



# Site de traitement des algues vertes de Launay-Lantic (22)

Résultats du suivi des concentrations dans l'air en hydrogène sulfuré

**Saison de traitement des algues 2023**

*Version du 29/02/2024*

Etude réalisée par Air Breizh à la demande du syndicat de valorisation de déchets Kerval

## Avertissements

Les informations contenues dans ce rapport traduisent la mesure d'un ensemble d'éléments à un instant et un lieu donné, caractérisé par des conditions climatiques propres.

Air Breizh ne saurait être tenu pour responsable des événements pouvant résulter de l'interprétation et/ou de l'utilisation des informations faites par un tiers.

## Conditions de diffusion

Air Breizh est l'organisme agréé de surveillance de la qualité de l'air dans la région Bretagne, au titre de l'article L221-3 du Code de l'environnement, précisé par l'arrêté du 13 juin 2022 pris par le ministère de l'Environnement portant renouvellement de l'agrément de l'association.

À ce titre et compte tenu de ses statuts, Air Breizh est garant de la transparence de l'information sur les résultats des mesures et les rapports d'études produits selon les règles suivantes :

Air Breizh réserve un droit d'accès au public à l'ensemble des résultats de mesures et rapports d'études selon plusieurs modalités : document papier, mise en ligne sur son site internet [www.airbreizh.asso.fr](http://www.airbreizh.asso.fr), résumé dans ses publications, ...

Toute utilisation de ce rapport et/ou de ces données doit faire référence à Air Breizh.

Air Breizh ne peut, en aucune façon, être tenu responsable des interprétations et travaux utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels Air Breizh n'aura pas donné d'accord préalable.

## Organisation interne – contrôle qualité

<b>Projet :</b>	<b>Site de traitement des algues vertes de Launay-Lantic (22) - Résultats du suivi des concentrations dans l'air en hydrogène sulfuré</b>		
<b>Version (date)</b>	<b>Modifications</b>	<b>Auteur</b>	<b>Validation</b>
<i>Version du 29/02/24</i>	Création	F. Moreau (Ingénieur d'études)	O. Cesbron (Chef de projet) G. Lefeuvre (Directeur)

## Relecture externe

Mark BRIAND  
(Directeur technique Kerval)

Jean-René SANNIER  
(Responsable du site CNIM Ouest Armor)

# Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

## Table des matières

I.	Contexte.....	6
II.	Configuration de la zone d'étude .....	7
III.	Le dispositif de surveillance mis en œuvre .....	8
III1.	Polluant étudié : le sulfure d'hydrogène .....	8
III2.	Matériel et méthode de mesure.....	11
IV.	Contexte des mesures.....	17
IV1.	Les conditions météorologiques.....	17
IV2.	Activité du site de traitement des algues à Lantic.....	18
V.	Résultats et interprétation des mesures .....	20
V1.	Contrôle de la qualité des mesures .....	20
V2.	Résultats.....	21
VI.	Conclusion.....	35
	Annexe I : Présentation d'Air Breizh .....	38
	Annexe II : Historique des campagnes de mesure d'hydrogène sulfuré en lien avec les algues vertes (Air Breizh) .....	40
	ANNEXE 3: Lecture des roses de pollution .....	42

# Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

## Index des Figures

Figure 1 : Localisation du site et de son environnement [source : Géoportail] .....	7
Figure 3 : Station de mesure installée sur le site de Lantic avec mât météorologique et pluviomètre.....	12
Figure 4 : Capteur de mesure indicative (ENVEA) sur site des Loges.....	13
Figure 5 : Localisation des quatre points de mesure (fond de carte Géoportail) .....	15
Figure 6 : Illustration des quatre sites de mesure.....	16
Figure 7 : Rose des vents durant la saison 2023 (Lantic) du 22/04 au 31/10/2023.....	17
Figure 8 : Normale de rose des vents du mois de juillet à St Briec – Période 1986-2010 (Météo France) .....	17
Figure 9 : Evolution mensuelle de la température et des précipitations - campagne 2023 - Lantic.....	18
Figure 10 : Evolution annuelle des algues réceptionnées sur le site (en tonnes) .....	19
Figure 11 : Evolution mensuelle des algues réceptionnées sur le site (en tonnes) – comparaison de l'année 2023 à la moyenne 2016-2022 .....	19
Figure 12 : Boxplot des concentrations en H <sub>2</sub> S mesurées sur les sites (données horaires).....	23
Figure 13 : Box plot des concentrations en H <sub>2</sub> S mesurées sur le site de Lantic depuis 2021 (données horaires).....	24
Figure 14 : Evolution mensuelle des concentrations en H <sub>2</sub> S sur les 4 sites de mesure.....	25
Figure 15 : Site de Lantic - Evolution des moyennes journalières en H <sub>2</sub> S (en ppm).....	27
Figure 16 : Evolution des moyennes journalières en H <sub>2</sub> S (ppm) relevées sur les sites riverains .....	28
Figure 17 : Evolution des données horaires en hydrogène sulfuré (en ppm).....	31
Figure 19 : Site de Lantic - Evolution du taux de dépassement journalier de la valeur guide de nuisances olfactives ..	32
Figure 20 : Site de Lantic- Evolution du taux de dépassement mensuel de la valeur guide de nuisances olfactives.....	33
Figure 21 : Roses des pollutions en hydrogène sulfuré sur l'ensemble de la période de suivi (en ppm).....	34

## Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

---

### *Index des tableaux*

---

Tableau 1 : « Guidelines » publiées en Australie en 2021 relatives à l'exposition à H <sub>2</sub> S.....	9
Tableau 2: Seuils de perception olfactifs pour l'Hydrogène sulfuré.....	9
Tableau 3 : Les valeurs guides pour l'hydrogène sulfuré (OMS 2000).....	10
Tableau 4 : Caractéristiques principales des techniques de mesure retenues pour la surveillance de l'H <sub>2</sub> S.....	14
Tableau 5 : Caractéristiques des sites de mesure .....	15
Tableau 6 : Couvertures temporelles par site de mesure .....	20
Tableau 7 : Résultats des mesures en hydrogène sulfuré (ppm).....	22

## Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

### I. CONTEXTE

Le syndicat de valorisation des déchets Kerval exploite sur le site de Launay-Lantic (22), au lieu-dit « La Fontaine Trémargat », une usine de compostage d'algues vertes, de déchets ménagers et de déchets verts, ainsi qu'un centre d'enfouissement technique de déchets.

Depuis le 28 octobre 2019, une convention de coopération, signée entre le syndicat Kerval et les riverains du site, permet de mieux encadrer les conditions de prise en charge des algues vertes et la surveillance de la qualité de l'air.

**En réponse à cet accord et pour la 4<sup>e</sup> année consécutive (depuis 2020), Air Breizh a mis en place un dispositif de surveillance spécifique comprenant des mesures, d'une part sur le site de traitement des déchets et d'autre part au niveau de trois autres points chez des riverains, afin de suivre en continu les niveaux d'hydrogène sulfuré pendant la saison 2023.**

**L'objectif de ce dispositif est de vérifier l'absence de risque sanitaire pour les riverains du site qui pourrait être lié à l'hydrogène sulfuré émis par le traitement des algues sur le site de Lantic.**

**La surveillance a été réalisée du 22/04 au 31/10/2023, couvrant la majeure partie de la saison de traitement des algues 2023.**

Ce rapport présente le protocole et les résultats de ce suivi 2023.

Il est à noter qu'Air Breizh suit depuis de nombreuses années la problématique des algues vertes en Bretagne et son impact sur la qualité de l'air (cf. annexe II).



### III. LE DISPOSITIF DE SURVEILLANCE MIS EN ŒUVRE

#### III1. Polluant étudié : le sulfure d'hydrogène

Les précédentes campagnes menées depuis 2005 par Air Breizh en Bretagne (références en annexe II) ont permis d'identifier **l'hydrogène sulfuré comme le traceur le plus pertinent pour suivre les nuisances liées à la décomposition des algues vertes.**

##### a) Définition

Le sulfure d'hydrogène est un gaz incolore, plus lourd que l'air, d'odeur fétide caractéristique d'œufs pourris. Ce gaz est un sous-produit naturel de la décomposition organique. Il peut également être émis par les usines de production de pâte à papier (procédé Kraft), de raffinage et de cracking de pétroles riches en soufre, de vulcanisation du caoutchouc, de fabrication de viscosse, de traitement et de valorisation des algues vertes.

Relativement stable dans l'air, il est éliminé de l'atmosphère au bout de quelques jours, par dépôt sec ou humide en se solubilisant dans les gouttes de pluie. Il peut être oxydé en sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) sous l'intervention de bactéries.

##### b) Avis du HCSP du 10 décembre 2021

Lors de l'été 2021, le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP) a été saisi par la Direction générale de la santé (DGS) pour contribuer à la définition de mesures de gestion concernant l'exposition des populations à l'hydrogène sulfuré ( $\text{H}_2\text{S}$ ).

Le 10 décembre 2021, un avis relatif aux seuils d'intervention et aux mesures de gestion pour prévenir les effets sur la santé des populations exposées à l'hydrogène sulfuré provenant d'algues vertes échouées sur les côtes, a été émis par le HCSP<sup>1</sup>, suivi d'une note.

Dans l'avis du HCSP, les concentrations en  $\text{H}_2\text{S}$  sont exprimées en ppm. Ainsi, pour se mettre en cohérence avec cet avis, les concentrations en  $\text{H}_2\text{S}$  mesurées sur le site de Lantic, anciennement exprimées en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , sont dorénavant exprimées en ppm.

Le facteur de conversion est le suivant :

$$1 \text{ ppm} = 1420 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Cet avis mentionne un **seuil d'intervention**, fixé à 1 ppm, qui donne lieu à l'information du public (notamment accès déconseillé aux personnes sensibles et fragiles) et à l'enlèvement immédiat des algues sur les plages concernées. **Il ne faut pas considérer cette valeur comme une valeur de gestion toxicologique mais comme un seuil d'alerte laissant présager la formation de poche d' $\text{H}_2\text{S}$  sous la croûte (risque accidentel).**

Dans le contexte de la présente surveillance autour du site de Lantic, ce seuil d'intervention n'est pas applicable. Les concentrations mesurées seront traitées de la même manière que les années

---

<sup>1</sup> 10 décembre 2021, HCSP : avis relatif aux seuils d'intervention et aux mesures de gestion pour prévenir les effets sur la santé des populations exposées à l'hydrogène sulfuré provenant d'algues vertes échouées sur les côtes

## Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

précédentes et comparées à la valeur guide sanitaire définie par l'OMS (0.106 ppm = 150 µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière).

Cet avis mentionne des « guidelines » proposées en 2021 par le département santé du gouvernement d'Australie pour protéger la population (sur la base des valeurs de référence de l'OMS). Ces valeurs figurent dans le Tableau 1 :

Tableau 1 : « Guidelines » publiées en Australie en 2021 relatives à l'exposition à H<sub>2</sub>S

Valeurs limites	Temps d'exposition moyen
2 ppm	30 min
0,1 ppm	24 h
0,014 ppm	90 jours

On remarque que la valeur limite sur 24h (0,1 ppm) est identique à celle de l'OMS. **Dans l'objectif de surveiller le risque de toxicité sub-chronique sur les sites riverains, la valeur limite sur 90 jours (0,014 ppm) semble adaptée.**

### c) Valeurs issues de la littérature : concentrations de fond et seuil olfactif

La concentration de fond (dit bruit de fond) correspond à la teneur moyenne d'un composé présent dans l'environnement (sans source particulière). Le H<sub>2</sub>S étant un gaz émis naturellement par les processus de décomposition de la matière organique, sa concentration de fond est estimée en moyenne entre 0.0001 et 0.0003 ppm (0.15 et 0.45 µg/m<sup>3</sup>) dans l'air (ATSDR 2006).

D'après la bibliographie (cf. Tableau 1), le seuil olfactif du H<sub>2</sub>S serait compris entre 0.0004 et 0.01 ppm (0,6 et 14 µg/m<sup>3</sup>).

Tableau 2: Seuils de perception olfactifs pour l'Hydrogène sulfuré

0.0004 ppm (0,6 µg/m <sup>3</sup> )	Nagata et al (1990) <sup>2</sup>
0.005 ppm (7,1 µg/m <sup>3</sup> )	Leonardo et al (1969)
0.0007 à 0.01 ppm (1 à 14 µg/m <sup>3</sup> )	INERIS <sup>3</sup>

Pour l'humain, les seuils olfactifs peuvent varier d'un ou deux ordres de grandeur d'une personne à l'autre.

**Les mesures ont été réalisées à la fois sur l'emprise du site de traitement des déchets et dans ses environs. En termes de qualité de l'air, deux réglementations s'appliquent dans ce cas.**

### d) Réglementation sur le site de traitement des déchets

Dans le cadre d'une activité professionnelle, il existe des valeurs limites d'exposition (dite VLEP<sup>4</sup>) qui sont des concentrations maximales dans l'air que peut respirer un travailleur pendant un temps de référence déterminé. Les VLEP sont définies dans le code du travail (article R4412-149).

<sup>2</sup> Nagata Y, Takeuchi N., Measurement of odor threshold by triangle odor bag method, Bull Japan Environ Sanitation center 17, 7789, 1990

Leonardos G., Kendall D., Barnard N. Odor threshold determinations of 53 odorant chemicals. J. Air Pollut. 19 (2), 91-95, 1969

<sup>3</sup> INERIS : fiche DRC 08 94398 - 10646 A

<sup>4</sup> VLEP : Valeurs limites d'exposition professionnelle

## Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

Le contrôle du respect de ces valeurs nécessite un protocole et du matériel spécifique, notamment des mesures sur opérateur. Ce type de contrôle ne correspond pas à l'objectif de l'étude qui est centrée sur l'exposition des riverains.

**Pour cette raison, les mesures sur site ne seront pas comparées à ces valeurs réglementaires relatives à l'exposition professionnelle.**

En revanche, elles permettent d'évaluer les concentrations maximales à proximité des sources d'émissions, de suivre leur évolution temporelle et d'aider l'exploitant dans la mise en œuvre d'actions pour réduire les émissions dans l'air.

### e) Réglementation dans l'environnement du site

**L'hydrogène sulfuré ne dispose pas de valeur limite réglementaire dans l'air ambiant** au même titre que les particules fines ou le dioxyde d'azote par exemple (article R-221-1 du Code de l'Environnement).

D'autres valeurs sont liées à des gênes ou impacts sanitaires. Le tableau 2 présente les valeurs guides définies par l'Organisation Mondiale de la Santé.

*Tableau 3 : Les valeurs guides pour l'hydrogène sulfuré (OMS 2000)*

Nuisance olfactive	0.005 ppm ( $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sur une demi-heure
Impact sur la santé	0.106 ppm ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sur 24 heures

**Les valeurs guides pour l'impact sur la santé seront prises comme référence pour la caractérisation du risque sanitaire des riverains en réponse à l'objectif de ce suivi.**

- **Moyenne journalière (guidelines OMS) : 0,1 ppm**
- **Moyenne 90 jours (guidelines Australiennes) : 0,014 ppm**

Concernant la valeur guide de nuisance olfactive, nous verrons par la suite que le dispositif retenu hors site ne permet pas une comparaison des données à cette référence de 0.005 ppm ( $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), en raison d'une incertitude trop élevée dans cette gamme de concentration.

Les mesures sur site, réalisées avec un dispositif différent, seront en revanche comparées à cette référence, à titre indicatif.

Rappelons toutefois que la valeur guide de nuisance olfactive définie par l'OMS reste une valeur indicative qui peut varier en fonction des individus. La diversité des valeurs rencontrées pour le seuil de perception de l'hydrogène sulfuré en témoigne.

## Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

### III.2. Matériel et méthode de mesure

Comme pour les deux années précédentes, deux techniques de mesure ont été associées pour assurer une surveillance sur les 4 points. Le dispositif utilisé est décrit dans les paragraphes suivants.

#### a) Préambule : mesures fixes et indicatives

Pour les polluants réglementés, en fonction de leur concentration dans l'air sur une zone définie, la réglementation européenne recommande la mise en place d'une surveillance via des mesures dites 'fixes' ou 'indicatives'<sup>5</sup>.

La différence entre ces deux outils de surveillance porte sur les critères de qualité des données produites qui sont plus ou moins exigeant en fonction de la typologie de la mesure retenue. L'un de ces critères concerne par exemple les incertitudes tolérées pour les appareils de mesure. Pour les particules, l'incertitude tolérée est de 25% dans le cas de mesures fixes et 50% pour les mesures indicatives.

**L'hydrogène sulfuré n'est pas un polluant réglementé. Sa mesure n'est donc pas encadrée par ces critères de qualité telles que les incertitudes ou le taux de couverture des données.**

En revanche, il existe différents types d'appareils de mesure sur le marché qui peuvent être classés à titre indicatif selon ces deux catégories, en fonction de leur niveau de performance :

- ❖ Les **appareils automatiques**, dont les caractéristiques et le mode de fonctionnement leurs permettraient d'être utilisés pour l'obtention de mesures fixes,
- ❖ Les **capteurs**, qui disposent de critères qualité moins performants, mais dont la mesure en continu permet d'approcher des niveaux de concentrations. Il s'agit dans ce cas de mesures indicatives.

Leur grand intérêt est de permettre un déploiement sur le terrain beaucoup plus simple que pour les appareils automatiques, qui nécessitent la plupart du temps une cabine de mesure, une connexion au réseau électrique, etc.

**Ces deux techniques de mesure, utilisées dans le cadre de cette surveillance, sont détaillées dans les paragraphes suivants.**

---

<sup>5</sup> Directive européenne 2008/50/CE et 2004/107/CE

## Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

### b) Les appareils automatiques (dits de mesure fixe)

**Un de ces appareils a été mis en place sur le site de traitement des déchets de Lantic.** Son mode de fonctionnement et ses principales caractéristiques sont repris dans le paragraphe suivant.

Ces appareils présentent des caractéristiques proches de ceux utilisés pour la surveillance réglementaire des polluants.

Ils permettent de suivre en continu (pas de temps quart-horaire) les niveaux d'hydrogène sulfuré à des concentrations faibles, jusqu'à 0.0004 ppm (0.6 µg/m<sup>3</sup>).

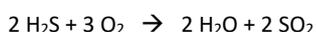
Ils sont reliés à une station d'acquisition qui assure le transfert des données de mesure vers le poste central d'Air Breizh.

Ils sont contrôlés avant, pendant et après la saison de surveillance pour vérifier la justesse de la mesure.

Installés dans une cabine de mesure, ils nécessitent un branchement électrique (cf. figure 2).

#### Principe de fonctionnement :

Les analyseurs automatiques permettent de mesurer la concentration en H<sub>2</sub>S dans l'air de manière indirecte, par fluorescence UV. Un filtre, en entrée du dispositif, permet de piéger l'H<sub>2</sub>S présent dans l'air. Un four catalytique permet ensuite l'oxydation du H<sub>2</sub>S en SO<sub>2</sub>, par combustion, selon la réaction suivante :



Les molécules de SO<sub>2</sub> formées sont ensuite excitées par un rayonnement UV, entraînant l'émission d'un photon de longueur d'onde propre à la molécule. La cellule de détection détermine la concentration de SO<sub>2</sub>, et en déduit celle en H<sub>2</sub>S d'après l'équation précédente.



Figure 2 : Station de mesure installée sur le site de Lantic avec mât météorologique et pluviomètre.

### c) Les capteurs (dits de mesure indicative)

En complément, trois capteurs, commercialisés par la société ENVEA, ont été installés à trois endroits différents chez les riverains.

Ce type d'appareil présente les avantages suivants : mesure dynamique des concentrations en hydrogène sulfuré essentielle dans le cadre de cette problématique, autonome (alimentation par panneau solaire), peut être déployé en plusieurs points du fait de son coût raisonnable (par comparaison à un appareil automatique).

En contrepartie, les capteurs présentent une limite de détection plus élevée que l'appareil de mesure automatique, respectivement 0.02 ppm (28 µg/m<sup>3</sup>) contre 0,0004 ppm (0.6 µg/m<sup>3</sup>). Malgré cela, cette limite de détection permet d'assurer la comparaison des données de mesure à la valeur guide sanitaire de l'OMS : 0.106 ppm (150 µg/m<sup>3</sup>).

Concernant les nuisances olfactives, pour les valeurs situées autour de la valeur guide olfactive de 0.005 ppm (7 µg/m<sup>3</sup>) définie par l'OMS, les incertitudes sont trop importantes pour caractériser cette gêne. La technique reste toutefois valable pour appréhender ponctuellement la gêne olfactive pour les valeurs supérieures à la limite de détection de l'appareil (0.02 ppm).

## Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

Les capteurs sont montés dans un boîtier appelé mini-station ([Cairnet ENVEA](#)), qui peut accueillir jusqu'à 6 capteurs de mesure différents.

Ce boîtier est raccordé à un panneau solaire assurant son autonomie. Aucun branchement électrique n'est nécessaire ce qui facilite sa mise en place (cf. Figure 3).

Les données sont exportées en temps réel (données quart-horaires) sur le serveur d'Air Breizh.

Ces capteurs sont également utilisés aux Antilles pour suivre les émissions des algues sargasses déposées sur les plages<sup>6</sup>.



*Figure 3 : Capteur de mesure indicative (ENVEA) sur site des Loges*

### Principe de fonctionnement :

Les capteurs ([Cairsens ENVEA](#)) sont composés d'une cellule électrochimique adaptée au polluant gazeux recherché. Lorsque ce dernier se trouve au contact des électrodes de la cellule, une réaction d'oxydoréduction se produit. Ces réactions sont caractérisées par un transfert d'électrons et la mesure du courant résultant est directement proportionnelle à la concentration du gaz dans l'air.

---

<sup>6</sup> Informations sur le suivi en Martinique : <https://madininair.fr/Les-algues-Sargasses>

<https://www.envea.global/fr/echouage-de-sargasses-en-guadeloupe-un-reseau-de-micro-capteurs-cairnet-cartographie-les-emanations-en-h2s-et-nh3/>

## Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

### d) Rappel des caractéristiques des équipements de mesure

Au total, quatre points de mesure ont été équipés pour la surveillance de l'hydrogène sulfuré à l'aide de deux techniques présentées précédemment. Le Tableau 4 synthétise les caractéristiques principales de ces deux techniques.

Tableau 4 : Caractéristiques principales des techniques de mesure retenues pour la surveillance de l'H<sub>2</sub>S

	Appareil automatique	Capteur
Nombre	1	3
Modèle	APSA 370	ENVEA
Gamme de mesure	0 – 1ppm (0-1420 µg/m <sup>3</sup> )	0-1 ppm (0 – 1420 µg/m <sup>3</sup> )
Limite de détection*	0,0004 ppm (0.6 µg/m <sup>3</sup> )	0.02 ppm (28 µg/m <sup>3</sup> )

\* Limite de détection : Correspond à la plus petite concentration que le capteur est en mesure de détecter. Elle est déterminée en laboratoire dans des conditions contrôlées. En dessous de cette limite de détection, les concentrations mesurées sont proches du bruit de fond de l'instrument et donc entachées d'une incertitude importante.

### e) Mesure des conditions météorologiques

La dispersion de l'hydrogène sulfuré est fonction des conditions météorologiques. Le lieu-dit « Le Rest », par exemple, se trouve sous les vents du site lorsque les vents proviennent de l'Est.

Pour suivre avec précision l'évolution des conditions météorologiques et être en mesure de les corrélérer aux niveaux d'hydrogène sulfuré mesurés, un mât météorologique équipé de capteurs a été installé en 2020 sur la station de mesure de Lantic (Figure 3), permettant de suivre en continu la direction et la vitesse du vent, la température et l'humidité.

Le niveau de précipitations a également été suivi lors de la saison de surveillance à l'aide d'un pluviomètre, installé à côté de la station de mesure en 2021 (Figure 3). Les gouttes de pluie ont pour effet de lessiver l'atmosphère par la capture des éléments gazeux ou particulaire, ce qui entraîne une baisse de la concentration dans l'air.

### f) Sélection des sites de mesure

Comme expliqué précédemment, une station pérenne équipée d'un appareil automatique de mesure de l'hydrogène sulfuré et d'un mât météorologique, a été installée sur le site de Lantic. Réalisées sur l'emprise du site, ces mesures permettent de suivre les niveaux au plus près des sources d'émissions.

En complément et conformément au protocole d'accord signé fin 2019, trois autres capteurs ont été installés chez les riverains (sites identiques depuis 2020). Les emplacements ont été retenus, en concertation avec les riverains, dans les lieux les plus sujets aux odeurs. Ils sont repris dans le Tableau 5 ci-dessous.

# Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

Tableau 5 : Caractéristiques des sites de mesure

	Site traitement déchets 22410 Lantic	Rue des Loges (n°1) 22 290 Tréguidel	Ville Neuve 22 290 Tréguidel	Petite Rue 22 290 Tréguidel
<b>Nom</b>	Site	Loges	Ville Neuve	Petite Rue
<b>Mesures</b>	H <sub>2</sub> S + météo	H <sub>2</sub> S	H <sub>2</sub> S	H <sub>2</sub> S
<b>Latitude</b>	48.593169	48.59195	48.59382	48.59856
<b>Longitude</b>	-2.921599	-2.92852	-2.92949	-2.92335

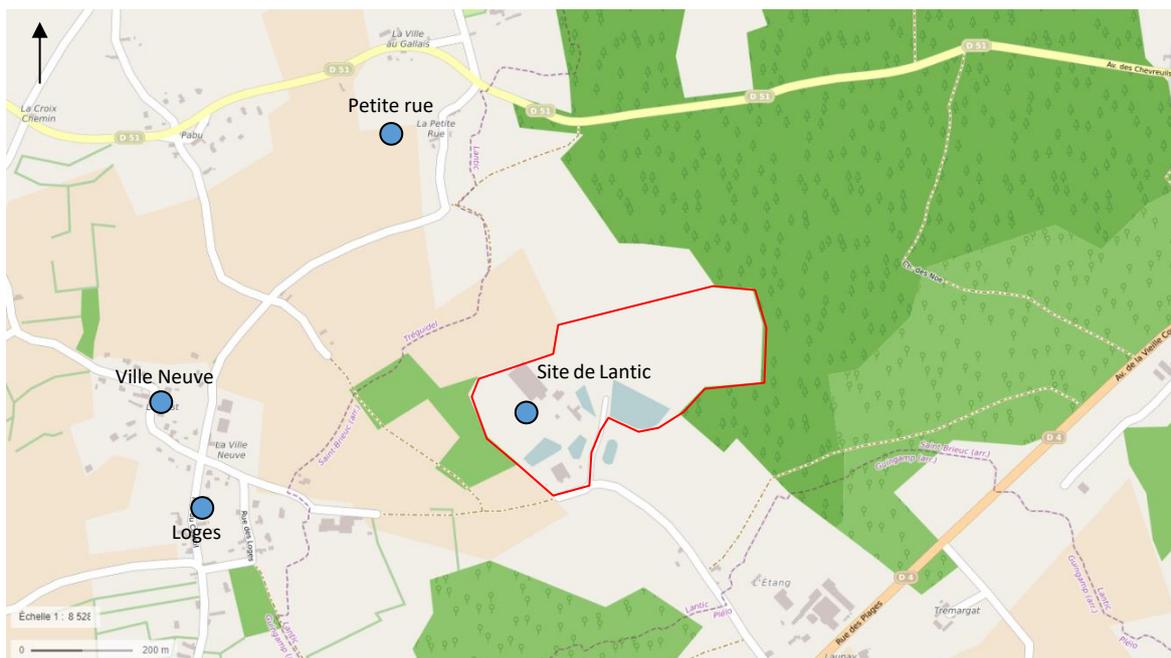


Figure 4 : Localisation des quatre points de mesure (fond de carte Géoportail)

Dans la suite du rapport, les sites de mesure seront désignés comme suit :

- Site Petite rue : « PetiteRue »
- Site de Ville Neuve : « VilleNeuve »
- Site des Loges : « Loges »

## Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)



Site Loges



Site VilleNeuve



Site PetiteRue

Figure 5 : Illustration des quatre sites de mesure

### g) Période de surveillance

L'appareil de mesure automatique a été installé dans la station fixe du site de Lantic le 17/04/2023.  
Les trois capteurs « riverains » ont été installés le 20/04/2023.

Les appareils ont été désinstallés le 06/11/2023.

Nous verrons par la suite que cette période de mesure a permis de couvrir la majeure partie de la période de traitement des algues sur le site (chapitre IV.2.).

## IV. CONTEXTE DES MESURES

En préambule à l'analyse des résultats des mesures, nous étudions ci-après le contexte dans lequel elles ont été réalisées.

### IV1. Les conditions météorologiques

Les conditions météorologiques, en particulier les vents, jouent un rôle important dans la dispersion ou l'accumulation des polluants.

Les données météorologiques présentées dans le chapitre suivant, sont issues de la station de mesure mise en place sur le site de Lantic en 2020. Elles sont comparées aux normales saisonnières mesurées à la station Météo France de St Brieuc.

#### a) Direction et vitesse du vent

Les roses des vents représentent la répartition directionnelle des vents : chaque pale de la rose indique le pourcentage des vents provenant de cette direction avec un code couleur en fonction de la vitesse.

La Figure 7 représente la normale des roses des vents, sur la période 1986-2010, pour le mois de juillet. Les normales des autres mois de la campagne suivent le même profil que la normale du mois de juillet et ne sont donc pas présentées ici.

**La saison 2023 a présenté des conditions de vent légèrement différentes par rapport aux normales (Figure 7). La rose des vents sur cette période (Figure 6) montre que les vents majoritaires provenaient des secteurs suivants : Nord-Ouest (290-300°), Nord-Est (50°) et Sud/Sud-Est (entre 200 et 120°). Contrairement aux conditions normales, on remarque que les vents venant de l'Ouest et du Sud-Ouest ont été peu occurrents pendant la campagne. En revanche, les vents provenant du Nord-Ouest et du Nord-Est sont cohérents avec les normales annuelles.**

**Seuls les vents des secteurs Sud à Nord-Est sont susceptibles de contribuer à l'exposition des riverains. Le site de Petite Rue semble avoir été le plus exposé aux vents provenant du site de Lantic. Nous étudierons l'influence de ces conditions de vent sur les niveaux de concentration dans la partie V.2.f (Origine des concentrations en hydrogène sulfuré).**

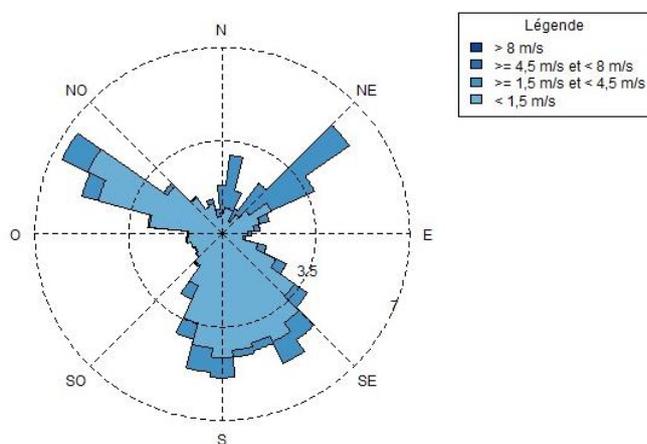


Figure 6 : Rose des vents durant la saison 2023 (Lantic) du 22/04 au 31/10/2023

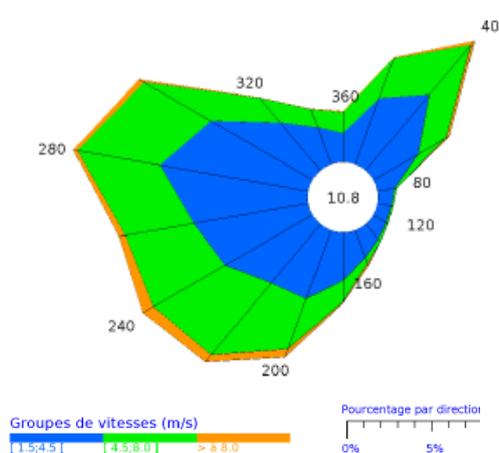


Figure 7 : Normale de rose des vents du mois de juillet à St Brieuc – Période 1986-2010 (Météo France)

# Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

## b) Températures et précipitations

La température de l'air ambiant est un paramètre influant sur les teneurs en polluants atmosphériques.

Quant aux précipitations, elles sont favorables à un lessivage de l'atmosphère, permettant ainsi une diminution des concentrations en polluants atmosphériques.

La Figure 8 présente les températures et les précipitations mensuelles comparées aux normales sur la période 1981-2010. Les mesures effectuées sur le site de Lantic sont utilisées ici.

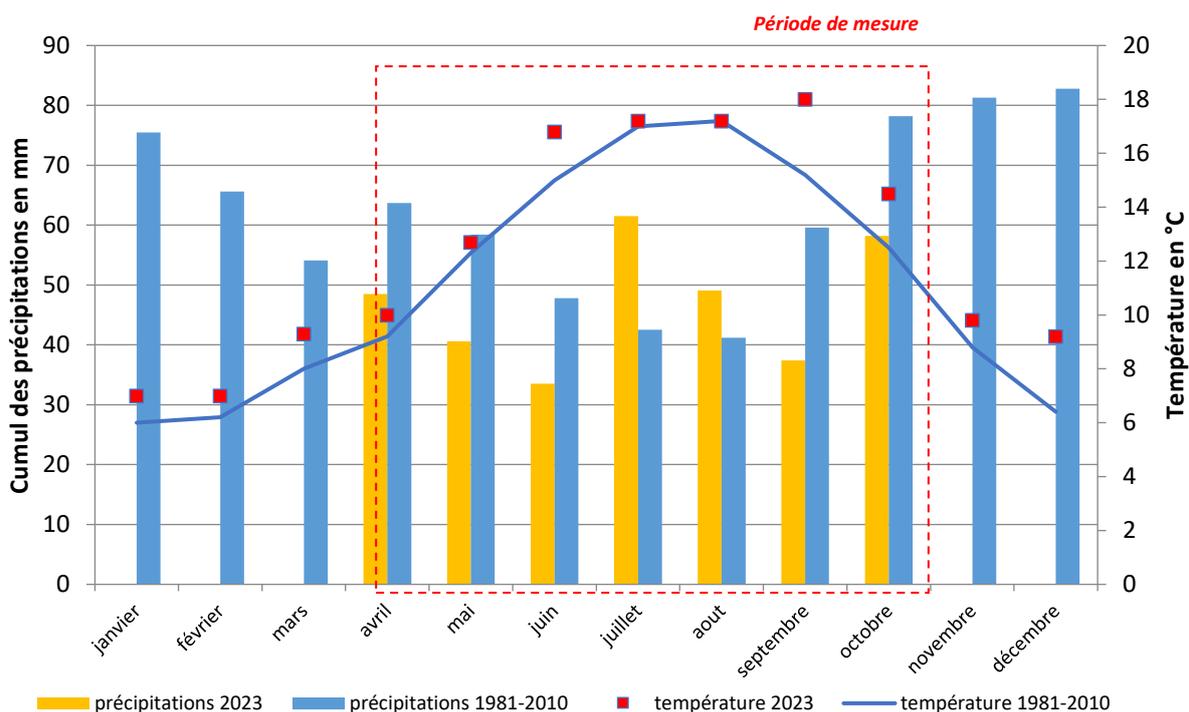


Figure 8 : Evolution mensuelle de la température et des précipitations - campagne 2023 - Lantic

Les températures moyennes des mois de juin, septembre et octobre ont été légèrement supérieures aux conditions normales. Les températures des autres mois sont cohérentes avec les normales de saison.

Concernant les précipitations, elles ont été plus fortes en juillet et en août par rapport aux conditions normales. En revanche, les mois d'avril, mai, juin, septembre et octobre sont en dessous des normales de saison.

## IV2. Activité du site de traitement des algues à Lantic

En préalable du chapitre relatif à l'interprétation des résultats des mesures, un comparatif de la quantité d'algues réceptionnées sur site lors de la saison 2023 par rapport aux années antérieures est réalisé dans ce chapitre.

# Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

## a) Rappel du procédé de traitement des algues

Les algues vertes sont mélangées dès leur réception à un structurant ligneux (branchages) issu du criblage des déchets végétaux. Le mélange est rentré dans des box de fermentation-séchage pour une durée de 2 semaines.

Le produit est ventilé en permanence par de l'air chauffé à 60°C afin d'accélérer l'évaporation de l'eau des algues tout en garantissant le maintien du mélange en oxygénation permanente.

Après 2 semaines, le mélange est criblé à 30 mm afin d'en extraire le structurant ligneux, les galets et les macrodéchets qui peuvent être collectés avec les algues. Le produit est conservé en stabilisation sur le site avant valorisation.

## b) Retour sur les volumes d'algues traitées en 2023

Sur la Figure 10, on peut voir que la quantité d'algues réceptionnée en 2023 (6 449 tonnes) s'approche de la moyenne des 7 dernières années (7 250 tonnes).

Sur La Figure 11, on peut voir que les algues sont arrivées assez tardivement et en faible quantité par rapport aux années précédentes (mai et juin). Cette tendance s'inverse sur les mois d'août, septembre et octobre, avec des quantités réceptionnées supérieures à la moyenne 2016-2022. Le mois de juillet est le mois le plus fort en termes de réception d'algues ; ce mois est dans la moyenne des années précédentes.

La campagne de mesure, du 22/04 jusqu'au 31/10/2022 a couvert la majeure partie de la saison d'arrivage des algues (98 %).

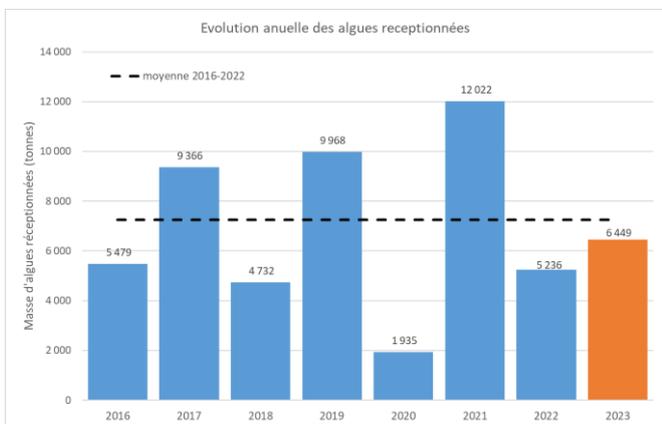


Figure 9 : Evolution annuelle des algues réceptionnées sur le site (en tonnes)



Figure 10 : Evolution mensuelle des algues réceptionnées sur le site (en tonnes) – comparaison de l'année 2023 à la moyenne 2016-2022

## V. RESULTATS ET INTERPRETATION DES MESURES

Les résultats des mesures sont présentés dans ce chapitre. En préambule, nous revenons succinctement sur les contrôles qualité de ces mesures.

### V1. Contrôle de la qualité des mesures

#### a) Couverture temporelle des données

Le taux de couverture temporelle des données lors d'une campagne de mesure, est une indication essentielle pour évaluer la représentativité des données produites. Ils sont repris dans le Tableau 6.

Tableau 6 : Couvertures temporelles par site de mesure

	Site Lantic	Loges	VilleNeuve	PetiteRue
Période de mesure	Du 22/04 au 31/10/23			
Taux de couverture temporelle	99%	56%	100%	100%

Sur la période de mesure, les taux de couverture de l'analyseur et des capteurs VilleNeuve et PetiteRue sont très satisfaisants.

En revanche, le taux de couverture du capteur de Loges ne répond pas aux exigences de représentativité (56 %). En effet, le capteur s'est arrêté à plusieurs reprises pendant la saison, principalement en raison d'un souci d'alimentation (défaillance du couplage au panneau solaire). Le raccordement sur secteur le 25 septembre chez le riverain a permis de finir la saison de mesure.

A titre de comparaison, dans le cadre de la surveillance réglementaire de la qualité de l'air ambiant, un taux de couverture temporelle minimale de 85% est requis pour assurer une bonne représentativité des données sur la période de mesure selon les Directives Européennes 2004/107/CE et 2008/50/CE.

Les données de mesure du capteur des Loges seront donc utilisées à titre indicatif dans le traitement des résultats.

## Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

### V2. Résultats

Les résultats de la surveillance 2023 sont présentés comme suit :

- Synthèse statistique des données horaires sur l'ensemble de la saison et comparaison aux années précédentes ;
- Evolution des moyennes mensuelles par site ;
- Evolution des moyennes journalières et comparaison aux la Valeurs Guides sanitaires Australiennes et de l'OMS;
- Evolution des moyennes horaires pour appréhender la dynamique de l'évolution des niveaux;
- Evaluation du taux de dépassement du seuil de nuisances olfactives défini par l'OMS (0.005 ppm) ;
- Corrélation des directions de vents et des concentrations pour identifier les sources d'hydrogène sulfuré.

## Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

### a) Synthèse statistique des données 2023 - comparaison aux années antérieures

Les résultats des mesures de la saison 2023 sont présentés dans le Tableau 7. Les résultats 2023 sont comparés aux campagnes de 2021 et 2022.

Il est à noter que les périodes de mesure sont différentes suivant les années.

Tableau 7 : Résultats des mesures en hydrogène sulfuré (ppm)

		2021				2022				2023			
		Site Lantic	Loges	VilleNeuve	PetiteRue	Site Lantic	Loges	VilleNeuve	PetiteRue	Site Lantic	Loges	VilleNeuve	PetiteRue
		du 15/04 au 21/10/2021				du 15/04 au 21/10/2022				du 22/04 au 31/10/2023			
P25 (1er quartile)	(données horaires)	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	-0,001	-0,001	-0,001	0,001	0,000	0,001	0,000
P50 (médiane)		0,003	0,003	0,002	0,002	0,001	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
moyenne		0,01	0,003	0,002	0,003	0,005	0,002	0,002	0,002	0,005	0,002	0,003	0,002
P75 (3ème quartile)		0,009	0,005	0,004	0,005	0,003	0,006	0,004	0,005	0,005	0,003	0,004	0,003
maximum horaire		0,261	0,028	0,02	0,097	0,217	0,013	0,014	0,028	0,201	0,026	0,016	0,058
moyenne journalière	0,106 ppm	0,010	0,003	0,002	0,003	0,005	0,002	0,002	0,002	0,005	0,002	0,003	0,002
maximum journalier	(valeur guide OMS)	0,080	0,007	0,006	0,01	0,087	0,007	0,005	0,006	0,026	0,008	0,005	0,008
Maximum 90 jours (moyenne glissante)	0,014 ppm (valeur guide Australienne)	0,017	0,004	0,003	0,003	0,011	0,003	0,002	0,002	0,008	0,003	0,003	0,003

## Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

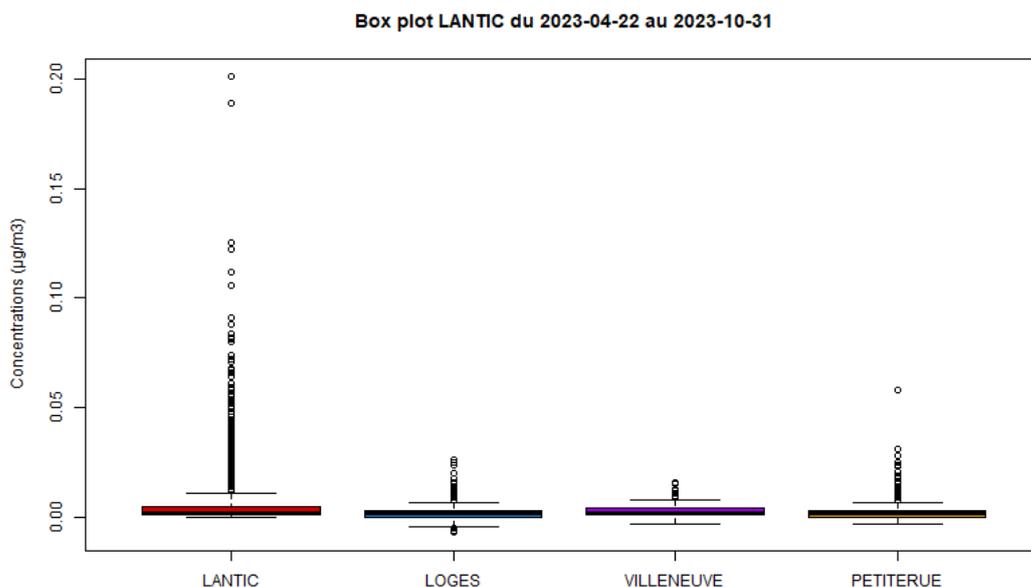


Figure 11 : Boxplot des concentrations en  $H_2S$  mesurées sur les sites (données horaires).

### ❖ Données 2023 : évolution spatiale des niveaux

Sur le site de traitement (Lantic) la moyenne sur l'ensemble de la période est identique à celle de l'année précédente (0,005 ppm).

Sur les sites riverains, les moyennes sont proches de celles relevées en 2021 et en 2022 (0,002 – 0,003 ppm).

#### → Valeurs journalières :

Le maximum journalier sur le site de Lantic a été observé le 20/07/2023 (0,026 ppm). Ce pic n'a pas pu être corrélé avec une activité particulière du centre de traitement.

Les concentrations journalières des sites riverains sont restées faibles sur l'ensemble de la saison de mesure. On remarque des niveaux plus forts sur les sites de Petite Rue et Loges (0,008 ppm) par rapport au site de VilleNeuve.

#### → Valeurs horaires :

La concentration maximale horaire en hydrogène sulfuré a été observée sur le site de Lantic (0.201 ppm) le 07/10/2023 à 04 :00 (TU). On observe une diminution par rapport aux valeurs maximales de 2021 (0,261 ppm) et 2022 (0,217 ppm). Ce pic n'a pas pu être corrélé avec une activité particulière du centre de traitement.

La valeur horaire maximale sur le site de VilleNeuve n'a pas dépassé la limite de quantification du capteur (0.02 ppm) ; celle-ci atteint 0,016 ppm. La concentration en hydrogène sulfuré atteint 0.028 ppm le 08/10/2023 à 07:00 (TU) sur le site de Loges et 0,058 ppm le 23/10/2023 à 12 :00 (TU) sur le site de PetiteRue. Ces niveaux sont légèrement supérieurs à ceux rencontrés l'année précédente. Lors du pic de 0,058 ppm mesuré à PetiteRue, le site était sous les vents du centre de traitement (provenance Sud-Est : 150°).

Le box plot des concentrations horaires en  $H_2S$  relevées sur la période (Figure 11) montre davantage de pic sur le site de Lantic par rapport aux sites riverains. En effet, on peut observer un grand nombre

## Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

de point à l'extérieur de la zone [1<sup>er</sup> quartile - 3<sup>ème</sup> quartile] pour le site de Lantic, contrairement aux sites riverains qui n'ont pas eu de pics de concentrations très importants.

La Figure 12 ci-dessous montre le comportement des mesures en H<sub>2</sub>S sur le site de Lantic pour les 3 dernières années de mesure. On peut voir que le nombre d'outliers (correspondant aux pics lors de la saison) est similaire entre les trois années. On remarque une légère baisse des valeurs fortes en 2023 par rapport aux autres années.

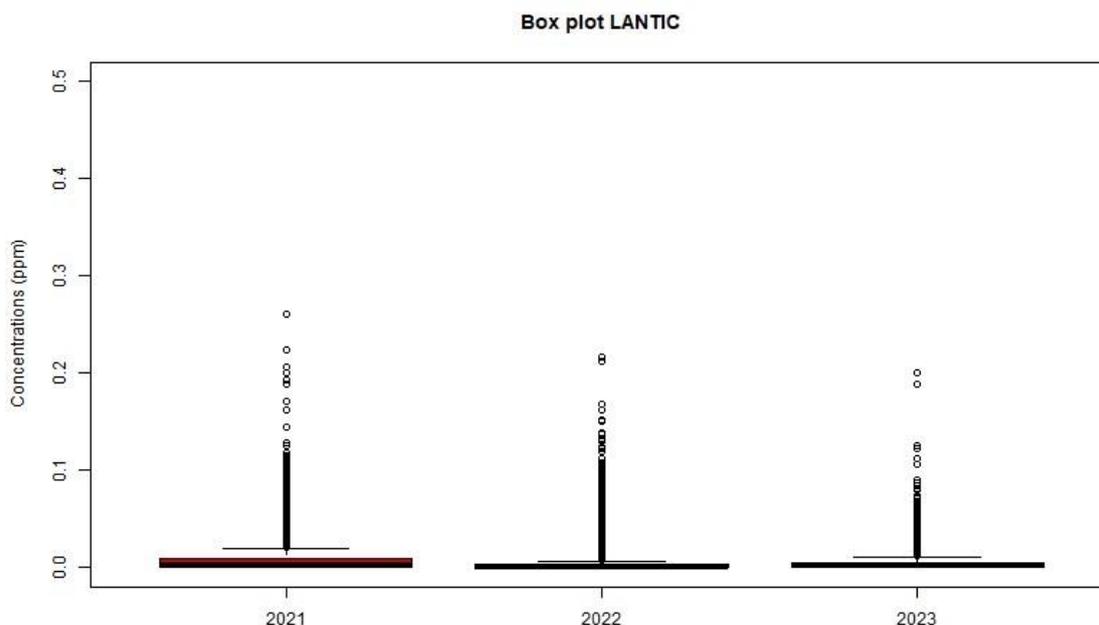


Figure 12 : Box plot des concentrations en H<sub>2</sub>S mesurées sur le site de Lantic depuis 2021 (données horaires).

### ❖ Données 2023 : Sites Riverains - comparaison à la valeur guide sanitaire

L'OMS fixe une valeur guide pour la protection de la santé de 0,106 ppm en moyenne journalière.

Les moyennes journalières maximales relevées sur les sites riverains sont de 0,008 ppm pour le site « Loges » ; 0,005 ppm pour le site « VilleNeuve » et 0,008 ppm pour le site « PetiteRue ».

**La valeur guide de l'OMS n'a pas été dépassée dans le voisinage du centre de traitement en 2023 pour les sites investigués.**

Le département santé du gouvernement d'Australie fixe une valeur guide pour la protection de la santé de 0,014 ppm en moyenne sur 90 jours.

**Les sites riverains présentent des niveaux 3,5 fois inférieurs à cette valeur guide.**

### ❖ Comparaison aux campagnes antérieures (2021 et 2022)

Les campagnes de 2021 et de 2022 avaient couvert l'ensemble de la période de traitement des algues. La saison 2021 était très forte en termes de réception d'algues (12 022 tonnes) par rapport aux autres années (depuis 2016). Les quantités d'algues réceptionnées en 2023 (6 450 tonnes) sont dans la moyenne par rapport aux années antérieures. En termes de concentrations, les niveaux max en moyenne horaire des années 2021, 2022 et 2023 sont proches (0,261 ; 0,217 et 0,201 ppm).

## Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

La saison 2023 se démarque avec un maximum journalier de 0,026 ppm, bien inférieur aux deux autres années (0,080 ppm en 2021 et 0,087 ppm en 2022).

Les concentrations moyennes mesurées sur le site de Lantic en 2022 et 2023 (0,005 ppm) semblent corrélées avec les niveaux d'algues réceptionnés. En 2021, deux fois plus d'algues avait été réceptionnées par rapport à ces deux années et les concentrations moyennes avaient été deux fois plus importantes (0.010 ppm).

### b) Evolution des moyennes mensuelles

La Figure 13 présente l'évolution mensuelle des concentrations en H<sub>2</sub>S sur le site de Lantic (en rouge) et sur les 3 sites riverains.

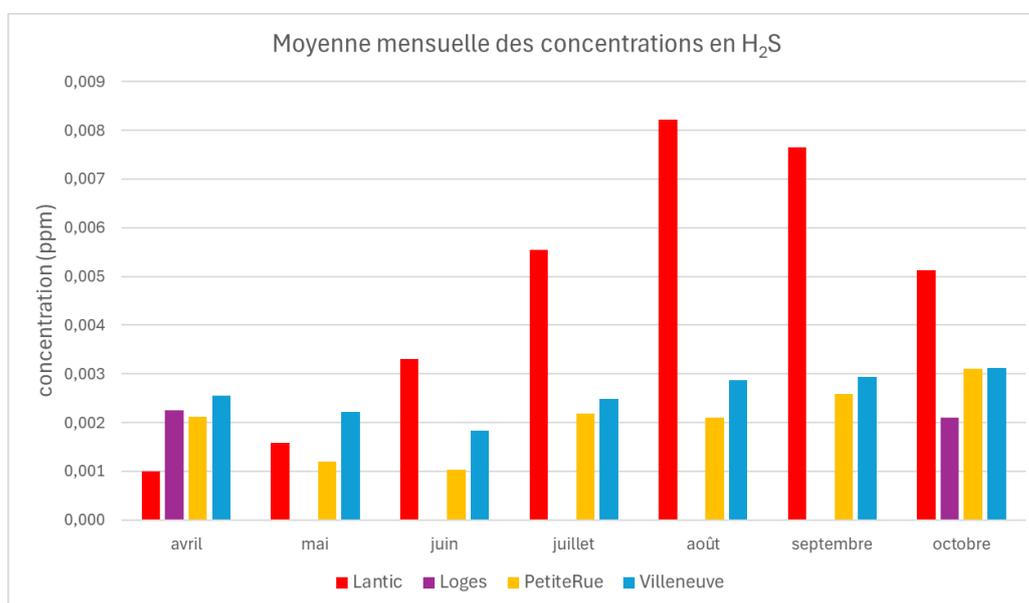


Figure 13 : Evolution mensuelle des concentrations en H<sub>2</sub>S sur les 4 sites de mesure

On constate que l'évolution des moyennes mensuelles sur le site de Lantic est progressive. Les niveaux sont faibles en début de saison (avril-mai) et augmentent progressivement à partir de juin pour atteindre des concentrations plus importantes entre août et septembre. La concentration moyenne de juillet est équivalente à celle d'octobre. La majeure partie des algues ont été réceptionnées entre juin et octobre, ce qui correspond aux niveaux en H<sub>2</sub>S plus importants sur cette période de mesure.

Les réceptions d'algues ont été plus importantes lors du mois de juillet. Cependant, les niveaux mensuels en H<sub>2</sub>S sont plus importants sur les mois d'août et de septembre.

Les périodes de concentration plus élevées en H<sub>2</sub>S sur le site de Lantic ne semblent pas influencer les moyennes mensuelles sur les sites riverains ; celles-ci varient très faiblement.

## Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

### c) Evolution des moyennes journalières

Ce chapitre présente l'évolution des concentrations moyennes journalières en hydrogène sulfuré (données journalières non-glissantes) mesurées sur le site de Lantic et sur les trois autres sites riverains.

**Pour les sites riverains, les résultats sont comparés à la valeur guide sanitaire de 0.106 ppm (150 µg/m<sup>3</sup>) fixée sur une journée (OMS - 2000).**

Au même titre que pour les mesures réglementaires en raison de l'incertitude sur les mesures, les valeurs négatives supérieures à un seuil de « - LD »<sup>7</sup> (soit -0.0004 ppm pour l'appareil de mesure automatique et -0.02 ppm pour les capteurs de mesure indicative) ont été conservées, ce qui peut expliquer la présence de moyennes journalières négatives.

Sur le site de Lantic, les moyennes journalières les plus élevées se situent entre le 15 juillet et le 15 octobre. Cette période correspond à la plus grande quantité d'algues réceptionnées sur le site de traitement. Le maximum journalier relevé sur la période a été de 0.028 ppm soit 3 fois moins que l'année précédente (0.087 ppm).

---

<sup>7</sup> LD : limite de détection

## Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

### ❖ Site de Lantic

La Figure 14 présente l'évolution des moyennes journalières relevées sur le site de traitement.

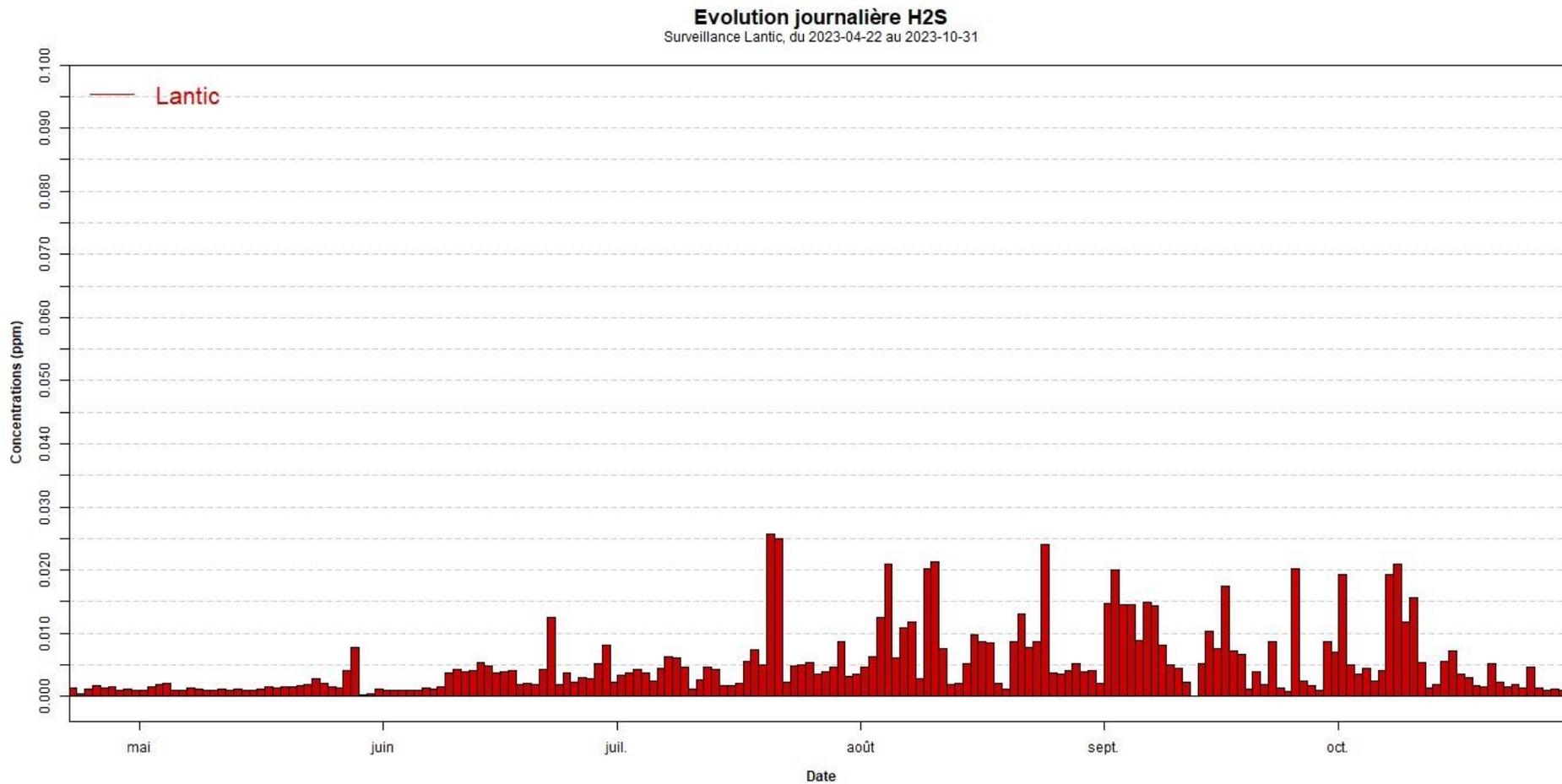


Figure 14 : Site de Lantic - Evolution des moyennes journalières en H<sub>2</sub>S (en ppm)

# Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

## ❖ Sites Riverains

La Figure 15 présente l'évolution des moyennes journalières mesurées dans le voisinage du site de traitement, chez les riverains. Pour rappel, la limite de quantification des capteurs est de 0,02 ppm.

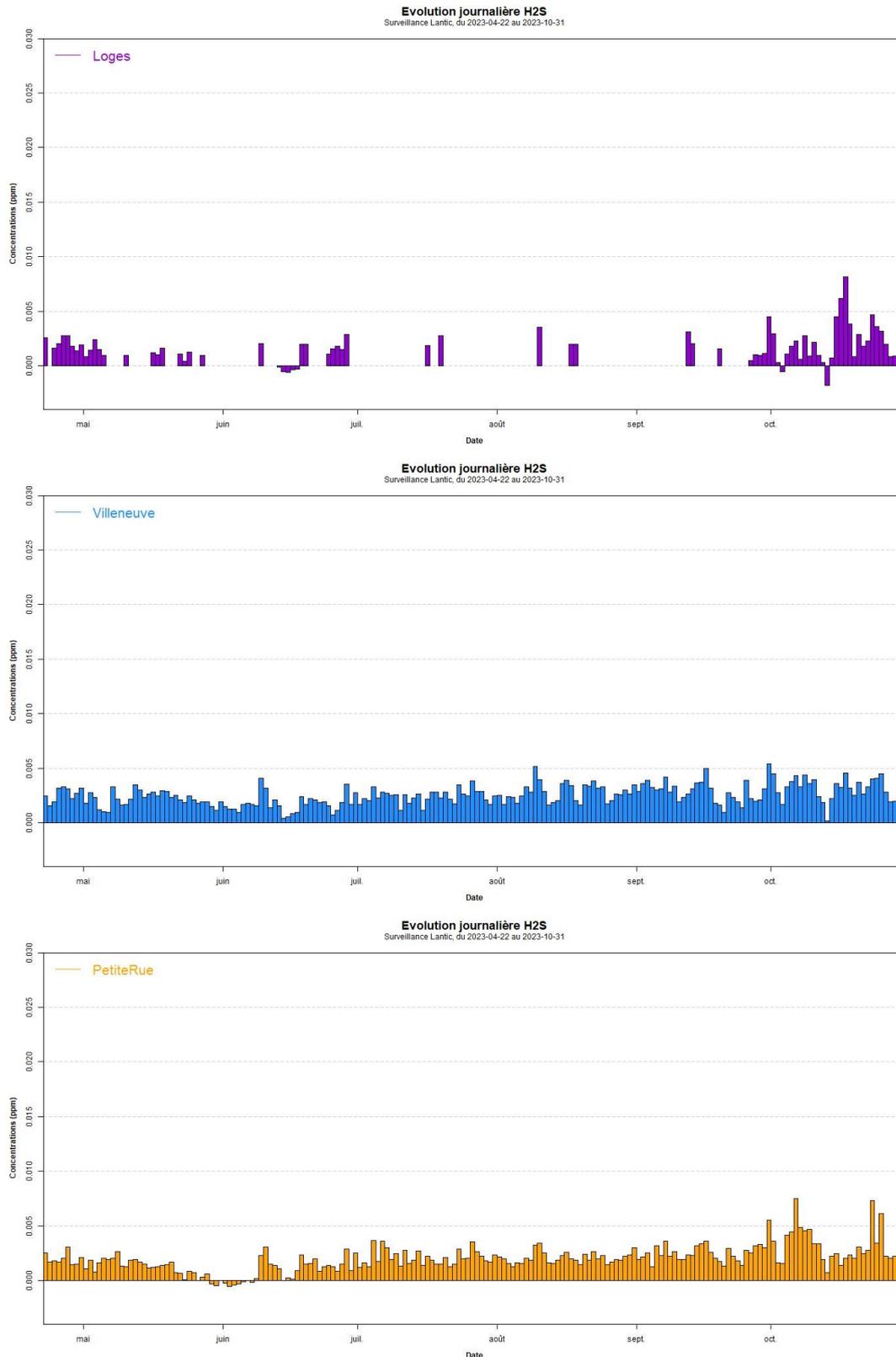


Figure 15 : Evolution des moyennes journalières en H<sub>2</sub>S (ppm) relevées sur les sites riverains

## Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

Sur les trois sites riverains, les concentrations moyennes journalières ont très peu varié et sont globalement faibles (0,002 ppm pour les sites de Loges et PetiteRue ; 0.003 ppm pour le site de Villeneuve). Ces mesures sont bien inférieures à la limite de détection des capteurs (0.02ppm).

Les moyennes journalières sont bien inférieures à la valeur guide préconisée par l'OMS (0.106 ppm).

Dans cette faible gamme de concentration, les incertitudes sur la mesure sont plus élevées. Pour cette raison, les différences de niveau observées entre les points sont jugées peu significatives.

### d) Evolution des moyennes horaires

Malgré l'absence de valeur seuil sur ce pas de temps, l'observation des données horaires permet de mettre en évidence la dynamique importante des niveaux mesurés pour certains sites.

La Figure 16 de la page suivante présente l'évolution des données horaires en hydrogène sulfuré pour les quatre sites de mesure. **Il est à noter que pour le site de Lantic, l'échelle est différente.** La limite de quantification des capteurs riverains est de 0,03 ppm.

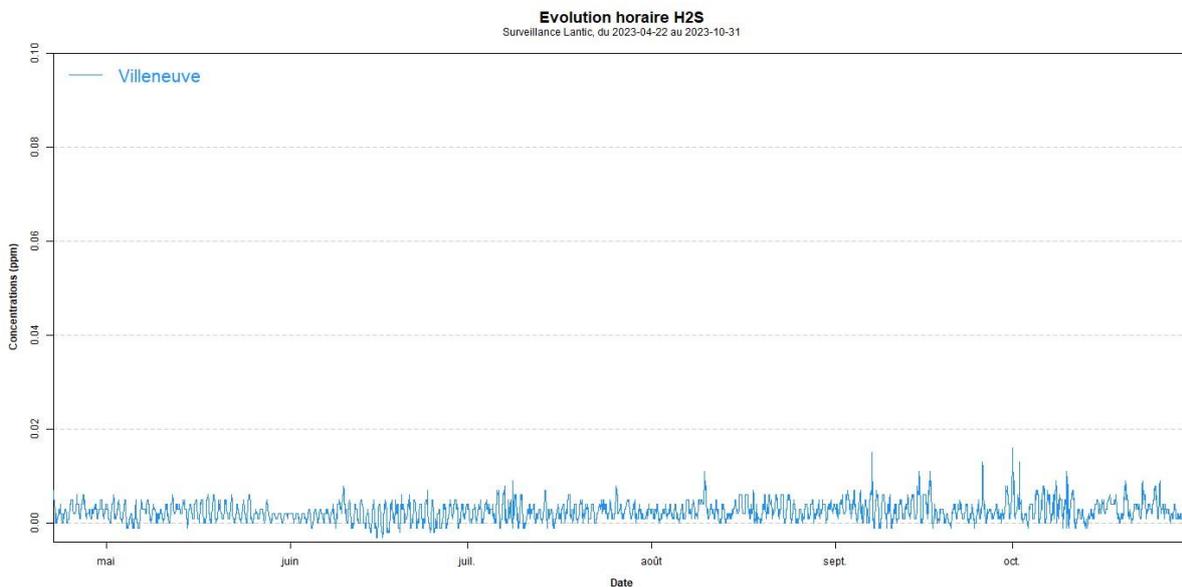
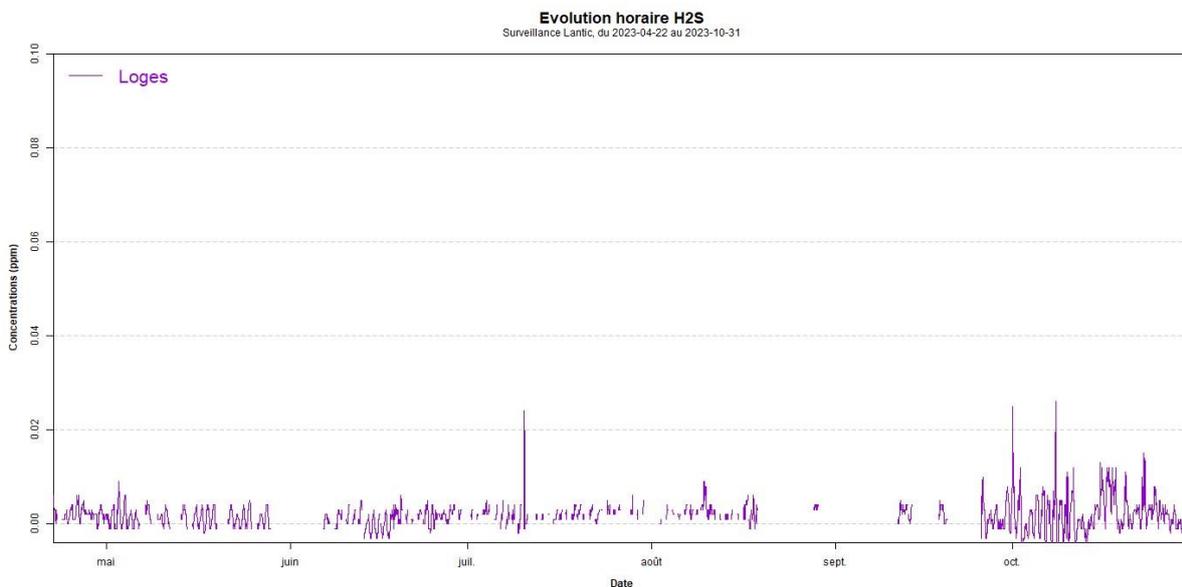
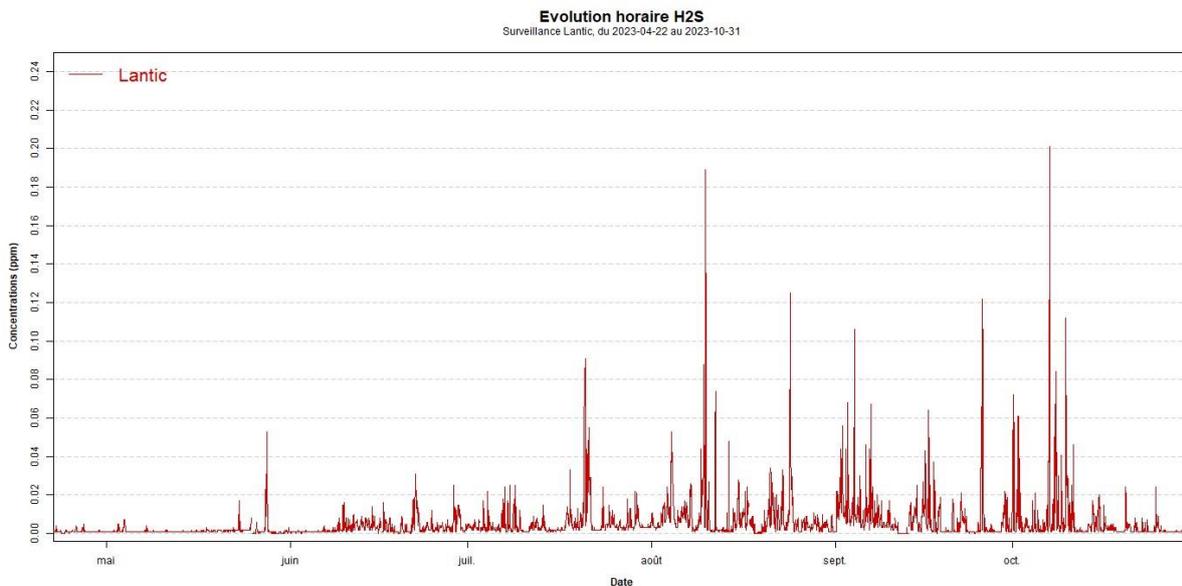
Le site de Lantic est celui qui présente le plus de variations horaires. Ces variations sont surtout présentes entre le 15 juillet et le 15 octobre. Les concentrations les plus importantes ont été relevées en août et en octobre. Deux pics de concentration se distinguent, le 10/08/2023 à 03 :00 TU (0.189 ppm) et le 07/10/2023 à 04 :00 TU (0.201 ppm).

Les sites « Loges » et « VilleNeuve » présentent peu de variations lors de la campagne de mesure. Les maxims horaires sont inférieures à la limite de quantification des capteurs (0,03 ppm) : 0,026 pour le site de Loges et 0,016 ppm pour le site de Villeneuve.

Sur le site « PetiteRue », le mois d'octobre se démarque du reste de la saison avec un pic de 0,058 ppm le 23/10/2023 à 10h. Ce pic n'est pas visible sur le site de Lantic et les autres sites riverains.

Lors de ce pic, le site « PetiteRue » était sous les vents du centre de traitement (provenance Sud-Est : 150°).

# Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)



## Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

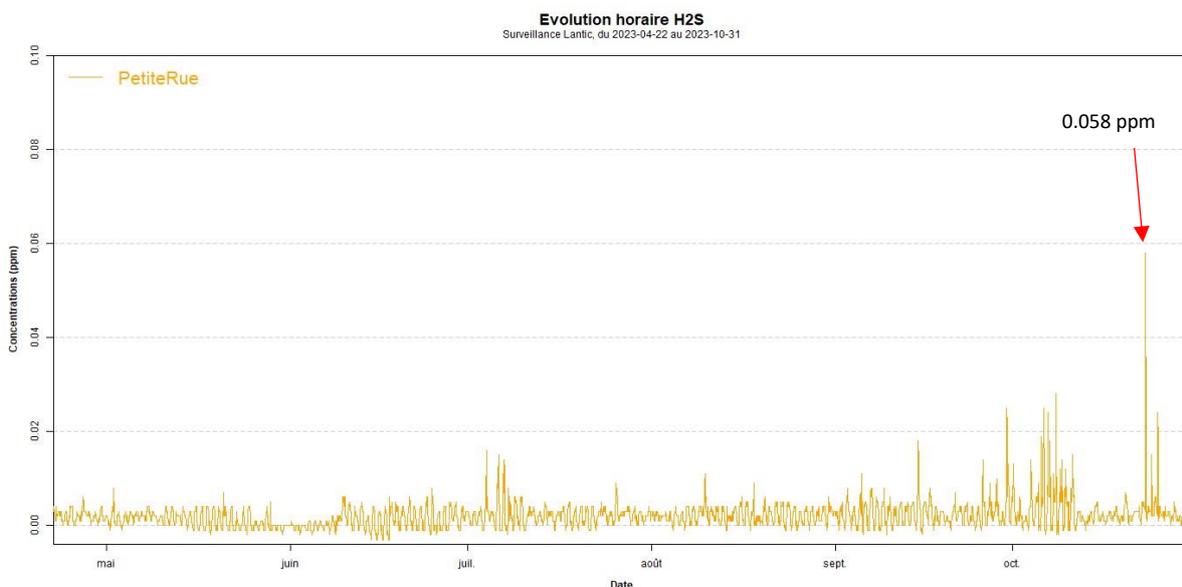


Figure 16 : Evolution des données horaires en hydrogène sulfuré (en ppm).

### e) Dépassement de la valeur guide de nuisance olfactive

La valeur guide de nuisance olfactive pour la population de 0,005 ppm a été définie par l'OMS sur une durée d'une demi-heure.

**Pour les sites riverains**, les capteurs mis en place ayant une limite de détection de 0,02 ppm, l'incertitude sur les valeurs inférieures à ce seuil est élevée.

Pour cette raison et au vu des faibles niveaux rencontrés lors de ce suivi (2023), il n'a pas été jugé pertinent **de comparer les données au seuil de nuisance olfactif**.

**Sur le site de Lantic**, la limite de détection de l'analyseur automatique de 0,0005 ppm permet d'interpréter les données de mesure au regard de ce seuil. En revanche, il s'agit de mesures réalisées sur l'emprise d'un site industriel ; la valeur guide ne s'applique pas dans ce contexte (cf. III.2.). Un travail de comparaison a toutefois été mené tenant compte de cette limite.

La Figure 17 présente le pourcentage de temps où cette valeur guide a été dépassée pour chacune des journées du suivi sur le site de Lantic. La Figure 18 quant à elle présente ce dépassement à l'échelle mensuelle avec une comparaison aux années 2022 et 2021.

En 2023, on remarque que les dépassements du seuil de nuisance olfactive sont très fréquents à partir du 09 juin et jusqu'à fin octobre (fin des mesures), période où les réceptions d'algues sont les plus importantes (Figure 10 : Evolution mensuelle des algues réceptionnées sur le site (en tonnes) – comparaison de l'année 2023 à la moyenne 2016-2022). Les nuisances ont été plus fortes en août et en septembre avec 5 jours où les taux de dépassement sont supérieurs à 90% sur les deux mois.

Par rapport à l'année précédente (2022), les odeurs sont apparues plus tardivement pendant la saison 2023, en lien avec l'arrivage tardif des algues (Figure 10). En 2022, les algues sont arrivées de manière groupée entre les mois de mai, juin et juillet. Les nuisances olfactives ont été importantes sur ces 3 mois, avec un pic en juin (47 %). Pendant la saison 2023, des nuisances importantes se sont étalées pendant 5 mois, de juin à fin octobre. On remarque que le profil de réception des algues (groupés ou étalés) influence les niveaux de nuisance olfactive.

## Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

L'année 2021 a été l'année la plus forte en termes de réception d'algues (12 000 tonnes). Les nuisances olfactives étaient également très présentes sur le site entre juin et octobre (25 jours de dépassement du seuil olfactif sur plus de 90% du temps).

**Sur l'ensemble de la saison 2023 (site de Lantic), 5 journées présentent un dépassement du seuil olfactif sur plus de 90% du temps (août et septembre) contre 5 également l'année précédente (juin). Les mois d'août et de septembre, avec le plus de dépassement de la valeur seuil, correspondent aux arrivages d'algues les plus importants.**

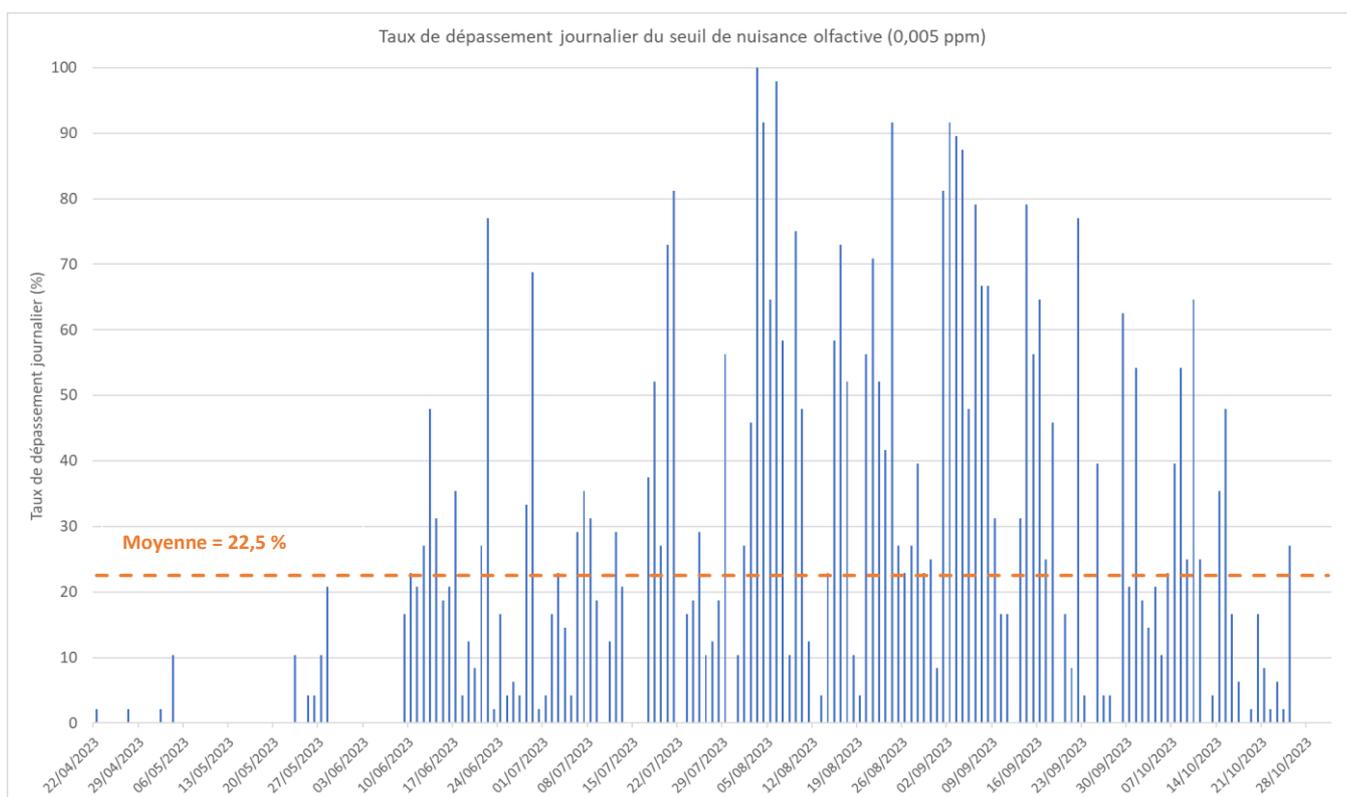


Figure 17 : Site de Lantic - Evolution du taux de dépassement journalier de la valeur guide de nuisances olfactives

## Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

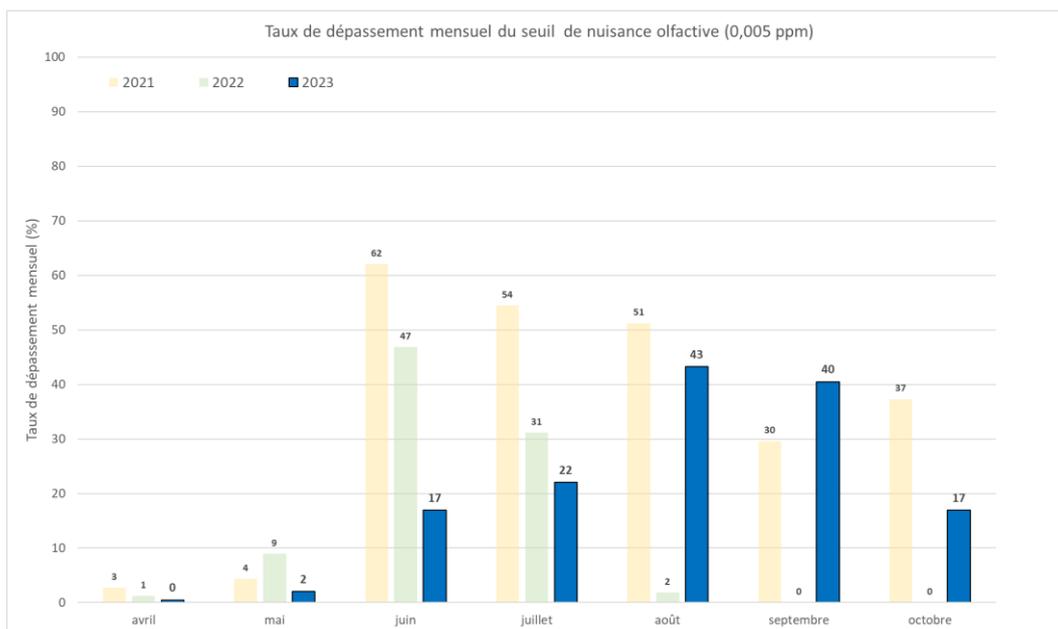


Figure 18 : Site de Lantic- Evolution du taux de dépassement mensuel de la valeur guide de nuisances olfactives

### f) Origine des concentrations en hydrogène sulfuré

La comparaison des données de mesure d'hydrogène sulfuré avec les directions et vitesse de vent sous la forme d'une rose de pollution, permet d'aider à l'identification des sources d'émissions. Ce travail a été réalisé pour chaque site de mesure, à partir des données de mesure en continu et des conditions de vents mesurées sur le site de Lantic.

Les polar plot permettent de localiser les différences de concentration d'un polluant (échelle de couleur) en fonction de la direction et de la force du vent (cercles) (ANNEXE ). Un pas de temps horaire est exploité afin d'étudier un lien potentiel entre ces différents paramètres.

Nous considérons dans ce travail que les conditions météorologiques du site de Lantic sont celles rencontrées également sur les sites riverains or des influences microlocales sont possibles. Les directions indiquées par les roses des vents sont donc à interpréter avec précaution. La Figure 19 présente les quatre polar plot.

Sur le site de Lantic, les concentrations les plus élevées ont été mesurées par vent faible provenant du secteur Nord/Nord-Ouest, ce qui reste logique au regard du positionnement du point de mesure par rapport aux installations de traitement sur site.

Pour le site « PetiteRue », les concentrations sont plus élevées par vent faible provenant du Sud-Est. Il est à noter qu'un bâtiment d'élevage est situé entre le site de Lantic et le site « PetiteRue », ce qui est susceptible d'influencer les concentrations en H<sub>2</sub>S.

Concernant les sites « VilleNeuve » et « Loges », situés au lieu-dit Le Rest à l'Ouest du site de Lantic, les concentrations sont plus élevées lorsque les vents proviennent de la direction Sud-Est (couleur rouge sur les roses des pollutions). Il est à noter que les vents d'Est étaient très minoritaires pendant la période de mesure (Figure 6).

**Cette analyse permet d'identifier de légères différences entre les niveaux de concentration en fonction de la provenance des vents.**

# Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

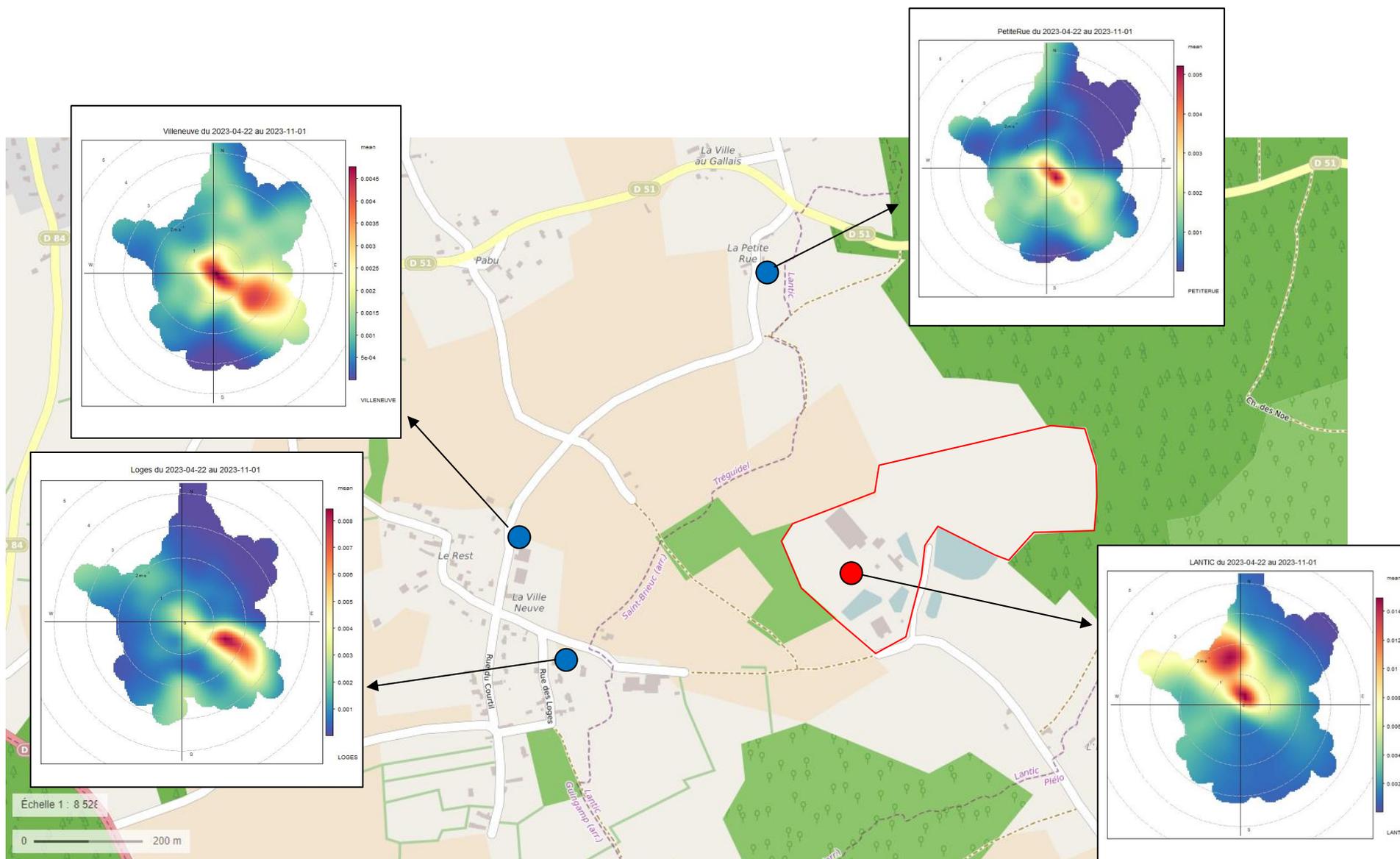


Figure 19 : Roses des pollutions en hydrogène sulfuré sur l'ensemble de la période de suivi (en ppm)

## VI. CONCLUSION

La mise en place d'un dispositif de suivi permanent des concentrations d'hydrogène sulfuré pendant la saison de traitement des algues a été actée en automne 2019, dans le cadre d'une convention de coopération signée entre l'exploitant et les riverains.

### ❖ Le dispositif mis en place

Pour répondre à cet engagement, Air Breizh a mis en place en 2020 un dispositif comprenant une station fixe de mesure pérenne dans le temps sur le site de Lantic, complétée de capteurs autonomes sur trois autres sites dans le voisinage.

Sur site, la station fixe comprend un analyseur automatique de l'hydrogène et une station météorologique.

Hors site, des capteurs autonomes ont été mis en place. Du fait de leur coût raisonnable, ils présentent l'avantage de pouvoir être déployés sur plusieurs sites simultanément afin de suivre l'évolution temporelle des niveaux d'hydrogène sulfuré.

**Les mesures ont été réalisées du 22/04 au 31/10/23.**

### ❖ Représentativité de la saison 2023

Les volumes d'algues traitées lors de cette saison 2023 sont dans la moyenne par rapport aux autres saisons (depuis 2016).

Les arrivages d'algues ont été tardif, la majorité a été réceptionnée entre juin et octobre 2023, avec des quantités plus importantes par rapport à la moyenne sur les mois d'août et de septembre.

La surveillance a couvert la majeure partie de la période de traitement. En effet, cette période (22 avril au 31 octobre) représente 98 % du tonnage traité sur la saison.

### ❖ Résultats de mesure sur les sites riverains

#### **Comparaison au seuil sanitaire (valeurs journalières)**

Les moyennes sur l'ensemble de la saison sont proches entre les trois sites riverains (0,002-0,003 ppm).

Les moyennes journalières maximales des sites « VilleNeuve », « Loges » et « Petite Rue » sont proches (respectivement 0,008, 0,003 et 0,008 ppm).

**Ces concentrations journalières sont donc très inférieures au seuil sanitaire de 0.106 ppm défini par l'OMS.**

Le département santé du gouvernement d'Australie fixe une valeur guide pour la protection de la santé (toxicité sub-chronique) de 0,014 ppm en moyenne sur 90 jours.

**Les sites riverains présentent des niveaux 3,5 fois inférieurs à cette valeur guide.**

#### **Valeurs horaires : pic ponctuel**

Comme pour les saisons 2021 et 2022, des mesures en continu sur les sites riverains ont permis de suivre la dynamique des concentrations en hydrogène sulfuré.

## Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

Les valeurs maximales horaires des sites riverains « VilleNeuve » et « Loges » n'ont pas été très importantes (respectivement 0,016 et 0,026 ppm). Un pic de concentration a été observé sur le site « PetiteRue » (0,058 ppm). L'analyse détaillée de ce pic avec les conditions de vents semble indiquer que le site de Lantic soit à l'origine de ce pic de concentration (vents provenant du Sud-Est : 150°).

### **Evolution des niveaux en fonction des conditions de vent**

La comparaison des données de mesure d'hydrogène sulfuré avec les conditions météorologiques a mis en évidence une concentration légèrement plus élevée lorsque les vents provenaient du site de traitement, ceci pour les trois sites riverains.

Sur la période de mesure, les vents provenaient de secteurs différents : Nord-Ouest, Nord-Est et Sud/Sud-Est. Ces conditions ont contribué à exposer préférentiellement le site riverain « PetiteRue » lorsque les vents provenaient du Sud/Sud-Est.

En revanche, les niveaux moyens mesurés sur le site Petite Rue sont proches des autres sites riverains. On remarque une faible influence des conditions de vents.

#### ❖ **Résultats des mesures sur le site de traitement des algues**

Les mesures en continu sur le site de traitement ont permis de suivre l'évolution des concentrations au plus près des sources d'émission.

La concentration moyenne mesurée sur la saison (0.005 ppm en 2023) est identique à celle de l'année précédente (2022). La quantité d'algues réceptionnée en 2023 (6 500 t), proche de l'année 2022 (5 200 t) pourrait expliquer les niveaux mesurés en H<sub>2</sub>S.

#### ❖ **Nuisances olfactives**

De fortes nuisances olfactives dans l'environnement du site ont été rapportées par les riverains pendant la saison 2023 (automne). Le dispositif de mesure a été conçu pour évaluer le risque sanitaire potentiel lié aux émissions d'hydrogène sulfuré du site, il ne permet pas d'évaluer le risque lié aux nuisances olfactives.

Ces nuisances ne peuvent pas être quantifiées par notre réseau de capteur en raison des limites technologiques (limite de quantification trop importante). De plus, le mélange complexe de composés responsables de nuisances olfactives est difficilement quantifiable avec un appareil de mesure.

Nous proposons pour la saison 2024 la mise en place d'un observatoire des odeurs pour améliorer les connaissances sur le sujet et identifier des leviers d'action permettant de réduire les nuisances olfactives dans l'environnement du site.

Les actions pouvant être mis en place sont les suivantes :

- Rencontre avec les riverains et l'exploitant pour faire un état des lieux des odeurs sur le site et dans l'environnement ;
- Mise en place d'un outil de signalement (Signal'Air) pour homogénéiser l'information, et permettre l'exploitation des données.
- Profil olfactif pour caractériser le site et son environnement, spatialiser les sources et identifier des leviers d'action.

## Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

### ❖ Conclusion et perspectives

Les résultats des mesures chez les riverains sont restés faibles, proches des niveaux de fond, sur l'ensemble de la saison à l'image des mesures des années précédentes.

Le process de traitement des algues semble bien maîtrisé comme en témoigne les niveaux mesurés sur le site de traitement (diminution des pics par rapport aux années précédentes).

En réponse aux fortes nuisances olfactives rapportées par les riverains pendant la saison 2023, nous proposons la mise en place d'un observatoire des odeurs, avec pour objectif de mieux comprendre et maîtriser les nuisances dans l'environnement du site.

En complément, conformément à l'engagement pris par l'exploitant en 2019, les mesures de l'hydrogène sulfuré seront renouvelées en 2024 selon le même dispositif.

## ANNEXE I : PRESENTATION D'AIR BREIZH

La surveillance de la qualité de l'air est assurée en France par des associations régionales, constituant le dispositif national représenté par la Fédération ATMO France.

Ces organismes, agréés par le Ministère de la Transition écologique et solidaire, ont pour missions de base, la mise en œuvre de la surveillance et de l'information sur la qualité de l'air, la diffusion des résultats et des prévisions, et la transmission immédiate au Préfet et au public, des informations relatives aux dépassements ou prévisions de dépassements des seuils de recommandation et d'information du public et des seuils d'alerte.

En Bretagne, cette surveillance est assurée par Air Breizh depuis 1986.

Le réseau de mesure s'est régulièrement développé et dispose en 2023, de 15 stations de mesure, réparties sur le territoire breton, ainsi que d'un laboratoire mobile, de cabines et de différents préleveurs, pour la réalisation de campagnes de mesure ponctuelles.

L'impartialité de ses actions est assurée par la composition quadripartite de son Assemblée Générale regroupant quatre collèges :

- Collège 1 : services de l'Etat,
- Collège 2 : collectivités territoriales,
- Collège 3 : émetteurs de substances polluantes,
- Collège 4 : associations de protection de l'environnement et personnes qualifiées.

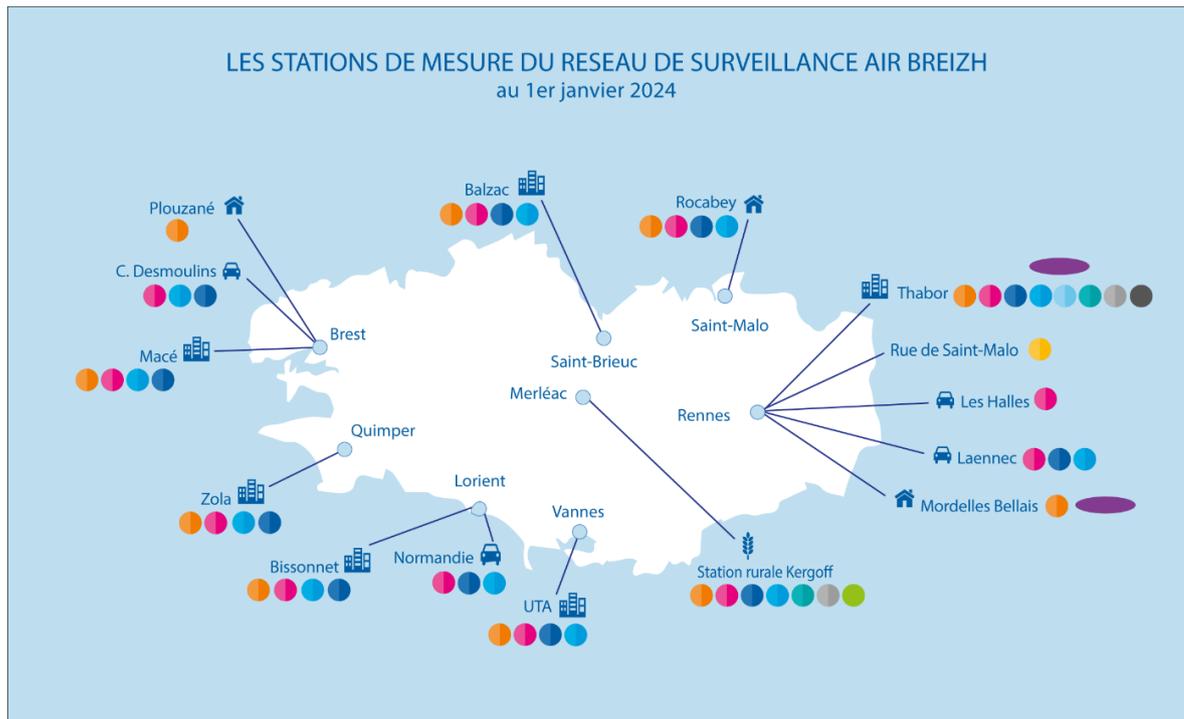
### Missions d'Air Breizh

- Surveiller les polluants urbains nocifs (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, Métaux lourds, HAP, Benzène, PM10 et PM2.5) dans l'air ambiant,
- Informer la population, les services de l'Etat, les élus, les industriels..., notamment en cas de pic de pollution. Diffuser quotidiennement l'indice ATMO, sensibiliser et éditer des supports d'information : plaquettes, site web...,
- Etudier l'évolution de la qualité de l'air au fil des ans, et vérifier la conformité des résultats par rapport à la réglementation.
- Apporter son expertise sur des problèmes de pollutions spécifiques et réaliser des campagnes de mesure à l'aide de moyens mobiles (laboratoire mobile, tubes à diffusion, préleveurs, jauges OWEN...) dans l'air ambiant extérieur et intérieur.

### Réseau de surveillance en continu

La surveillance de la qualité de l'air pour les polluants réglementés est assurée via des d'analyseurs répartis au niveau des grandes agglomérations bretonnes. Ce dispositif est complété par d'autres outils comme l'inventaire et la modélisation, qui permettent d'assurer une meilleure couverture de notre région.

# Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)



Implantation des stations de mesure d'Air Breizh (au 01/01/24)

## Moyens

Afin de répondre aux missions qui lui incombent, Air Breizh compte 20 salariés, et dispose d'un budget annuel de l'ordre de 2.3 millions d'euros, financé par l'Etat, les collectivités locales, les émetteurs de substances polluantes, et des prestations d'intérêt général et produits divers.

## ANNEXE II : HISTORIQUE DES CAMPAGNES DE MESURE D'HYDROGENE SULFURE EN LIEN AVEC LES ALGUES VERTES (AIR BREIZH)

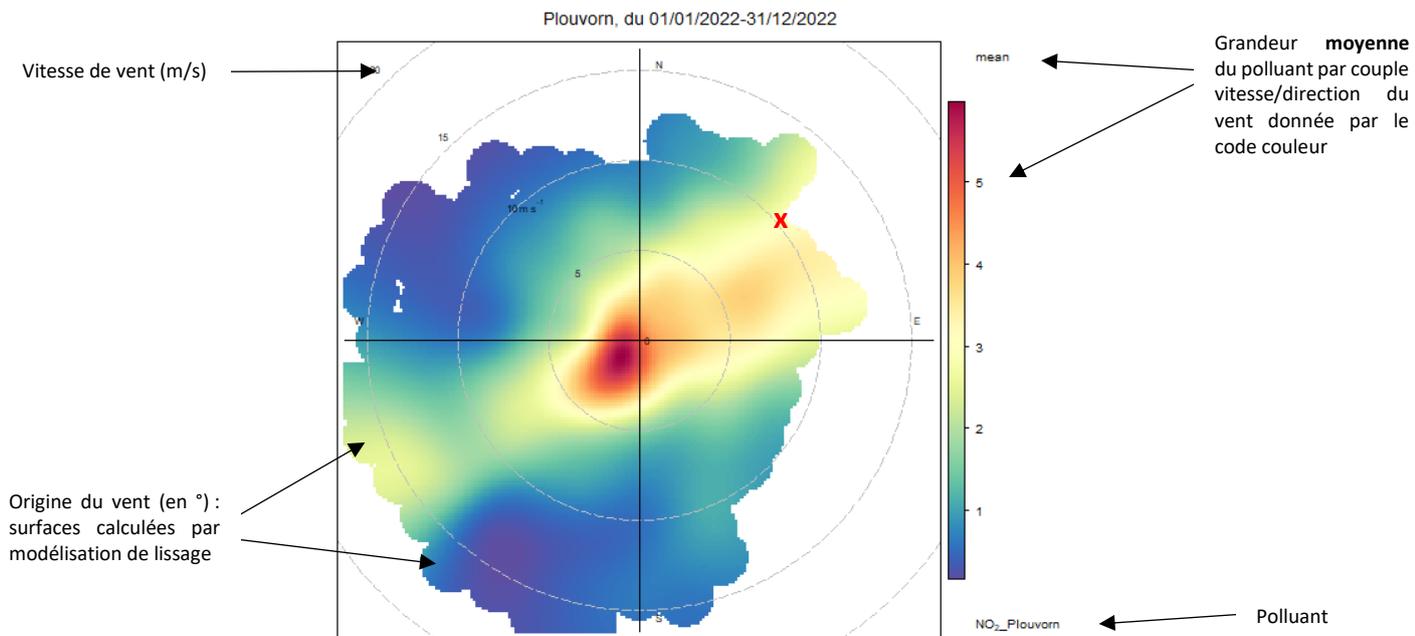
Année	Campagne SITES PUBLICS	Période échantillonnée	Lieu	Paramètres suivis
2005	Campagne de mesure d'ammoniac et d'hydrogène sulfuré à St Michel en Grèves (22)	21/07 au 02/09/2005	St Michel en Grève (22)	H2S NH3
2006	Campagne de mesure d'ammoniac et d'hydrogène sulfuré à St Michel en Grèves (22)	20/07 au 13/09/2006	St Michel en Grève (22)	H2S NH3
2008	Campagne de mesure d'ammoniac et d'hydrogène sulfuré sur la plage de la Grandville à Hillion (22)	03/07 au 10/09/2008	Hillion (22)	H2S NH3
2009	Campagne de mesure d'ammoniac et d'hydrogène sulfuré sur la plage du Ris à Douarnenez (29)	02/07 au 25/08/2009	Douarnenez (29)	H2S NH3
2009	Campagne de mesure d'hydrogène sulfuré à St Michel en Grèves (22)	03/09 au 14/09/2009	St Michel en Grève (22)	H2S
2010	Campagne de mesure d'hydrogène sulfuré sur la plage de la Grandville à Hillion (22)	3/06 au 22/09/2010	Hillion (22)	H2S
2011	Campagne de mesure d'hydrogène sulfuré à Morieux (22)	04/08 au 11/08/2011	Morieux (22)	H2S
2012	Etude de l'exposition au gaz issus de dépôts putréfiants en zone de vasières	avril à août 2012	Lannion (22)	H2S NH3 COV
2013	Etude de l'exposition au gaz issus de dépôts putréfiants en zone de vasières	avril à octobre 2013	Lannion (22) + Loccmiquélic (56)	Endotoxines
2017	Campagne de mesure d'hydrogène sulfuré dans la baie de St Brieuc (22) : port du Légué (Plérin)	19/07 au 30/08/2017	Plérin (22)	H2S
2018	Campagne de mesure d'hydrogène sulfuré dans la baie de St Brieuc (22) : Port du Légué (Plérin)	28/06 au 11/10/2018	Plérin (22)	H2S
2019	Campagne de mesure d'hydrogène sulfuré dans la baie de St Brieuc (22) : Port du Légué et rue Mont Houvet (Plérin)	04/06 au 24/09/2019	Plérin (22)	H2S
2020	Campagne de mesure d'hydrogène sulfuré dans la baie de St Brieuc (22) : Port du Légué (Plérin), Plage du Valais (St Brieuc), Boutdeville (Langueux), Hotellerie (Hillion)	09/06 au 01/10/2020	Baie de St Brieuc (22)	H2S
2021	Campagne de mesure d'hydrogène sulfuré dans la baie de St Brieuc (22) : Port du Légué (Plérin), Plage du Valais (St Brieuc), Boutdeville (Langueux), Hotellerie (Hillion)	Du 04/05 au 03/10/21	Baie de St Brieuc (22)	H2S
2022	Campagne de mesure d'hydrogène sulfuré, réseau H2S Bretagne : baie de St Brieuc (22) ; Baie de la Fresnaye (22) ; Baie de la Lieue de Grève (22) ; Baie du Douron (29) ; Baie de l'Horn Guillec (29) ; Baie de Quillimadec (29) ; Baie de Dournenez (29).	Du 19/05 au 30/09/22	Bretagne	H2S
2023	Campagne de mesure d'hydrogène sulfuré, réseau H2S Bretagne : baie de St Brieuc (22) ; Baie de la Fresnaye (22) ; Baie de la Lieue de Grève (22) ; Baie du Douron (29) ; Baie de l'Horn Guillec (29) ; Baie de Quillimadec (29) ; Baie de Dournenez (29).	Du 01/06 au 31/10/23	Bretagne	H2S
Année	Campagne SITES DE TRAITEMENT DES ALGUES	Période échantillonnée	Lieu	Paramètres suivis
2007	Mesure d'hydrogène sulfuré à proximité des plateformes de compostage de Launay-Lantic et Hillion (22)	26/06 au 31/10/2007	Launay-Lantic et Hillion (22)	H2S
2010	Mesure d'hydrogène sulfuré à proximité des plateformes de compostage de Ploufragan (22) et Fouesnant (29)	juillet à septembre 2010	Ploufragan (22) et Fouesnant (29)	H2S NH3 COV
2011	Evaluation de l'impact du séchage des algues vertes sur la qualité de l'air à Planguenoual (22)	juin à octobre 2011	Planguenoual (22)	H2S NH3

## Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré dans l'air – Site de Lantic (22)

2015	Campagne de mesure autour de la plateforme de compostage de Launay-Lantic (22)	avril à septembre 2015	Launay-Lantic (22)	H2S +autres composés odorants
2019	Campagne de mesure autour de la plateforme de compostage de Launay-Lantic (22)	18/07 au 19/09/2019	Launay-Lantic (22)	H2S
2020	Campagne de mesure autour de la plateforme de compostage de Launay-Lantic (22)	28/05 au 27/10/2020	Launay-Lantic (22)	H2S
2021	Campagne de mesure autour de la plateforme de compostage de Launay-Lantic (22)	08/04 au 21/10/21	Launay-Lantic (22)	H2S
2022	Campagne de mesure autour de la plateforme de compostage de Launay-Lantic (22)	05/04 au 13/10/22	Launay-Lantic (22)	H2S
2023	Campagne de mesure autour de la plateforme de compostage de Launay-Lantic (22)	22/04 au 31/10/23	Launay-Lantic (22)	H2S

## ANNEXE 3: LECTURE DES ROSES DE POLLUTION

Les roses de pollution sont réalisées grâce au package Openair du logiciel R.



Exemple de lecture (**X**): concentration moyenne en dioxyde d'azote de 3 µg/m<sup>3</sup> (cf échelle de couleur) pour des vents de Nord-Est à une vitesse de 10 m/s