



Le président
Réf. : 22-000688

Paris, le 14 février 2022

Monsieur le Directeur général,

Par courriel du 10 janvier 2022, vous nous avez fait part de points de questionnements sur l'avis du Haut Conseil de la santé publique du 10 décembre 2021 relatif aux seuils d'intervention et aux mesures de gestion pour prévenir les effets sur la santé des populations exposées à l'hydrogène sulfuré provenant d'algues vertes échouées sur les côtes. Ces questions font suite à la transmission par vos services de l'avis du HCSP à l'Agence régionale de santé (ARS) de Bretagne (annexe 1).

La Commission spécialisée sur les risques liés à l'environnement (CSRE) du HCSP a voté cet avis à l'unanimité lors de sa réunion du 10 décembre 2021. Il avait été élaboré par un groupe de travail formé d'experts de la CSRE et de spécialistes en chimie/environnement comme en dépollution des gaz avec une bonne connaissance des mécanismes conduisant à la formation d'H₂S (annexe 2).

Le GT a procédé à des auditions et il a pu s'appuyer sur l'expertise et les contacts pris au moment de l'élaboration des divers avis concernant le traitement des sargasses aux Antilles (annexe 3). Il s'est également appuyé sur un rapport de l'Institut national de l'environnement et des risques (Ineris) et un avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses).

Votre demande de précisions portait sur trois points précis :

- Le « pas de temps » de la valeur seuil de 1 ppm n'est pas précisé.
- Pourquoi ne pas avoir pris en compte, ni mentionner les seuils de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) existants pour le sulfure d'hydrogène ?
- Pourquoi les risques sanitaires chroniques pour les populations riveraines de zones à risques (zones non ramassables) ne sont pas abordés dans l'avis du HCSP ?

En préambule, nous souhaitons rappeler l'approche scientifique et technique définie par le GT. Il n'a pas abordé la question de la cause première de la croissance des algues vertes (déversements importants à certains moments de l'année par lessivages des sols de nutriments azotés et phosphorés associés à des conditions climatiques favorables) en considérant que la saisine ne concernait pas cet aspect essentiel.

Le GT du HCSP s'est préoccupé de la formation d'H₂S et autres produits soufrés dans les échouages d'algues vertes qui se décomposent, en considérant que ces algues lorsqu'elles sont fraîches ne génèrent pas d'H₂S.

C'est le vieillissement des algues et la formation plus ou moins rapide de « réacteurs anaérobies » au sein même d'un dépôt d'algues qui conduira, de manière relativement diffuse pour les

sargasses ou plus accidentelle (par rupture de l'enveloppe) pour les algues vertes à la libération de gaz toxiques.

Notre avis repose sur 2 stratégies différencierées :

- Ne pas former d' H_2S en associant prévention et traitement curatif

Le schéma qui suit reprend la logique servant de fil conducteur dans l'avis (figure 1) :

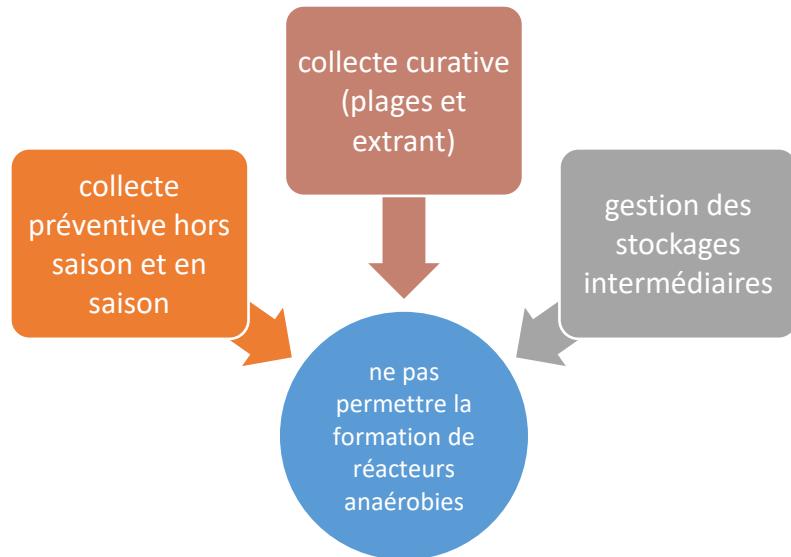


Figure 1 - Fil conducteur de l'avis du HCSP du 10 décembre 2021

Une période clé dans l'année reste la collecte préventive. Celle-ci est limitée en volume collecté mais elle limitera le réensemencement au moment du pic de croissance (afflux de nutriments, température de l'eau, ensoleillement...).

- Gérer de manière spécifique les zones pour lesquelles cette méthodologie ne peut que partiellement s'appliquer. Le schéma ci-après reprend notre approche (figure 2)

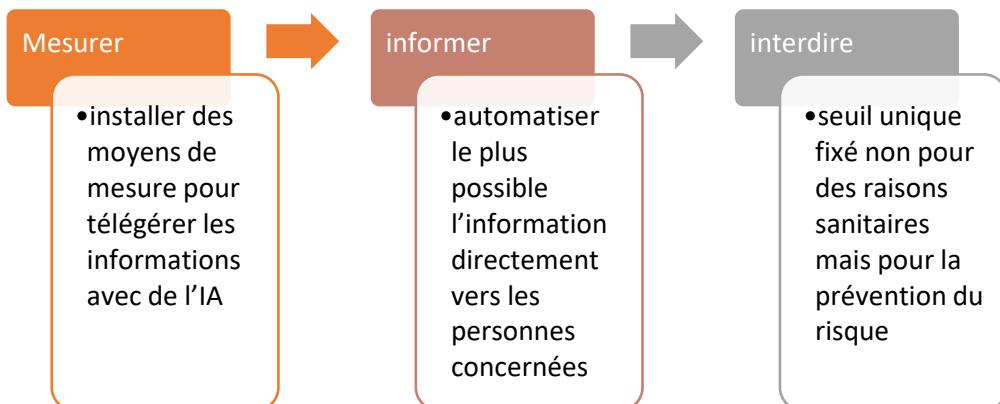


Figure 2 - Approche suivie dans l'avis du HCSP du 10 décembre 2021

La prévention et le management reposent beaucoup sur l'imagerie aérienne ou satellitaire. Le problème des algues vertes n'étant pas uniquement un problème breton, il serait souhaitable de rationaliser le matériel comme les moyens humains au niveau national, en s'inspirant du modèle français de lutte contre les incendies ou la structure Polmar.

L'exploitation toujours en temps réel des données peut permettre une gestion automatisée des interdictions avec une signalétique sonore et visuelle, comme ceci se fait depuis de nombreuses années en milieu industriel (y compris face au risque accidentel H₂S).

1. Seuils indiqués dans l'avis du HCSP pour l'H₂S

1.1 Pourquoi ne pas avoir pris en compte, ni mentionner les seuils OMS existants pour le sulfure d'hydrogène ?

Les valeurs de l'OMS auxquelles il est fait référence dans la note de l'ARS correspondent aux « guidelines values » sur la qualité de l'air 2^{ème} édition (2000) où il est mentionné en préambule que l'OMS n'a pas fait de réévaluation, les données sont donc celles publiées lors de la 1^{ère} édition (1987). Elles datent donc de 1987.

Dans notre avis nous avons utilisé, ainsi que nous l'avions fait pour l'avis concernant les Sargasses en 2018, l'analyse toxicologique publiée par l'Ineris sur l'H₂S en 2011¹ qui est cité dans l'avis du HCSP du 10 décembre 2021 (tableau 1) :

Substances chimiques	Effets	Voie d'exposition	Facteur d'incertitude	Valeur de référence	Source	Année de révision
Sulfure d'hydrogène (7783-06-4)	A seuil	Inhalation (chronique)	300	RfC = 0,002 mg.m ⁻³	US EPA IRIS, 2003	2010
		Inhalation (sub-chronique)	30	MRL= 0,03 mg.m ⁻³	ATSDR, 2006	2010
		Inhalation (aiguë)	27	MRL= 0,1 mg.m ⁻³	ATSDR, 2006	2010

Tableau 1 - Valeurs toxicologiques de référence retenues par l'Ineris

Deux organismes proposent des valeurs pour une durée d'exposition comprise entre un et plusieurs jours, l'OMS et l'ATSDR. La valeur de l'ATSDR est plus transparente. Les deux valeurs sont très proches pour des effets très sensibles. Elles sont toutes les deux basées sur des études chez l'homme. Celle de l'ATSDR est réalisée sur une population sensible. Pour ces raisons, l'INERIS retient la valeur de l'ATSDR.

Dans l'avis du HCSP du 8 Juin 2018² relatif à la définition de mesures de gestion concernant l'exposition des populations antillaises à de l'ammoniac (NH₃) et du sulfure d'hydrogène (H₂S)

¹ Institut national de l'environnement et des risques. 2011 : Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques : le sulfure d'hydrogène. Dernière mise à jour le 29/09/2011, consultée le 26/11/2021. <http://substances.ineris.fr/fr/substance/getDocument/2848>

² Haut Conseil de la santé publique. Avis du 8 juin 2018 relatif à la définition de mesures de gestion concernant l'exposition des populations antillaises à de l'ammoniac (NH₃) et du sulfure d'hydrogène (H₂S) issus de la décomposition d'algues Sargasses. <https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=671>

issus de la décomposition d'algues Sargasses, des valeurs de gestion ont été proposées à partir de l'analyse des données disponibles dans la littérature.

Des valeurs limites d'exposition professionnelle contraignantes dans l'air des lieux de travail ont été établies en France pour le H₂S (art. R. 4412-149 du Code du travail) :

- VLCT (15 minutes) : 14 mg/m³ (10 ppm)
- VME (8h) : 7 mg/m³ (5 ppm)

Les Valeurs Toxicologiques de Référence retenues par l'Ineris (Ineris, 2014) :

- VTR aiguë : 0,1 mg/m³ (0,07 ppm)
- VTR sub-chronique : 0,03 mg/m³ (0,02 ppm)
- VTR chronique : 0,002 mg/m³ (0,001 ppm)

Des « guidelines » proposées en 2021 par le département santé du gouvernement d'Australie³ à partir des valeurs de référence de l'OMS pour protéger la population figurent dans le tableau 2 :

Valeurs limites	Temps d'exposition moyen
2 ppm	30 mn
0,1 ppm	24 h
0,014 ppm	90 ours

Tableau 2 – « Guidelines » publiées en Australie en 2021 relatives à l'exposition à H₂S

1.2 Le « pas de temps » de la valeur seuil de 1 ppm n'est pas précisé.

Le HCSP avait proposé les valeurs suivantes pour aider à la gestion des situations rencontrées sur le littoral des Antilles calculées à partir des valeurs limites professionnelles seules disponibles en 2012 dans son premier avis⁴ :

- entre 0,2 et 1 ppm: la mise en place du chantier d'enlèvement des algues et information du public ;
- entre 1 et 5 ppm : l'information du public (notamment accès déconseillé aux personnes sensibles et fragiles) ; l'enlèvement immédiat des algues.
- supérieures à 5 ppm : l'accès réservé aux professionnels équipés de moyens de mesure individuels avec alarmes ; les mesures d'H₂S au niveau des habitations riveraines.

Dans le cas des échouages d'algues vertes, l'exposition au H₂S peut se produire quand le gaz toxique se forme en condition d'anaérobiose sous une croûte d'algues desséchées en surface et qu'il s'échappe après rupture accidentelle de la croûte. Le seuil proposé de 1 ppm dans l'avis du HCSP du 10 décembre 2012 a été fixé car cette valeur est un compromis bien adapté aux pollutions accidentelles. **Il ne faut pas considérer cette valeur comme une valeur de gestion toxicologique mais comme un seuil d'alerte laissant présager la formation de poche d'H₂S sous la croûte.**

³ Government of Western Australia. Department of Health. Hydrogen sulfide and public Health. 2021. https://ww2.health.wa.gov.au/Articles/F_J/Hydrogen-sulfide-and-public-health

⁴ Haut Conseil de la santé publique. Avis du 22 mars 2012 relatif à la gestion du risque sanitaire lié aux émissions toxiques provenant d'algues brunes échouées sur les côtes de La Martinique et La Guadeloupe. <https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=270>

Si la mesure d' H_2S est effectuée en continu grâce à des capteurs positionnés à proximité immédiate des zones problématiques d'échouage, le dépassement de cette valeur de 1 ppm donne un signal d'obligation d'intervention rapide.

Pour les mesures et le pilotage de l'information et des interdictions temporaires, il existe en France (et même localement en Bretagne) des sociétés capables de « fusionner » mesures de l' H_2S en continu et exploitation en temps réel des mesures avec des algorithmes spécifiques intégrant certains paramètres météorologiques (pluie, rose des vents provenant en continu de météo France) et d'informer en temps réel la population.

2. Pourquoi les risques sanitaires chroniques pour les populations riveraines de zones à risques (zones non ramassables) ne sont pas abordés dans l'avis du HCSP ?

Le HCSP avait analysé les données toxicologiques disponibles dans son avis du 8 Juin 2018. Celles-ci n'ayant pas évolué, l'avis du 10 décembre 2021 renvoie à cette analyse.

Très peu de données sont disponibles pour une exposition chronique au sulfure d'hydrogène par inhalation.⁵ Pour des expositions répétées à des concentrations entre 50 et 100 ppm, des troubles divers ont été décrits. Sont particulièrement affectés :

- Le système nerveux (céphalée, fatigue, insomnie, perte de la libido, troubles de la mémoire, ataxie etc) ;
- Le système oculaire (irritation oculaire, inconfort, photophobie, œdème cornéen), avec une régression des signes après éviction pendant 24 à 72h ;
- Le système digestif (nausées, anorexie, douleurs abdominales, diarrhée). Il a également été décrit des irritations, entraînant des bronchites irritatives, ou des érythèmes cutanés douloureux et prurigineux.

Un avis de l'OMS de 2003 précise les seuils où apparaissent des manifestations sanitaires⁶ :

Level in air (ppm)	Impacts and health effects
0.008	Odour threshold (with some individual variability)
0.008	Increasing possibility of annoyance and headache, nausea, fatigue
2	Bronchial restriction in some asthmatics
4	Increased eye complaints
5-10	Minor metabolic effects
20	Neurological effects including memory loss and dizziness

Tableau 3 – Impacts et effets sur la santé en fonction de l'exposition à H_2S (OMS, 2003)

⁵ Institut national de la recherche scientifique. 2014 : Sulfure d'hydrogène, Fiche toxicologique n° 32, 2014, consultée le 26/11/2021. https://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_32

⁶ International Programme on Chemical Safety and World Health Organisation, 2003, Concise International Chemical Assessment Document 53 – Hydrogen Sulphide: Human Health Aspects. <https://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad53.pdf>

D'après l'avis du département santé du gouvernement d'Australie⁷, le seuil le plus faible d'apparition d'impacts sanitaires est 500 fois supérieur au seuil de détection des odeurs qui sont à l'origine d'une gêne des populations exposées (nausées, fatigue).

Une méta-analyse (cohortes et études cas témoin) de 2014⁸ sur l'exposition chronique aux faibles doses de H₂S (environ 10 ppm au moins un an) montre des symptômes respiratoires ou oculaires réversibles. Les auteurs considèrent ces études comme limitées avec des biais concernant l'évaluation des expositions.

Le HCSP a considéré que dans les échouages d'algues vertes, le risque est accidentel et non pas chronique car il se produit quand un individu ou un animal perce la croûte d'algues sous laquelle s'est formé H₂S et peut alors libérer des concentrations atteignant les seuils de toxicité aigüe. La situation est différente aux Antilles où les sargasses ne forment pas de croûte et où le gaz peut s'échapper en continu. C'est pourquoi il est essentiel en Bretagne ainsi que dans les autres régions où ce phénomène se produit, de positionner les détecteurs à proximité si possible immédiate des échouages et d'intervenir dès qu'un risque de poche est détecté.

Tels sont les éléments que nous souhaitons porter à votre connaissance en réponse aux questions soulevées en complément de l'avis du HCSP du 10 décembre 2021.

Nous vous prions de croire à nos sentiments les meilleurs et nos respectueuses salutations.



Franck Chauvin
Président du HGSP

⁷ Government of Western Australia. Department of Health. Hydrogen sulfide and public Health. 2021. https://ww2.health.wa.gov.au/Articles/F_J/Hydrogen-sulfide-and-public-health

⁸ R. Jeffrey Lewis and G. Bruce Copley, Chronic low-level hydrogen sulfide exposure and potential effects on human health: A review of the epidemiological evidence Crit Rev Toxicol, 2014; Early Online: 1–31 © 2014 Informa Healthcare USA, Inc. DOI: 10.3109/10408444.2014.971943

Annexe 1 : courriel de la Direction générale de la santé

De : SALOMON, Jérôme (DGS) <Jerome.SALOMON@sante.gouv.fr>

Envoyé : lundi 10 janvier 2022 22:18

À : HCSP-SECR-GENERAL <HCSP-SECR-GENERAL@sante.gouv.fr>

Objet : RE: Avis du HCSP du 10 décembre 2021 relatif aux algues vertes et au sulfure d'hydrogène

Monsieur le Président, Cher Franck,

Je me permets de revenir vers toi concernant l'avis du HCSP relatif aux seuils d'intervention et aux mesures de gestion pour prévenir les effets sur la santé des populations exposées à l'hydrogène sulfuré provenant d'algues vertes échouées sur les côtes.

En effet, l'ARS Bretagne, à qui j'ai transféré mi-décembre ce document pour relecture, a travaillé sur une note d'analyse que tu trouveras ci-joint.

Il ressort de ce document des demandes de précisions de l'ARS Bretagne, notamment sur les points suivants :

- Le « pas de temps » de la valeur seuil de 1 ppm n'est pas précisé.
- Pourquoi ne pas avoir pris en compte, ni mentionner les seuils OMS existants pour le sulfure d'hydrogène ?
- Pourquoi les risques sanitaires chroniques pour les populations riveraines de zones à risques (zones non ramassables) ne sont pas abordés dans l'avis du HCSP ?

Dans ce cadre, je me permets de te solliciter à nouveau afin que le HCSP puisse apporter les éléments de précisions demandés par l'ARS Bretagne dans sa note d'analyse et éventuellement, actualiser l'avis du 10 décembre dernier

Mes équipes, ainsi que celles de l'ARS Bretagne, se tiennent à la disposition du HCSP pour une réunion de restitution et d'échanges afin de préciser ces demandes complémentaires.

Je te remercie de nous transmettre les disponibilités du HCSP pour un échange - dans la mesure du possible - d'ici la fin du mois.

Bien à toi,

Jérôme

Professeur Jérôme SALOMON, MD, MPH, PhD

Directeur général de la Santé / General Director for Health

Membre du Conseil exécutif de l'OMS / WHO Executive Board Member (2021-24)



Direction générale
de la santé



Annexe 2 : Composition du groupe de travail ayant élaboré ces recommandations

Membres qualifiés de la Commission spécialisée « Risques liés à l'environnement »

- Luc FERRARI
- Laurent MADEC
- Francelyne MARANO, présidente de la CS-RE
- Laurent MARTINON
- Laurence PAYRASTRE
- Nicolas ROCHE
- Jean-Louis ROUBATY, président du GT

Expert(e) extérieure au HCSP

- Annabelle COUVERT, ENSCR UMR 6226 CNRS

Secrétariat général du HCSP

- Yannick PAVAGEAU

Annexe 3 : Liste des personnes auditionnées

Agence régionale de santé de Bretagne

- Carole CHERUEL
- Carole DAGORNE
- Nathalie LE FORMAL
- Sylvain PRUDHOMME
- Cécile ROBERT
- Anne SERRE

Agence régionale de santé de Martinique

- Jacques ROSINE
- Gérard THALMENSI

Centre d'études et de valorisation des algues

- Sylvain BALLU

Direction interrégionale de la mer Nord Atlantique Manche Ouest

- Hélène LEGRAND

Direction générale de la santé

- Valérien GRATPAIN

Santé publique France (Bretagne)

- Yvonnick GUILLOIS

Annexe 4 : Evolution des concentrations en nitrates dans les cours d'eau (selon OEB, 2021)

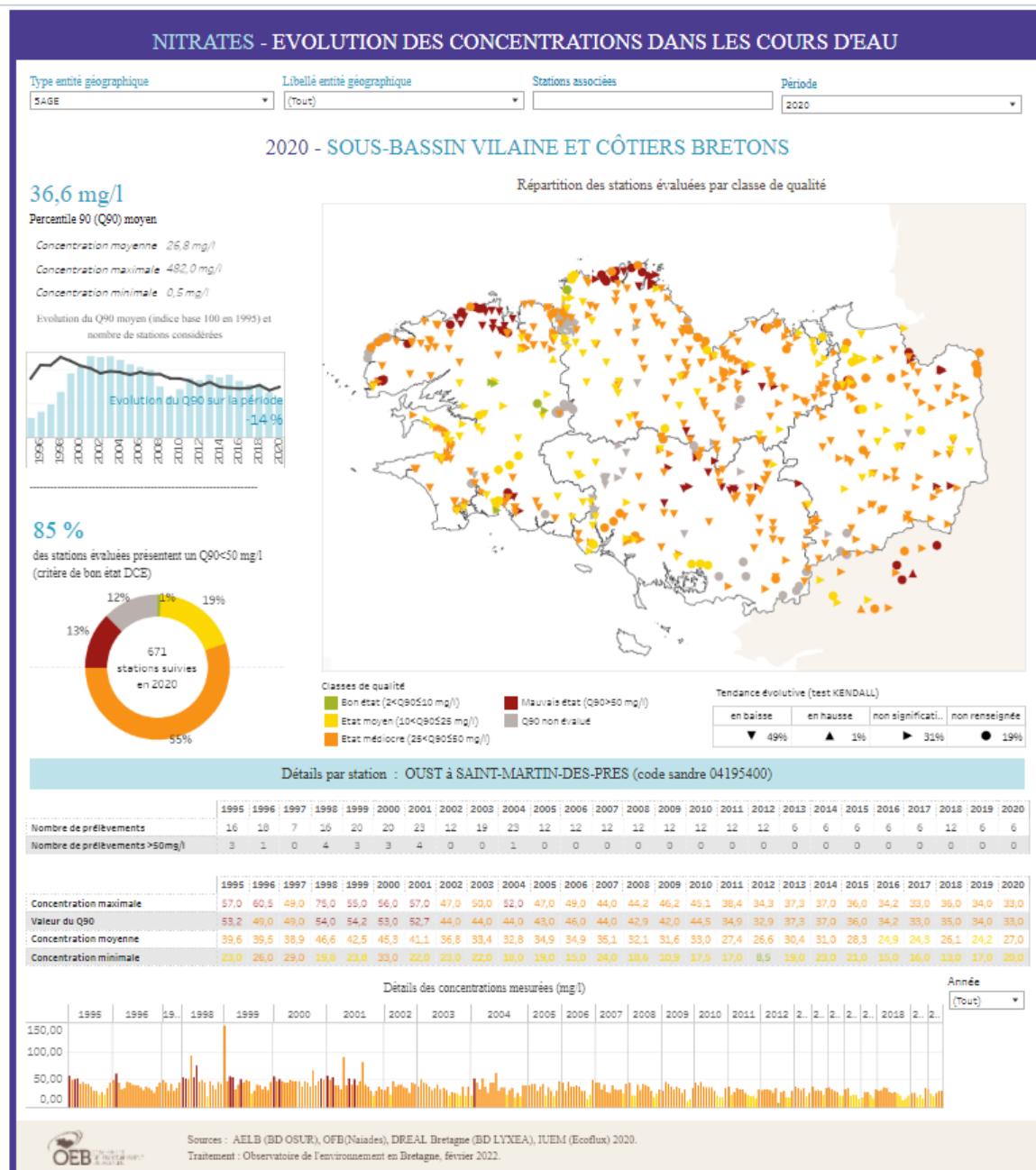


Figure 3 – Carte de l'Observatoire de l'environnement de Bretagne, 2021

Le taux d'évolution (baisse pour 49 % des points de mesures) est assez favorable et il montre l'effort mené par tous en Bretagne.