

Suivi du sulfure d'hydrogène

Site de Facel à Saint-Hippolyte (25)

Bilan annuel 2024



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. Introduction	4
2. Le Sulfure d'Hydrogène (H₂S)	5
2.1. Caractéristiques.....	5
2.2. Sources.....	5
2.3. Impact sur la santé.....	5
2.4. Valeurs toxicologiques et seuils olfactifs.....	5
2.5. Impact sur l'environnement.....	6
3. Plan d'échantillonnage	7
3.1. Méthode de mesure et d'analyse.....	7
3.2. Détermination des concentrations en H ₂ S.....	8
4. Données météorologiques	9
5. Résultats des mesures 2024	10
5.1. Résultats par série.....	10
5.1.1. Tendance globale.....	10
5.1.2. Mesures par série et par site.....	11
5.1.3. Impact des précipitations sur les mesures.....	12
5.2. Résultats par site.....	12
5.3. Répartitions spatiales.....	13
5.4. Comparaison à la VTR.....	14
6. Analyse de l'historique	15
6.1. Etude des mesures par série.....	15
6.2. Etude des niveaux moyens.....	17
6.3. Etude des niveaux moyens par site.....	18
6.4. Etude des résultats en fonction des saisons.....	19
6.5. Comparaison à la VTR.....	20
Conclusion	21
Annexe	22
Glossaire	24

➤ 1. Introduction

FACEL est une usine de fabrication d'éponges située à Saint-Hippolyte dans le Doubs (25). Les procédés de fabrication de l'industriel sont à l'origine de l'émission de sulfure d'hydrogène (H_2S) dans l'atmosphère. Ce polluant présente la particularité d'être odorant et responsable d'émanations olfactives dans les environs. Dans le cadre de ses activités, FACEL se doit d'assurer une surveillance continue des concentrations en H_2S autour de son site de production.

L'industriel a sollicité Atmo Bourgogne-Franche-Comté, association agréée par le ministère en charge de l'environnement pour la surveillance de la qualité de l'air en Bourgogne-Franche-Comté, afin d'organiser des campagnes mensuelles de prélèvements et l'expertise des niveaux mesurés.

Ainsi, des campagnes de mesures sont réalisées sur toute l'année, à raison d'un prélèvement de 15 jours chaque mois. Elles permettent d'évaluer en continu les teneurs en sulfure d'hydrogène (H_2S) autour du site de production d'éponges de Saint-Hippolyte.



Figure 1 : Localisation de FACEL en Bourgogne-Franche-Comté

Ce rapport présente le bilan de l'ensemble des campagnes de mesure réalisées en 2024.

» 2. Le Sulfure d'Hydrogène (H₂S)

2.1. Caractéristiques

Le sulfure d'hydrogène, appelé encore hydrogène sulfuré, est un composé chimique. Il est composé d'un atome de soufre et de deux atomes d'hydrogène. Sa formule chimique est H₂S.

A température ambiante, le sulfure d'hydrogène est un gaz incolore. Il présente une odeur caractéristique d'œuf pourri et est extrêmement inflammable.

Principalement à cause de son odeur, le sulfure d'hydrogène est également connu sous divers qualificatifs : gaz d'égouts, gaz d'explosion, gaz de grisou, gaz de marécages, gaz d'œuf pourri...

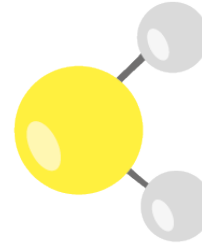


Figure 2 : Représentation d'une molécule de H₂S

2.2. Sources

Le sulfure d'hydrogène est un composé chimique naturellement émis dans l'environnement. Il est 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...

Le H₂S trouve également ses origines dans les activités humaines. L'exploitation et le traitement des ressources fossiles (*pétrole, gaz, charbons...*), le traitement des eaux usées, de nombreux procédés industriels (*secteurs du papier, des colorants, du caoutchouc, du cuir, des pesticides*), dans l'industrie chimique, pharmaceutique, métallurgique ou nucléaire, sont responsables de son émission dans l'air¹.

2.3. 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, troubles du rythme cardiaque, 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 le décès.

2.4. Valeurs toxicologiques et seuils olfactifs

Le H₂S n'est pas un gaz réglementé en air ambiant. Ses concentrations ubiquitaires dans l'air ont été évaluées entre 0,1 et 1 µg/m³.

¹INERIS : Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques : Sulfure d'hydrogène (2011)

C'est un polluant soumis à des valeurs d'exposition professionnelles. Le H₂S présente également plusieurs seuils olfactifs. Il peut être senti dès 0,7 µg/m³ dans l'air. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) le considère comme une nuisance olfactive à partir d'une concentration de 7 µg/m³ sur une demi-heure. La sensation olfactive n'augmente pas avec la concentration du gaz dans l'air. Il peut même arriver que l'odeur décelable à de très faibles concentrations s'atténue ou disparaisse à fortes concentrations à cause d'une paralysie du nerf olfactif².

Le tableau³ ci-dessous récapitule les différentes valeurs toxicologiques et seuils olfactifs associés à ce polluant :

Tableau 1 : Valeurs de référence et seuil olfactifs en H₂S

Valeurs de référence	Valeur guide en air ambiant	150 µg/m ³ sur 24 heures (impact sur la santé)	OMS
	Valeur moyenne d'exposition professionnelle (VME)	7 000 µg/m ³ sur 8 heures	INRS
	Valeur limite d'exposition professionnelle (VLE)	14 000 µg/m ³ sur 15 minutes	INRS
	Valeur toxicologique de référence (VTR)	2 µg/m ³ (exposition chronique)	US EPA
Seuils olfactifs	Seuil détection olfactif	0,7 µg/m ³	OMS
	Seuil de nuisance olfactif	7 µg/m ³ sur 30 minutes	OMS

2.5. 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 H₂S 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 pluies.

² LCSQA : Mise en circulation de mélange gazeux d'H₂S, Mai 2017

³ INRS : Fiches toxicologiques n°32, Sulfure d'hydrogène (2014)
U.S. Environmental Protection Agency

3. Plan d'échantillonnage

Chaque mois depuis 2009, une campagne de mesure de 15 jours est réalisée sur quatre sites, localisés autour de FACEL. Le choix des sites et les modalités de prélèvements sont gérés par le service environnement de l'industriel, selon les préconisations de la DREAL.



Figure 3 : Carte de localisation des points de prélèvements du H₂S autour de FACEL

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 adsorbante à désorption chimique (dispositif de marque « Radiello ») piège spécifiquement le H₂S. La cartouche est en polypropylène microporeux imprégné d'acétate de zinc. Le sulfure d'hydrogène est chimiaisorbé sous forme de sulfure de zinc stable.

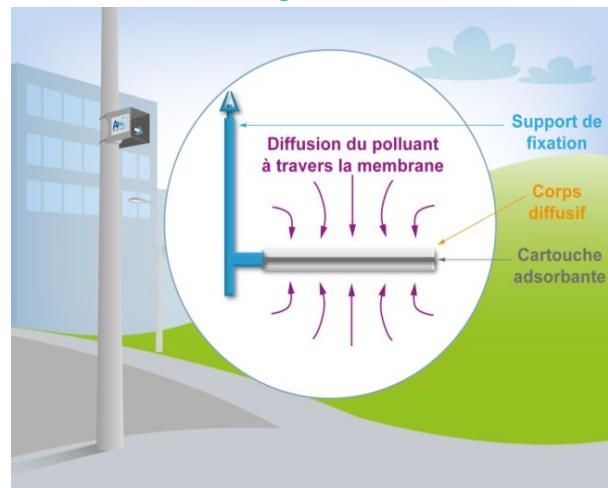


Figure 4 : Principe de fonctionnement d'un capteur passif

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 en H₂S

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 Q₂₉₈ 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 H₂S en ppb est ensuite calculée par la formule suivante en tenant compte de la masse d'ion sulfure en µg analysée sur la cartouche exposée, m, et le temps d'exposition de cette cartouche en minutes, t :

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

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.

4. Données météorologiques

La météorologie joue un rôle important dans les phénomènes de pollutions atmosphériques. Si les températures peuvent favoriser la création de polluants, d'autres paramètres, tels que les pluies ou les vents, ont un rôle dans l'accumulation ou la dispersion de cette pollution.

Les données météorologiques utilisées dans cette étude proviennent de la station Météo France de Dorans (90), la plus proche du site de l'étude.

Les vents enregistrés au cours des 12 séries de cette campagne s'inscrivent sur l'axe Ouest-Sud-Ouest et Est-Nord-Est. Les vents les plus nombreux et les plus puissants proviennent de l'Ouest-Sud-Ouest. Sur l'ensemble, ils sont 7% à présenter une vitesse supérieure à 6 mètres par seconde et 2% à présenter une vitesse nulle.

Si les températures moyennes au cours de chaque série présentent une évolution continue, les cumuls pluviométriques sont très variables d'un mois à l'autre.

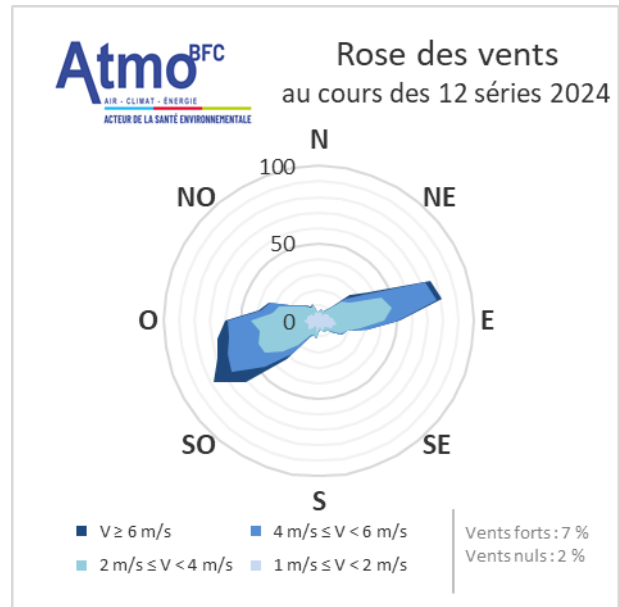


Figure 5 : Rose des vents des 12 séries 2024

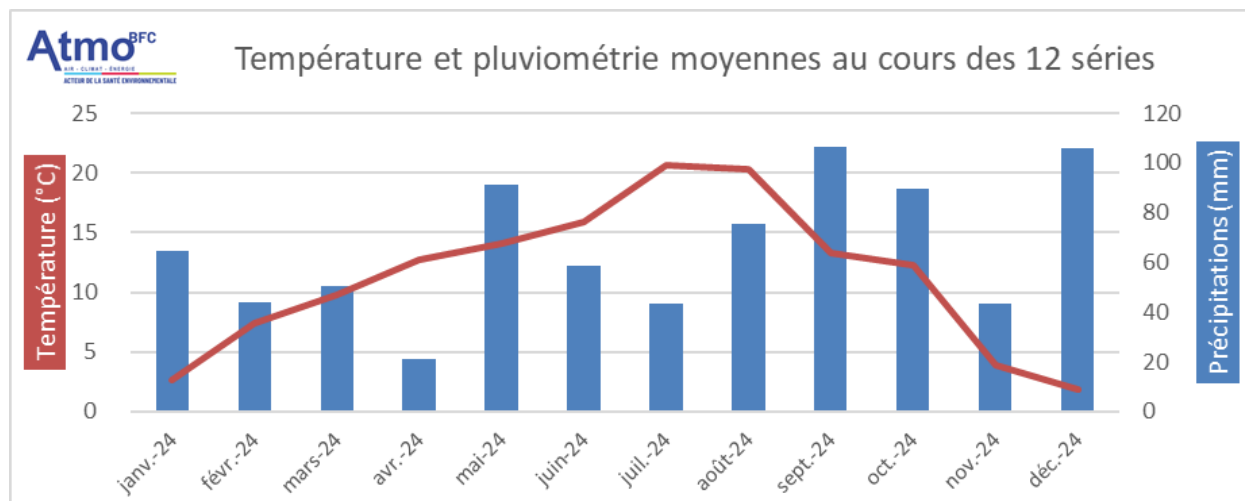



Figure 6 : Température et pluviométrie moyennes au cours de chaque série



Les enregistrements météorologiques indiquent des températures légèrement plus élevées que les normales de saisons et des pluies inégales. Les vents sont bien canalisés. Ces conditions peuvent, selon la série, être favorables à l'accumulation de H₂S autour de FACEL.

5. Résultats des mesures 2024

 Dans les paragraphes suivants, les mesures seront comparées au seuil de détection olfactif fixé à $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et au seuil de nuisance olfactif fixé quant à lui à $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

5.1. Résultats par série

5.1.1. Tendence globale

Les mesures de H_2S réalisées en 2024 sont présentées dans le graphique ci-dessous :

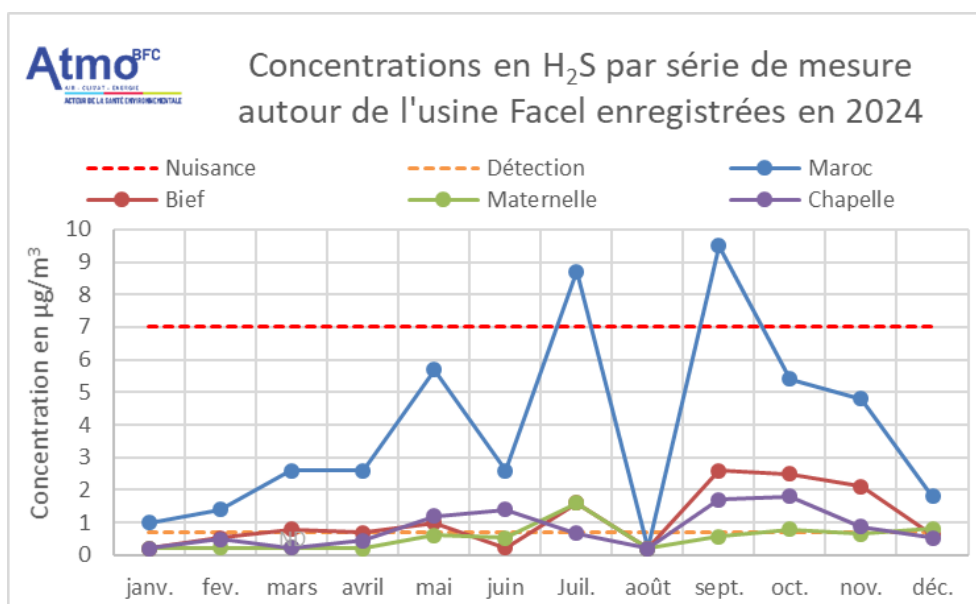


Figure 7 : Concentrations en H_2S au niveau des 4 sites échantillonnés durant l'année 2024

A l'exception de la série d'août qui correspond à une période de fermeture de l'usine, les concentrations les plus élevées de chaque série sont systématiquement observées sur le site « Maroc ». L'écart de niveau avec les autres sites n'est pas régulier d'une série à l'autre. En mai, juillet et septembre les concentrations mesurées sur le site « Maroc » sont nettement plus élevées que sur le reste de la zone.

Les 3 autres sites observent des concentrations plus basses. Sur la première partie de l'année, l'ordonnancement des niveaux entre les sites n'est pas régulier. En fin d'année, le site « Bief » présente les niveaux les plus élevés du trio et le site « Maternelle » les plus faibles. La série de décembre a été réalisée en partie sur une période de fermeture de l'usine.

Au cours de l'année, le seuil de nuisance olfactif ($7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a été dépassé à deux reprises par le site « Maroc », en juillet et septembre. Le seuil de détection olfactif ($0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$), est atteint à plusieurs reprises. Le site « Maroc » enregistre des teneurs systématiquement supérieures à ce seuil. Il est également, à l'exception des mois de janvier, février et août, dépassé par au moins un autre site de la zone d'étude.

5.1.2. Mesures par série et par site

Les mesures individuelles pour chacun des sites sont présentées dans les graphiques ci-après.

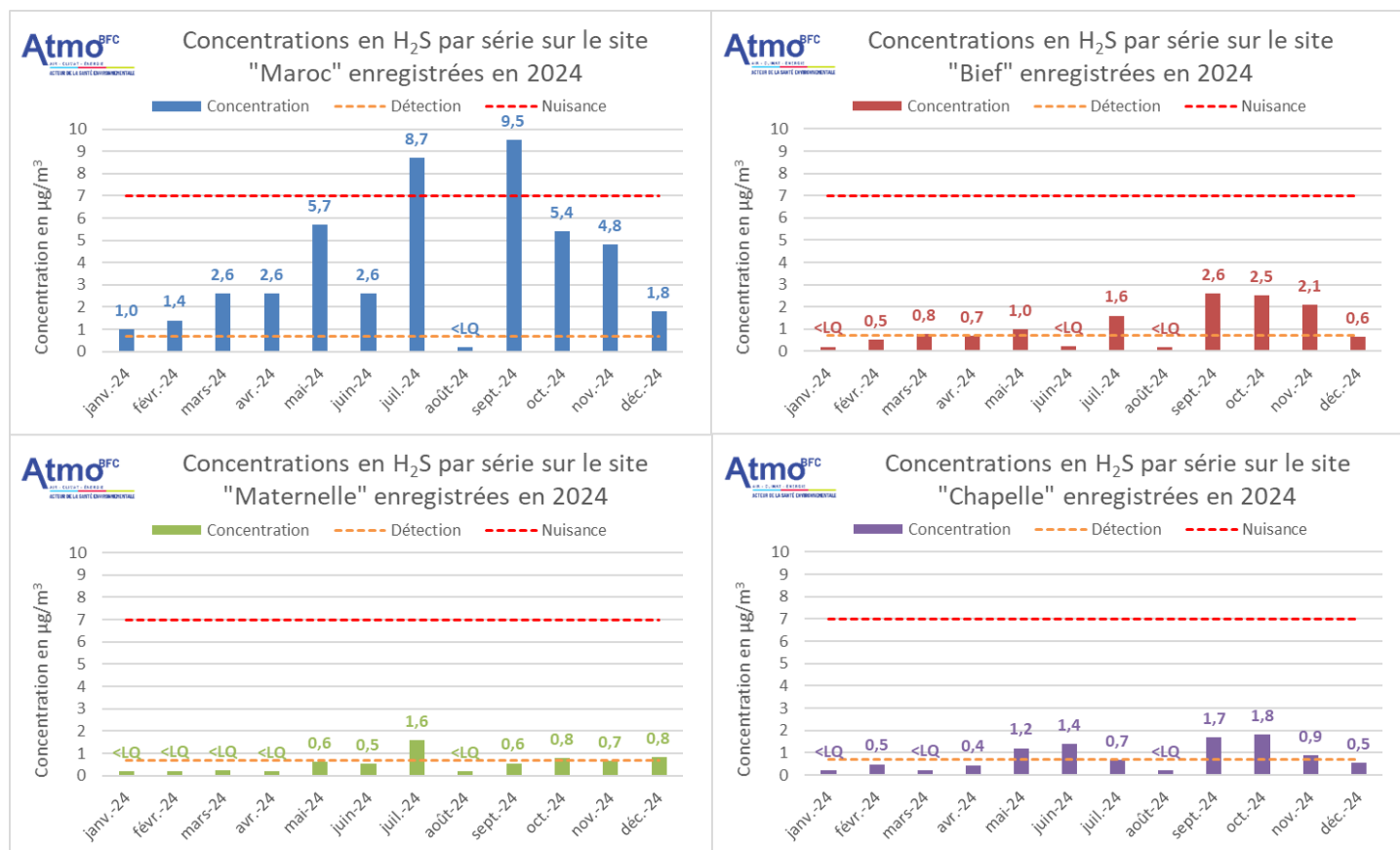


Figure 8 : Concentrations en H₂S par série et par site durant la campagne 2024

Le site « Maroc » observe les teneurs les plus élevées. Il dépasse le seuil de nuisance olfactif à deux reprises, en juillet et septembre. Toutes les autres mesures effectuées sur ce site dépassent le seuil de détection olfactif, sauf en août (période de fermeture).

Le site « Bief », situé à l'Ouest du site industriel, enregistre ses niveaux les plus élevés en fin d'année. Il atteint ou dépasse le seuil de détection à 7 reprises. A l'inverse, il présente des teneurs sous la limite de quantification du laboratoire en janvier, juin et août.

Le site « Maternelle » montre les niveaux les plus faibles de la zone d'étude. Les analyses sont inférieures à la limite de quantification du laboratoire pendant 5 mois, de janvier à avril et en août. Il atteint ou dépasse le seuil de détection sur 4 séries : juillet, puis d'octobre à décembre.

Le site « Chapelle », enregistre des teneurs inférieures à la limite de quantification sur 3 séries : janvier, mars et août. Ses teneurs sont plus élevées en milieu et fin d'année. La moitié des échantillons de ce site présente une concentration égale ou supérieure au seuil de détection.



Sur l'année 2024, 48 mesures ont été réalisées. Parmi elles on observe :

- 2 dépassements du seuil de nuisance fixé à 7 µg/m³
- 26 dépassements du seuil de détection olfactif établi à 0,7 µg/m³

5.1.3. Impact des précipitations sur les mesures

Les concentrations moyennes mensuelles sont présentées avec les cumuls pluviométriques dans la figure ci-dessous.

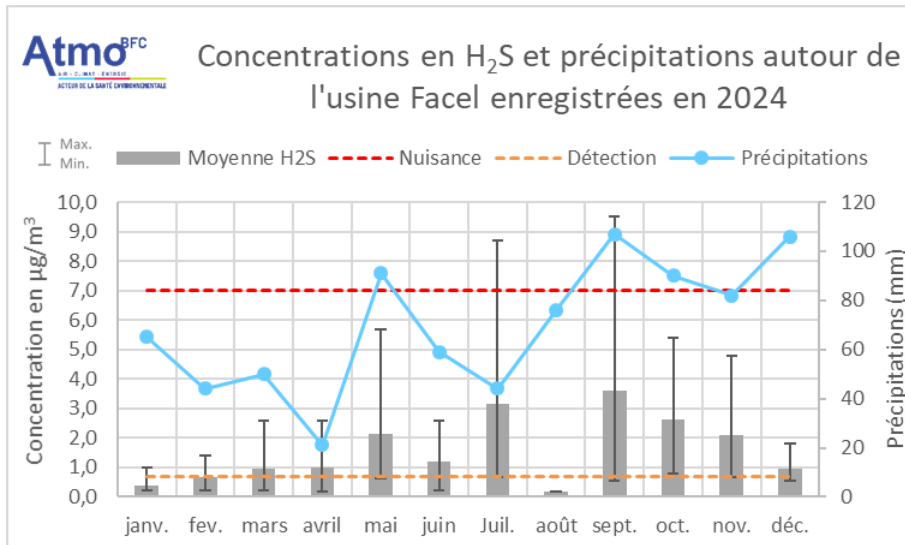


Figure 9 : Concentrations moyennes et extrêmes en H₂S et précipitations durant les séries de 2024

Les mois de mai et d'août à septembre observent les plus forts cumuls pluviométriques. Cependant ces mois correspondent à des teneurs moyennes en H₂S parmi les plus élevées de la campagne. En revanche, les niveaux moyens échantillonnés en juillet sont élevés et correspondent à une période de faibles précipitations. En règle générale, les épisodes pluvieux ont pour conséquence de rabattre la pollution atmosphérique au sol. Cette règle est à nuancer avec la fréquence et l'intensité des pluies au cours de chaque période.

5.2. Résultats par site

Les mesures moyennes annuelles de chaque site sont présentées ci-dessous :

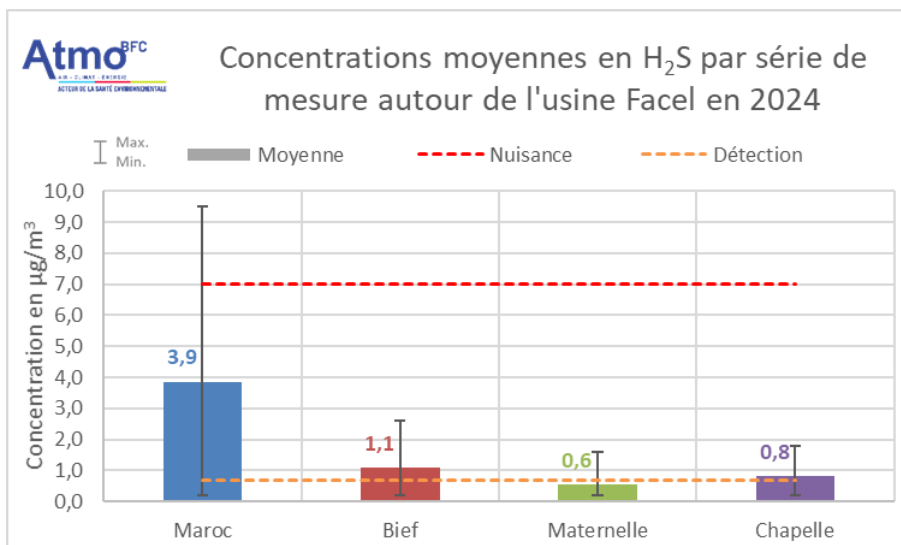


Figure 10 : Concentrations moyennes et extrêmes en H₂S par site durant la campagne 2024



Dans le calcul des moyennes ci-dessus, lorsqu'une mesure est inférieure à la limite de quantification, la concentration prise en compte est la moitié de cette valeur limite.

Les moyennes calculées pour chaque site indiquent que la concentration en H₂S la plus élevée est mesurée sur le site « Maroc » avec 3,9 µg/m³. C'est également sur ce site que les plus grandes variations de concentrations sont relevées (de <LQ à 9,5 µg/m³). Le site « Bief » observe un niveau moyen annuel de 1,1 µg/m³. Quant aux sites « Chapelle » et « Maternelle », ils enregistrent des niveaux inférieurs avec respectivement 0,8 et 0,6 µg/m³.

Les sites « Maroc », « Bief » et « Chapelle » enregistrent sur l'année une concentration moyenne supérieure au seuil de détection olfactif fixé à 0,7 µg/m³.

5.3. Répartitions spatiales

Les niveaux moyens, minimum et maximum sont présentés sur les cartographies suivantes :

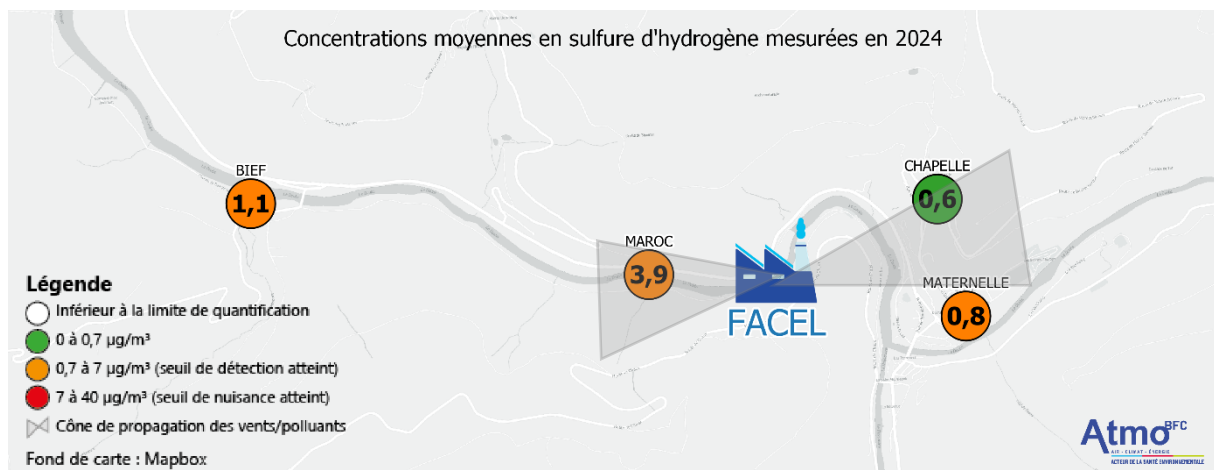


Figure 11 : Cartographie des niveaux moyens en H₂S en 2024 par site

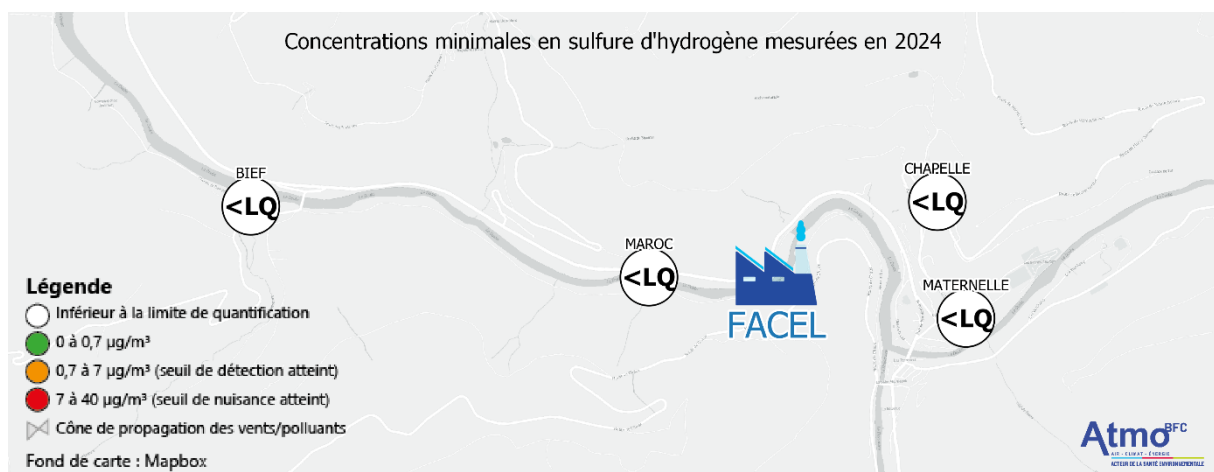


Figure 12 : Cartographie des niveaux minimums en H₂S en 2024 par site

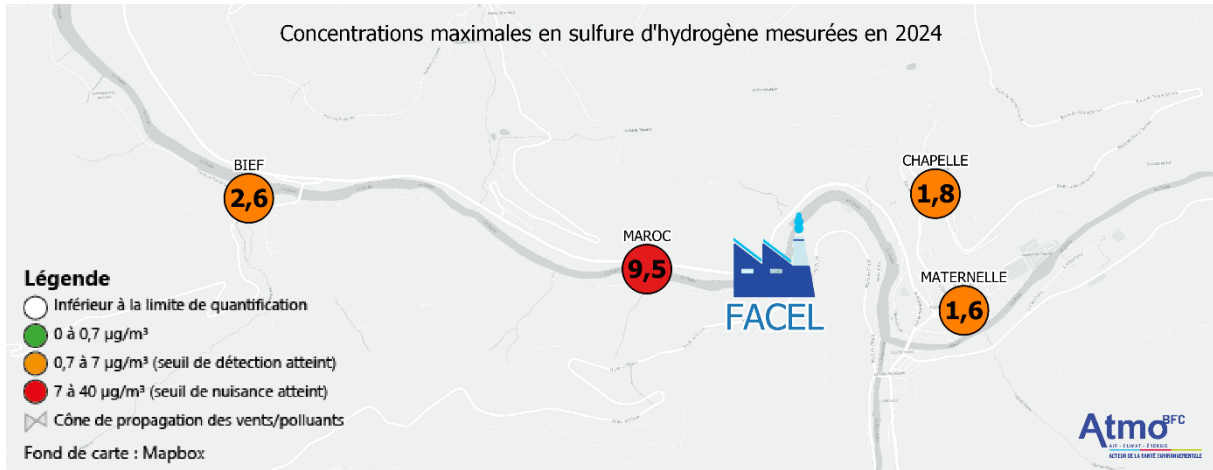


Figure 13 : Cartographie des niveaux maximums en H₂S en 2024 par site

5.4. Comparaison à la VTR

Il existe pour le sulfure d'hydrogène une valeur toxicologique de référence (VTR) fixée à 2 µg/m³. Elle est définie par l'agence de protection pour l'environnement des Etats-Unis (US-EPA) pour une exposition chronique.

Le site « Maroc », avec une concentration moyenne de 3,9 µg/m³ sur l'année, est le seul site à dépasser la VTR en 2024.

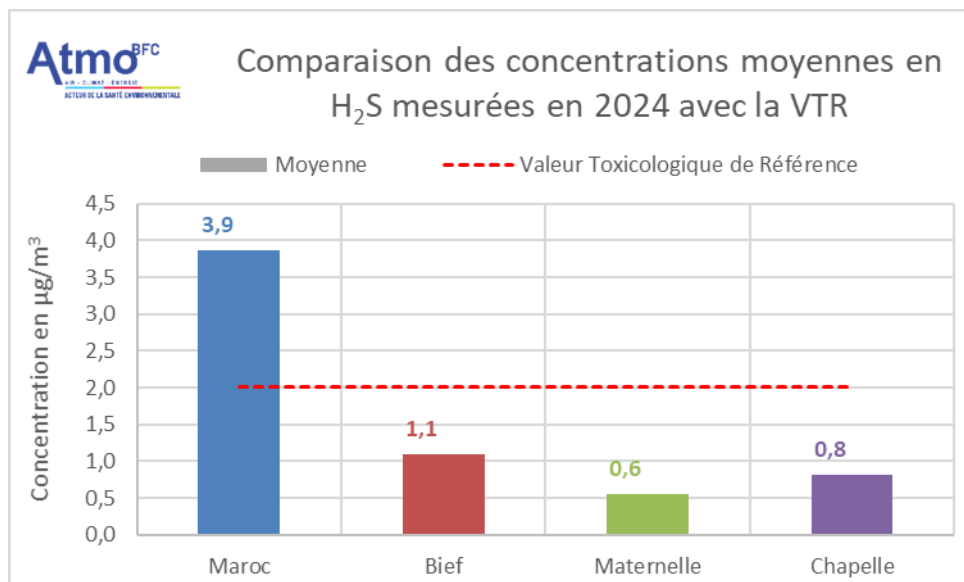


Figure 14 : Comparaison des concentrations moyennes 2024 à la valeur toxicologique de référence (VTR)

➤ 6. Analyse de l'historique

6.1. Etude des mesures par série

- Depuis 2009

Le H₂S est mesuré dans l'environnement de FACEL depuis 2009. L'historique des concentrations moyennes de chaque série est présenté dans le graphique ci-dessous :

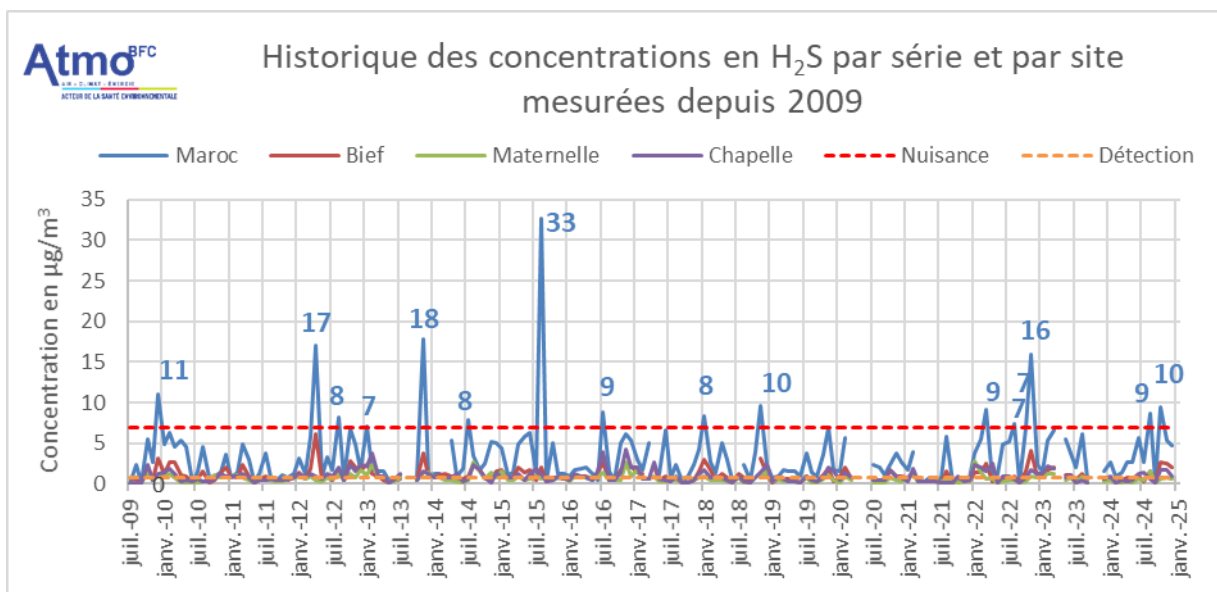


Figure 15 : Concentrations mensuelles en H₂S depuis le début de la surveillance

D'une série à l'autre, les niveaux sont assez variables. Les valeurs les plus élevées, notamment celles supérieures au seuil de nuisance olfactive, ont toutes été observées sur le site « Maroc ». Aucun autre site ne dépasse ce seuil fixé à 7 µg/m³. Depuis 2009, on observe 16 dépassements du seuil de nuisance olfactive. Les séries concernées ont été effectuées en novembre 2009 ; mars, juillet et décembre 2012 ; octobre 2013 ; juin 2014 ; juillet 2015 ; juin 2016 ; décembre 2017 ; octobre 2018 ; février, juillet, septembre et octobre 2022 ; juillet et septembre 2024.

Le seuil de détection olfactive, fixé à 0,7 µg/m³ est quant à lui dépassé périodiquement par l'ensemble des sites échantillonnés.

Depuis 2009, 702 mesures ont été effectuées. Parmi elles, on compte 395 dépassements du seuil de détection olfactive, soit 56 % des mesures totales. Le site « Maroc » est celui qui dépasse ce seuil le plus fréquemment avec 85 % de ses mesures supérieures à 0,7 µg/m³. Les sites « Bief » et « Chapelle » présentent respectivement 54 et 51 % de leurs mesures

au-dessus de ce seuil. Le site « Maternelle » quant à lui, ne le dépasse que 35 % des fois. Sur l'ensemble des mesures effectuées sur le site « Maroc », 9% d'entre elles dépassent le seuil de nuisance olfactive, soit 16 dépassements.

	Maroc	Bief	Maternelle	Chapelle
nombre total de mesures depuis 2009	172	176	176	178
nombre de dépassements du seuil de détection	147	95	62	91
% de dépassements du seuil de détection	85%	54%	35%	51%
nombre de dépassements du seuil de nuisance	16	0	0	0
% de dépassements du seuil de nuisance	9%	0%	0%	0%

- Depuis 2020

L'historique de mesure depuis 2009 représente un nombre conséquent de données. Pour observer les tendances et évolutions des concentrations les plus récentes, ces statistiques de dépassement sont recalculées sur les 5 dernières années (2020 à 2024) et présentées dans le tableau ci-après.

	Maroc	Bief	Maternelle	Chapelle
nombre total de mesures depuis 2019	51	54	54	54
nombre de dépassements du seuil de détection	42	26	15	26
% de dépassements du seuil de détection	82%	48%	28%	48%
nombre de dépassements du seuil de nuisance	6	0	0	0
% de dépassements du seuil de nuisance	12%	0%	0%	0%


Entre 2020 et 2024, le site « Maroc » enregistre 82 % de ses mesures supérieures au seuil de détection olfactif, et 12 % supérieures au seuil de nuisance. Soit des fréquences de dépassement similaires à celles observées sur l'historique complet. Les sites de « Bief » et « Chapelle » présentent 48 % de leurs mesures supérieures au seuil de détection olfactif et seulement 28% pour le site « Maternelle ». C'est, pour ces 3 sites, en recul par rapport aux observations sur l'historique complet.



Sur les 5 dernières années, les dépassements des seuils de détection et de nuisance sur le site « Maroc » restent similaires aux statistiques observées depuis 2009. En revanche pour les 3 autres sites, les dépassements du seuil de détection olfactif sont moins fréquemment observés sur l'historique récent.

6.2. Etude des niveaux moyens

- Par année tous sites confondus

 Les années 2009, 2013, 2020 et 2023 sont données à titre indicatif. En effet, elles ne sont pas complètes (au moins 2 mois manquants) ce qui fausse le calcul des moyennes.

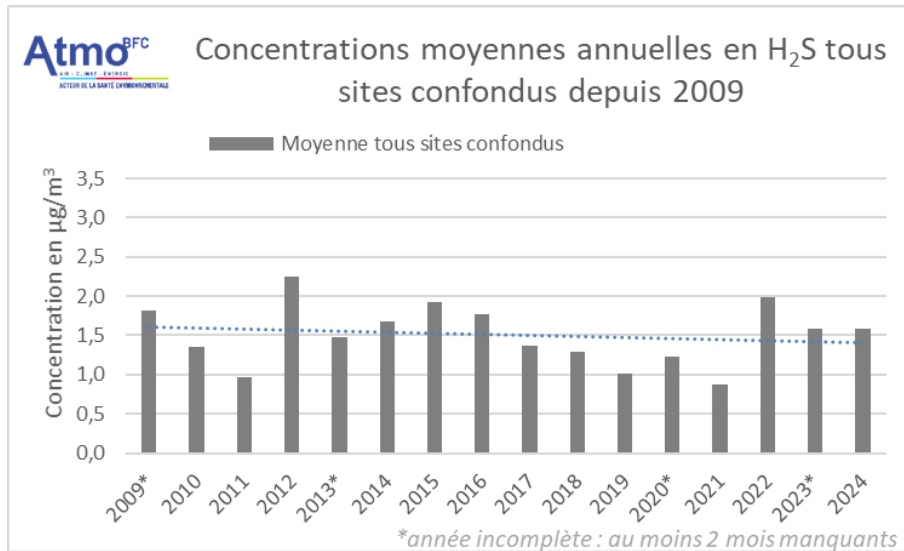


Figure 16 : Evolution des concentrations moyennes annuelles tous sites confondus depuis 2009

La concentration moyenne de l'année 2024 s'élève à 1,6 µg/m³. C'est identique à la moyenne de l'année précédente. Le niveau moyen 2024 se situe dans la tranche haute de l'historique. Bien que les niveaux des 3 dernières années soient élevés, la tendance globale semble à la diminution des concentrations.

- Par année et par site

Pour évaluer si cette tendance à la baisse est observable sur l'ensemble des sites, les concentrations moyennes annuelles de chaque site sont présentées ci-dessous :

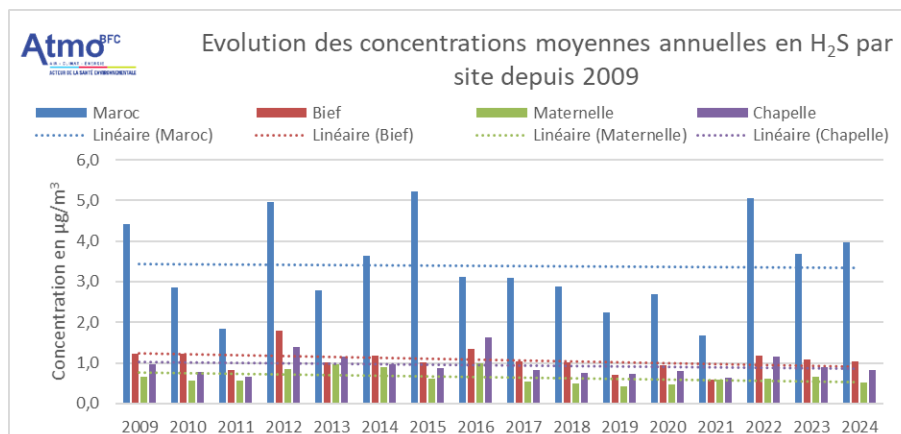


Figure 17 : Evolution des concentrations moyennes par site depuis 2009

Bien qu'irrégulières d'une année à l'autre, les concentrations moyennes de chaque site montrent au long terme une légère tendance décroissante. Néanmoins, la remontée des niveaux au cours des 3 dernières années atténue la baisse observée dans l'historique récent.

6.3. Etude des niveaux moyens par site

- Depuis 2009

Les concentrations moyennes mesurées pour chaque site depuis 2009 sont présentées dans le graphique ci-dessous :

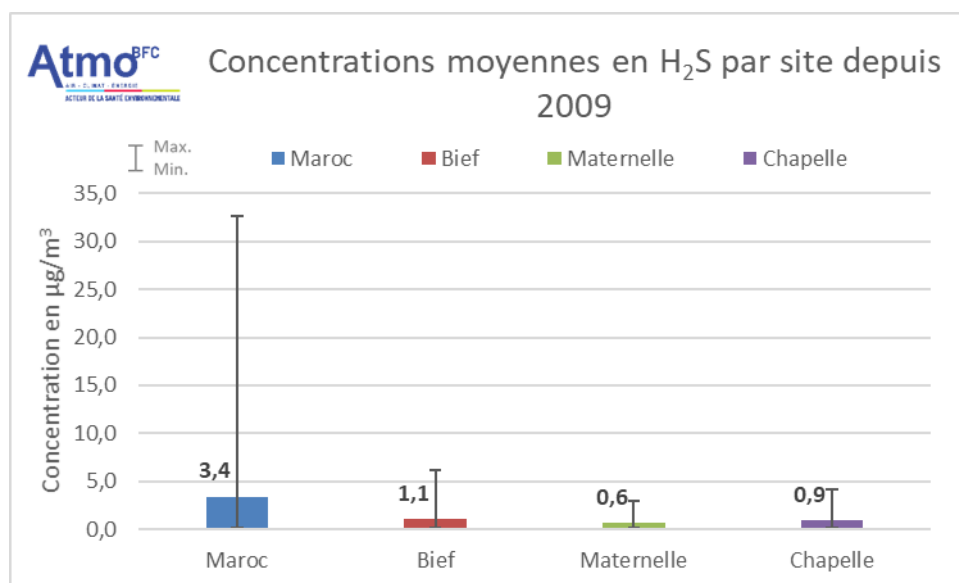


Figure 18 : Concentrations moyennes et extrêmes en H₂S par site depuis 2009

Sur l'ensemble de l'historique, les concentrations moyennes mesurées sur le site « Maroc » sont les plus élevées de la zone. Elles atteignent 3,4 µg/m³ toutes séries confondues et présentent les plus fortes variabilités.

Les sites « Bief » et « Chapelle » observent des niveaux similaires, proches de 1 µg/m³ et le site « Maternelle » présente dans à lui la concentration moyenne la plus faible. Les gammes de variations sur ces 3 sites sont relativement proches.

- Depuis 2020

Les concentrations moyennes mesurées pour chaque site sur les 5 dernières années sont présentées dans la figure ci-après :

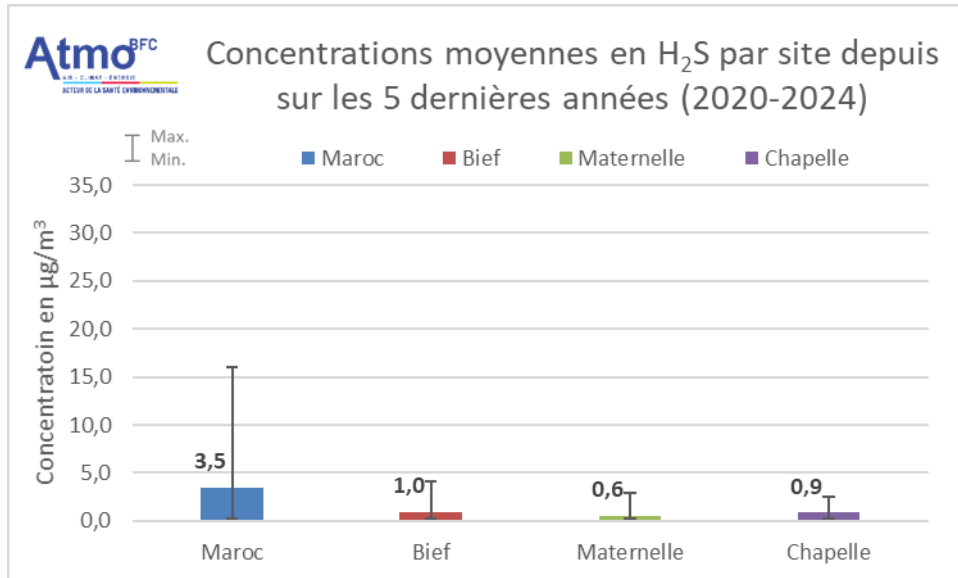


Figure 19 : Concentrations moyennes et extrêmes en H₂S par site depuis 2020

L'observation des niveaux moyens sur les 5 dernières années est très similaire à celle de l'historique complet. La variabilité des mesures est en revanche plus faible avec moins de valeurs individuelles élevées.

6.4. Etude des résultats en fonction des saisons

Les niveaux moyens en H₂S mesurés selon la saisonnalité sont présentés ci-dessous :

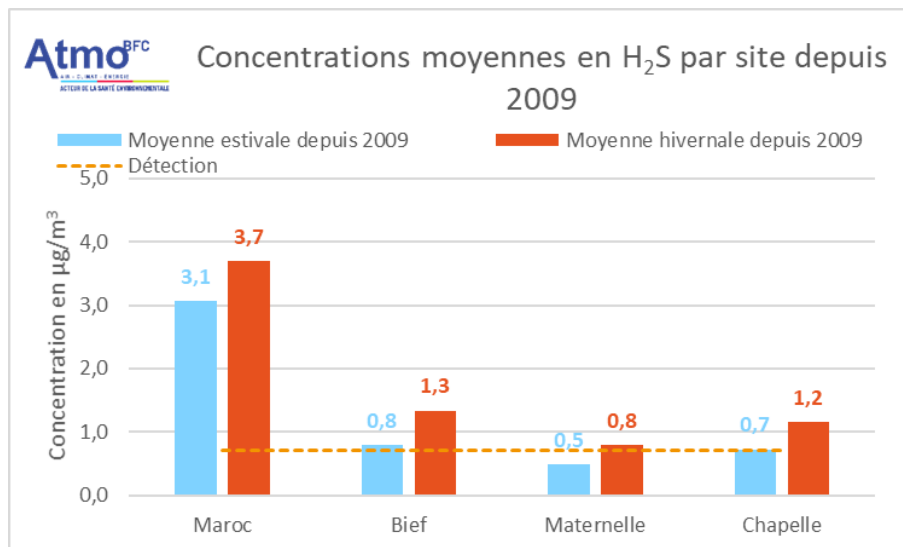


Figure 20 : Concentrations moyennes du H₂S selon la saisonnalité par site depuis 2009

La comparaison des concentrations entre les périodes estivales et hivernales montre que les niveaux sont plus importants en hiver. Ce constat est valable sur les 4 sites. Depuis 2009, les mesures réalisées en période estivale atteignent une concentration moyenne de 1,3 µg/m³, tous sites confondus. Elle est de 1,7 µg/m³ en période hivernale.

6.5. Comparaison à la VTR

La valeur toxicologique de référence est définie pour une exposition chronique. Sa valeur, fixée à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, peut donc également être comparée à l'historique global des mesures de sulfure d'hydrogène. Cette comparaison est présentée dans la figure ci-dessous :

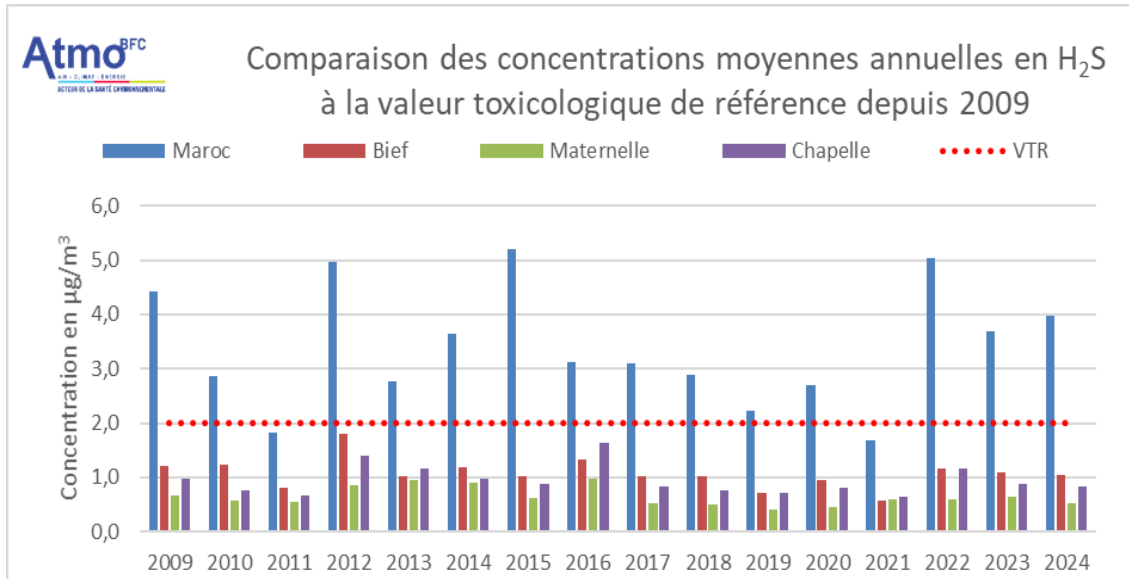


Figure 21 : Comparaison des mesures historiques à la valeur toxicologique de référence

Le site « Maroc » est le seul à présenter des concentrations moyennes annuelles supérieures à la VTR. Depuis 2009, cette valeur seuil est fréquemment dépassée. Seules les années 2011 et 2021 présentent un niveau moyen inférieur à la VTR pour le site « Maroc » - sans que nos éléments ne permettent d'expliquer ce fait.

Conclusion

Dans le cadre de cette étude, le sulfure d'hydrogène (H₂S) a été mesuré chaque mois sur 4 sites dans les environs du site industriel de Facel à Saint Hippolyte (25).

Les teneurs mesurées varient en fonction du mois de l'année et du site échantillonné. Les niveaux les plus élevés sont relevés en juillet et septembre. A l'inverse ils sont les plus faibles en janvier et février. La série d'août présente pour l'ensemble des sites des teneurs inférieures à la limite de quantification du laboratoire. Réalisée lors de la fermeture estivale de l'usine, elle montre les niveaux de fond de H₂S sur la zone.

Le site « Maroc », le plus proche du site industriel, présente les concentrations les plus élevées de toute la zone. Elles sont environ 4 fois plus fortes que sur les sites « Bief » et « Chapelle », qui observent des niveaux similaires entre eux. Le site « Maternelle » apparaît comme le site le moins impacté, avec la concentration moyenne la plus faible.

Pour ce gaz fortement odorant, il existe deux seuils olfactifs. Le premier est un niveau de détection, qui, lorsqu'il est dépassé, permet aux odeurs caractéristiques de ce polluant d'être ressenties sur la zone. Le second est un seuil de nuisance olfactif. Au cours de cette campagne, 2 échantillons du site « Maroc » ont présenté des concentrations supérieures au seuil de nuisance, en juillet et septembre. Le seuil de détection a quant à lui été atteint ou dépassé 26 fois sur l'ensemble des sites. Si les mauvaises odeurs sont principalement présentes sur le site « Maroc », elles ont pu être ressenties sur les autres sites selon la période.

Il existe une valeur toxicologique de référence (VTR) associée au H₂S qui est fixée à 2 µg/m³ pour une exposition sur le long terme. Sur la zone d'étude, seul le site « Maroc » présente des niveaux moyens supérieurs à cette valeur.

En 2024, les niveaux moyens tous sites confondus sont dans la tranche haute de l'historique. Si jusqu'en 2021, une nette évolution à la baisse des concentrations était visible, les niveaux moyens observés sur les 3 dernières années atténuent ce constat. Cependant, sur les 5 dernières années, les dépassements des seuils de détection et de nuisance sur le site « Maroc » restent similaires aux statistiques observées depuis 2009. En revanche pour les 3 autres sites, les dépassements du seuil de détection y sont moins fréquemment observés.

Les concentrations observées montrent une différence de saisonnalité. En effet, sur l'ensemble de la zone d'étude les niveaux sont plus élevés en période hivernale (d'octobre à mars).

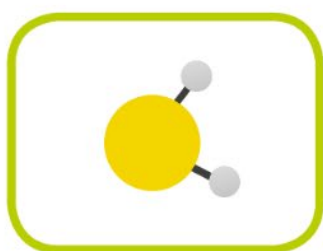
Cette campagne de suivi du H₂S dans les environs de l'usine montre des teneurs proches de celles observées sur les 2 années précédentes. Elles sont plutôt hautes par rapport à l'historique des mesures. Les niveaux les plus élevés sont observés sur le site « Maroc » où le seuil de nuisance olfactif a été dépassé à 2 reprises et où le seuil de détection est systématiquement dépassé lorsque l'usine est en fonctionnement. Ce dernier est également dépassé périodiquement par les autres sites, engendrant selon les mois des odeurs caractérisées de H₂S dans la zone. Seul le site « Maroc » présente une concentration moyenne supérieure à la limite toxicologique de référence (VTR).

Annexe

ANNEXE 1 : CONCENTRATIONS MESUREES AU COURS DES 12 MOIS

<i>concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$</i>			Maroc	Bief	Maternelle	Chapelle
janvier	2024	Hivernale	1,0	0,2 (<LQ)	0,2 (<LQ)	0,2 (<LQ)
février	2024	Hivernale	1,4	0,5	0,2 (<LQ)	0,5
mars	2024	Hivernale	2,6	0,8	0,2 (<LQ)	0,2 (<LQ)
avril	2024	Estivale	2,6	0,7	0,2 (<LQ)	0,4
mai	2024	Estivale	5,7	1,0	0,6	1,2
juin	2024	Estivale	2,6	0,2 (<LQ)	0,5	1,4
juillet	2024	Estivale	8,7	1,6	1,6	0,7
août	2024	Estivale	0,2 (<LQ)	0,2 (<LQ)	0,2 (<LQ)	0,2 (<LQ)
septembre	2024	Estivale	9,5	2,6	0,6	1,7
octobre	2024	Hivernale	5,4	2,5	0,8	1,8
novembre	2024	Hivernale	4,8	2,1	0,7	0,9
décembre	2024	Hivernale	1,8	0,6	0,8	0,5

LE SULFURE D’HYDROGENE



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 connu sous divers qualificatifs : gaz d'égouts, gaz d'explosion, gaz de grisou, hydruure 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 H₂S.

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

→ En 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

→ 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
- 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).

→ Sur l'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.

Glossaire

Unités de mesure

°C	degré Celsius
µg/m ³	microgramme (1 millionième de gramme) par mètre cube
mg/m ³	milligramme par mètre cube
hPa	hectoPascal
K	degré Kelvin
m/s	mètre par seconde
mm	millimètre
ppb	part per billion (partie par milliard)

Termes spécifiques

H ₂ S	sulfure d'hydrogène
INRS	institut national de recherche et de sécurité
LCSQA	laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air
INERIS	institut national de l'environnement industriel et des risques
LQ	limite de quantification
VLE	valeur limite d'exposition professionnelle
VME	valeur moyenne d'exposition professionnelle
VTR	valeur toxicologique de référence

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



Atmo Bourgogne-Franche-Comté
37 rue Battant, 25000 Besançon
Tél. : 03 81 25 06 60
Fax : 03 81 25 06 61
contact@atmo-bfc.org
www.atmo-bfc.org