"L'air est **essentiel à chacun** et mérite l'**attention de tous**."

AIR BREIZH

ORGANISME DE **MESURE**, D'**ÉTUDE** ET D'**INFORMATION** SUR LA **QUALITÉ DE L'AIR** EN **BRETAGNE**

RAPPORT D'ÉTUDE

Campagne de mesure de la qualité de l'air autour de la plateforme de traitement des algues vertes du SMICTOM des Châtelets

Campagne 2011

Air Breizh
3 rue du Bosphore - Tour ALMA 8ème étage - 35200 Rennes
Tél : 02 23 20 90 90 – Fax : 02 23 20 90 95

www.airbreizh.asso.fr

Etude réalisée par Air Breizh

Diffusion

Air Breizh, en tant qu'organisme agréé pour la surveillance de la qualité de l'air, a pour obligation de communiquer ses résultats. Toutes ses publications sont accessibles sur www.airbreizh.asso.fr, dans la rubrique Publications.

Avertissement

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

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

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

Contribution

Service Etudes	Service Technique	Validation
Cyril BESSEYRE	Joël GRALL Vincent ESNEAULT	Magali CORRON

Sommaire

Glossaire 4

I. Introduction 5

II. Présentation d'Air Breizh 6

III. Polluants étudiés 7

IV. Matériels et méthodes 9

IV.1. Présentation de la campagne de mesure 9
IV.2. Techniques de mesure 11
IV.3. Contrôle de la qualité des mesures 11
IV.4. Limites de l'étude 12

V. Résultats 13

V.1. Conditions météorologiques 13
V.2. Suivi en continu des concentrations en H_2S au niveau de la plateforme 14
V.3. Les campagnes de mesures complémentaires 16

VI. Conclusion 20

Glossaire

ASTDR	Agency for Toxic Substances and Deases Registery : agence du Département américain des Services sociaux et de santé en charge de l'évaluation des risques pour la santé des dépôts de déchets dangereux.
CITEPA	Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique
COV	Composé organique volatil
H_2S	Sulfure d'hydrogène
INRS	Institut Nationale de Recherche et de Sécurité
MRL	Niveau de risque minimal chronique (ASTDR) : Concentration d'exposition au dessous de laquelle aucun effet néfaste, non cancérogène, sur la santé humaine, n'est susceptible d'apparaître pour une exposition chronique
NH_3	Ammoniac
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PM2,5	Particules de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 2,5 µm
PM10	Particules de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 10 µm
Rfc	Inhalation reference concentration (Concentration de référence de l'US-EPA) : Estimation (avec une certaine incertitude qui peut atteindre un ordre de grandeur) de l'exposition par l'inhalation continue d'une population humaine (y compris les sous-groupes sensibles) sans risque appréciable d'effets néfastes durant une vie entière. Exprimée en masse de substance par m^3 d'air inhalé (définition INERIS)
US-EPA	United States Environnemental Protection Agency
VLCT	Les valeurs limites de court terme (VLCT) sont des valeurs mesurées sur une période de référence de 15 minutes. Elles sont destinées à éviter les effets toxiques dus à des pics d'exposition (exposition sur une courte durée). Les VLCT remplacent les anciennes VLE mesurées sur une durée maximale de 15 minutes (définition INRS)
VLEP	La Valeur Limite d'Exposition Professionnelle à un produit chimique représente la concentration dans l'air que peut respirer une personne pendant un temps déterminé. Elle vise à protéger des effets néfastes pour la santé liés à l'exposition des salariés au produit considéré. La valeur est exprimée en volume (ppm ou partie par million), en poids (mg/m^3) ou en fibres par unité de volume (f/m^3). Il existe des valeurs limites réglementaires contraignantes (le respect de ces valeurs est une obligation minimale pour l'employeur), ou indicatives (objectif minimal de prévention à atteindre). Il existe également des valeurs limites admises, à caractère indicatif. Ces valeurs, publiées entre 1982 et 1996 dans les circulaires par le ministère chargé du Travail, sont progressivement remplacées par des valeurs limites réglementaires (indicatives ou contraignantes) (définition INRS)
VLP 8h ou VME	Les valeurs limites d'exposition sur 8 heures (VLEP 8h) sont mesurées sur une durée de travail de 8 heures. Elles sont destinées à protéger les salariés des effets différés des polluants. Les VLEP 8 h sont équivalentes aux valeurs limites de moyenne d'exposition (VME). Une VLEP 8 h peut être dépassée sur de courtes périodes, à condition de ne pas dépasser la VLCT correspondante, si elle existe, pour le produit (définition INRS).
$\mu g/m^3$	Microgramme (10^{-6} g) par mètre cube

I. Introduction

Chaque année, au printemps et en été, certaines côtes du littoral breton sont envahies par les algues vertes. Cette prolifération, favorisée par les apports excessifs en phosphore et en azote, entraîne de fortes nuisances olfactives et visuelles.

Les algues, en se décomposant, émettent principalement du dioxyde de carbone, du sulfure d'hydrogène, du méthane et de l'ammoniac. Les campagnes de mesures réalisées par Air Breizh depuis 2005 à proximité des plages touchées par ce phénomène, ont dévoilé des concentrations en H_2S particulièrement élevées, dépassant les seuils définis par l'OMS.

L'un des principaux moyens de lutte contre ces nuisances est le ramassage régulier des algues. Cette collecte contribue de surcroît à limiter ce phénomène, en diminuant les stocks résiduels à partir desquels la marée verte redémarre la saison suivante.

Près de 60 000 tonnes d'algues sont ainsi ramassées en moyenne chaque année en Bretagne, depuis une quinzaine d'année. Une partie des algues ramassées est prise en charge par des plateformes de compostage, le reste étant épandu sur des terres agricoles.

Pour tenter d'endiguer ce phénomène, le gouvernement a élaboré un plan quinquennal de lutte contre les algues vertes, en février 2010. L'objectif de ce plan est d'assurer une gestion irréprochable des algues vertes et d'engager des actions pour réduire les flux de nitrates dès 2010-2011, pour aboutir à échéance de 2015, à une réduction des flux de nitrates de 30 à 40 % au moins dans les 8 baies « algues vertes » identifiées dans le Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) du bassin Loire-Bretagne.

A la demande du SMICTOM des Châtelets, un système de surveillance des concentrations en H_2S dans l'environnement a été installé au niveau de la plateforme de traitement des algues vertes de Ploufragan en 2010. Ce système associe des mesures par tubes à diffusion passive et des mesures en continu à l'aide d'analyseurs.

Afin de répondre aux interrogations du personnel de l'agglomération de Saint-Brieuc travaillant dans des locaux à proximité du site de compostage, Air Breizh a complété ce dispositif par l'installation de tubes à diffusion passive puis d'une cabine de mesure supplémentaire, dans les locaux de Saint-Brieuc Agglomération, de mai à août 2011.

Ce rapport se propose de compiler les données recueillies sur 2011.

II. Présentation 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 l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, 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 d'alerte.

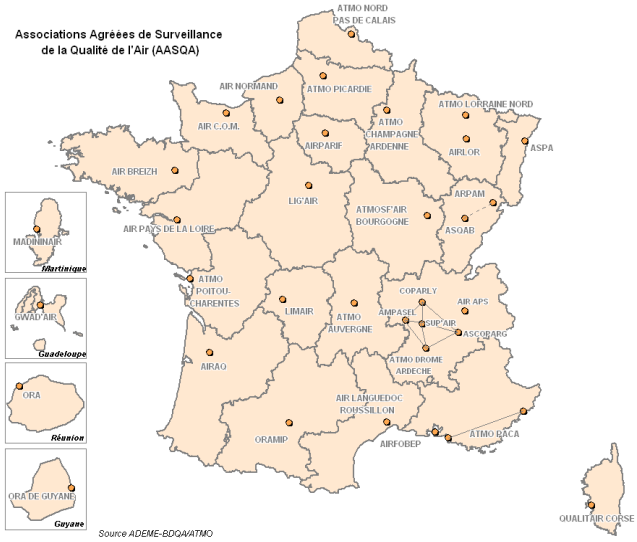

Fig.1 : Carte des AASQA

En Bretagne, cette surveillance est assurée par Air Breizh, depuis 1986.
Le réseau s'est régulièrement développé et dispose aujourd'hui de stations de mesure fixes dans neuf villes bretonnes, ainsi que d'un camion laboratoire et de plusieurs cabines mobiles pour la réalisation de campagnes de mesures 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_2, NO_2, CO, O_3, Métaux lourds, HAP, BTEX, 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, bulletins, 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 mesures à l'aide de moyens mobiles (laboratoire mobile, tubes à diffusion, préleveurs, jauges OWEN…).

III. Polluants étudiés

Il existe très peu de données sur la nature et la quantité de gaz émis lors de la décomposition des algues vertes. Selon les résultats de l'étude menée par l'INERIS le 13 août 2009 sur la plage de Saint-Michel en Grève[1], les composés détectés dans l'air sont principalement le sulfure d'hydrogène (H_2S), l'ammoniac (NH_3), le diméthylsulfure (DMS), le méthane (CH_4) et certains composés organiques volatils (COV).

Dans cette étude, Air Breizh s'intéresse plus particulièrement à 3 composés (ou famille de composés) : le sulfure d'hydrogène, l'ammoniac et certains COV.

III.1. Le sulfure d'hydrogène (H_2S)

Le sulfure d'hydrogène est un gaz incolore, plus lourd que l'air, d'odeur fétide caractéristique d'œufs pourris.

III.1.1. Sources d'émission

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), raffinage et cracking de pétroles riches en soufre, vulcanisation du caoutchouc, fabrication de viscose…

III.1.2. Devenir du sulfure d'hydrogène dans l'atmosphère

Le sulfure d'hydrogène, relativement stable dans l'air, est éliminé de l'atmosphère au bout de quelques jours, par dépôts secs ou par dépôts humides en se solubilisant dans les gouttes de pluie. Il peut ensuite être oxydé en sulfate (SO_4^{2-}) sous l'intervention de bactéries.

III.1.3. Concentrations atmosphériques observées

La concentration en H_2S **à la surface du globe** est estimée[2] en moyenne à 0,3 µg/m^3. Les concentrations observées **à proximité d'une usine de papier Kraft** par l'ORAMIP sont de l'ordre de 2 à 3 µg/m^3 en moyenne (maximum quart-horaire : 270 µg/m^3 en 2006)[3]. Des concentrations moyennes de 19,8 et 33,3 µg/m^3 ont été mesurées par Air Breizh, **à proximité d'une plage envahie par les algues vertes,** à Saint-Michel-en-Grève, en 2005 et 2006. Une concentration maximale de 1 492 µg/m^3 sur 1 heure et 3 408 µg/m^3 sur 15 minutes ont été relevées en 2006[4].

III.1.4. Effets sur la santé, valeurs de référence

Exemples de relations dose/effet [1, 2]

Concentrations (µg/m^3)	Durée d'exposition	Effets
0,7-200	< 1 minute	Seuil olfactif
16 000-32 000	Plusieurs heures	Irritation des yeux
75 000-150 000	> 1 heure	Irritation des muqueuses oculaires et respiratoires
225 000-300 000	2-15 minutes	Perte de l'odorat
112 000 210 000 448 000	1 heure 10 minutes 1 minute	Seuils d'effets irréversibles
521 000 963 000 2 129 000	1 heure 10 minutes 1 minute	Seuils d'effets létaux

(1) INERIS 2009, Résultats de mesures ponctuelles des émissions d'hydrogène sulfuré et autres composés gazeux potentiellement toxiques issues de la fermentation d'algues vertes (ulves), rapport d'étude, 15p
(2) OMS IPCS. Environmental Health Criteria n°19 : Hydrogen Sulfide, World Health Organisation, International Programme on chemical Safety, Geneva, 1981
(3) ORAMIP, Rapport d'activité 2006, Surveillance de la qualité de l'air en région Midi-Pyrénées
(4) AIR BREIZH, Algues vertes et qualité de l'air, Campagne de mesure à Saint-Michel-en-Grève (22) V2 du 20 juillet au 13 septembre 2006, 2007, 22 p.

Valeurs de référence

Valeurs de référence (définitions : voir glossaire, page 4)		source
RfC	2 µg/m^3	US-EPA
MRL	MRL aiguë : 98 µg/m^3 - MRL subchronique : 28 µg/m^3	ATSDR
Valeurs guide	7 µg/m^3 sur une demi-heure (nuisance olfactive) 150 µg/m^3 sur 24 heures (impact sur la santé)	OMS (2000)
VLCT VME	14 000 µg/m^3 sur 15 minutes 7 000 µg/m^3 sur 8 heures	INRS

III.2. L'ammoniac (NH_3)

III.2.1. Sources d'émission

La Bretagne représente environ 19% des émissions nationales d'ammoniac[5]. 98% de ces émissions proviennent du secteur de l'agriculture et de la sylviculture, les élevages (déjections animales) y contribuant à hauteur de 77% et les cultures (épandages de fertilisants minéraux) à hauteur de 20%[6]. Une des conséquences de l'agriculture intensive est la prolifération d'algues vertes, qui vont, elles aussi, émettre de l'ammoniac en se décomposant.

III.2.2. Devenir de l'ammoniac dans l'atmosphère

L'ammoniac, dont le temps de résidence dans l'atmosphère peut être de 4 à 5 jours, retombe en partie à proximité du lieu d'émission, mais peut aussi parcourir de longues distances.

III.2.3. Concentrations atmosphériques observées

Les niveaux observés dans **les écosystèmes non perturbés** (éloignés des activités humaines), sont de l'ordre[7] de 0,3 à 3 µg/m^3

En zone urbaine, des concentrations moyennes entre 2,4 et 9,4 µg/m^3 ont été mesurées à Rennes en 2002[8], avec une concentration horaire maximale de 37 µg/m^3.

Les concentrations mesurées à proximité **d'activités agricoles** présentent une large gamme. De l'ordre du microgramme par mètre cube dans les régions d'agriculture extensive, elles s'élèvent à 30 ou 60 µg/m^3 en zone d'agriculture intensive[9], atteignant jusqu'à 1 000 µg/m^3 à 50 mètres sous le vent d'un épandage de lisier[10]. Des concentrations moyennes comprises entre 37 et 77 µg/m^3 ont été mesurées dans le canton de Lamballe (zone d'élevages intensifs, la concentration horaire maximale pouvant atteindre 328 µg/m^3), en 2003 par Air Breizh[11].

Les niveaux moyens mesurés, en été 2005 et 2006, **à proximité d'une plage envahie par les algues vertes**, à Saint-Michel-en-Grève, sont respectivement de 1,6 et de 4,4 µg/m^3, la concentration maximale horaire s'élevant à 33,5 µg/m^3 en 2006.

Les concentrations peuvent être beaucoup plus élevées dans certains bâtiments d'élevage, atteignant jusqu'à 20 000 µg/m^3, dans des bâtiments hébergeant de la volaille.

(5) CITEPA, Inventaire départemental France 2000, dernière mise à jour février 2005.
(6) CITEPA, CORALIE format SECTEN, dernière mise à jour février 2008.
(7) PORTEJOIE S., MARTINEZ J., LANDMANN G., L'ammoniac d'origine agricole : impacts sur la santé humaine et animale et sur le milieu naturel, INRA Prod. Anim., 2002, 15, 151-160.
(8) LEVELLY, R. Contribution au développement d'un analyseur continu d'ammoniac atmosphérique. Mesures de concentrations en région Bretagne .Thèse Université de Rennes 1, 2003, 136 p.
(9) ROADMAN M. J., SCUDLARK J. R., MEISINGER J. J., ULLMAN W. J. Validation of Ogawa passive samplers for the determination of gaseous ammonia concentrations in agricultural settings, Atmos. Environ., 2003, 37, 2317-2325.
(10) GLORENNEC P et al. B. Evaluation du risque sanitaire lié aux expositions environnementales des populations à l'ammoniac atmosphérique en zone rurale, Bulletin épidémiologique hebdomadaire, 2000, n°32/2000, 40 p .
(11) AIR BREIZH, Etude des teneurs en ammoniac atmosphérique sur le canton de Lamballe, campagne 2003, 33 p.

III.2.4. Effets sur la santé, valeurs de référence

Exemples de relations dose/effet [12,13]

Concentrations (µg/m^3)	Durée d'exposition	Effets
2 700 – 35 000	10 minutes	Seuil olfactif
115 000	30 minutes	Nuisance olfactive
192 000	5 minutes	Larmoiement, irritation oculaire, nasale, de la gorge
248 000	1 heure	Effets irréversibles
280 000	Immédiat	Irritation de la gorge
1 050 000	1 minute	Effets irréversibles
2 380 000	1 heure	Mort
3 337 000	30 minutes	Mort

Valeurs de référence

Valeurs de référence (définitions : voir glossaire, page 4)		source
RfC	100 µg/m^3	US-EPA
MRL	MRL aiguë : 1 190 µg/m^3	ATSDR
VLCT VME	14 000 µg/m^3 sur 15 minutes 7 000 µg/m^3 sur 8 heures	INRS[14]

IV. Matériels et méthodes

IV.1. Présentation de la campagne de mesure

La plateforme de compostage de Ploufragan a été ouverte en 1986 pour le traitement des déchets verts et des ordures ménagères. Ce site est géré par le SMICTOM des Châtelets.

D'importants travaux ont été réalisés en 2010 afin d'accueillir et de traiter les algues vertes ramassées sur les plages. Ce site a été dimensionné pour traiter 10 000 tonnes d'algues en 2011.

Dans le cadre de cette activité, le SMICTOM des Châtelets a sollicité Air Breizh pour la mise en place de 2 stations de mesure en continu des concentrations en H_2S dans l'air, de part et d'autre de la zone de stockage.

Fig 2 : Photo de la cabine de mesure Nord

(12) INERIS, Seuils de toxicité aiguë, ammoniac, 2003, 40 p.
(13) OMS IPCS Environmental Health Criteria n°54 : Ammonia, World Health Organisation, International Programme on chemical Safety, Geneva, 1986.
(14) INRS, Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France, Aide-mémoire technique, 2007, 23 p.

Les cabines installées au niveau de la plateforme ont fonctionné du 1er janvier 2011 au 9 novembre 2011. Les mesures ont été stoppées suite au courrier du 31/10/11 visant à l'interruption de la convention pluriannuelle entre le SMICTOM des Châtelets et Air Breizh.

En plus de ce dispositif, une cabine de mesure mobile a été implantée dans le grand hall des bâtiments de Saint-Brieuc Agglomération, situés à proximité de la plateforme du SMICTOM, du jeudi 23 juin au jeudi 4 août 2011.

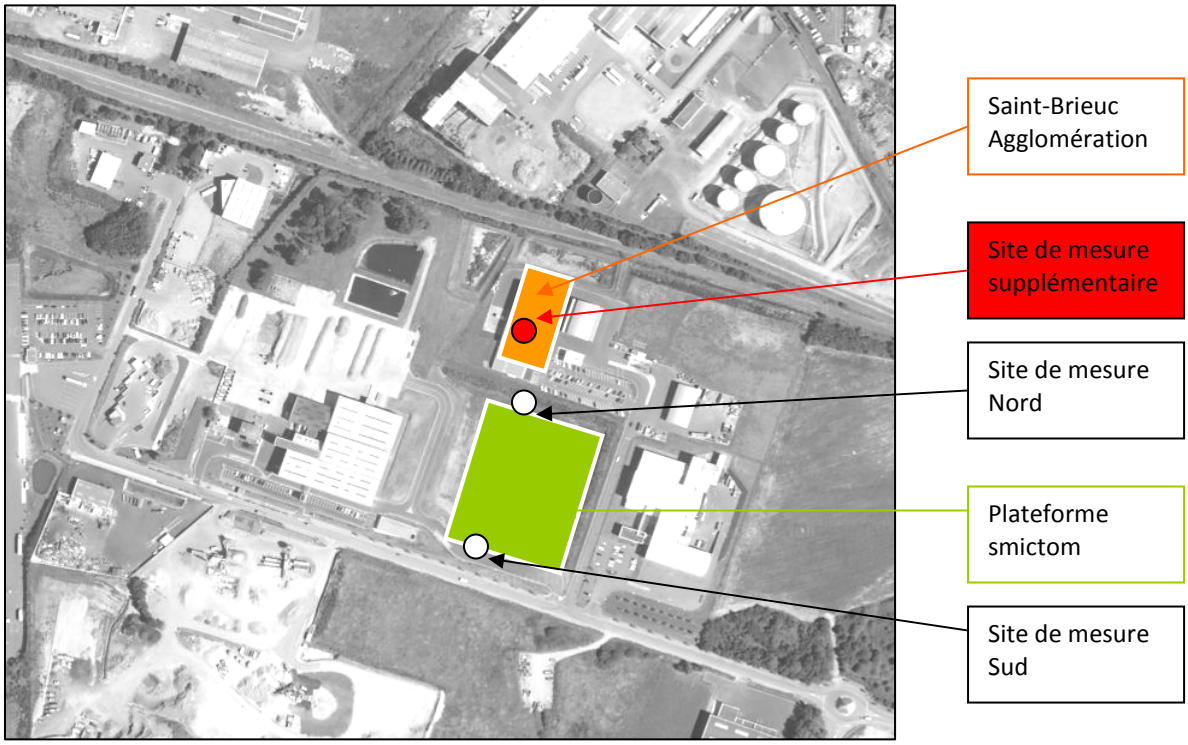

Fig. 3 : Implantation des sites de mesure autour de l'usine des Châtelets à Ploufragan (geoportail © 2008 – IGN)

Fig 4 : Photo de la cabine de mesure dans les locaux de Saint-Brieuc Agglomération

En complément, des tubes passifs pour la mesure de H_2S et NH_3 ont été installés en différents points :

- 1 à l'accueil
- 2 à l'extérieur

} SMICTOM des Châtelets

- 3 à l'accueil
- 4 dans le couloir
- 5 dans le bureau de l'agent de maîtrise
- 6 dans la fosse du garage
- 7 à l'extérieur

} St-Brieuc Agglomération

Deux séries de prélèvements par tubes ont été réalisées : la première du 9 au 16 mai 2011 avant l'arrivée d'algues vertes et le seconde du 23 au 29 juin, après réception.

IV.2. Techniques de mesure

IV.2.1. Les sites de mesure fixe

Le sulfure d'hydrogène est mesuré avec un analyseur de dioxyde de soufre, auquel est ajouté un module spécifique qui élimine le SO_2 contenu dans l'air. L'échantillon passe ensuite dans un convertisseur haute température (340°C) pour oxyder H_2S en SO_2. Le SO_2 est ensuite mesuré par fluorescence-UV au sein de la cellule de mesure. On en déduit ainsi la concentration en H_2S.

L'ammoniac est mesuré en continu avec l'analyseur AiRRmonia de Mechatronics. L'ammoniac contenu dans l'air diffuse à travers une membrane et est capté par une solution acide sous forme d'ions ammonium. Cette solution absorbante est ensuite basifiée et mise en contact avec une membrane spécifique à NH_3. L'ammoniac traverse cette membrane et est collecté dans une solution d'eau ultrapure. Les ions ammonium sont ensuite quantifiés par conductimétrie. On en déduit ainsi la concentration en NH_3.

IV.2.2. Les tubes à diffusion passive

Les polluants étudiés sont piégés à l'aide de tubes à diffusion passive, technique de mesure courante dans la surveillance de la qualité de l'air. En pratique, les échantillonneurs passifs sont exposés dans l'air ambiant sur une période de 14 jours, puis envoyés dans un laboratoire pour analyse. Les principes de piégeage et de mesure sont propres à chaque composé :

- Le sulfure d'hydrogène est piégé par une cartouche en polypropylène microporeux imprégné d'acétate de zinc où il est chimiabsorbé sous forme de sulfure de zinc. Au laboratoire, le polluant est récupéré avec de l'eau, pour réagir avec l'ion N,N-diméthyl-p-phénylènediammomium et produire du bleu de méthylène en présence d'un oxydant, comme le chlorure ferrique, dans un milieu très acide. La masse piégée est déterminée par spectrométrie visible.

- L'ammoniac est piégé sur un tube polyéthylène microporeux imprégné d'acide phosphorique. Par réaction, les molécules d'ammoniac sont transformées en ion ammonium. En milieu alcalin, ces derniers réagissent avec le phénol et l'hypochlorite de sodium sous l'effet catalytique du pentacyanonitrosylferrate (cyanoferrate), en produisant de l'indophénol, de couleur bleu. La masse piégée est déterminée par spectrométrie visible (à 635 nm).

IV.3. Contrôle de la qualité des mesures

Concernant les analyseurs automatiques, Air Breizh intègre la chaîne de mesure nationale et est soumis à des objectifs très stricts en matière de métrologie. Ainsi, les analyseurs sont régulièrement étalonnés à l'aide d'une bouteille étalon, puis vérifiés à l'aide d'une source d'H_2S.

L'appareil réalise automatiquement un zéro toutes les 24 heures afin de s'assurer qu'il n'y a pas de dérive. Ce travail régulier permet de garantir la qualité de la mesure.

Concernant les tubes à diffusion passive, 1 doublon a été mis en place pour validation métrologique (répétabilité). Les écarts de concentrations entre les mesures de doublons par tubes à diffusion sont :

- inférieurs à 0,1 µg/m^3 pour le H_2S
- inférieurs à 0,3 µg/m^3 pour le NH_3.

Les « blancs terrains», tous inférieurs à la limite de détection (0,1µg/m^3), ont servi à vérifier l'absence de contamination, durant la manipulation et le transport des tubes.

IV.4. Limites de l'étude

Ces campagnes de mesure ne sont représentatives que de la période étudiée. Les résultats sont tributaires des conditions météorologiques. En aucun cas, ils ne peuvent être assimilés à une autre période ou un autre site.

L'étude se limite aux sites de prélèvement, ce qui n'exclut pas des concentrations plus élevées dans des zones non étudiées.

L'échantillonnage par tube à diffusion ne permet pas de suivre les niveaux de pollution en continu, mais fait état d'une situation moyenne sur la durée d'exposition des tubes. Les élévations ponctuelles de concentrations ne peuvent donc pas être observées.

V. Résultats

V.1. Conditions météorologiques

L'épisode hivernal apparu fin 2010 prend brusquement fin dés les premiers jours de janvier 2011. Le climat va devenir doux, marqué par une succession de perturbations peu pluvieuses au mois de février. Une situation anticyclonique s'installe ensuite durablement sur l'ensemble de la Bretagne, apportant une insolation forte et des températures supérieures aux normales de saison jusqu'à début juillet. Les conditions se dégradent ensuite jusqu'à la mi-septembre, un flux océanique apporte fraicheur et précipitations. La fin du mois de septembre et le mois d'octobre voient s'installer des conditions quasi estivales avec des températures maximales exceptionnelles et un ensoleillement particulièrement généreux (source météo-France, bulletins Eole).

La station météorologique, installée au niveau de la plateforme des Châtelets, a été opérationnelle plus de 99% du temps. Les paramètres suivis sont la température, l'humidité relative, la vitesse et la direction du vent.

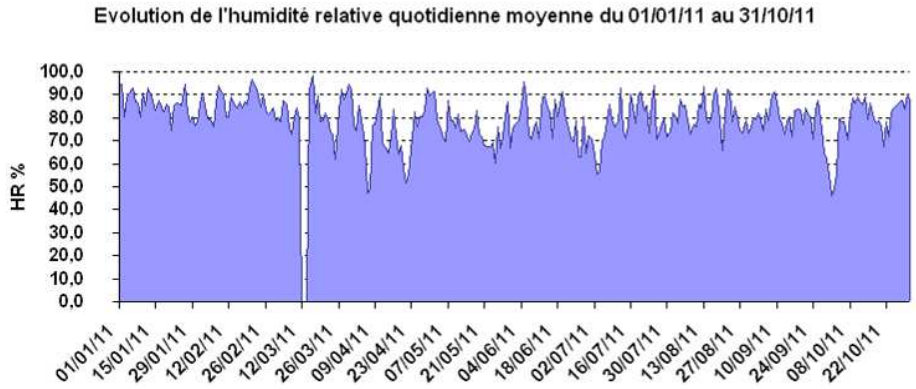

Fig.5 : Evolution de l'humidité relative au niveau de la plateforme des Châtelets

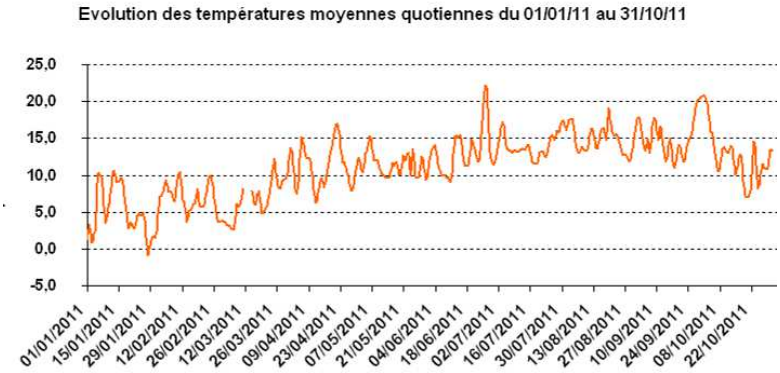

Fig.6 : Evolution de la température au niveau de la plateforme des Châtelets

Sur la période d'étude, les températures s'échelonnent de 29,6 ℃, le 26/06 à 16h, à – 1,8 ℃, le 28/01à 16h.

L'étude de la rose des vents démontre que les vents dominants sont orientés du Sud-Est au Sud Ouest (50% des observations). Le secteur Nord-Ouest à Nord Est est également bien représenté (25% des observations).

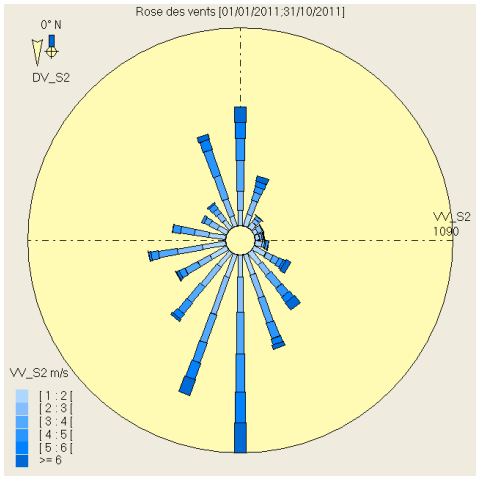

Fig.7 : Rose des vents du 01/01/11 au 31/10/11 au niveau de la plateforme des Châtelets

V.2. Suivi en continu des concentrations en H_2S au niveau de la plateforme

V.2.1. Statistiques descriptives

Le tableau ci-dessous reprend les concentrations en H_2S relevées du 1er janvier au 31 octobre 2011 à Ploufragan.

Concentration en H_2S µg/m^3	Ploufragan 2010	
Site	Site Sud	Site Nord
Taux de fonctionnement du 01/01 - 31/10	95,5 %	90,3 %
Moyenne	1,3	1,5
Ecart-type	2,6	2,0
Minimale horaire	0	0
Maximale horaire (date)	76 (25/06 21h)	29 (17/06 07h)
Maximale ¼ horaire (date)	122 (25/06 23h15)	60 (26/06 03h00)
Médiane	1	1
Centile 98	5	6

Contrairement aux données 2010, il n'y a pas de différences significatives entre les 2 sites à l'exception de rares pics observés sur le site sud, fin juin, après la réception des premières algues vertes. Le site était alors sous le vent des andains d'algues.

L'examen des médianes (égales à 1 µg/m^3) suggère que la distribution des concentrations en H_2S est proche sur les 2 sites, comme le confirme l'étude des histogrammes ci-dessous.

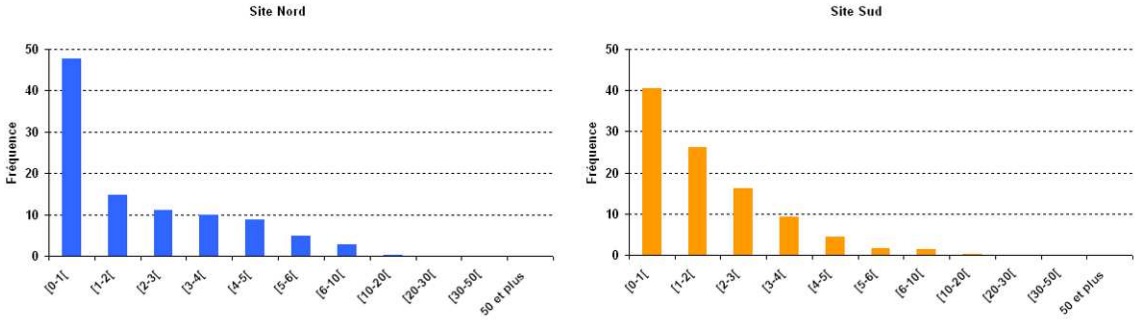

Fig.8 : Distribution des concentrations en H_2S du 01/01/11 au 31/10/11 au niveau de la plateforme des Châtelets

La majorité des concentrations est inférieure à 2 µg/m^3 (62 % pour le site Nord et 66 % pour le site sud).

V.2.2. Comparaison avec les niveaux relevés sur les plages

En comparaison avec les valeurs enregistrées par le laboratoire mobile d'Air Breizh (avec la même méthode de mesure) au niveau des plages de Saint-Michel en Grèves et de Hillion, les concentrations moyennes et les valeurs maximales relevées sur le site du SMICTOM des Châtelets sont relativement faibles.

Concentration en H_2S µg/m^3	Ploufragan 2011		Ploufragan 2010		Saint-Michel en Grèves		Hillion
Dates	01/01/11 – 31/10/11		07/09/10 – 31/12/10		21/07/05 02/09/05	20/07/06 13/09/06	03/07/08 10/09/08
Sites	Site Sud	Site Nord	Site Sud	Site Nord	Plage de la granville		Plage de Bon abri
Moyenne	1,3	1,5	0,9	3,9	19,8	33,3	42,2
Maximale horaire	76	29	35	275	939	1492	2854
Maximale ¼ horaire	122	60	152	465	1136	3408	3787
Médiane	1	1	0	0	1	1	1
Centile 98	5	6	7	74	166	256	408

Compte tenu d'une amélioration des procédés de traitement des algues vertes entre 2010 (année test) et 2011 et de l'arrêt des livraisons d'algues en juillet, les concentrations s'avèrent plus faibles en 2011 qu'en 2010.

V.2.3. Comparaison avec les valeurs de références OMS

La valeur de recommandation de l'OMS pour ne pas susciter de gêne olfactive (7 µg/m^3 sur une demi-heure) est dépassée **0,5% du temps sur le site Nord** et **0,8% sur le site Sud**. Les dépassements observés sont consécutifs à la réception et/ou au travail des algues sur le site de traitement. A titre d'information, cette valeur a été dépassée 27% du temps à Hillion en 2008.

Aucun dépassement de la valeur de recommandation de l'OMS pour la santé (150 µg/m^3 sur 24 heures), n'a été observé. La valeur maximale sur 24 h atteint 26 µg/m^3 le 26/06/11. Cette valeur de recommandation avait été atteinte 7 fois aux abords de la plage d'Hillion en 2008 et 3 fois à Saint-Michel en Grèves en 2006.

V.2.4. Evolution temporelle des concentrations

Le graphique ci-dessous reprend l'évolution des concentrations journalières mesurées sur les 2 sites implantés au niveau de la plateforme de compostage du 1er janvier au 31 octobre 2011.

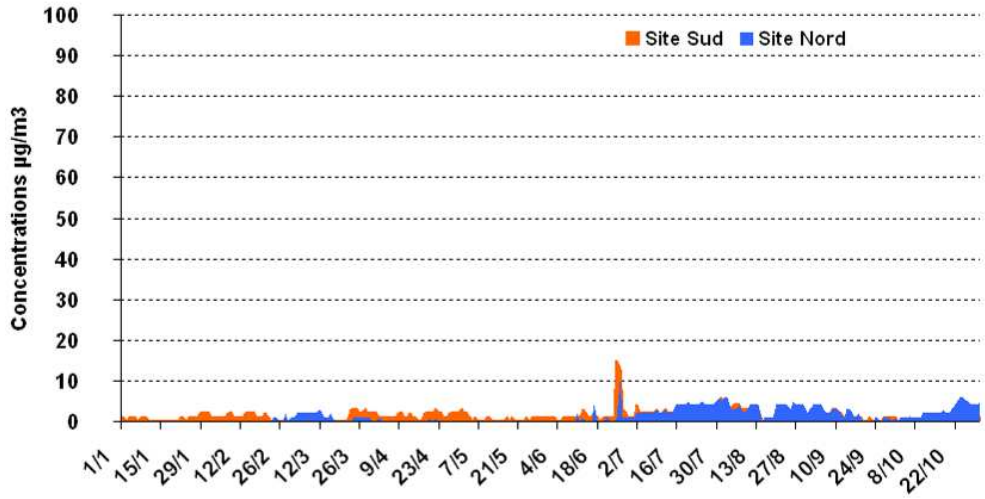

Fig.9 : Concentrations journalières en H_2S du 01/01/11 au 31/10/11

Durant cette période, le SMICTOM des Châtelets a réceptionné des algues, à la fin du mois de juin. Une très légère hausse des concentrations journalières est alors observée les 25 et 26 juin sur les 2 sites de mesures.

V.3. Les campagnes de mesures complémentaires

V.3.1. Synthèse des mesures en continu

Une cabine de mesure mobile équipée d'un analyseur H_2S et d'un analyseur NH_3 a été implantée dans le grand hall des bâtiments de Saint-Brieuc Agglomération, du jeudi 23 juin au jeudi 4 août 2011.

A noter que l'analyseur d'ammoniac installé a connu quelques dysfonctionnements techniques durant cette campagne de mesure.

Il a été procédé à un retournement des andains d'algues, les 1er, 8, 13 et 22 juillet, vers 20h.

Polluant	H_2S µg/m^3				NH_3 µg/m^3	
	Valeurs Réglementaires	SMICTOM site Sud	SMICTOM Site Nord	Saint-Brieuc Agglo	Valeurs Réglementaires	Saint-Brieuc Agglo
Moyenne	-	2	3	2	-	34
Maximale 1/4h	14 000 (VLCT)	64	17	11	14 000 (VLCT)	75
Maximale horaire	-	42	12	10	-	69
Maximale 1/2 h	7 (gêne olfactive)	58	15	11	-	74
Maximale sur 24h	150 (santé)	4	3	4	270 (végétation)	60

Sulfure d'hydrogène

Les concentrations moyennes en H_2S ont atteint 2 µg/m^3 sur les 3 sites de mesures. La valeur maximale horaire glissante mesurée sur la période est de 20 µg/m^3 (site Sud).

La valeur de recommandation de l'OMS pour ne pas susciter de gêne olfactive est fixée à 7 µg/m^3 sur une demi-heure. Elle a été dépassée 2,4% du temps sur le site Sud, 0,9% du temps sur le site Nord et **0,7% sur le site de Saint-Brieuc Agglomération**.

Aucun dépassement de la valeur de recommandation de l'OMS pour la santé (150 µg/m^3 sur 24 heures), n'a été observé. La valeur maximale sur 24 h atteint 4 µg/m^3.

Les valeurs utilisées en milieu de travail (INRS) ont été respectées.

Ammoniac

Durant la période de mesure, la concentration moyenne en ammoniac a atteint 34 µg/m^3 et un maximum horaire de 72 µg/m^3 a été relevé, dans les locaux de Saint-Brieuc Agglomération.

La concentration critique éditée par l'OMS pour la protection de l'environnement (270 µg/m^3 sur 24h) a été largement respectée, avec un maximum journalier de 59 µg/m^3.

Les valeurs utilisées en milieu de travail (INRS) ont été respectées.

V.3.2. Evolution temporelle

Sulfure d'hydrogène

L'évolution des concentrations en H_2S sur les différents sites de mesure obéit aux variations de direction du vent. Ainsi, les hausses observées au niveau du site Sud coïncident avec les périodes où le vent est au Nord, le site est donc sous le vent de la plateforme. Concernant le site installé dans les locaux de Saint-Brieuc Agglomération, les concentrations en H_2S augmentent lorsque le vent est au Sud-Est, les locaux se trouvant alors sous le vent de la plateforme.

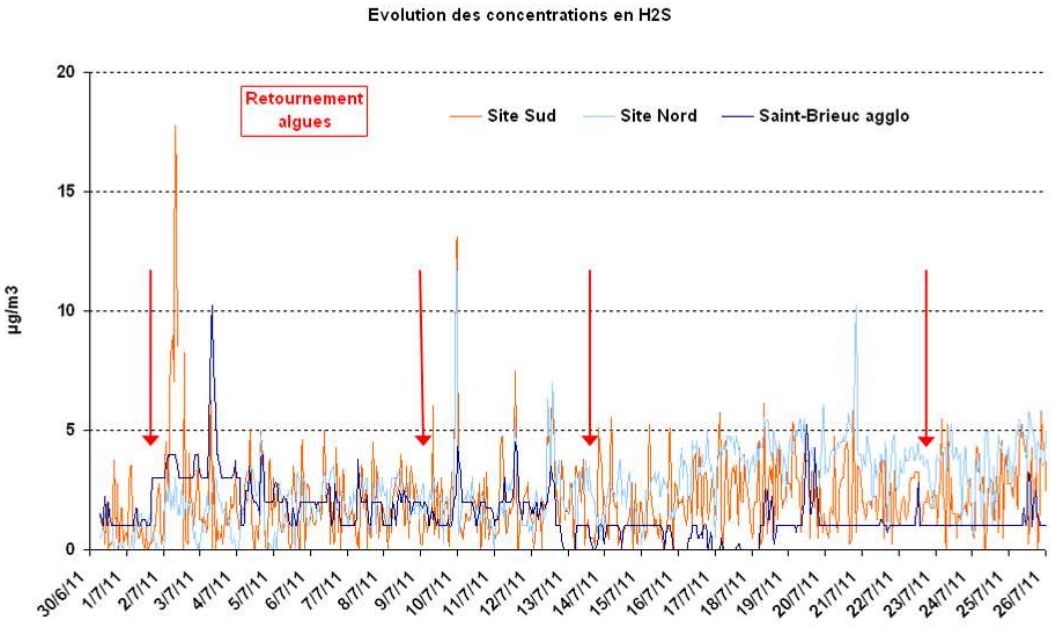

Fig.10 : Evolution des concentrations horaires en H_2S durant la campagne de mesure

Ammoniac

Aucune corrélation n'a pu être mise en évidence entre H_2S et NH_3.

Ce constat peut s'expliquer par une différence de densité de ces 2 gaz (NH_3 est plus léger que l'air alors que H_2S est plus lourd), ce qui induit des mécanismes de dispersion dans l'atmosphère

différents. Par ailleurs, il existe d'autres sources d'ammoniac, notamment en air intérieur (produits d'entretien, colles,…).

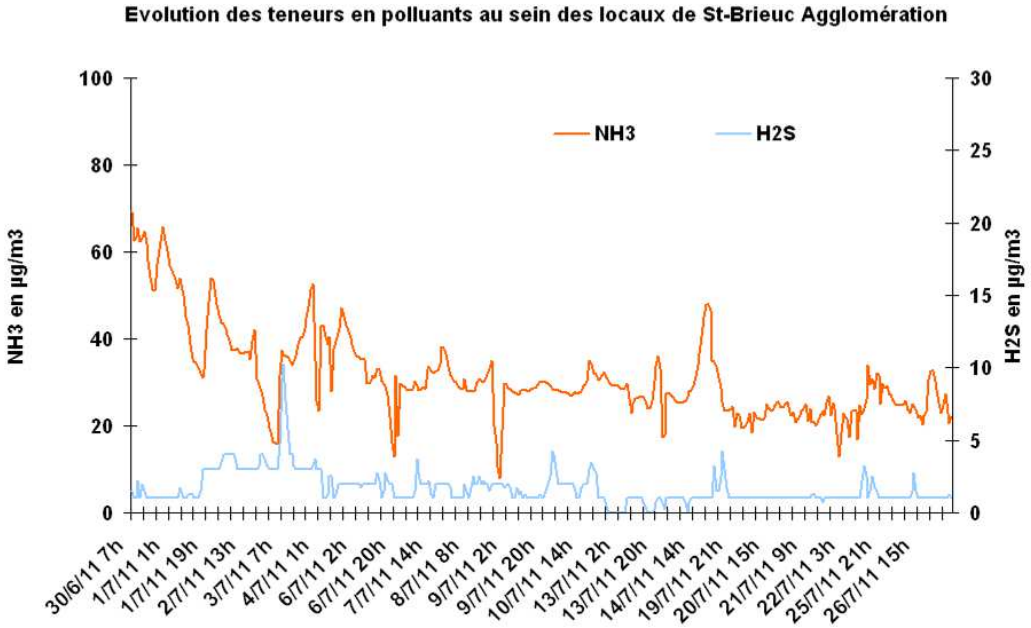

Fig.14 : Comparaison de l'évolution des teneurs horaires en H_2S et NH_3 durant la campagne de mesure

V.3.3. Mesures par tubes à diffusion

Les concentrations en H_2S relevées sur les différents sites sont proches de zéro pour les 2 campagnes de prélèvement.

N° site	Site	Mesures H_2S en µg/m^3	
		Avant arrivage des algues fraiches	Après arrivage des algues fraiches
1	Accueil SMICTOM	0,15	0,00
2	Extérieur Smictom	0,02	0,00
3	Accueil locaux agglo	0,27	0,05
4	Couloir agglo	0,08	0,00
5	Bureau agent de maitrise agglo	0,20	0,00
6	Garage agglo	0,10	0,04
7	Extérieur agglo	0,16	0,07

Les niveaux d'ammoniac en air intérieur s'échelonnent de 9 à 31 µg/m^3 dans les pièces administratives avant l'arrivée des algues, et de 15 à 39 µg/m^3 après l'arrivée des algues. Les concentrations les plus fortes sont mesurées à l'accueil du SMICTOM des Châtelets et les plus faibles dans le garage de Saint-Brieuc agglomération.

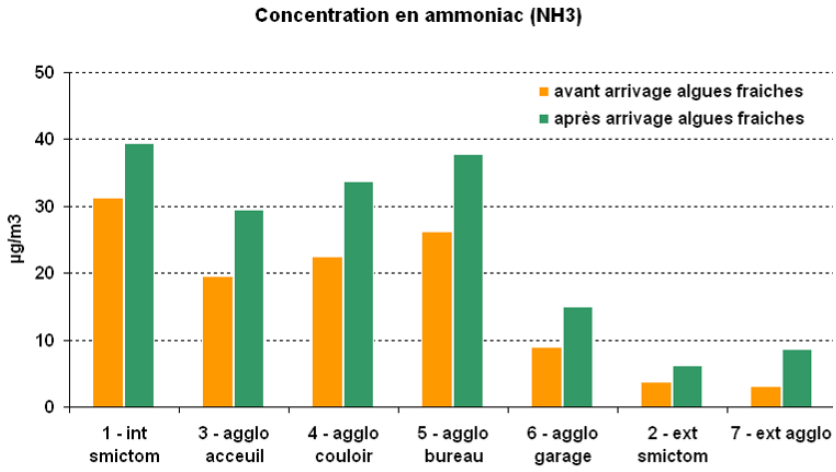

Fig.15 : Mesures de l'ammoniac par tubes à diffusion passive

Les concentrations en air ambiant sont de 3 µg/m^3 avant l'arrivée des algues et de 7 µg/m^3 après l'arrivée des algues.

Ces observations tendent à montrer que le traitement des algues ne contribue qu'à une très légère hausse des concentrations moyennes en ammoniac à proximité de la plateforme.

VI. Conclusion

Dans le cadre d'une convention pluriannuelle 2010 à 2012, Air Breizh a réalisé le suivi des concentrations en H_2S au niveau de la plateforme des Châtelets du 1er janvier au 31 octobre 2011, date à laquelle la convention a été interrompue à la demande du SMICTOM des Châtelets, en raison de l'absence d'algues sur le site.

Les mesures de sulfure d'hydrogène sur les 2 sites fixes démontrent que les concentrations en polluants sont directement dépendantes des activités de traitement des algues vertes. En raison de l'arrêt prématuré de réception des algues et du choix d'un type de traitement (compostage) probablement moins émissif sur la plateforme, les concentrations en H_2S se sont avérées plus faibles qu'en 2010.

La valeur de recommandation de l'OMS pour ne pas susciter de gêne olfactive (7 µg/m^3 sur une demi-heure) est dépassée moins d'1% du temps.

Les campagnes de mesures par tubes à diffusion passive mises en place afin de répondre aux interrogations du personnel de l'agglomération de Saint-Brieuc ont permis d'étudier le sulfure d'hydrogène et l'ammoniac. Les concentrations relevées en H_2S sont très faibles avant et après l'arrivage des algues. Les teneurs en ammoniac subissent une très légère hausse après réception des algues tendant à montrer que le traitement des algues a pu avoir un impact sur la qualité de l'air autour de la plateforme. Considérant les niveaux mesurés, cet impact reste relativement faible.