



# Baie de St Brieuc (22)

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

**Saison d'échouage 2021**

*Version du 11/01/2022*

Etude réalisée par Air Breizh  
Co-financement Saint-Brieuc Armor  
Agglomération et ARS Bretagne

## 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 1<sup>er</sup> août 2016 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

**Projet :** Baie de Saint-Brieuc - Résultats du suivi des concentrations dans l'air en hydrogène sulfuré

Version (date)	Modifications	Auteur	Validation
Version du 11/01/2022	Création	O. CESBRON (ingénieur d'étude)	G. Lefeuvre (Directeur) O. Le Bihan (Responsable du service études)

## Relecture externe

François DAVID et Solène CARDUNER  
(Direction Eaux et assainissement – Service Protection des milieux Saint Brieuc Armor  
Agglomération)

Sylvain PRUDHOMME  
(Responsable du pôle Eaux de Loisirs et Littorales 22/35 - ARS Bretagne)

## SOMMAIRE

### Table des matières

Avertissements .....	2
Conditions de diffusion .....	2
Organisation interne – contrôle qualité .....	2
Relecture externe.....	2
SOMMAIRE.....	3
I. Contexte.....	6
II. Le secteur d'étude .....	7
II1. La Baie de Saint Brieuc .....	7
II2. La zone d'étude .....	7
II3. L'habitat dans la zone d'étude .....	8
III. Historique des SUIVIS de la qualité de l'air dans la zone d'étude .....	10
IV. Le protocole de mesure .....	12
IV1. Polluant étudié : le sulfure d'hydrogène.....	12
IV2. Matériel et méthode de mesure .....	14
V. Contexte des mesures.....	23
V1. Les conditions météorologiques .....	23
V2. Etat de prolifération et d'échouage des algues vertes .....	26
VI. Résultats et interprétation des mesures .....	29
VI1. Contrôle de la qualité des mesures.....	29
VI2. Résultats.....	30
VII. Conclusion.....	48
Annexe I : Présentation d'Air Breizh .....	51
Annexe II : Historique des campagnes de mesure d'hydrogène sulfuré en lien avec les algues vertes (Air Breizh) .....	53

## Index des Figures

Figure 1 : La baie de Saint-Brieuc [source : Géoportail] .....	7
Figure 2 : Localisation de la zone d'étude [Source Géoportail] .....	8
Figure 3 : Habitation dans le secteur d'étude [données BD MAJIC 2016].....	9
Figure 4 : Historique des campagnes de mesure réalisées en baie de Saint-Brieuc depuis 2008.....	11
Figure 5 : Cabine installée Rue de la Tour (Plérin) .....	15
Figure 6 : Capteur de mesure indicative (ENVEA) sur le site Valais.....	16
Figure 7 : Comparaison des moyennes journalières en H <sub>2</sub> S (µg/m <sup>3</sup> ) .....	17
Figure 8 : Corrélation des résultats entre chaque capteur et la référence (analyseur Lantic).....	17
Figure 9 : Distribution statistique des mesures durant les tests métrologiques après campagne .....	17
Figure 10 (ci-contre) : Vue aérienne de l'avant-port du Légué Source : Géoportail] .....	19
Figure 11 : Localisation des quatre points de mesure (fond de carte Géoportail avec représentation du bâti).....	20
Figure 12 : Illustration des quatre sites de mesure.....	21
Figure 13 : Rose des vents à St Brieuc (station Météo France) du 4/05 au 03/10/21 .....	24
Figure 14 : Normale de rose des vents du mois de juillet à St Brieuc – Période 1986-2010 (Météo France).....	24
Figure 15 : Roses des vents mensuelles à St Brieuc (station Météo France) .....	24
Figure 16 : Température et précipitations durant le suivi 2021 .....	25
Figure 17 : Evolution des cumuls journaliers de précipitations pendant la campagne de mesure [Station Météo France Saint-Brieuc (22)].....	25
Figure 18 : Evolution mensuelle des surfaces d'échouage d'algues vertes sur les principales baies bretonnes [CEVA] .....	27
Figure 19 : Quantités d'algues vertes évacuées en 2021 sur le territoire de la baie de Saint-Brieuc [données SBAA]..	28
Figure 20: Comparaison des moyennes par campagne en hydrogène sulfuré .....	31
Figure 21 : Distribution statistique des données horaires sous la forme d'un boxplot .....	32
Figure 22 : Evolution des moyennes mensuelles en H <sub>2</sub> S (en µg/m <sup>3</sup> ) pour les quatre sites .....	34
Figure 23 : Evolution des moyennes journalières en hydrogène sulfuré (en µg/m <sup>3</sup> ) relevées sur le site Rue de la Tour .....	35
Figure 24 : Evolution des moyennes journalières en hydrogène sulfuré (en µg/m <sup>3</sup> ) relevées sur le site Valais .....	36
Figure 25 : Evolution des moyennes journalières en hydrogène sulfuré (en µg/m <sup>3</sup> ) relevées sur le site Boutdeville ....	37
Figure 26 : Evolution des moyennes journalières en hydrogène sulfuré (en µg/m <sup>3</sup> ) relevées sur le site Hôtellerie .....	38
Figure 27 : Evolution des moyennes journalières sur la période du 25/06 au 21/07 sur le site Hôtellerie .....	39
Figure 28 (ci-contre) : Rose des vents durant la période du 25/06 au 21/07/21 [Données MF] .....	39
Figure 29 (ci-contre) : Localisation des plages de de l'Hôtellerie et de St Guimont .....	40
Figure 30 : Evolution des données horaires en hydrogène sulfuré (en µg/m <sup>3</sup> ) .....	41
Figure 31 : Evolution des données horaires en hydrogène sulfuré (en µg/m <sup>3</sup> ) sur le site du Valais .....	42
Figure 32 : Evolution des données horaires en hydrogène sulfuré (en µg/m <sup>3</sup> ) sur le site du Rue de la Tour.....	42

Figure 33 : Evolution des données horaires en hydrogène sulfuré (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sur le site du Hôtellerie du 25/06 au 21/07 .....	43
Figure 34 : <b>Pt Rue de la Tour</b> - Evolution du taux de dépassement journalier de la valeur guide de nuisances olfactives .....	44
Figure 35 : <b>Pt 1 Rue de la Tour</b> - Evolution du taux de dépassement journalier de la valeur guide de nuisance olfactives pour les suivi effectués de 2017 à 2021 .....	45
Figure 36 (ci-contre) : Corrélation des vitesses de vent et des concentrations sur le site Hôtellerie (données horaires) 46	
Figure 37 : Roses des pollutions en hydrogène sulfuré sur l'ensemble de la période de suivi (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) .....	47

---

### *Index des tableaux*

---

Tableau 1 : Seuils de perception olfactifs pour l'Hydrogène sulfuré.....	12
Tableau 2 : Caractéristiques principales des techniques de mesure retenues pour le suivi de l' $\text{H}_2\text{S}$ .....	18
Tableau 3 : Caractéristiques des sites de mesure .....	20
Tableau 4 : Synthèse des interventions menées par Air Breizh sur les sites de mesure .....	29
Tableau 5 : Couvertures temporelles par site de mesure .....	29
Tableau 6 : Résultats des mesures en hydrogène sulfuré (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).....	31

### I. CONTEXTE

Chaque année, la baie de Saint-Brieuc est touchée par des échouages d'algues vertes.

Dans ce contexte, l'agglomération de Saint-Brieuc, avec le soutien technique et financier de l'Agence Régionale de Santé, sollicite Air Breizh depuis 2017 pour **évaluer les niveaux d'hydrogène sulfuré dans l'air au niveau des zones d'habitation**.

Centrée sur le secteur du Légué depuis 2017, le suivi a été élargi à partir de 2020 à d'autres sites du fond de la baie de Saint-Brieuc, grâce à un dispositif spécifique de mesure en continu. D'autres campagnes ont été menées dans le secteur avant 2017 mais sur de plus courtes périodes (2008, 2010 et 2011).

Pour cette saison d'échouage 2021, l'agglomération de Saint-Brieuc et l'Agence Régionale de Santé ont souhaité renouveler le suivi selon le même dispositif, composé de 4 points de mesure comme suit :

- 1 analyseur en continu sur le point historique 'Rue de la Tour' ;
- 3 capteurs de mesure indicative sur 3 autres points du fond de la Baie de Saint-Brieuc : Valais, Boutdeville et Hôtellerie.

L'objectif reste identique à celui des années précédentes à savoir **étendre les connaissances sur les niveaux de concentration dans l'air dans les zones habitées situées à proximité des dépôts d'algues vertes**.

Le suivi a été conduit sur une période de 5 mois, du 4/05 au 3/10/21.

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

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).

## II. LE SECTEUR D'ETUDE

### II.1. La Baie de Saint Brieuc

La baie de Saint Brieuc s'étend sur 800 km<sup>2</sup> de l'archipel de Bréhat au Nord-Ouest, au Cap Fréhel au Nord-Est (cf. figure 1).

Sa configuration (pente douce, sableuse) associée aux apports en nutriment de plusieurs rivières, est favorable au développement des algues vertes dans la baie.

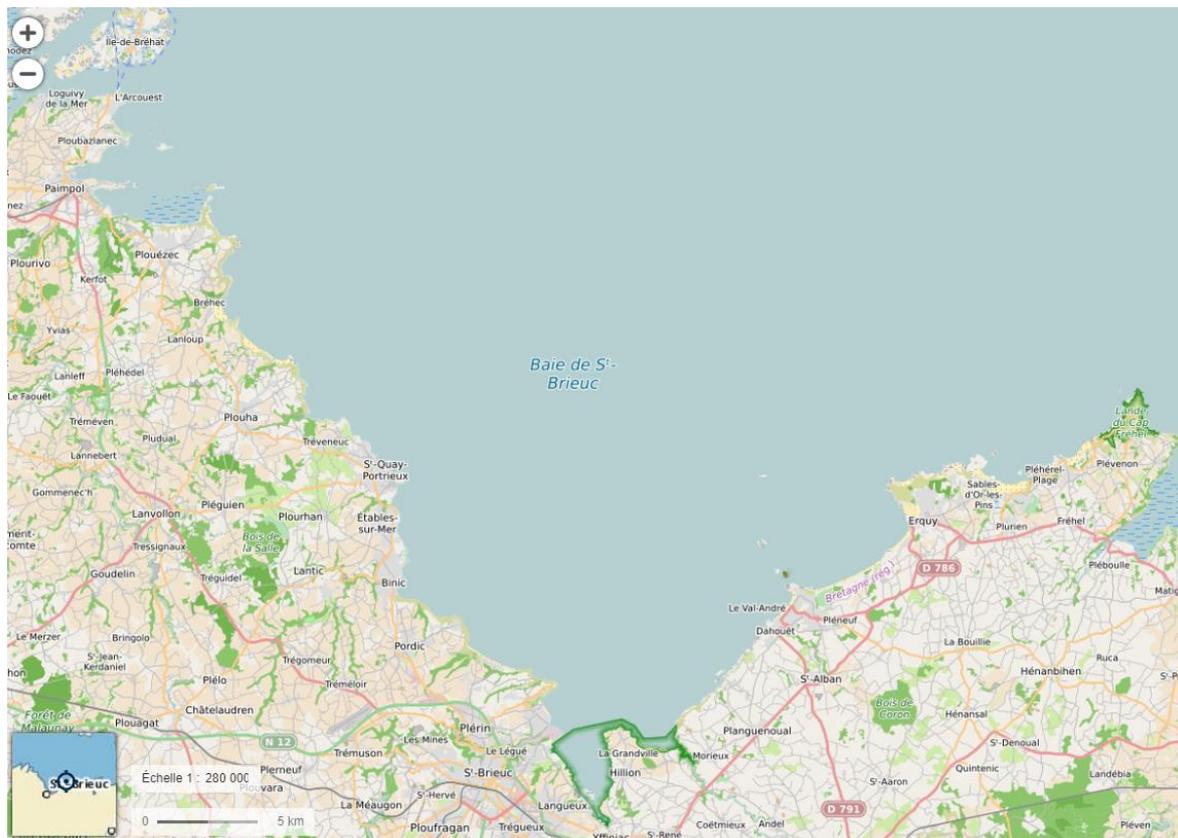


Figure 1 : La baie de Saint-Brieuc [source : Géoportail]

### II.2. La zone d'étude

La zone d'étude est centrée sur le fond de la baie de Saint-Brieuc (cf. figure 2) qui concentre les échouages d'algues les plus importants.

Plusieurs critères ont été retenus pour le choix des points de prélèvement dans cette zone d'étude, nous y reviendrons dans la suite du rapport (chapitre IV.2).

## Suivi des concentrations dans l'air en hydrogène sulfuré – Baie de Saint-Brieuc (22)

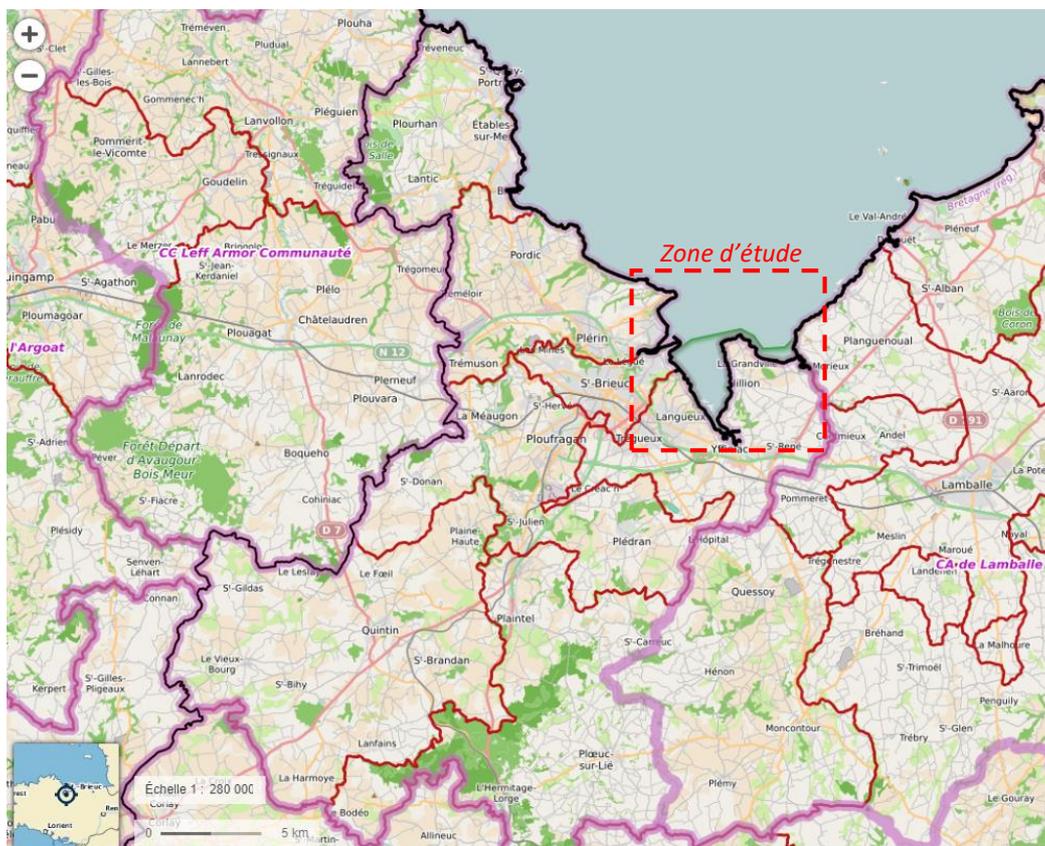


Figure 2 : Localisation de la zone d'étude [Source Géoportail]

### II.3. L'habitat dans la zone d'étude

Le présent suivi vise à mesurer les concentrations en hydrogène sulfuré sur des secteurs du littoral à risque d'échouage d'algues vertes, fréquentés par la population.

Les zones les plus densément peuplées du secteur d'étude sont les suivantes (cf. figure 3) :

- L'embouchure du Légué : rive Nord (Plérin-sur-Mer) et rive Sud (Saint-Brieuc, quartier de Cesson) de la rivière du Goüet.
- Le fond de l'Anse d'Yffiniac, côté Ouest, les habitations situés le long de la rue des Grèves (Langueux).
- A l'Est de l'anse d'Yffiniac, au niveau de la commune d'Hillion, où l'habitat est toutefois très dispersé.

## Suivi des concentrations dans l'air en hydrogène sulfuré – Baie de Saint-Brieuc (22)

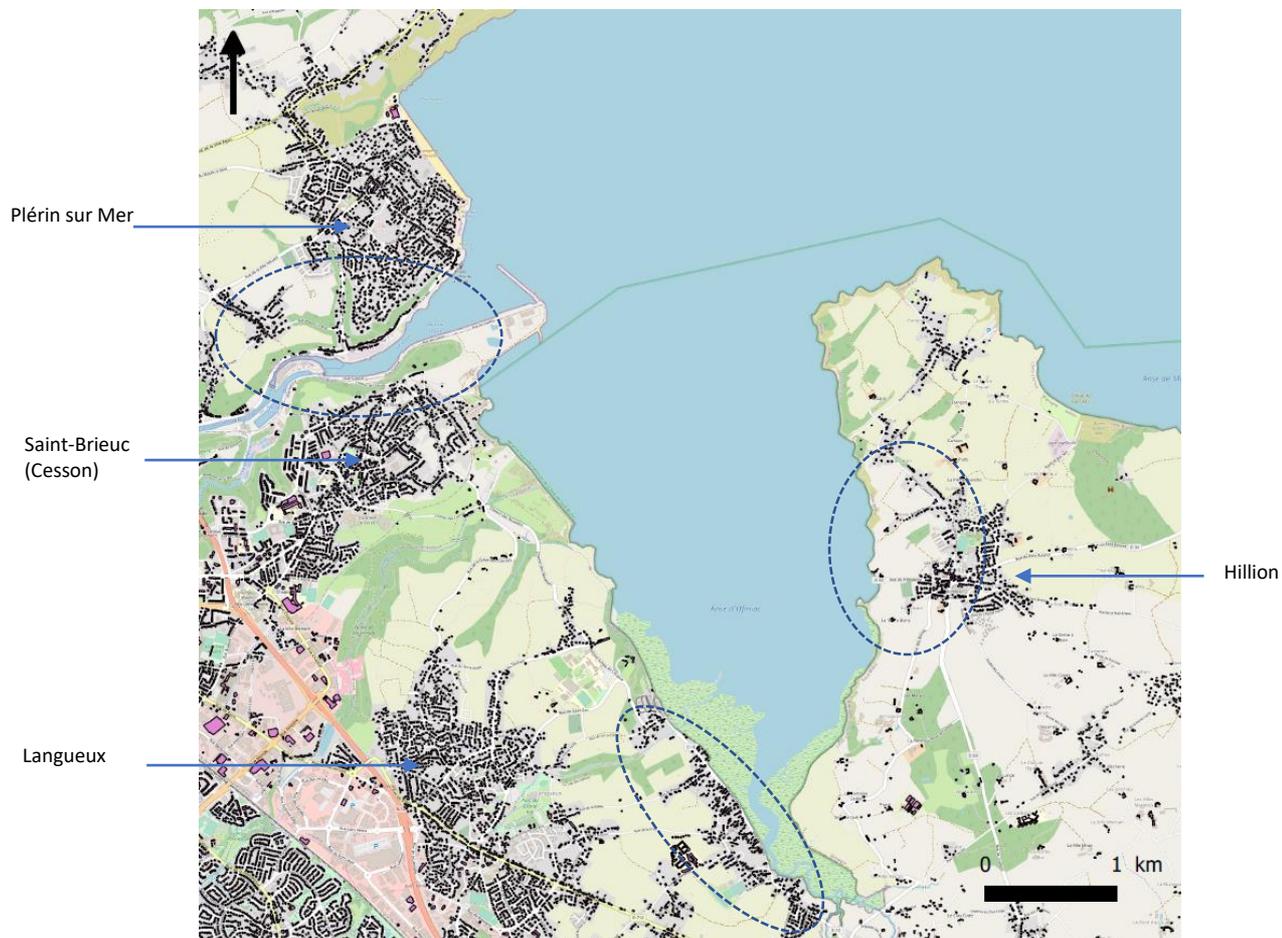


Figure 3 : Habitation dans le secteur d'étude [données BD MAJIC 2016]

### III. HISTORIQUE DES SUIVIS DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LA ZONE D'ETUDE

Rappelons que l'objectif de ces campagnes de mesure est d'évaluer les émissions d'hydrogène sulfuré générées par les échouages d'algues vertes au niveau des zones d'habitations.

Depuis 2017, ces campagnes sont réalisées à la demande de l'agglomération de Saint-Brieuc avec l'appui de l'Agence Régionale de Santé.

Les premières mesures ont été réalisées durant l'été **2017** suite à des nuisances olfactives perçues par les riverains du port du Légué. Trois points avaient été équipés d'appareil de mesure en continu de l'ammoniac et de l'hydrogène sulfuré, du port du Légué à l'embouchure de la rivière du Gouët (cf. figure 5). Cette campagne avait été menée de mi-juillet à fin août ([lien vers le rapport](#)).

En **2018**, au vu des résultats de la campagne 2017, les mesures ont été limitées à l'hydrogène sulfuré et renouvelées sur le point Rue de la Tour, qui avait révélé les concentrations les plus importantes. Les mesures ont été réalisées sur l'ensemble de la période d'échouages contrairement à l'année précédente ([lien vers le rapport](#)).

En **2019**, le dispositif de suivi de l'hydrogène sulfuré s'est appuyé sur deux points de mesure : le point Rue de la Tour et le point Rue Mont Houvet, situé dans les quartiers résidentiels de Plérin, sur un secteur très exposé aux vents en provenance de la Baie de Saint-Brieuc par vents de Nord-Est ([lien vers le rapport](#)).

En **2020**, le suivi de l'hydrogène sulfuré sur le site Rue de la Tour a été maintenu. En revanche, le site Mont Houvet n'a pas été conservé, n'ayant pas révélé de niveaux importants en 2019, malgré des échouages importants.

En concertation avec l'agglomération de Saint-Brieuc, il avait été décidé d'élargir le suivi à trois autres sites du fond de la baie de Saint-Brieuc (cf. figure 4) ([lien vers le rapport](#)).

Ce même protocole a été conservé pour la saison d'échouage **2021**.

Rappelons qu'avant 2017, d'autres campagnes de suivi avaient été menées par Air Breizh dans le secteur, au niveau de la plage de la Grandville à Hillion (en [2008](#) et en 2010) ainsi que dans l'embouchure du Gouessant à Morieux (en [2011](#)).

## Suivi des concentrations dans l'air en hydrogène sulfuré – Baie de Saint-Brieuc (22)

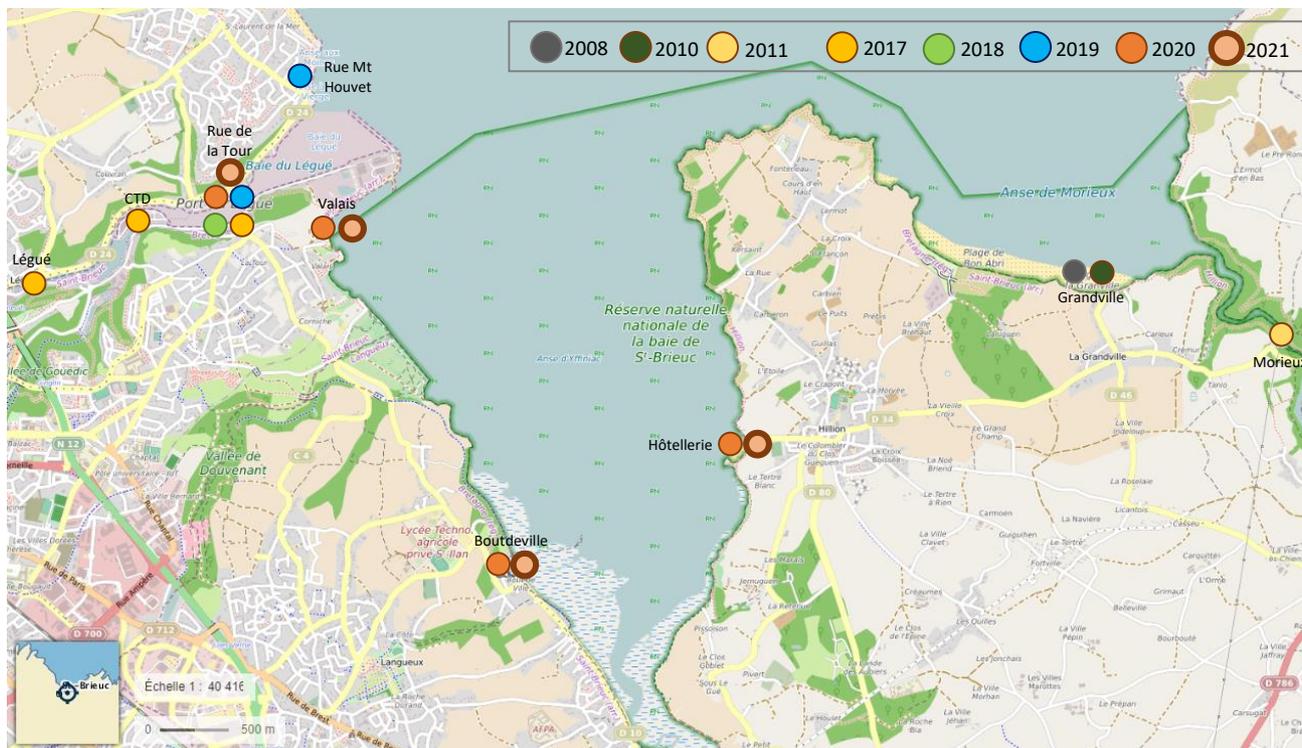


Figure 4 : Historique des campagnes de mesure réalisées en baie de Saint-Brieuc depuis 2008

### IV. LE PROTOCOLE DE MESURE

#### IV1. 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.**

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.

La concentration de fond ou bruit de fond en  $\text{H}_2\text{S}$  est estimée en moyenne entre 0.15 et 0.45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (ATSDR 2006). D'après la bibliographie (cf. Tableau 1), le seuil olfactif serait compris entre 0,6 et 14  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

*Tableau 1: Seuils de perception olfactifs pour l'Hydrogène sulfuré*

0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nagata et al (1990) <sup>1</sup>
7,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Leonardo et al (1969)
1 à 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	INERIS <sup>2</sup>

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

**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).

Cependant, des données de référence existent pour caractériser les gênes ou impacts sanitaires : il s'agit des Valeurs Toxicologiques de référence.

Une valeur toxicologique de référence (VTR) est un indice toxicologique qui permet, par comparaison avec l'exposition, de qualifier ou de quantifier un risque pour la santé humaine. Les VTR sont calculées à partir de doses critiques, identifiées dans les études scientifiques comme constituant des seuils au-delà desquels des effets sur la santé surviennent. Des facteurs d'incertitude leur sont appliqués de

<sup>1</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>2</sup> INERIS : fiche DRC 08 94398 - 10646 A

## Suivi des concentrations dans l'air en hydrogène sulfuré – Baie de Saint-Brieuc (22)

manière à dériver une VTR applicable à l'ensemble de la population. Il existe plusieurs sortes de VTR proposées par des organismes et pour des temps d'exposition différents :

- VTR Exposition chronique : effets consécutifs à une administration réitérée à long terme. Doses insuffisantes pour provoquer un effet immédiat, mais la répétition de leur absorption sur une longue période de temps a des effets délétères.
- VTR Exposition aiguë : effets sur l'organisme provoqués par une exposition de courte durée à une dose forte, généralement unique ».

Dans son rapport restituant les résultats des mesures réalisées en 2011 en baie de St Brieuc, l'INERIS synthétise les valeurs toxicologiques de référence disponibles lors de la rédaction du document<sup>3</sup>. Différentes valeurs sont proposées par type d'exposition :

- Exposition aiguë : REL = 42 µg/m<sup>3</sup> (1h) [OEHHA 2008], MRL = 100 µg/m<sup>3</sup> (30 min) [ATSDR 2006]
- Exposition subchronique : MRL = 30 µg/m<sup>3</sup> [ATSDR 2006]
- Exposition chronique : RfC = 2 µg/m<sup>3</sup> [US EPA 2003], REL = 10 µg/m<sup>3</sup> [OEHHA 2000]

**Dans le cadre de ce suivi, l'Agence Régionale de Santé (ARS) consultée par Air Breizh, a retenu les valeurs toxicologiques de référence recommandées par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS 2000) [Décision ARS Février 2019] :**

- **La valeur guide sanitaire de 150 µg/m<sup>3</sup> sur 24 heures (moyenne journalière) ; elle correspond au 1<sup>er</sup> effet sanitaire observable chez l'homme (irritation oculaire) ;**
- **La valeur guide de nuisance olfactive de 7 µg/m<sup>3</sup> sur 30 minutes.**

La valeur guide sanitaire sera prise comme référence pour apprécier les niveaux de concentration susceptibles d'impacter les riverains des zones d'échouage en réponse à l'objectif de ce suivi.

Concernant la valeur guide de nuisance olfactive, nous verrons par la suite que l'un des dispositifs retenus (capteur de mesure indicative) ne permet pas une comparaison des données à cette référence de 7 µg/m<sup>3</sup>, en raison d'une incertitude trop élevée dans cette gamme de concentration.

Les mesures réalisées avec l'appareil de mesure automatique sur le point historique « Rue de la Tour » seront en revanche comparées à cette référence.

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.

A ce sujet, durant l'été, **la Direction générale de la santé a saisi le Haut Conseil de la Santé Publique** pour définir des seuils d'intervention et proposer le cas échéant un dispositif de surveillance des concentrations en H<sub>2</sub>S issu de sites à risque, avec notamment un éclairage sur la question des effets chroniques. Les conclusions sont attendues pour la fin de l'année 2021.

---

<sup>3</sup> Tableau p.22 - Rapport « Caractérisation des concentrations en hydrogène sulfuré et autres composés soufrés sur la plage de la baie de Morieux (22) et à l'embouchure du Gouessant » [N° [DRC-11-123950-09063A](#) – 23/08/2011]

### IV2. Matériel et méthode de mesure

Comme en 2020, deux techniques de mesure ont été associées pour assurer un suivi 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>4</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 ce suivi, sont détaillées dans les paragraphes suivants.**

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

**Un de ces appareils a été mis en place dans le secteur du Légué, sur le point 'Rue de la Tour' ayant déjà fait l'objet de mesure depuis 2017.** Son mode de fonctionnement et ses principales caractéristiques sont repris dans le paragraphe suivant.

---

<sup>4</sup> Directive européenne 2008/50/CE et 2004/107/CE

## Suivi des concentrations dans l'air en hydrogène sulfuré – Baie de Saint-Brieuc (22)

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 (<1 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 campagne pour vérifier la justesse de la mesure.

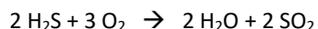
Installés dans une cabine de mesure, ils nécessitent un branchement électrique (cf. figure 5).



Figure 5 : Cabine installée Rue de la Tour (Plérin)

### 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 le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) présent naturellement dans l'air, puis, un four catalytique permet l'oxydation de l'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.

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

En complément, trois capteurs, commercialisés par la société ENVEA, ont été installés sur trois autres sites.

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, il présente une limite de détection plus élevée que l'appareil de mesure automatique (14 µg/m<sup>3</sup> contre 0,7 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 150 µg/m<sup>3</sup>.

Concernant les nuisances olfactives, pour les valeurs situées autour de la valeur guide olfactive de 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 (14 µg/m<sup>3</sup>).

## Suivi des concentrations dans l'air en hydrogène sulfuré – Baie de Saint-Brieuc (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 6).

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>5</sup>.



Figure 6 : Capteur de mesure indicative (ENVEA) sur le site Valais

### 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.

Contrairement aux appareils automatiques, l'étalonnage de ces capteurs n'est pas possible. La cellule de mesure doit être remplacée tous les ans.

Pour assurer la cohérence de leurs mesures par rapport à celles des appareils automatiques, **ils ont été disposés sur un même site avant et après la campagne de mesure en parallèle d'un analyseur automatique.**

Ces essais métrologiques, réalisés sur le site de traitement et de valorisation des algues vertes de Lantic équipé d'un tel dispositif, ont permis d'ajuster les données des capteurs et ainsi d'assurer la comparaison des données entre-elles. Ils ont été réalisés sur les deux périodes suivantes :

- Du 25/03 au 08/04/21 : tests avant campagne
- Du 07/10 au 21/10/21 : tests après campagne

Les résultats des tests métrologiques réalisées en fin de campagne sont présentés sur les figures de la page suivante.

---

<sup>5</sup> Informations sur le suivi en Martinique : <https://madinair.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/>

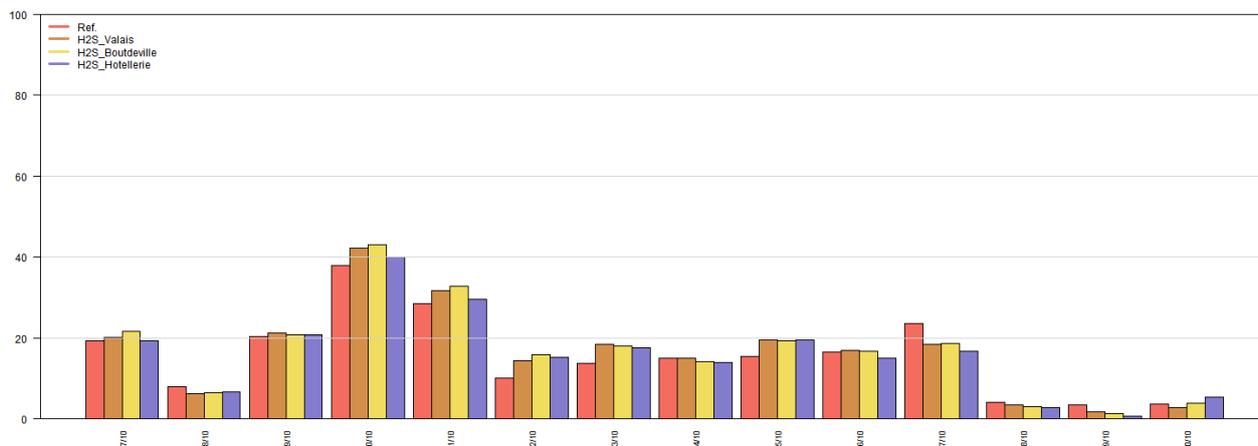


Figure 7 : Comparaison des moyennes journalières en H2S ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

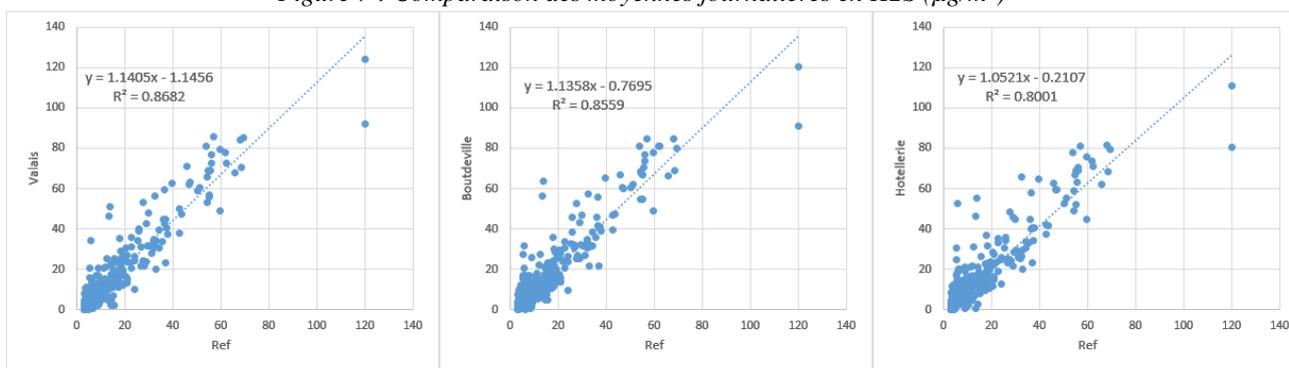


Figure 8 : Corrélation des résultats entre chaque capteur et la référence (analyseur Lantic)

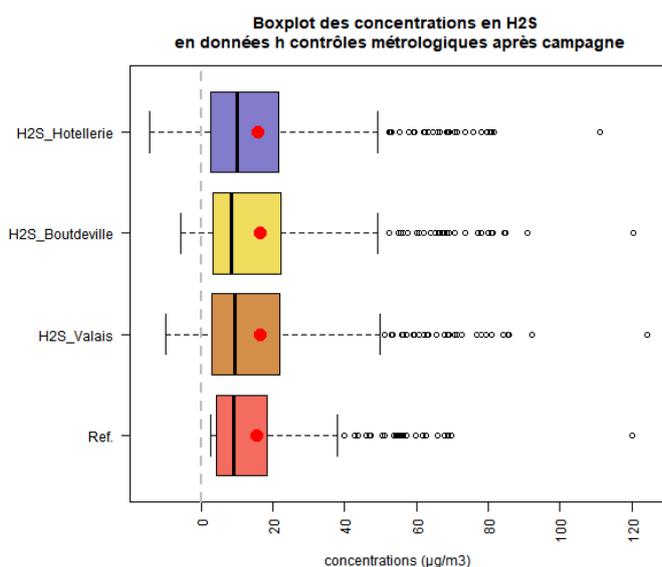


Figure 9 : Distribution statistique des mesures durant les tests métrologiques après campagne

### Commentaires :

Ces tests métrologiques réalisés à la fin de la campagne sont très satisfaisants.

Ils révèlent des différences peu significatives entre les capteurs et la référence à l'échelle de la journée (figure 7).

Les distributions des données horaires relevées par les trois capteurs sont également très proches de celles de la référence (figure 9).

Enfin, les corrélations des concentrations horaires (cf. figure 8) montrent une bonne synchronisation des mesures entre les capteurs et la référence ( $R^2 > 0.8$ ).

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

Au total, quatre points de mesure ont été équipés pour le suivi de l'hydrogène sulfuré à l'aide de deux techniques présentées précédemment.

Le tableau 2 synthétise les caractéristiques principales de ces deux techniques.

Tableau 2 : Caractéristiques principales des techniques de mesure retenues pour le suivi de l'H<sub>2</sub>S

	Appareil automatique	Capteur
Nombre	1	3
Modèle	APSA 370	ENVEA
Gamme de mesure	0-1500 µg/m <sup>3</sup>	0-1400 µg/m <sup>3</sup>
Limite de détection*	0,7 µg/m <sup>3</sup>	14 µg/m <sup>3</sup>

\* Limite de détection : il s'agit de la plus petite concentration que le capteur est en mesure de détecter avec un bon niveau de confiance. En dessous de cette limite de détection, les concentrations mesurées sont trop proches du bruit de fond de l'instrument et donc entachées d'une incertitude importante.

### e) Sélection des sites de mesure

Comme détaillé précédemment, 4 points ont été équipés d'appareil de mesure en continu.

Ces quatre sites ont été retenus par l'agglomération de Saint-Brieuc et l'Agence Régionale de Santé sur la base des critères suivants :

- L'historique des mesures depuis 2017,
- La localisation des zones d'échouages d'algues et des zones de vasières où l'accès des engins de ramassage n'est pas possible,
- La proximité des zones d'habitations, plaintes des riverains.

Le suivi sur le site 'historique' **Rue de la Tour** à l'embouchure du port du Légué (Plérin), a été maintenu pour la 4<sup>ème</sup> année consécutive.

Classé 5<sup>ème</sup> port breton en termes d'activité, le port du Légué héberge des activités de commerce maritime (exportation de ferraille, de sables, kaolin et autres produits de carrière, importation de produits agroalimentaires et de bois de construction), de pêche côtière, de réparation navale et de navigation loisirs. Le trafic de commerce est exercé sur deux zones : 25% au niveau du bassin à flot (port du Légué) et 75% au niveau de l'avant-port (embouchure).

Du fait de son positionnement en fond de baie, le port de commerce du Légué est soumis aux aléas des marées. Il rencontre deux problématiques : son envasement, qui pose problème pour l'accueil des bateaux de marchandises avec un important tirant d'eau, et son manque d'espace face à l'accroissement de son activité.

## Suivi des concentrations dans l'air en hydrogène sulfuré – Baie de Saint-Brieuc (22)

Concernant l'envasement de l'avant-port, la Chambre de Commerce et d'Industrie réalisait quotidiennement (jusqu'en juin 2020) des travaux de dragage pour permettre l'accès des bateaux. Les sédiments étaient déposés de l'autre côté de l'enrochement, du côté de la plage du Valais.

Faisant notamment face à la mobilisation citoyenne, les travaux ont été stoppés en juin 2020.

*Figure 10 (ci-contre) : Vue aérienne de l'avant-port du Légué Source : Géoportail]*



Les précédentes mesures de qualité de l'air menée dans le port du Légué<sup>6</sup> avait mis en évidence une influence combinée des travaux dragage et des dépôts d'algues vertes au niveau de la vasière sur les niveaux de concentration dans l'air en hydrogène sulfuré.

En complément, **trois autres capteurs** ont été installés sur d'autres zones d'échouages de la baie de Saint Brieuc :

- **La plage du Valais** : ce secteur est très fréquenté en période estivale. Il s'agit de la seule plage de Saint Brieuc. Par ailleurs, une centaine de cabanons est installée à proximité de cette plage. Des plaintes des occupants de ces cabanons sont régulièrement déposées en raison des nuisances olfactives. Les caractéristiques du secteur permettent de réaliser un ramassage mécanique sur la principale zone de dépôts d'algues sur l'estran.
- **Boutdeville** : ce point se trouve proche de la Briqueterie. Il s'agit d'un site touristique proposant plusieurs espaces et activités : un musée sur l'histoire des métiers anciens de Saint-Brieuc, une exposition permanente autour du Petit Train des Côtes du Nord, des expositions, des animations, des événements, ... Un shorre limite les possibilités d'échouage d'algues le long du trait de côte. L'habitat est dispersé dans cette zone. Excepté l'unique maison proche du point de mesure, les zones habitées se trouvent plus au Sud, à environ 200 mètres.
- **L'Hôtellerie** : proche de la plage du même nom ; il s'agit d'un secteur habité où le ramassage des algues est limité au haut de plage sableuse ; la présence d'une vasière étendue en contrebas (arrivée d'eau douce par deux cours d'eau), ne permettant pas d'intervention mécanique.

Les quatre sites de mesure sont repris dans le tableau 3 et localisés sur la figure 11. La figure 12 présente quelques illustrations des points de mesure.

---

<sup>6</sup> Notamment la campagne de mesure réalisée en 2019 : <https://www.airbreizh.asso.fr/publication/algues-vertes-resultats-des-mesures-2019-dhydrogene-sulfure-dans-le-secteur-du-legue-22/>

## Suivi des concentrations dans l'air en hydrogène sulfuré – Baie de Saint-Brieuc (22)

Tableau 3 : Caractéristiques des sites de mesure

	Rue de la Tour Légué-Plérin	Plage du Valais Saint-Brieuc	Promenade Harel de la Noé Langueux	Rue Hôtellerie Hillion
Nom du site	<i>Tour (n°1)</i>	<i>Valais (n°2)</i>	<i>Boutdeville (n°3)</i>	<i>Hôtellerie (n°4)</i>
Mesures	H2S (analyseur auto)	H2S (capteur)	H2S (capteur)	H2S (capteur)
Latitude	48.529962	48.526823	48.505958	48.513951
Longitude	-2.726646	-2.717303	-2.699051	-2.675654

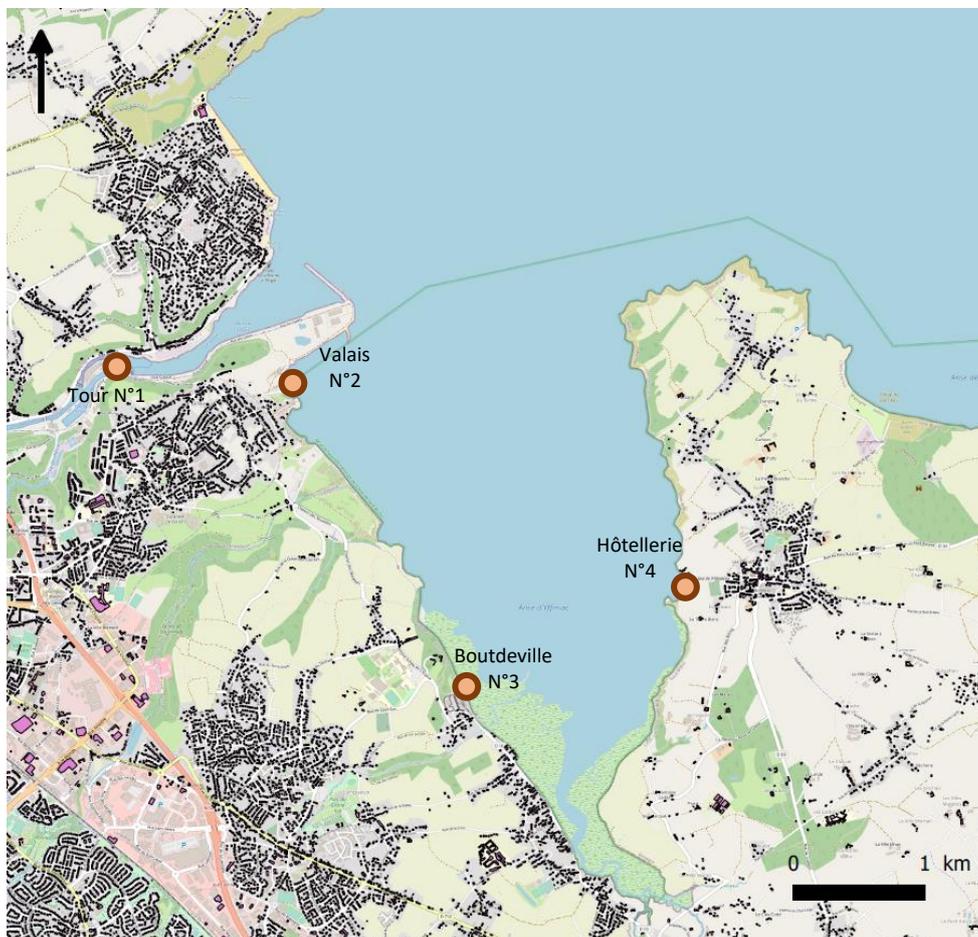


Figure 11 : Localisation des quatre points de mesure (fond de carte Géoportail avec représentation du bâti)

## Suivi des concentrations dans l'air en hydrogène sulfuré – Baie de Saint-Brieuc (22)



Site 1 Rue de la Tour



Site 2 Valais



Site 3 Boutdeville\*



Site 4 Hôtellerie

Figure 12 : Illustration des quatre sites de mesure

\* Pour le site Boutdeville, en raison de la disparition du capteur durant la campagne en 2020, ce dernier a été fixé sur le bâtiment situé une 50<sup>aine</sup> de mètres en retrait du sentier littoral, ce qui a permis de le raccorder au réseau électrique (sans panneau solaire).



## Suivi des concentrations dans l'air en hydrogène sulfuré – Baie de Saint-Brieuc (22)

### f) Période de suivi

Les quatre appareils de mesure ont été installés le 04/05/21 et désinstallés le 03/10/21 soit une durée totale de 5 mois.

Nous verrons par la suite que cette période de mesure a permis de couvrir la majeure partie des échouages d'algues (chapitre V.2.).

### V. CONTEXTE DES MESURES

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

#### V1. 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 tirées des mesures de la station Météo France de St Brieuc Aéroport.

##### a) Direction et vitesse du vent

Les direction et vitesse du vent durant une période donnée, sont illustrées sous la forme d'une rose des vents qui représente la répartition directionnelle des vents : chaque pale de la rose des vents indique le pourcentage des vents provenant de cette direction avec un code couleur en fonction de la vitesse des vents.

**La saison 2021 a présenté des conditions de vents très proches des normales (figure 14), dominées par deux secteurs de vents provenant du Nord-Est et de l'Ouest/Sud-Ouest (figure 13).** Ces conditions sont significativement différentes de celles de la saison 2020 marquée par des vents dominants de Sud-Ouest.

Ces conditions de vent ont évolué pendant le suivi (cf. figure 15) : les mois de mai et juillet 21 ont été dominés par des vents d'Ouest à Sud-Ouest, les mois de juin et septembre par des vents de Nord-Est et enfin le mois d'août par des vents de Nord-Est et de Sud-Ouest.

Les vents influencent les courants marins et donc la localisation des zones de dépôts d'algues vertes.

Par ailleurs, ils contribuent à exposer préférentiellement certains points de mesure en fonction de la localisation des zones de dépôts : par exemple, le site Hôtellerie se trouve sous les vents des zones de dépôt par vents de Nord-Ouest à Sud-Ouest (majoritaire en mai et juillet) contrairement au site Valais exposé par vents d'Est à Sud-Est (août et septembre notamment).

Nous étudierons l'influence de ces conditions de vent sur les niveaux de concentration (cf. chapitre VI.2.f).

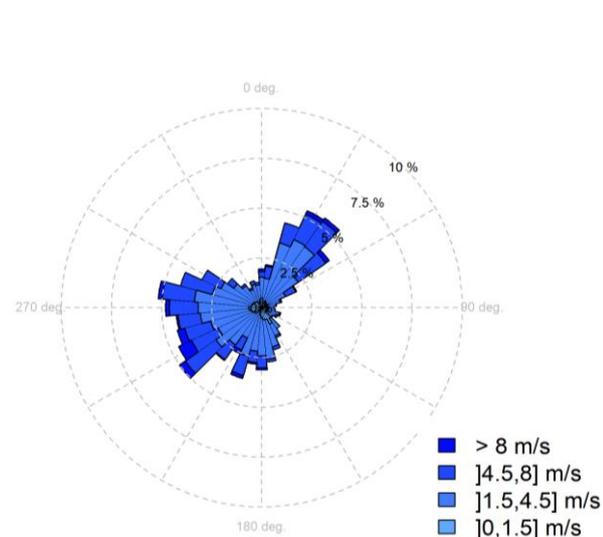


Figure 13 : Rose des vents à St Brieuc (station Météo France) du 4/05 au 03/10/21

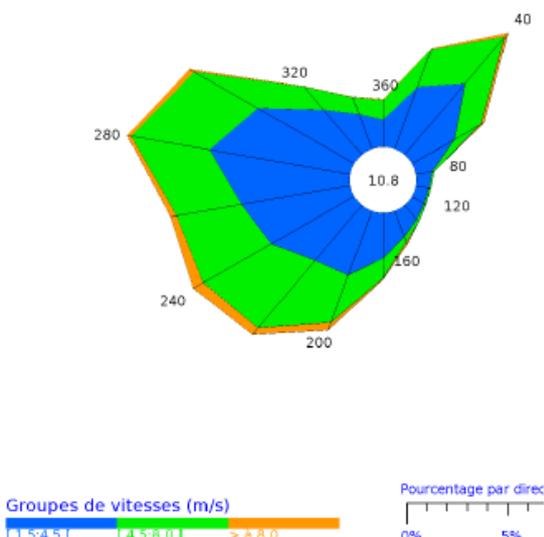


Figure 14 : Normale de rose des vents du mois de juillet à St Brieuc – Période 1986-2010 (Météo France)

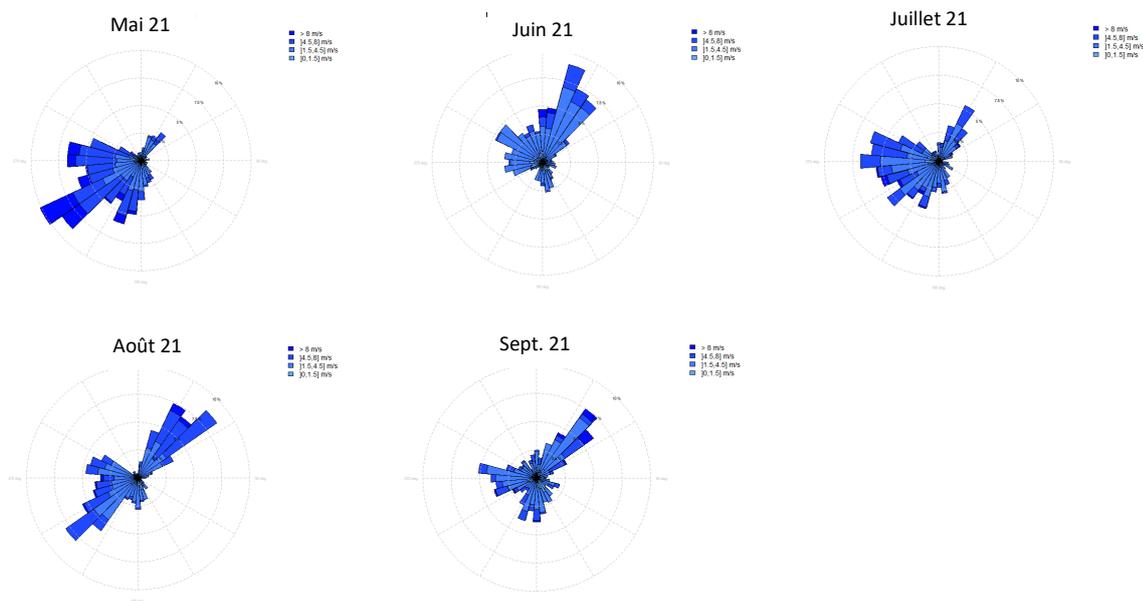


Figure 15 : Roses des vents mensuelles à St Brieuc (station Météo France)

## b) Température et précipitations

La température de l'air ambiant est un paramètre influant sur les teneurs en polluants atmosphériques. Son augmentation a également pour effet d'accélérer le phénomène de putréfaction de la matière organique contribuant aux émanations de gaz.

L'augmentation de la température peut également participer au réchauffement des masses d'eau, et par conséquent au développement des algues vertes.

## Suivi des concentrations dans l'air en hydrogène sulfuré – Baie de Saint-Brieuc (22)

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

Des fortes précipitations au printemps contribuent également à lessiver les bassins versants ce qui augmente les apports en éléments nutritifs dans les eaux de mer et donc la croissance des algues.

La figure 16 présente les températures et précipitations mensuelles comparées aux normales. Il s'agit des données de la station Météo France de Saint-Brieuc.

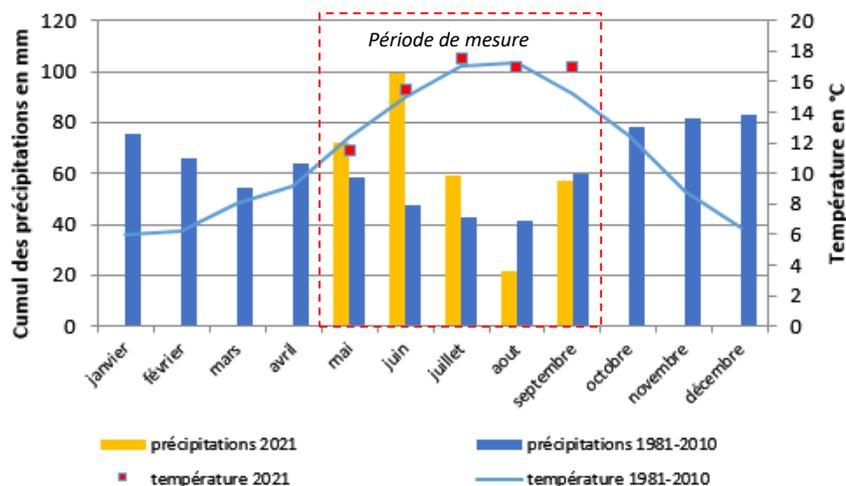


Figure 16 : Température et précipitations durant le suivi 2021 [Station Météo France Saint-Brieuc (22)]

Les températures moyennes mensuelles ont été proches des valeurs habituelles.

Concernant les précipitations, elles ont été abondantes en début de saison dépassant deux fois les normales pour le mois de juin, sachant que 90% de ces précipitations ont été enregistrés du 17 au 29/06 (cf. figure 17).

Le début du mois de juillet a également été assez pluvieux (65% des précipitations mensuelles avant le 7/07) avant une période plus sèche de mi-juillet à début septembre.

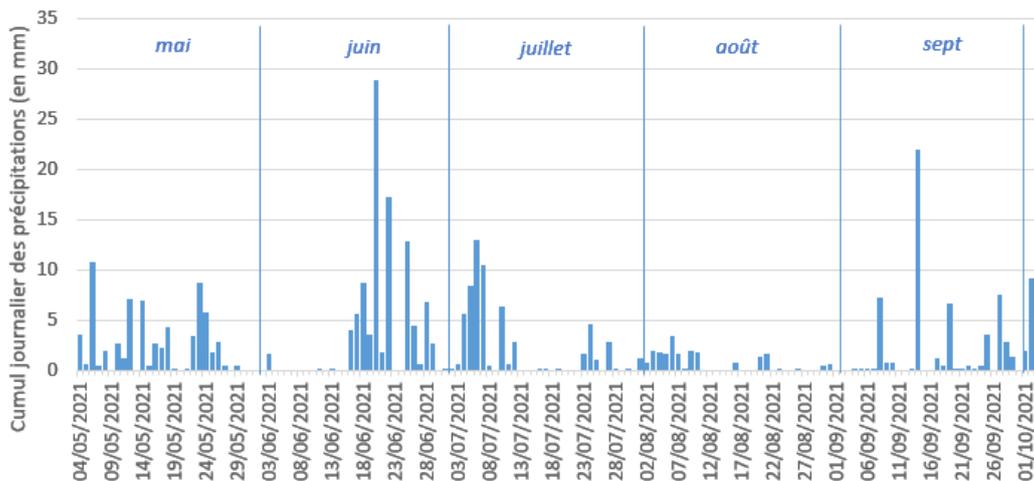


Figure 17 : Evolution des cumuls journaliers de précipitations pendant la campagne de mesure [Station Météo France Saint-Brieuc (22)]

Les fortes précipitations de fin juin/début juillet ont contribué à augmenter le débit des cours d'eau et donc les apports en nutriments dans la baie.

### V2. Etat de prolifération et d'échouage des algues vertes

En préalable du chapitre relatif à l'interprétation des résultats des mesures, un comparatif des proliférations d'algues vertes de l'année 2021 par rapport aux années antérieures est réalisé dans ce chapitre.

L'objectif de ce chapitre est de situer la saison 2021 en termes de prolifération et d'échouages d'algues par rapport aux années précédentes.

#### a) Les suivis des surfaces d'échouage [données CEVA]

Pour ce faire, nous avons retenu comme indicateur l'évaluation des surfaces d'échouage des ulves communiquée par le CEVA (Centre d'étude et de valorisation des algues).

Le [CEVA](#) est un organisme reconnu régionalement pour sa connaissance, ses travaux et son expérience sur la problématique environnementale des « algues vertes ». Il a débuté les suivis des échouages d'algues vertes sur les principaux sites des Côtes d'Armor en 1997. Depuis, la surveillance s'est élargie à l'ensemble de la région et comprend différents survols lors de la saison qui permettent d'évaluer la croissance des algues et prévenir les échouages à venir.

De ce fait, le CEVA est un interlocuteur privilégié des acteurs publics, et notamment des départements littoraux (SAGE, communes, EPCI...), de la Région Bretagne, de l'Etat et des Agences de l'Eau ayant à gérer cette problématique.

Le graphique de la figure 18 présente l'évolution mensuelle des surfaces d'échouage des ulves suivants les années dans les principales baies bretonnes dont celle de Saint Brieuc<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> Bulletin d'information – Etat des proliférations d'algues vertes pour le mois de septembre 2021 sur les principales baies bretonnes [CEVA, éléments provisoires, le 13 octobre 2021]

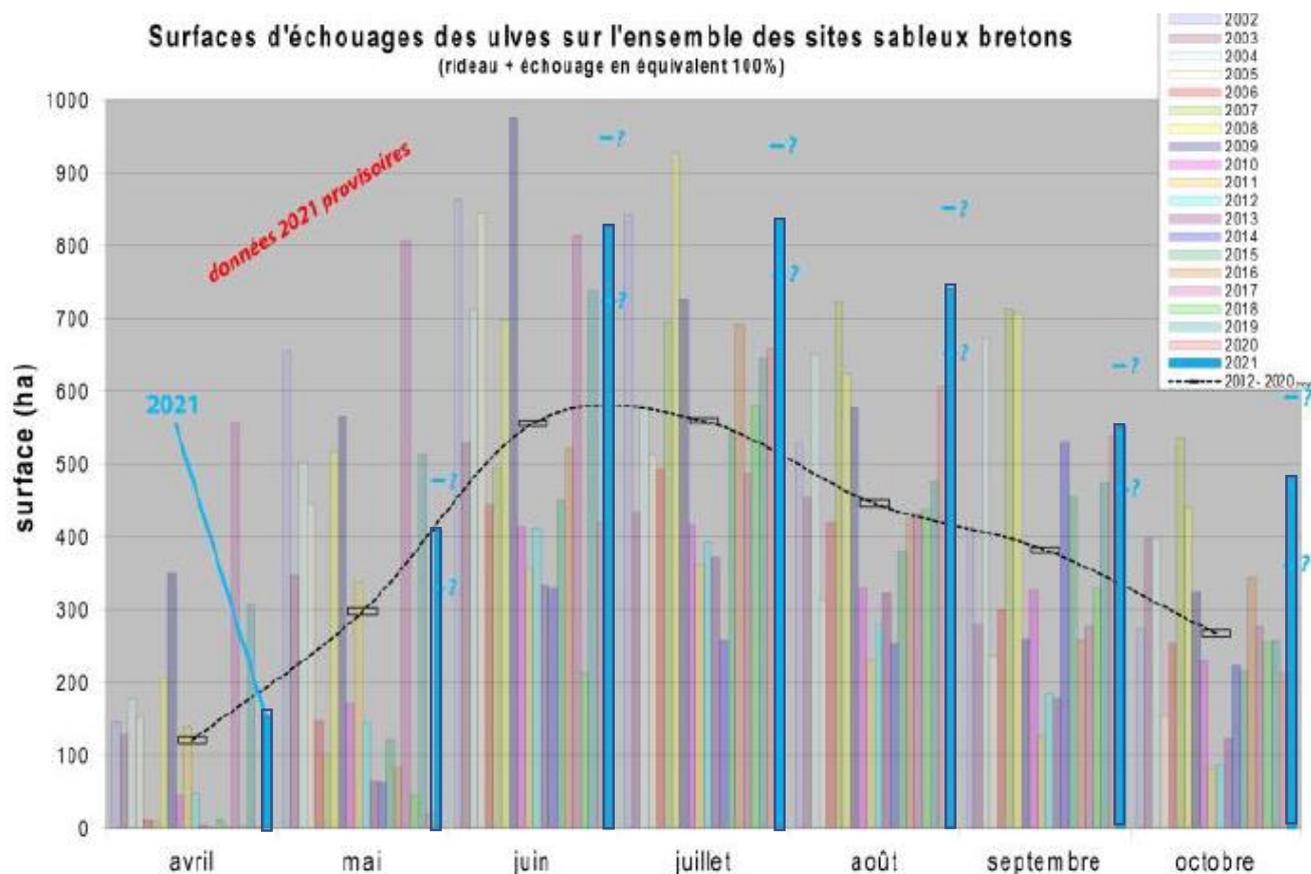


Figure 18 : Evolution mensuelle des surfaces d'échouage d'algues vertes sur les principales baies bretonnes [CEVA]

### Analyse du CEVA<sup>8</sup> :

Le démarrage de la prolifération des algues en 2021 a été très hétérogène en fonction des secteurs côtiers bretons : l'essentiel des surface d'algues vertes a été concentré sur les baies de Saint-Brieuc et de la Fresnaye.

A partir de juin 2021, la surface totale des échouages a dépassé la moyenne 2002-2020.

En juillet, la surface totale est restée élevée du fait de l'augmentation des dépôts sur la plupart des sites. En août puis septembre 2021, la situation a peu évolué : légère diminution par rapport au mois précédent sur les sites les plus chargés mais niveau qui reste supérieur à la situation pluriannuelle.

**Selon le CEVA, l'analyse globale de l'année 2021 (cumul d'avril à octobre) placerait cette saison d'échouage environ 50% au-dessus du niveau pluriannuel et parmi les plus élevées (dans les 2 ou 3 années les plus élevées, à consolider).**

### b) Evolution du tonnage d'algues vertes ramassées sur les sites d'échouage de la baie de Saint Brieuc

Les ramassages quotidiens sur les plages sont réalisés uniquement pour des raisons sanitaires et dans des conditions particulières : à marée descendante (ou début de marée montante), lorsque les dépôts sont supérieurs à 5 cm d'épaisseur et qu'ils occupent une surface supérieure à 300 m<sup>2</sup>, et en haut des plages uniquement sur les sites accessibles et ramassables mécaniquement [SBAA].

Pour cette raison, les données des quantités d'algues ramassées doivent être considérées avec prudence car non représentatives de la totalité des algues échouées sur le littoral. Cela permet toutefois d'apporter des informations sur la temporalité des échouages suivant les semaines et entre les années.

En 2021, les ramassages ont démarré précocement en comparaison de l'année précédente (fin juin en 2020) : les premiers ramassages ont débuté le 7 mai et se sont poursuivis jusqu'en décembre inclus.

La figure 19 précise la répartition des quantités d'algues ramassées sur les 8 communes du littoral lors de la saison d'échouages 2021.

Sur la période de mesure 2021 (S18 à S39), 10 713 tonnes d'algues ont été ramassées. **La période de mesure couvre 85% de la quantité d'algues ramassées sur toute la saison en 2021** (d'après les données SBAA) ; les derniers ramassages ayant eu lieu en décembre 2021.

**La commune d'Hillion a enregistré le tonnage le plus important avec 11 000 tonnes, soit 86% du tonnage total d'algues ramassées dans la baie de Saint-Brieuc.** Le tonnage ramassé à Hillion correspond à plusieurs sites de ramassage, le plus important étant la plage de Bon Abri.

Le site de l'Hôtellerie est pour l'essentiel de sa configuration non-ramassable : seul le haut de plage est accessible aux engins mécaniques, le reste est constitué d'enrochements, et de vasière, ainsi que d'herbus. A l'Hôtellerie ce sont 96 tonnes qui ont pu être ramassées mécaniquement, sur la période de mesure.

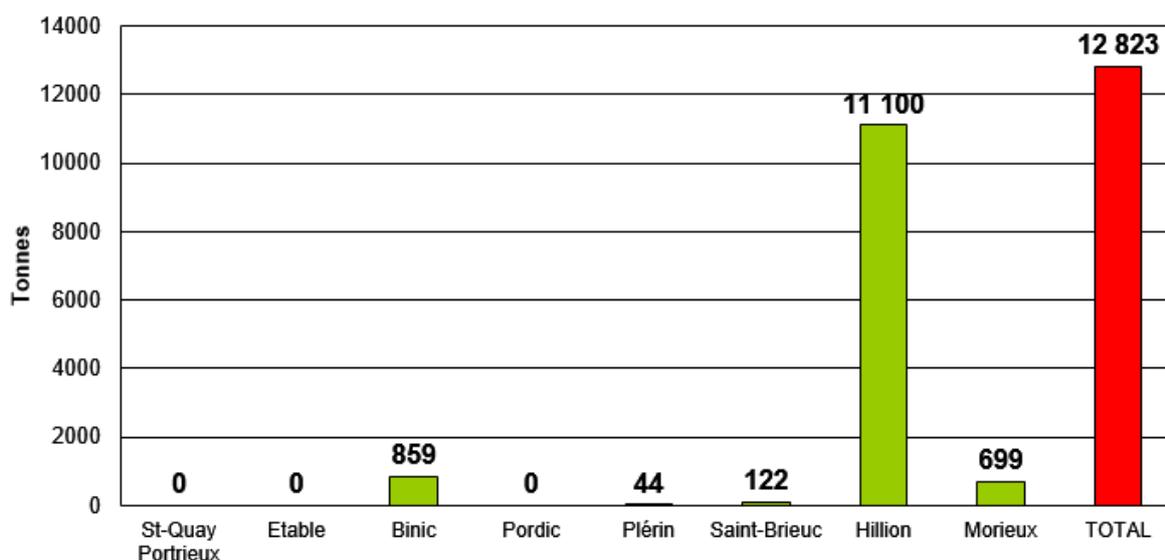


Figure 19 : Quantités d'algues vertes évacuées en 2021 sur le territoire de la baie de Saint-Brieuc [données SBAA]

### VI. 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.

#### VII. Contrôle de la qualité des mesures

##### a) Interventions durant le suivi

Les appareils de mesure ont bénéficié de contrôles qualité et d'interventions techniques tout au long de la campagne de mesure (tableau 4).

*Tableau 4 : Synthèse des interventions menées par Air Breizh sur les sites de mesure*

Dates	Nature des interventions
25/03/21 – 04/05/21	Inter-comparaison capteurs ENVEA sur le site de Lantic
04/05/21	Pose des 3 capteurs ENVEA + 1 analyseur sur les 4 sites
28/05/21	Intervention sur les sites capteur ENVEA
22 et 26/07/21	Intervention sur site Boutdeville capteur ENVEA
10 et 12/08/21	Intervention sur site Hôtellerie capteur ENVEA
07/10/21	Désinstallation des équipements - Fin de campagne
07/10 au 21/10/21	Inter-comparaison capteurs ENVEA sur le site Lantic, à proximité de l'analyseur

##### b) 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 5.

*Tableau 5 : Couvertures temporelles par site de mesure*

	Rue de la Tour (n°1)	Valais (n°2)	Boutdeville (n°3)	Hôtellerie (n°4)
Période de mesure	Du 04/05 au 3/10/21			
Taux de couverture temporelle	100%	100%	97%	100%

**Sur les périodes de mesure des appareils, les taux de couverture sont très satisfaisants.**

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.

Pour la 2<sup>nd</sup>e année consécutive, les capteurs ont permis d'assurer un taux de couverture satisfaisants durant la campagne. Quelques réglages effectués sur la communication des capteurs en début de saison ont par ailleurs permis d'améliorer la remontée des données en temps réel.

### VI2. Résultats

Les résultats du suivi 2021 sont présentés comme suit :

- Synthèse statistique des données horaires sur l'ensemble de la campagne et comparaison aux années précédentes ;
- Evolution des moyennes mensuelles par site ;
- Evolution des moyennes journalières et comparaison à la Valeur Guide sanitaire de l'OMS définie sur ce pas de temps ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ;
- Evolution des moyennes horaires pour appréhender la dynamique de l'évolution des niveaux, et corrélérer la hausse des niveaux à des événements particuliers ;
- Evaluation du taux de dépassement du seuil de nuisances olfactives défini par l'OMS ( $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ;
- Corrélation des directions de vents et des concentrations pour identifier les sources d'hydrogène sulfuré.

#### a) Synthèse statistique des données 2021 - comparaison aux années antérieures

Le tableau 6 de la page suivante présente les résultats des mesures du suivi 2021 comparés à ceux des campagnes réalisées depuis 2008 dans le secteur.

Il est à noter que les durées des périodes de mesure sont différentes suivant les années. Elles sont comprises entre 7 jours en 2011 à Morieux, à 5 mois pour la présente campagne. Par ailleurs, les sites de mesure sont également différents (plage de Bon Abri, Grandville en 2008 et 2010). Il faut donc rester prudent sur la comparaison des moyennes entre les campagnes (figure 20).

# Suivi des concentrations dans l'air en hydrogène sulfuré – Baie de Saint-Brieuc (22)

Tableau 6 : Résultats des mesures en hydrogène sulfuré (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

		2008	2010	2011	2017		2018	2019			2020				2021			
		Grandville (Hillion)	Bon abri (Hillion)	Morieux	Rue de la Tour (Légué)	Centre Légué	Rue de la Tour (Légué)	Rue de la Tour (Légué)	Rue Mont Houvet (Légué)	Site 1 Rue de la Tour (Légué-Plérin)	Site 2 Valais (St Brieuc)	Site 3 Boutdeville (Langueux)	Site 4 Hottellerie (Hillion)	Site 1 Rue de la Tour (Légué-Plérin)	Site 2 Valais (St Brieuc)	Site 3 Boutdeville (Langueux)	Site 4 Hottellerie (Hillion)	
		du 03/07 au 10/09/08	du 3/06 au 22/09/10	du 04/08 au 11/08/11	du 19/07 au 30/08/17		du 28/06 au 11/10/18	du 04/06/19 au 24/09/19			du 04/06 au 01/10/20	du 25/06 au 01/10/20	du 25/06 au 10/09/20	du 25/06 au 01/10/20	du 04/05 au 03/10/21			
Dispositif de mesure		analyseur automatique	analyseur automatique	analyseur automatique	analyseur automatique	capteur mesure indicative	analyseur automatique	analyseur automatique	analyseur automatique	analyseur automatique	capteur mesure indicative	capteur mesure indicative	capteur mesure indicative	analyseur automatique	capteur mesure indicative	capteur mesure indicative	capteur mesure indicative	
P25 (1er quartile)	(données horaires sur la période)	0.0	1	3.0	0	0.2	2.3	3.3	0.7	0.0	2.2	0.4	0.2	1.4	1.5	0.8	0.9	
P50 (médiane)		1.0	1	11.5	1	0.6	3.6	6.5	1.7	0.2	5.0	2.8	4.1	2.6	1.5	1.5	4.7	
moyenne		42.0	2.8	19.6	2.7	0.7	6.9	13.9	3.0	1.0	6.0	3.2	6.0	4.8	2.5	1.8	15.4	
P75 (3ème quartile)		11.0	3.0	13.5	2.0	1.2	6.4	11.0	3.5	0.6	7.8	5.5	8.2	4.5	4.8	4.2	12.2	
maxi		2554	470	145	46	9	272	445	188	76	107	25	252	186	332	44	1196	
moyenne journalière	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valeur guide sanitaire)	41.4	2.8	19.9	2.7	0.7	6.8	13.9	3.0	1.0	6.0	3.3	5.9	4.8	2.6	1.8	15.2	
maximum journalier		595.0	46.5	30.3	10.2	1.6	28.0	79.4	13.3	10	18	17	30	23	26	8	201	
Nb jr > 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	

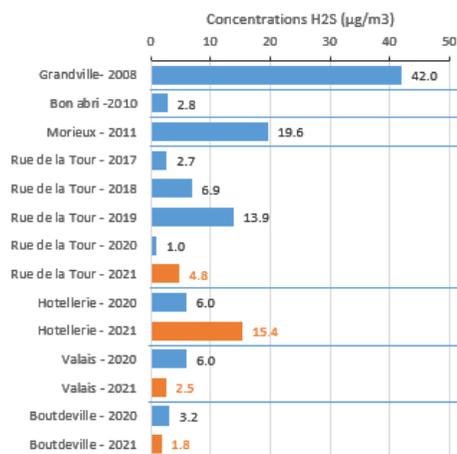


Figure 20: Comparaison des moyennes par campagne en hydrogène sulfuré

### ❖ Données 2021 : évolution spatiale des niveaux en H<sub>2</sub>S

#### → Moyenne sur l'ensemble de la période :

Les moyennes mesurées lors de ce suivi 2021 sont comprises entre 2 et 15 µg/m<sup>3</sup> suivant les sites.

Les sites Boutdeville et Valais présentent les moyennes les plus faibles autour de 2 µg/m<sup>3</sup>. Le site historique Rue de la Tour présente une moyenne de près de 5 µg/m<sup>3</sup>.

**La moyenne la plus élevée a été relevée sur le site Hôtellerie à Hillion** : elle a atteint 15.4 µg/m<sup>3</sup>. Ce site se démarque nettement des autres. Il présente également la dispersion des données la plus importante (cf. figure 21) comme en témoigne la différence entre la moyenne (15.4 µg/m<sup>3</sup>) et la médiane (4.7 µg/m<sup>3</sup>) contrairement aux trois autres sites.

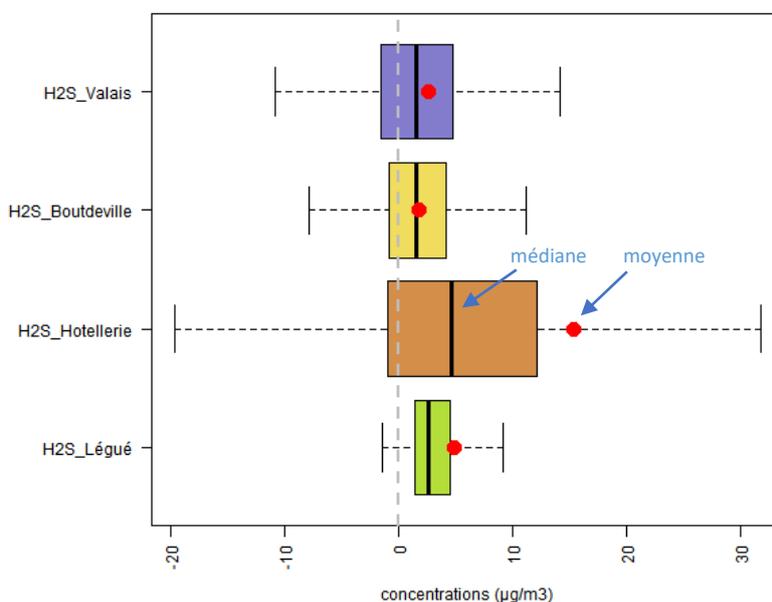


Figure 21 : Distribution statistique des données horaires sous la forme d'un boxplot

#### → Valeurs horaires :

Comme les années passées, la dynamique des niveaux enregistrés est significative. Des pics horaires d'amplitude importante ont été enregistrés sur les quatre sites qui coïncident pour la plupart aux périodes de marée basse.

Le pic horaire le plus élevé a été observé sur le site Hôtellerie à savoir 1 196 µg/m<sup>3</sup> dans la nuit du 28 au 29/06/21.

Les trois autres sites ont présenté des pics horaires moins élevés :

- 332 µg/m<sup>3</sup> pour le site Valais : le 13/09/21 à 18h ;
- 186 µg/m<sup>3</sup> pour le site Rue de la Tour : dans la nuit du 07 au 08/09/21 ;
- 44 µg/m<sup>3</sup> pour le site Boutdeville : le 17/07/20 à 5h du matin.

## Suivi des concentrations dans l'air en hydrogène sulfuré – Baie de Saint-Brieuc (22)

### ❖ Données 2021 : comparaison à la valeur guide sanitaire

L'OMS fixe une valeur guide sanitaire définie pour la population générale de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne journalière.

**Cette moyenne journalière a été dépassée à deux reprises lors de cette saison 2021 sur le site Hôtellerie :**

- Le 29/06/21 :  $201 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ;
- Le 30/06/21 :  $153 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### ❖ Comparaison aux résultats des suivis des années précédentes

Les quatre points de mesure ont fait l'objet d'un suivi les années précédentes : chaque année depuis 2017 pour le site Rue de la Tour, et pour la deuxième année consécutive pour les trois autres sites.

Pour ces 4 années de suivi, les périodes de mesure sont assez proches en termes de durée.

La moyenne enregistrée sur le site Rue de la Tour en 2021 ( $4,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) est inférieure à celles des années 2018 et 2019 (respectivement  $6,4$  et  $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Cette moyenne est légèrement supérieure à celles des années 2017 et 2020.

Pour les sites Boutdeville et Valais, les moyennes 2021 sont légèrement inférieures à celles de l'année précédente. Les différences dans cette gamme de mesure sont toutefois peu significatives au regard de la précision des appareils utilisés pour ces deux sites (mesures indicatives).

**Sur le point Hôtellerie, la moyenne enregistrée en 2021 ( $15,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) est plus de deux fois supérieure à celle de l'année précédente ( $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).**

Ce site présente également une des valeurs horaires les plus élevées mesurées dans le secteur ( $1\,196 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il faut remonter à la campagne 2008, sur la plage de la Grandville, pour obtenir une valeur supérieure ( $2\,554 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

En termes de moyenne journalière, le constat est identique. La valeur journalière relevée en 2021 ( $201 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) est une des plus élevées relevées sur ce site depuis le début des mesures : valeur maximale  $595 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2008 ; le seuil sanitaire de l'OMS avait été dépassé lors de cinq journées.

Cette comparaison interannuelle des niveaux relevés est en accord avec l'évolution des surfaces d'échouages d'algues (étudiée par le CEVA) et les volumes d'algues ramassés comparés à ceux des années précédentes. L'année 2021 ayant enregistré les surfaces d'échouage les plus importantes.

## b) Evolution des moyennes mensuelles

Le site Hôtellerie présente la plus grande variabilité mensuelle (cf. figure 22). La moyenne mensuelle maximale a été observée en juillet 2021 avec  $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Elle est dix fois supérieure à la moyenne enregistrée en début de saison.

Les sites Rue de la Tour et Valais présentent une variabilité modérée avec des niveaux compris entre 2 et  $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pour ces deux sites, les moyennes maximales ont été relevées lors des mois de juin et septembre 2021 pour lesquels les vents de Nord-Est ont été majoritaires (cf. figure 15).

Enfin le site Boutdeville présente une très faible variabilité suivant les mois.

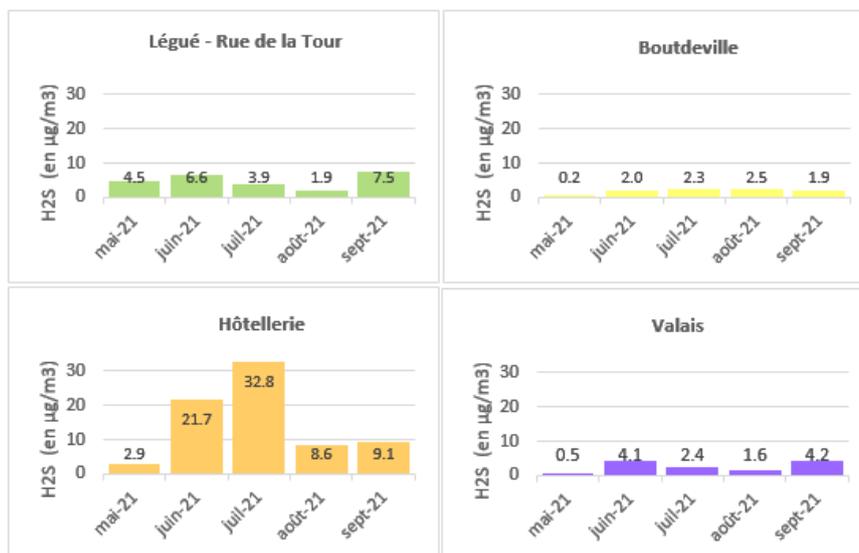


Figure 22 : Evolution des moyennes mensuelles en  $\text{H}_2\text{S}$  (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) pour les quatre sites

## c) Evolution des moyennes journalières

Ce chapitre présente les évolutions des concentrations moyennes journalières en hydrogène sulfuré (données journalières non-glissantes) mesurées sur les quatre sites.

**Les résultats sont comparés à la valeur guide sanitaire de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  fixée sur une journée (OMS - 2000).**

Du fait de l'incertitude sur la mesure au même titre que pour les mesures réglementaires, les valeurs négatives supérieures à un seuil de « - LD »<sup>8</sup> (soit  $-1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les appareils de mesure automatique et  $-14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les capteurs de mesure indicative) ont été conservées, ce qui explique la présence de moyennes journalières négatives.

<sup>8</sup> LD : limite de détection

❖ Point 1 Rue de la Tour (Légué-Plérin)

La figure 23 présente l'évolution des moyennes journalières relevées sur le site Rue de la Tour. Ce point se trouve à environ 25 mètres de la vasière et à 50 mètres des habitations, situées en retrait, le long de la rue de la Tour.

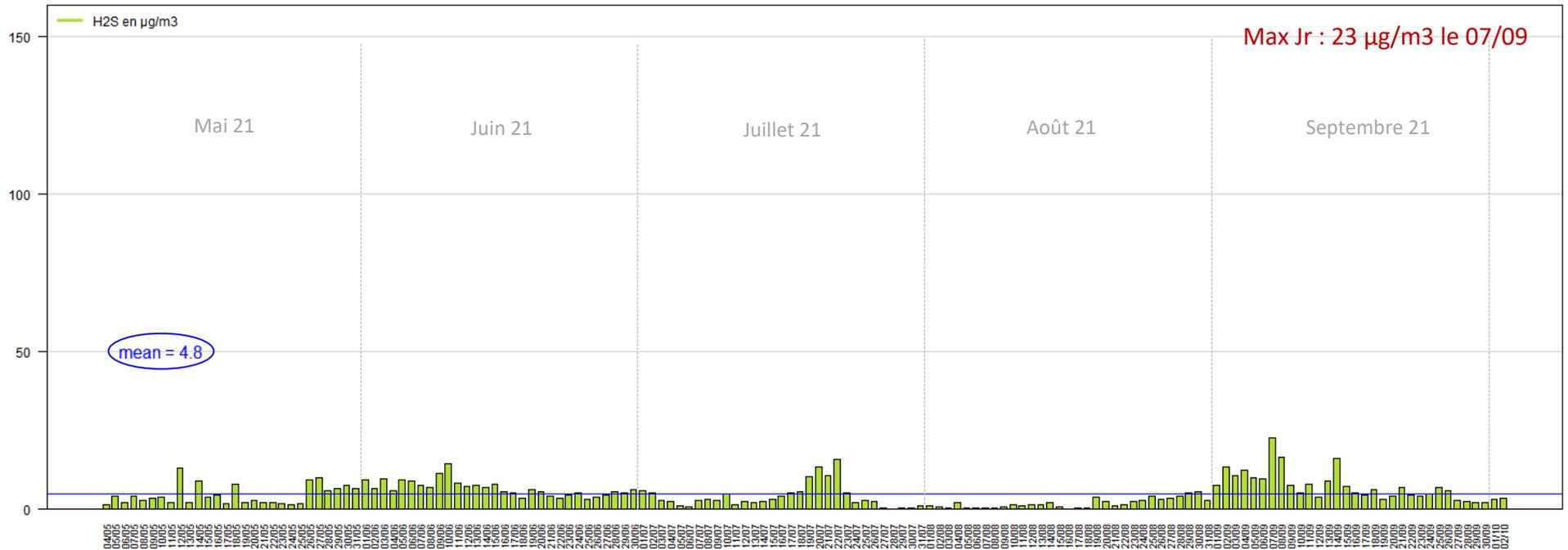


Figure 23 : Evolution des moyennes journalières en hydrogène sulfuré (en µg/m<sup>3</sup>) relevées sur le site Rue de la Tour

Les moyennes journalières les plus élevées ont été mesurées durant la 1<sup>ère</sup> quinzaine de septembre (23 µg/m<sup>3</sup> le 07/09). Cette période coïncide avec des vents provenant majoritairement du Nord-Est.

**Cette valeur maximale en 2021 reste faible au regard de la valeur guide sanitaire recommandée par l'OMS (150 µg/m<sup>3</sup>) et des valeurs observées en 2018 et 2019 (max. 79 µg/m<sup>3</sup>).**

## ❖ Point 2 Valais

La figure 24 présente l'évolution des moyennes journalières sur le point Valais. Ce point se trouve à environ 20 mètres de la plage du Valais. Les premières habitations se trouvent entre 30 à 40 mètres plus en hauteur. Quelques cabanes de plage sont installées à proximité du point de mesure. Sur ce secteur, les vasières sont complètement découvertes à marée basse.

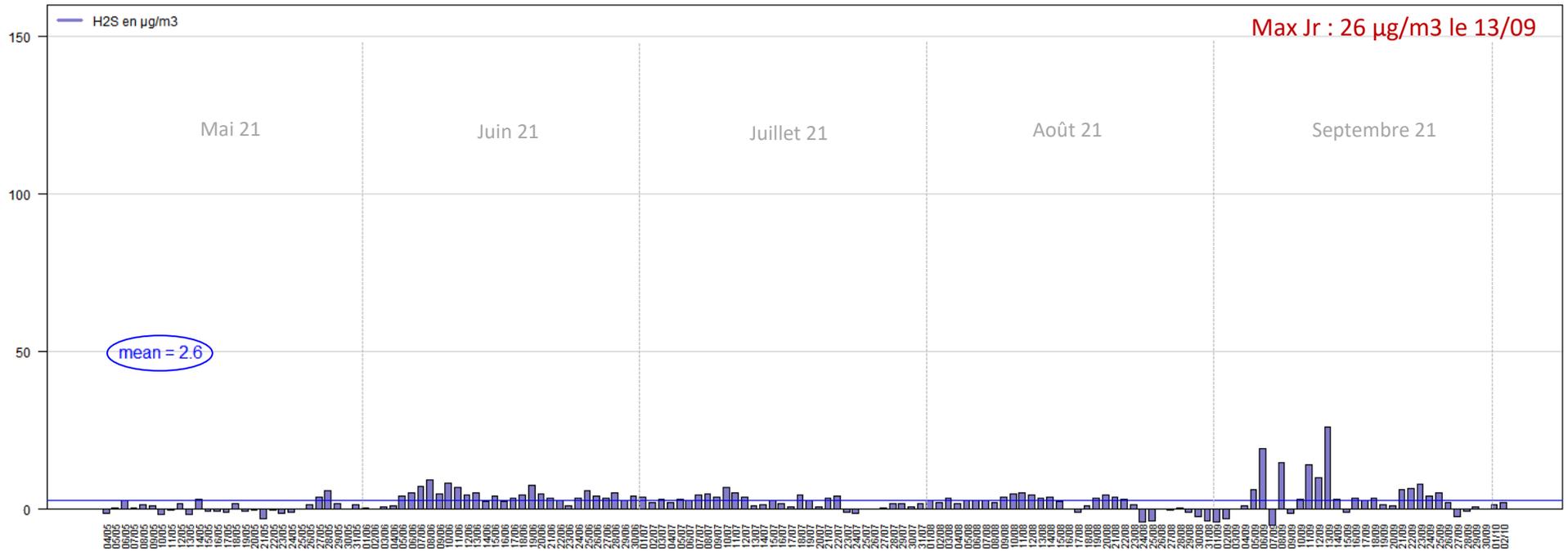


Figure 24 : Evolution des moyennes journalières en hydrogène sulfuré (en µg/m3) relevées sur le site Valais

A l'image du site Rue de la Tour, les concentrations journalières maximales ont été mesurées sur ce site durant la 1<sup>ère</sup> quinzaine de septembre.

Cela s'explique par leur position géographique dans la baie : ils se trouvent sous les vents de la baie lorsque les vents proviennent du Nord-Est, conditions majoritaires en septembre.

La valeur maximale 2021 (26 µg/m<sup>3</sup>) est supérieure à celle de l'année 2020 (18 µg/m<sup>3</sup>). Elle reste toutefois inférieure à la valeur guide de l'OMS.

## ❖ Point 3 Boutdeville

Le site Boutdeville se trouve à environ 250 à 300 mètres de la vasière à un endroit où l'estran est végétalisé. Il est possible que lors des grandes marées, cette distance aux zones de dépôts d'algues soit inférieure. Cette configuration est nettement différente de celles des trois autres sites. Sur ce secteur, la réserve naturelle est classée en zone de protection renforcée (ZPR). Le stationnement, la circulation des promeneurs et des chiens sont interdites ainsi que la navigation.

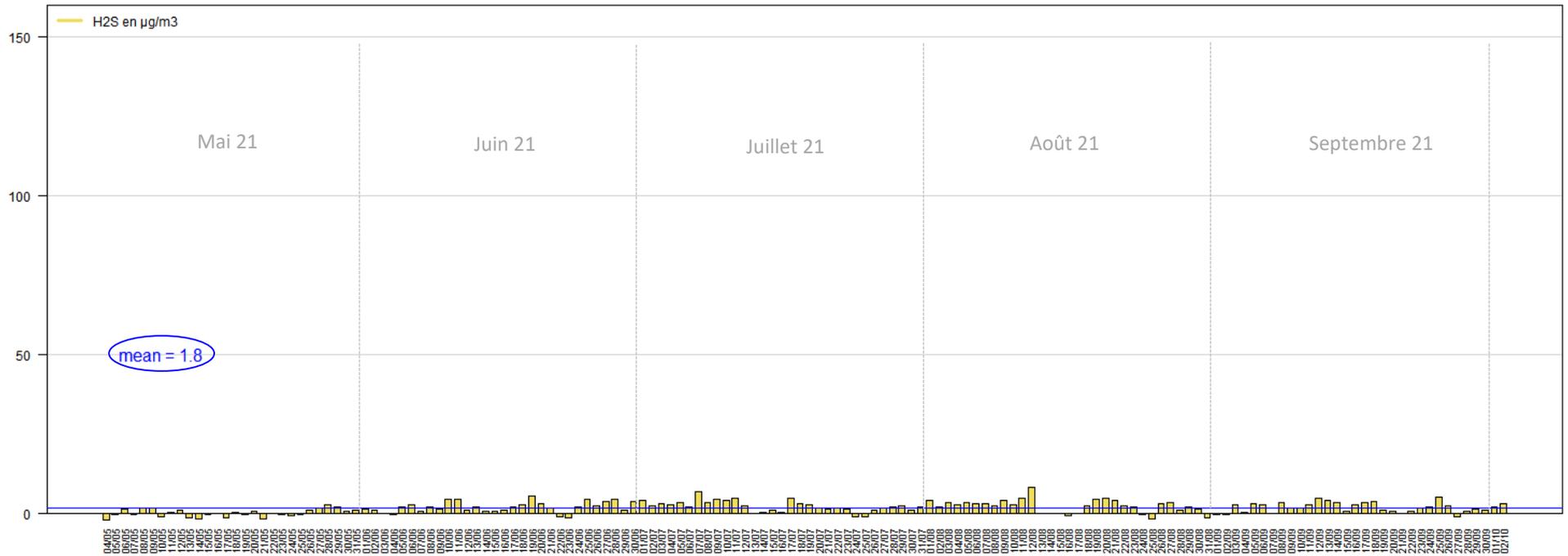


Figure 25 : Evolution des moyennes journalières en hydrogène sulfuré (en µg/m<sup>3</sup>) relevées sur le site Boutdeville

Comme en 2020, ce point a présenté des valeurs journalières faibles au regard des autres sites, inférieures à 8 µg/m<sup>3</sup>. Son éloignement à la vasière pourrait expliquer ces résultats.

## ❖ Point 4 Hôtellerie

Ce site a été positionné à environ 15 mètres de la vasière, au niveau d'un lieu-dit comprenant quelques habitations situées légèrement en retrait et une bordant directement le trait de côte. Sur ce secteur, les vasières sont complètement découvertes à marée basse.

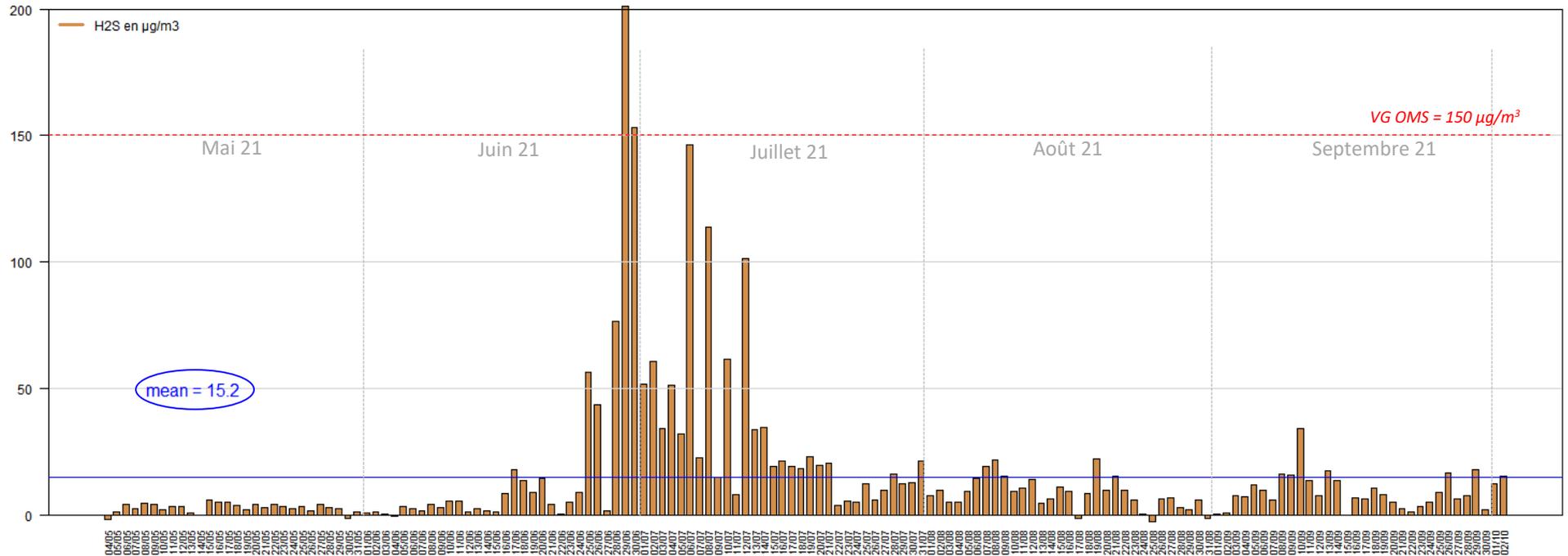


Figure 26 : Evolution des moyennes journalières en hydrogène sulfuré (en µg/m³) relevées sur le site Hôtellerie

Parmi les quatre sites, celui-ci a enregistré les moyennes journalières les plus élevées (max. 201 µg/m³). Deux dépassements de la valeur guide OMS ont été observés durant la saison : le 29/06 et le 06/07.

La variabilité des niveaux journaliers est assez importante sur l'ensemble de la saison. La période du 25/06 au 21/07 a enregistré les niveaux les plus élevés avec une moyenne de 53 µg/m³ pendant ces trois semaines (cf. figure 27 page suivante).

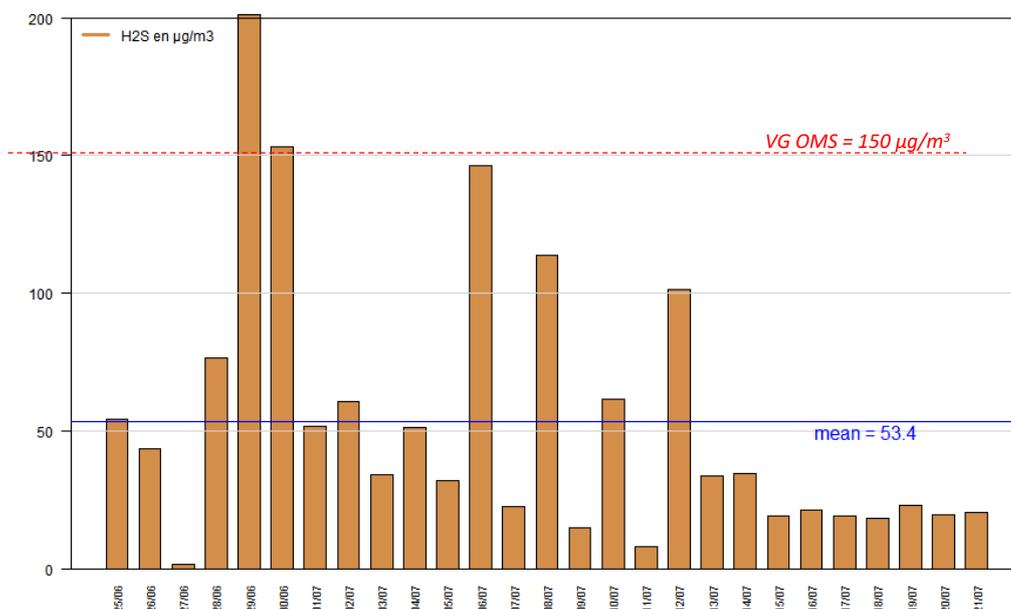


Figure 27 : Evolution des moyennes journalières sur la période du 25/06 au 21/07 sur le site Hôtelierie

Cette période du 25/06 au 21/07 a été dominée par des vents d'Ouest qui ont placé le site de mesure sous les vents des zones de dépôt d'algues vertes (plage de l'Hôtelierie et criques situées au Nord).

De plus, les conditions météorologiques variables ont pu accélérer la dégradation des algues : des précipitations abondantes ont été observées pendant cette période<sup>9</sup> avec l'alternance de temps ensoleillé et de chaleurs.

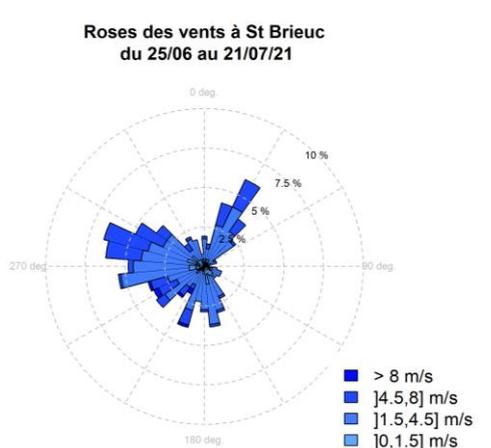


Figure 28 (ci-contre) : Rose des vents durant la période du 25/06 au 21/07/21 [Données MF]

### ❖ Synthèse

Sur les sites Valais et Rue de la Tour situés côté Ouest de la baie, les concentrations les plus élevées ont été observées à partir du 06/09. Cette période coïncide avec une augmentation des échouages d'algues sur cette frange du littoral consécutives à des vents de Nord-Est, moins présents en juillet et août.

Sur le site Boutdeville, les niveaux sont restés faibles. Ce site est peu exposé quelles que soient les directions de vent ce qui pourrait être lié à son éloignement des zones de dépôts.

Le site Hôtelierie présente les niveaux les plus élevés, observés sur la période du 25/06 au 21/07/21.

<sup>9</sup> Du 16/06 au 12/07 : 146 mm enregistrés à St Brieuc [données station Météo France] et 240 mm à Hillion (Maison de la Baie – données Météo Bretagne)

## Suivi des concentrations dans l'air en hydrogène sulfuré – Baie de Saint-Brieuc (22)

### Commentaires sur le site de l'Hôtellerie :

Sur cette zone, les algues déposées en haut de la plage de l'Hôtellerie (au Sud du point de mesure) ont été ramassées à partir de début mai et pendant l'ensemble de la saison.

En revanche, la zone de vasière située à l'Ouest du point de mesure, n'est pas accessible pour les engins mécaniques. Les dépôts d'algues se sont donc accumulés pendant l'ensemble de la saison.

C'est également le cas de l'ensemble des vasières situées en direction de la plage de Saint-Guimond, au Nord du point de mesure, ce qui peut expliquer l'augmentation des niveaux relevés à l'hôtellerie par vents de Nord (cf. chap. VI.f)

L'accès à la plage de Saint-Guimond a été fermé au public du 21/06 au 14/12 ; la plage de l'Hôtellerie a été fermée le 02/07/21.



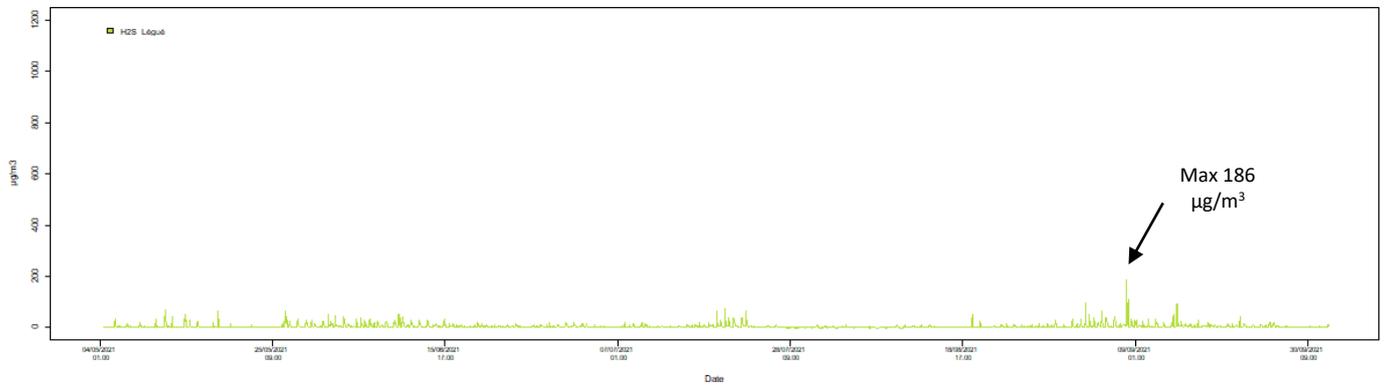
Figure 29 (ci-contre) : Localisation des plages de l'Hôtellerie et de St Guimond

### **d) Evolution des moyennes horaires**

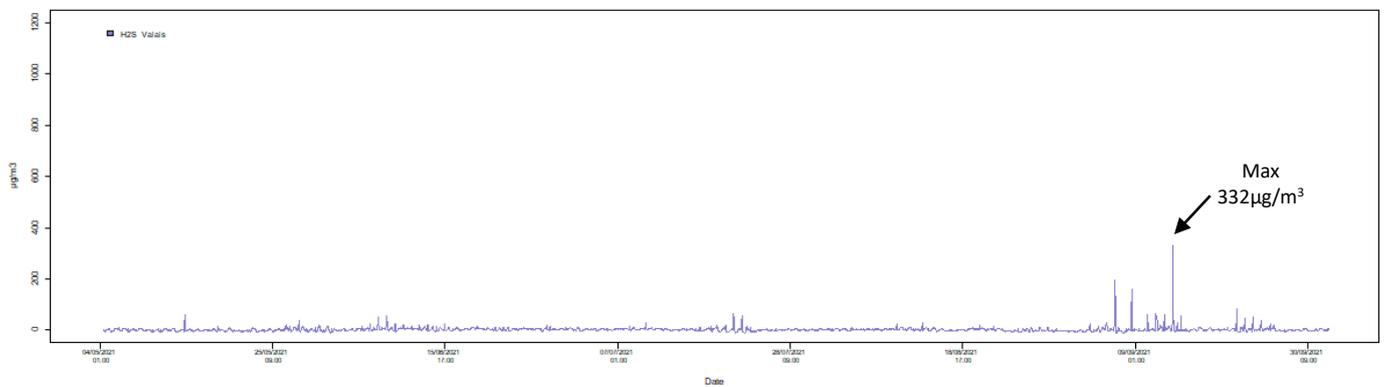
L'observation des données horaires permet de mettre en évidence la dynamique importante des niveaux mesurés pour certains sites.

La figure 30 de la page suivante présente l'évolution des données horaires en hydrogène sulfuré pour les quatre sites de mesure.

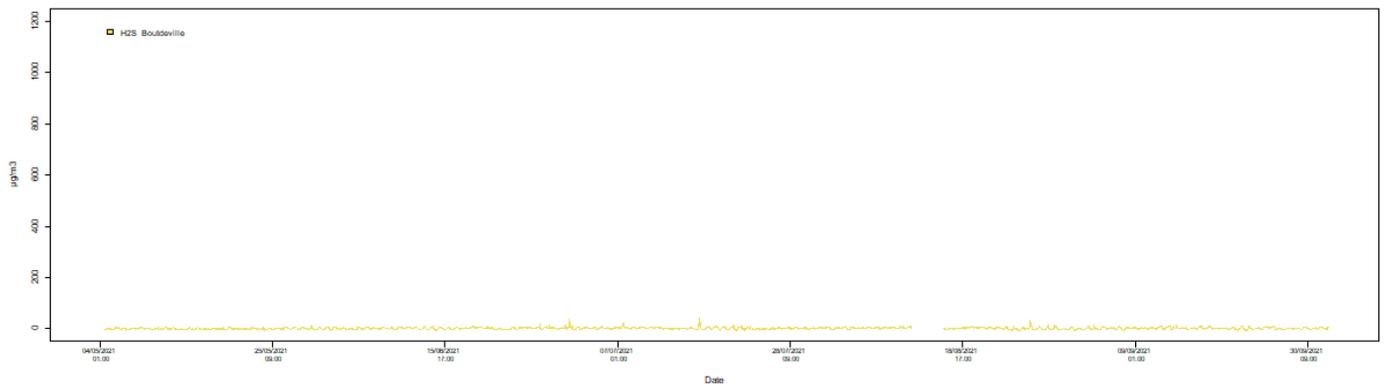
Site 1 Rue de la Tour



Site 2 Valais



Site 3 Boutdeville



Site 4 Hôtellerie

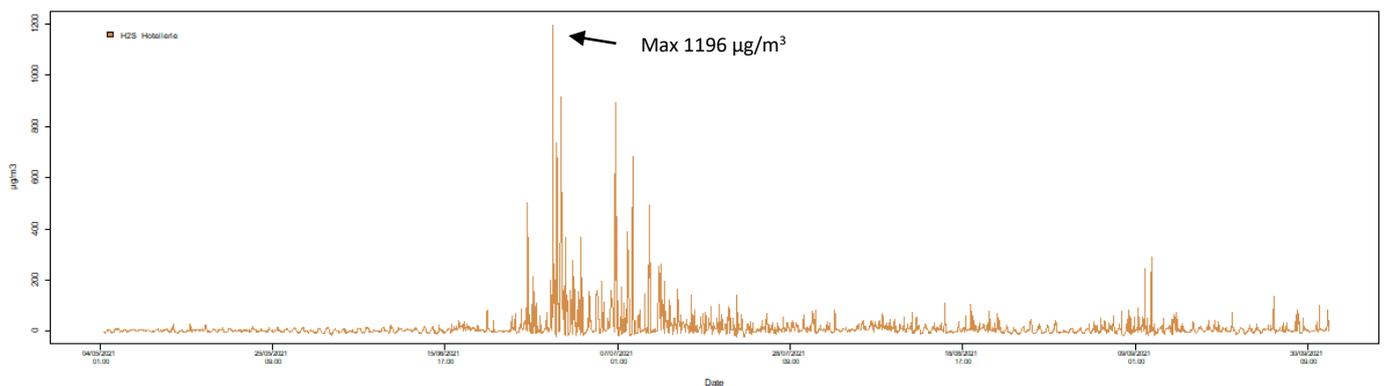


Figure 30 : Evolution des données horaires en hydrogène sulfuré (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Nos commentaires sont les suivants :

Le site **Boutdeville** présente très peu de variabilité horaire. Quelques pics horaires ont été observés durant la saison, restant au-dessous de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Les sites **Valais** et **Rue de la Tour** présentent les pics horaires les plus importants au début du mois de septembre atteignant respectivement  $332 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et  $186 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Sur le site du Valais, certains pics pourraient coïncider avec des phases de ramassage des algues notamment le pic maximal du 13/09 observé en fin de journée.

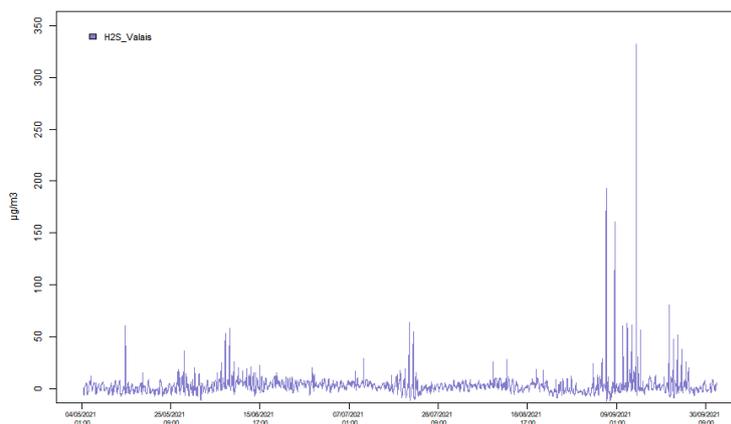


Figure 31 : Evolution des données horaires en hydrogène sulfuré (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sur le site du Valais

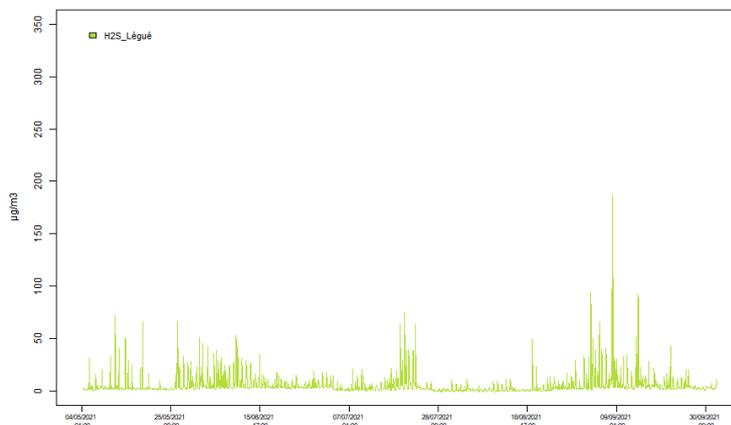


Figure 32 : Evolution des données horaires en hydrogène sulfuré (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sur le site du Rue de la Tour

Le site **Hôtellerie** présente la variabilité horaire la plus importante ainsi que l'amplitude la plus élevée.

La figure 33 de la page suivante illustre cette variabilité sur la période du 25/06 au 21/07.

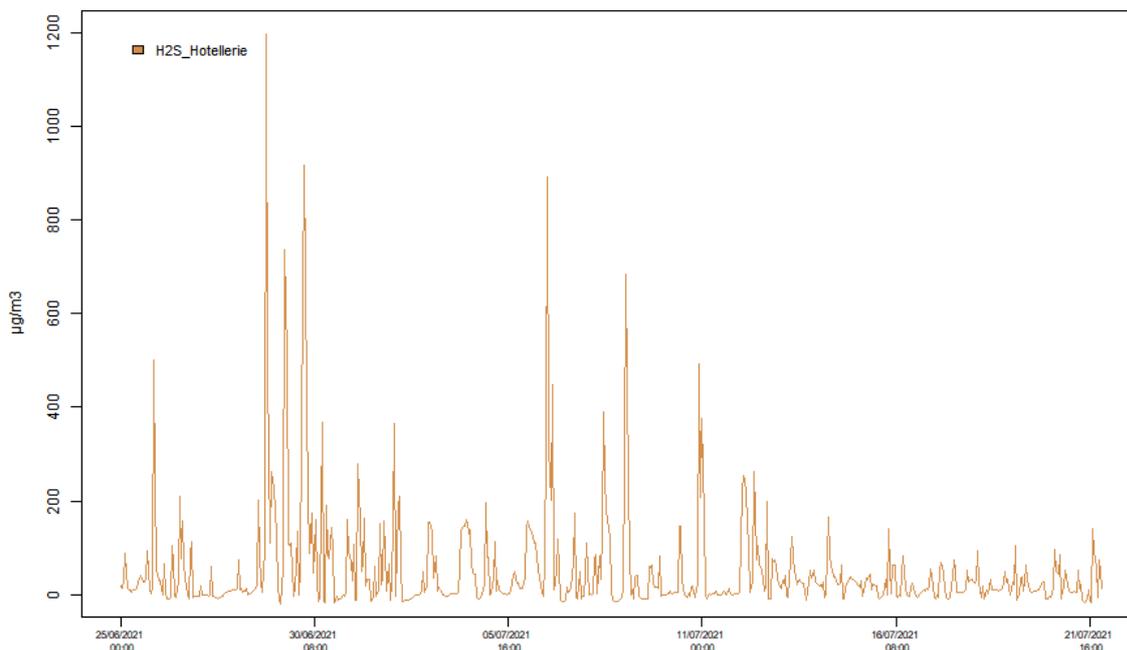


Figure 33 : Evolution des données horaires en hydrogène sulfuré (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sur le site du Hôtellerie du 25/06 au 21/07

La corrélation de ces données horaires avec les conditions de marée montre que les concentrations maximales sont le plus souvent rencontrées en phase de marée descendante, et par coefficient de marée décroissant. Dans ce contexte, les algues déposées en haut de plage ne sont pas récupérées par la marée suivante conduisant ainsi leur décomposition, en cas d'impossibilité de ramassage.

En revanche, la température extérieure ne semble pas être un facteur déterminant contrairement aux conditions de vent qui feront l'objet d'une analyse détaillée au chapitre V.2.f.

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

La valeur guide de nuisance olfactive pour la population ( $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a été définie par l'OMS sur une durée d'une demi-heure.

**Pour les sites équipés de capteur de mesure indicative** présentant une limite de détection (LD) de  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , l'incertitude sur les valeurs inférieures à cette LD est élevée.

Les niveaux moyens mesurés sur ces trois sites durant le suivi 2021 ( $<5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sont restés inférieurs à cette limite de détection.

**Pour cette raison il n'a pas été jugé pertinent de comparer les données mesurées à la valeur guide de nuisance olfactive.**

**Pour le site Rue de la Tour, équipé d'un appareil de mesure en continu** présentant une limite de détection de  $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , l'interprétation des niveaux en fonction de ce seuil olfactif est possible.

La figure 34 présente le pourcentage de temps où cette valeur guide a été dépassée pour chacune des journées du suivi ainsi que les taux de dépassement moyens par mois.

## Suivi des concentrations dans l'air en hydrogène sulfuré – Baie de Saint-Brieuc (22)

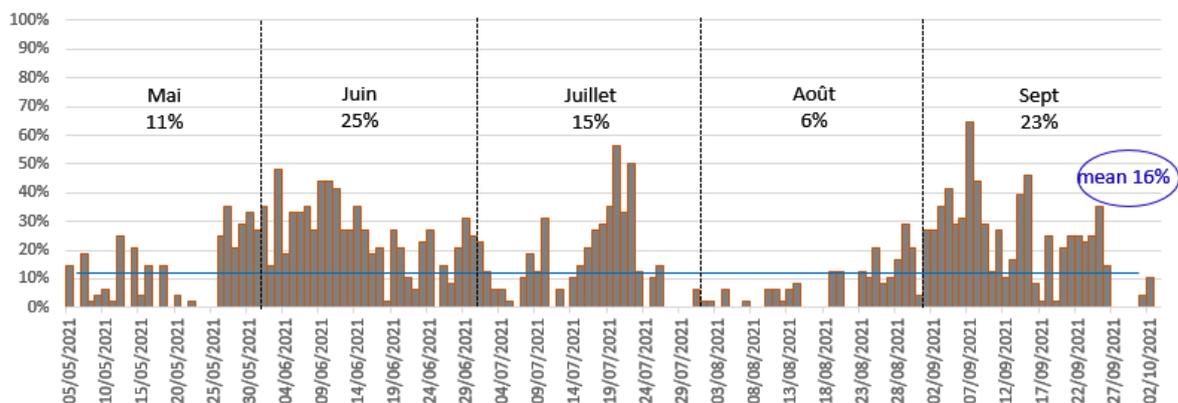


Figure 34 : **Pt Rue de la Tour** - Evolution du taux de dépassement journalier de la valeur guide de nuisances olfactives

Sur l'ensemble de la saison, la valeur guide de nuisance olfactive a été dépassée au maximum sur 60% de la journée. Les dépassements les plus importants ont été observés en juillet et septembre 2021.

En moyenne mensuelle, les mois de juin et septembre présentent les taux de dépassement moyen les plus élevés de l'ordre de 25% des journées.

En comparaison des années antérieures (cf. figure 35 page suivante), l'année 2021 se caractérise par une variabilité importante du taux de dépassement en fonction des journées. Les taux de dépassement sont inférieurs à ceux relevés en 2019.

## Suivi des concentrations dans l'air en hydrogène sulfuré – Baie de Saint-Brieuc (22)

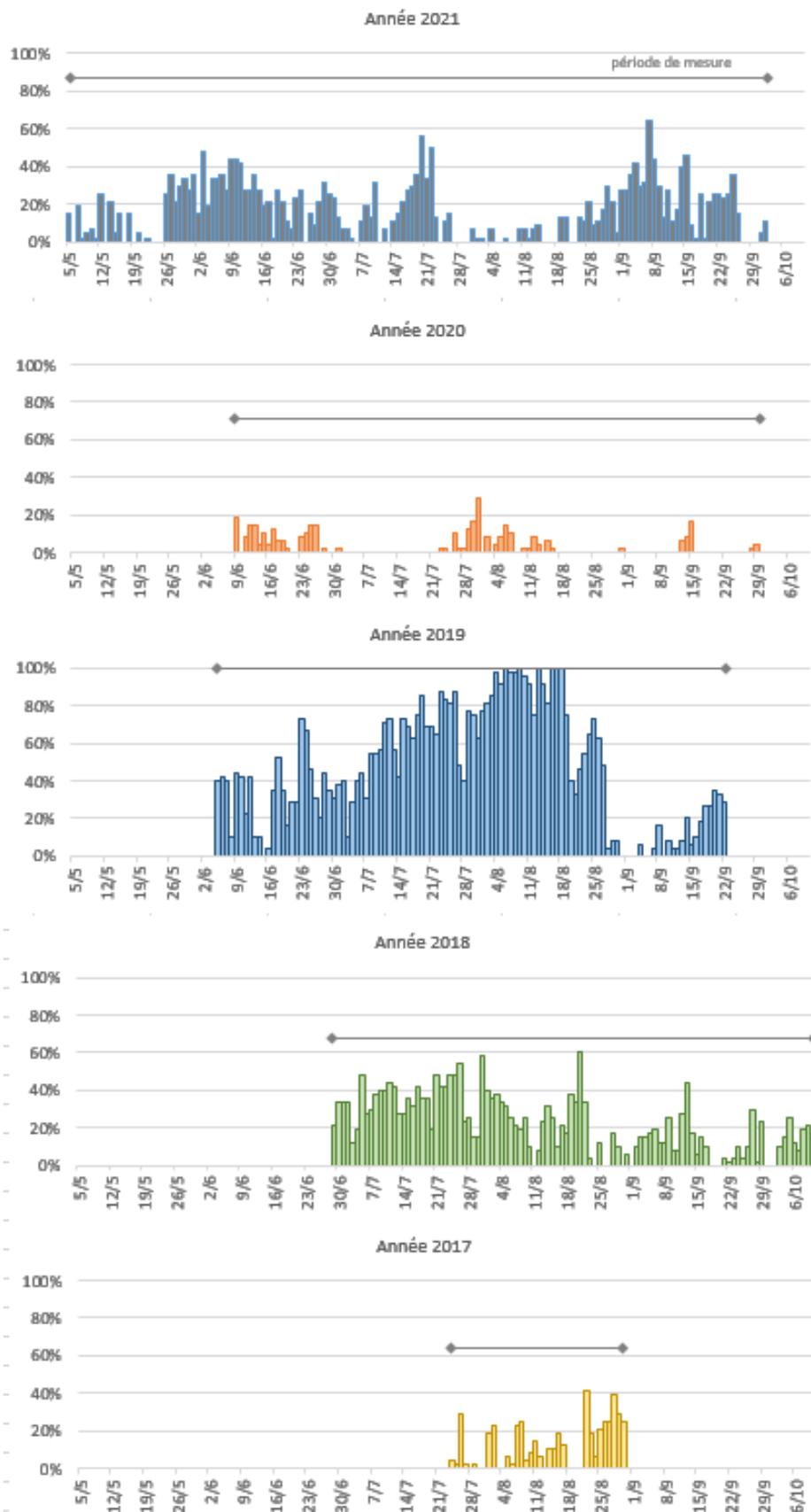


Figure 35 : Pt 1 Rue de la Tour - Evolution du taux de dépassement journalier de la valeur guide de nuisance olfactives pour les suivi effectués de 2017 à 2021

### 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 mesurés à la station Météo France de Saint-Brieuc.

Chaque pale de la rose de pollution représente la concentration moyenne relevée sur la période lorsque les vents provenaient de cette direction.

Nous considérons dans ce travail que les conditions météorologiques mesurées sur la station Météo France la plus proche sont également celles rencontrées sur les sites de mesure ; cependant, des influences micro locales sont possibles : les directions indiquées par les roses de pollution sont donc à interpréter avec précaution.

Les données de la totalité de la campagne ont été prises en compte. La figure 37 présente les quatre roses de pollution.

En raison des niveaux plus élevés, l'échelle de concentration de la rose de pollution du site Hôtellerie a été adaptée (0 à 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et 0 à 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les autres sites).

Les sites **Valais** et **Rue de la Tour** présentent des concentrations plus élevées par vent des secteurs Nord-Est à Sud-Est soit en provenance de la baie de St Brieuc. Le surcroît de concentration lorsque les vents proviennent de cette direction est de l'ordre de 10-15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne sur la saison.

Pour le site **Hôtellerie**, les concentrations augmentent lorsque les vents proviennent majoritairement des secteurs Nord-Ouest à Ouest soit en provenance des zones de dépôts situées à proximité du site mais également celles plus au nord en direction de la plage de Saint-Guimond. Ce constat est cohérent avec les observations de terrain. L'augmentation des niveaux moyens au-delà du bruit de fond dans cette direction est de l'ordre de 30 à 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Le site **Boutdeville** présente des concentrations moyennes proches quelles que soient les directions de vent ce qui pourrait être lié à son éloignement des vasières et à sa configuration plus ouverte.

Les concentrations en hydrogène sulfuré sont donc dépendantes des directions de vents de manière plus ou moins marquée suivant les sites.

La vitesse du vent est également un paramètre prédominant.

Ainsi par exemple sur le site Hôtellerie, les pics les plus élevés ( $>300\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ont été mesurés lorsque la vitesse des vents étaient inférieures à 3-4 m/s.

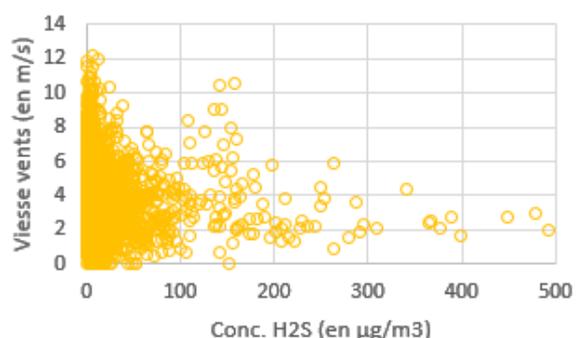


Figure 36 (ci-contre) : Corrélation des vitesses de vent et des concentrations sur le site Hôtellerie (données horaires)

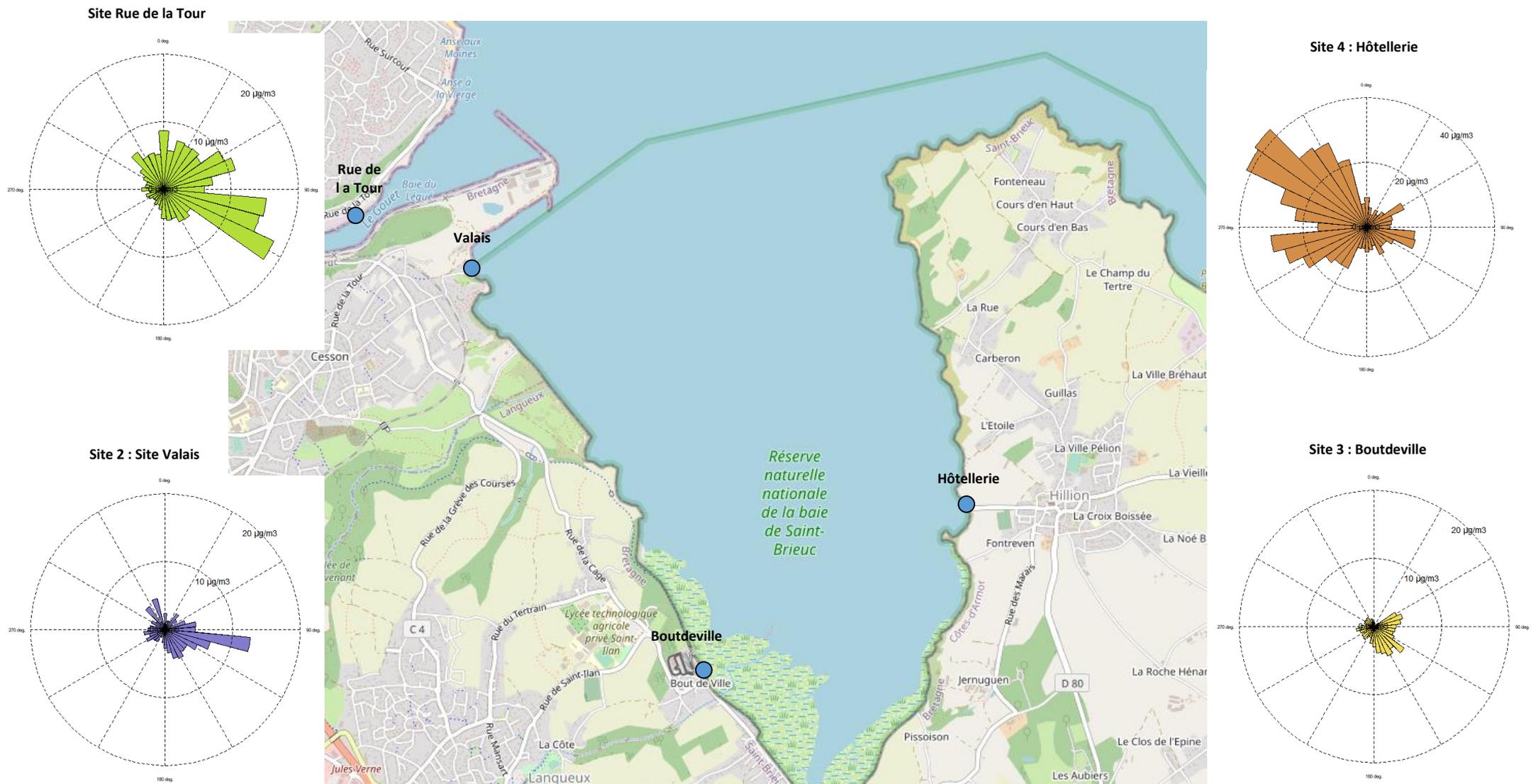


Figure 37 : Roses des pollutions en hydrogène sulfuré sur l'ensemble de la période de suivi (en µg/m<sup>3</sup>)

### VII. CONCLUSION

Pour la seconde année consécutive, le suivi des concentrations en hydrogène sulfuré a été réalisé sur quatre sites de la baie de Saint-Brieuc.

**L'objectif de ces mesures était d'évaluer les niveaux d'hydrogène sulfuré dans l'air au niveau des zones d'habitations, en lien avec les émissions générées par les échouages d'algues vertes.**

#### ❖ Le dispositif mis en place

Afin d'étendre la couverture spatiale des mesures et maintenir le suivi temporel des niveaux d'hydrogène sulfuré, trois capteurs de mesure indicative ont été mis en place à partir de 2020 en complément de l'analyseur automatique utilisé les années précédentes.

Pour la seconde année consécutive, l'association de ces deux techniques de mesure a permis d'assurer un suivi des niveaux sur quatre points jugés sensibles de par la proximité des zones d'échouage et leur niveau de fréquentation :

- Site Rue de la tour à Plérin, qui a fait l'objet d'investigations chaque année depuis 2017
- Site Valais à Saint Brieuc, pour la seconde année consécutive,
- Site Boutdeville à Langueux, pour la seconde année consécutive,
- Site Hôtellerie à Hillion, pour la seconde année consécutive.

Le dispositif a été mis en place le 04/05/21 et retiré le 3/10/21 soit 5 mois de mesure.

#### ❖ Représentativité de la campagne

Cette saison 2021 a été marquée par des échouages importants au regard des années précédentes. Selon le CEVA, l'analyse globale de l'année 2021 (cumul d'avril à octobre) sur l'ensemble de la Bretagne placerait cette saison d'échouages environ 50% au-dessus du niveau pluriannuel et parmi les plus élevées. La Baie de Saint-Brieuc n'a pas fait exception avec des premiers échouages observés à partir de mai 2021, qui se sont prolongés jusqu'à la fin de l'automne contrairement aux années précédentes.

En termes de ramassage, les volumes d'algues collectés par les collectivités dans la baie de Saint-Brieuc en 2021 ont été supérieurs à ceux des années 2020 (facteur 5) et 2019. 86% du tonnage de l'agglomération a été collecté sur la commune d'Hillion.

Les conditions de vent ont été proches des conditions normales, dominées par des vents d'Ouest à Sud-Ouest et de Nord-Est.

#### ❖ Variabilité spatiale des niveaux en hydrogène sulfuré

Les sites Boutdeville, Valais et Rue de la Tour présentent des niveaux moyens faibles à modérés sur la période ( $<5\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Le site Hôtellerie se démarque nettement avec  $15.4\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne sur la saison de mesure.

#### ❖ Evolution interannuelle des niveaux en hydrogène sulfuré

Le site Rue de la Tour, investigué pour la 5<sup>ème</sup> année consécutive, présente un niveau moyen inférieur à celui de l'année 2019 ayant également connu des échouages importants.

Les différences sont peu significatives pour les sites Valais et Boutdeville. En revanche, le niveau moyen à Hôtellerie (Hillion) est 2,6 fois supérieur à celui de 2020 ce qui coïncide avec la répartition des algues évacuées sur la baie de Saint Brieuc.

## Suivi des concentrations dans l'air en hydrogène sulfuré – Baie de Saint-Brieuc (22)

### ❖ Comparaison des mesures avec la valeur guide sanitaire

**La valeur guide de l'OMS fixée à 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur 24h a été dépassée lors de deux journées sur le site Hôtellerie (max 201 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).**

Le précédent dépassement de ce seuil sanitaire remonte à la campagne 2008 lors de laquelle 5 dépassements avaient été observés (plage de la Grandville).

Au vu des niveaux mesurés durant l'été particulièrement sur le site de l'Hôtellerie, l'Agence Régionale de Santé a invité les médecins exerçant autour de Saint Brieuc, à rechercher les "situations d'exposition à l'hydrogène sulfuré" en cas de consultation d'un patient en vacances ou habitant sur Hillion pour des symptômes irritatifs oculaires ou respiratoires, des céphalées, nausées, malaises, perte de connaissance, troubles digestifs, ou en cas de venue aux urgences pour un tableau d'OAP (œdème pulmonaire, NDLR), des troubles du rythme cardiaques ou signes d'infarctus.

### ❖ Comparaison des mesures avec la valeur guide de nuisance olfactive

Du fait des incertitudes élevées des capteurs dans cette gamme de concentration, la caractérisation des nuisances olfactives a été réalisée uniquement sur le point équipé d'un analyseur automatique (Rue de la Tour).

**Sur ce point, la valeur guide de nuisance olfactive fixée à 7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur 1/2h, a été dépassée 16% du temps sur l'ensemble de la saison, contre près de 3% en 2020 et 50% en 2019. Ce taux de dépassement est probablement bien supérieur sur le site de l'Hôtellerie.**

### ❖ Evolution temporelle des niveaux suivant la saison

Pour le site Hôtellerie, les valeurs maximales ont été observées de fin juin à mi-juillet, période dominée par des vents d'Ouest.

Pour les sites Valais et Rue de la Tour, situés à l'Ouest de la baie, les niveaux les plus élevés ont été mesurés à partir de début septembre, période dominée par les vents de Nord-Est.

**Ce constat met en évidence l'influence majeure de la direction des vents qui influence d'une part l'orientation des dépôts d'algues vertes et d'autre part les niveaux mesurés plaçant le capteur plus ou moins sous les vents des zones de dépôts d'algues.**

**La possibilité de ramassage des algues, propre à chaque site, est également un facteur prédominant pour expliquer l'évolution des niveaux mesurés.**

### ❖ Perspectives - recommandations

Pour la deuxième année consécutive, **le dispositif mis en place, composé d'un analyseur et de trois capteurs de mesure indicative, a montré son intérêt en réponse à l'objectif du suivi.**

Le suivi réalisé dans le secteur depuis quelques années montre que les secteurs touchés sont différents suivant les saisons mettant en évidence le rôle prépondérant de la direction des vents.

**En vue d'une reconduction de ce suivi en 2022, nos recommandations sont les suivantes :**

- Sites de mesure : excepté éventuellement le site Boutdeville pour lequel les niveaux sont plus faibles, nous recommandons de poursuivre le suivi à minima au niveau des trois autres sites du fond de la baie afin de maintenir une comparaison à l'historique des mesures.

## Suivi des concentrations dans l'air en hydrogène sulfuré – Baie de Saint-Brieuc (22)

En complément, au vu des niveaux mesurés cette année sur le site Hôtellerie, un suivi des concentrations au niveau des quartiers résidentiels proches pourrait être pertinent (bourg d'Hillion par exemple ou autres sites d'échouage proche d'habitations).

- Durée du suivi : le prolongement de la période de mesure pourra être étudié du fait de la poursuite des échouages durant l'automne cette année contrairement aux années précédentes.
- Equipements de mesure : le dispositif composé d'un ou plusieurs analyseurs automatiques complétés de capteurs de mesure indicative répond à l'objectif du suivi.
- Diffusion des résultats : les moyens techniques disponibles permettent d'envisager une diffusion vers le grand public des données de mesure en temps réel en open data. Nous recommandons que cette diffusion soit mise en place lors du prochain suivi.

Durant l'été, la **Direction générale de la santé a saisi le Haut Conseil de la Santé Publique** pour définir des seuils d'intervention et proposer le cas échéant un dispositif de surveillance des concentrations en H<sub>2</sub>S issu de sites à risque, avec notamment un éclairage sur la question des effets chroniques.

Ces recommandations sont attendues en fin d'année 2021.

A l'initiative du Ministère de la Transition Ecologique (MTE), un **groupe de travail** est en cours de montage. Il permettra de réunir les AASQA concernées par la surveillance de l'hydrogène sulfuré en lien avec la décomposition des algues, et le LCSQA. L'objectif de ce GT est d'assurer un partage d'expérience entre les AASQA en termes de dispositif de mesure, d'interprétation et de diffusion des résultats. Le LCSQA apportera son soutien technique sur le suivi métrologique des équipements de mesure.

### 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 2017, de 18 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.

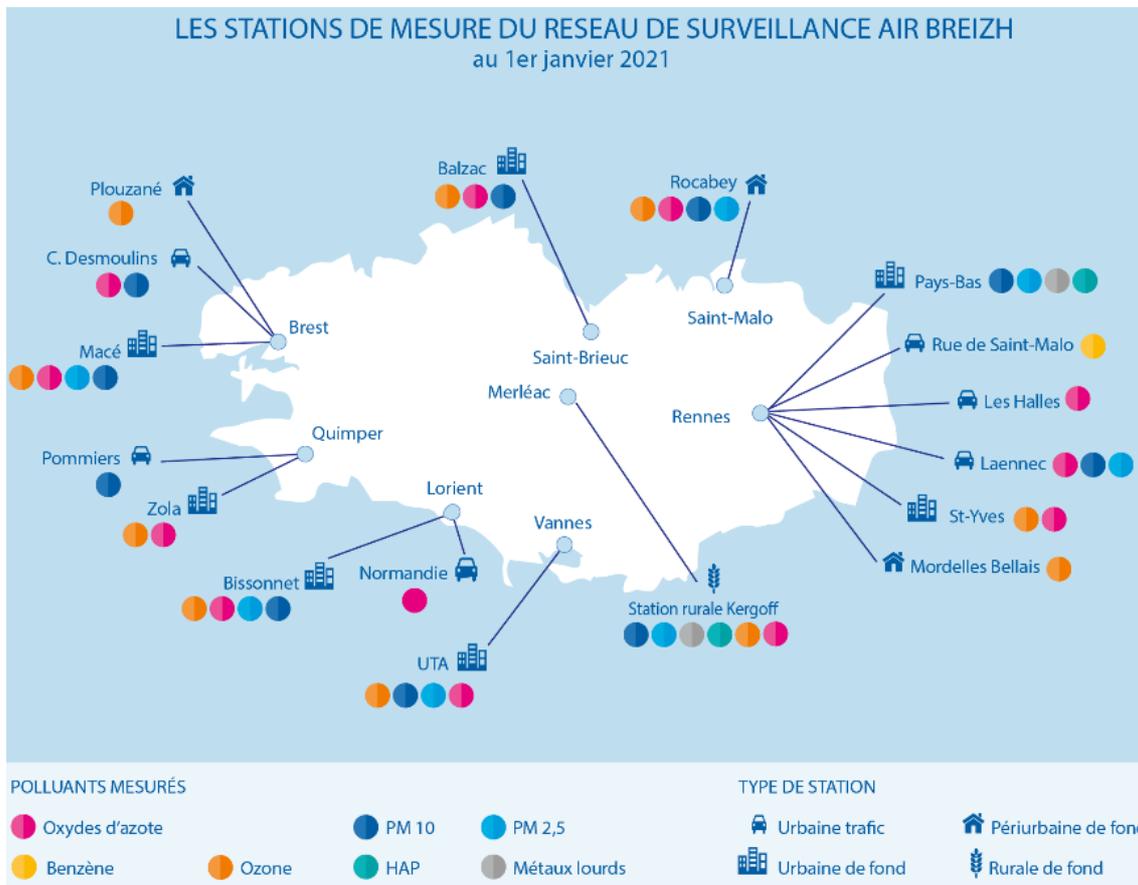
#### Missions d'Air Breizh

- Surveiller les polluants urbains nocifs (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, Métaux lourds, HAP, Benzène, PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub>) 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 dans l'air en hydrogène sulfuré – Baie de Saint-Brieuc (22)



*Implantation des stations de mesure d'Air Breizh (au 01/01/21)*

### Moyens

Afin de répondre aux missions qui lui incombent, Air Breizh compte treize salariés, et dispose d'un budget annuel de l'ordre d'1,9 million d'euros, financé par l'Etat, les collectivités locales, les émetteurs de substances polluantes, et des prestations d'intérêt général et produits divers.



## Suivi des concentrations dans l'air en hydrogène sulfuré – Baie de Saint-Brieuc (22)

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

## Suivi des concentrations dans l'air en hydrogène sulfuré – Baie de Saint-Brieuc (22)

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	<a href="#">Campagne de mesure d'ammoniac et d'hydrogène sulfuré à St Michel en Grèves (22)</a>	20/07 au 13/09/2006	St Michel en Grève (22)	H2S NH3
2008	<a href="#">Campagne de mesure d'ammoniac et d'hydrogène sulfuré sur la plage de la Grandville à Hillion (22)</a>	03/07 au 10/09/2008	Hillion (22)	H2S NH3
2009	<a href="#">Campagne de mesure d'ammoniac et d'hydrogène sulfuré sur la plage du Ris à Douarnenez (29)</a>	02/07 au 25/08/2009	Douarnenez (29)	H2S NH3
2009	<a href="#">Campagne de mesure d'hydrogène sulfuré à St Michel en Grèves (22)</a>	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	<a href="#">Campagne de mesure d'hydrogène sulfuré à Morieux (22)</a>	04/08 au 11/08/2011	Morieux (22)	H2S
2012	<a href="#">Etude de l'exposition au gaz issus de dépôts putréfiants en zone de vasières</a>	avril à août 2012	Lannion (22)	H2S NH3 COV
2013		avril à octobre 2013	Lannion (22) + Loccmiquélic (56)	Endotoxines
2017	<a href="#">Campagne de mesure d'hydrogène sulfuré dans la baie de St Brieuc (22) : port du Légué (Plérin)</a>	19/07 au 30/08/2017	Plérin (22)	H2S
2018	<a href="#">Campagne de mesure d'hydrogène sulfuré dans la baie de St Brieuc (22) : Port du Légué (Plérin)</a>	28/06 au 11/10/2018	Plérin (22)	H2S
2019	<a href="#">Campagne de mesure d'hydrogène sulfuré dans la baie de St Brieuc (22) : Port du Légué et rue Mont Houvet (Plérin)</a>	04/06 au 24/09/2019	Plérin (22)	H2S
2020	<a href="#">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)</a>	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
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 <a href="#">Ploufragan</a> (22) et Fouesnant (29)	juillet à septembre 2010	Ploufragan (22) et Fouesnant (29)	H2S NH3 COV
2011	<a href="#">Evaluation de l'impact du séchage des algues vertes sur la qualité de l'air à Planguenoual (22)</a>	juin à octobre 2011	Planguenoual (22)	H2S NH3
2015	<a href="#">Campagne de mesure autour de la plateforme de compostage de Launay-Lantic (22)</a>	avril à septembre 2015	Launay-Lantic (22)	H2S +autres composés odorants
2019	<a href="#">Campagne de mesure autour de la plateforme de compostage de Launay-Lantic (22)</a>	18/07 au 19/09/2019	Launay-Lantic (22)	H2S
2020	<a href="#">Campagne de mesure autour de la plateforme de compostage de Launay-Lantic (22)</a>	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