

*Critères  
d'hygiène de  
l'environnement 19*

*Sulfure  
d'hydrogène*

*Résumé  
d'orientation*

Publié par l'Organisation mondiale de la Santé  
en liaison avec l'Organisation internationale du Travail et le  
Programme des Nations Unies pour l'Environnement

## AVERTISSEMENT AU LECTEUR

Pour donner suite à un certain nombre de résolutions de l'Assemblée mondiale de la Santé, et compte tenu des recommandations de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement humain tenue à Stockholm en 1972 et de celles du Conseil d'administration du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), on a entrepris en 1973 un programme intégré de grande envergure consacré à l'évaluation des effets sur la santé dus à la pollution de l'environnement. Connu sous le nom de Programme OMS des critères d'hygiène de l'environnement, il est mis en œuvre avec l'appui du Fonds du PNUE pour l'environnement. En 1980, le Programme des critères d'hygiène de l'environnement a été incorporé dans un programme de plus grande ampleur, le Programme international sur la sécurité des substances chimiques (IPCS) que patronnent conjointement le Programme des Nations Unies pour l'Environnement, l'Organisation internationale du Travail et l'Organisation mondiale de la Santé. Les travaux réalisés dans le cadre du programme ont abouti à la publication d'une série de documents sur les critères d'hygiène de l'environnement.

Chaque document de la série consiste en une mise au point scientifique approfondie sur des polluants ou des groupes de polluants particuliers de l'environnement. Il fournit toute une gamme de renseignements, depuis la nature des sources et la valeur des niveaux d'exposition jusqu'à un exposé détaillé des données disponibles au sujet des effets de ces polluants sur la santé humaine. Des projets rédactionnels sont préparés pour le compte de l'OMS par des experts ou des institutions nationales, puis soumis à l'examen approfondi d'une part de représentants des quelque 25 Etats membres participant au Programme, d'autre part d'un ou plusieurs groupes internationaux d'experts (*groupes de travail*). Un objectif important du programme consiste dans l'évaluation des données disponibles sur les rapports entre l'exposition à certains polluants environnementaux (ou à d'autres facteurs physiques et chimiques) et la santé humaine *en vue de fournir des directives garantissant la compatibilité entre les limites d'exposition fixées et la protection de la santé publique*.

Pour faciliter l'application de ces directives dans le cadre des programmes nationaux de protection de l'environnement, l'OMS a décidé de faire rédiger des «résumés d'orientation» où l'accent serait mis, parmi toutes les données présentées dans les documents *in extenso*, sur celles qui sont utiles aux spécialistes qui ont besoin de connaître les problèmes sanitaires en cause sans entrer dans le détail des aspects scientifiques.

Les résumés d'orientation reproduisent les directives d'exposition qui figurent dans les documents relatifs aux critères établis par les groupes de travail, ainsi que les principales données relatives aux effets sanitaires. On s'est efforcé d'éviter toute divergence par rapport aux données présentées dans les documents *in extenso*. Pour certains d'entre eux, particulièrement lorsque leur publication remonte à trois ou quatre ans, ce souci a conduit à l'exclusion des données nouvelles éventuellement publiées depuis la réunion des groupes de travail correspondants. Ces données seront prises en considération lorsque les documents relatifs aux critères et les résumés d'orientation seront revus et corrigés.

Les observations du lecteur au sujet de difficultés éventuelles rencontrées dans l'utilisation des données figurant dans les résumés d'orientation sont les bienvenues. Elles doivent être communiquées à l'adresse suivante:

Programme international sur la sécurité des substances chimiques  
Division de l'hygiène de l'environnement,  
Organisation mondiale de la Santé,  
1211 Genève 27,  
Suisse

# SULFURE D'HYDROGÈNE\*

## 1. Introduction

Le sulfure d'hydrogène entre dans le cycle naturel du soufre qui aboutit selon plusieurs voies au déversement de sulfure d'hydrogène, un gaz incolore, dans l'environnement. Par suite de différents mécanismes biogéochimiques, il y a production de sulfure d'hydrogène à l'intérieur et à proximité des sources et des lacs renfermant du soufre et, dans certaines régions d'activité géothermique, ce sulfure constitue un polluant atmosphérique à peu près constant.

Certaines activités humaines, par exemple l'exploitation des gisements de gaz naturel ou de pétrole brut, peuvent entraîner la libération du sulfure d'hydrogène. La concentration du soufre dans les pétroles bruts varie de 0 à 5%, et certains gisements de gaz naturel auraient une teneur en sulfure d'hydrogène atteignant 42%. Le charbon peut renfermer jusqu'à 80 g de sulfure d'hydrogène par kilogramme et il arrive, dans certaines conditions, que du sulfure d'hydrogène se forme dans ces gisements.

Chaque fois que du sulfure élémentaire ou certains composés soufrés entrent en contact avec des matières organiques à température élevée, il peut y avoir formation de sulfure d'hydrogène. Dans l'industrie, il s'agit généralement d'un sous-produit indésirable, bien qu'il puisse constituer un réactif important ou un produit intermédiaire intéressant dans certains processus industriels. En tannerie, il y a production de sulfure d'hydrogène pendant l'épilage, l'opération qui consiste à éliminer des peaux le poil ou la laine. Par suite de la décomposition microbiologique, du sulfure d'hydrogène se produit au moment de la séparation des fibres de la noix de coco, selon la technique utilisée dans des pays comme l'Inde et Sri Lanka et qui consiste à laisser les coques se décomposer dans des bassins peu profonds.

La majeure partie du sulfure d'hydrogène récupérée dans les processus industriels sert à la fabrication de soufre élémentaire ou

---

\*Résumé de *Sulfure d'hydrogène*, Genève, Organisation mondiale de la Santé, 1980 (Critères d'hygiène de l'environnement N° 19), 52 pages.

d'acide sulfurique. De grandes quantités sont utilisées dans la production de l'eau lourde, qui sert de modérateur dans certains réacteurs nucléaires de puissance.

## **2. Concentrations environnementales**

Si la concentration du sulfure d'hydrogène dans les zones urbaines peut aller jusqu'à  $0,20 \text{ mg/m}^3$  (0,13 ppm), au voisinage de sources comme les ateliers de pâte à papier et les papeteries, elle est le plus souvent inférieure à  $0,0015 \text{ mg/m}^3$  (0,001 ppm). Dans les zones d'activité géothermique situées à l'intérieur et à la périphérie de la ville de Rotorua (Nouvelle-Zélande), le sulfure d'hydrogène atteint généralement une concentration atmosphérique suffisante pour que son odeur soit perceptible, encore qu'il existe des variations saisonnières considérables.

Les travailleurs ne sont généralement pas exposés à des concentrations dépassant les limites d'exposition professionnelle adoptées par de nombreux gouvernements pour le sulfure d'hydrogène, à savoir  $10\text{-}15 \text{ mg/m}^3$  (7-10 ppm) (moyenne pondérée sur 8 h.). Cependant, il existe des exemples d'exposition massive qui se sont produits du fait de fuites dans des canalisations industrielles de transport de gaz ou de l'accumulation lente et insidieuse de ce composé dans des dépressions ou encore du dégagement de ce gaz à partir d'une fosse d'aisances ou d'une installation d'évacuation des effluents.

## **3. Propriétés et méthodes d'analyse**

Le sulfure d'hydrogène est un gaz incolore, inflammable et possédant une odeur caractéristique d'œuf pourri. Il brûle dans l'air avec une flamme bleu-pâle et sa température d'inflammation spontanée est de  $260^\circ\text{C}$ . Il est soluble dans divers liquides, comme l'eau, l'alcool et l'éther, et dans les solutions d'amines, de carbonates alcalins et d'hydrogénéo-carbonates. Comme il est légèrement plus léger que l'air, il peut s'accumuler dans les dépressions et y atteindre une concentration toxique. Le sulfure d'hydrogène peut subir un certain nombre de réactions d'oxydation dont les principaux produits sont le dioxyde de soufre, l'acide sulfurique et le soufre élémentaire.

Le dosage du sulfure d'hydrogène peut se faire par la méthode colorimétrique au bleu de méthylène qui possède une spécificité, une précision et une sensibilité acceptables et qui est généralement reconnue comme méthode de référence. Quand on l'applique en surveillance automatique continue, il faut disposer de moyens d'entretien en surveillance automatique continue, il faut disposer de moyens d'entretien élaborés et de techniciens hautement qualifiés. Une autre méthode de dosage du sulfure d'hydrogène consiste dans la chromatographie en phase gazeuse avec détection par photométrie de flamme qui peut être employée soit au laboratoire, soit pour la surveillance continue à poste fixe. La plupart des techniques de dosage à lecture directe utilisables en milieu professionnel sont sensibles à diverses formes de perturbation, mais les méthodes reposant sur l'emploi de tubes contenant des détecteurs chimiques semblent intéressantes dans ce cadre.

#### **4. Effets sur les animaux d'expérience**

On connaît mal les effets d'une exposition prolongée au sulfure d'hydrogène gazeux, à de faibles concentrations, sur les animaux d'expérience. Les résultats des expériences menées sur des espèces comme le canari, le rat, le cobaye, le chat, le chien et la chèvre montrent que l'inhalation de sulfure d'hydrogène à la concentration de 150-225 mg/m<sup>3</sup> (100-150 ppm) se traduit par des signes d'irritation locale au niveau des yeux et de la gorge après plusieurs heures d'exposition. Quand la concentration augmente, il se produit des effets plus graves, comme on le voit au tableau 1; ces données permettent aussi d'avoir une idée des effets de concentrations similaires sur l'homme, à défaut de données quantitatives sur l'exposition humaine au sulfure d'hydrogène dans ces conditions.

A fortes doses, le sulfure et le cyanure d'hydrogène ont des effets extrêmement voisins sur les animaux d'expérience. Le cyanure inhibe une enzyme, la cytochrome *c* oxydase (*EC* 1.9.3.1),<sup>1</sup> ce qui perturbe l'utilisation tissulaire de l'oxygène jusqu'à provoquer parfois une

---

<sup>1</sup>Désignation attribuée par la Commission des enzymes de la Commission mixte UICPA-IUB de nomenclature biochimique.

Tableau 1. Effets sur les animaux de l'exposition à un air riche en sulfure d'hydrogène

Concentration		Durée de l'exposition	Effets
mg/m <sup>3</sup>	ppm		
750-1050	500-700	<1 h.	Irritation locale et légers symptômes généraux; mort éventuelle après une exposition de plusieurs heures
1350	900	< 30 min	Symptômes généraux; mort en moins de 1 h.
2250	1500	15-30 min	Mort

défaillance métabolique. Le sulfure d'hydrogène, lui aussi, a une action inhibitrice vis-à-vis de préparations purifiées de cytochrome c oxydase. Le cyanure et le sulfure d'hydrogène sont également semblables en ce sens que l'injection de nitrite de sodium protège les animaux contre la mort. Des essais complémentaires sont nécessaires en vue de déterminer l'efficacité de cette méthode chez l'homme, dans le cas du sulfure d'hydrogène.

Bien qu'il existe des différences interspécifiques de sensibilité au sulfure d'hydrogène, les chercheurs sont unanimes à estimer que les effets de ce composé gazeux sur le système nerveux représentent l'aspect le plus important de sa toxicité.

## 5. Effets sur l'homme

Le seuil de perception de l'odeur caractéristique du sulfure d'hydrogène se situe entre 0,0008 et 0,2 mg/m<sup>3</sup> (0,0005-0,13 ppm). Une irritation oculaire peut intervenir après quelques heures d'exposition à une concentration de 16-32 mg/m<sup>3</sup> (10,5-21,0 ppm). L'inhalation de sulfure d'hydrogène a une action irritante à tous les niveaux de l'arbre respiratoire, mais les lésions les plus importantes se manifestent dans les structures profondes.

L'intoxication chronique est un état largement subjectif qui se caractérise par la fatigue et qui interviendrait, selon certains auteurs, après exposition intermittente au sulfure d'hydrogène à des concentrations de 75 à 150 mg/m<sup>3</sup> (50-100 ppm). Si l'existence d'un tel état n'est pas reconnue par tous les chercheurs, il est certain qu'une conjonctivite aiguë survient à de telles concentrations au bout d'une exposition d'au moins une heure.

Une intoxication subaiguë se produit après exposition continue pendant plusieurs heures à des concentrations allant de 150 à 1500 mg/m<sup>3</sup> (100-1000 ppm). L'irritation oculaire constitue l'effet le plus courant, mais l'œdème pulmonaire peut constituer une complication plus importante et éventuellement létale. Si l'odeur du sulfure d'hydrogène gazeux peut être un indicateur extrêmement sensible de la présence de ce composé, des concentrations supérieures à 225 mg/m<sup>3</sup> (150 ppm) ont un effet paralysant sur l'appareil olfactif de sorte que l'odeur du gaz cesse d'être un signal d'alarme. On a rapporté que, parmi des ouvriers qui avaient perdu connaissance à la suite d'une exposition excessive au sulfure d'hydrogène, la plupart ne se rappelaient pas avoir senti une odeur d'œuf pourri; cependant ils avaient remarqué très brièvement, avant de perdre connaissance, une odeur douceâtre écœurante.

L'intoxication aiguë par le sulfure d'hydrogène correspond, par définition, aux effets d'une exposition unique à des concentrations extrêmement élevées, laquelle est rapidement suivie de l'apparition de signes de détresse respiratoire. A des concentrations de 1500-3000 mg/m<sup>3</sup> (1000-2000 ppm), le sulfure d'hydrogène gazeux est rapidement absorbé au niveau des poumons et passe dans le sang; il en résulte tout d'abord une hyperpnée (respiration rapide), puis une apnée (arrêt de la respiration). Aux concentrations élevées, le sulfure d'hydrogène a un effet paralysant immédiat sur les centres respiratoires. La mort par asphyxie est inéluctable si la respiration spontanée n'est pas rétablie ou si une respiration artificielle n'est pas rapidement mise en œuvre pendant que le cœur bat encore.

## **6. Effets de l'exposition dans la population générale**

Les effets connus de l'exposition sont variables, allant d'une simple gêne jusqu'à la mort. Dans une agglomération d'importance

moyenne, du sulfure d'hydrogène se dégageait d'un petit bassin de stabilisation industriel, à la concentration de 0,45 mg/m<sup>3</sup> (0,3 ppm); par leur gravité, les symptômes observés — nausées, vomissements, céphalées, anorexie et troubles du sommeil — dépassaient le stade de la simple nuisance. Parmi les 40 000 personnes habitant à proximité d'une importante zone d'activité géothermique, la concentration atmosphérique du sulfure d'hydrogène était supérieure à 0,08 mg/m<sup>3</sup> (0,05 ppm) pendant en moyenne 35% du temps; le principal problème était la gêne provoquée par l'odeur du gaz, mais on a signalé des cas fatals jusqu'en 1962 par suite du manque d'aération dans les habitations chauffées à la vapeur géothermique. Dans une collectivité voisine d'installations situées sur un champ pétrolifère, de grandes quantités de sulfure d'hydrogène ont été déversées dans l'atmosphère par suite du mauvais fonctionnement d'une torchère; sur les 300 personnes qu'il a fallu hospitaliser, 22 ont trouvé la mort, mais la concentration du sulfure d'hydrogène n'a pas été mesurée.

## **7. Effets de l'exposition professionnelle**

On a estimé à 125 000 le nombre de personnes qui, aux Etats-Unis d'Amérique, risquent d'être exposées au sulfure d'hydrogène de par leur profession. Le tableau 2 donne des exemples de métiers ou opérations comportant ce risque.

Une exposition à des concentrations élevées intervient dans de nombreux métiers. Une enquête réalisée dans l'industrie pétrochimique, a révélé 221 cas d'intoxication par le sulfure d'hydrogène, suivis d'une mortalité globale de 6%; dans 40% des cas, une assistance respiratoire a été nécessaire et 15% des sujets atteints ont contracté un œdème pulmonaire, tandis qu'une forte proportion des victimes manifestaient des signes et symptômes neurologiques.

Des séquelles durables ont été signalées à la suite d'une intoxication aiguë chez les ouvriers de différentes branches professionnelles, notamment les égoutiers, le personnel des usines chimiques, les agriculteurs, le personnel d'exploitation des schistes bitumeux et le personnel de laboratoire. Chez la plupart de ceux qui ont souffert de séquelles, la phase aiguë avait été marquée par une perte de conscience.

Tableau 2. Exemples d'activités comportant un risque d'exposition au sulfure d'hydrogène

---

Abattage	Gazéification de la houille
Brasserie	Grillage des pyrites
Conversion des minerais de cuivre ou de plomb à l'état de sulfures	Immersion des moutons dans un bain antiparasitaire
Délaçage	Impression sur tissu
Élevage du bétail	Jaugeage des citernes
Entreposage de l'asphalte	Laboratoires de chimie – personnel, enseignants et étudiants
Entretien des égouts	Lithographie
Entretien des oléoducs	Métallurgie
Épissage	Nettoyage des citernes
Évacuation du fumier animal	Nettoyage des fosses septiques
Exploitation des installations de traitements des effluents	Papeterie
Exploitation des hauts-fourneaux	Pêche et traitement du poisson
Exploitation des sources sulfureuses	Percement de tunnels
Exploitation minière	Photogravure
Fabrications diverses:	Precipitation des métaux lourds
agents de rapidité artificiels	Processus de fermentation
bromures en saumure	Production et raffinage du pétrole
eau lourde	Production et traitement du gaz naturel
carbonate de baryum	Production et vente du sulfure d'hydrogène
cellophane	Purification de l'acide chlorhydrique
colles	Purification des phosphates
engrais	Remblayage hygiénique
feutre	Tannage
fibres synthétiques	Traitement du caoutchouc et des matières plastiques
liquides frigorifiques	Traitement des graisses et des huiles animales
lithopone	Traitement du sucre de betterave ou de canne
produits à épiler	Transformation des minerais d'or
rayonne	Travail en caisson
savon	Travail aux fours à coke
sels de baryum	Travail de la fourrure
soie	Travaux de forage et de production dans les zones d'activité géothermique
sulfure de carbone	Travaux de peinture avec des produits de calfatage à base de polysulfures
teintures ou colorants	Travaux de terrassement
thiophène	
Fouçage de puits et creusement de tranchées	
Fonderie	
Forage et curage de puits	
Fumigation des racines d'arbre du genre <i>Citrus</i>	

---

## 8. Evaluation des risques pour la santé

Quand la concentration atmosphérique du sulfure d'hydrogène reste voisine du seuil olfactif (0,0008-0,20 mg/m<sup>3</sup> (0,0005-0,13 ppm)), ce composé est apparemment dépourvu d'activité biologique important chez l'homme comme chez les animaux. Le groupe de travail a estimé que, dans la plupart des situations, une concentration moyenne sur 30 min. égale à 0,008 mg/m<sup>3</sup> (0,005 ppm) ne devrait pas s'accompagner d'odeur gênante. Dans le cadre professionnel, la première manifestation toxique semble être l'irritation oculaire qui intervient, selon les rapports, après plusieurs heures d'exposition à

une concentration de 16-32 mg/m<sup>3</sup> (10,5-21,0 ppm). Les directives d'exposition professionnelle recommandées par le groupe de travail comportent l'adoption d'une concentration moyenne égale à 10 mg/m<sup>3</sup> (7 ppm) sur la durée totale du poste de travail, parallèlement à l'adoption d'une limite d'exposition à court terme de 15 mg/m<sup>3</sup> (10 ppm), cette valeur correspondant à la moyenne sur une durée de 10 min. au plus.

**Autres titres parus dans la série des  
«Critères d'hygiène de l'environnement»**

1. Mercure
2. Polychlorobiphényles et polychloroterphényles
3. Plomb
4. Oxydes d'azote
5. Nitrates, nitrites et composés *N*-nitroso
6. Principes et méthodes d'évaluation de la toxicité des produits chimiques. Partie I
7. Oxydants photochimiques
8. Oxydes de soufre et particules en suspension
9. DDT et dérivés
10. Sulfure de carbone
11. Mycotoxines
12. Le bruit
13. Monoxyde de carbone
14. Rayonnement ultraviolet
15. Étain et organostanniques
16. Fréquences radioélectriques et hyperfréquences
17. Le manganèse
18. Arsenic
19. Sulfure d'hydrogène
20. Quelques dérivés du pétrole (*en préparation*)
21. Chlore et chlorure d'hydrogène (*en préparation*)
22. Ultrasons (*en préparation*)
23. Lasers et fréquences optiques (*en préparation*)
24. Titane