Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère du travail, de l'emploi, du dialogue social et de la formation professionnelle

Direction
générale du travail
DGT

Service des relations et des
conditions de travail
SRCT

Sous-direction des conditions
de travail, de la santé et de la
sécurité au travail
CT

Bureau des risques chimiques,
physiques et biologiques
CT 2

39-43, Quai André-Citroën
75902 Paris Cedex 15

Téléphone : 01 44 38 26 73
01 44 38 24 69

Télécopie : 01 44 38 26 48
Services d'informations
du public :
internet : www.travail.gouv.fr

Le directeur général du travail

à

Monsieur le préfet de la région Martinique,
préfet de Martinique

Monsieur le préfet de la région Guadeloupe,
préfet de Guadeloupe

Monsieur le préfet de la région Guyane,
préfet de Guyane

Messieurs les directeurs des entreprises, de
la concurrence, de la consommation, du
travail et de l'emploi de Martinique, de
Guadeloupe et de la Guyane

Mesdames et Messieurs les inspecteurs du
travail,

Mesdames et Messieurs les contrôleurs du
travail.

Paris, le 02 FEV. 2016

Affaire suivie par : Elise Vigier
Tél : 01 44 38 25 50
Mél : elise.vigier@ travail.gouv.fr

Objet : Echouage d'algues sargasses

P.J. : - note de service DGT du 1er juillet 2010 sur les risques liés aux algues vertes et les moyens de prévention

- note d'étape de l'Anses du 28 décembre 2015.

Plusieurs côtes du littoral des Antilles et de Guyane sont touchées par des échouages d'algues brunes « sargasses » qui entraînent des dégagements de gaz lors de leur putréfaction, notamment du sulfure d'hydrogène (H_2S). Ce gaz est un irritant des voies respiratoires et un neurotoxique par asphyxie.

Dans ce contexte, l'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) a été saisie par ses ministres de tutelle le 15 octobre 2015 afin notamment d'établir des recommandations à court terme sur les mesures de prévention des risques à mettre en œuvre pour protéger les travailleurs en contact avec ces algues.

La note d'étape de l'Anses du 28 décembre 2015, ci-jointe, s'appuyant sur les travaux d'expertise relatifs aux algues vertes (Anses 2010 et 2011), sur des éléments de contexte local rapportés par les représentants des Agences Régionales de Santé (ARS), ainsi que sur un retour d'expérience du Centre d'Etude et de Valorisation des Algues (CEVA), indique qu'en l'état actuel des connaissances, les recommandations de prévention pour les

travailleurs au contact des algues vertes en décomposition sont transposables aux travailleurs en contact avec des algues sargasses.

Vous trouverez ainsi, ci-joint pour rappel, la note de service de la DGT élaborée en juillet 2010 relatives aux recommandations à mettre en œuvre pour préserver la santé et la sécurité des travailleurs en contact avec les algues vertes qui restent d'actualité et que je vous invite à mettre en œuvre également s'agissant des algues sargasses.

Je vous demande de transmettre ces informations à vos services et aux professionnels concernés.

Je vous saurais gré de bien vouloir me faire connaître les difficultés que vous pourriez rencontrer dans la mise en œuvre de ces mesures.

Je ne manquerai pas dès réception du rapport définitif de l'Anses attendu pour fin 2016, de vous informer des éventuelles modifications apportées à ces recommandations.

A toutes fins utiles, la sous-direction des conditions de travail, de la santé et de la sécurité au travail (CT) reste à votre disposition pour tout complément d'information.

Le directeur général du travail

Yves STRUILLOU

anses
agence nationale de sécurité sanitaire alimentation, environnement, travail
Connaître, évaluer, protéger

Saisine (2015-SA -0225) du 15 octobre 2015 relative aux expositions aux émanations d'algues Sargasses en décomposition dans les départements français d'Amérique

Note d'étape relative à la mise à jour du profil toxicologique de l'H_2S et aux recommandations à court terme sur les mesures de prévention des risques à mettre en œuvre pour protéger les travailleurs en contact avec les algues Sargasses.

L'Anses a été saisie le 15 octobre 2015 concernant des expositions humaines aux émanations d'algues Sargasses en décomposition dans les départements français d'Amérique. Les départements français des Antilles, et dans une moindre mesure la Guyane, font face en effet, depuis le mois d'août 2014, à un phénomène de grande ampleur d'échouage d'algues Sargasses sur leur littoral.

Une première question de la saisine portait sur la mise à jour du profil toxicologique de l'hydrogène sulfuré (H_2S) et les recommandations à court terme sur les mesures de prévention des risques à mettre en œuvre pour protéger les travailleurs en contact avec les algues Sargasses.

La présente note d'étape vise à répondre à cette première question de la saisine. La poursuite de l'instruction de la saisine pourra amener à préciser ou amender certains points, notamment sur les recommandations de prévention pour les travailleurs.

Mise à jour du profil toxicologique de l'hydrogène sulfuré (H_2S)

Les données présentées ci-après sont issues des profils toxicologiques établis par l'Anses dans le cadre des expertises sur les algues vertes (Anses 2011), sur les facteurs de risques professionnels éventuellement en lien avec la surmortalité des égoutiers (en cours d'instruction), des profils toxicologiques rédigés par l'ATSDR (ATSDR 2014) et par l'US EPA (US EPA 2003). Ces données ont été complétées par une recherche bibliographique ciblée sur la période 2013-2015, non couverte par la revue bibliographique réalisée par l'ATSDR. Le profil toxicologique complet de l'H_2S est annexé à la présente note.

La mise à jour des données relatives à la toxicité de l'hydrogène sulfuré (H_2S) a fait l'objet de présentations aux comités d'experts spécialisés (CES) « Evaluation des risques liés aux milieux aériens » et « Evaluation des risques liés aux substances » de l'agence. Un expert de chaque CES a été nommé rapporteur afin d'assurer une relecture critique de la mise à jour du profil toxicologique.

1. Voies d'exposition

L'exposition des individus à l'H_2S a lieu majoritairement par voie respiratoire ; une absorption par les voies orale et cutanée est possible, mais ne contribue que faiblement à l'exposition globale.

Les données chez l'Homme relatives à la toxicité de l'H_2S proviennent d'études en populations générale et professionnelle. Les données suggèrent que les voies aériennes supérieures et le système nerveux central (SNC) sont les cibles les plus sensibles de la toxicité de l'H_2S à court et long terme pour une exposition par inhalation chez l'Homme. Aucune donnée n'est disponible quant à la toxicité de l'H_2S chez l'Homme pour des expositions par voies orale ou cutanée.

2. Toxicité aigüe

D'après les données humaines, la toxicité aiguë de l'H_2S dépend avant tout de sa concentration dans l'atmosphère considérée pour des expositions de très courte durée.

- L'exposition aiguë par inhalation à des concentrations d'$H_2S \geq 500$ ppm peut entrainer une perte de conscience brutale («*knock-down*»), un arrêt cardio-respiratoire, un œdème pulmonaire et des troubles cardiovasculaires (arythmie et tachycardie) pouvant conduire au décès. En cas de survie, des séquelles neurologiques (maux de tête, troubles de la mémoire à court terme, troubles des fonctions motrices...) sont possibles.
- Pour des concentrations d'$H_2S \geq 200$ ppm, des effets neurologiques tels que des troubles de la coordination, des troubles de la mémoire, des hallucinations, ainsi qu'une dyspnée, des symptômes irritatifs des voies aériennes supérieures et une perte de l'odorat peuvent survenir lors d'expositions à court terme.
- L'exposition aiguë à des concentrations d'$H_2S \geq 50$ ppm peut également entraîner des symptômes d'irritation oculaire et respiratoire chez l'Homme, de gravité variable selon la durée d'exposition.

3. Toxicité sub-chronique et chronique

3.1. Effets respiratoires

Si les effets chez l'Homme liés à une exposition aigue sont bien connus, les effets liés à des expositions sub-chronique et chronique à l'H_2S sont en revanche moins documentés. Des données humaines sont disponibles en population générale et en milieu professionnel pour ce qui concerne des expositions non spécifiques à l'H_2S. La plupart des études recensées ont évalué la prévalence de symptômes respiratoires et/ou neurologiques au sein de populations résidant à proximité de certains sites industriels émetteurs d'H_2S (fabrication de pâtes et papiers, production de gaz naturel, élevages intensifs porcins et manutention du fumier), travaillant dans ces secteurs industriels ou chez les habitants de zones géothermiques (Nouvelle-Zélande, Hawaï, Islande...). Ces populations étaient donc co-exposées à des polluants autres que l'H_2S.

L'exposition humaine sub-chronique et chronique à des concentrations d'$H_2S \leq$ 10 ppm est responsable **de symptômes d'irritations respiratoires**. Au sein de populations résidant à proximité d'industries émettrices d'H_2S (papeteries, exploitations porcines, abattoirs ou tanneries), des symptômes d'irritation nasale, de toux, ainsi qu'une augmentation du nombre d'admissions aux urgences hospitalières pour cause de symptômes ou pathologies respiratoires (incluant l'asthme) ont été rapportés (Jaakkola *et al.*, 1990 ; Marttila *et al.*, 1996 ; Campagna *et al.*, 2004 ; Schinasi *et al.*, 2011). Considérant l'ensemble des données disponibles dans la population générale, l'exposition à l'H_2S ne semble pas entraîner de modifications significatives de la fonction pulmonaire via la mesure des paramètres de spirométrie. Aucune altération de la fonction pulmonaire n'a été observée chez les travailleurs (usines de viscose au Japon, papeterie) exposés de façon chronique à des concentrations d'$H_2S \leq 10$ ppm (Higashi 1983 ; Jappinen 1990). Si les données humaines permettent de mettre en évidence le fait que les voies aériennes supérieures sont une cible privilégiée de la toxicité de l'H_2S à long terme, la plupart des études recensées ne permettent pas d'établir de relations dose-réponse parce que les niveaux d'exposition ne sont pas documentés et que les sujets ont été soumis à des expositions multiples (autres composés soufrés, mercure, PM_{10}...).

Les données animales apportent des preuves solides que l'appareil respiratoire est une cible sensible à la toxicité de l'H_2S et peuvent être utilisées pour établir des relations dose-réponse. Des dommages à l'épithélium olfactif nasal ont été observés chez des rats exposés à de l'H_2S pour des durées sub-chroniques.

Une perte de neurones olfactifs et une hyperplasie régénérative des cellules basales ont été observées chez des rats exposés par inhalation à des concentrations d'H_2S ≥ 30 ppm, 6h/j, 7j/sem pendant 10 ou 13 semaines (Brenneman *et al.,* 2000). La gravité des lésions de l'épithélium olfactif nasal était liée à la concentration. Les auteurs ont observé une hyperplasie croissante des cellules basales en lien avec la concentration d'H_2S, jusqu'à atteindre la capacité de régénération de l'épithélium olfactif. Des effets similaires ont été observés chez des rats exposés à de l'H_2S lors d'une exposition unique ou de manière répétée pendant 5 jours. Cependant, des concentrations plus élevées étaient nécessaires pour provoquer une réponse significative. Une exposition sub-chronique (6h/j, 5j/sem. pendant 13 semaines) a donné lieu à une inflammation de la partie squameuse de la muqueuse nasale chez les souris exposées à 80 ppm et la perte de neurones olfactifs chez les souris exposées à des concentrations d'H_2S ≥ 30 ppm (CIIT 1983a). Les VTR (valeurs toxicologiques de référence) construites par l'ATSDR (2006), l'US EPA (2003) et l'OEHHA (2000) pour des expositions sub-chronique et chronique à l'H_2S ont retenu l'atteinte de l'épithélium olfactif observée dans ces études en tant qu'effet critique.

3.2. Effets oculaires

L'exposition humaine chronique à l'H_2S est également responsable de **symptômes d'irritations oculaires**. Dans une étude sur l'exposition à des composés soufrés dans l'air ambiant (soufre réduit total : SRT) d'une population résidant à proximité d'une usine de papier (Marttila *et al.*, 1996), les auteurs ont observé une augmentation de la prévalence de symptômes oculaires chez les résidents exposés à des niveaux faibles (moyenne quotidienne de SRT < 7 ppb), moyens (7 à 21 ppb) ou élevés (> 21 ppb). Même si l'H_2S était le principal contributeur des niveaux de SRT relevés, d'autres composés soufrés, ainsi que d'autres polluants de l'air, sont susceptibles de provoquer une irritation oculaire. L'exploitation des registres d'admissions hospitalières entre les années 1981 et 1990, a montré une augmentation de l'incidence de cataractes, d'atteintes de la conjonctive et de l'orbite dans la population de Rotura, sans que les niveaux d'exposition à l'H_2S ne soient renseignés (Bates et al, 1998).

3.3. Effets neurologiques

Les résultats de certaines études suggèrent que l'exposition à l'H_2S pourrait entraîner des **effets neurocomportementaux** chez les humains et les animaux. Des modifications de l'équilibre, du temps de réaction, du champ visuel et du rappel verbal ont été observées chez les individus exposés de manière chronique à de faibles niveaux de concentration dans l'air d'H_2S (concentrations non spécifiées) (Kilburn, 1997).

Les études conduites au sein de populations vivant à proximité de sources industrielles d'H_2S ont constaté des augmentations de la fréquence d'apparition de certains **symptômes neurologiques** : maux de tête, perte d'équilibre, perte de mémoire et fatigue (Marttila *et al.*, 1995 ; Partti-Pellinen *et al.*, 1996 ; Godbout et al., 2009 ; Kilburn 2012). Une étude conduite chez le rat pour une exposition sub-chronique à 175 $mg.m^{-3}$ (125 ppm) d'H_2S (4h/j, 5j/s pendant 5 ou 11 semaines) n'a pas indiqué d'altération des capacités de mémorisation des animaux ; cependant, l'apprentissage d'une nouvelle tâche complexe était affectée (Partlo *et al.*, 2001).

3.4. Autres effets

Concernant la toxicité potentielle sur le développement et la reproduction, il n'existe pas d'étude chez l'Homme signalant des effets sur le développement en cas d'exposition à l'H_2S seul. Les données disponibles concernent des multi-expositions et suggèrent qu'une exposition chronique paternelle ou maternelle à l'H_2S pourrait augmenter le taux d'avortement spontané parmi certaines catégories de travailleurs (industrie du textile, usines de papier et usines pétrochimiques) et leurs conjoints (Hemminki et Niemi, 1982 ; Xu *et al.*, 1998). Il s'agit néanmoins d'un effet non spécifique car les sujets ainsi que leurs

conjoints ont subi des expositions multiples à d'autres agents susceptibles d'avoir contribué à l'augmentation du risque. Les données disponibles chez l'animal n'indiquent pas de signaux d'alerte, elles suggèrent que l'H_2S n'est pas toxique pour le développement pour des expositions ≤ 80 ppm. Des investigations complémentaires sont nécessaires pour conclure sur ces questions.

Il existe peu de données chez l'Homme concernant le potentiel cancérogène de l'H_2S. Une étude a indiqué une augmentation significative du risque de développer des cancers de la trachée, des bronches et du poumon chez des résidents exposés à des niveaux élevés d'H_2S naturel (utilisant l'énergie géothermique comme chauffage) (Bates *et al.*, 1998). Les auteurs précisent cependant que les taux de morbidité élevés observés étaient compatibles avec une exposition à des concentrations élevées d'H_2S et de mercure (liée à l'utilisation d'énergie géothermique). La part attribuable à l'exposition par inhalation au mercure dans la survenue des cancers des voies respiratoires ne peut pas être déterminée dans ce cas de figure. Une autre étude n'a mis en évidence aucune augmentation de l'incidence de cancers au sein d'une population résidentielle vivant à proximité des raffineries de gaz naturel (Schecter *et al.*, 1989). La cancérogénicité de l'H_2S n'a pas été évaluée dans les études animales publiées.

Au total, les études portant sur des expositions chroniques à des concentrations d'H_2S de l'ordre de 10 ppm et en deçà, indiquent que les premiers effets observés sont des symptômes irritatifs des voies aériennes supérieures et des yeux ; ces études ne mettent pas en évidence d'atteintes significatives des fonctions pulmonaires. Des effets neurocomportementaux et des symptômes neurologiques sont suspectés. D'après les données disponibles, aucun autre effet toxique n'est suspecté en rapport avec une exposition sub-chronique ou chronique à l'H_2S, à des niveaux ≤ 10 ppm.
Il est à noter que la plupart des études recensées chez l'Homme présentent des limites communes : des niveaux d'exposition mal documentés (ou l'absence de données de surveillance) et l'exposition concomitante à d'autres composés, notamment les BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes), les mercaptans, le dioxyde de soufre, l'ammoniac, les matières particulaires... Il n'y a pas d'études signalant des effets sur le développement et la reproduction en cas d'exposition à l'H_2S seul, mais des investigations complémentaires sont nécessaires pour conclure définitivement sur l'absence d'effets. En l'état actuel des connaissances, au vu du faible nombre d'études disponibles, aucune conclusion ne peut être tirée quant à une potentielle cancérogénicité de l'H_2S.

Recommandations provisoires à court terme pour les travailleurs au contact des algues Sargasses

Les recommandations à court terme, s'appuient sur les travaux d'expertise relatifs aux algues vertes (Anses 2011), sur des éléments de contexte local rapportés par des représentants des Agences régionales de santé (ARS) ainsi que sur un retour d'expérience du Centre d'étude et de valorisation des Algues (CEVA), recueilli à l'occasion d'une audition conduite le 17 novembre 2015.
En effet, dans le cadre d'un déploiement de solutions de gestion de la problématique des échouages d'algues Sargasses dans l'arc antillais, l'Ademe a lancé un appel à manifestation d'intérêt visant à tester différents types de machines/engins pour le ramassage des algues. Dans l'objectif d'évaluer les machines et les chantiers de ramassage, l'Ademe a demandé l'appui du CEVA.

Par la même occasion, elle a demandé au CEVA, à l'occasion de son déplacement, de dispenser aux acteurs locaux (élus locaux, personnels en charge de ramassage...) une formation sur la gestion du risque sanitaire lié à l'exposition à l'H_2S émis par les algues Sargasses, lors des opérations de ramassage, notamment. L'intervention du CEVA s'est déroulée du 20 au 22 août 2015, à la Martinique.

L'audition du CEVA a permis de disposer d'un avis d'expert complémentaire sur :

- la/les situation(s) d'échouages d'algues Sargasses aux Antilles,
- les modalités d'intervention pour le ramassage mises en œuvre et observées localement,
- les recommandations apparaissant comme prioritaires pour les professionnels en charge du ramassage, du transport et du traitement des algues.

Les recommandations formulées ci-après ont également été présentées au CES « Evaluation des risques liés aux milieux aériens ».

En l'état actuel des connaissances, les recommandations de prévention pour les travailleurs au contact des algues vertes en décomposition sont transposables aux travailleurs au contact avec les algues Sargasses. Les documents suivants reprennent les recommandations précédemment émises par l'Anses et la Dirrecte[1] Bretagne :

- Avis de l'Anses relatif aux recommandations de prévention des risques liés aux algues vertes pour la santé des populations avoisinantes, des promeneurs et des travailleurs du 15 juillet 2010 (Anses 2010) (https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2010sa0175sign.pdf);
- Rapport d'expertise de l'Anses relatifs aux risques liés aux émissions gazeuses des algues vertes pour la santé des populations avoisinantes, des promeneurs et des travailleurs de juin 2011 (Anses 2011) (https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2010sa0175Ra.pdf);
- Guide pour la protection des travailleurs exposés - Algues vertes et ses fiches d'interventions, de la Dirrecte Bretagne (Dirrecte Bretagne 2012b, a) (ces documents sont disponibles en annexe de la présente note).

D'après le retour d'expérience du CEVA, parmi les recommandations formulées dans les documents cités précédemment, les recommandations suivantes concernant en particulier le port de détecteurs d'H_2S et d'équipement de protection individuelle (EPI), les moyens mécaniques, la formation et l'information des travailleurs et la mise en place d'une traçabilité des travaux exposants sont prioritaires.

Pour rappel, les valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) de l'H_2S sont :

- **5 ppm sur 8 heures**
- **10 ppm sur 15 minutes**

1) Détecteurs d'H_2S

Chaque travailleur au contact des algues, y compris dans les cabines des engins mécaniques, doit être muni d'un détecteur portatif d'hydrogène sulfuré, situé près des voies respiratoires.

[1] Direction régionale des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi

Ces détecteurs doivent avoir les caractéristiques suivantes :

- Affichage permanent du niveau d'H_2S présent dans l'atmosphère.
- Présence de deux seuils d'alarme avec des indications sonore et visuelle :
  - Alarme 1 : 5 ppm ou 7 mg/m^3
  - Alarme 2 : 10 ppm ou 14 mg/m^3
- Mémoire à capacité suffisante pour enregistrer :
  - Le journal des anomalies/événements avec la date et l'heure correspondante.
  - Les données d'expositions des opérateurs, réglées sur une fréquence de l'ordre de 30 secondes.
  - Sur une période de 15 jours d'exposition au minimum.
- Possibilité de connecter l'appareil à un ordinateur pour récupérer et traiter les données enregistrées.

Pour être efficaces, les détecteurs doivent être vérifiés très régulièrement, au moins une fois par semaine, et systématiquement après chaque détection d'une concentration d'H_2S supérieure à trois fois la valeur moyenne d'exposition (VME), soit 21 mg/m^3. Les conditions de réalisation de ces vérifications doivent prendre en compte les risques d'interférence avec d'autres agents chimiques, tels que l'ammoniac et le diméthylsulfure.
Le port de détecteur concerne également les chantiers à proximité de dépôts en cours de fermentation même si ceux-ci ne sont pas manipulés.

2) Equipement de protection individuelle

Les travailleurs doivent porter des bottes et des gants. Ils doivent également être équipés d'un demi-masque filtrant anti-gaz : conforme à la norme NF EN 140, muni de filtres antigaz A2B2E2K1 conçus selon la norme NF EN 14387 (les coefficients 1 ou 2 correspondent à la capacité de la cartouche vis-à-vis d'un polluant donné ; plus l'indice est important plus cette capacité est importante).
Ces masques doivent être portés dès que le détecteur signale une concentration supérieure à 5 ppm (mais inférieure à 10 ppm). Le masque ne peut être porté que 15 minutes, au-delà de cette durée, si la concentration est toujours supérieure à 5 ppm, la zone doit être évacuée. Lorsque la concentration dépasse 10 ppm, le masque doit être porté et la zone évacuée. La cartouche doit être changée à chaque utilisation.
Lorsque la concentration dépasse 10 ppm, pour pouvoir continuer le travail, les opérateurs doivent porter une cagoule à ventilation assistée de catégorie minimale TH2 conçue selon la norme NF EN 12941 équipée de filtres de type TH2 A2B2E2K1.

3) Moyens mécaniques

<u>Afin de réduire le nombre d'individus exposés et d'augmenter la distance vis-à-vis des sources, le ramassage des algues Sargasses par des moyens mécaniques est à privilégier autant que possible, considérant les contraintes environnementales.</u>
Les cabines de conduite des équipements mécaniques utilisés dans les phases de ramassage et de traitement des algues Sargasses, doivent isoler suffisamment le conducteur des polluants atmosphériques extérieurs (en termes de ventilation, climatisation, d'étanchéité et de filtration – *cf.* fiche n°14 « Cahier des charges des cabines pressurisées à air épuré pour engins » fournie en annexe de la présente note). Considérant la corrosivité de l'air salin,

la durée de vie des dispositifs en place est limitée, leur entretien et leur vérification doivent être réalisés régulièrement.
Les conducteurs doivent également disposer de moyens d'évaluation de la concentration en H_2S à l'intérieur et à l'extérieur de la cabine, et de moyens de sauvegarde individuelle adaptés et immédiatement accessibles dans la cabine.
Il est rappelé que dans la pratique, sur un même chantier, les dépôts d'algues peuvent présenter simultanément plusieurs stades de décomposition et que les risques d'effets graves sont liés à des expositions à courte distance de la source.

Par ailleurs, une fois ramassées, avant le stockage, les algues doivent être épandues en couches minces ; les algues sèches ne présentent plus de risques de fermentation, et donc d'émissions d'H_2S.

4) Formation et information

Les règles d'hygiène et de sécurité du travail incluent des dispositions générales sur la formation des agents dont notamment celles liées à l'usage des équipements de protection individuelle. Dans le cas des algues, la variabilité des conditions de dégradation des algues et la multiplicité des risques associés, qui varient au cours du temps, nécessitent de dispenser régulièrement une information et une formation spécifique sur l'appréciation des risques liés à la manipulation des algues Sargasses, l'intérêt et les particularités de l'usage des détecteurs.

5) La traçabilité des travaux exposants

L'exposition à l'H_2S des travailleurs, en fonction des tâches effectuées, doit être tracée. Les fonctions d'enregistrement des données des détecteurs d'H_2S permettront de réaliser le suivi des expositions individuelles. Par ailleurs, un journal des incidents doit être tenu pour chaque travailleur.
Des exemples de modèles de journal de bord des incidents, de document de traçabilité et de fiche de suivi individuel des expositions à l'H_2S figurent dans les fiches d'intervention de la Dirrecte Bretagne (Dirrecte Bretagne 2012a).

Cette traçabilité pourrait être assurée dans le dossier médical des travailleurs concernés, quel que soit leur statut.

En complément de ce qui précède l'Anses et le CES « Evaluation des risques liées aux milieux aériens » recommandent la mise en œuvre des mesures suivantes destinées à prévenir les risques sanitaires pour la population générale exposée :

- La mise en œuvre dès à présent du ramassage régulier et systématique des algues échouées sur le littoral.
- les chantiers de ramassages des algues doivent être balisés, et l'accès restreint aux opérateurs,
    - la population doit être informée des risques pour la santé liés à l'exposition à l'H_2S, notamment à proximité des plages où des algues sont en décomposition. Par ailleurs, la population doit être informée que les algues ne doivent pas être manipulées.

L'Anses rappelle les recommandations suivantes du Haut Conseil de la santé publique (HCSP) formulées dans son avis du 3 septembre 2015 :

- pour des valeurs entre 0,2 et 1 ppm sur les plages à proximité des échouages d'algues : information du public

- pour des valeurs entre 1 et 5 ppm sur les plages : information du public (notamment accès déconseillé aux personnes sensibles et fragiles[2])
- pour des valeurs supérieures à 5 ppm sur les plages : accès réservé aux professionnels équipés de moyens de mesure de l'H_2S individuels avec alarmes.

En outre, le CES « Evaluation des risques liés aux milieux aériens » a estimé que le diagramme relatif aux effets sanitaires de l'H_2S en fonction de la durée d'exposition, proposé par l'ARS de Martinique et validé par le HCSP dans son avis du 3 septembre 2015 (HCSP 2015) ne constituait pas en l'état, un outil pertinent pour estimer les niveaux de dangers liés aux concentrations d'exposition à l'H_2S rencontrées dans les départements français d'Amérique[3]. En effet, les extrapolations linéaires utilisées pour la construction de ce diagramme ne sont pas toujours justifiées par des données scientifiques. De plus, ce document ne prend pas en compte l'ensemble des situations d'exposition possibles, notamment les expositions sub-chroniques, entre 1 et 12 mois, et chroniques, au-delà de un an, aux niveaux de concentrations d'H_2S rencontrés dans les départements français d'Amérique[3].

La mise à l'étude d'un ajustement de ce diagramme *via* la réalisation d'extrapolations complémentaires a été jugée non pertinente par les experts, considérant le manque de robustesse des hypothèses à la base de sa construction.

Enfin, lors de la présentation de la saisine au CES « Evaluation des risques liés aux milieux aériens » le 15 octobre 2015, en présence de représentants de la DGS et de l'ARS Martinique, la question de la réalisation d'une évaluation des risques sanitaires (ERS) a été évoquée. Le CES a estimé que la réalisation d'une ERS liés à l'exposition des habitants des départements français d'Amérique à l'H_2S n'était pas pertinente. En effet, l'existence actuelle d'un risque sanitaire pour ces populations ne peut être exclue et justifie la mise en place immédiate de mesures de prévention des expositions pour les professionnels et la population générale :

- considérant les données de toxicité chronique de l'H_2S notamment pour les voies aériennes supérieures,
- l'augmentation du nombre de consultations médicales liées aux effets ressentis par la population de Martinique exposée à l'H_2S de manière chronique rapportée par le réseau des médecins sentinelles[3],
- une partie de la population est d'ores et déjà exposée à des concentrations d'H_2S bien supérieures[3] aux VTR chroniques existantes (1.43 ppb, US EPA, 2003 et 7.14 ppb, OEHHA, 2000) ;

Les CES « Evaluation des risques liés aux milieux aériens » et « Evaluation des risques liés aux substances » recommandent la mise en place d'une étude épidémiologique prospective dès à présent, qui permettra de documenter les effets liés aux expositions chroniques à l'H_2S à de faibles doses, dans de meilleures conditions qu'une étude rétrospective.

---

[2] Dans son avis du 15 novembre 2013 relatif aux messages sanitaires à diffuser lors d'épisodes de pollution de l'air ambiant par les particules, l'ozone, le dioxyde d'azote et/ou le dioxyde de soufre, le HCSP donne la définition suivante des populations vulnérables aux polluants atmosphériques : femmes enceintes, nourrissons et enfants de moins de 5 ans, personnes de plus de 65 ans, sujets asthmatiques, souffrant de pathologies cardiovasculaires, insuffisants cardiaques ou respiratoires.

[3] D'après le texte de la saisine de l'Anses du 15 octobre 2015.

Bibliographie

Anses. 2010. Avis de l'Anses relatif aux recommandations de prévention des risques liés aux algues vertes pour la santé des populations avoisinantes, des promeneurs et des travailleurs Maisons-Alfort: Anses. https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2010sa0175sign.pdf

Anses. 2011. Avis et rapport de l'Anses relatifs aux risques liés aux émissions gazeuses des algues vertes pour la santé des populations avoisinantes, des promeneurs et des travailleurs. Maisons-Alfort: Anses. https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2010sa0175Ra.pdf

ATSDR. 2014. Toxicological profile for Hydrogen Sulfide / Carbonyl Sulfide (Draft for Public Comment). edited by Public Health Service Department of Health and Human Services. Atlanta, GA: U.S.: U.S. Dept. of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry.

Bates, M. N., N. Garrett, B. Graham, and D. Read. 1998. "Cancer incidence, morbidity and 27 (1):10-14. doi: 10.1093/ije/27.1.10.

Brenneman, K. A., R. Arden James, E. A. Gross, and D. C. Dorman. 2000. "Olfactory neuron loss in adult male CD rats following subchronic inhalation exposure to hydrogen sulfide." Toxicologic Pathology 28 (2):326-333.

Campagna, D., S. J. Kathman, R. Pierson, S. G. Inserra, B. L. Phifer, D. C. Middleton, G. M. Zarus, and M. C. White. 2004. "Ambient hydrogen sulfide, total reduced sulfur, and hospital visits for respiratory diseases in northeast Nebraska, 1998-2000." Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology 14 (2):180-187. doi: 10.1038/sj.jea.7500313.

CIIT. 1983a. 90-Day vapor inhalation toxicity study of hydrogen sulfide in B6C3F1 mice. Research Triangle Park, NC: Chemical Industry Institute of Toxicology.

Dirrecte Bretagne. 2012a. Fiches d'intervention - guide pour la protection des travailleurs exposés aux algues vertes. Bretagne.

Dirrecte Bretagne. 2012b. Guide pour la protection des travailleurs exposés - Algues vertes. Bretagne.

Godbout, S., S. P. Lemay, C. Duchaine, F. Pelletier, J. P. Larouche, M. Belzile, and J. J. R. Feddes. 2009. "Swine production impact on residential ambient air quality." Journal of Agromedicine 14 (3):291-298. doi: 10.1080/10599240903041943.

HCSP. 2015. Avis relatif à la gestion du risque sanitaire lié aux émissions toxiques d'algues brunes échouées sur les côtes de La Martinique en provenance de la mer des Sargasses.

Hemminki, K., and M. L. Niemi. 1982. "Community study of spontaneous abortions: Relation to occupation and air pollution by sulfur dioxide, hydrogen sulfide, and carbon disulfide." International Archives of Occupational and Environmental Health 51 (1):55-63. doi: 10.1007/BF00378410.

Higashi, T., T. Toyama, H. Sakurai, M. Nakaza, K. Omae, T. Nakadate, and N. Yamaguchi. 1983. "Cross-sectional study of respiratory symptoms and pulmonary functions in rayon textile workers with special reference to H2S exposure." Industrial Health 21 (4):281-292.

Jaakkola, J. J. K., V. Vilkka, O. Marttila, P. Jappinen, and T. Haahtela. 1990. "The South Karelia air pollution study: The effects of malodorous sulfur compounds from pulp mills on respiratory and other symptoms." American Review of Respiratory Disease 142 (6):1344-1350.

Jappinen, P., and S. Tola. 1990. "Cardiovascular mortality among pulp mill workers." British Journal of Industrial Medicine 47 (4):259-262.

Kilburn, K. H. 1997. "Exposure to reduced sulfur gases impairs neurobehavioral function." Southern Medical Journal 90 (10):997-1006. doi: 10.1097/00007611-199710000-00006.

Kilburn, K. H. 2012. "Human impairment from living near confined animal (Hog) feeding operations." Journal of Environmental and Public Health 2012. doi: 10.1155/2012/565690.

Marttila, O., J. J. K. Jaakkola, K. Partti-Pellinen, V. Vilkka, and T. Haahtela. 1996. "South Karelia air pollution study: Daily symptom intensity in relation to

exposure levels of malodorous sulfur compounds from pulp mills." Environmental Research 71 (2):122-127. doi: 10.1006/enrs.1995.1073.

Partlo, L. A., R. S. Sainsbury, and S. H. Roth. 2001. "Effects of repeated hydrogen sulphide (H2S) exposure on learning and memory in the adult rat." NeuroToxicology 22 (2):177-189. doi: 10.1016/S0161-813X(01)00016-X.

Partti-Pellinen, K., O. Marttila, V. Vilkka, J. J. K. Jaakkola, P. Jäppinen, and T. Haahtela. 1996. "The South Karelia Air Pollution Study: Effects of low-level exposure to malodorous sulfur compounds on symptoms." Archives of Environmental Health 51 (4):315-320.

Schechter, M. T., W. O. Spitzer, M. E. Hutcheon, R. E. Dales, L. M. Eastridge, N. Steinmetz, P. Tousignant, and C. Hobbs. 1989. "Cancer downwind from sour gas refineries: The perception and the reality of an epidemic." Environmental Health Perspectives 79:283-290.

Schinasi, L., R. A. Horton, V. T. Guidry, S. Wing, S. W. Marshall, and K. B. Morland. 2011. "Air pollution, lung function, and physical symptoms in communities near concentrated swine feeding operations." Epidemiology 22 (2):208-215. doi: 10.1097/EDE.0b013e3182093c8b.

Anses. 2010. Avis de l'Anses relatif aux recommandations de prévention des risques liés aux algues vertes pour la santé des populations avoisinantes, des promeneurs et des travailleurs Maisons-Alfort: Anses.

Anses. 2011. Avis et rapport de l'Anses relatifs aux risques liés aux émissions gazeuses des algues vertes pour la santé des populations avoisinantes, des promeneurs et des travailleurs. Maisons-Alfort: Anses.

ATSDR. 2014. Toxicological profile for Hydrogen Sulfide / Carbonyl Sulfide (Draft for Public Comment). edited by Public Health Service Department of Health and Human Services. Atlanta, GA: U.S.: U.S. Dept. of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry.

Dirrecte Bretagne. 2012a. Fiches d'intervention - guide pour la protection des travailleurs exposés aux algues vertes. Bretagne.

Dirrecte Bretagne. 2012b. Guide pour la protection des travailleurs exposés - Algues vertes. Bretagne.

HCSP. 2015. Avis relatif à la gestion du risque sanitaire lié aux émissions toxiques d'algues brunes échouées sur les côtes de La Martinique en provenance de la mer des Sargasses.

US EPA. 2003. Toxicological review of Hydrogen sulfide (CAS No. 7783-06-4). Washington, DC.

Xu, X., S. I. Cho, M. Sammel, L. You, S. Cui, Y. Huang, G. Ma, C. Padungtod, L. Pothier, T. Niu, D. Christiani, T. Smith, L. Ryan, and L. Wang. 1998. "Association of petrochemical exposure with spontaneous abortion." Occupational and Environmental Medicine 55 (1):31-36.