

WEBINAIRE du REPRAN

*Hydrogène sulfuré
Expositions, risques et prévention
en milieu agricole*

LES WEBINAIRES DU REPRAN

PROCHAIN RENDEZ-VOUS :

 **JEUDI 27 MARS 2025**
DE 9H À 10H30

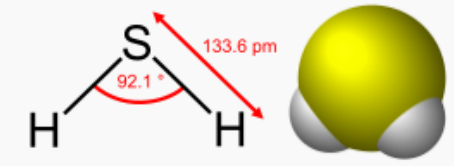
Hydrogène sulfuré : effets toxiques, exposition et prévention

Dr Hervé LABORDE-CASTEROT - AP-HP Nord Université Paris Cité
Marie RANNOU - Conseillère en prévention des risques professionnels MSA d'Armorique



 Réseau
Pathologies
Respiratoires
Agricoles
National

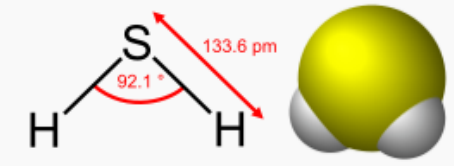


Activités concernées par le risque H_2S



- ▶ Les fosses et pré-fosses en élevage
 - Fosses à lisier
 - Pré-fosses sous caillebotis
- ▶ La méthanisation à la ferme
- ▶ Les algues vertes
 - Ostréiculture
 - Activité de ramassage

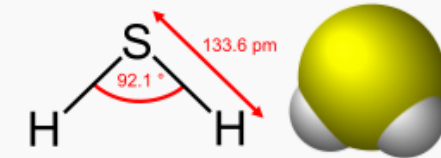




Les fosses et pré-fosses en élevages



Généralités



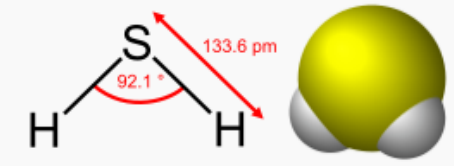
Utilisé comme **engrais naturel**, notamment pour son apport en azote, le lisier de porcs ou de vaches est stocké dans une **fosse** située à l'extérieur, dans la ferme.

Dans les élevages sur caillebotis, en élevage de porc en Bretagne par exemple, ou en vache laitière avec l'arrivée des robots et leur mise en bâtiment, le lisier est d'abord recueilli dans ce qu'on appelle des « **pré-fosses** » situées sous les animaux.

Le point commun : ces volumes ne sont pas régulièrement brassés. Les gaz issus de la décomposition/digestion de cette matière organique, souvent lourds, restent donc dans des poches de gaz, situés au cœur du volume ou sous une croûte de surface.

L'H₂S n'est pas seul, plusieurs gaz sont présents : méthane, dioxyde de carbone, azote, hydrogène sulfuré, ammoniac et parfois monoxyde de carbone.

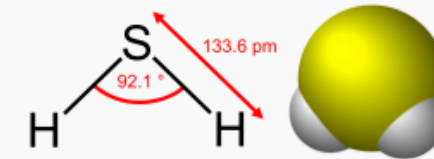
Les risques d'**intoxication**, d'**asphyxie** et d'**explosion** sont donc présents en même temps.



La fosse à lisier



Quelles situations à risques?



Le lisier contenu dans la fosse est constitué des effluents liquides de l'élevage
Il doit être homogénéisé et brassé avant d'être pompé et épandu dans les champs

Parmi les gaz contenus, le CO_2 et l' H_2S sont plus lourds que l'air et peuvent donc rester dans le volume de la fosse; Or le CO_2 ne sent rien et l' H_2S bloque l'odorat : tout intervenant ne « sentira » donc pas le danger lors des interventions (asphyxie, intoxication)

Accidents, fosse au repos :

- Interventions pour récupérer des personnes, des animaux, des objets, y compris dans une fosse paraissant vide ou peu remplie
- Fosses non protégées à proximité de promeneurs, enfants, animaux
- Travaux à proximité, avec risque de chutes d'objets

Un homme décède après être tombé dans une fosse à lisier

A Dombras dans la Meuse, deux employés d'une porcherie sont tombés dans une cuve remplie de déjections animales. L'un des hommes est décédé ce soir, l'autre est toujours entre la vie et la mort.

Les deux hommes sont tombés ce matin dans la cuve à lisier alors qu'ils tentaient d'y débloquer un bouchon. Un collègue présent sur les lieux de l'accident a récupéré les deux travailleurs qui auraient été pris de vertiges à cause des émanations. L'une des victimes a été ramassée par les sapeurs-pompiers et le SMUR de Verdun après avoir fait un arrêt cardiorespiratoire. Elle est décédée.

dée ce soir après avoir été emmenée à l'hôpital de Verdun. Le deuxième homme a été transporté dans un état critique par les pompiers de Montmédy à l'hôpital d'Arlon. Son pronostic vital est engagé.

Des témoins sous le choc

Deux témoins de l'accident, dont celui qui a récupéré les victimes dans la cuve, ont été transportés en état de choc par l'ambulance de Longuyon à l'hôpital de Verdun.

Les opérations de secours ont mobilisé les sapeurs-pompiers et la gendarmerie de Verdun, les centres de secours de Damvillers, Montmédy et Longuyon, ainsi que les SMUR Meuse et Meur-

the-et-Moselle. Une enquête de la brigade de recherche de Verdun est en cours pour déterminer les causes exactes de l'accident.

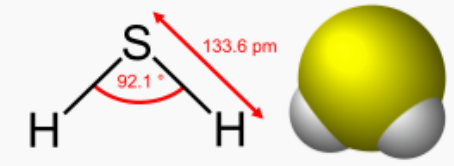
P. L.
MAGNOL - VI

France Live

Intoxiqué dans une fosse à lisier, un ouvrier agricole décède, son responsable gravement touché

Un drame secoue le village rural de Grivesnes, dans la Somme. Un ouvrier agricole âgé d'une trentaine d'années est mort asphyxié en souhaitant récupérer la pièce d'un panneau solaire dans une fosse à lisier de porc, ce 30 juillet. Son responsable, qui a tenté de le secourir, a perdu connaissance et été transporté dans un état grave à l'hôpital.

Quelles situations à risques?

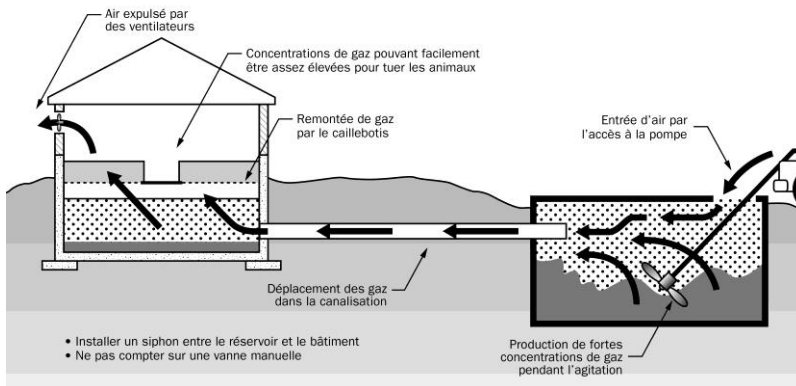


Lors des opérations de pompage/malaxage, plusieurs opérations peuvent augmenter le risque ou la durée de l'exposition:

- Difficultés à ouvrir la porte d'accès à la fosse
- Manœuvre du tracteur à l'approche
- Panne des équipements de travail (malaxeur, tuyau de pompage, tonne à lisier)

Deux types de risques:

- Intervenant posté trop près lorsque les gaz se libèrent
- Libération des gaz à distance suite à des défauts de conception



Conception à risque de reflux gazeux

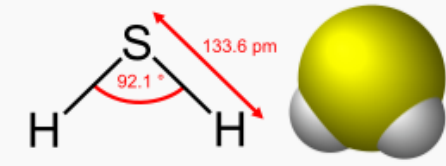


Homogénéisation par malaxage



Système de pompage utilisé pour homogénéiser le lisier

Quelle prévention?



Une fosse à lisier protégée :

- Barrière/mur/clôture de 2 m de haut
- Entrée verrouillée en permanence (cadenas, clé, code), avec point d'intervention sécurisé pour le pompage/malaxage (accès, hauteur, couverture)
- Panneaux d'avertissement :
RISQUE DE CHUTE - RISQUE D'INTOXICATION - ACCÈS RÉSERVÉ
- Une butée pour le tracteur

Dès la conception :

- Couverture de la fosse (simple ou méthanisation passive)
- Malaxeur électrique programmable



Malaxeur électrique

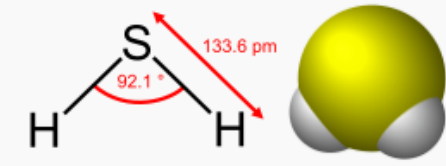


Couverture de fosse souple



Méthanisation passive

Quelle prévention?



Une organisation du travail sereine:

- Eviter le brassage/malaxage à la dernière minute avant l'épandage
- Programmer l'homogénéisation de la fosse régulièrement

En cas de travaux autres:

- Pas d'intervention en surplomb de la fosse ou à proximité
- Si besoin créer une barrière physique pour empêcher toute chute d'objets/outils

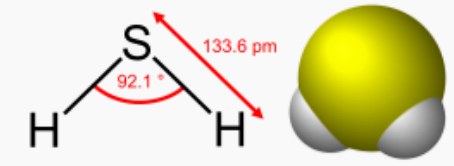
Et s'il faut intervenir quand même?

- En urgence => composer le 18!! Les pompiers sont formés et équipés
- Pour récupérer du matériel => équipes spécialisées (scaphandrier en milieu difficile)

Et si c'est moi qui dois intervenir? Uniquement si une vie humaine est en jeu et que je suis formé et équipé

- Jamais seul=> binôme à distance avec téléphone au minimum
- Protection respiratoire avec ADDUCTION D'AIR NEUF (ARI)
- Détecteur multigaz
- Avec un système treuil+potence+système antichute

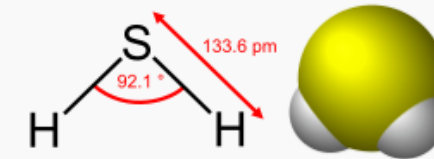




Les préfosses sous caillebotis

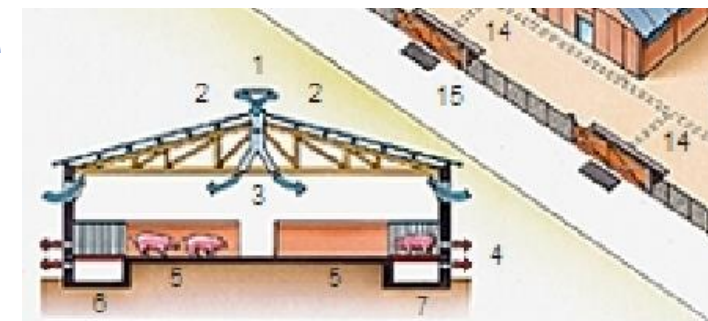


Quelles situations à risques?



Dans les bâtiments d'élevage sur caillebotis, il y a une première fosse appelée « pré-fosse » située sous les animaux, qui recueille directement les effluents. Le plus souvent, celle-ci est vidée ou communique vers la fosse à lisier située en dehors du bâtiment.

Les caillebotis et structures des bâtiments historiques sont souvent conçus en béton armé. Les vapeurs de gaz émises sont souvent corrosives dans le temps et viennent user les matériaux des caillebotis par le dessous, jusqu'à oxyder l'armature métallique...sans que cela ne se voit sur le dessus.



Coupe transversale d'un bâtiment d'engraissement

1. Cheminée de ventilation - 2. Air neuf - 3. Ventilateur - 4. Air vicié - 5. Gisoir - 6. Caillebotis (aire de déjections) - 7. Fosse à lisier - 8. Couloir d'alimentation et de surveillance.

Illustration Larousse « blocs de porcherie »

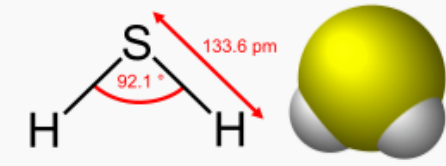
Chute d'animaux dans la préfosse :

- Les caillebotis finissent par céder sous le poids des animaux
- Les agriculteurs interviennent en urgence et non équipés pour les sauver
- Des poches de gaz sont libérées au fur et à mesure que les animaux où les hommes brassent accidentellement le volume durant l'intervention



Lejssl.com, 3 nov 2022 «12 porcs chutent dans une fosse à lisier »

Quelle prévention?



Une surveillance visuelle régulière et organisée de l'état des caillebotis:

- Être équipé d'un « bras d'hercule » ou système pour lever les caillebotis
- Programmer une surveillance lors du vide sanitaire et des travaux de lavage
- Prévoir le coût des changements réguliers dans les investissements

Dès la conception :

- Prévoir des caillebotis et structures en matériaux imputrescibles et résistants au poids des animaux : structure plastique (post-sevrage, animaux légers), inox, fibre de verre
- Prévoir une évacuation fréquente des lisiers : racleur à plat ou en V, évacuation hydraulique (*Cf Travaux Solène LAGADEC, Chambre d'agriculture de Bretagne*)
- Prévoir une conception qui empêche les reflux dans le bâtiment si brassage de la fosse principale

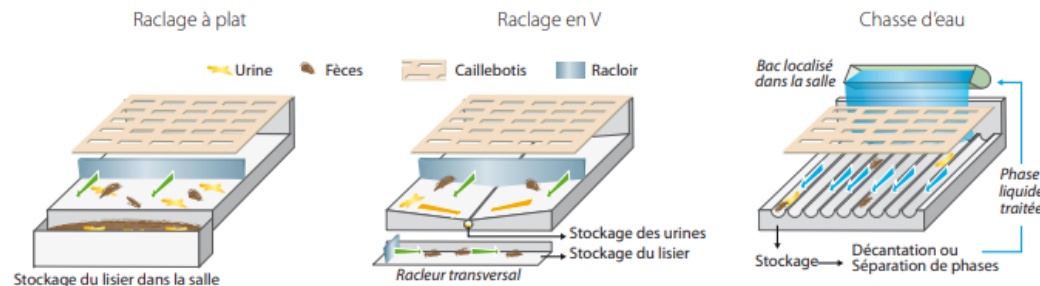


Système « Bras d'hercule »

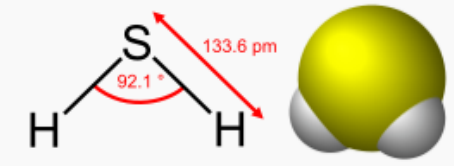


Canaux équipés de vannes dans une stabulation pour éviter aux gaz de pénétrer dans l'étable

Extrait TechPORC n°12_Juillet-Août
2013_Solène LAGADEC, Aurore
LOUSSOUARN



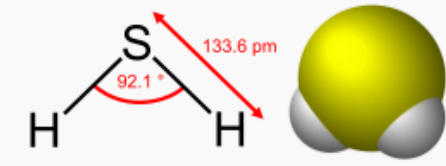
Ces trois procédés permettent d'évacuer fréquemment les déjections mais le produit évacué diffère d'un système à l'autre.



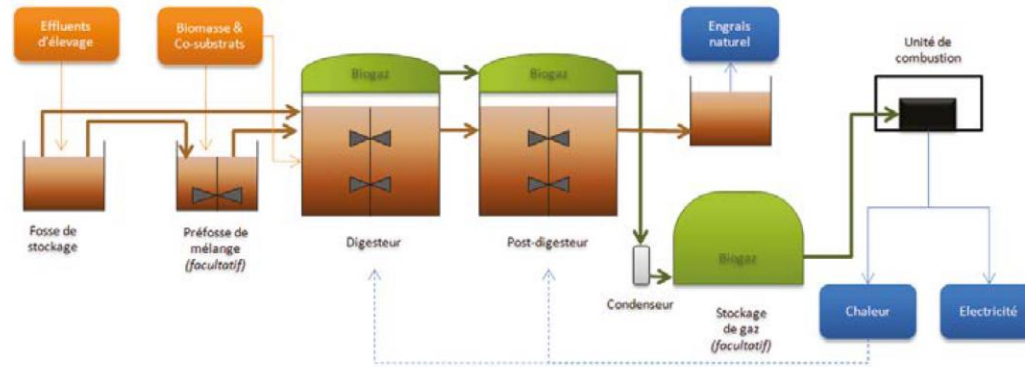
La méthanisation à la ferme



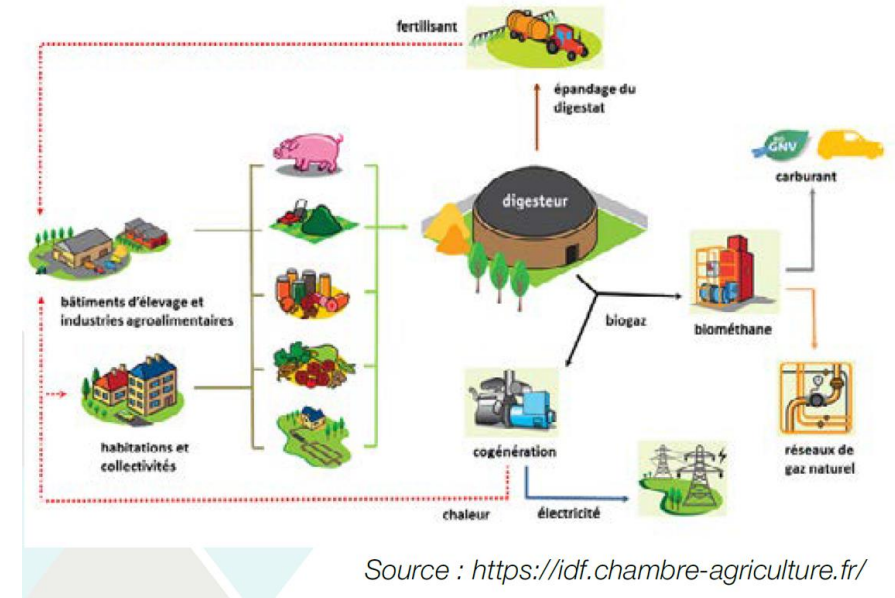
Fonctionnement



Schémas type d'une installation de méthanisation



Source : <https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/guide-methanisation-def-1.pdf>



Source : <https://idf.chambre-agriculture.fr/>

- Des effluents d'élevage, résidus et déchets de cultures et autres intrants agricoles sont valorisés en favorisant le processus naturel de dégradation de la matière organiques par des bactéries en milieu anaérobie
- Une partie de la matière est transformée en biogaz, le résidu organique est appelé « digestat »
- L'H₂S est un gaz toxique pour l'homme et corrosif pour le matériel. Il n'est pas exploité, il se forme naturellement dans le biogaz que l'on cherchera à « désulfurer »

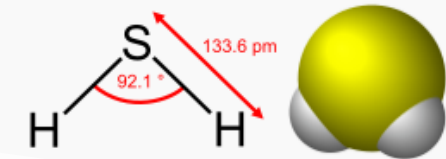
Constituants du biogaz	Proportions
Méthane	45-80 %
Dioxyde de carbone	20-55 %
Azote	< 6 %
Eau (fonction de la température)	1-6 %
Hydrogène sulfuré	< 1 %
Ammoniac	< 0,01 %
Hydrogène, monoxyde de carbone	Traces

Source : *Extrait INRS ED6153*

Quelles situations à risques?

Tous les volumes situés au dessus des effluents, ou de stockage de biogaz, ou en ayant contenu, comportent plusieurs risques :

- Asphyxie
- Intoxication mortelle
- Inflammation/Explosion



Lieux d'intervention à risque : les espaces confinés

- Puits à condensats
- Pré-fosses
- Fosses
- Cuves de digesteurs



Contextes

- La hauteur d'eau ne fait plus étanchéité aux gaz
- Le brasseur du digestat et en panne
- Une intervention est faite dans un volume qui semble vide mais qui contient des gaz (H_2S et Méthane CH_4)
- Opérations de contrôles (niveau de garde hydraulique, pompe de relevage, vérifications de capteurs...)
- Interventions de maintenance curatives

VIDEO. Explosion et incendie dans une cuve de méthanisation à Plouvorn (Finistère)

Une unité de méthanisation en phase d'installation a explosé ce jeudi 27 juin 2019, vers 15 h, à Plouvorn (Finistère), provoquant un début d'incendie. Un important dispositif de sécurité a été déployé sur place.



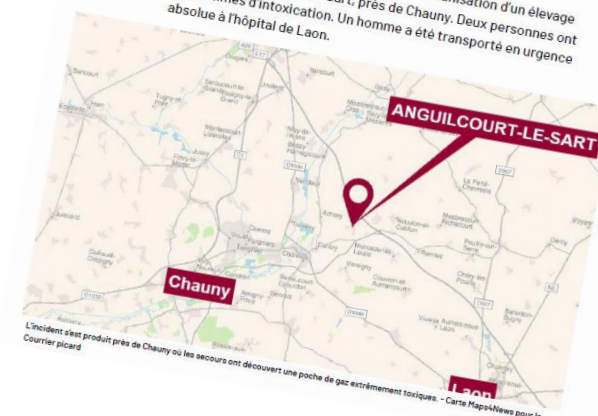
C'est la cuve de droite qui a été touchée. | OUEST FRANCE

Ouest France, 27 juin 2019

12/02/2025 10:47

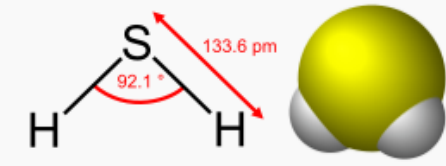
Grave intoxication dans un méthaniseur: un homme en urgence absolue dans l'Aisne

L'accident s'est produit dans l'unité de méthanisation d'un élevage de porc à Anguicourt-le-Sart, près de Chauny. Deux personnes ont été victimes d'intoxication. Un homme a été transporté en urgence absolue à l'hôpital de Laon.



Le courrier Picart, 12 fév 2025

Quelle prévention?



Interventions courantes : une exposition prévisible

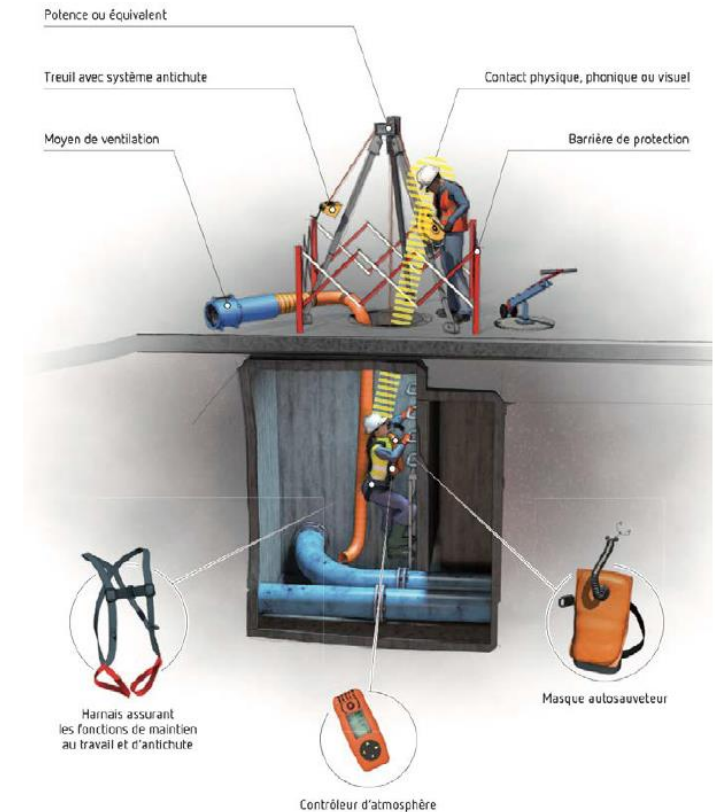
- Se former aux différents risques : asphyxie, intoxication, explosion (ATEX) est un incontournable pour les intervenants
- Programmer les interventions : établir un « plan de prévention », analyser les risques à chaque fois, pour prévoir le matériel adapté (outil ATEX, ventilation forcée, EPI, système de treuillage détecteur multigaz)
- Jamais d'intervention isolée

Interventions de maintenance

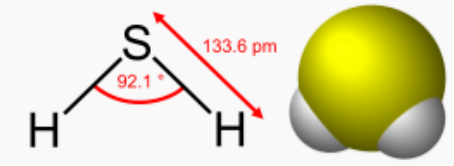
- Inertage et ventilation forcée des volumes
- Permis de feu pour les travaux par point chaud
- Visite préalable de prévention

A la conception

- Sécurisation et surveillance du site
- Prévoir et sécuriser les futurs points d'intervention, les accès en hauteur, les système de treuils
- Conception des puits à condensats, des tuyauteries, des trappes et trou d'homme



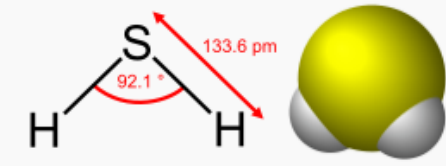
Source ED 6184 INRS Les espaces confinés Assurer la sécurité et la protection de la santé des personnels intervenants: <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206184>



Les algues vertes



Généralités



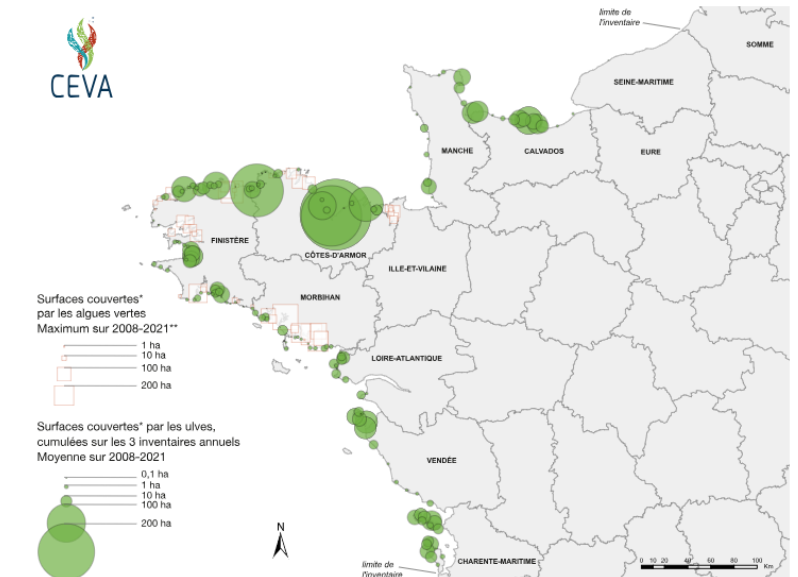
Les « marées vertes » correspondent à un échouage massif d'algues du genre *Ulva Armoricana* ou *Ulva Roundata*. Leur prolifération est liée à un déséquilibre du milieu. Elles se développent dans les eaux peu profondes du littoral où l'on retrouve une forte disponibilité de substances nutritives.

En se décomposant, ces algues vont fermenter en leur cœur de façon anaérobie et libérer de du CO_2 , de l' H_2S , du méthane et de l'ammoniac mais aussi des endotoxines, particulièrement lorsque l'on viendra marcher dessus ou remuer la masse en décomposition.



Échouage des macro-algues

ÉCHOUAGE DES ALGUES VERTES DU TYPE ULVES OBSERVÉES SUR LE LITTORAL EN MANCHE ET EN ATLANTIQUE ENTRE 2008 ET 2021

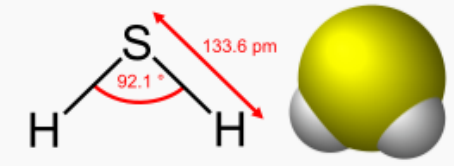


* Surface totale couverte = surface riveau + dépôt estran en équivalent 100 % de couverture.

** Certaines vasières ne sont plus suivies en surface depuis 2011.

Notes : l'ensemble du linéaire côtier est surveillé à marée basse de fort coefficient en mai, juillet, septembre. Pour tous les sites présentant des échouages d'ulves sur sable, les surfaces de dépôt sont mesurées sur les photos aériennes. Pour les vasières, les surfaces d'algues vertes (ulves et autres algues filamenteuses) sont digitalisées uniquement pour l'inventaire du maximum annuel. En 2011, seules 16 vasières sur les 35 classées ont fait l'objet de digitalisation ; de 2012 à 2021, chaque année, entre 13 et 19 vasières ont été évaluées en surface sur 25 à 33 vasières classées. Les moyennes pour Oléron sont calculées de 2010 à 2021 ; sur le sud de l'île de Ré de 2017 à 2021 (données non disponibles antérieurement).

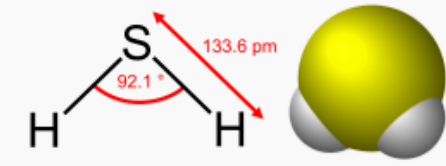
Source : réseau du contrôle de surveillance DCE - Centre d'étude et de valorisation des algues (CEVA). Traitements : CEVA, 2023



Ostréiculture



Quelles situations à risques?



Les situations à risques pour tous les intervenants professionnels dans ce milieu (ostréiculteurs, entraîneurs de chevaux, animateurs de loisirs...) se produisent de façon épisodique, lors d'échouages massifs et épais qui favorisent la dégradation anaérobie. Le risque principale étant l'intoxication à l' H_2S .

Travaux à marée basse durant les échouages massif d'algues

- Intervention sur les poches sur table dans les parcs à huîtres (virage, changement)
- Interventions de maintenance/entretien des parcs

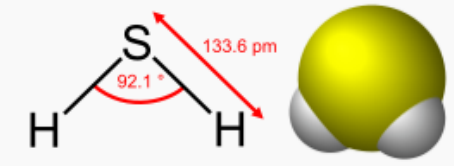
Contexte

- L'épaisseur d'échouage favorise la décomposition anaérobie sur de grandes surfaces
- Les vents ne permettent pas une ventilation suffisante pour empêcher les concentrations toxiques
- La marche/l'accès dans les algues vient brasser et libérer des poches de gaz
- Le travail isolé et dans l'eau associés à l'intoxication augmentent le risque de noyade



Le Télégramme, 5 mars 2025

Quelle prévention?



Organiser le travail

- Déjà habitués à s'organiser en fonction des marées, les professionnels de la mer doivent également se renseigner sur les risques d'échouage en mairie ou préfecture du département
- Reporter les tâches si risque ou constat d'échouage

Sensibiliser au risque

- À l'instar de la population, les professionnels doivent connaître et être sensibilisés au risque pour organiser le travail sans s'exposer

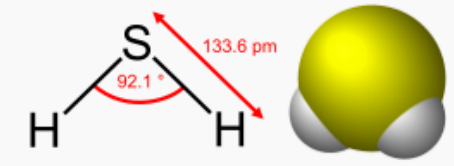
Interventions indispensables

- Pas de travail isolé
- Port d'un détecteur de gaz avec niveaux d'alerte suffisant
- Au minimum demi-masque (NF EN 140) avec filtres multi gaz A2B2E2K1 (NF EN 14387)
- Formation adaptée
- Vérification et contrôle du calibrage du détecteur, des EPI, des DATI



Baie de Saint Brieuc, Hillion, février 2022



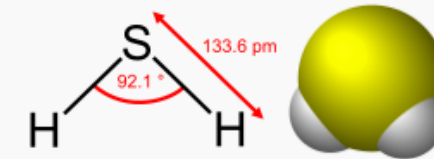


Activités de ramassage/valorisation des algues vertes



Archives Jérôme Fouquet, Ouest France

Quelles situations à risques?



Par principe, cette activité est à risque de dégagement d'H₂S. Les intervenants pourront soit être directement exposés, soit exposer des tiers lors de leurs travaux

Conduite d'engins

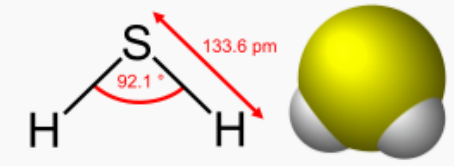
- Le risque est présent à chaque fois que les matières en décomposition sont déplacées, charriées :
 - Ramassage mécanique : tracteur, télescopique, cabines non protectrices
 - Transport : chauffeur du camion benne, surtout si la benne est couverte et qu'il doit débâcher, ouvrir manuellement
 - Chargement/déchargement

Proximité d'autres opérateurs en ramassage manuel



*Ouest France, octobre 2023
Même si le risque existe, à ce jour, l'H₂S n'a été relié à aucun accident de travail par la justice*

Quelle prévention?



Ramasser avant la décomposition

- Utilisation de machine capables de ramasser dans l'eau avant échouage
- Utilisation de machines automotrices légères effectuant des passages réguliers sur les plages à marée basse

Organisation de l'activité

- Eviter les « tas » en attente pour des reprises tardives
- Remuer les tas régulièrement au besoin
- Utiliser un bras télescopique pour une mise à distance
- Ne pas bâcher hermétiquement
- Utiliser des système à ouverture automatique
- Regarder d'où vient le vent

Cabines pressurisées à air épuré

- Doivent être installées sur des engins avec une climatisation performante, d'une filtration haute efficacité, avec une cabine capable de maintenir une surpression



Machine à endive transformée en ramasseuse, TEBO, « Ramassage d'algue verte à la Palud », 1^{er} juil 2013



Machine automotrice de ramassage régulier, Le Parisien en région, Cotes d'Armor, 18 février 2025

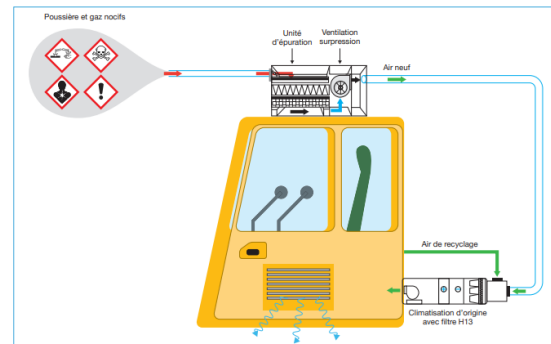
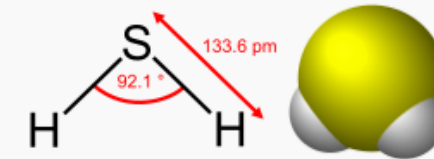


Figure 1: Schéma d'une cabine

Extrait INRS ED 6228 Assainissement de l'air des cabines d'engins mobiles

Quelle prévention?



Equipements pour intervenir

- Pas de travail isolé
- Port d'un détecteur de gaz avec niveaux d'alerte suffisant même dans la cabine, au niveau des parties hautes du corps
- Au minimum demi-masque (NF EN 140) avec filtres multi gaz A2B2E2K1 (NF EN 14387) à disposition, à mettre dès le premier niveau d'alerte le temps d'évacuer
- Formation adaptée pour savoir utiliser l'équipement
- Vérification et contrôle du calibrage du détecteur, des EPI, des DATI



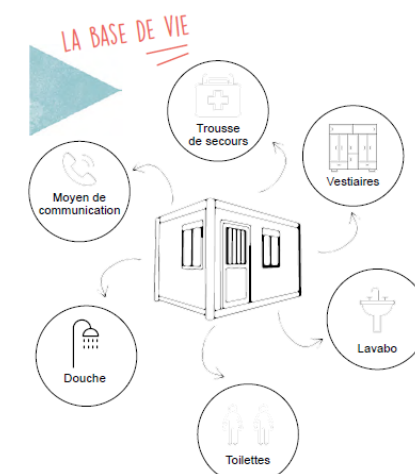
Jeu de 3 filtres 600 x 336 mm
a - Préfiltre poussières
b - Filtre poussières H13
c - Filtre à charbon actif ABEK

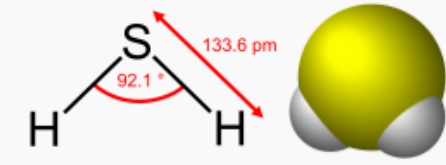
Balisage du chantier

- Distance minimale de 30 m

Installation d'une base de vie

- Permet la mise au repos
- Centralise les moyens d'alerte et de secours
- Formation adaptée pour donner l'alerte en lien avec le risque H_2S





Pour aller plus loin

Bibliographie

- <https://sudaquitaine.msa.fr/lfp/documents/98780/1202755/Pour+une+bonne+utilisation+d+e+votre+fosse+%c3%a0+lisier.pdf>
- https://opera-connaissances.chambres-agriculture.fr/doc_num.php?explnum_id=188894
- <https://ssa.msa.fr/wp-content/uploads/2024/08/Livret-accueil-methaniseur-2.pdf>
- INERIS Rapport d'Etude 10/11/2009 N°DRC-09-94520-13867A
- Etude de la composition du biogaz de méthanisation agricole et des émissions en sortie de moteur de valorisation
- <https://bretagne.dreets.gouv.fr/sites/bretagne.dreets.gouv.fr/IMG/pdf/guide-algues-vertes-web-juin-2021.pdf>
- INRS ED 6184 Brochure – Les espaces confinés, assurer la sécurité et la protection de la santé des personnels intervenants
- INRS ED 6228 Aide mémoire technique –Assainissement de l'air des cabines d'engins mobiles

Merci de votre
attention.

