www.atmo-bfc.org

MESURE DU SULFURE D'HYDROGENE AUTOUR DU SITE INDUSTRIEL DE FACEL A SAINT-HIPPOLYTE (25)

Bilan annuel

Année 2019

Niveau de détails
INITIÉS

Diffusion : Février 2019

Atmo Bourgogne-Franche-Comté
37 rue Battant 25 000 BESANÇON
Tél. : 03 81 25 06 60
contact@atmo-bfc.org

Atmo
BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ

Atmo Bourgogne-Franche-Comté est l'association agréée par le Ministère en charge de l'Environnement pour la surveillance de la qualité de l'air en région Bourgogne-Franche-Comté. Elle a pour principales missions :

- *Décliner et mettre en œuvre la stratégie de surveillance de la qualité de l'air de l'État français. Cela consiste en grande partie à produire des données (mesures, données d'émissions et de modélisation) qui répondent aux attentes qualitatives et quantitatives de l'Union Européenne ;*
- *Prévoir les pics de pollution et diffuser l'information et les recommandations sanitaires ;*
- *Sensibiliser la population et les décideurs aux enjeux sanitaires liés à la qualité de l'air ;*
- *Réaliser des études prospectives dans le domaine de l'air (nouveaux polluants, nouvelles sources, nouvelles expositions…) ;*
- *Réaliser des diagnostics et des prospectives pour aider à la décision à court, moyen et long terme ;*
- *Accompagner les acteurs locaux pour atteindre le respect des normes en vigueur.*

Conditions d'utilisation du rapport

La diffusion ou la réutilisation des données est libre dans les conditions suivantes :

- *Les données contenues dans ce document restent la propriété d'Atmo Bourgogne-Franche-Comté. Toute utilisation partielle ou totale doit faire référence à Atmo Bourgogne-Franche-Comté et au numéro du présent rapport ;*
- *Le rapport ne sera pas forcément rediffusé en cas de modification ultérieure. En cas de remarques ou questions, prenez contact avec Atmo Bourgogne-Franche-Comté ;*
- *Sur demande, Atmo Bourgogne-Franche-Comté met à disposition les caractéristiques techniques des mesures et les méthodes d'exploitation des données.*

Rédaction du rapport : Aymeric AGOSTINI

Validation du document : Anaïs DETOURNAY

Crédit visuels : © Antoine Bardelli – Atmo BFC

Sommaire

1. Le Sulfure d'Hydrogène (H_2S) 7
   1.1. Caractéristiques 7
   1.2. Sources 7
   1.3. Impact sur la santé 7
   1.4. Impact sur l'environnement 8
2. Plan d'échantillonnage 8
3. Protocole de mesure 9
   3.1. Méthode de mesure et d'analyse 9
   3.2. Détermination des concentrations de sulfure d'hydrogène en µg/m³ 10
4. Résultats des mesures de 2019 11
   4.1. Résultats par série 11
      4.1.1. Tendance globale 11
      4.1.2. Mesures par site et par série 12
      4.1.3. Impact des précipitations sur les mesures 13
   4.2. Résultats par site 14
   4.3. Répartition spatiale des valeurs statistiques 14
5. Analyse de l'historique des mesures 16
   5.1. Etude des mesures par série 16
   5.2. Etude des mesures moyennes par site 17
   5.3. Etude des résultats en fonction des saisons 18

Conclusion 19

Fiche polluant : sulfure d'hydrogène 20

Résultats complets depuis 2009 21

Dans le cadre de son activité, l'industrie FACEL est tenue de réaliser chaque mois une campagne de mesure des teneurs en sulfure d'hydrogène (H_2S) en air ambiant afin d'évaluer les nuisances olfactives générées par l'activité industrielle sur la population avoisinante.

Ainsi, chaque année, 12 campagnes de mesures, réparties tout au long de l'année, d'une durée de 15 jours chacune, sont organisées en 4 points localisés autour du site de l'usine.

Le présent rapport synthétise les résultats des différentes campagnes réalisées pour l'année 2019.

1. Le Sulfure d'Hydrogène (H_2S)

1.1. Caractéristiques

A température ambiante, le sulfure d'hydrogène est un gaz incolore, d'odeur fétide caractéristique (« œuf pourri ») et extrêmement inflammable.

sulfure d'hydrogène
H2S

Le « sulfure d'hydrogène » est également connu sous divers qualificatifs : gaz d'égouts, gaz d'explosion, gaz de grisou, hydrure de soufre, hydrogène sulfuré, sulfure de dihydrogène gaz de marécages, gaz d'œuf pourri…

Composé d'un atome de soufre et de 2 atomes d'hydrogène, sa formule chimique est H_2S.

1.2. Sources

Le sulfure d'hydrogène est un composé naturellement présent dans les gaz volcaniques ainsi que certaines sources chaudes, telles les geysers. Il peut aussi résulter de la décomposition de la matière organique, comme dans les marais, les tourbières, le fond des océans, les marées vertes et même les décharges d'ordures ménagères.

Le sulfure d'hydrogène trouve également ses origines dans les activités humaines : exploitation et traitement des ressources naturelles (pétrole, gaz, charbons, bitume…), traitement des eaux usées, procédés industriels utilisés dans les secteurs du papier, des colorants, du caoutchouc, du cuir, des pesticides, dans l'industrie chimique (polymères et additifs des plastiques), pharmaceutique, en métallurgie ou encore dans l'industrie nucléaire (synthèse de l'eau « lourde »).

1.3. Impact sur la santé

Les effets observés sur la santé sont essentiellement liés aux propriétés irritantes et anoxiantes (ou asphyxiantes) de ce gaz : irritation des yeux, irritation de la gorge (toux), troubles du rythme cardiaque (tachycardie), maux de tête pouvant conduire à des vertiges, nausées, vomissements…

Le sulfure d'hydrogène figure parmi les gaz courants les plus toxiques et son inhalation accidentelle à forte concentration peut provoquer, en quelques secondes à quelques minutes, de graves intoxications, avec pertes de connaissance, coma, voire décès (mort immédiate à partir de 1000 ppm, soient environ 1,4 g/m^3).

Le tableau ci-dessous récapitule les différents seuils associés à ce polluant.

Valeurs de référence		Source
Valeurs guide en air ambiant	7 µg/m^3 sur une demi-heure (nuisance olfactive) et 150 µg/m^3 sur 24 heures (impact sur la santé)	OMS (2000)
Valeur limite d'exposition professionnelle	14 000 µg/m^3 sur 15 minutes et 7 000 µg/m^3 sur 8 heures	INRS (2009)

Tableau 1 : Valeurs de référence en H_2S

De plus, du fait des mauvaises odeurs associées à ce polluant, le sulfure d'hydrogène est surveillé à proximité de certains sites industriels. On considère que la présence du sulfure d'hydrogène dans l'air est décelable à partir du seuil de **0,7 µg/m^3 (seuil de détection olfactif)**. Il occasionne une nuisance olfactive à partir du seuil de **7 µg/m^3 (seuil de nuisance olfactif)**.

1.4. Impact sur l'environnement

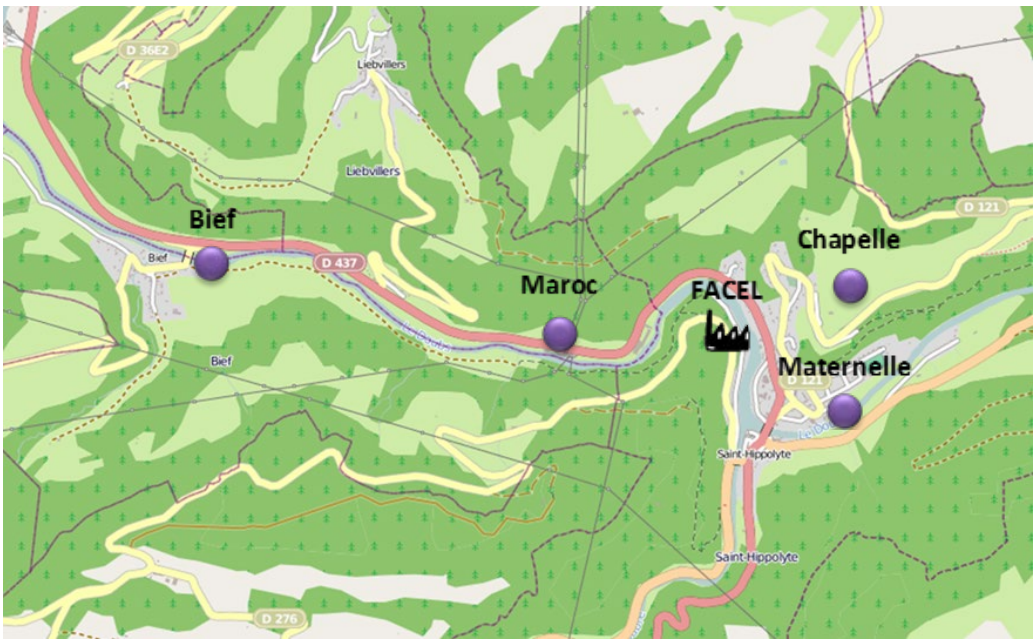
Le sulfure d'hydrogène n'a pas d'effet connu sur l'environnement, exception faite des odeurs. En revanche, à des concentrations beaucoup plus élevées que celles mesurées habituellement dans l'air ambiant, le H_2S peut avoir un effet corrosif.

Relativement stable dans l'air, ce composé est éliminé de l'atmosphère au bout de quelques jours, soit par dépôt sec, soit par dépôt humide par solubilisation dans les gouttes d'eau de pluie.

2. Plan d'échantillonnage

Chaque mois, une campagne de mesure de 15 jours est réalisée en quatre points, localisés autour du site de FACEL, depuis février 2011. Le choix des sites et les modalités de prélèvements sont gérés par le service environnement de l'industriel, selon les préconisations de la DREAL.

Lors de chaque campagne, un blanc terrain est disposé afin de s'assurer que les échantillons n'ont pas été contaminés lors de leur transport ou de leur exposition.



Source carte : ©Openstreetmap

Figure 1 : Carte de localisation des points de prélèvements du H_2S autour de FACEL

3. Protocole de mesure

3.1. Méthode de mesure et d'analyse

La méthode de mesure utilisée est l'échantillonnage passif. Le capteur est constitué d'une membrane blanche, au travers de laquelle l'air diffuse naturellement. A l'intérieur, une cartouche absorbante à désorption chimique (dispositif de marque « Radiello ») piège spécifiquement le H_2S.

La cartouche est en polypropylène microporeux imprégné d'acétate de zinc. Le sulfure d'hydrogène est chimiabsorbé sous forme de sulfure de zinc stable.

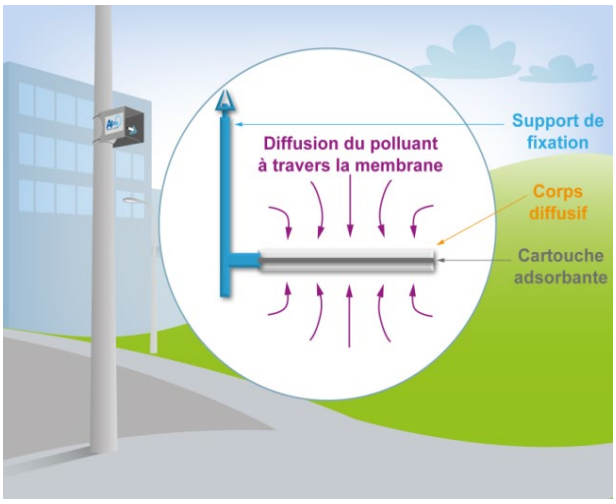


Figure 2 : Principe de fonctionnement d'un capteur passif

Le sulfure de zinc ainsi formé est récupéré par désorption chimique, avec de l'eau. En présence d'un oxydant, tel que le chlorure ferrique et dans un milieu très acide, il réagit avec l'ion N,N-diméthyl-p-phénylènediammonium en produisant du bleu de méthylène. La concentration du bleu de méthylène est alors mesurée par spectrophotométrie visible. Les analyses ont été confiées au laboratoire TERA Environnement, basé à Crolles près de Grenoble.

3.2. Détermination des concentrations de sulfure d'hydrogène en µg/m³

Les résultats du laboratoire sont exprimés en µg (masse d'ion sulfure trouvée dans la cartouche exposée). Il s'agit donc de calculer C', la concentration en µg/m³ en tenant compte de la température extérieure.

Le débit de piégeage Q_{298} à la température de référence de 298 K (25°C) et 1013 hPa est de **0,096** ±0,005 ng·ppb^{-1}·min^{-1}. Il convient donc de calculer Q_k, le débit aux conditions réellement observées sur le terrain, en tenant compte de la température réelle en Kelvin, K. Cette valeur corrigée du débit de piégeage est calculée par rapport à la valeur mesurée, selon l'équation :

$$Q_k = 0{,}096 \left(\frac{K}{298}\right)^{3{,}8}$$

Le débit de piégeage ne change pas avec l'humidité dans l'intervalle 15-90%, ni avec la vitesse de l'air dans l'intervalle 0,1 et 10 m.s^{-1}.

La concentration C' de H_2S en ppb est ensuite calculée par la formule suivante :

$$C' = \frac{m}{Q_k \times t} \times 1\,000$$

m : la masse d'ion sulfure en µg trouvée dans la cartouche exposée,

t : le temps d'exposition de la cartouche.

Cette concentration en ppb est ensuite convertie en concentration massique en µg/m³, grâce au facteur de conversion, calculé pour le sulfure d'hydrogène à 1 ppm = 1,4 mg/m³ (C=C' x 1,4).

4. Résultats des mesures de 2019

Les tubes de la série de décembre ont été exposés sur une durée supérieure à celle préconisée par le fabricant. Des pertes de composés non quantifiables sont dans ce cas possibles, les résultats de cette série ne peuvent donc être garantis.

4.1. Résultats par série

4.1.1. Tendance globale

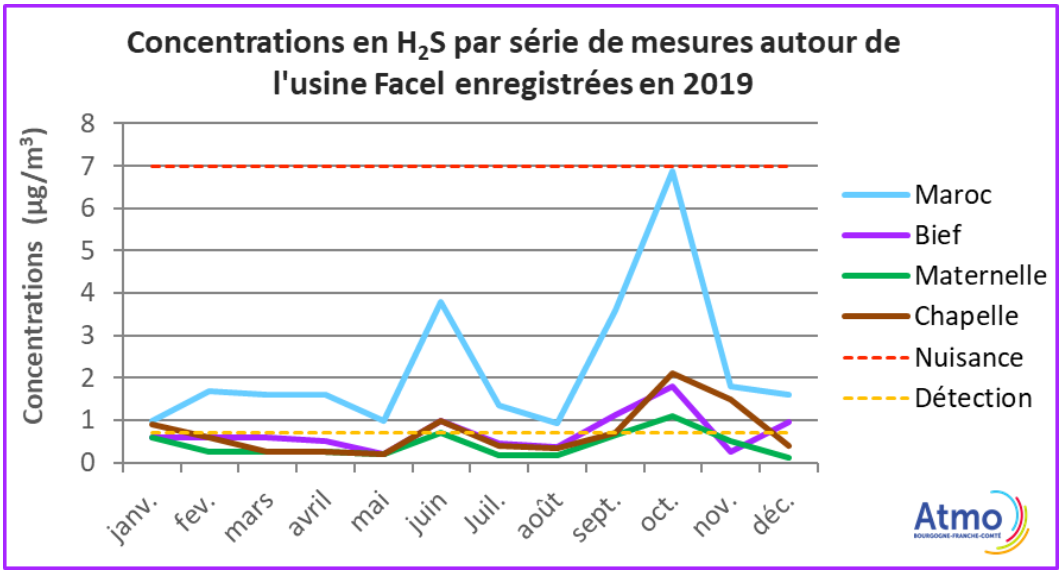


Figure 3 : Concentrations en H_2S au niveau des 4 points de mesures durant l'année 2019

Pour chacune des mesures réalisées en 2019, le site « Maroc » enregistre les plus fortes concentrations parmi les 4 sites échantillonnés. Sur l'année, sa concentration moyenne est de 2,2 µg/m^3. Tous les prélèvements mensuels présentent des niveaux supérieurs au seuil de détection olfactif, fixé à 0,7µg/m^3. Trois mois se distinguent par de plus fortes concentrations : juin, septembre et octobre avec respectivement 3,8, 3,6 et 6,9 µg/m^3. Bien que frôlé en octobre, le seuil de nuisance olfactif, défini à 7µg/m^3, n'a pas été dépassé cette année.

Les autres sites présentent des concentrations plus faibles. Les sites « Bief » et « Chapelle » enregistrent une concentration moyenne annuelle identique, avec 0,7 µg/m^3. Le site « Maternelle » présente quant à lui les niveaux les plus bas, avec une concentration moyenne de 0,4 µg/m^3 sur l'année.

Ces 3 sites ont présenté au cours de l'année des niveaux proches ou supérieurs au seuil de détection olfactif. Ce seuil est principalement dépassé en juin et sur la fin de l'année. Le site « Bief » observe 4 mois de l'année avec des concentrations supérieures à ce seuil, « Chapelle » 5 mois et « Maternelle » seulement 2 mois.

L'année 2019 a compté :
- 0 dépassements du seuil de nuisance fixé à 7 µg/m³, même au site « Maroc » ;
- 23 dépassements du seuil de détection olfactif établi à 0,7 µg/m³.
Les mois de juin et octobre enregistrent les plus fortes concentrations, à ces périodes, tous les sites dépassent le seuil de détection olfactif.

4.1.2. Mesures par site et par série

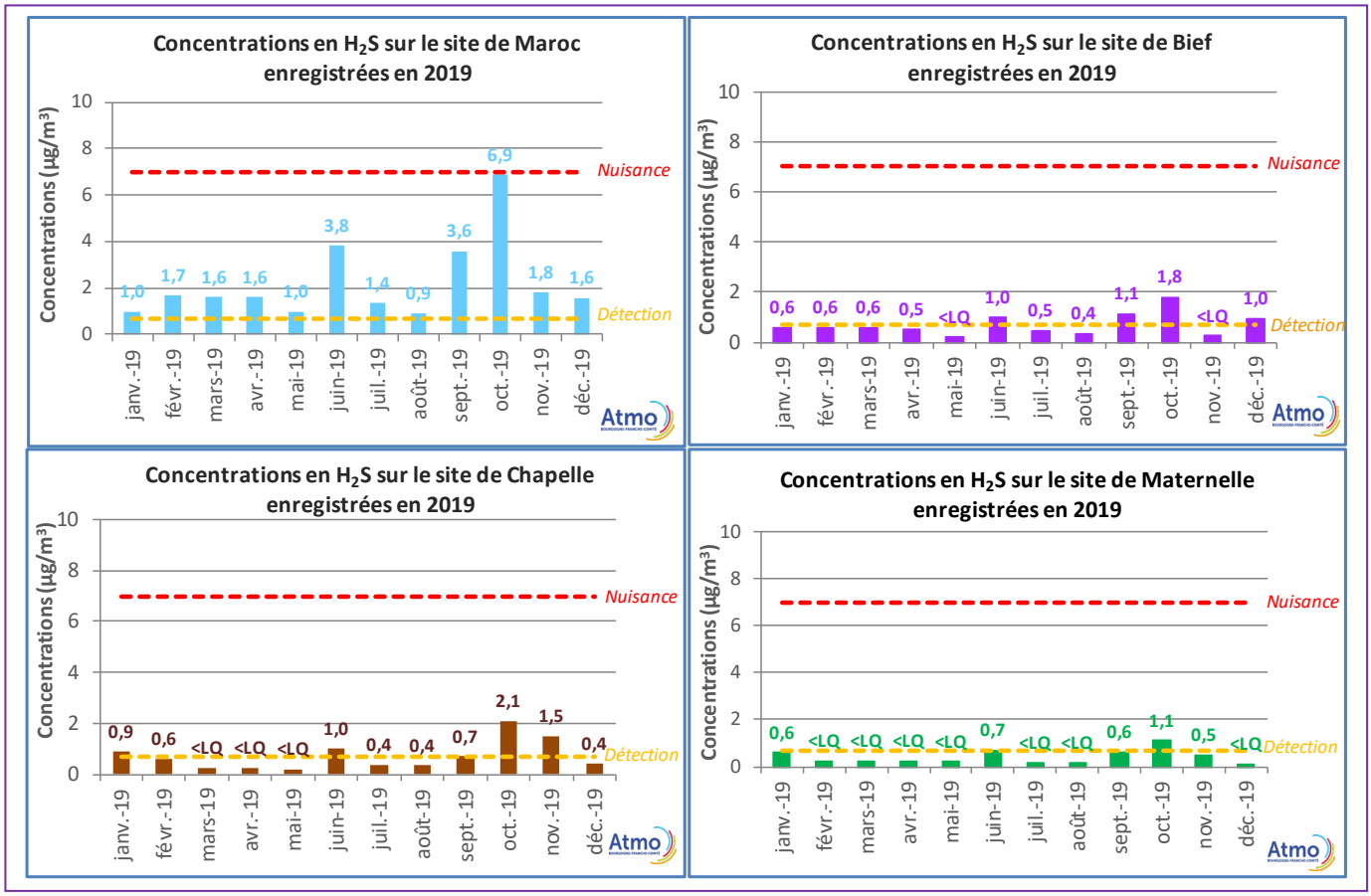


Figure 4 : Concentrations en H_2S par série et par site durant la campagne 2019

En 2019, les concentrations mesurées sur le site « Maroc » sont assez hétérogènes. Le niveau le plus élevé est relevé en octobre avec 6,9 µg/m³. Des concentrations élevées sont également mesurées en juin et septembre. Les mois de janvier, mai et août enregistrent les plus faibles concentrations, proches de 1 µg/m³.

Le site « Bief » présente des niveaux 3 fois plus faibles que « Maroc », la concentration moyenne annuelle est de 0,7 µg/m³. La valeur mesurée la plus élevée est de 1,8 µg/m³ en octobre 2019. Deux mois enregistrent des niveaux inférieurs à la limite de quantification du laboratoire : mai et novembre.

Le site « Chapelle » observe cette année une concentration moyenne identique à celle du site « Bief ». Le niveau le plus élevé atteint 2,1 µg/m³ en octobre. Les 3 mois du printemps

présentent les concentrations les plus basses, avec des résultats inférieurs à la limite de quantification du laboratoire.

Enfin, le site « Maternelle » est le moins impacté par le H_2S, avec un niveau moyen sur l'année de 0,4 µg/m³. La concentration la plus élevée est mesurée en octobre avec 1,1 µg/m³. Il s'agit du seul dépassement du seuil de détection olfactive observé pour ce site. Au total 7 mois sur 12 présentent un niveau inférieur à la limite de quantification du laboratoire.

4.1.3. Impact des précipitations sur les mesures

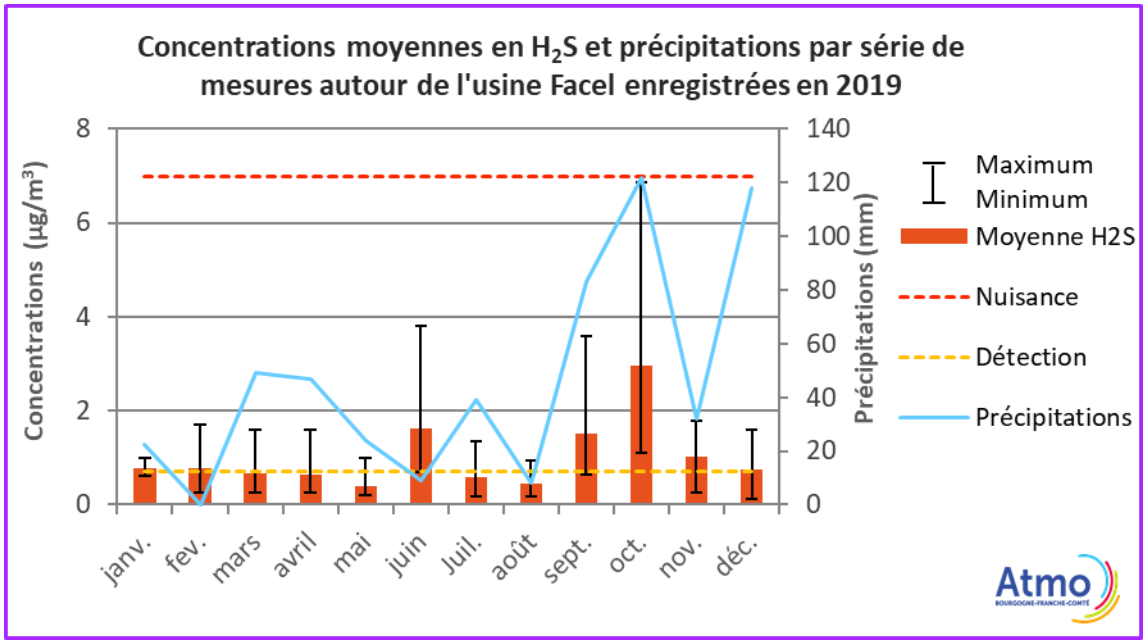


Figure 5 : Concentrations moyennes et extrêmes en H_2S et précipitations durant les séries de 2019

Au cours de l'année, les périodes de pluie sont principalement observées en fin d'année. Les mois de septembre, octobre et décembre se distinguent avec des cumuls de respectivement 83, 122 et 118 millimètres sur les périodes de mesure. A l'inverse, la quinzaine de février n'enregistre aucune précipitation.

Les concentrations mesurées en H_2S, ne semblent pas systématiquement inversement corrélés aux épisodes pluvieux. Ainsi, en septembre et octobre, les niveaux en H_2S sont les plus élevés alors que la pluviométrie y est forte. Cette corrélation est en revanche bien vérifiée en juin, quinzaine qui présente des concentrations élevées avec une faible pluviométrie.

4.2. Résultats par site

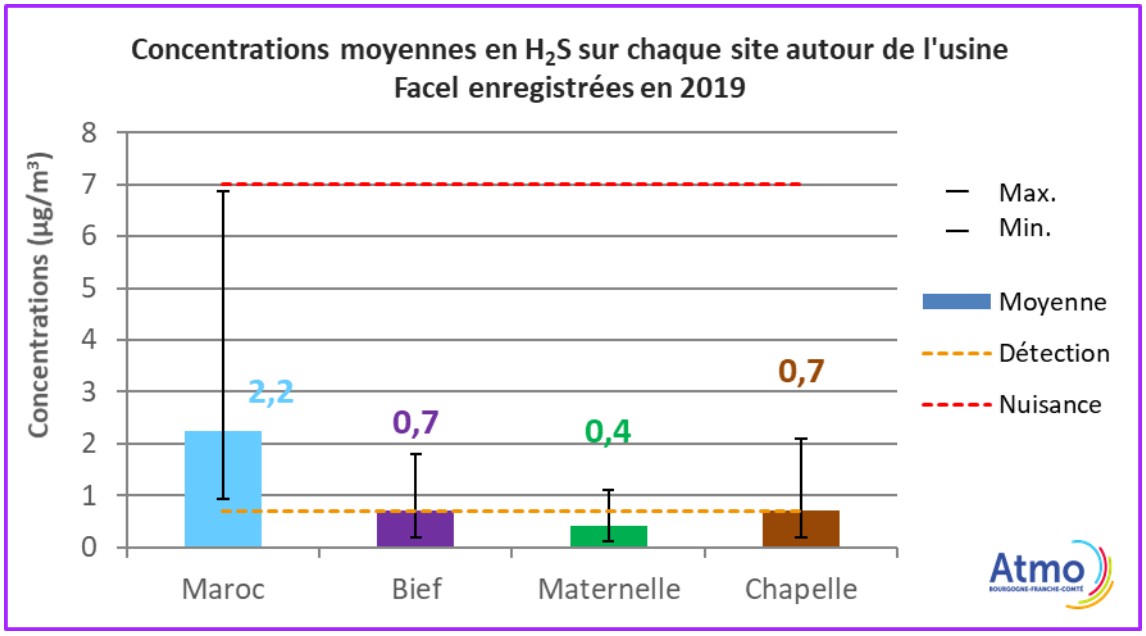


Figure 6 : Concentrations moyennes et extrêmes en H_2S par site durant la campagne 2019

Les concentrations moyennes annuelles par site indiquent que le site « Maroc » dépasse le seuil de perception olfactif avec 2,2 µg/m³. C'est le site qui présente la moyenne et les valeurs maximales les plus élevées.

Les sites « Bief » et « Chapelle » présentent un niveau moyen annuel identique avec 0,7 µg/m³, égal au seuil de perception olfactif. Les niveaux minimum et maximum sont également similaires entre ces deux sites.

Enfin, le site « Maternelle » enregistre les niveaux de H_2S les plus bas, avec une concentration moyenne de 0,4 µg/m³. Les écarts entre les différentes campagnes mensuelles sont aussi les plus faibles.

4.3. Répartition spatiale des valeurs statistiques

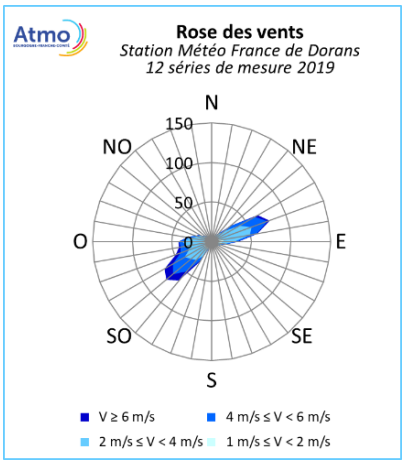
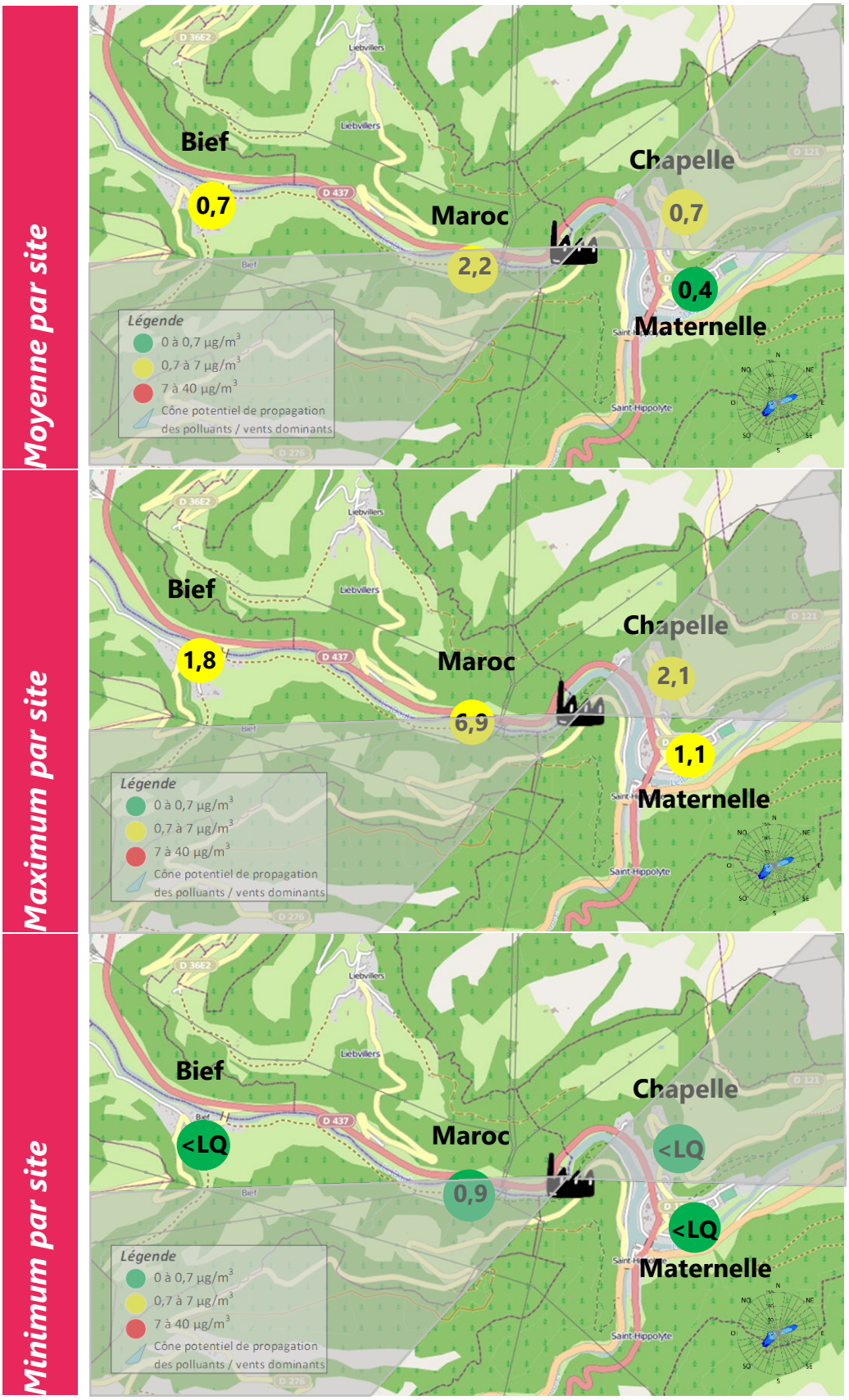


Figure 7 : Roses des vents au cours des 12 séries cumulées

Au cours des 12 séries de mesures, les vents dominants moyens sont principalement de provenance Sud-Ouest, favorisant le déplacement des masses d'air et du H_2S en direction du site « Chapelle ».

Une part non négligeable de vents d'origine Nord-Est est également observée. Ces derniers favoriseraient le déplacement des odeurs vers le site « Maroc ». On constate sur la période des 12 séries de mesures, environ 13 % de vents nuls, et 6% de vents forts (avec une vitesse supérieure à 6 mètres par seconde).



Source carte : ©Openstreetmap

Figure 8 : Cartographie des niveaux moyens et extrêmes en H_2S en 2019 par site

5. Analyse de l'historique des mesures

5.1. Etude des mesures par série

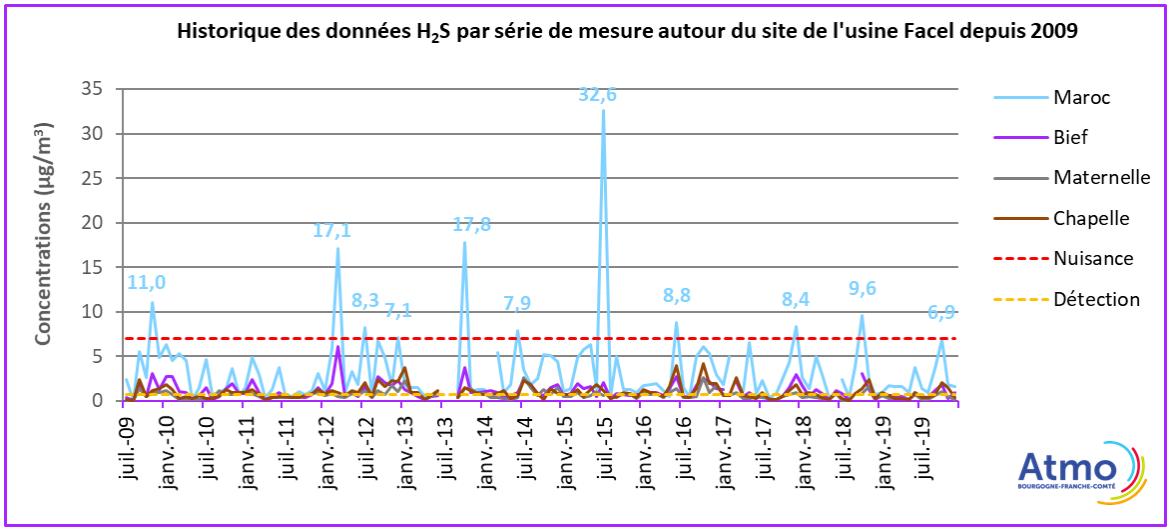


Figure 9 : Concentrations historiques en H_2S depuis le début de la surveillance

Depuis le début de la surveillance du sulfure d'hydrogène autour de FACEL, les concentrations sont très variables d'une série de mesures à l'autre. Les valeurs les plus élevées, notamment toutes celles supérieures au seuil de nuisance olfactif, ont toutes été observées au niveau de « Maroc ».

Ainsi, dix dépassements du seuil de nuisance ont été recensés : en novembre 2009 ; mars, juillet et décembre 2012 ; octobre 2013 ; juin 2014 ; juillet 2015 ; juin 2016 ; décembre 2017 et en octobre 2018. La concentration mesurée en octobre 2019 se rapproche de ce seuil sans pour autant le dépasser.

Inversement, depuis le début de la surveillance, le site « Maternelle » est celui qui a enregistré les valeurs les plus basses.

Sur l'ensemble des mesures, 286 dépassements du seuil de détection olfactif ont été observés sur les 493 mesures enregistrées, soit 58% des mesures enregistrées.

Au vu des mesures historiques, l'année 2019 présente des niveaux en baisse.

Du fait du nombre conséquent de dépassements du seuil de détection olfactif, et occasionnellement du seuil de nuisance, la surveillance du sulfure d'hydrogène semble donc pertinente sur le secteur.

5.2. Etude des mesures moyennes par site

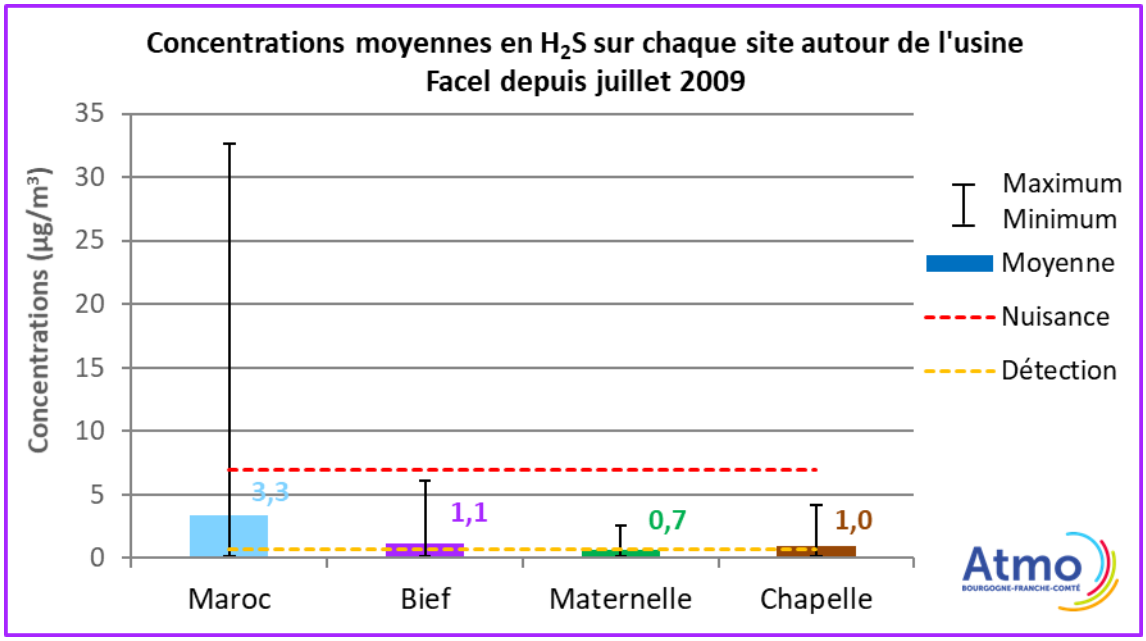


Figure 10 : Concentrations moyennes et extrêmes en H_2S par site depuis 2009

L'observation de la distribution des concentrations mesurées depuis 2009 montre que le site « Maroc » présente un niveau moyen 3 fois plus élevé que les autres sites. La moyenne de toutes les mesures effectuées sur ce site dépasse le seuil de détection olfactif, elle atteint 3,3 µg/m^3. Ce site présente également les écarts les plus importants entre les séries, avec un maximum de 32,9 µg/m^3 enregistré au cours de la série de juillet 2015.

Les sites « Bief » et « Chapelle », enregistrent des niveaux moyens similaires avec respectivement 1,1 et 1,0 µg/m^3 en moyenne depuis 2009. En revanche, la concentration maximale mesurée est plus élevée sur le site « Bief ». Aucune mesure faite sur ces deux sites n'a dépassé le seuil de nuisance olfactive.

Le site « Maternelle » présente quant à lui un niveau moyen égal au seuil de détection olfactif, 0,7 µg/m^3. C'est aussi le site qui présente les plus faibles niveaux sur chaque série.

5.3. Etude des résultats en fonction des saisons

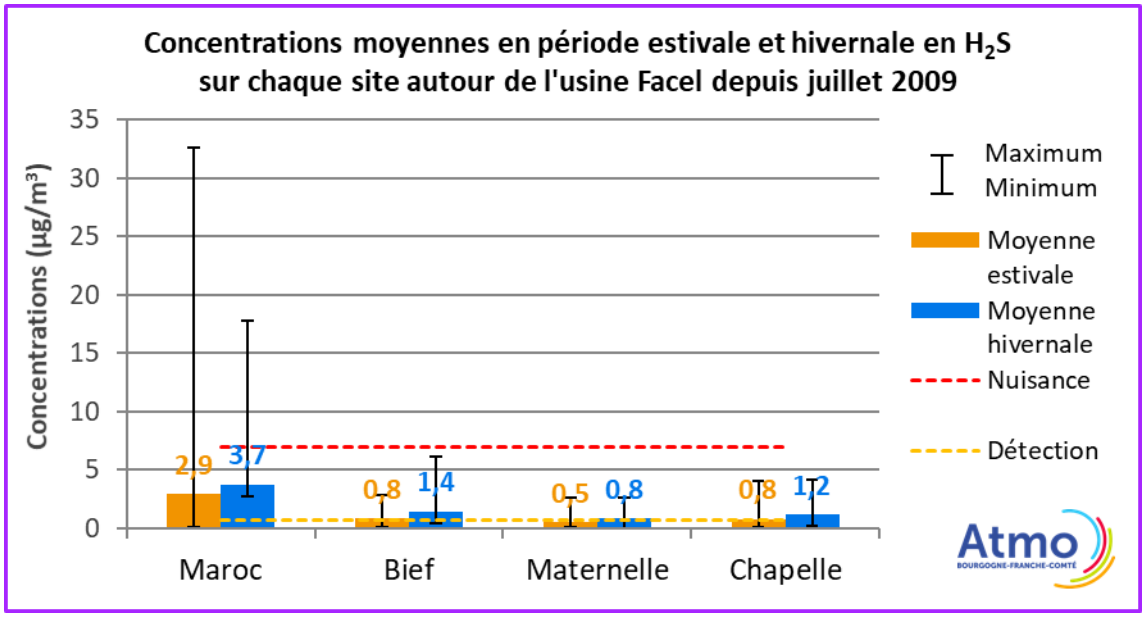


Figure 11 : Concentrations moyennes et extrêmes du H_2S selon la période par site depuis 2009

L'étude de l'impact de la saisonnalité sur les mesures d'H_2S met en relief un écart entre les mesures hivernales et les mesures estivales. Avec une moyenne de 1,8 µg/m^3, les concentrations observées en hiver depuis 2009 sont ainsi plus importantes que celles mesurées en été, dont la moyenne est de 1,3 µg/m^3.

Toutes les moyennes hivernales sont supérieures au seuil de détection olfactif. En été, seul le site « Maternelle » présente un niveau moyen inférieur à ce seuil.

L'écart le plus significatif entre les mesures estivales et hivernales est observé au niveau de « Maroc », et le moins important sur « Maternelle » et « Chapelle ».

Conclusion

Durant l'année 2019, la surveillance du sulfure d'hydrogène aux alentours de l'industrie FACEL à Saint-Hyppolite montre des concentrations hétérogènes en fonction des sites et des séries de mesure. Sur les 48 prélèvements réalisés, 23 mesures indiquent des concentrations supérieures au seuil de détection olfactif fixé à 0,7µg/m^3 ; en revanche, aucune n'a franchi la limite de nuisance olfactive définie à 7µg/m^3.

Les niveaux les plus importants sont observés sur le site « Maroc ». Toutes les mesures effectuées sur ce site présentent des concentrations supérieures au seuil de détection olfactif.

Les sites « Bief » et « Chapelle » présentent des niveaux moyens similaires. La moyenne annuelle 2019 de ces 2 sites est égale au seuil de détection olfactif.

Le site « Maternelle » reste celui qui obtient les niveaux les plus faibles sur l'année 2019.

Dans l'ensemble, les niveaux en 2019 sont plus élevés en période hivernale qu'en période estivale, et surtout en fin d'année. En comparaison avec l'historique, les niveaux moyens et maximum sont légèrement inférieurs aux mesures des années précédentes.

Au vu de la diversité des résultats observées en 2019, l'intérêt de poursuivre la réalisation de mesures du sulfure d'hydrogène sur le secteur de Saint-Hyppolite reste pertinent.

Annexes

Fiche polluant : sulfure d'hydrogène

FICHE POLLUANT

Experts

LE SULFURE D'HYDROGÈNE

A température ambiante, le sulfure d'hydrogène est un gaz incolore, d'odeur fétide caractéristique (« œuf pourri ») et extrêmement inflammable.

Le « sulfure de dihydrogène » comme le nomment les chimistes, est plus souvent connu sous divers qualificatifs :

- *gaz d'égouts ;*
- *gaz d'explosion ;*
- *gaz de grisou ;*
- *hydrure de soufre ;*
- *hydrogène sulfuré ;*
- *gaz de marécages ;*
- *gaz d'œuf pourri…*

Composé d'un atome de soufre ( ) et de 2 atomes d'hydrogène ( ), sa formule chimique est H_2S.

Non réglementé dans l'air ambiant, le sulfure d'hydrogène est cependant surveillé à proximité de certains sites industriels, en raison notamment de la mauvaise odeur qui le caractérise.

Cette odeur, perceptible à faible concentration (moins de 1 µg/m³ pour les plus sensibles), s'atténue ou disparaît à forte concentration (anesthésie de l'odorat dès 140 mg/m³).

SOURCES

AIR AMBIANT

Le sulfure d'hydrogène est un composé naturellement présent dans les gaz volcaniques ainsi que certaines sources chaudes telles les geysers. Il peut aussi résulter de la décomposition de la matière organique, comme dans les marais, les tourbières, le fond des océans, les marées vertes et même les décharges d'ordures ménagères.

Le sulfure d'hydrogène trouve également ses origines dans les activités humaines : exploitation et traitement des ressources naturelles (pétrole, gaz, charbons, bitume...), traitement des eaux usées, procédés industriels utilisés dans les secteurs du papier, des colorants, du caoutchouc, du cuir, des pesticides, dans l'industrie chimique (polymères et additifs des plastiques), pharmaceutique, en métallurgie ou encore dans l'industrie nucléaire (synthèse de l'eau « lourde »).

EFFETS

SANTE

Les effets observés sur la santé sont essentiellement liés aux propriétés irritantes et anoxiantes (ou asphyxiantes) de ce gaz :

- Irritation des yeux ;
- Irritations de la gorge, toux ;
- Troubles du rythme cardiaque, tachycardie ;
- Maux de tête, vertiges, nausées, vomissements…

Le sulfure d'hydrogène figure parmi les gaz courants les plus toxiques et son inhalation accidentelle à forte concentration peut provoquer, en quelques secondes à quelques minutes, de graves intoxications, avec pertes de connaissance, coma, voire décès (mort immédiate à partir de 1000 ppm, soient environ 1,4 g/m³).

EFFETS

ENVIRONNEMENT

Le sulfure d'hydrogène n'a pas d'effet comme tel sur l'environnement, exception faite des odeurs. En revanche, à des concentrations beaucoup plus élevées que celles mesurées habituellement dans l'air ambiant, ce gaz peut avoir un effet corrosif.

© ATMO Franche-Comté, 2014

Surveillance de la qualité de l'air en Franche-Comté : www.atmo-franche-comte.org

Résultats complets depuis 2009

Série de mesure	Mois	Année	Période	1 - Maroc	2 - Bief	5 - Maternelle	6 - Chapelle
juil.-09	juillet	2009	Estivale	2.4	0.4	0.1	0.2
août-09	août	2009	Estivale	0.1	0.1	0.1	0.1
sept.-09	septembre	2009	Estivale	5.5	1.9	1.4	2.4
oct.-09	octobre	2009	Hivernale	2.6	0.5	0.5	0.5
nov.-09	novembre	2009	Hivernale	11.0	3.1	0.9	1.2
déc.-09	décembre	2009	Hivernale	4.9	1.3	1.0	1.4
janv.-10	janvier	2010	Hivernale	6.3	2.7	1.2	1.9
févr.-10	février	2010	Hivernale	4.5	2.7	0.7	1.3
mars-10	mars	2010	Hivernale	5.3	1.1	0.2	0.3
avr.-10	avril	2010	Estivale	4.5	1.0	0.2	0.5
mai-10	mai	2010	Estivale	0.2	0.1	0.2	0.3
juin-10	juin	2010	Estivale	1.5	0.6	0.2	0.6
juil.-10	juillet	2010	Estivale	4.6	1.5	0.3	0.3
août-10	août	2010	Estivale	0.7	0.2	0.3	0.3
sept.-10	septembre	2010	Estivale	1.0	0.5	1.2	0.6
oct.-10	octobre	2010	Hivernale	1.4	1.4	0.8	1.3
nov.-10	novembre	2010	Hivernale	3.6	2.0	0.7	0.9
déc.-10	décembre	2010	Hivernale	0.7	0.9	0.9	0.9
janv.-11	janvier	2011	Hivernale	1.4	0.8	1.1	0.9
févr.-11	février	2011	Hivernale	4.9	2.4	0.8	1.3
mars-11	mars	2011	Hivernale	3.0	0.9	0.5	0.7
avr.-11	avril	2011	Estivale	0.4	0.2	0.1	0.1
mai-11	mai	2011	Estivale	1.2	0.5	0.4	0.4
juin-11	juin	2011	Estivale	3.7	0.9	0.4	0.5
juil.-11	juillet	2011	Estivale	0.7	0.5	0.4	0.5
août-11	août	2011	Estivale	0.5	0.4	0.4	0.4
sept.-11	septembre	2011	Estivale	1.0	0.5	0.4	0.4
oct.-11	octobre	2011	Hivernale	0.8	0.4	0.6	0.6
nov.-11	novembre	2011	Hivernale	1.2	0.8	0.8	0.8
déc.-11	décembre	2011	Hivernale	3.1	1.5	0.9	1.3
janv.-12	janvier	2012	Hivernale	1.2	0.7	0.6	0.8
févr.-12	février	2012	Hivernale	5.9	1.9	0.9	1.2
mars-12	mars	2012	Hivernale	17.1	6.1	0.5	0.9
avr.-12	avril	2012	Estivale	1.0	0.5	0.3	0.6
mai-12	mai	2012	Estivale	3.3	0.9	0.8	1.2
juin-12	juin	2012	Estivale	1.8	0.5	0.6	0.9
juil.-12	juillet	2012	Estivale	8.3	1.6	1.2	2.1
août-12	août	2012	Estivale	0.6	0.4	0.4	0.4
sept.-12	septembre	2012	Estivale	6.8	2.8	1.2	2.4
oct.-12	octobre	2012	Hivernale	4.9	2.1	0.8	1.6
nov.-12	novembre	2012	Hivernale	1.7	1.7	1.7	2.3
déc.-12	décembre	2012	Hivernale	7.1	2.3	1.1	2.2

janv.-13	janvier	2013	Hivernale	1.8	1.3	2.3	3.7
févr.-13	février	2013	Hivernale	1.5	0.9	0.9	1
mars-13	mars	2013	Hivernale	1.5	0.5	0.9	1
avr.-13	avril	2013	Estivale	0.5	0.2	0.2	0.2
mai-13	mai	2013	Estivale	0.5	0.5	0.5	0.6
juin-13	juin	2013	Estivale	1.1	0.6	0.8	1.2
juil.-13	juillet	2013	Estivale				
août-13	août	2013	Estivale				
sept.-13	septembre	2013	Estivale	0.7	0.5	0.4	0.4
oct.-13	octobre	2013	Hivernale	17.8	3.8	1.4	1.5
nov.-13	novembre	2013	Hivernale	1.1	0.9	1.4	1.2
déc.-13	décembre	2013	Hivernale	1.3	0.9	0.8	0.8
janv.-14	janvier	2014	Hivernale	1.3	1.1	0.8	0.7
févr.-14	février	2014	Hivernale		1.2	0.4	0.7
mars-14	mars	2014	Hivernale	5.4	1	0.4	0.8
avr.-14	avril	2014	Estivale	1	0.4	0.3	1.2
mai-14	mai	2014	Estivale	1.9	0.6	0.2	0.3
juin-14	juin	2014	Estivale	7.9	0.9	0.4	0.6
juil.-14	juillet	2014	Estivale	3.5	2.4	2.6	2.3
août-14	août	2014	Estivale	1.8	1.8	1.5	1.8
sept.-14	septembre	2014	Estivale	2.5	0.8	0.6	0.8
oct.-14	octobre	2014	Hivernale	5.2	0.6	1.3	0.2
nov.-14	novembre	2014	Hivernale	5.1	1.5	0.7	1.4
déc.-14	décembre	2014	Hivernale	4.4	1.8	1.5	0.8
janv.-15	janvier	2015	Hivernale	1.1	0.6	0.5	0.7
févr.-15	février	2015	Hivernale	1.4	0.8	0.5	0.7
mars-15	mars	2015	Hivernale	4.9	2.0	0.9	1.3
avr.-15	avril	2015	Estivale	5.8	1.4	0.4	0.5
mai-15	mai	2015	Estivale	6.3	1.6	0.6	1.3
juin-15	juin	2015	Estivale	1.4	0.5	1.0	1.8
juil.-15	juillet	2015	Estivale	32.6	2.1	0.6	1.2
août-15	août	2015	Estivale	0.5	0.3		0.3
sept.-15	septembre	2015	Estivale	5.0	0.8	0.4	0.5
oct.-15	octobre	2015	Hivernale	1.3	0.7	0.8	1.0
nov.-15	novembre	2015	Hivernale	1.3	0.6	0.7	0.8
déc.-15	décembre	2015	Hivernale	1.0	0.7	0.3	0.4
janv.-16	janvier	2016	Hivernale	1.7	0.7	1.0	1.3
févr.-16	février	2016	Hivernale	1.9	1.0	0.7	0.9
mars-16	mars	2016	Hivernale	2.0	0.9	0.8	0.8
avr.-16	avril	2016	Estivale	1.2	0.6	0.4	0.5
mai-16	mai	2016	Estivale	0.5	1.4	0.9	1.6
juin-16	juin	2016	Estivale	8.8	2.7	1.4	4.0
juil.-16	juillet	2016	Estivale	1.5	0.5	0.4	0.5
août-16	août	2016	Estivale	0.5	0.4	0.4	0.4
sept.-16	septembre	2016	Estivale	5.0	1.7	0.5	1.4
oct.-16	octobre	2016	Hivernale	6.1	2.5	2.6	4.2
nov.-16	novembre	2016	Hivernale	5.3	2.2	1.0	2.0
déc.-16	décembre	2016	Hivernale	3.0	1.4	1.7	2.0

janv.-17	janvier	2017	Hivernale	1,8	1,3	0,7	0,6
févr.-17	février	2017	Hivernale	5,0		0,6	0,6
mars-17	mars	2017	Hivernale		2,2	1,0	2,6
avr.-17	avril	2017	Estivale	1,2	0,5	0,3	0,6
mai-17	mai	2017	Estivale	6,6	0,9	0,3	0,5
juin-17	juin	2017	Estivale	0,8	0,4	0,5	0,3
juil.-17	juillet	2017	Estivale	2,4	0,6	0,4	0,9
août-17	août	2017	Estivale	0,4	0,2	0,3	0,2
sept.-17	septembre	2017	Estivale	0,8	0,2	0,2	0,2
oct.-17	octobre	2017	Hivernale	2,4	0,5	0,5	0,5
nov.-17	novembre	2017	Hivernale	4,3	1,5	0,7	1,2
déc.-17	décembre	2017	Hivernale	8,4	3,0	0,9	1,8
janv.-18	janvier	2018	Hivernale	2,6	1,7	0,4	0,7
févr.-18	février	2018	Hivernale	1,4	0,5	0,5	1,0
mars-18	mars	2018	Hivernale	5,0	1,3	0,4	0,7
avr.-18	avril	2018	Estivale	3,0	0,8	0,3	0,4
mai-18	mai	2018	Estivale	0,4	0,2	0,2	0,2
juin-18	juin	2018	Estivale		1,2	0,8	0,9
juil.-18	juillet	2018	Estivale	2,4	0,8	0,1	0,3
août-18	août	2018	Estivale	0,4	0,2	0,1	0,1
sept.-18	septembre	2018	Estivale	3,9			0,8
oct.-18	octobre	2018	Hivernale	9,6	3,1	0,8	1,4
nov.-18	novembre	2018	Hivernale	2,3	1,3	1,6	2,4
déc.-18	décembre	2018	Hivernale	0,7	0,2	0,3	0,3
janv.-19	janvier	2019	Hivernale	1,0	0,6	0,6	0,9
févr.-19	février	2019	Hivernale	1,7	0,6	0,3	0,6
mars-19	mars	2019	Hivernale	1,6	0,6	0,3	0,3
avr.-19	avril	2019	Estivale	1,6	0,5	0,3	0,3
mai-19	mai	2019	Estivale	1,0	0,2	0,2	0,2
juin-19	juin	2019	Estivale	3,8	1,0	0,7	1,0
juil.-19	juillet	2019	Estivale	1,4	0,5	0,2	0,4
août-19	août	2019	Estivale	0,9	0,4	0,2	0,4
sept.-19	septembre	2019	Estivale	3,6	1,1	0,6	0,7
oct.-19	octobre	2019	Hivernale	6,9	1,8	1,1	2,1
nov.-19	novembre	2019	Hivernale	1,8	0,3	0,5	1,5
déc.-19	décembre	2019	Hivernale	1,6	1,0	0,1	0,4

RETROUVEZ TOUTES
NOS **PUBLICATIONS** SUR :
www.atmo-bfc.org

Atmo Bourgogne-Franche-Comté

37 rue Battant, 25000 Besançon
Tél. : 03 81 25 06 60
contact@atmo-bfc.org
www.atmo-bfc.org
AtmoBFC

Atmo
BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ