

Suivi du sulfure d'hydrogène

Site de Facel à Saint-Hippolyte (25)

Bilan annuel 2023



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 2023	9
5.1. Résultats par série.....	9
5.1.1. Tendance globale.....	9
5.1.2. Mesures par série et par site.....	10
5.1.3. Impact des précipitations sur les mesures.....	12
5.2. Résultats par site.....	12
5.3. Répartition 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 (H₂S) 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 H₂S 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 (H₂S) 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 2023.



Tous les mois de l'année 2023 n'ont pu être échantillonnés. Plusieurs événements extérieurs ont perturbé le bon déroulement des mesures :

- Suite à une pénurie du fournisseur de matériel ayant eu des répercussions à l'échelle nationale, il n'a pas été possible de réaliser les mesures de mars 2023.
- Les mois de septembre et octobre 2023 ont bien été échantillonnés. Le transporteur assurant la livraison des tubes entre Facel, Atmo BFC et le laboratoire a égaré le colis à 2 reprises. Ce transporteur ne sera plus sélectionné à l'avenir.

» 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...

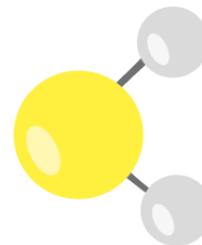


Figure 2 : Représentation d'une molécule de H₂S

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.

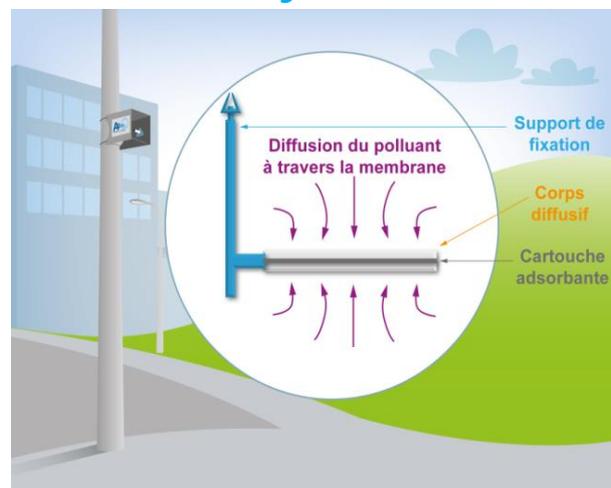


Figure 4 : Principe de fonctionnement d'un capteur passif

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 mesurés au cours des 9 séries de mesures 2023 sont cumulés dans la rose des vents ci-contre. On observe une répartition des vents sur l'axe Ouest-Sud-Ouest / Est-Nord-Est.

Ceux en provenance de l'Ouest semblent légèrement plus nombreux et plus forts.

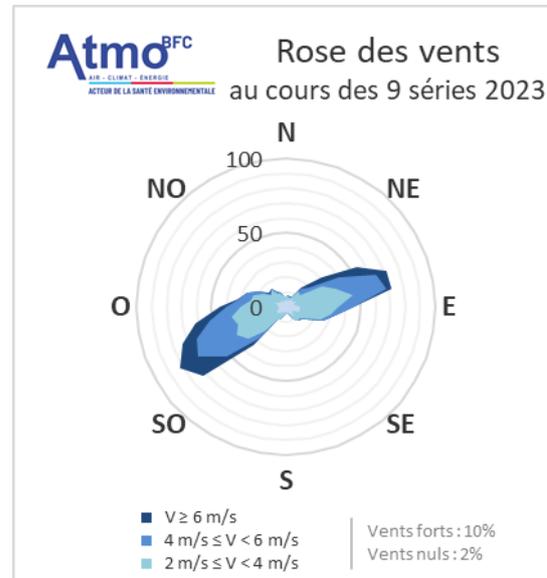


Figure 5 : Rose des vents des 9 séries 2023



Selon les relevés de Météo France, l'année 2023 enregistre des températures plus élevées que la normale. Les pluies ont été très inégales au cours des saisons mais leur cumul apparaît dans les moyennes de l'historique. Selon la période, ces conditions peuvent être favorables à l'accumulation de H₂S autour de FACEL.

5. Résultats des mesures 2023



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. Tendances globale

Les mesures de H₂S réalisées en 2023 sont présentées dans le graphique ci-dessous :

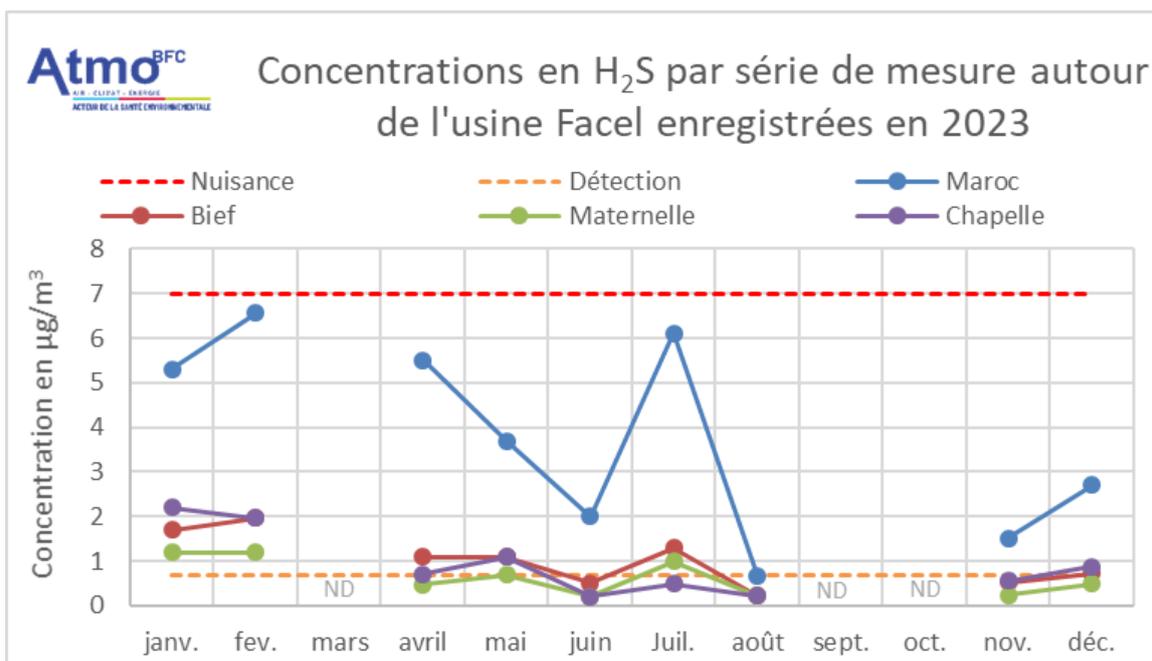


Figure 6 : Concentrations en H₂S au niveau des 4 points de mesures durant l'année 2023

Les campagnes de mesure du H₂S effectuées en 2023 montrent des différences significatives entre chaque site et également selon la période de l'année.

Les concentrations les plus élevées sont systématiquement relevées sur le site « Maroc ». Si les niveaux observés sur ce site restent inférieurs au seuil de nuisance olfactif (fixé à 7 µg/m³), ils atteignent ou dépassent le seuil de détection olfactif (0,7 µg/m³). Les concentrations les plus fortes sont mesurées entre janvier et avril, ainsi qu'en juillet.

Les 3 autres sites présentent des teneurs en H₂S plus contenues. Aucun de ces sites n'atteint le seuil de nuisance olfactif, en revanche selon les mois, ils atteignent ou dépassent le seuil de détection olfactif.

En août, période de fermeture annuelle de l'usine, les sites « Bief », « Maternelle » et « Chapelle » indiquent une concentration inférieure à la limite de quantification (<LQ) du laboratoire. Le site « Maroc » montre une concentration de 0,7 µg/m³.

5.1.2. Mesures par série et par site

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

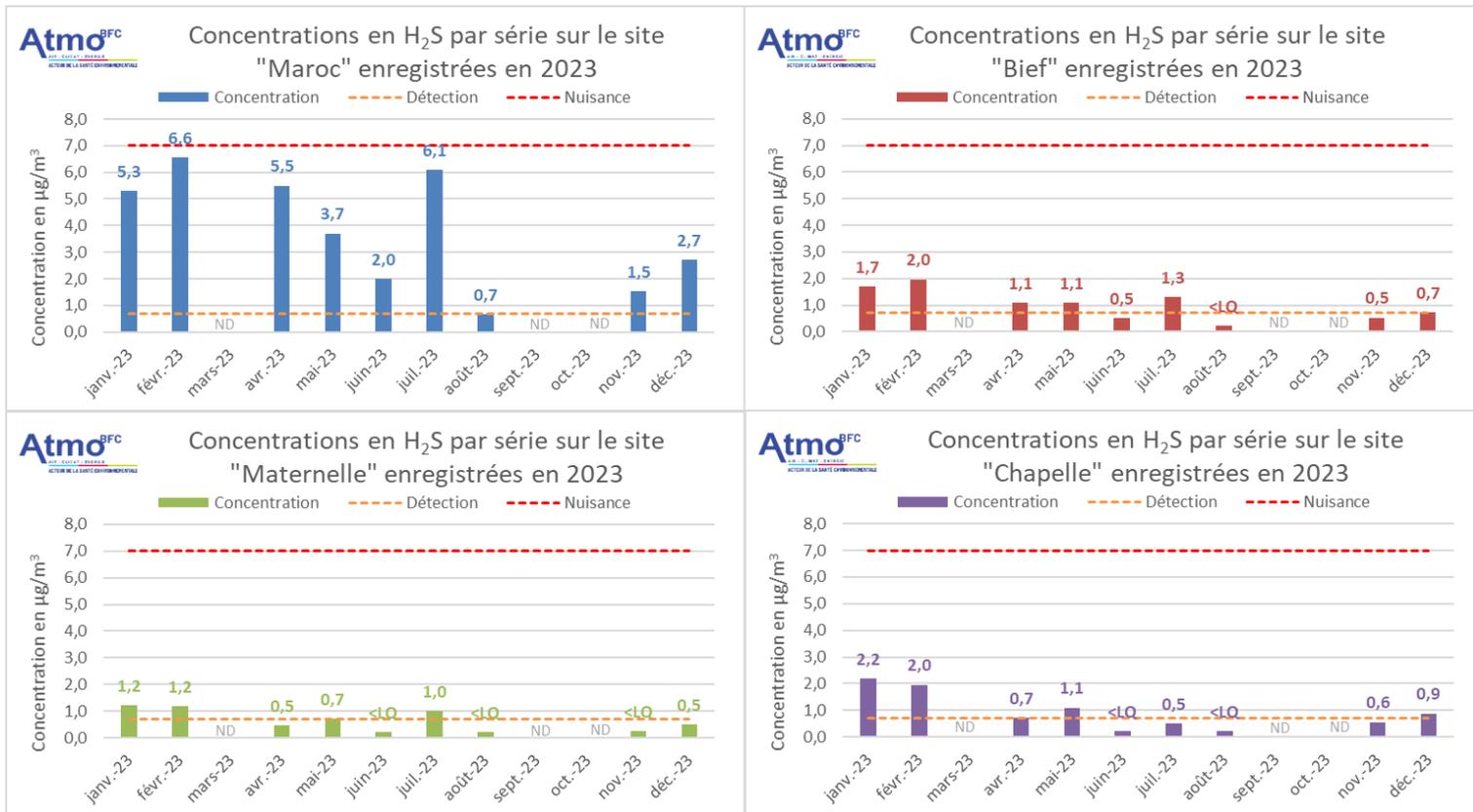


Figure 7 : Concentrations en H₂S par série et par site durant la campagne 2023

Le site « Maroc » présente des concentrations supérieures à 6 µg/m³ en février et juillet. Ce sont les niveaux les plus élevés mesurés cette année. Les plus faibles sont mesurés en août, où il atteint de justesse le seuil de détection olfactif, et en novembre 2023.

Le site « Bief » observe sa teneur maximale en février à 2 µg/m³. Les mesures effectuées en août sur ce site sont inférieures à la limite de détection du laboratoire. Juin, août et novembre sont les seuls mois à présenter des concentrations inférieures au seuil de détection olfactif.

Le site « Maternelle » semble présenter les plus faibles variations entre les séries. Sa teneur maximale est mesurée en janvier et février avec 1,2 µg/m³. A l'exception des mesures effectuées en mai et juillet, toutes sont inférieures au seuil de détection olfactif.

Le site « Chapelle », observe également ses teneurs maximales en janvier et février avec respectivement 2,2 et 2,0 µg/m³. Les mesures effectuées en juin et août sur ce site indiquent une concentration inférieure à la limite de quantification du laboratoire. Il ne dépasse le seuil de détection olfactif qu'en janvier, février, mai et décembre.



Sur l'année 2023, 36 mesures ont été réalisées. Parmi elles on observe :

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

5.1.3. Impact des précipitations sur les mesures

Les séries effectuées en novembre et décembre ont été les plus arrosées avec un cumul de pluies atteignant 90 millimètres chaque mois. A l'inverse, les mois de février et juin ont été très peu humides avec moins de 10 mm de précipitations. En règle générale, les épisodes pluvieux ont pour conséquences de rabattre la pollution atmosphérique au sol. Ce constat n'est globalement pas observé cette année.

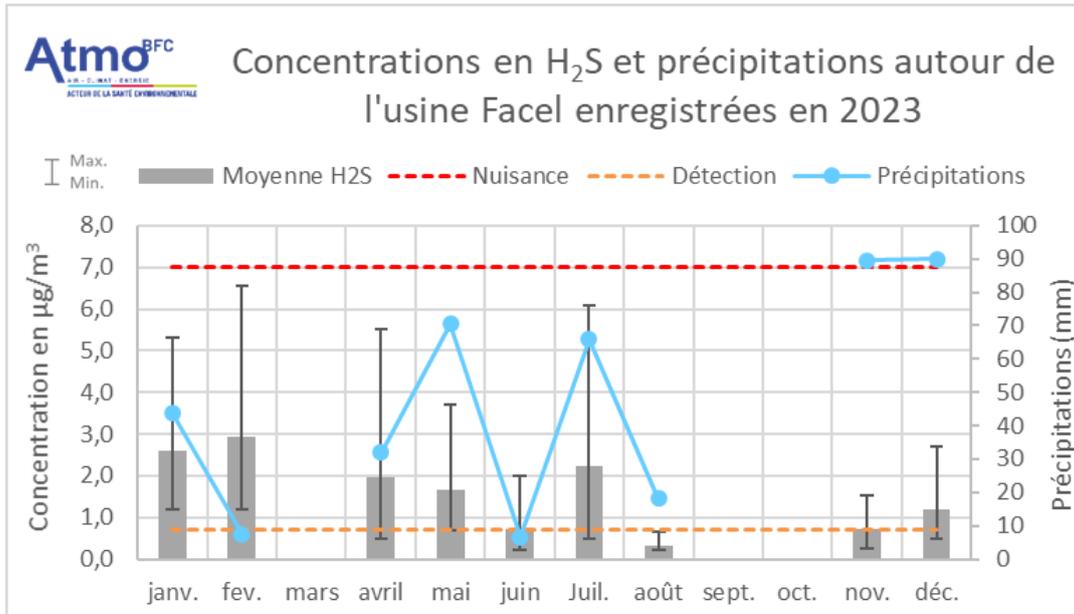


Figure 8 : Concentrations moyennes et extrêmes en H₂S et précipitations durant les séries de 2023

5.2. Résultats par site

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

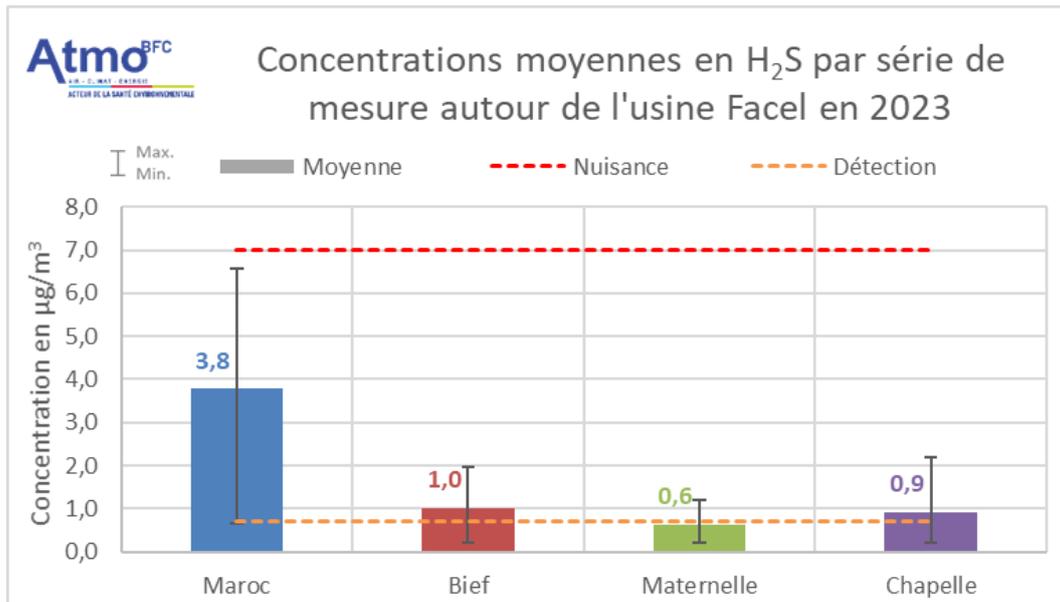


Figure 9 : Concentrations moyennes et extrêmes en H₂S par site durant la campagne 2023

En moyenne sur l'année, la concentration en H₂S la plus élevée est mesurée sur le site « Maroc » avec 3,8 µg/m³. C'est également sur ce site que les plus grandes variations de concentrations sont relevées. Les sites « Bief » et « Chapelle » présentent tous les deux une teneur moyenne proche avec respectivement 1,0 et 0,9 µg/m³ sur l'année. Le site « Maternelle » observe le niveau moyen le plus bas avec 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 :

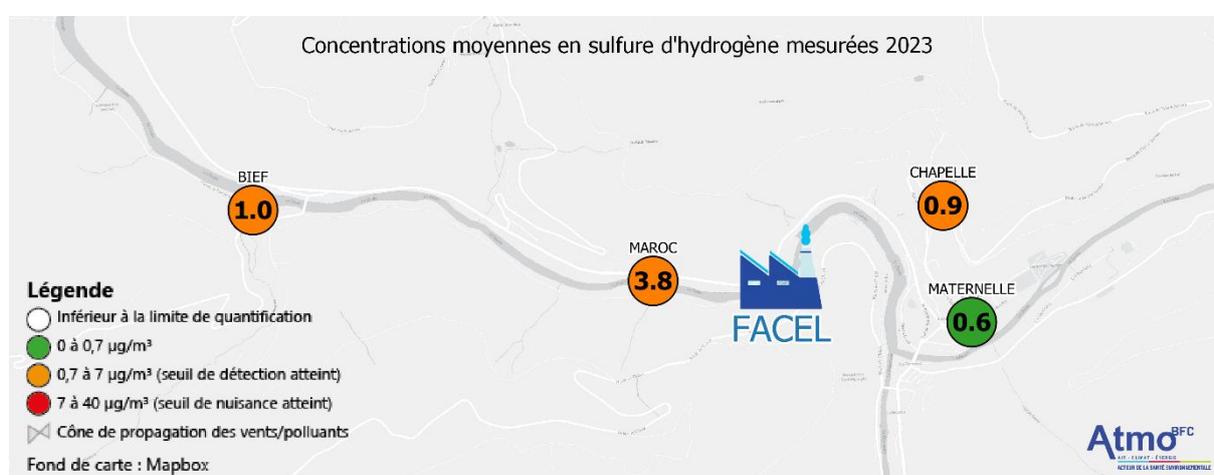


Figure 10 : Cartographie des niveaux moyens en H₂S en 2023 par site

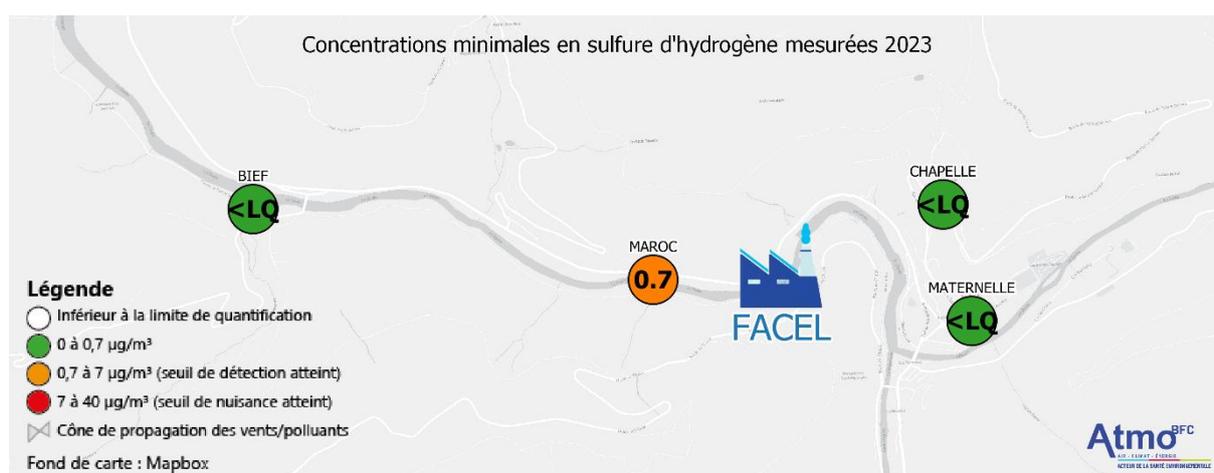


Figure 11 : Cartographie des niveaux minimaux en H₂S en 2023 par site

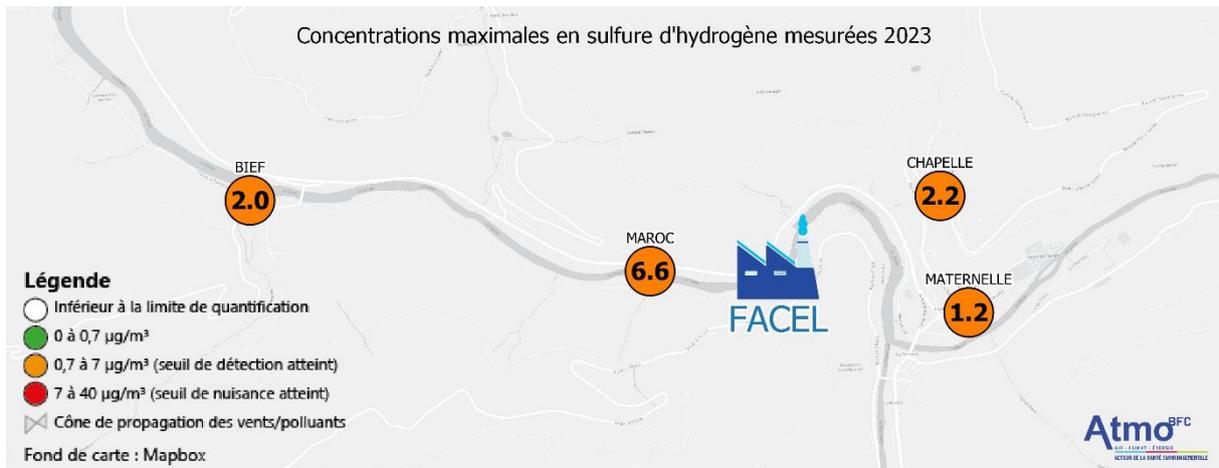


Figure 12 : Cartographie des niveaux maximums en H₂S en 2023 par site

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 3,8 µg/m³ sur l'année, est le seul site à dépasser la VTR en 2023.

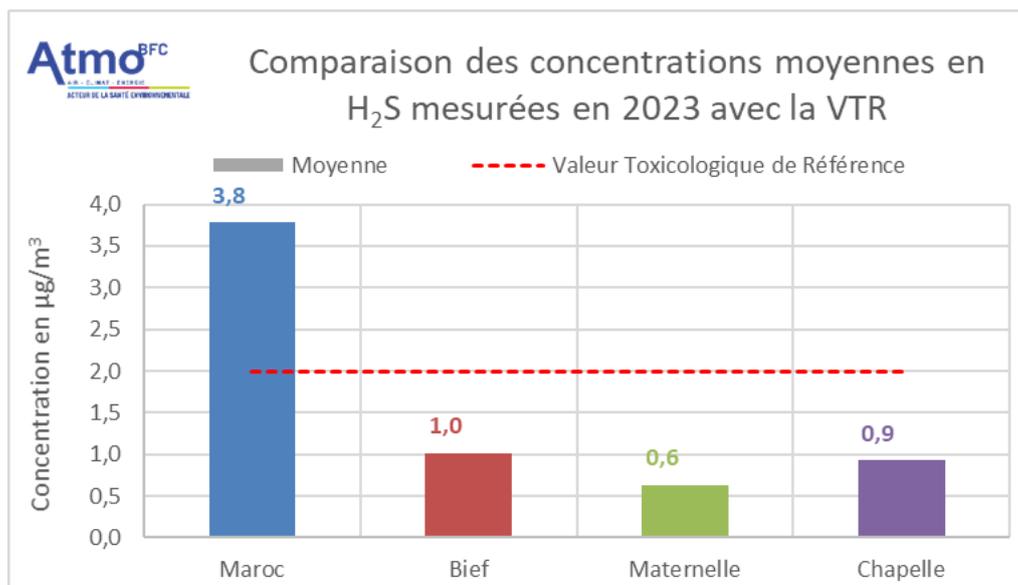


Figure 13 : Comparaison des concentrations moyennes 2023 à la valeur toxicologique de référence (VTR)

➤ 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 :

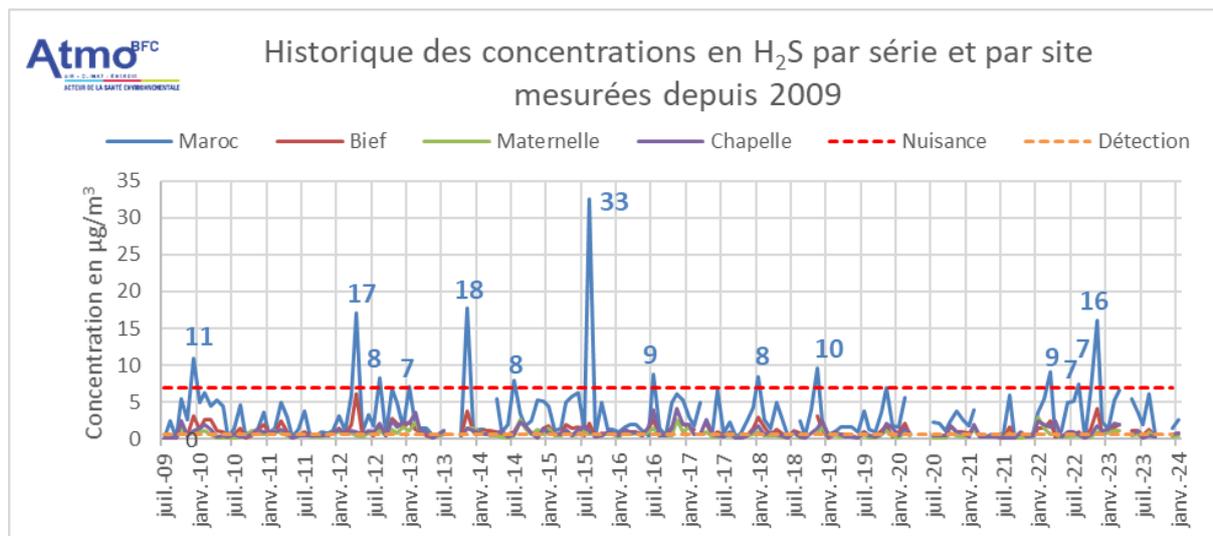


Figure 14 : Concentrations mensuelles en H₂S depuis le début de la surveillance

D'une série à l'autre, les niveaux sont assez variables. Les valeurs les plus élevées, notamment celles supérieures au seuil de nuisance olfactif, ont toutes été observées au niveau du site « Maroc ». Aucun autre site ne dépasse ce seuil fixé à 7 µg/m³.

Depuis 2009, on observe 14 dépassements du seuil de nuisance olfactif. 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. Aucun dépassement du seuil n'est observé en 2023.

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

Depuis 2009, 654 mesures ont été effectuées. Parmi elles, on compte 370 dépassements du seuil de détection olfactif, soit 57 % 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 52 % de leurs mesures dépassant ce seuil. Le site « Maternelle » quant à lui, ne le dépasse que 36 % des fois. Sur

l'ensemble des mesures effectuées sur le site « Maroc », 9% d'entre elles dépassent le seuil de nuisance olfactive.

Tableau 2 : Nombre de mesures et statistiques de dépassement des seuils olfactifs par site depuis 2009

	Maroc	Bief	Maternelle	Chapelle
nombre total de mesures depuis 2009	160	164	164	166
nombre de dépassements du seuil de détection	136	89	59	86
% de dépassements du seuil de détection	85%	54%	36%	52%
nombre de dépassements du seuil de nuisance	14	0	0	0
% de dépassements du seuil de nuisance	9%	0%	0%	0%

- Depuis 2018

L'historique de mesure depuis 2009 représente un nombre conséquent de données. Pour observer les tendances et évolutions des concentrations sur les dernières années, ces statistiques de dépassement sont recalculées sur les 5 dernières années (2019 à 2023) et présentées dans le tableau ci-après.

Tableau 3 : Nombre de mesures et statistiques de dépassement des seuils olfactifs par site depuis 2019

	Maroc	Bief	Maternelle	Chapelle
nombre total de mesures depuis 2019	51	54	54	54
nombre de dépassements du seuil de détection	43	24	13	25
% de dépassements du seuil de détection	84%	44%	24%	46%
nombre de dépassements du seuil de nuisance	5	0	0	0
% de dépassements du seuil de nuisance	10%	0%	0%	0%

Entre 2019 et 2023, le site « Maroc » enregistre 84 % de ses mesures supérieures au seuil de détection olfactif, et 10 % 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 respectivement 44 et 46 % de leurs mesures supérieures au seuil de détection olfactif. C'est en deçà des observations de l'historique complet. Le site « Maternelle », présente sur les 5 dernières années seulement 24% de mesures dépassant ce seuil.



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, ils 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.

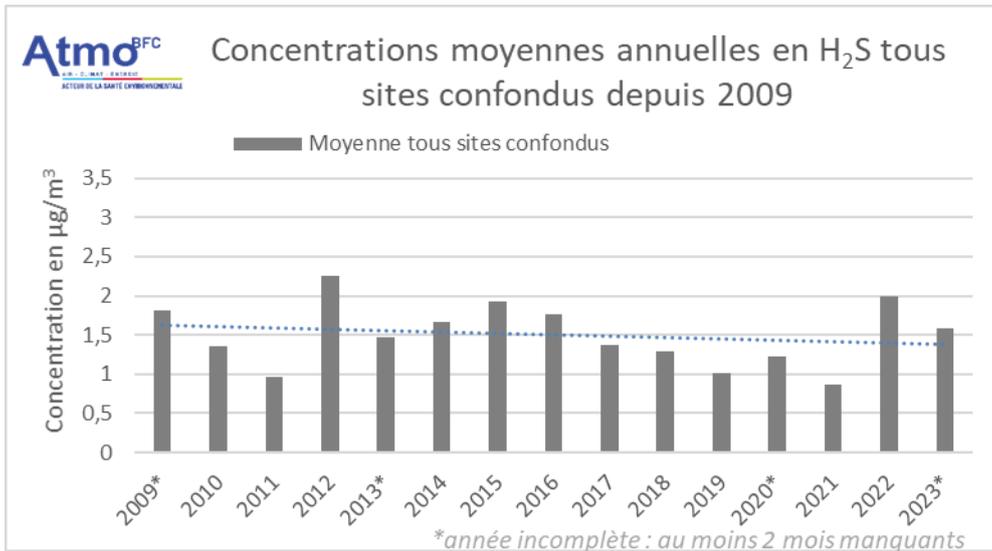


Figure 15 : Evolution des concentrations moyennes annuelles tous sites confondus depuis 2009

L'année 2023 n'est pas complète, 3 mois sont manquants. Si la moyenne 2023 tous sites confondus (1,6 µg/m³) est en recul par rapport à l'année précédente (2,0 µg/m³), elle reste nettement supérieure à l'historique récent. 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 :

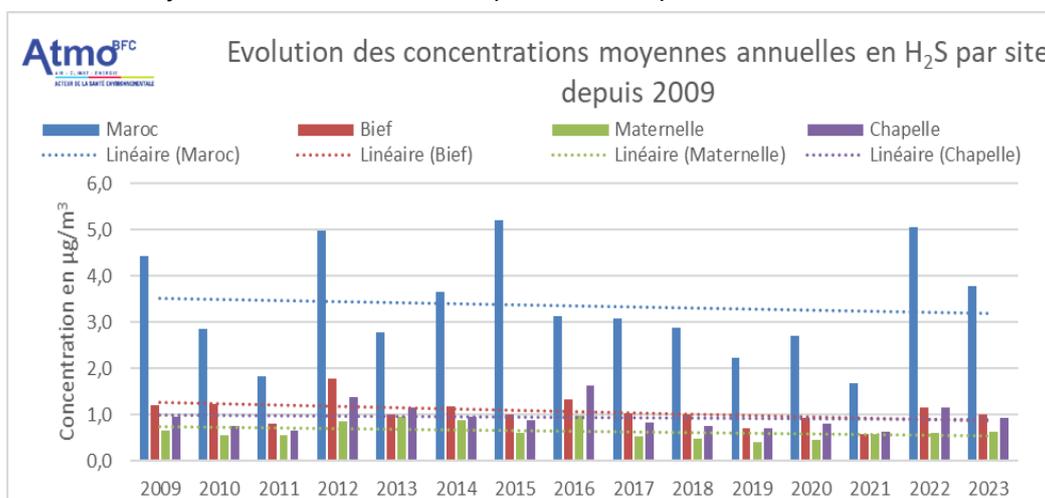


Figure 16 : Evolution des concentrations moyennes par site depuis 2009

Au long terme, tous les sites montrent une tendance à la baisse globale de leurs concentrations moyennes. Dans le détail, cette baisse des niveaux est plus visible pour le site « Maroc ». Elle reste faible sur les 3 autres sites.

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 :

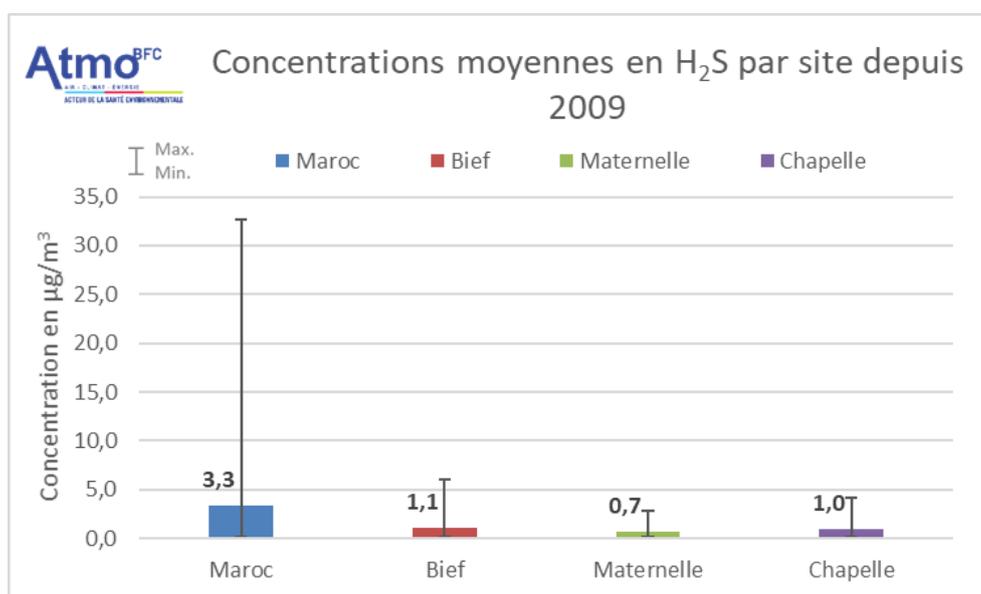


Figure 17 : Concentrations moyennes et extrêmes en H₂S par site depuis 2009

Sur l'ensemble de l'historique, les concentrations moyennes mesurées sur le site « Maroc » sont les plus élevées de la zone. Elles atteignent 3,3 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 2019

Les concentrations moyennes mesurées pour chaque site sur les 5 dernières années sont présentées dans la figure 18 ci-après :

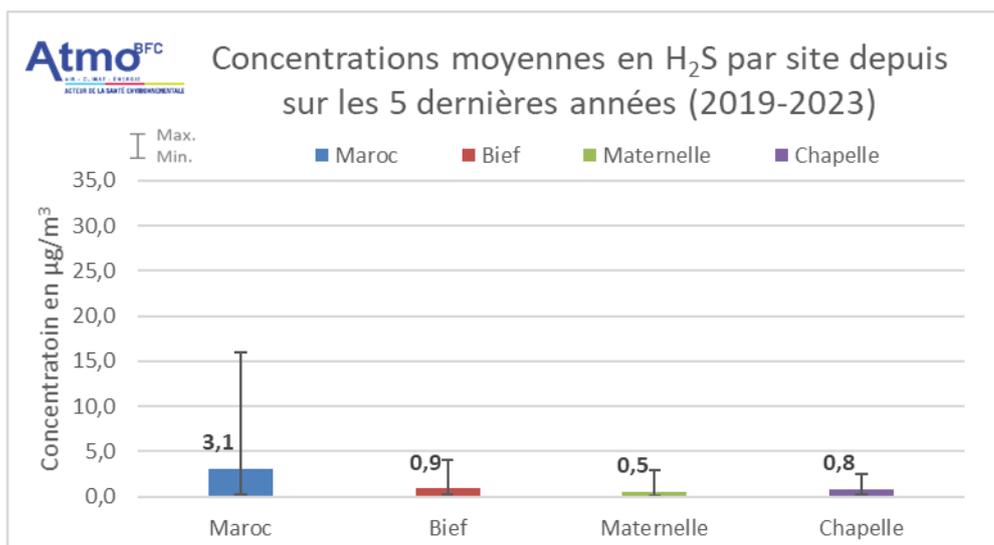


Figure 18 : Concentrations moyennes et extrêmes en H₂S par site depuis 2018

Les comparaisons sur les 5 dernières années montrent des teneurs légèrement plus faibles que celles de l'historique complet. La répartition reste identique avec le site « Maroc » qui observe les niveaux les plus importants. Les sites « Bief » et « Chapelle » présentent des teneurs similaires et le site « Maternelle » des niveaux plus faibles.

6.4. Etude des résultats en fonction des saisons

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

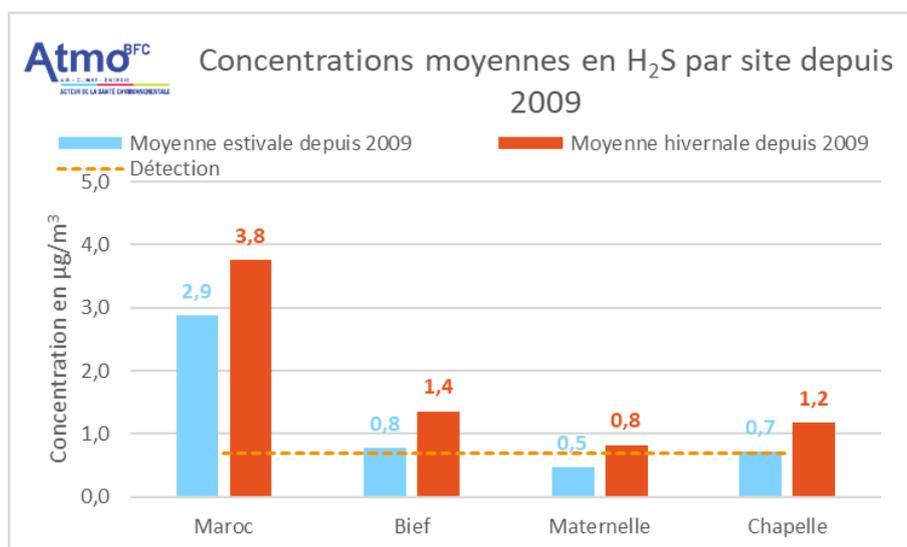


Figure 19 : Concentrations moyennes du H₂S selon la saisonnalité par site depuis 2009

Sur la zone d'étude, les concentrations en H₂S sont les plus élevées en période hivernale (d'octobre à mars). Depuis 2009, les mesures réalisées en période estivale atteignent une concentration moyenne de 1,2 µg/m³, tous sites confondus. Elles sont de 1,8 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 20 ci-dessous :

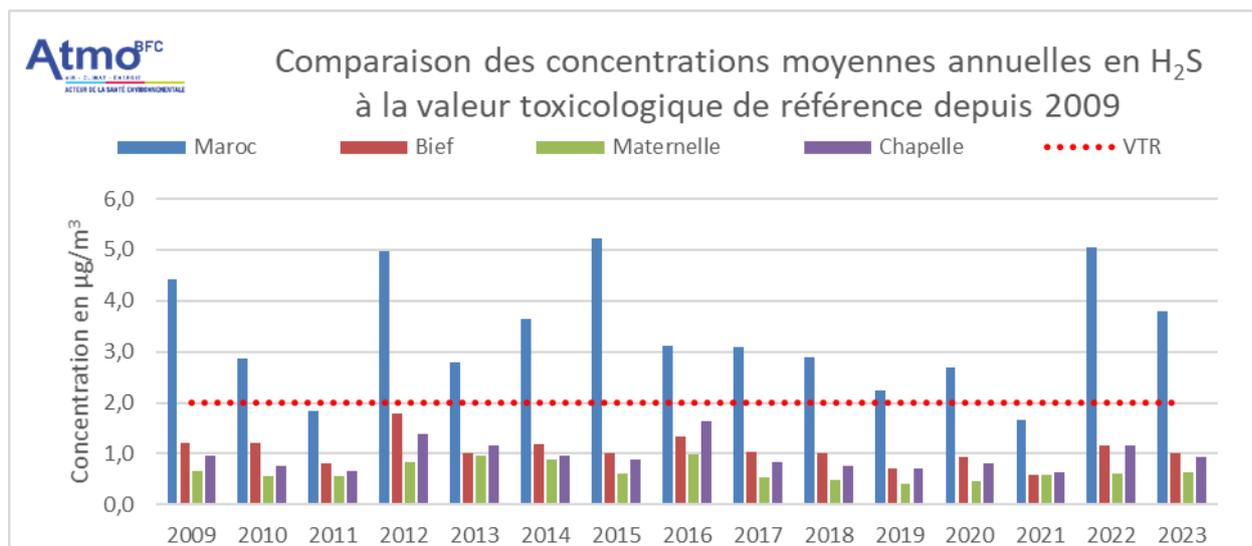


Figure 20 : Comparaison des mesures historiques à la valeur toxicologique de référence

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 années 2011 et 2021 présentent un niveau moyen inférieur à la VTR pour le site « Maroc ».

Conclusion

Au cours de l'année 2023 le sulfure d'hydrogène a été échantillonné chaque mois sur 4 sites dans les environs du site industriel de Facel à Saint Hippolyte (25).

Les concentrations mesurées sont variables selon le site et le mois de l'année. Les concentrations moyennes les plus élevées sont observées de janvier à avril et en juillet. A l'inverse, certains mois présentent des niveaux faibles comme août (fermeture estivale de l'usine) ou novembre.

Cette année, et comme les précédentes, le site « Maroc » présente les plus fortes concentrations en sulfure d'hydrogène. Elles sont nettement plus élevées que celles observées sur les sites « Bief » et « Chapelle » qui présentent eux des niveaux moyens proches. Le site « Maroc » présente une teneur presque 4 fois supérieure à celle des sites « Bief » et « Chapelle ». Le site « Maternelle » apparaît comme le site le moins impacté avec la concentration moyenne la plus faible.

Sur les mesures réalisées en 2023, aucune ne dépasse le seuil de nuisance olfactif, fixé à $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En revanche, le seuil de détection olfactif (établi à $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a été dépassé à 23 reprises (soit près de 64 % des mesures). Si les dépassements du seuil de détection sont à l'origine de la perception de mauvaises odeurs sur la zone, ils restent cette année le plus souvent observés sur le site « Maroc ».

Il existe une valeur toxicologique de référence (VTR) associée au H_2S qui est fixée à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition sur le long terme. Sur la zone d'étude, seul le site « Maroc » présente des niveaux moyens supérieurs à cette valeur.

Si la moyenne 2023 tous sites confondus, est en recul par rapport à l'année précédente, elle nettement reste supérieure à l'historique récent. L'analyse de l'évolution sur l'ensemble des mesures effectuées depuis 2009 montre une tendance globale semble à la diminution des concentrations. Celle-ci reste plus visible sur le site « Maroc », qui présente des niveaux plus importants.

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).

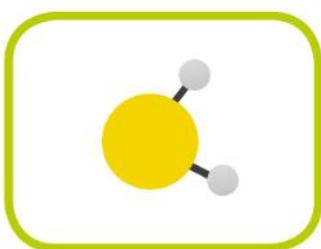
Les résultats de la campagne 2023 montrent des niveaux moyens en baisse par rapport à l'année précédente mais plutôt élevés en comparaison à l'historique récent. Les dépassements du seuil de détection olfactif sont plus présents sur le site « Maroc » mais également observés sur l'ensemble de la zone. Contrairement à l'année précédente, le seuil de nuisance olfactif n'a cette année pas été atteint. Le site « Maroc » présente un niveau moyen supérieur à la valeur toxicologique de référence.

Annexe

ANNEXE 1 : CONCENTRATIONS MESUREES AU COURS DES 12 MOIS

<i>concentrations en µg/m³</i>			Maroc	Bief	Maternelle	Chapelle
janvier	2023	Hivernale	5,3	1,7	1,2	2,2
février	2023	Hivernale	6,6	2,0	1,2	2,0
mars	2023	Hivernale				
avril	2023	Estivale	5,5	1,1	0,5	0,7
mai	2023	Estivale	3,7	1,1	0,7	1,1
juin	2023	Estivale	2,0	0,5	0,2 (<LQ)	0,2 (<LQ)
juillet	2023	Estivale	6,1	1,3	1,0	0,5
août	2023	Estivale	0,7	0,2 (<LQ)	0,2 (<LQ)	0,2 (<LQ)
septembre	2023	Estivale				
octobre	2023	Hivernale				
novembre	2023	Hivernale	1,5	0,5	0,2 (<LQ)	0,6
décembre	2023	Hivernale	2,7	0,7	0,5	0,9

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