêcheurs opérant dans des zones de pêches de la Petite Côte.

En quelques semaines, plus de 1000 pêcheurs ont été affectés, entraînant une chute de la demande en poisson par crainte de contamination et des interdictions ponctuelles d'aller en mer. Une première hypothèse de la cause de cette infection avait été la nature des filets utilisés par les pêcheurs, rapidement écartée par le centre Antipoison de Dakar avec l'appui de l'IRD et de l'Ifremer (Bastia). D'autres spéculations, en l'absence de réponse scientifique claire, comme le carburant utilisés par les pêcheurs, où les navires associés à l'exploitation pétrolière ont été évoquées, avant que la piste des microalgues ne soit privilégiée dès novembre 2021 sur la base des travaux de l'Ifremer (Nantes et Concarneau) sur des échantillons prélevés par l'IRD et le Centre Antipoison de Dakar.

Les concentrations élevées de « Portimine A » observées dans les échantillons du Sénégal ont conduit à une réflexion approfondie chez les spécialistes des algues toxiques. Une thèse a été mise en place en 2021 grâce à une collaboration avec un grand groupe de la dermocosmétique. Enfin, suite à une communication de l'Ifremer réalisée via le web réunissant les spécialistes du monde entier et des contacts fortuits recherchés par l'IPBS, un consortium français s'est mis en place pour tenter de résoudre cette énigme avec le soutien de l'Agence National pour la Recherche (ANR), consortium comprenant

également plusieurs collaborateurs internationaux.

Cette maladie, qualifiée de «mystérieuse» en raison de son apparition soudaine et de ses symptômes inhabituels, n'avait pas encore été observée. Néanmoins, identifier l'origine de cette maladie restait essentiel pour établir un diagnostic, identifier la cause et informer toutes les parties prenantes, des pêcheurs aux consommateurs en passant par les autorités sanitaires et du secteur halieutique. L'absence d'explication sur l'origine de cette maladie soulignait la nécessité de poursuivre les recherches pour identifier la cause et mettre en place des mesures de prévention et de traitement adaptées. Par ailleurs, aucune observation de cas n'a été rapportée en 2022, mais des symptômes similaires ont été observés en 2023 sur des pêcheurs artisans Guinéens opérant dans des conditions semblables à celle de leurs homologues Sénégalais, au large de la Guinée.

(Gauche) **Pêcheurs artisans affectés par la maladie lors des événements de 2020 au Sénégal. Les effets de la maladie sur le visage et les parties intimes des pêcheurs sont visibles sur demande, mais ne sont pas présentés dans ce document pour des raisons éthiques.** Crédit Photo Patrice Brehmer (IRD © 2021). (Droite) **Pêcheurs artisans affectés par la maladie lors des événements de 2023 en Guinée.** Crédit Photo CNSHB (2023).

Des événements localisés, ponctuels au Sénégal comme en Guinée, cantonnés au large, sur le plateau continental

En Afrique sub-saharienne, la maladie est souvent le signe d'une punition divine alors que de nos jours pour l'opinion publique les maladies inconnues sont-elles souvent associées au changement global.

Au Sénégal, les investigations de 2020 ont largement souffert du fait que les premiers pêcheurs contaminés n'ont pas déclaré leurs états aux autorités sanitaires. Ainsi les premiers cas ont été révélés trop tardivement. Il est fort probable que les scientifiques aient raté le bloom algal pour cette raison.

A notre connaissance sur toute la période où des pêcheurs ont été contaminés aucun baigneur ou pratiquant d'activités nautiques n'a été touché au Sénégal sur le littoral. Le phénomène a été circonscrit au large pour des raisons qui restent à élucider, tout comme l'arrivée de cette espèce auparavant inconnue dans les eaux sénégalaises, guinéennes et de toute leur sous-région.

Le même constat est dressé dans les eaux guinéennes où la maladie a touché près de 500 pêcheurs mi-avril 2023. A noter que en Guinée, des opérations de survol aérien, commanditées par les autorités, n'ont pas permis d'identifier une nappe de polluants ou un bloom algal ayant coloré les eaux de surface de la mer.

Enquête auprès des pêcheurs artisans (IRD) à Ndayane en novembre 2020 puis à Thiaroye en novembre 2021 (IRD & CRODT) auprès des pêcheurs contaminés. Crédit Photo Amadou Diagne (IRD/CRODT © 2020-2021).

Au Sénégal comme en Guinée il n'a pas été possible de circonscrire avec exactitude la zone contaminée du fait de l'absence de connaissances sur le phénomène, de la dynamique des masses d'eaux et de la difficulté de retracer les parcours des embarcations dont l'équipage avait subi des préjudices liés à cette maladie. Il a néanmoins été constaté qu'au Sénégal le phénomène n'a touché que les équipages qui opéraient avec des « filets dérivant de surface », et en Guinée ceux qui avaient opéré avec des « filets maillant calé ».

En Guinée, comme au Sénégal la contamination n'a, a priori, pas touché la côte car aucun autre pratiquant d'activité nautique n'a été contaminé. Aucune capture de poisson débarquées au Sénégal et en Guinée n'a été contaminé de quelque sorte que ce soit.

> « Après l'apparition de cette maladie chez les pêcheurs, une psychose s'est installée. Les gens avaient peur d'acheter du poisson, ils craignaient une contamination. Mais, aucun cas de maladie lié à la consommation de poisson n'a été signalé. Les activités halieutiques ont néanmoins été fortement ralenties, la production a chuté, l'approvisionnement s'est ralenti, le prix du poisson a augmenté, et les revenus des pêcheurs et mareyeurs ont été négativement impactés », **explique Ousmane Tagbé Camara,** Directeur du Centre National des Sciences Halieutiques de Boussoura en Guinée.

Embarquement sur une plage de Saly Portudal pour une campagne de prélévement (IRD, novembre 2021**) avec feu Nicolas Manga pêcheur de Mbour et skyper sur cette mission de collecte d'eau de mer, de sédiments en plongée, et de biomasse à l'aide filet à plancton.** Crédit Photo Amadou Diagne (IRD).

Connaissances scientifiques sur le phénomène

En l'état des connaissances lors des crises de 2020, 2021 au Sénégal et 2023 en Guinée, aucune information scientifiquement validée n'était disponible. Seul une note, adressée en 2021 au ministère de la santé du Sénégal, avait été établie par le Centre antipoison de Dakar sur la base des résultats préliminaires de l'Ifremer et de l'IRD en collaboration avec la CSRP., Elle présentaient la piste de l'effet d'une toxine émise par un dinoflagellé toxique (*Vulcanodium rugosum*), comme très probable, en raison d'un faisceau de présomptions fiables. Néanmoins, en raison de l'avancée des travaux des chercheurs, lors de la seconde crise en 2021 au Sénégal et plus encore pour la crise guinéenne en 2023, l'IRD a communiqué sur l'état des recherches auprès des pêcheurs en présantant un «scénario écologique». Soulignant que l'hypothèse d'une contamination par une microalgue toxique semblait la plus probable. Cette déclaration se basait sur les travaux préliminaires réalisés par l'Ifremer de Nantes et de Concarneau sur la base d'échantillons prélevés en 2020 et 2021 au Sénégal. Ils ont ainsi permis de proposer des explicatons et des mesures de prévention aux acteurs, qui se trouvent aujourd'hui confortés, par la découverte de la cytotoxisité avérée sur des céllules de peau humaines, d'un toxine produite par la microalgue idenitfiée, lors des crises de 2020 et 2021 dans les eaux Sénégalaises.

> « Nous étions démunis face à cette crise que subissaient les pêcheurs, on ne savait pas quoi chercher lors des premières investigations en mer en 2020, car ce phénomène n'avait jamais encore été observé. Mais avec une approche interdisciplinaire multi-institutionnelle et sous une forte demande politique et sociétale, nous avons persévéré. En 2021, nous étions mieux préparés pour répondre à la seconde crise. Les recommandations de préventions que nous avions apportées aux pêcheurs se sont avérées justifiées, même s'il nous aura fallu 4 années de recherche de haut niveau pour les démontrer », **explique Patrice Brehmer**, chercheur IRD basé à la CSRP à Dakar, réquisitionné pour l'occasion en 2020 par la brigade environnementale de la gendarmerie nationale sénégalaise.

Navires mise en œuvre lors des crises de la maladie des pêcheurs (A, et B) **au Sénégal par la gendarmerie nationale (2020) une embacation rapide et** (C) **par la CSRP - IRD (2021) à bord' un hors bord.** (D, E et F) **En Guinée, une campagne océanographique dédiée a été organisée par les autorités maritimes (2023) coordonnée par le CNSHB.**

Des scientifiques du CNRS, de l'Ifremer, de l'IRD et des universités de Toulouse (France), Murcie (Espagne), Dakar (Sénégal) et Singapour avec leurs collègues du Centre Antipoison de Dakar de l'UCAD et du CRODT de l'ISRA ont identifié la cause et analysé les mécanismes à l'œuvre dans cette maladie cutanée inquiétante, publié en février 2025.

La microalgue marine *Vulcanodinium rugosum* en cause

Pour comprendre cette épidémie, les autorités, les cliniciens et les organismes de recherche au Sénégal et en Guinée (Centre Antipoison de Dakar, IRD, CNSHB, UCAD et ISRA/CRODT) ont mené des enquêtes approfondies afin d'exclure plusieurs causes possibles, comme des infections virales ou bactériennes rapidement écartées, ou encore des pollutions chimiques d'origine anthropique. Les résultats de ces analyses se sont orientées vers une autre piste, celle du rôle probable de microalgues marines toxiques.

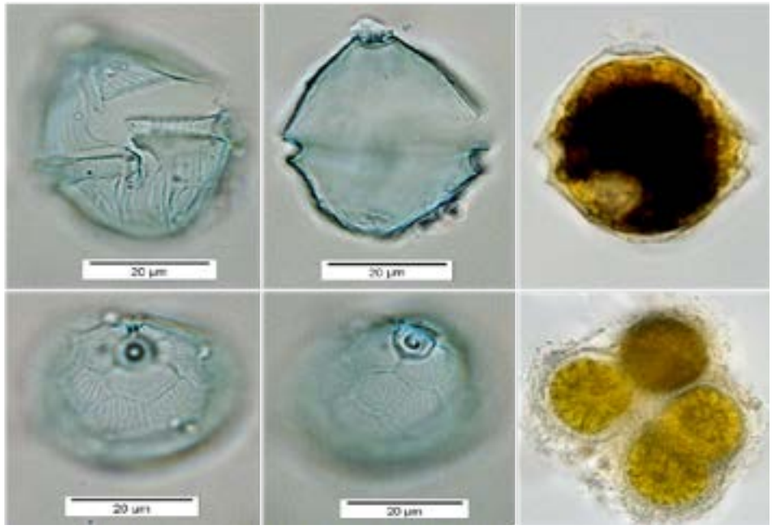
> «L'absence de polluants présumés dans les échantillons d'eau prélevés nous a amenés à nous questionner sur le rôle potentiel des microalgues dans l'incident. Les échantillons d'eau et de biomasses prélevés sur les filets et au fond d'un des canoës de pêche nous ont permis de mettre en cause la microalgue *Vulcanodinium rugosum*, déjà soupçonnée, en 2015, d'être responsable d'irritations cutanées similaires chez 60 baigneurs dans la baie de Cienfuegos, à Cuba, principalement des enfants», **explique Philipp Hess**, responsable de l'unité de recherche Physiologie et toxines des microalgues toxiques et nuisibles à l'Ifremer.

La similitude des symptômes signalés entre la mystérieuse maladie des pêcheurs au Sénégal et l'incident survenu à Cuba a alerté les scientifiques de l'Ifremer.

L'analyse des échantillons environnementaux collectés pendant l'épidémie au Sénégal a confirmé la présence de *Vulcanodinium rugosum* et de ses toxines. Des niveaux élevés des toxines produites par cet organisme, et notamment la toxine Portimine A, ont été constatés dans les zones de pêche impactées au Sénégal.

> « Sur la base de nos analyses et avec le concours de nos partenaires, nous avons rapidement opté pour l'hypothèse d'une toxine naturelle et informé les autorités compétentes dès novembre 2021, sur la forte présomption du rôle de la Portimine A produite par *Vulcanodinium rugosum*, producteur de cette toxine, car de fortes concentrations de Portimine A avait été détecté par l'Ifremer dans des échantillons collectés par l'IRD dans une embarcation opérant dans la zone contaminée, lors de la campagne de la gendarmerie avec le CAP et l'UCAD », **explique Pr Mamadou Fall**, chef de service du Centre anti-poison de Dakar au Sénégal et Directeur du Laboratoire de Toxicologie et d'hydrologie de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar.»

En revanche, il n'y a pas eu d'observations similaire en Guinée : la présence de *Vulcanodinium rugosum* et de ses toxines n'ont pas été recherchées. Le consortium qui a travaillé sur le cas du Sénégal n'a pas eu accès à des échantillons issus des collectes menées par le CNSHB et ses partenaires dans les eaux guinéennes. Néanmoins, les tests sur des contaminants chimiques réalisés sur les échantillons Guinéens (spectrométrie de masse), n'ont donné aucun résultat notable au regard des symptômes observés sur les pêcheurs.



Identification microscopique de *Vulcanodinium rugorosum*, une microalgue de type dinoflagellé, identifiée dans les échantillons sénégalais (fond de pirogue, eaux de mer et sédiments marins).
Crédit Photos : Kenneth Mertens (Ifremer © 2021)

La toxine Portimine A de *Vulcanodinium rugosum*, responsable des nécroses cutanées

Afin de comprendre le lien entre la microalgue et l'apparition d'inflammation de la peau observée chez les pêcheurs, les chercheurs ont testé sur des cellules de peau humaine, l'ensemble des toxines identifiées dans les échantillons prélevés dans les zones de pêche contaminées.

« Nous avons mis en évidence que la toxine Portimine A bloque la production de protéines dans les cellules, ce qui a pour conséquence l'activation d'un puissant capteur immunitaire, le récepteur NLRP1, qui d'ordinaire nous protège contre de nombreuses infections. Ainsi activé, ce récepteur déclenche une inflammation intense non contrôlée, provoquant ainsi les dermatoses sévères constatées chez les pêcheurs », **expliquent Léana Gorse et Etienne Meunier**, respectivement doctorante et responsable de l'équipe "Détection immunitaire et élimination des pathogènes" à l'Institut de Pharmacologie et de Biologie Structurale (CNRS - Université de Toulouse).

Les scientifiques ont ainsi pu mettre en évidence que la toxine Portimine A produite par *Vulcanodinium rugosum* bloque la production de protéines dans les cellules, ce qui a pour conséquences l'activation d'un puissant capteur immunitaire, l'inflammasome NLRP1. Ce mécanisme de défense déclenche une inflammation intense, provoquant ainsi les symptômes sévères constatés chez les pêcheurs.

Ainsi clarifiés, les mécanismes moléculaires déclenchés par la Portimine A peuvent expliquer les dermatoses observées. Les scientifiques ont également découvert que certaines personnes possédant une mutation génétique dans le gène NLRP1 sont protégées contre les effets de la Portimine A. Ces résultats ouvrent des perspectives de recherche notamment dans la lutte contre le cancer et d'autres maladies, afin de comprendre pourquoi tout le monde n'est pas affecté de la même manière et d'identifier de nouvelles cibles thérapeutiques potentielles, comme le NLRP1, pour atténuer les effets des toxines comme la Portimine A.

Traitement préconisé

Conseil en cas de symptômes liés à ce type de contamination toxique

Si vous présentez des symptômes, contactez immédiatement votre médecin, un centre de soins ou le centre antipoison. Informez également les autorités compétentes.

Voici quelques recommandations à suivre :

- Prenez rapidement une douche avec un savon doux, sans frotter la peau, après un contact suspect.
- Évitez les zones où d'autres personnes ont signalé une contamination.
- En cas de contamination, nettoyez et désinfectez les lésions, puis séchez soigneusement les zones touchées (sous réserve d'un avis médical).
- Le traitement est généralement symptomatique, adapté aux manifestations observées.

Les symptômes peuvent disparaître en quelques heures ou persister jusqu'à 21 jours. Rassurez-vous, il n'y a aucun risque de transmission infectieuse, car cette réaction est due à une toxine algale libérée dans l'eau, et non à une origine bactérienne ou virale.

En cas de doute, consultez toujours un professionnel de santé

© IRD - Patrice Brehmer

© Ifremer - Kenneth Mertens

Recommandations aux pêcheurs et usagers de la mer

En l'état des connaissances, il n'existe pas de remède à cette maladie néanmoins il est utile de rappeler les consignes établies auprès des pêcheurs sénégalais en 2021 par les scientifiques.

Embarquer de l'eau douce en mer, et du matériel de protection étanche intégrale (y compris gant, et botte).

En mer, laver dans les plus bref délais, les parties du corps en contact avec l'eau de mer.

A terre, lavage complet du corps et des habits immédiatement après le retour de mer.

Rinçage du matériel embarqué, siphonage des eaux de fond de pirogues.

La consommation du poisson pêché dans les zones contaminées ne pause apparemment pas de problème sanitaire. Il est néanmoins conseillé de les rincer au débarquement.

Perspectives

Les investigations continues: comprendre l'impact des toxines environnementales dans un contexte du changement global

L'étude sur la «maladie mystérieuse» des pêcheurs sénégalais et guinéens révèle un enjeu de santé publique majeur : l'impact croissant des toxines environnementales sur la santé humaine. Ce phénomène s'inscrit dans un contexte de changements climatiques et de perturbations des écosystèmes marins, amplifiés par la mondialisation des échanges via les transports maritimes.

Changements climatiques et prolifération des micro-organismes toxiques

Les modifications des températures, de l'acidification, de l'oxygénation et des courants océaniques, conséquences directes des changements climatiques, favorisent la prolifération et la redistribution de certains micro-organismes marins, tels que les dinoflagellés toxiques comme *Vulcanodinium rugosum*. Ces changements environnementaux créent des conditions propices au développement de ces organismes, augmentant ainsi les risques d'exposition aux toxines pour les populations humaines. Dans le cas de la présente étude, de nouvelles questions se posent. Pourquoi *Vulcanodinium rugosum* connue comme étant benthique et très côtière (petit fond, lagune) a pu se développer au large en Afrique de l'Ouest? Au Sénégal nous pouvons émettre l'hypothèse d'un rôle de la mise en place de l'upwelling côtier de bord Est. Les deux crises montrent un synchronisme temporelle remarquable (novembre 2020 et 2021). Dans les trois cas où la maladie est apparue, aucune anomalie environnementale particulière n'a été constatée. La combinaison d'une zone frontale (structure océanographique où se confrontent différentes masses d'eaux) avec la présence d'un optimum écologique pour la microalgue pourrait être une explication, mais cela requiert plus d'investigations. En 2024, aucun cas n'a été déclaré dans les septs pays de la CSRP.

Transports maritimes et dissémination des espèces

Le trafic maritime, en particulier le transport de marchandises par voie maritime, joue un rôle crucial dans la dissémination d'espèces marines d'un écosystème à un autre. Les eaux de ballast, utilisées pour stabiliser les navires, peuvent contenir des larves, des œufs ou des micro-organismes (dont des micro-algues) qui sont ensuite relâchés dans de nouveaux environnements, où ils peuvent proliférer et causer des déséquilibres écologiques et sanitaires. Dans notre cas cette hypothèse semble crédible, mais en l'état n'est supportée par aucune preuve scientifique. Les zones contaminées sont, bien entendu, fréquentées par la marine marchande. Au Sénégal, à l'époque des faits, un navire dragueur étranger était en opération (pompage de sable) pour engraisser les plages de Saly Portudal.

Enjeux pour la santé humaine

L'exposition aux toxines marines, comme la Portimine A, peut avoir des effets néfastes sur la santé humaine, dans le cas présent des dermatites sévères entrainant des problèmes sociaux et économiques. Les populations les plus vulnérables, telles que les pêcheurs artisans, sont en première ligne face à ces risques. Il est donc essentiel de mieux comprendre les mécanismes d'action de ces toxines, leurs effets à long terme et les facteurs qui influencent leur production et leur prolifération.

Nécessité d'une approche collaborative et interdisciplinaire

Pour faire face à ces défis, une approche collaborative, intégrée et interdisciplinaire est nécessaire. Cela implique de renforcer la surveillance des écosystèmes marins, de mieux comprendre les interactions entre les activités humaines et l'environnement, et de mettre en place des mesures de prévention et de gestion des risques.

Un programme « One Health » de recherche marine sous-régional ? Intérêts sanitaires et économiques

Cette étude met en lumière la nécessité d'adopter une approche «One Health» (une seule santé) pour aborder les problématiques de santé liées à l'environnement marin. Cette approche reconnaît l'interconnexion entre la santé humaine, la santé animale et la santé des écosystèmes, et souligne l'importance d'une collaboration intersectorielle pour prévenir et gérer les risques.

Surveillance des espèces marines productrices de toxines

Il est urgent de mettre en place des programmes de surveillance renforcés pour identifier et suivre les espèces marines productrices de toxines, telles que *Vulcanodinium rugosum* mais également au Sénégal pour *Ostreopsis* cf. *ovata*[5] et plus récemment pour *Noctiluca scintillans*[6]. Ceci sans parler du nécessaire développement de l'économie bleue[7] et particulièrement de l'aquaculture marine souhaitée par les Etats de la sous-région de la CSRP. Ces programmes devrait être coordonnés à l'échelle sous-régionale, avec un appui international, pour permettre une détection précoce des proliférations algales toxiques et une évaluation des risques pour la santé humaine et les écosystèmes.

Compréhension des mécanismes d'action

Il est nécéssaire de poursuivre les recherches pour mieux comprendre les mécanismes d'action des toxines marines, leurs effets sur la santé humaine et les facteurs qui influencent leur production et leur libération dans l'environnement. Ces connaissances sont indispensables pour développer des outils de diagnostic, et de prévention efficaces.

Développement de solutions pour prévenir et les menaces

La recherche doit également se concentrer sur le développement de solutions pour prévenir les menaces liées aux toxines marines. Cela peut inclure des mesures de gestion des activités humaines (par exemple, limitation des rejets polluants, contrôle des eaux de ballast, et d'activités en mer), comme la recommandation de traitements pour les personnes exposées aux toxines. La Convention internationale pour le contrôle et la gestion des eaux de ballast et des sédiments des navires, dite BWN, (Londres, 13/02/2004), demande à ce que tous les navires, en date du 8 septembre 2024, disposent de systèmes de traitements des eaux de ballast approuvé conformément à la norme D2[8] . A noter que des sept pays CSRP, seul la Sierra Leone est en état d'accession de ladite convention.

Renforcement de la collaboration intersectorielle

La mise en place d'un programme «One-Health» de recherche marine nécessite une collaboration étroite entre les scientifiques, les autorités sanitaires, les acteurs du secteur de la pêche, les organisations environnementales et les communautés locales. Cette collaboration est essentielle pour partager les connaissances, coordonner les actions et mettre en œuvre des solutions durables pour protéger la santé humaine et les écosystèmes marins. Elle a été mise en place de manière exemplaire en Guinée en regroupant, toutes les parties prenantes, dont les ministères des Pêches, Santé, Recherche, Environnement, Défense et les pêcheurs.

Les perspectives ouvertes par l'étude sur la «maladie mystérieuse» soulignent l'importance d'une approche intégrée et interdisciplinaire pour faire face aux défis posés par les toxines environnementales dans un contexte de changement global. La mise en place d'un programme «One-Health» de recherche marine, axé sur la surveillance, la compréhension des mécanismes d'action, le développement de solutions et la collaboration intersectorielle, est essentielle pour protéger la santé humaine et les écosystèmes marins face à ces menaces émergentes. Il contribuerait également au développement économique lié à l'économie bleue à l'échelle sous-régionale, tout en favorisant des avancées majeures dans la recherche de solutions thérapeutiques à l'échelle internationale.

[1] https://isra.sn/wp-content//2021/10/Policy_Brief_AWAtox_Ostreopsis_Final-2.pdf
[2] https://isra.sn/wp-content/uploads/2022/06/CRODT-PAPIER.pdf
[3] https://bluebeltinitiative.com/wp-content/uploads/2024/11/Tangier_Declaration_BBI_2024-7.pdf
[4] https://www.imo.org/fr/MediaCentre/HotTopics/Pages/Implementing-the-BWM-Convention.aspx

Recommandations scientifiques

Mettre en place un système de suivi environnemental sous-régional.

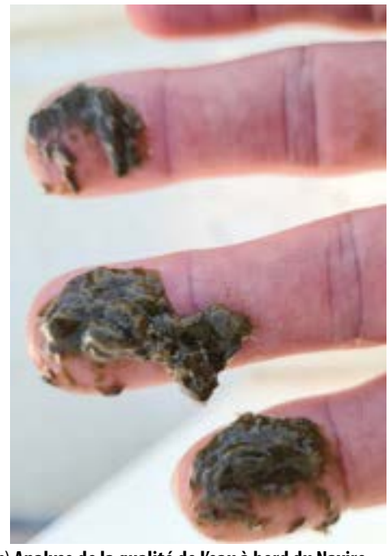
Mener une réflexion sur la mise en place d'une plate-forme nationale ou sous-régionale. Fort intérêt socio-économique (santé, tourisme, pêche, aquaculture, et hydraulique) du suivi des microalgues toxiques, dans le contexte du «Projet 2050» du Sénégal et plus largement du développement de l'économie bleue dans la sous-région CSRP.

Coupler les suivis des microalgues toxiques avec le suivi de la qualité des eaux et de la pollution marine.

Identifier la présence de *Vulcanodium rugosum* dans les eaux guinénnes, via les sédiments marins.

Determiner les aires de répartition spatial et temporelle des algues toxiques afin de prévenir les risques de dissémination et de contamination.

Déterminer des facteurs clés de la croissance et de la production de toxines par *Vulcanodium rugosum* pour mieux appréhender le risque lié à cette espèce.



(Haut) **Conditonnement des échantillions sur le campus ISRA-IRD de Bel air (2021).** (Bas) **Analyse de la qualité de l'eau à bord du Navire Océanographique Lansana Conté en Guinée (2023), et biomasse recoltée dans une pirogue ayant frequentée la zone contaminée au Sénégal (2021).** Crédit Photo Patrice Brehmer (CSRP-IRD), anonyme (CNSHB), Maurice Correa (ISRA/CRODT).

Sur le projet AWATOX

Le projet de démonstration AWATOX lancé en 2014, coordonné par l'IRD et la CSRP, a permis d'obtenir des résultats au-delà de ses espérances initiales. Projet « frugal » de démonstration de suivi de la pollution marine dans les pays CSRP, il a permis d'élucider les causes de « l'étrange phénomène » des Almadies, pour certains, attribué à un châtiment divin, en fait une contamination par *Ostreopsis* cf *ovata* (voire notre dossier «Ostreopsis 2021»). En 2022, l'apparition d'eau colorée étrange sur toute la Petite Côte du Sénégal, a donné lieu à des gros titres de presse, identifiant des pollutions d'origines anthropiques, le projet AWAtox a rapidement conclu (moins d'une semaine) à une efflorescence algale de *Noctiluca scintillans* (voire dossier «Noctiluca 2022»). Financé en « crowdfunding », les campagnes AWATOX (soutenue par CP, TTSM et Optique Ponty) ont visé spécifiquement à évaluer, sur la presqu'île de Dakar, l'écotoxicité des sédiments (avec le soutien de Ifremer Bastia, France ; puis du LBCM de Lorient, France), la qualité microbiologique de l'eau (avec le soutien de Kirene) ainsi que pour la première fois (2015) au Sénégal et en Afrique de l'ouest des teneurs en micro-plastiques (avec le soutien de Ifremer Bastia). Le projet a permis de faire ressortir les caractéristiques de différents sites sur la presqu'île de Dakar, et de déterminer les paramètres les plus pertinents pour caractériser la pollution. Une enquête sociologique (soutenue par l'entreprise Caoutchouc et Plastique « CP ») a permis de mettre en évidence un fort décalage entre la perception de la pollution marine par les populations vivant en bord de mer, et la réalité scientifique, ce qui soulignait un défaut d'information (baie de Hann mise à part) des habitants de ces sites. Enfin, le projet a regardé si l'avifaune ou les macroalgues pouvait être un bon indicateur de pollution. Les premiers résultats de ce projet ont reçu une écoute à haut niveau. Avec le soutien de la DEEC (aujourd'hui DIREC) du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable et de l'ambassade de France au Sénégal (programme « Science ensemble »), l'IRD et ses partenaires (IPD, ISRA/CRODT, UCAD, ONG Path, et FSS) ont organisé une rencontre interministérielle en 2017, ouverte par le chef de cabinet du MEDD qui a donné lieu à un documentaire de sensibilisation. Cet atelier de restitution a bénéficié d'une large couverture dans les médias nationaux et internationaux favorisant la sensibilisation du public et des décideurs. Ce projet interdisciplinaire et participatif (implication des surfeurs et pêcheurs depuis dix années), s'est prolongé en 2019 au Sénégal par des mesures microbiologiques et physico-chimiques des eaux maritimes au Sénégal », via une collaboration entre les départements Océans «Océans, climat et ressources » et SAS « Santé et Sociétés» de l'IRD qui a permis de soutenir trois thèses de doctorat de troisième cycle au Sénégal notamment une thèse en écotoxicologie marine en cotutelle avec l'Université de Bretagne Sud et le LBCM (Laboratoire de biotechnologie et chimie marines). Aujourd'hui ce projet est en quête d'un bailleur pour devenir un programme de recherche sous-régional logé à la CSRP cadrant avec l'approche dite une santé ou « One health ».

Informations sur les auteurs

Patrice BREHMER, chercheur à l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Conseiller Scientifique du Secrétaire Permanant de la Commission Sous-Régionale des Pêches (CSRP, Dakar, Sénégal), coordinateur de AWAtox. Patrice.Brehmer@ird.fr

Mamadou FALL, Professeur à l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar, directeur du Laboratoire de Toxicologie et d'hydrologie, Dakar-Fann, et Chef de service du Centre Antipoison, Fann University Hospital, Dakar, Senegal. madoufal@gmail.com

Philipp HESS, chercheur en chimie et analyse des toxines micro-algales à l'Ifremer, Centre Atlantique de Nantes, France. Philipp.Hess@ifremer.fr

Ousmane TAGBÉ, CAMARA chercheur en écologie halieutique, Directeur du Centre National des Sciences Halieutiques de Boussoura, Guinée.

Kenneth MERTENS, chercheur en taxinomie et géologie des microalgues à l'Ifremer, Station Biologique de Concarneau, France. Kenneth.Mertens@ifremer.fr

Hadi HAKIM, dermatologue libéral à Dakar, diplômé des Universités Cheikh Anta Diop, Sorbonne, Nice Sophia Antipolis et Paris 5 où il enseigne la cosmétologie en milieu tropical. ninehadi@gmail.com

Loïc PLESSIS, doctorant en caractérisation chimique et toxicologique des toxines algales, Groupe Rocher, accueilli à l'Ifremer. Loic.Plessis@ifremer.fr

Adama MBAYE, chercheur socio-anthrologue au Centre de Recherches Océanographiques de Dakar Thiaroye, CRODT de l'ISRA, Dakar, Sénégal. ambayeskr@yahoo.fr

Amidou SONKO, chercheur en écotoxicologie marine au Sénégal, IRD, CRODT. amidousonko664@yahoo.com

Léana GORSE, doctorante à l'Institut de pharmacologie et de biologie structurale, Centre National de Recherche Scientifique et Université Toulouse-III-Paul-Sabatier. Leana.Gorse@ipbs.fr

Etienne MEUNIER, chercheur en biologie cellulaire à l'Institut de pharmacologie et de biologie structurale, Centre National de Recherche Scientifique et Université Toulouse-III-Paul-Sabatier. Etienne.Meunier@ipbs.fr

Pour en savoir plus

• Sur les efflorescences algales nuisibles (HAB) dans le monde

Favoriser la gestion efficace et la recherche scientifique sur les proliférations d'algues nuisibles afin de comprendre leurs causes, de prévoir leurs occurrences et d'atténuer leurs effets.

Lien Web : http://hab.ioc-unesco.org/

• Sur *Vulcanodinium rugosum*

Vulcanodinium rugosum est une microalgue (organisme eukaryote photosynthétique) du vaste groupe des dinophytes (protistes avec deux flagelles) découverte au Nord de la Nouvelle Zélande en 2009[5] et dont la taxinomie a été décrite avec une souche type de l'étang d'Ingril, lagune au sud de la France[6]. Il produit deux groupes de toxines de la famille des imines cycliques : (i) les pinnatoxines qui sont des neurotoxines provoquant des mortalités rapides de souris injectées par voie intra-péritonéale mais qui ne sont pas cytotoxiques[7,8], et (ii) les portimines qui sont fortement cytotoxiques mais pas neurotoxiques.

Liens Web : https://sciencepress.mnhn.fr/sites/default/files/articles/pdf/cryptogamie-algologie2011v32f1a1.pdf

• Phytoplancton et phycotoxines

Le système de suivi par l'Ifremer en France.

Lien Web : https://wwz.ifremer.fr/envlit/Surveillance-du-littoral/Phytoplancton-et-phycotoxines

• Qu'est-ce que la Portimine A

Une toxine imine cyclique dérivée de dinoflagellé, un organisme avec plusieurs stades de vie, notamment un stade phytoplanctonique. La portimine A et la portimine B, ont attiré l'attention des scientifiques ces dernières années en raison de leur structure chimique et de leur potentiel thérapeutique anticancéreux notable[9]. La Portimine A a été identifiée en 2013 comme un métabolite actif[10] issue d'un dinoflagellé nommé *Vulcanodinium rugosum* par une équipe de l'Ifremer[6]. Observé le long de la côte méditerranéenne française.

• Qu'est-ce que NLRP1

Un récepteur de type NOD contenant un domaine de pyrine 1 (NLRP1) a été le premier PRR (Pattern Recognition Receptor) formant un inflammasome à être découvert[11].

• Qu'est-ce que ZAKα

Également connu sous le nom de ZAK ou MAP3K20, ZAKα est une protéine kinase qui joue un rôle dans divers processus cellulaires, notamment la réponse au stress, l'inflammation et la mort cellulaire.

• Evaluation du risque

En Europe[12] et en France[13] , l'évaluation du risque a initialement focalisé sur les potentiels effets neurotoxiques des pinnatoxines qui s'accumulent dans les coquillages, notamment les mollusques bivalves fréquemment destinés à la consommation humaine.

Synopsis scientifique sur la base de l'article sur lequel s'appuie cette note politique

Publié dans *EMBO Molecular Medicine*, le 13 février 2025. Lien vers l'article : https://www.embopress.org/doi/full/10.1038/s44321-025-00197-4

• La toxine Portimine A provoque une inflammation cutanée via l'activation de l'inflammasome NLRP1 dépendant de ZAKα

- En 2020-2021, une mystérieuse maladie de peau a touché les pêcheurs du Sénégal.
- Un événement similaire a été observé en Guinée en 2022.
- Les scientifiques et autorité sanitaires n'ont pas été en mesure de fournir de réponse aux acteurs et à la société civile.
- Des niveaux élevés de toxine Portimine A, produite par le dinoflagellé *Vulcanodinium rugosum*, ont été constatés dans les zones de pêche du Sénégal.
- La Portimine A a induit une forte réponse inflammatoire des cellules épithéliales de la peau humaine.
- La traduction inhibée par la Portimine A a soutenu une réponse au stress ribotoxique médiée par la ZAKα kinase.
- ZAKα a favorisé l'inflammation cutanée dépendante de l'inflammasome NLRP1 en réponse à la Portimine A dans des modèles de peau humaine et dans des modèles de poisson zèbre.

• Résumé de l'article en français traduit de l'anglais

En 2020-2021, une «maladie mystérieuse» a frappé les pêcheurs sénégalais, provoquant une dermatite aiguë sévère chez plus d'un millier de personnes après une exposition lors d'activités de pêche au filet dérivant. Ici, grâce à une analyse approfondie d'échantillons environnementaux, nous révélons la présence du dinoflagellé marin Vulcanodinium rugosum et de ses toxines imines cycliques associées. Plus précisément, nous montrons que la toxine, la Portimine A, fortement concentrée dans les échantillons environnementaux, entrave la fonction ribosomique dans les kératinocytes humains, ce qui active par la suite les kinases de stress ZAKα et P38 et favorise la nucléation de l'inflammasome NLRP1 humain, conduisant à la libération de cytokines pro-inflammatoires IL-1β/IL-18 et à la mort cellulaire. De plus, des modèles cellulaires soulignent que les mutations naturelles dans les sites ciblés par P38 du NLRP1 humain sont incapables de répondre à l'exposition à la Portimine A. Enfin, le développement et l'utilisation de modèles de peaux organotypiques humaines et de modèles de poisson-zèbre exposés à la Portimine A démontrent que l'axe ZAKα-NLRP1 entraîne une nécrose et une inflammation de la peau. Nos résultats illustrent les menaces pour la santé humaine causées par les toxines environnementales émergentes et identifient ZAKα et NRLP1 comme des cibles pharmacologiques importantes pour atténuer la toxicité de la Portimine A.

[5] Rodhes et al. Harmful Algae, 9(4), 384-389 (2010). https://doi.org/10.1016/j.hal.2010.01.008
[6] Nézan, E., & Chomérat, N. Cryptogamie, Algologie, 32(1), 3–18 (2011). https://doi.org/10.7872/crya.v32.iss1.2011.003
[7] Hess et al. Toxicon, 75, 16-26. (2013). https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2013.05.001
[8] Uemura et al. Journal of the American Chemical Society, 117(3), 1155-1156 (1995). https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ja00108a043
[9] Tang, J., Li, W., Chiu, TY. et al. Nature, 622, 507–513 (2023). https://doi.org/10.1038/s41586-023-06535-1
[10] Selwood, A. I. et al. Tetrahedron Letter, 54, 4705–4707 (2013). https://doi.org/10.1016/j.tetlet.2013.06.098
[11] Martinon, F., et al. Journal Molecular Cell, 10, 417–426 (2002). https://doi.org/10.1016/S1097-2765(02)00599-3
[12] EFSA. EFSA Journal 8(6), 1-39 (2010) https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2903/j.efsa.2010.1628
[13] ANSES, 2019. French Agency for Food,... https://www.anses.fr/en/content/anses-opinion-assessment-health-risks-associated-pinnatoxins-shellfish

Les auteurs de l'article publié dans EMBO en février 2025 sur lequel se base la présente note:

Léana Gorse, Loïc Plessis, Stephen Wearne, Margaux Paradis, Miriam Pinilla, Rae Chua, Seong Soo Lim, Elena Pelluz, Gee-Ann Toh, Raoul Mazars, Caio Bomfim, Fabienne Hervé, Korian Lhaute, Damien Réveillon, Bastien Suire, Léa Ravon-Katossky, Thomas Besnoist, Léa Fromont, David Péricat, Kenneth Mertens, Amélie Derrien, Aouregan Terre-Terrillon, Nicolas Chomérat, Gwenaël Bilien, Véronique Séchet, Liliane Carpentier, Mamadou Fall, Amidou Sonko, Hadi Hakim, Nfally Sadio, Jessie Bourdeaux, Céline Cougoule, Anthony K. Henras, Ana Belen Perez-Oliva, Patrice Brehmer*, Francisco J. Roca*, Franklin L. Zhong*, John Common*, Etienne Meunier*, Philipp Hess*. ***Ces auteurs ont supervisé ce travail à parts égales.**

Les principaux laboratoires associés à l'étude

Anti-Poison Centre, Fann University Hospital, Dakar, Sénégal
Agency for Science, Technology and Research (ASTAR) Skin Research Labs, Singapore
Biomedical Research Institute of Murcia (IMIB), Espagne
Clinical Microbiology and Tropical Medicine, University of Murcia, Espagne
Groupe Rocher, Research-Innovation & Development Department, France
Ifremer, LITTORAL Unit, France
Ifremer, PHYTOX Physiologie et Toxines des Microalgues Toxiques et Nuisibles, France
Institut de Recherche pour le Développement, Dakar, Senegal
Institut Sénégalais de Recherches Agricoles, Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye, Dakar, Senegal
Institute of Pharmacology and Structural Biology (IPBS), University of Toulouse, France
LKC School of Medicine, Nanyang Technological University, Singapore
Unit, Centre for Integrative Biology (CBI), University of Toulouse, France
NIHR Newcastle Biomedical Research Centre, Newcastle University, UK
SRFC, Sub-Regional Fisheries Commission, Dakar, Senegal
Translational and Clinical Research Institute, Newcastle University, UK
Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Laboratoire de Toxicologie et d'hydrologie, Sénégal
University of Toulouse, Institute of Pharmacology and Structural Biology (IPBS), France

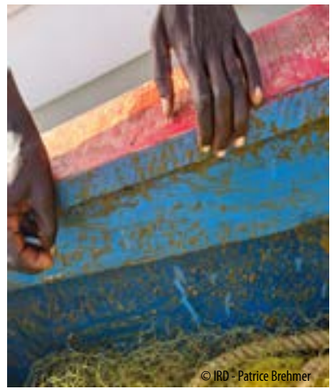
Contacts

Sénégal
Mamadou Fall, CAP & UCAD
madoufal@gmail.com
Patrice Brehmer, CSRP & IRD
Patrice.Brehmer@ird.fr

Commission Sous-Régionale des Pêches
116 allées Khalifa Babacar Sy, Dakar 25485
Téléphone : (+221) 33 864 04 75
Courriel: spcsrp@spcsrp.org

Guinée
Ousmane Tagbé Camara, CNSHB
oustcamara@gmail.com

France
Philipp Hess, Ifremer Nante
Pilipp.Hess@ifremer.fr
Etienne MEUNIER, CNRS IPBS
Etienne.Meunier@ ipbs.fr



Déployer la recherche
Partager la science
Transformer l'avenir

Une science engagée vers un avenir durable