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

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 2010

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

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 10

IV.1. Présentation des sites de mesure 10
IV.2. Dates des campagnes de mesures 11
IV.3. Techniques de mesure 12
IV.4. Contrôle de la qualité des mesures 13

V. Résultats 14

V.1. Conditions météorologiques 14
V.2. Suivi en continu des concentrations en H_2S 15
V.3. Les campagnes par tubes à diffusion 20
V.4. La qualité de l'air intérieur 29

VI. Conclusions 32

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	Concentration de référence (US-EPA):, concentration estimée à laquelle aucun effet néfaste sur la santé, non cancérogène, n'est susceptible d'apparaître pour une exposition continue des populations, y compris les plus sensibles, par inhalation, pendant toute la durée de la vie.
US-EPA	United States Environnemental Protection Agency
VLCT	Valeurs Limites d'exposition à Court Terme (INRS) : ce sont des valeurs mesurées sur une durée maximale de 15 minutes. Leur respect prévient les risques d'effets toxiques immédiats ou à court terme
VLEP	Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle : concentrations d'agents chimiques dans l'atmosphère des lieux de travail. Elles peuvent être réglementaires contraignantes, donc soumises à une obligation réglementaire de non-dépassement, ou bien réglementaires indicatives et constituent des objectifs de prévention et d'aide à l'évaluation des risques
VME	Valeurs limites de Moyenne d'Exposition (INRS) : mesurées ou estimées sur la durée d'un poste de travail de 8 heures, elles sont destinées à protéger les travailleurs des effets à moyen ou long terme
$\mu g/m^3$	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 dix ans. La majeure partie est épandue sur des terres agricoles, un quart environ est co-composté avec des sources carbonées (déchets verts, composts urbains…), le reste est stocké.

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 Chatelets, 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. Ce système associe des mesures par tubes à diffusion passive et des mesures en continu à l'aide d'analyseurs.

De manière complémentaire, Air Breizh a renforcé le système de mesure par tube à diffusions passive (augmentation du nombre de points de mesure et élargissement des polluants étudiés), dans le cadre de la convention de recherche et de développement 2010-CRD-14 financée par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES).

Ce rapport propose de faire la synthèse des mesures 2010.

II. Présentation d'Air Breizh

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

Ces organismes, agréés par le Ministère de l'Ecologie, 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.

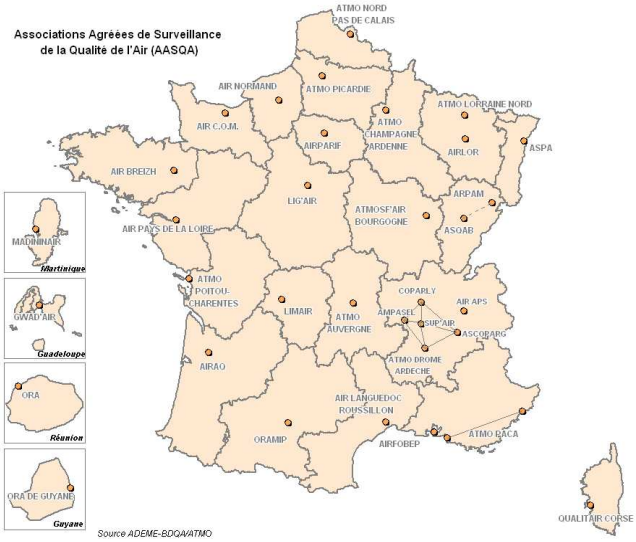


Fig.1 : Carte des AASQA

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.

Une étude réalisée **dans un tunnel d'autoroute** en Suisse a révélé des concentrations horaires comprises entre 164 et 248 µg/m^3)

---

[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]

III.3.Les composés organiques volatils (COV)

Les composés organiques volatils (COV) constituent une famille de molécules très large qui sont constitués au moins d'un élément carbone et un ou plusieurs autres éléments (hydrogène, halogènes, oxygène, soufre, phosphore, silicium ou azote, à l'exception des oxydes de carbone et des carbonates et bicarbonates inorganiques) et dont les pressions de vapeur sont supérieures ou égales à 0,01 kPa, à une température de 20°C (définitions de la Directive 1999/13/CE du 11 mars 1999).

La liste des COV étudiés dans le cadre de cette étude tient compte des composés détectés lors de l'étude ponctuelle sur les émissions issues de la fermentation des algues vertes de l'INERIS[15]. Cette liste est complétée par des composés susceptibles d'être émis lors du process de compostage (toluène, limonène, alpha-pinène, n-octane, n-décane, 1-2-4 triméthyl, benzène, 2 éthyl-1-hexanol)[16]. Enfin, des composés sont ajoutés pour discriminer l'impact d'autres sources de la zone industriel comme un dépôt pétrolier ou une centrale d'enrobage (éthylbenzène, benzène, 2 éthoxyéthanol[17]).

Nom de la substance	N° CAS	Formule brute	Sources d'émissions	Valeurs de références
toluène	108-88-3	C_7H_8	Industrie chimique, imprimerie, combustion, potentiellement émis lors du process de compostage	VLEP = 192 mg/m^3 (8h) = 384 mg/m^3 (15 min.)
éthylbenzène	100-41-4	C_8H_{10}	Production de goudrons, pesticides, vernis et peinture. potentiellement émis lors du process de compostage	Recommandation OMS : 22 mg/m^3 (1an)

[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.
[15] 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.
[16] ADEME 2005, Impacts environnementaux de la gestion biologique des déchets – bilan des connaissances, Rapport final, 331 p.
[17] Environnement Canada 2002 Liste des substances d'intérêt prioritaire : 2-Éthoxyéthanol, Rapport d'évaluation 48 p.

Nom de la substance	N° CAS	Formule brute	Sources d'émissions	Valeurs de références
limonène	5989-27-5	$C_{10}H_{16}$	Emissions biogéniques, ordinairement émis lors du process de compostage	-
alpha-pinène	80-56-8	$C_{10}H_{16}$	Emissions biogéniques, potentiellement émis lors du process de compostage	-
2 éthyl-1-hexanol	704-76-7	$C_8H_{18}O$	Potentiellement émis lors du process de compostage	-
benzène	71-43-2	C_6H_6	Trafic routier, potentiellement émis lors du process de compostage	Valeurs limite = 5 µg/m^3 (1 an)
n-octane	111-65-9	C_8H_{18}	Trafic routier, potentielement émis lors du process de compostage	-
n-décane	124-18-5	$C_{10}H_{22}$	Produits pétroliers	-
2 éthoxyéthanol	110-80-5	$C_4H_{10}O_2$	Emissions industrielles	VLEP = 19 mg/m^3 (8h)
1-2-4 triméthyl benzène	95-63-6	C_9H_{12}	Trafic automobile, utilisation de solvants, émis lors du process de compostage	-

IV. Matériels et méthodes

IV.1. Présentation des sites 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 réalisé 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. Par ailleurs des campagnes de mesure du H_2S par tubes à diffusion passive ont été réalisées sur une dizaine de sites (en vert, sur le plan).

Fig 2 : Photo de la cabine de mesure Nord

Fig.3 : Rack avec analyseur et station d'acquisition

Afin de compléter ce dispositif à la demande de l'ANSES, 30 autres sites ont été pourvus de tubes à diffusion passive pour la mesure de H_2S, NH_3 et des COV, selon un maillage régulier jusqu'à 2 km autour de la plateforme (en bleu).

Fig. 4 : Implantation des sites de mesure autour de l'usine des Châtelets à Ploufragan (geoportail © 2008 – IGN)

IV.2. Dates des campagnes de mesures

Plusieurs campagnes de mesure par tubes ont été menées de juillet 2010 à octobre 2010

- Série 1 : du 08/07/10 au 22/07/10 : 20 sites H_2S et 10 COV
- Série 2 : du 22/07/10 au 05/08/10 : 20 sites H_2S, 10 COV et 10 NH_3
- Série 3 : du 24/08/10 au 07/09/10 : 40 sites H_2S et COV
- Série 4 : du 07/09/10 au 21/09/10 : 20 sites H_2S, 20 NH_3
- Série 5 : du 21/09/10 au 05/10/10 : 20 sites H_2S.

Les sites de mesure en continu d'H_2S ont été opérationnels à partir du 6 septembre 2010.

IV.3. Techniques de mesure

IV.3.1. Les sites de mesure fixes

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 de. On en déduit ainsi la concentration en H_2S.

Les données brutes sont des données quart-horaires, agrégées à partir de mesures réalisées toutes les trente secondes pour l'analyseur d'H_2S.

IV.3.2. 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).

- Les composés organiques volatiles sont piégés par adsorption sur un tube de charbon graphité (Carbograph 4) puis sont désorbés par la désorption thermique et analysés par la chromatographie gazeuse capillaire détecteur FID ou MS. La liste des COV à analyser a été définie avec l'ANSES.

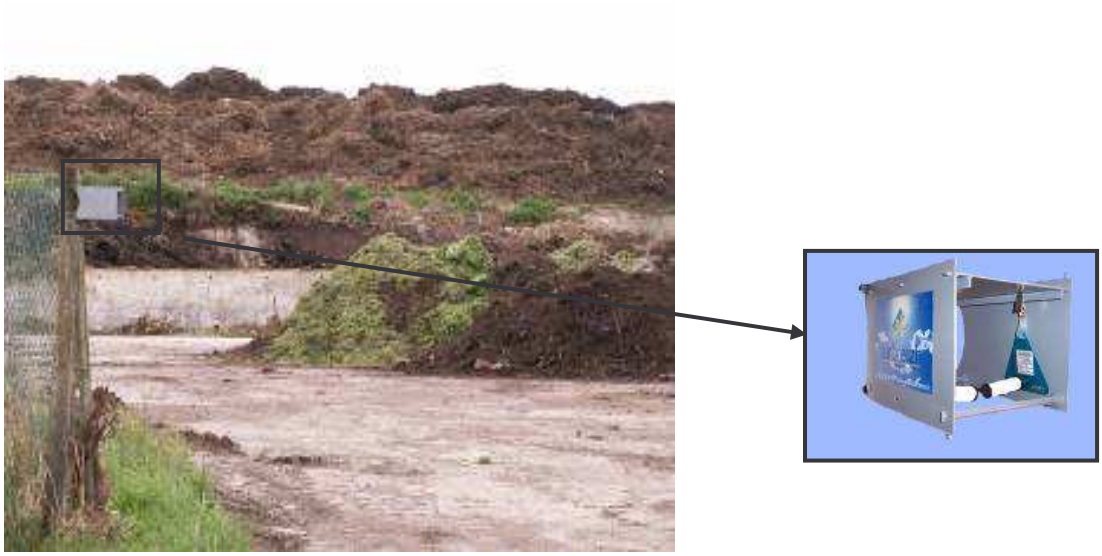


Fig.5 : Implantation d'un abri pourvu de tubes à diffusion (site d'Hillion 2007)

IV.4. 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 de SO_2 issu du Laboratoire National d'Essai puis vérifié 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, 5 points de prélèvements ont fait l'objet de doublons 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
- inférieurs à 0,1 µg/m^3 pour les COV

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 des tubes.

IV.5. 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

Les mois de septembre et octobre sont marqués par des successions de dépressions et d'anticyclones entrainant une alternance de périodes douces et de périodes fraîches. Le mois de novembre très perturbés (fort cumul de précipitations sur l'ensemble du département des Côtes d'Armor selon Météo-France) se termine par l'entrée dans un épisode hivernal (températures froides et neiges) qui se poursuit sur l'ensemble du mois de décembre.

La station météorologique, installée au niveau de la plateforme des Châtelets a été opérationnelle à partir du 7 septembre 2010. Les paramètres suivis sont la température, l'humidité relative, la vitesse et la direction du vent.

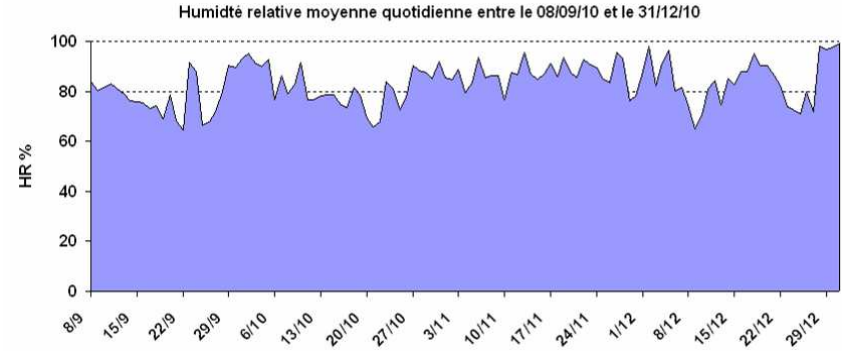


Fig.6 : Evolution de l'humidité relative au niveau de la plateforme des Châtelets

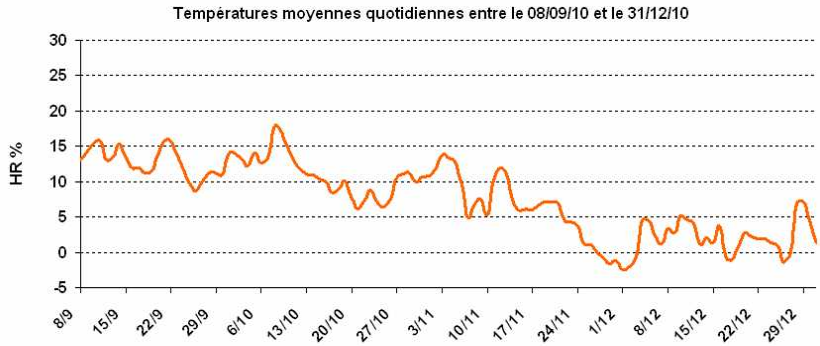


Fig.7 : Evolution de la température au niveau de la plateforme des Châtelets

Sur la période d'étude, les températures s'échelonnent de 21,5 °C, le 21/09 à 17h, à – 4 °C, le 02/12 à 5h.

L'étude de la rose des vents démontre que les vents dominants sont orientés du Sud-Sud Est au Sud Ouest (40% des observations). Le secteur Nord-Ouest à Nord Est est également bien représenté (29% des observations), avec des vitesses de vents soutenues (50 % des vents de plus de 6 m/s).

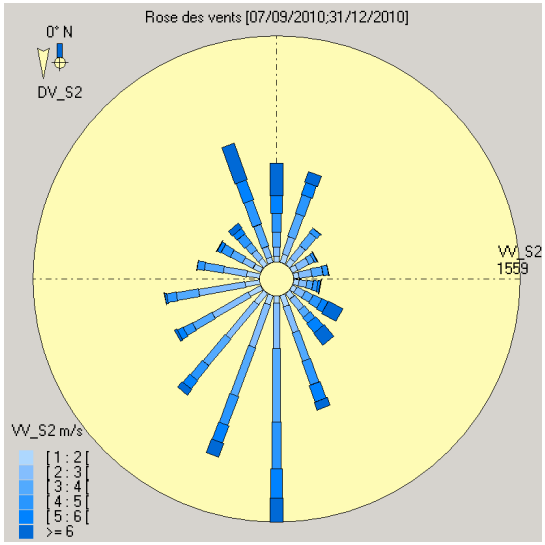


Fig.8 : Rose des vents du 07/09/10 au 31/12/10 au niveau de la plateforme des Châtelets

V.2. Suivi en continu des concentrations en H_2S

V.2.1. Statistiques descriptives

Le tableau ci-dessous reprend les concentrations en H_2S relevées, lors des campagnes de mesures 2010 menées à Ploufragan.

Concentration en H_2S µg/m^3	Ploufragan 2010	
Site	Site Sud	Site Nord
Taux de fonctionnement du 07/09 - 31/12	99,3 %	69,6 %
Moyenne	0,9	3,9
Ecart-type	2,3	18,6
Minimale horaire	0	0
Maximale horaire (date)	35 (01/10 22h)	275 06/09 15h
Maximale ¼ horaire (date)	152 (07/09 12h00)	465 (06/09 14h45)
Médiane	0	0
Centile 98	7	74

En raison d'une panne technique survenue sur la station d'acquisition du site nord, les données n'ont pas pu être collectées du 25/11/10 au 29/12/10, ce qui explique le plus faible taux de fonctionnement du site nord.

Les concentrations sont plus élevées sur le site Nord, tant pour la moyenne (3,9 µg/m^3) que pour les valeurs fortes (C98 = 74 µg/m^3).

L'examen des médianes (égales à 0 µg/m^3) suggère tout de même que la distribution des concentrations en H_2S est proche sur les 2 sites, comme le confirme l'étude des histogrammes ci-dessous.

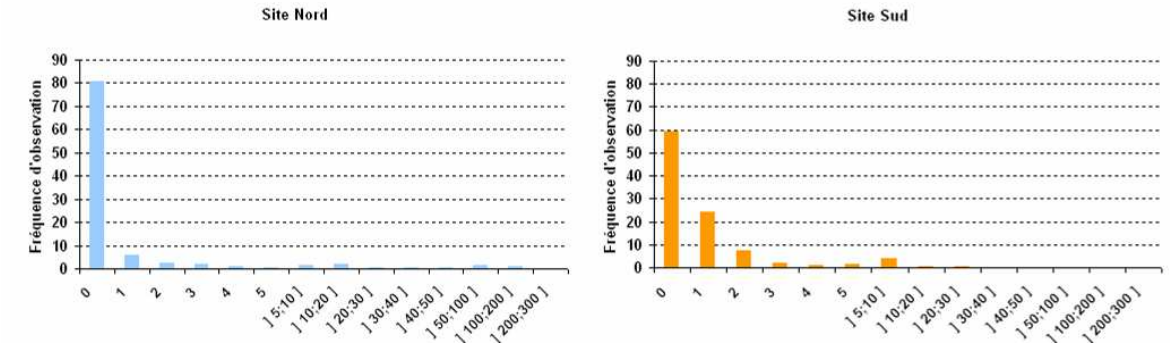


Fig.9 : Distribution des concentrations en H_2S du 07/09/10 au 31/12/10 au niveau de la plateforme des Châtelets

La majorité des concentrations sont comprises entre 0 et 1 µg/m^3 (87 % pour le site Nord et 84 % pour le site sud). Les différences constatées sur la moyenne résultent de phénomènes de « pics » qui sont de plus grandes ampleurs sur le site Nord. Les hausses de niveaux sont donc des phénomènes très ponctuels et dépendants de l'activité du site et des facteurs météorologiques.

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 2010		Saint-Michel en Grèves		Hillion
Dates	07/09/10 – 31/12/10		21/07/05 02/09/05	20/07/06 13/09/06	03/07/08 10/09/08
Moyenne	0,9	3,9	19,8	33,3	42,2
Maximale horaire	35	275	939	1492	2854
Maximale ¼ horaire	152	465	1136	3408	3787
Médiane	0	0	1	1	1
Centile 98	7	74	166	256	408

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 **6,7% du temps sur le site Nord** et **1,6% 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 105 µg/m^3 le 07/09/10. Cette valeur de recommandation a 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. Influence des paramètres météorologiques

L'étude des corrélations (cf. tableau ci-dessous) entre la température, l'humidité relative et la vitesse du vent ne permet pas de mettre en évidence l'influence de ces paramètres sur les concentrations mesurées en H_2S, sur les 2 sites de mesure.

Coefficient de corrélation	Site Nord [H_2S]	Site Sud [H_2S]	Humidité relative	Température	Vitesse du vent
Site Nord [H_2S]	1	0.04	-0.11	0.19	-0.06
Site Sud [H_2S]		1	0.02	-0.12	-0.07
Humidité relative			1	-0.21	-0.15
Température				1	0.16
Vitesse du vent					1

L'examen de roses de pollution peut permettre d'identifier l'origine des masses d'air chargées en polluants. Pour des concentrations ¼ horaires supérieures à 7 µg/m^3 (susceptibles d'engendrer un dépassement du seuil de gêne olfactif), le nombre d'observation est reporté en fonction de la direction du vent. La représentation de ces roses sont, par définition, inversée par rapport à une rose des vents.

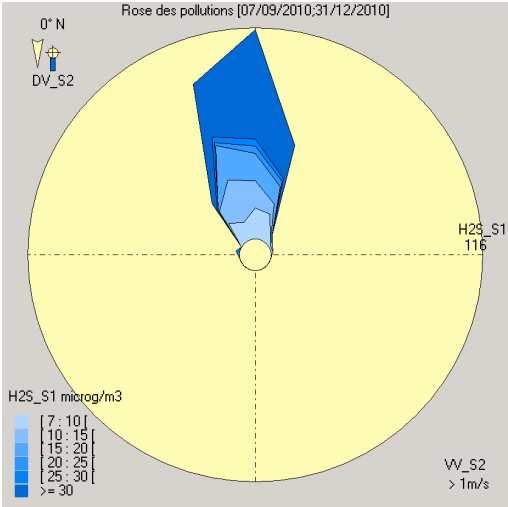


Fig.10 : Rose des pollutions en H_2S du 07/09/10 au 31/12/10 pour le site Nord

Pour le site Nord, les concentrations en H_2S augmentent de manière significative lorsque le vent est orienté selon le secteur Sud-Est à Sud-Ouest 1(30° à 210°).

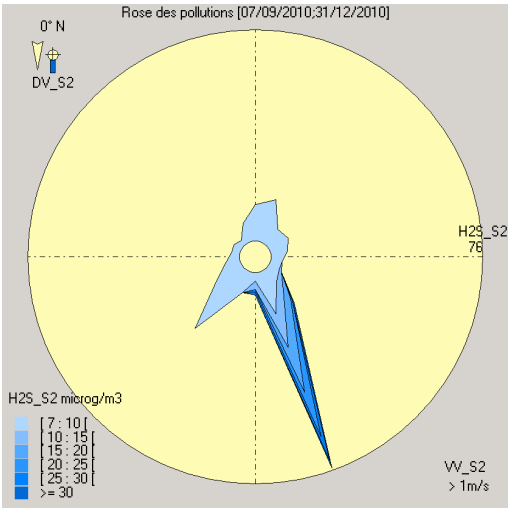


Fig.11 : Rose des pollutions en H_2S du 07/09/10 au 31/12/10 pour le site Sud

Pour le site Sud, les mesures en H_2S sont impactées par des vents Nord-Nord Ouest (310° à 350°).

La plateforme de traitement des algues vertes est donc bien à l'origine des niveaux de sulfure d'hydrogène supérieurs à 7 µg/m^3, rencontrés dans l'air ambiant.

V.2.5. 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 7 septembre au 31 décembre 2010.

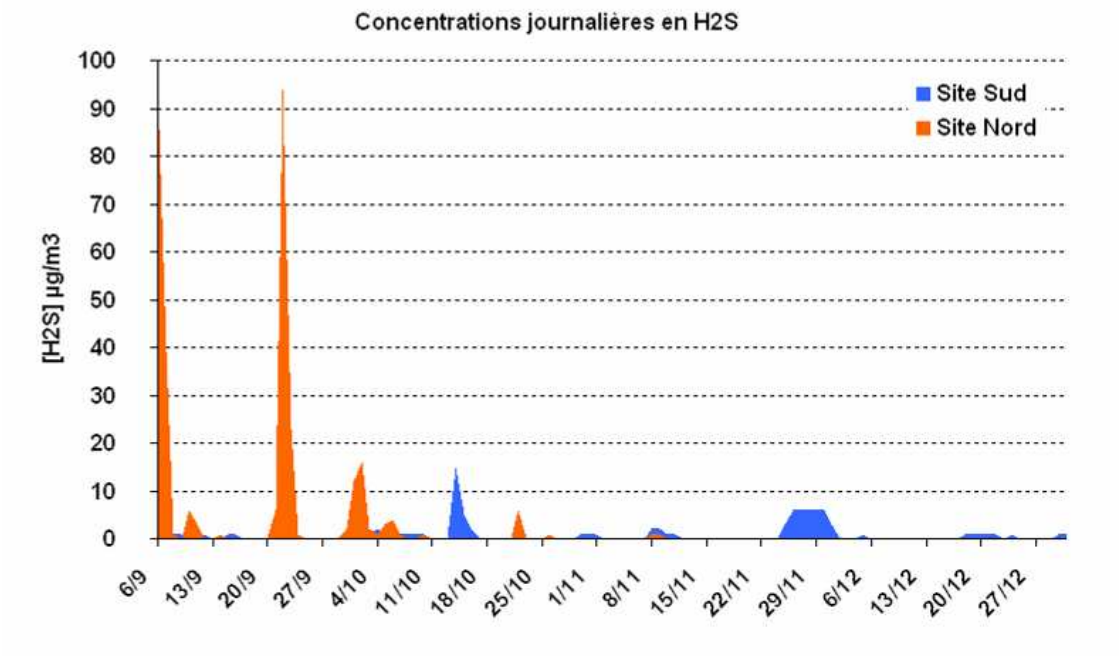


Fig.12 : Concentrations journalières en H_2S du 07/09/10 au 31/12/10

Durant cette période, le SMICTOM des Châtelets a procédé à 4 essais de traitements des algues vertes pour identifier le processus de traitement le plus adapté.

NOM DE L'ESSAI	A	B	C	D
DESCRIPTIF	STABILISATION	STABILISATION	STABILISATION	COMPOSTAGE
DATE TRAITEMENT	03/09/10	21/09/10	30/09/10	13/10/10
RETOURNEMENTS	2 sur 1 semaine	sans retournement pendant 1 mois	retournement journalier pendant 1 semaine	1 retournement semaine pendant 1 mois
TONNAGE ALGUES	81,80	35,98	46,38	50,70
TONNAGE VEGETAUX	31,86	14,32	18,08	51,48
RATIO VEGETAUX ALGUES	0,4	0,4	0,4	1,0
RETOURNEMENT EN JOUR	3 ; 6	31	1 ;2 ;4 ;5 ;6 ;7 ;8	6; 13

Le tableau ci-dessous reprend les épisodes de dépassements de la concentration 7 µg/m^3 sur 1/2h (valeur OMS).

Mesure d'H_2S						Activité SMICTOM	
Site	Date et heure du dépassement	Concentration horaire max (heure)	Concentration Valeurs ¼ horaire max (heure)	Durée du dépassement 7 µg/m³ 1/2h (heure)	Direction du vent	Action	Age du stabilisât
Nord	06/09	275 (15h)	465 (14h45)	38h	ND	1er retournement stabilisât A	3j
Sud	07/09 à 19h	17 (19h)	44 (18h30)	1h	Nord-Ouest		
Nord	10/09 à 22h	121 (22h)	379 (21h15)	1h	Sud	Retournement stabilisât A après 7j	7j
Nord	14/09 à 22h	14 (22h)	49 (21h45)	1h	Sud		
Nord	21/09 à 23h	208 (9h J+1)	294 (8h30)	48h	Sud	Mélange du stabilisât B en 2 fois après égouttage	0j
Nord	30/09 à 21h	27 (21h)	81 (20h15)	1h	Sud Sud-est	Mélange du stabilisât C en 2 fois	0j
Nord	01/10 à 5h	17 (8h)	21 (14h15)	14h	Sud Sud-est		
Sud	01/10 à 22h	35 (22h)	137 (21h30)	1h	-	Retournement du stabilisât C	1j
Nord	02/10 à 00h	84 (15h)	241 (14h30)	19h	Sud Sud-est	Retournement du stabilisât C	2j
Nord	05/10 (21h)	13 (21h)	38 (20h15)	1h	Sud Sud-est	Retournement du stabilisât C	5j
Nord	06/10 (21h)	37 (21h)	135 (20h15)	2h	-	Retournement du stabilisât C	6j
Sud	14/10 (4h)	29 (13h)	38 (10h30)	37 h	Nord-Ouest à Nord-Est	Mise en place compost D	1j
Nord	22/10 (11h)	69 (11h)	251 (10h30)	3h	Sud	Mise en compost stabilisât B et C	B = 34 j C = 23 j
Nord	28/10 (15h)	11 (15h)	29 (14h15)	0,75	Sud-Est		

Les dépassements les plus importants, tant sur les niveaux de concentrations que sur la durée des dépassements, sont observés :

- lorsque les analyseurs sont sous le vent de la plateforme ou que le vent est faible,
- à l'occasion des retournements de mélanges algues/déchets verts.

Les résultats de mesure durant les différents essais sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Essai A					
Dates	**Tonnage algues**		**Tonnage déchets verts**		**Ratio**
06/09 - 14/09	81,8		31,86		0,4
µg/m³	**Moyenne**	**C98**	**Médiane**	**Max 1h**	**Max 1/4 h**
Site Nord	16	129	0	275 (06/09 15:00)	465 (06/09 14:45)
Site Sud	1	4	1	17 (07/09 19:00)	152 (07/09 12:00)
Dépassements valeurs OMS : Site Nord : 105 µg/m³ sur 24h - 88 h > 7µg/m³ Site Sud : 3 µg/m³ sur 24h - 7,5 h > 7 µg/m³					

Essai B + C					
Dates	**Tonnage algues**		**Tonnage déchets verts**		**Ratio**
21/09 - 22/10	35,98 + 46,38		14,32 + 18,08		0,4
µg/m³	**Moyenne**	**C98**	**Médiane**	**Max 1h**	**Max 1/4 h**
Site Nord	5	77	0	208 (22/09 9:00)	294 (22/09 08:30)
Site Sud	1	14	0	35 (01/10 22:00)	127 (01/10 21:45)
Dépassements valeurs OMS : Site Nord : 96 µg/m³ sur 24h - 180 h > 7µg/m³ Site Sud : 15 µg/m³ sur 24h - 51 h > 7 µg/m³					
Essai D					
Dates	**Tonnage algues**		**Tonnage déchets verts**		**Ratio**
13/10 - 14/11	50,7		51,48		1
µg/m³	**Moyenne**	**C98**	**Médiane**	**Max 1h**	**Max 1/4 h**
Site Nord	0	1	0	69 (22/10 12:00)	251 (22/10 11:30)
Site Sud	1	12	0	29 (14/10 12:00)	38 (14/10 11:30)
Dépassements valeurs OMS : Site Nord : 6 µg/m³ sur 24h - 49,5 h > 7µg/m³ Site Sud : 7 µg/m³ sur 24h - 6,5 h > 7 µg/m³					

Les concentrations en H_2S les plus importantes ont été observées durant le 1er retournement de l'essai A.

V.3. Les campagnes par tubes à diffusion

V.3.1. Le sulfure d'hydrogène

V.3.1.1 Statistiques descriptives

Le tableau ci-dessous reprend les concentrations en H_2S relevées lors des campagnes de mesures 2010 menées à Ploufragan. A titre de comparaison, les résultats des campagnes menées au niveau d'autres sites de compostage des algues vertes, en 2007 à Hillion et Launay Lantic, sont mentionnés.

Concentration en H_2S µg/m³	Ploufragan 2010					*Hillion 2007*	*Launay-Lantic 2007*
Dates	**08/07/10 22/07/10**	**22/07/10 05/08/10**	**24/08/10 07/09/10**	**07/09/10 21/09/10**	**21/09/10 05/10/10**	*14/06/07 31/10/07*	*28/06/07 31/10/07*
Nombre de site	**20**	**20**	**40**	**20**	**20**	*24*	*24*
Moyenne	**0,4**	**0,3**	**0,4**	**0,6**	**0,5**	*36,2*	*2,5*
Minimale	**0,2**	**0,3**	**0,2**	**0,4**	**0,3**	*<0,1*	*<0,1*
Maximale	**0,8**	**0,4**	**0,6**	**0,7**	**0,6**	***275,1***	*49,7*

Les concentrations moyennes en H_2S relevées sur 14 jours d'exposition à Ploufragan sont faibles par rapport aux mesures réalisées en 2007 sur les sites de Launay-Lantic et Hillion.

Durant les campagnes de mesure de 2007, près de 7 780 tonnes d'algues avait été traitées à Hillion et 871 tonnes à Launay-Lantic. Cette année se sont environ 225 tonnes qui ont été accueillies à Ploufragan. Ainsi la différence de tonnage ainsi que les conditions météorologiques peuvent en partie expliquer les différences de concentrations dans l'air ambiant.

V.3.1.2 Evolution temporelle des concentrations

Afin d'identifier l'impact éventuel du traitement des algues sur les concentrations mesurées dans l'environnement du site de compostage de Ploufragan, les résultats des 5 séries de mesures sont reportés sur le graphique ci-dessous pour 8 sites.

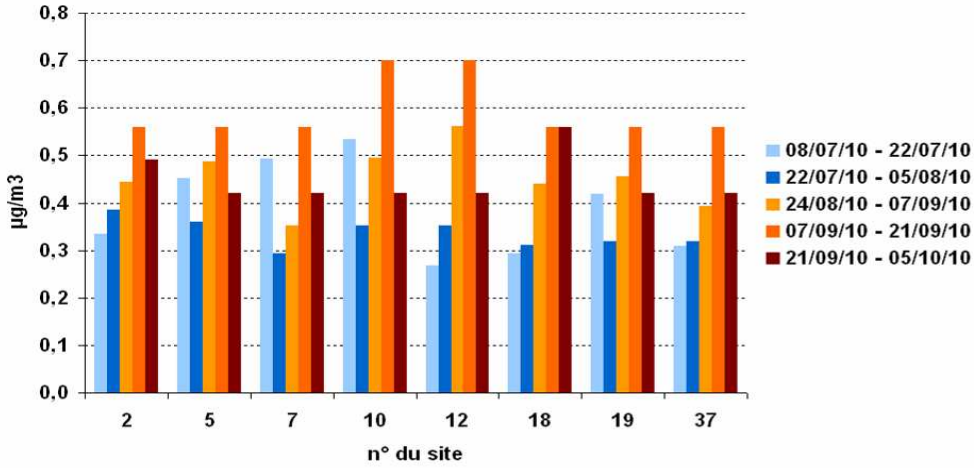


Fig.13 : Evolution des concentrations en H_2S pour 8 sites de mesures à Ploufragan

Bien que les concentrations soient supérieures lors de la 4ème série qui coïncide avec le début du traitement des algues sur la plateforme (réception de 81,6 tonnes d'algues vertes le 03/09/10) pour les 8 sites étudiés, il n'est pas possible de mettre en évidence un impact réel du traitement compte tenu des faibles concentrations mesurées (< 1µg/m^3).

V.3.1.3 Evolution spatiale

Les concentrations en H_2S sont reportées sur les cartes ci-dessous afin de mettre en évidence l'impact des sites de compostage des algues sur leur environnement proche. Compte tenu des faibles concentrations relevées, les cartes suivantes sont à prendre avec précaution.

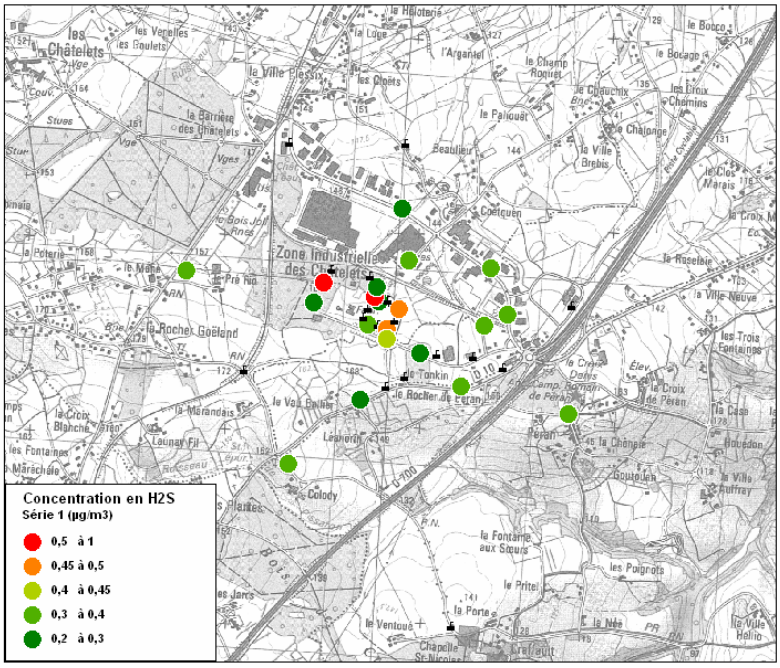


Fig.14 : Répartition spatiale des concentrations en H_2S du 08/07/10 au 22/07/10 à Ploufragan

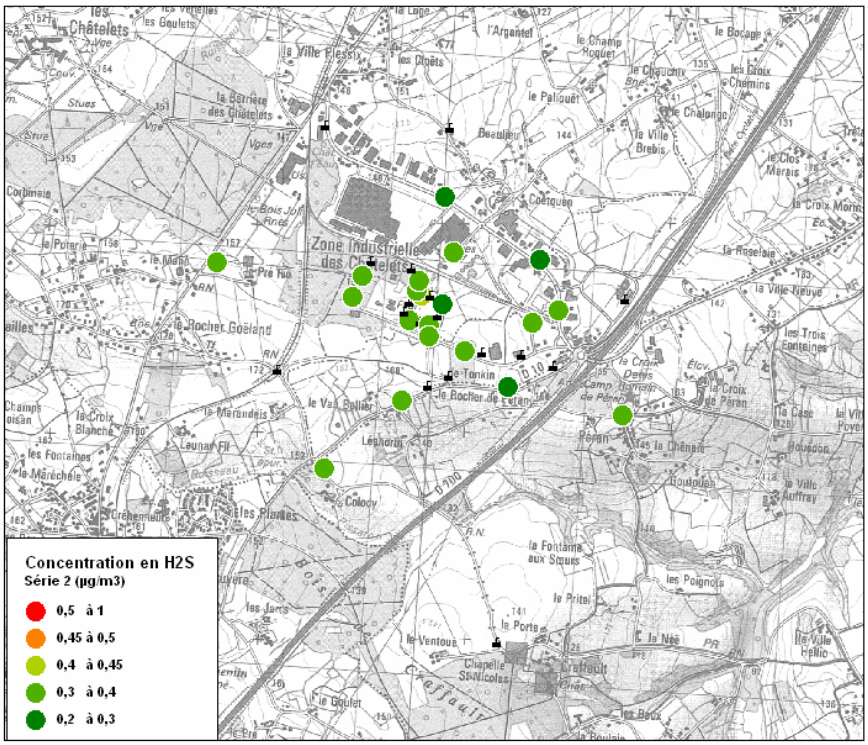


Fig.15 : Répartition spatiale des concentrations en H_2S du 22/07/10 au 05/08/10 à Ploufragan

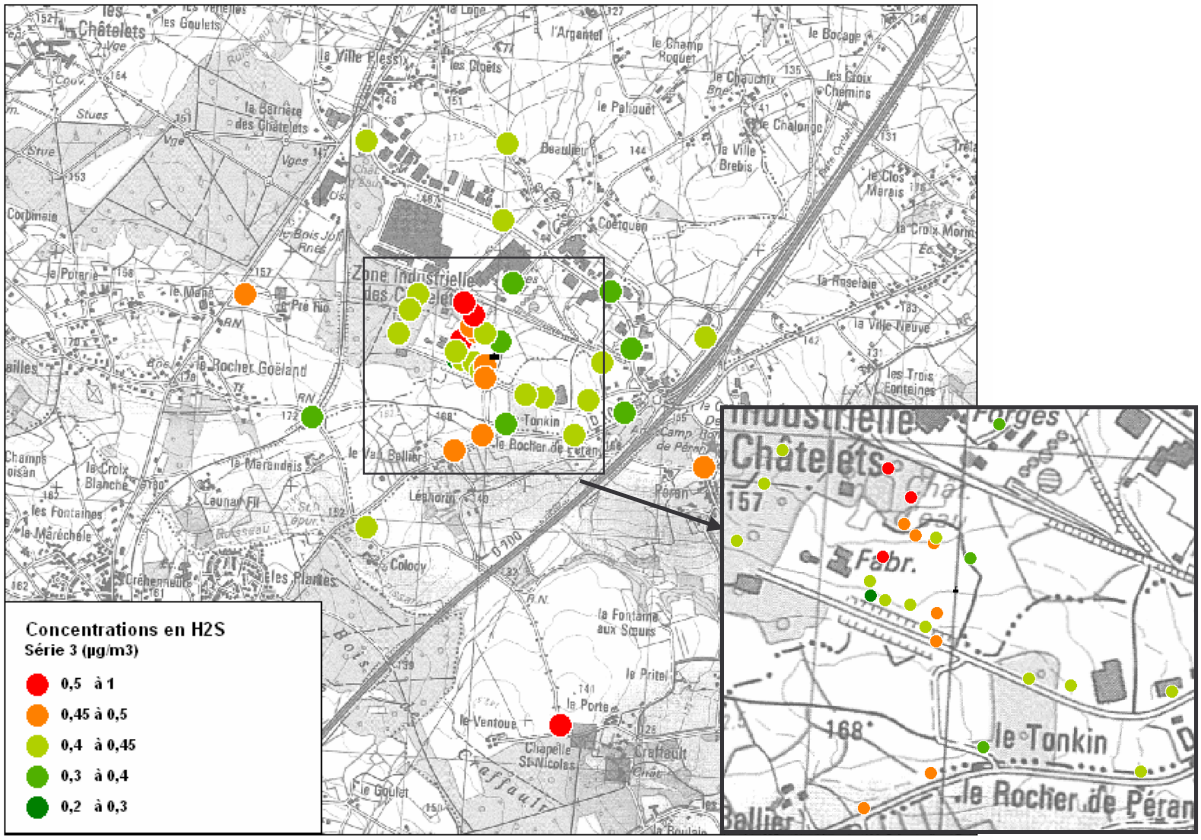


Fig.16 : Répartition spatiale des concentrations en H_2S du 24/08/10 au 07/09/10 à Ploufragan

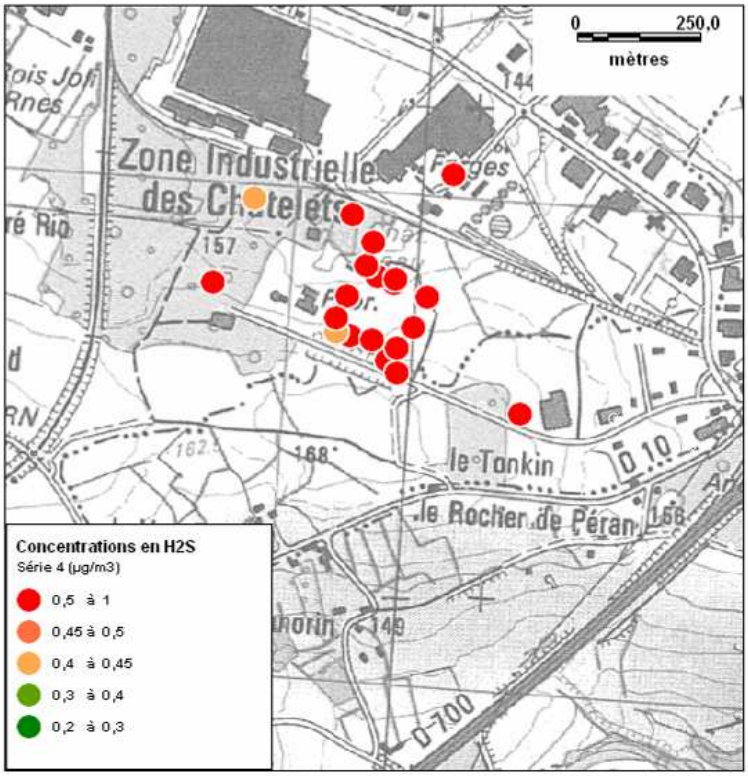


Fig.17 : Répartition spatiale des concentrations en H_2S du 07/09/10 au 21/09/10 à Ploufragan

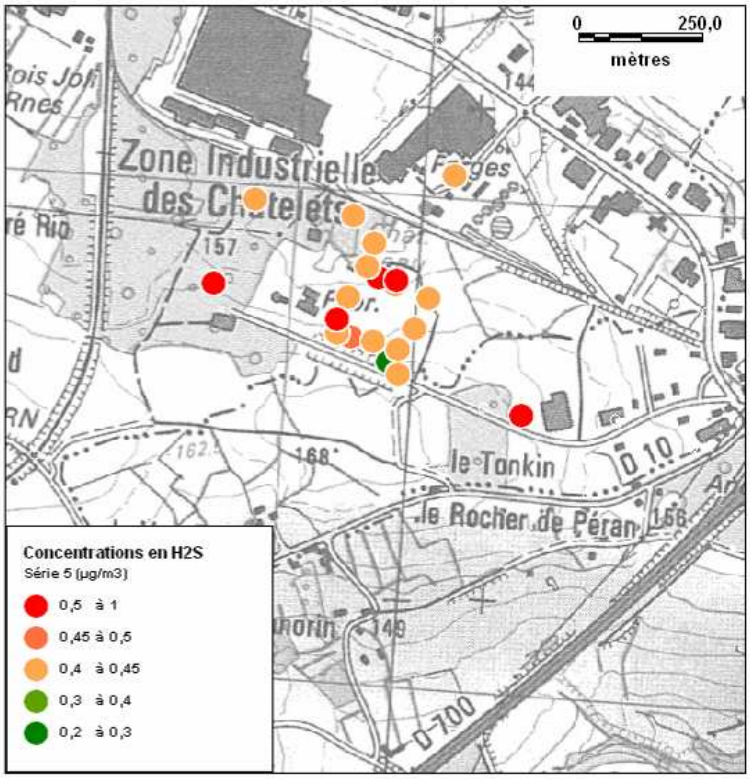


Fig.18 : Répartition spatiale des concentrations en H_2S du 21/09/10 au 05/10/10 à Ploufragan

L'étude des 5 séries semble montrer une très légère hausse des concentrations en H_2S lors du traitement des algues. Cependant compte tenu des niveaux enregistrés (compris entre 0 et 1 µg/m^3), les mesures par tube à diffusion passive peuvent être considérées comme <u>un niveau zéro</u> avant la mise en fonctionnement du site de compostage (<u>faibles quantités d'algues traités</u>).

V.3.2. L'ammoniac

En raison des délais de livraisons des tubes et de l'absence d'algues, les mesures d'ammoniac ont été effectuées sur uniquement 10 sites lors de la deuxième série et sur 20 sites lors de la quatrième série.

Les résultats figurent dans le tableau ci-dessous.

Concentration en NH_3 µg/m^3	Ploufragan 2010	
Dates	22/07/10 - 05/08/10	07/09/10 - 21/09/10
Nombre de site	10	20
Moyenne	2,4	3,4
Minimale	1.0	8,7
Maximale	5,8	1,5

Les concentrations en ammoniac varient de 1 µg/m^3 à 8,7 µg/m^3 selon les sites. La concentration minimale est de 1,0 µg/m^3 pour le site 30, implanté à 900 mètres au Sud-Ouest de la plateforme de compostage. La concentration maximale est de 8,7 µg/m^3 pour le site 15, installé à proximité de l'angle sud-ouest de la plateforme de traitement.

Ces niveaux moyens sont du même ordre de grandeur que ceux observés aux abords de la plage de Saint-Michel en Grèves en 2006 (4,4 µg/m^3) mais demeurent nettement plus faibles que les concentrations relevées en zones d'élevage intensif en 2003 (entre 37 et 47 µg/m^3).

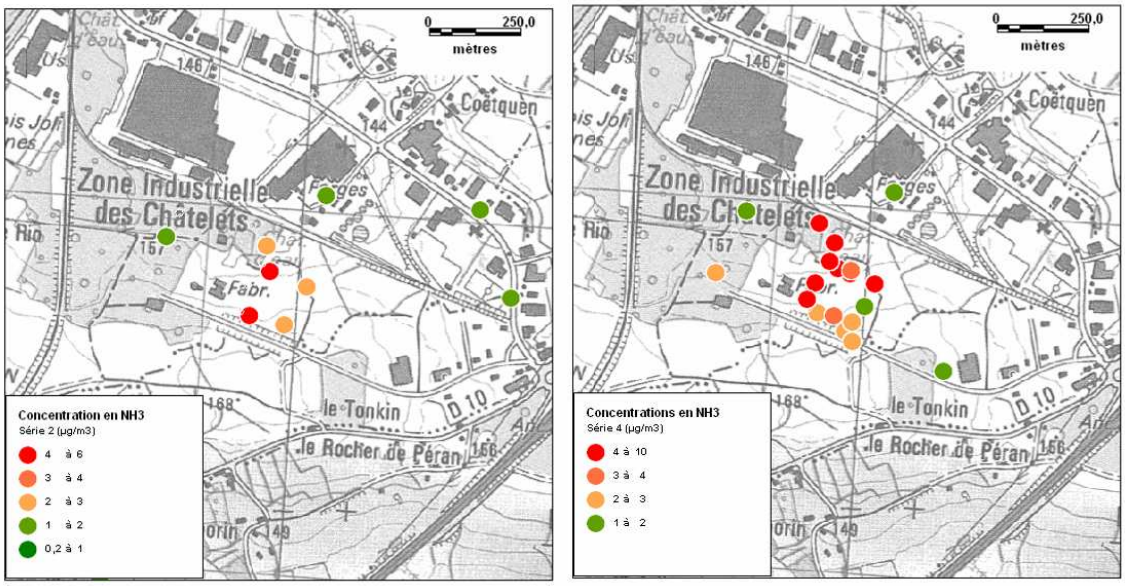


Fig. 19 : Répartition spatiale des concentrations en NH_3 lors des séries 2 et 4 à Ploufragan

Contrairement aux concentrations en H_2S, le site de compostage semble avoir un impact visible sur les niveaux d'ammoniac dans l'air, au niveau de la zone des Châtelets. Il apparaît un gradient de concentrations entre les sites les plus proches de la plateforme de traitement et les sites les plus éloignés.

L'analyse de 2 séries de mesure ne permet pas de mettre en cause le traitement des algues vertes plutôt que les activités de compostage « classiques », dans les concentrations en ammoniac dans l'air ambiant.

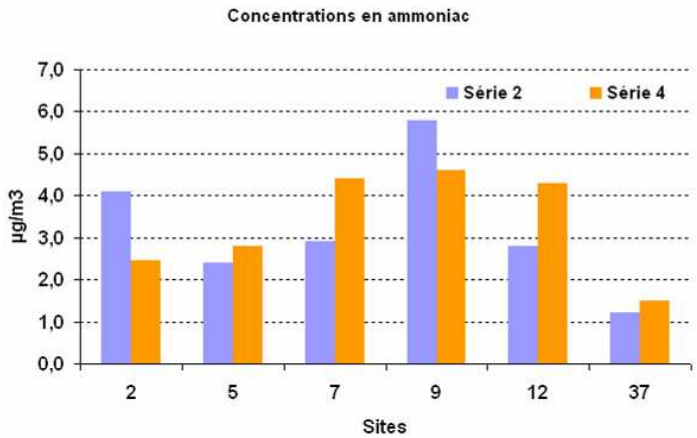


Fig. 20 : Evolution des concentrations en ammoniac entre les séries 2 et 4

V.3.3 Les composés organiques volatils

V.3.3.1. Statistiques descriptives

Les statistiques descriptives de chaque série de mesure sont reportées dans le tableau ci-dessous. Pour chaque molécule, le tableau reprend la concentration moyenne de l'ensemble des sites ainsi que la fréquence de détection (en %), sur la première ligne. Sur la seconde ligne, sont reportées la valeur minimale et la valeur maximale de chaque série de données.

COV en µg/m^3	Ploufragan	
Dates	22/07/10 - 05/08/10	24/08/10 - 07/09/10
benzène	0,3 (100%) 0,2 - 0,4	0,5 (100%) 0,3 - 0,7
2-éthoxyéthanol	0,1 (10%)	0,4 (10%) 0,1 - 1,1
toluène	1,2 (100%) 0,4 - 2,4	1,4 (100%) 0,6-5,8
n-octane	0,3 (100%) 0,1-0,8	0,4 (100%) 0,1 - 2,9
tetrachloroéthylène	0,2 (100%) 0,1-0,3	2,1 (100%) 0,1 - 24,9
éthylbenzène	0,5 (100%) 0,1 -1,4	0,6 (100%) 0,1 -3,2
alpha pinène	1,9 (90%) 0,2 - 7,2	2,3 (69%) 0,1 - 20,0
n-décane	1,2 (100%) 0,7 -1,9	2,4 (100%) 1,0 - 7,2
1,2,4-triméthylbenzène	0,7 (100%) 0,1 - 2,1	0,7 (100%) 0,1 - 3,3
2-éthyl-1-hexanol	0,1 (50%) 0,1 - 0,1	1,0 (21%) 0,1 - 6,6
limonène	1,8 (90%) 0,2 - 4,9	1,6 (90%) 0,1 16,2

En plus des composés prédéfinis, le laboratoire, ayant identifié la présence de tétrachloroéthylène dans quelques échantillons, a réalisé des mesures semi-quantitatives.

Parmi les sites équipés de tubes à diffusion passive pour le prélèvement des COV, notons qu'un échantillon a disparu (site 35).

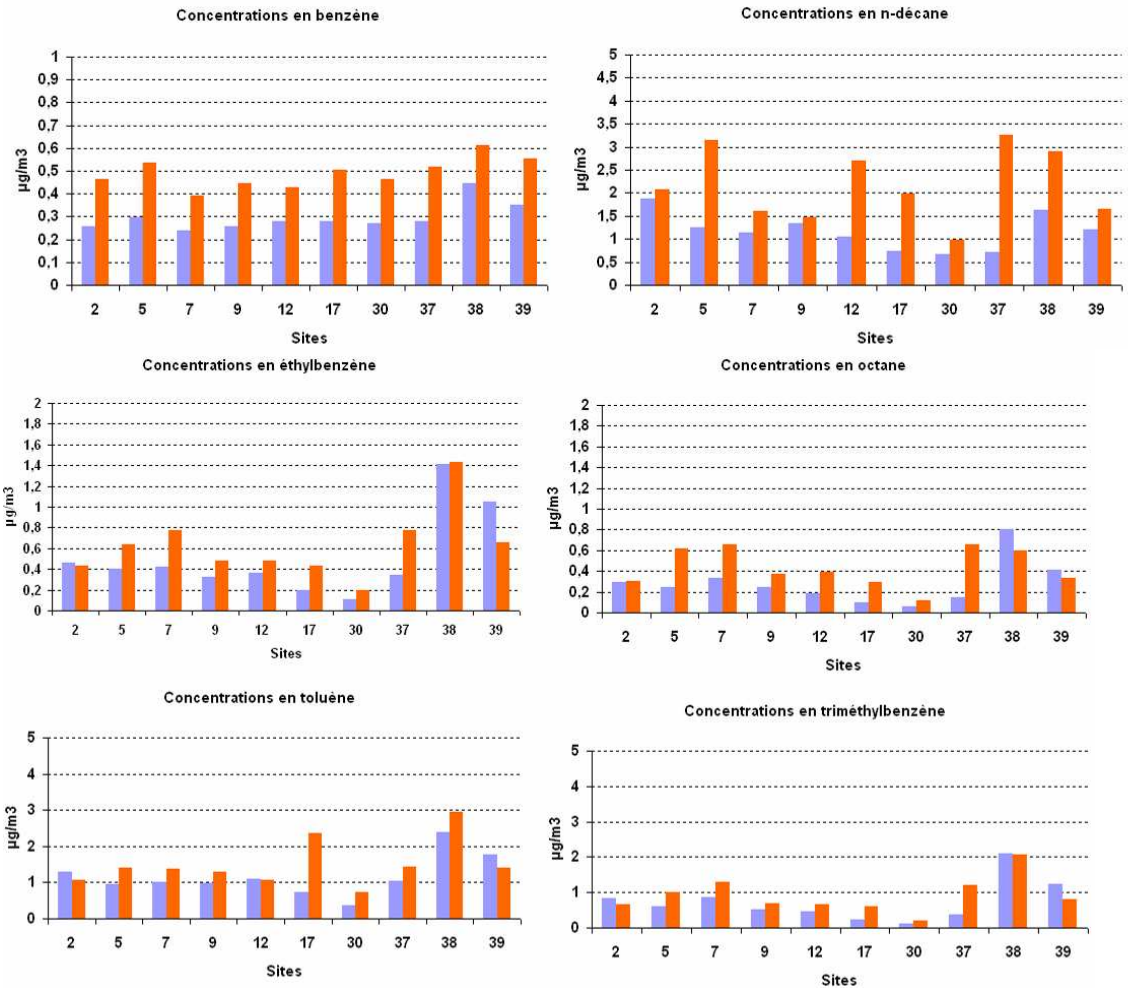
Les composés systématiquement détectés sont : le benzène, le toluène, l'éthylbenzène, l'octane, le décane et le triméthylbenzène. Ces composés se retrouvent en quantités relativement faibles qui correspondent aux concentrations habituellement retrouvées en milieu rural (niveau de fond), la valeur limite dans l'air ambiant étant, par exemple, pour le benzène fixée à 2 µg/m^3 en moyenne annuelle.

Le 2 éthoxy-éthanol n'est que très peu détecté et en très faible quantité.

Les concentrations en tétrachloroéthylène, limonène et pinène connaissent des variations importantes selon les points de mesures.

V.3.3.2 Evolution temporelle des concentrations

Afin d'identifier l'impact éventuel du traitement des algues sur les concentrations mesurées dans l'environnement du site de compostage de Ploufragan, les résultats des séries de mesures 2 (en bleu - période sans algue) et 3 (en orange - période avec des algues) sont reportés sur le graphique ci-dessous.



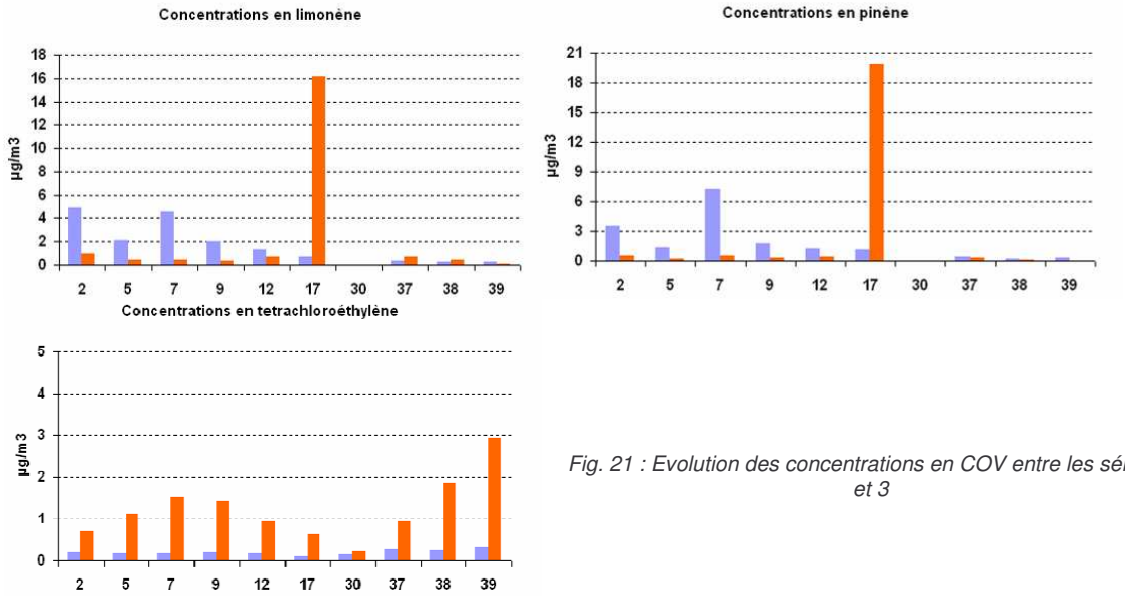


Fig. 21 : Evolution des concentrations en COV entre les séries 2 et 3

L'étude de l'évolution des concentrations entre les séries 2 (22/07/10 au 05/08/10) et 3 (24/08/10 au 07/09/10) permet de dégager des groupes de polluants :

- pour le benzène, le toluène, l'éthylbenzène, le triméthylbenzène, l'octane et le décane, une augmentation généralisée est observée sur l'ensemble des sites (exception faite du site 39 pour certaines molécules) avec l'arrivée des algues mais les concentrations demeurent relativement faibles,
- pour le limonène et le pinène, les sites 2, 5, 7, 9 présentent des concentrations plus élevées pour la série 2 que pour la série 3. En revanche, le site 17 est très nettement impacté lors de la série 3,
- Le tétrachloroéthylène possède un profil atypique avec les concentrations en nette augmentation entre les 2 séries principalement pour les sites 38 et 39,

Compte tenu de ces observations, il apparaît que ces groupes sont indicateurs de sources d'émissions différentes. L'étude du comportement spatiale permettra de préciser la nature de ces sources.

V.3.3.3 Evolution spatiale des concentrations

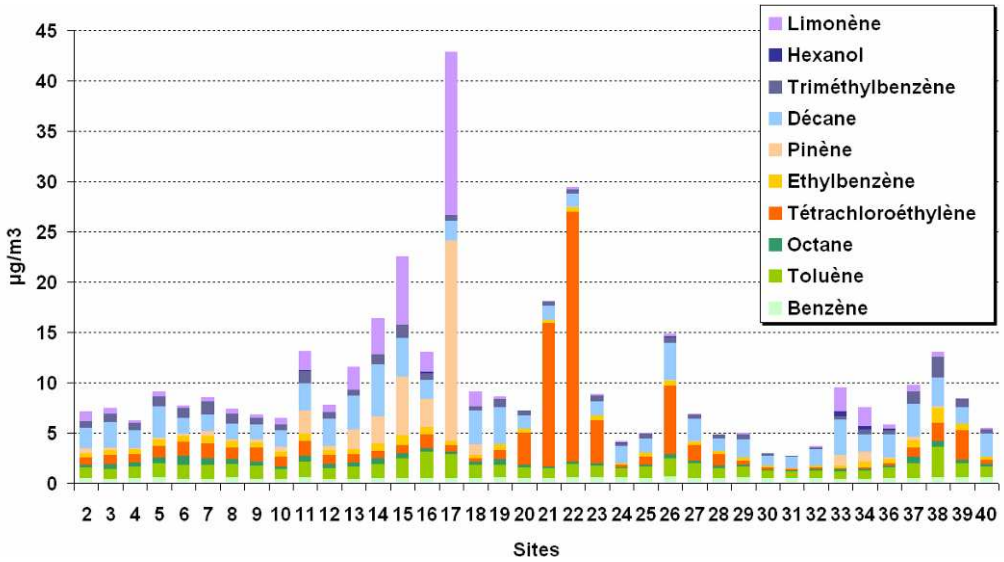
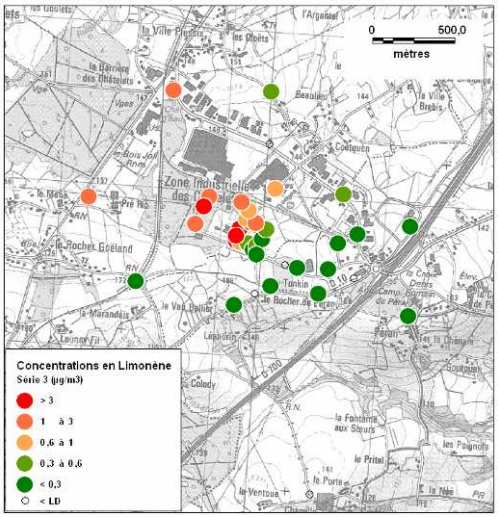
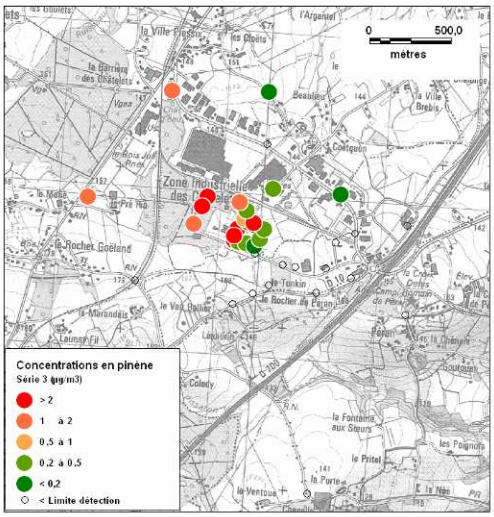


Fig.22 : Spéciation des COV pour les mesures réalisées à Ploufragan (série 3)

Le pinène et dans une moindre mesure, le limonène se retrouvent en concentrations plus élevées, pour les points 11,13, 14, 15, 16, 17, situés au niveau de l'usine de compostage des ordures ménagères et des bassins de récupérations des lixiviats.

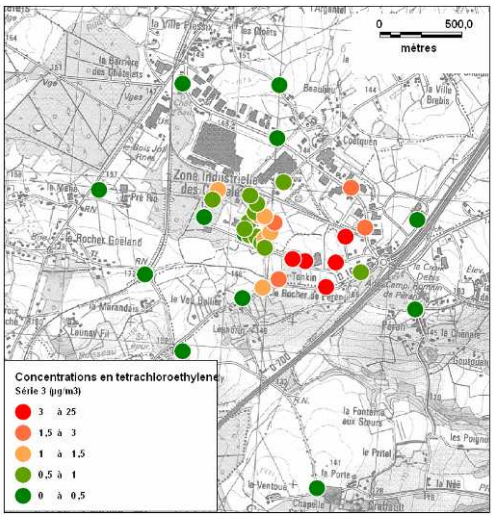


Limonène

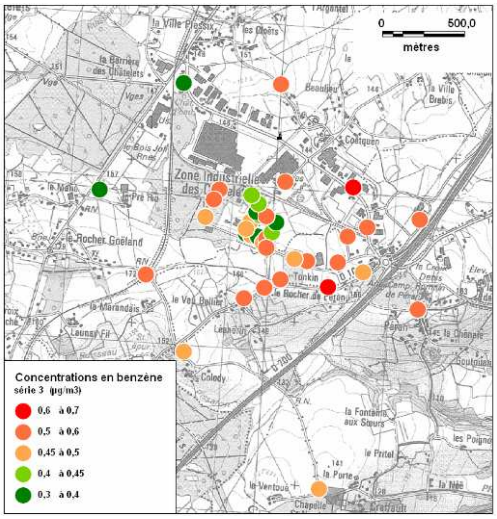


Pinène

Les niveaux de tétrachloroéthylène sont remarquables pour les sites 20 à 23, 26, 37,38. Ces points sont à environ 400 mètres à l'est du site de traitement des algues. Le tétrachloroéthylène est utilisé comme solvant et comme nettoyant à sec dans la fabrication et dans la finition des textiles, pour le nettoyage et le dégraissage des métaux. Une source d'émission pourrait être responsable des concentrations mesurées dans la Sud-Est de la ZI des Châtelets.



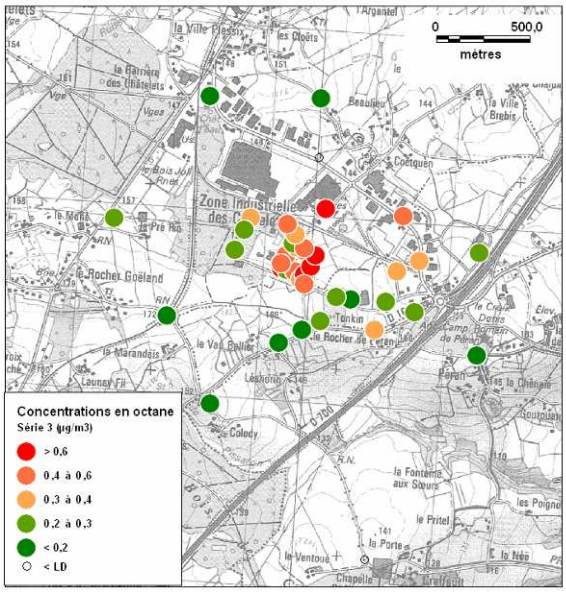
Tétrachloroéthylène



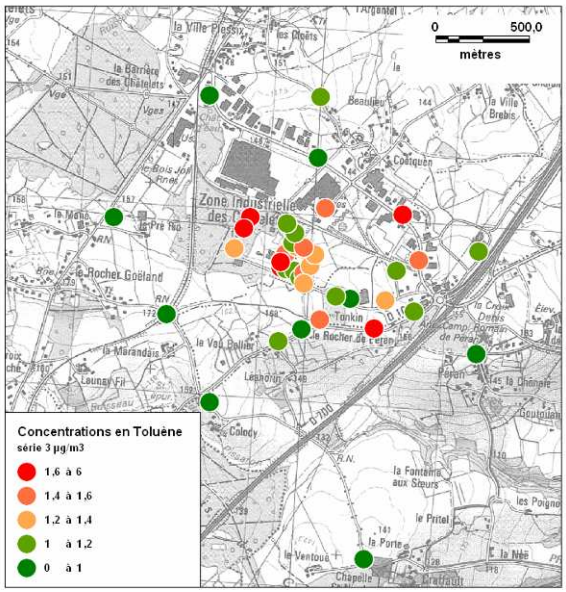
Benzène

L'observation de la répartition des concentrations en benzène semble indiquer que les principales émissions sont liées au trafic routier (concentrations les plus élevées à proximité des axes de circulation).

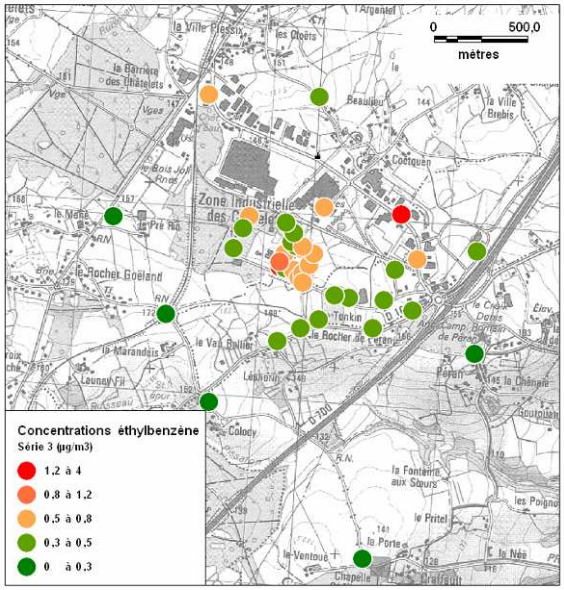
Les triméthylbenzène, éthylbenzène et n-octane se retrouvent dans des concentrations relativement plus élevées autour de la plateforme de compostage et à proximité de la zone de stockage des carburants. Il est difficile de dissocier l'impact de chacune de ces sources.



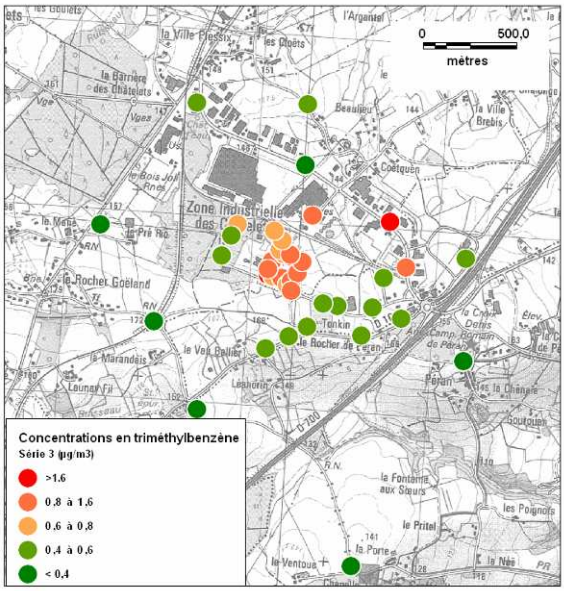
n-octane



Toluène



Ethylbenzène



Triméthylbenzène

V.4. La qualité de l'air intérieur

Afin d'appréhender les niveaux d'exposition des travailleurs du SMICTOM, des tubes à diffusion passive ont été installés dans le hall d'accueil du bâtiment administratif situé au sud de la plateforme de traitement, pendant les séries 3 (H_2S et COV), 4 (H_2S et NH_3) et 5 (H_2S). Les résultats sont synthétisés sur la figure ci-dessous.

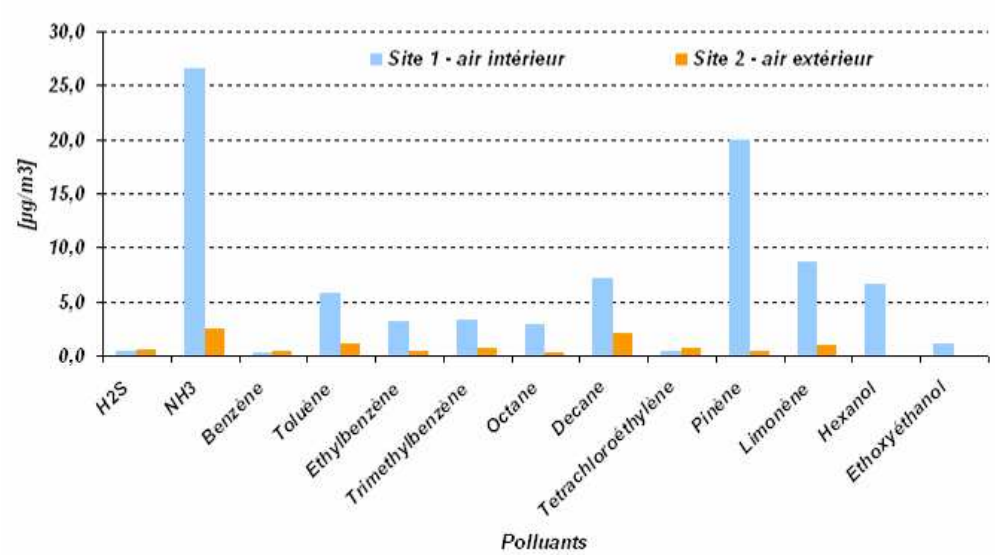


Fig 22 : Comparaison des niveaux moyens de pollution entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment administratif du SMICTOM des Châtelets

Les différences observées entre les prélèvements réalisés à l'intérieur et ceux situés à l'extérieur du bâtiment peuvent être importantes pour certains polluants. Les concentrations moyennes sont multipliées d'un facteur 3 pour le décane à 40 pour le pinène.

Notons que les niveaux intérieurs d'ammoniac sont particulièrement élevés (26,5 µg/m^3) mais restent inférieurs à la valeur de référence américaine (100 µg/m^3).

Les concentrations en pinène et limonène atteignent respectivement 20 µg/m^3 et 8,7 µg/m^3. Ces composés sont largement répandus dans les produits d'entretien, désodorisants, cires.

A titre de comparaison, les mesures réalisées dans le cadre de la campagne pilote air intérieur de l'OQAI[18] dans 90 logements et 9 écoles menées de mars à juillet 2001 étaient respectivement de 6 et 12 µg/m^3, pour des concentrations extérieures de 1 µg/m^3 environ. En complément, une analyse détaillée des données collectées dans plusieurs villes européennes (Athènes, Bâle, Helsinki, Milan Prague) entre 1996 et 1997 (étude Expolis[19]) permet de donner les fourchettes de concentrations suivantes :
- pinène : 1,4 à 6,7 µg/m^3 en extérieur et de 11,4 à 15,9 µg/m^3 dans les logements,
- limonène : 5,3 à 8,6 µg/m^3 en air extérieur et de 31,5 à 82,5 µg/m^3 dans les logements.

Seuls le benzène, le sulfure d'hydrogène et le tétrachloroéthylène présentent des concentrations faibles tant à l'extérieur et qu'à l'intérieur, compris entre 0,3 et 0,7 µg/m^3.

L'origine des niveaux de pollution mesurés (ammoniac, toluène, ethylbenzène, pinène, hexanol, limonène) semble liée à des sources intérieures (matériaux de construction, ameublements, produits d'entretien…) et/ou à l'accumulation de polluants extérieurs (confinement).

Suite à la demande du personnel de l'agglomération de Saint-Brieuc travaillant dans les locaux au Nord de la plateforme de traitement, des tubes ont été installés dans 2 bureaux, le couloir et à l'extérieur du 05/11/10 au 19/11/10.

[18] OQAI - Campagne pilote 90 logements et 9 écoles Rapport synthétique – juillet 2004 -43 p.
[19] Mosqueron L, Nedellec V. Inventaire des données françaises sur la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments. Rapport n° DDD/SB-2002-23. Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur; 2001.

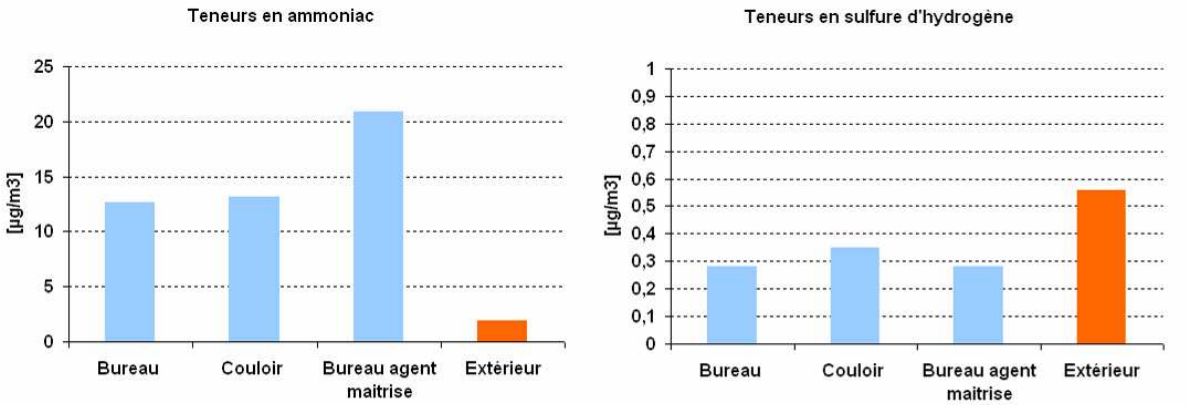


Fig 23 : Concentrations en NH_3 et en H_2S dans et à proximité des locaux de Saint-Brieuc agglomération.

Les concentrations sont très proches des mesures réalisées dans les locaux du SMICTOM tant pour l'ammoniac (légèrement plus faible) que pour le sulfure d'hydrogène. Les concentrations en ammoniac et en sulfure d'hydrogène apparaissent faibles au regard des valeurs de références.

VI. Conclusions

Dans le cadre d'une convention pluriannuelle 2010 à 2012, Air Breizh a été sollicité par le SMICTOM des Châtelets pour réaliser le suivi de la qualité de l'air au niveau de la plateforme de compostage des algues vertes et des déchets verts.

Les actions réalisées en 2010 sont les suivantes :

- Dimensionnement des moyens de surveillance à mettre en œuvre sur le site de l'usine des châtelets,
- Réception des équipements et mise en fonctionnement,
- Maintenance et l'étalonnage des appareils de mesure (analyseurs en continu et détecteurs individuels),
- Mise en place d'un suivi des concentrations mesurées,
- Organisation de campagnes ponctuelles de mesure par tube à diffusion destinées à évaluer les concentrations des polluants sur la zone d'intervention,
- Transmission régulière au SMICTOM des Châtelets de relevés de données,
- Mise en place d'un suivi de vigilance avec transmission des informations au SMICTOM des Châtelets, en cas de dépassement des seuils définis entre les parties.

Ce rapport fait état des mesures en sulfure d'hydrogène recueillies par les stations fixes implantées de part et d'autre de la plateforme de traitement et présente les résultats des campagnes de prélèvements par tubes à diffusion passive (complétés de l'étude ANSES).

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 dehors des périodes de manipulations des algues, les concentrations oscillent autour de 1 µg/m^3. Lors des retournements des andains, la concentration maximale, mesurée sous le vent, a atteint 465 µg/m^3 sur 15 minutes au niveau du site Nord. Cette valeur reste inférieure aux valeurs maximales relevées en haut de plage à Saint-Michel-en-Grèves (3 408 µg/m^3 en 2006) et à Hillion (3 787 µg/m^3).

La valeur de recommandation de l'OMS pour ne pas susciter de gêne olfactive (7 µg/m^3 sur une demi-heure) est dépassée 6,7% du temps sur le site Nord et 1,6% sur le site Sud. Les dépassements observés sont consécutifs à la réception et/ou au travail des algues sur le site de traitement. Aucun dépassement de la valeur de recommandation de l'OMS pour la santé (150 µg/m^3 sur 24 heures), n'a été observé, ce qui n'était pas le cas sur les plages.

Les campagnes de mesures par tubes à diffusion passive ont permis d'étudier les composés suivants : le sulfure d'hydrogène, l'ammoniac et certains COV (benzène, toluène, éthyl-benzène, limonène, alpha-pinène, 2 éthyl-1-hexanol, n-octane, n-décane, 2 éthoxy-éthanol, 1-2-4 triméthylbenzène). En complément de ces composés, le tétrachloroéthylène a été identifié et dosé de manière semi-quantitative, par le laboratoire.

Les concentrations moyennes en H_2S relevées sur 14 jours à Ploufragan 0,3 à 0,4 µg/m^3 sont faibles, par rapport aux mesures réalisées en 2007 sur les sites de traitement de Launay-Lantic et Hillion, en raison notamment de la différence de tonnage d'algues reçues. Ces mesures constitueraient plutôt un « état zéro » pour la plateforme de traitement.

Les investigations menées pour l'ammoniac montrent que les concentrations ne sont pas très importantes (entre 1,0 µg/m^3 et 8,7 µg/m^3), les résultats traduisent une légère décroissance des niveaux de la plateforme de compostage vers les sites les plus éloignés incriminant, plutôt les activités de compostage « classique » (ordures ménagères et végétaux) comme source d'émission d'ammoniac.

Les mesures des COV réalisées à Ploufragan apportent les informations suivantes :

- le toluène, l'éthylbenzène, l'octane, le décane et le triméthylbenzène se retrouvent en quantités relativement faibles qui correspondent aux concentrations classiquement observées en niveau de fond dans l'environnement,
- un impact modeste du trafic automobile peut être mis en évidence pour les concentrations en benzène,
- le pinène et le limonène semblent être des traceurs des procédés de compostage à Ploufragan,
- une source ponctuelle de tétrachloroéthylène dans la partie sud-est de la ZI des Châtelets semble avoir été mise en évidence et reste à identifier,
- les niveaux de COV et d'ammoniac sont plus importants à l'intérieur des bâtiments (administration du SMICTOM et locaux de Saint-Brieuc agglomération qu'à l'extérieur) en lien avec l'existence de sources intérieurs (matériaux de construction, ameublements, produits d'entretien…) et/ou à l'accumulation de polluants extérieurs (confinement).
- l'influence du traitement des algues vertes n'a pu être mise en évidence compte tenu des faibles tonnages reçus.

Si 2010 a été une année « test » avec l'acheminement d'une faible quantité d'algues et la réalisation de différents essais de traitements, l'année 2011 devrait permettre de faire un suivi des concentrations en polluants dans des conditions proches du régime nominal de fonctionnement, si les tonnages reçus le permettent.