



SULFURE D'HYDROGENE (H₂S)

Les retombées atmosphériques issues des émissions d'une ICPE, constituées de gaz et/ou de particules, pourront conduire, en fonction des substances et de l'usage des milieux, à une exposition directe (par inhalation) ou indirecte (par ingestion) des populations. L'objectif d'une surveillance environnementale est donc de disposer de résultats de mesure qui vont permettre de déterminer si ces retombées atmosphériques risquent de dégrader l'environnement et le cas échéant si cette dégradation peut provoquer des effets sanitaires sur la population générale. Le Guide sur la surveillance dans l'air autour des installations classées s'attache à expliquer la méthodologie générale pour réaliser correctement une surveillance environnementale.

Le présent document, quant à lui, complète le Guide général en présentant les principales caractéristiques physico-chimiques, les valeurs de gestion et niveaux mesurés dans l'air ambiant et/ou dans les dépôts atmosphériques, ainsi que les méthodes de mesures appropriées pour une substance donnée.

Nom de la Direction en charge du rapport : Direction Milieux et Impacts sur le Vivant
Rédaction : CULEUX Orane
Vérification : MIGNE-FOUILLEN Virginie, CLAUDE Théo, QUERON Jessica
Approbation : MORIN Anne

1. Physico-chimie^{1,2,3,4}

Le sulfure d'hydrogène ou hydrogène sulfuré, H₂S (n° CAS 7783-06-4) est un gaz incolore et très odorant (odeur d'œuf pourri). La détermination du seuil olfactif est difficile à préciser parce qu'elle varie en fonction de la sensibilité individuelle, d'environ 1 à 185 de µg/m³ (soit 0,008 – 0,13 ppm selon AEGL, 2010). L'INRS retient la valeur de 13 µg/m³ correspondant à la valeur détectée par 50% des sujets exposés. Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), une concentration de sulfure d'hydrogène ne devrait pas dépasser 7 µg/m³ en moyenne sur 30 minutes, afin d'éviter des plaintes importantes concernant les nuisances olfactives parmi la population exposée. A forte concentration, ce gaz est inflammable et extrêmement toxique, voire mortel. Une paralysie du nerf olfactif est évaluée de l'ordre de 213 mg/m³ (150 ppm).

Sa masse molaire est de 34,08 g/mol et 1 ppm correspond à 1420 µg/m³.

L'H₂S est gazeux à température ambiante, il peut donc se retrouver dans l'air à partir d'autres milieux (eaux, sols). Dans l'air, il est oxydé par l'oxygène moléculaire ou les radicaux hydroxydes, pour former du dioxyde de soufre puis des sulfates, qui peuvent être éliminés de ce compartiment par absorption par les plantes, le sol, ou les précipitations.

La durée de vie du H₂S dans l'atmosphère est comprise entre 18 heures et 42 jours en fonction de la saison, de la latitude et des conditions atmosphériques.

2. Valeur de gestion^{1,2,5,6}

Les valeurs réglementaires sont données à titre indicatif, il est recommandé de se reporter au rapport « Synthèse des valeurs réglementaires pour les substances chimiques en vigueur dans l'eau, les denrées alimentaires et dans l'air en France au 01 mars 2025 » (Ineris-230482-2190502-v 4.0 – Juin 2025) mis à jour régulièrement.

Il n'existe pas à ce jour de valeur de gestion dans l'air ambiant du sulfure d'hydrogène en France mais l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) donne des valeurs guides. Pour éviter les gênes olfactives, elle établit la valeur de 7 µg/m³ (moyenne 30 min) et une valeur seuil d'exposition de 150 µg/m³ (exposition cumulée de 24 h).

L'INRS fournit les valeurs limites pour l'exposition professionnelle issue de la réglementation du travail qui sont égales à 14 mg/m³ sur 15 minutes et à 7 mg/m³ sur 8 heures.

La valeur chronique de 2 µg/m³ proposée par l'US EPA pour le H₂S correspond à une exposition inhalée continue sur l'ensemble de la vie, 24 h/24, destinée à protéger les populations sensibles.

Tableau 1 : Valeurs guides et limites d'exposition professionnelle

	Durée d'exposition	Valeur de référence	Organisme
Valeur toxicologique de référence (VTR)	Une vie	2 µg/m ³	US EPA (2003)
A seuil (valeurs guides)	24h cumulées	150 µg/m ³	OMS (2000)
Valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP)	VLEP-8h	7 mg/m ³	INRS (2024)
	VLCT (15 min)	14 mg/m ³	INRS (2024)
Nuisance olfactive	Moyenne sur 30 min	7 µg/m ³	OMS (2000)

Gestion des risques accidentels liés à la décomposition des algues et aux émissions de H₂S

La décomposition des algues sur les côtes peut entraîner des émanations de H₂S, pouvant être dangereux pour les personnes se trouvant à proximité. Afin de prévenir les effets sur la santé de la population exposée au H₂S, le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP) a défini des seuils d'intervention de 0,2 ppm (soit environ 284 µg/m³) à 5 mètres des échouages d'algues, notamment en Martinique, en Guadeloupe et en Bretagne.

Le HCSP recommande également la mise en place d'une mesure permanente de l'hydrogène sulfuré, avec une surveillance 7 jours sur 7 dans les zones où des dépôts d'algues présentent un risque de putréfaction. Selon le HCSP, dans le cas des échouages d'algues vertes, le risque est accidentel et non chronique.

3. Niveaux mesurés dans différents types de milieux atmosphériques^{2,7,8,9,10,11,12}

Ces niveaux sont donnés à titre indicatif, il est recommandé de vérifier si des données plus récentes ou plus spécifiques à la situation étudiée sont disponibles en France.

En règle générale, en l'absence d'influence particulière, les niveaux de H₂S dans l'air ambiant se situent à des valeurs proches des limites de quantification lors d'un prélèvement effectué sur tube passif pendant deux semaines, soit généralement inférieures à 0,5 µg/m³. Toutefois, proche des sources et dans la direction des vents, les concentrations mesurées peuvent présenter d'importantes variations.

Surveillance des concentrations de sulfure d'hydrogène (H₂S) autour d'ICPE ces dernières années en France

En France, les données disponibles concernant les niveaux de fond de sulfure d'hydrogène (H₂S) proviennent principalement de campagnes de mesure ponctuelles réalisées autour des

installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), ainsi que de campagnes annuelles menées à proximité des côtes pour surveiller la dégradation des algues marines.

Les informations présentées dans le Tableau 2 résultent d'une synthèse bibliographique de trois études récentes comparables entre elles, de campagnes de mesure du H₂S réalisées par des AASQA autour d'ICPE. Deux d'entre elles proviennent de campagnes autour d'installations de stockage de déchets non dangereux, et la troisième est un projet multi organismes, organisé par l'ADEME, autour de 12 méthaniseurs.

Tableau 2 : Valeurs de concentration de H₂S dans l'air ambiant autour d'ICPE ces 5 dernières années

Site industriel étudié	Typologie d'influence	Valeurs moyenne sur la campagne	Nb de site	Méthode de prélèvement et d'analyse	Durée de la campagne	Référence
Installations de stockage de déchets non dangereux	Fond rural régional	0,2 µg/m ³	1	Non décrit	2x2 semaines	Atmo Occitanie (2022)
	Autour du site > 1 km	0,2 – 0,4 µg/m ³	6	Prélèvement passif		
	Proche du site < 1km dans le vent	0,5 µg/m ³	1	Prélèvement passif		
	Sur site à proximité de la source sous le vent (~300m)	1,1 µg/m ³	1	Prélèvement passif		
		0,93 µg/m ³	1	Analyseur automatique		
	Sur site à proximité immédiate de la source	22 µg/m ³	1	Prélèvement passif		
	Fond urbain	< 0,5 µg/m ³	1	Prélèvement passif	2X2 semaines	Atmo Nouvelle-Aquitaine (2025)
Autour du site industriel sous influence	De 0,5 à 2 µg/m ³	5	Prélèvement passif			
	2 µg/m ³	1	Analyseur automatique			
Méthaniseurs	Fond témoin	0,4 µg/m ³	12	Prélèvement passif	4x1 semaine	Projet AQAMETHA (2024)
	Limite de propriété	1 µg/m ³ [0,4 – 2,1 µg/m ³]	12	Prélèvement passif		

Surveillance du H₂S à proximité des échouages d'algues

Le Tableau 3 présente les valeurs mesurées à l'aide de méthodes automatiques par les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) à proximité des zones d'échouage d'algues vertes en Bretagne et à Marseille, ainsi que des algues sargasses en Martinique. Ces mesures permettent de relever la concentration en sulfure d'hydrogène (H₂S) générée par la dégradation de ces algues sur le littoral.

Les régions de Bretagne et de Martinique sont dotées de réseaux de capteurs installés le long des côtes. Depuis plusieurs années, ces dispositifs assurent une surveillance continue des variations de concentration de H₂S, afin de suivre l'évolution du phénomène et d'anticiper les épisodes de pollution liés à la décomposition des algues.

Pour la Martinique, les valeurs sont majoritairement inférieures à la limite de quantification, et les valeurs présentées dans le rapport sont uniquement les valeurs maximales en moyenne journalières et horaire par station par mois. De janvier à décembre 2024, les valeurs maximales ont pu atteindre 2 à 10 mg/m³ (1,6 à 7,5 ppm) selon les stations.

Les valeurs maximales du réseau breton sont quant à elles majoritairement inférieures à 2,5 µg/m³. La valeur maximale atteinte a été de l'ordre de 290 µg/m³. En moyenne, sur l'ensemble des sites bretons, la concentration moyenne journalières est de 3,3 µg/m³.

Tableau 3 : Valeurs de mesures de H₂S à proximité de dégradation d'algues, réseau de système capteur

Région	Méthode automatique	Contexte	Année
PACA	0,7 µg/m ³ (Moyenne sur la campagne) 1 pic à 50,0 µg.m ⁻³ sans corrélation directe avec la source algues	1 site, analyseur automatique, pendant 7 semaines	2022
Bretagne	3,3 µg/m ³ (En moyenne journalière)	17 sites, systèmes capteurs, pendant 22 semaines	2025

4. Méthodes de mesures des concentrations

Pour le sulfure d'hydrogène, en tant que composé volatil, la voie d'exposition des populations aux retombées atmosphériques est l'inhalation. Dans ce cas, il est nécessaire de mesurer les concentrations uniquement dans l'air. Les mesures du H₂S dans l'air peuvent être réalisées par des méthodes manuelles ou par méthodes automatiques, donnant des résultats intégrés ou en continu.

A noter que le disulfure de carbone (CS_2) est un interférent analytique pour la mesure de la concentration de H_2S via un prélèvement en tube passif. Sa présence risque de surestimer la concentration estimée en H_2S . Aussi quand les niveaux de C_2S sont significatifs (estimés à plus de 10 fois supérieurs à la concentration de H_2S), il est préférable de mesurer simultanément le CS_2 et le H_2S afin de quantifier la sensibilité de la méthode analytique à cette interférence et d'en tenir compte dans l'interprétation des résultats des mesures en H_2S .

4.1. Méthodes manuelles

4.1.1. Méthodes manuelles passives

Le prélèvement passif est réalisé à l'aide de tubes à diffusion, cartouches contenant un absorbant (polypropylène microporeux imprégnée d'acétate de zinc) sur lesquelles le H_2S est chimiabsorbé sous forme de sulfure de zinc stable. Le prélèvement est réalisé sur des périodes de plusieurs jours, en général une à deux semaines et intègre les variations de concentration. A noter que le débit de piégeage dépend de la température. Ainsi, la durée d'exposition et les conditions de température ambiante sont prises en compte pour la détermination de la concentration en composé recherché.

Les ions sulfures sont récupérés avec de l'eau en présence d'un oxydant, tel que le chlorure ferrique, et dans un milieu très acide. Ils réagissent avec les ions de N,N-diméthyl-p-phénylènediammonium en produisant du bleu de méthylène dont la concentration est mesurée par spectrophotométrie visible.

Les avantages de cette méthode résident dans sa simplicité d'utilisation et dans son coût relativement faible qui permettent le déploiement de plusieurs tubes passifs autour d'une zone d'étude.

La limite de détection est variable selon la durée d'exposition. Elle est d'environ $0,14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une durée de 7 jours.

Les tubes sont stables au moins 12 mois avant l'utilisation et six mois après l'exposition.

Le LCSQA recommande que lors d'une campagne de mesures de ne pas utiliser tous les tubes d'un même lot et d'effectuer 2-3 blancs de lots.

4.1.2. Méthodes manuelles actives

Le prélèvement de H_2S peut s'effectuer à l'aide d'un canister passivé, dont la durée de collecte varie de quelques secondes à plusieurs heures. Les canisters commercialisés disposent d'un volume compris entre 1 et 6 litres ; le modèle de 6 litres est fréquemment utilisé pour les prélèvements d'air ambiant nécessitant une intégration sur une période prolongée, tandis que ceux de plus petit volume conviennent aux effluents gazeux présentant des concentrations élevées. Ce dispositif présente l'avantage d'une utilisation simple et ne nécessite pas de pompe de prélèvement.

La méthode utilisant un canister offre un seuil de quantification proche du $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Toutefois, la présence d'humidité lors du prélèvement comporte un risque de sous-estimation des concentrations analysées. Lorsque le canister est mis sous vide, il peut être conservé jusqu'à six

mois avant son utilisation. L'analyse de l'échantillon doit être réalisée en laboratoire dans un délai maximal d'un mois après prélèvement. Elle peut être réalisée par chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse.

Le sac d'échantillonnage multicouches représente également une solution adéquate pour le prélèvement de H₂S, ainsi que des composés soufrés en général, sous réserve que le raccord ne soit pas métallique et dispose des propriétés requises pour éviter une contamination indésirable, conformément à la norme NF EN 13725 relative à la concentration d'odeurs. Les sacs d'échantillonnage ont généralement un volume compris entre 1 et 10 litres. Comme le canister, cette méthode permet de couvrir une large gamme de concentrations, du µg/m³ à quelques centaines de µg/m³. Le risque de sous-estimation subsiste en présence d'humidité. Le sac doit être stocké à température ambiante et à l'abri de la lumière, avec une analyse recommandée dans les meilleurs délais, idéalement en moins de 24 heures. Elle peut être réalisée par chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse.

4.2. Méthodes automatiques

4.2.1. Analyseurs automatiques par conversion catalytique

D'après le rapport du LCSQA, ce type d'analyseurs est souvent utilisé pour les mesures en air ambiant. Le principe repose sur l'oxydation thermique de H₂S en SO₂ en présence d'un catalyseur chauffé (T=315°C – 400 °C) suivi d'une détection par fluorescence UV.

Dans ces analyseurs, un absorbeur-neutralisateur (scrubber) est utilisé avant l'étape d'oxydation thermique pour éliminer tout le SO₂ présent et permettre uniquement aux molécules de H₂S d'entrer dans la chambre de conversion. La concentration de SO₂ résultant de l'oxydation de H₂S est quantifiée ensuite par fluorescence UV. Les molécules de SO₂ absorbent les rayons UV à une longueur d'onde de 214 nm, les amenant dans un état excité. Lorsque les molécules de SO₂* reviennent à leur état normal, elles émettent des photons à une longueur d'onde de 330 nm, qui sont ensuite détectés par une cellule de détection.

4.2.2. Spectroscopie laser

Certains analyseurs basés sur la spectrométrie d'absorption peuvent être adaptés à la surveillance de la qualité de l'air ambiant. C'est le cas de ceux disposant d'une cavité optique de haute finesse qui permet d'allonger le trajet optique effectif jusqu'à plusieurs km (principes¹ CRDS, ICOS, CEAS etc.) qui permettent d'atteindre des limites de détection meilleures que 7,1 µg/m³ (5 ppb) .

4.2.3. Spectrométrie de masse

La spectrométrie de masse est une technique analytique permettant de mesurer le rapport masse/charge (m/z) des espèces chimiques. Pour être analysées, les molécules doivent être

¹ CRDS (Cavity Ring-Down Spectroscopy), CEAS (Cavity-Enhanced Absorption Spectroscopy) et ICOS (Integrated Cavity Output Spectroscopy)

ionisées, c'est-à-dire porter une charge électrique, afin de pouvoir être accélérées et séparées par des champs électromagnétiques. La spectrométrie de masse détecte ainsi des ions.

Selon la méthode d'ionisation utilisée, les molécules peuvent rester intactes ou se fragmenter. La fragmentation, lorsqu'elle est présente, génère des ions dont la distribution est caractéristique de la structure moléculaire, ce qui facilite l'identification des composés. Le spectre de masse obtenu présente des pics dont la position correspond au rapport m/z des ions détectés.

Le détecteur mesure un courant électrique généré par l'impact des ions sur une surface conductrice, ce signal étant proportionnel à leur abondance.

Il existe différentes techniques de spectrométrie de masse, qui se distinguent principalement par leur mode d'ionisation et leur analyseur de masse. Certaines de ces techniques permettent une analyse rapide et très sensible des composés organiques volatils (COV), y compris des composés organo-soufrés, avec des limites de détection de l'ordre de quelques dizaines de ng/m^3 . La liste suivante présente quelques-unes de ces techniques.

- **La réaction de transfert de proton (PTR-MS) couplée à un spectromètre de masse.** Cette technique repose sur un transfert de proton entre l'ion hydronium (H_3O^+) et les molécules à analyser. Il s'agit d'une ionisation dite « douce », limitant la fragmentation. Les signaux sont exprimés en comptes par seconde (cps). La méthode nécessite un étalonnage, et l'humidité doit être prise en compte car elle influence la chimie ionique (formation de clusters) et peut générer des interférences, notamment pour certains composés soufrés comme le H_2S .
- **La spectrométrie de masse à temps de vol haute résolution couplée à une ionisation chimique (CI-ToF-MS).** Cette technique combine une ionisation chimique et un analyseur temps de vol haute résolution, permettant une excellente discrimination des espèces chimiques. Son principe de fonctionnement est similaire à celui du PTR-MS mais ne se limite pas uniquement à l'ion hydronium.
- **La spectrométrie de masse à tube d'écoulement avec ions sélectionnés (SIFT-MS).** Le SIFT-MS utilise plusieurs ions réactifs (H_3O^+ , NO^+ , O_2^+). Un ion est sélectionné à la fois en fonction du composé cible, permettant une quantification directe en phase gazeuse.
- **La chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse (GC/MS).** Cette technique combine une séparation chromatographique des composés et leur identification par spectrométrie de masse. Elle est particulièrement adaptée à l'analyse détaillée d'échantillons prélevés sur le terrain et analysés en laboratoire.

4.3. Synthèse des méthodes de prélèvement de d'analyse du H₂S

Méthodes	Technologies	Analyses	Exposition / temps de réponse	Gammes de mesures	Limites de quantification
Méthodes manuelles passives	Préleveurs passifs	Spectrométrie visible	Une à deux semaines	0,3 à 7 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition de 7 jours	0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une durée de 7 jours
Méthodes manuelles actives	Canister passivé	GC/MS (sous 7 jours)	10 min à 1h selon régulateur de débit	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ à centaines de $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Dépend de l'analyse, de l'ordre du $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Sac d'échantillonnage multicouche	GC/MS (sous 24h)	10 min	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ à centaines de $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Dépend de l'analyse, de l'ordre du $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Méthodes automatiques	Spectroscopie laser	-	Quelques secondes	$\sim 709 \text{ mg}/\text{m}^3$	$\sim 7,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	Conversion catalytique	-	< 180 s	0-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Ou plus (Interférents H ₂ O)	1,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Spectrométrie de masse	-	De l'ordre de la seconde	du ng/m^3 au mg/m^3	De l'ordre du ng/m^3

5. Références

- ¹ Ineris. Portail Substance Chimique : Sulfure d'hydrogène <https://substances.ineris.fr/substance/7783-06-4> – Consulté en 2026.
- ² LCSQA (2024). Polluants émergents : H₂S. Méthodes disponibles pour la détermination des concentrations en H₂S et niveaux rencontrés dans l'air ambiant.
- ³ AEGL (2010). Acute Exposure Guideline Levels for Selected Airborne Chemicals, Volume 9. - <http://www.nap.edu/catalog/12978.html>.
- ⁴ Ministère du Travail et des Solidarités (2021 – Consulté 2026). Les risques liés à l'hydrogène sulfuré - [Les risques liés à l'hydrogène sulfuré | Travail-emploi.gouv.fr | Ministère du Travail et des Solidarités](#)
- ⁵ WHO (2000). Air Quality Guidelines for Europe. Second Edition. WHO Regional Publications, European Series, No. 91.
- ⁶ INRS (2024). Base de données FICHES TECHNOLOGIQUES. Sulfure d'hydrogène.
- ⁷ Atmo Occitanie (2022). Suivi du sulfure d'hydrogène (H₂S) dans l'environnement de l'ISDND à Pavie (32). ETU-2022-263.
- ⁸ Atmo Nouvelle-Aquitaine (2025). Plan de surveillance 2025. ISDND Alvéol (87). Référence : IND_EXT_24_178
- ⁹ Atmo France (2024). Etude AQAMETHA - Objectiver l'impact de la méthanisation sur la qualité de l'air. 51 pages.
- ¹⁰ AtmoSud (2022). Evaluation de sulfure d'hydrogène dans la calanque de Callelongue. Marseille.
- ¹¹ Madinair (2024). Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré et en ammoniac à proximité des zones d'échouement des algues Sargasses. Rapport 2024.
- ¹² AirBreizh (2026). Résultats mesures H₂S en Bretagne (saison 2025) - [Bretagne : mise à disposition des données de mesure d'hydrogène sulfuré - Air Breizh](#)