

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

ETUDE

Algues vertes et qualité de l'air Campagne de mesure à Saint-Michel-en-Grève (22) V2

Du 20 juillet au 13 septembre 2006



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



Air Breizh
28 rue des Veyettes - 35000 Rennes
Tél. 02 23 20 90 90 - Fax 02 23 20 90 95

www.airbreizh.asso.fr

Etude réalisée par Air Breizh
avec la participation
de la Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales de Bretagne
et la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales des Côtes d'Armor

Nous remercions Atmo Poitou-Charentes pour le prêt de l'analyseur d'H₂S.

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 téléchargement.

Avertissement

Les informations contenues dans ce rapport traduisent la mesure d'un ensemble d'éléments à un instant donné t, caractérisé par des conditions climatiques propres.

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

Ce rapport d'étude est la propriété d'Air Breizh. Il ne peut être reproduit, en tout ou partie, sans son autorisation écrite. Toute utilisation de ce rapport et/ou de ces données doit faire référence à Air Breizh.

Contribution

Pôle Etudes	Pôle Technique	Validation
Bénédicte GUIRIEC	Vincent ESNAULT	Magali CORRON

Sommaire

Sommaire	3
Glossaire	4
I. Introduction.....	5
II. Présentation d’Air Breizh.....	6
III. Polluants étudiés	7
IV. Présentation de la campagne de mesure	9
V. Principes de mesure	11
VI. Conditions météorologiques	12
VII. Résultats	14
VIII. Conclusion	21
Références bibliographiques.....	22

Glossaire

AASQA	Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'air
ATSDR	Agency for toxic substances and Disease Registry
CITEPA	Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique
CO	Monoxyde de carbone
H ₂ S	Sulfure d'hydrogène
INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
MRLs	Minimal Risk Levels (ATSDR) : Estimation de la concentration d'exposition journalière à une substance chimique qui est probablement sans risque appréciable d'effets néfastes non cancérogènes sur la santé pour une durée spécifique d'exposition : aiguë (1 à 14 jours), subchronique (15 à 364 jours) et chronique (365 jours et plus). Les MRLs sont définis pour les effets non cancérogènes sur la base de données pertinentes permettant d'identifier l'organe cible et/ou les effets les plus sensibles pour la santé (définition INERIS)
NaHSO ₄	Hydrogénosulfate de sodium
NH ₃	Ammoniac
NO _x	Oxydes d'azote
O ₃	Ozone
OMS	Organisation Mondiale pour la Santé
ORAMIP	Observatoire Régional de l'Air en Midi-Pyrénées
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)
SO ₂	Dioxyde de soufre
US-EPA	Agence de protection de l'environnement des Etats-Unis
Valeur guide	Valeur minimale à partir de laquelle des effets sur la santé sont observés (OMS)
VLE	Valeur Limite d'Exposition : Concentration dans l'air que peut respirer une personne pendant une durée maximale de 15 minutes, sans risque d'altération pour sa santé. Exprimé en mg/m ³ . (Ministère du Travail)
VME	Valeur Moyenne d'Exposition : Concentration dans l'air que peut respirer une personne pendant une durée maximale de 8 heures, sans risque d'altération pour sa santé. Exprimé en mg/m ³ . (Ministère du Travail)

I. Introduction

Chaque année, au printemps et en été, certaines côtes du littoral breton sont envahies par des algues vertes (ulves). Cette prolifération, favorisée par les apports excessifs en phosphore et en azote en zone agricole, concerne principalement les Côtes d'Armor et le Finistère. Les baies semi-ouvertes, pourvues de cours d'eau, sont particulièrement touchées, les sites les plus affectés étant la baie de Lannion, la baie de Saint-Brieuc, la baie de Fresnaye, l'Anse de Binic, la baie de Locquirec, la baie de Guisseny, la baie de Douarnenez et la baie de la Forêt-Fouesnant.

En 2005, Air Breizh a été sollicité par la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales des Côtes d'Armor, pour réaliser une campagne de mesure de la qualité de l'air aux abords d'une plage envahie par ces ulves. L'objectif de cette étude était d'évaluer les niveaux de certains polluants émis lors de la putréfaction de ces algues, afin de mieux appréhender l'exposition de la population.

Le choix du site de mesure s'était fixé sur la commune de Saint-Michel-en-Grève dans les Côtes d'Armor, dont la plage, située dans la baie de Lannion, est parmi les sites les plus touchés chaque année. Le laboratoire mobile d'Air Breizh avait été installé à proximité de la plage, du 21 juillet au 2 septembre 2005.

Les ulves échouées, en se décomposant, émettent du méthane, du diméthyle sulfure, du disulfure de carbone, du sulfure d'hydrogène et de l'ammoniac. L'étude avait porté sur le sulfure d'hydrogène et l'ammoniac, en raison du caractère toxique de ces deux composés.

Cette campagne de mesure avait révélé des niveaux élevés en sulfure d'hydrogène, avec plus de 30% de données horaires supérieures à $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valeur guide recommandée par l'OMS sur une demi-heure pour ne pas susciter de gêne olfactive, et un dépassement de la valeur guide de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 24 heures (valeur relative à la santé humaine).

Au vu de ces premières données, une campagne de mesure a été reconduite en 2006, afin d'étudier la reproductibilité de ces résultats. Air Breizh a installé son laboratoire mobile sur le même site qu'en 2005, à quelques mètres de la zone d'échouage. Le sulfure d'hydrogène et l'ammoniac ont été mesurés en continu, du 20 juillet au 13 septembre 2006. Ont également été pris en compte certains paramètres météorologiques, comme la température, la direction et la vitesse du vent. Les résultats de mesures, confrontés aux conditions météorologiques, aux ramassages et aux marées, sont comparés aux résultats de la campagne 2005.

II. Présentation d'Air Breizh

Air Breizh est l'une des 37 associations françaises de surveillance de la qualité de l'air, constituant le dispositif national ATMO. Ces associations loi 1901, agréées par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, sont aujourd'hui implantées dans toutes les villes de plus de 100 000 habitants.

La surveillance de la qualité de l'air breton a débuté à Rennes en 1986. L'ASQAR, l'association alors chargée de cette surveillance, s'est régionalisée en décembre 1996, devenant AIR BREIZH. Depuis plus de vingt ans, le réseau s'est régulièrement développé, et dispose aujourd'hui de stations de mesure sur onze villes bretonnes.

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

- Le collège 1 : services de l'Etat
- Le collège 2 : collectivités
- Le collège 3 : émetteurs de substances polluantes
- Le collège 4 : organismes de protection de l'environnement et personnes qualifiées

II.1. Missions

- Mesurer en continu les polluants urbains nocifs (SO₂, NO_x, CO, O₃, BTEX et Poussières) 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, réaliser des campagnes de mesures à l'aide de moyens mobiles (laboratoire mobile, tubes à diffusion, préleveurs, jauges OWEN...).

II.2. Réseau de surveillance



II.3. Moyens

Afin de répondre aux missions qui lui incombent, Air Breizh compte une dizaine de salariés et stagiaires, et dispose d'un budget annuel de l'ordre de 900 000 euros, financé à hauteur de 37% par l'Etat (via des subventions directes ou la réaffectation de la Taxe Générale sur les Activités Polluantes), 24% par les collectivités locales, 22% par les industriels, et 17% via des prestations d'intérêt général et produits divers.

III. Polluants étudiés

III.1. Le sulfure d'hydrogène (H₂S)

Le sulfure d'hydrogène est un gaz incolore, d'odeur fétide caractéristique d'œufs pourris.

● Sources

C'est un sous-produit naturel de la décomposition organique. Ce gaz est également 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 viscosse...

● Devenir du sulfure d'hydrogène dans l'environnement

Le sulfure d'hydrogène, relativement stable dans l'air, est éliminé de l'atmosphère au bout de quelques jours, soit par dépôts secs, soit par dépôts humides en se solubilisant dans les gouttes d'eau de pluie. Il peut ensuite être oxydé en sulfate (SO₄²⁻) sous l'intervention de bactéries.

● Concentrations atmosphériques observées

La concentration en H₂S à la surface du globe est estimée en moyenne à 0,3 µg/m³ (OMS, 1981).

Les concentrations observées à proximité d'une usine de papier Kraft sont de 2 µg/m³ en moyenne (avec un maximum quart-horaire de 198 µg/m³ en 2005) (ORAMIP, 2005).

En été 2005, Air Breizh a relevé une concentration moyenne de **19,7 µg/m³** à proximité d'une plage envahie par les algues vertes, un maximum horaire de **939 µg/m³**, et un maximum quart-horaire de **1136 µg/m³**.

● Effets sur la santé – Valeurs de référence

Relation dose/effet (OMS, 2000) (OMS, 1981)

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
750 000-1 050 000	< 1 heure Plusieurs heures	Atteinte du système nerveux central Mort possible
1 350 000	< 30 minutes	Effets systémiques sévères - mort en moins d'1 heure
2 250 000	15-30 minutes	Mort
2 700 000	immédiat	Mort

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 guides	7 µg/m ³ sur une demi-heure (nuisance olfactive) 150 µg/m ³ sur 24 heures (impact sur la santé)	OMS (2000)
VLE	14 000 µg/m ³ sur 15 minutes	Ministère du travail (France)
VME	7 000 µg/m ³ sur 8 heures	

● Effets sur l'environnement

Le sulfure d'hydrogène n'aurait pas d'effet sur l'environnement aux concentrations habituellement rencontrées dans l'air ambiant, hormis les odeurs. Il pourrait avoir un effet corrosif à des concentrations beaucoup plus élevées.

III.2. L'ammoniac (NH₃)

● Sources

La Bretagne, première région agricole française, représente près de 19 % des émissions nationales d'ammoniac (CITEPA, 2005). En 2004, les élevages étaient à l'origine de 76% des émissions françaises et les cultures de 20% (CITEPA, 2006). Une des conséquences de l'agriculture intensive est la prolifération d'algues vertes sur certaines côtes bretonnes. Ces algues, nitrophiles, vont émettre elles aussi de l'ammoniac en se décomposant.

● Devenir de l'ammoniac dans l'environnement

L'ammoniac (temps de résidence dans l'atmosphère de 4 à 5 jours, retombe en partie à proximité du lieu d'émission, mais peut aussi parcourir de longues distances (Portejoie et al., 2002).

● Concentrations atmosphériques observées

Les niveaux observés dans **les écosystèmes non perturbés** (éloignés des activités humaines), sont de l'ordre de 0,3 à 3 µg/m³ (Portejoie et al., 2002).

En **zone urbaine**, des concentrations moyennes entre 2,4 et 9,4 µg/m³ ont été mesurées à Rennes en 2002, avec une concentration horaire maximale de 37 µg/m³ (Levilly, 2003).

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 (Thöni et al., 2003), elles s'élèvent à 30 ou 60 µg/m³ en zone d'agriculture intensive (Roadman et al., 2003), atteignant jusqu'à 1 000 µg/m³ à 50 mètres sous le vent d'un épandage de lisier (Glorennec et al., 2000). Des concentrations moyennes comprises entre 37 et 77 µg/m³ ont été mesurées dans le canton de Lamballe (zone d'élevages intensifs) en 2003 (Air Breizh, 2003).

Le niveau moyen relevé en 2005 près **d'une plage envahie par les algues vertes** à Saint-Michel-en-Grève est de **1,6 µg/m³**, la concentration maximale horaire de **31,6 µg/m³** (Air Breizh, 2006).

Les concentrations peuvent être beaucoup plus élevées dans certains **bâtiments d'élevage**, atteignant jusqu'à 20 000 µg/m³ dans des bâtiments hébergeant des volailles.

Une étude réalisée dans **un tunnel d'autoroute** en Suisse a révélé des concentrations horaires comprises entre 164 et 248 µg/m³ (Thöni et al., 2003).

● Effets sur la santé – Valeurs de référence

Relation dose/effet (source : INERIS, 2003) (OMS, 1986)

Concentration (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	Larmolement, 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
VLE	36 000 µg/m ³ sur 15 minutes	Ministère du travail (France)
VME	18 000 µg/m ³ sur 8 heures	

● Effets sur l'environnement

L'ammoniac, de par le caractère acido-basique du couple (NH₄⁺/NH₃) peut, soit neutraliser en partie l'acidité créée par d'autres espèces chimiques, soit contribuer à l'acidification des retombées (« pluies acides »).

IV. Présentation de la campagne de mesure

IV.1. Date de campagne

La campagne de mesure s'est déroulée du 20 juillet au 13 septembre 2006, sur la période de développement des algues (de mi-avril à mi-septembre).

IV.2. Site de mesure

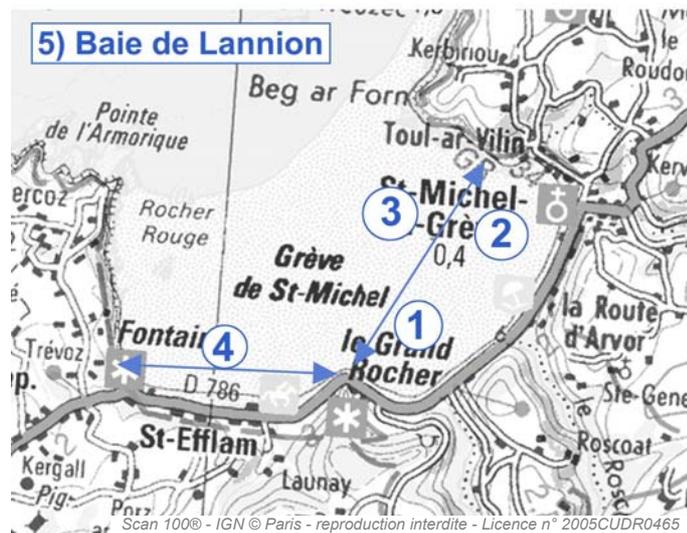
Les mesures ont été effectuées à Saint-Michel-en-Grève, dans la baie de Lannion (Côtes d'Armor). Cette baie fait partie des sites les plus touchés par les algues vertes.



Volumes d'algues vertes ramassées en 2006 sur le secteur de la Baie de Lannion

Fournisseur des données : Conseil Général des Côtes d'Armor

Baie de Lannion (5)			
2005 : 24 180 m ³			
2006 : 19 620 m ³			
Filière du Yar (1)	Filière de Roscoat (2)	Est du Grand Rocher (3)	Saint Efflam (4)
2005 : 3 870 m ³	2005 : 1 995 m ³	2005 : 20 340 m ³	2005 : 1 575 m ³
2006 : 2 595 m ³	2006 : 1 125 m ³	2006 : 15 720 m ³	2006 : 3 120 m ³



1) filière du Yar 2) filière du Roscoat 3) Est du Gd Rocher 4) St Efflam



Le laboratoire mobile a été installé sur le parking de Roscoat, à une dizaine de mètres de la plage et de la zone d'échouage, comme en 2005.



V. Principes de mesure

V.1. Mesure du sulfure d'hydrogène

Le sulfure d'hydrogène est mesuré avec un analyseur classique de dioxyde de soufre (SO₂), modèle AF21M d'Environnement SA, auquel est ajouté un module spécifique (CH2S) qui élimine le SO₂ contenu dans l'air. L'échantillon passe ensuite dans un convertisseur haute température (340°C) pour oxyder H₂S en SO₂. Le SO₂ est ensuite mesuré par fluorescence-UV au sein de la cellule de mesure de l'AF21M. On en déduit ainsi la concentration en H₂S.



V.2. Mesure de l'ammoniac

L'ammoniac est mesuré 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 NH₃. NH₃ 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 NH₃.



Durant la campagne, les analyseurs d'ammoniac et de sulfure d'hydrogène ont été calibrés à deux reprises.

Les données brutes sont des données quart-horaires, agrégées à partir de mesures réalisées toutes les trente secondes pour l'analyseur d'H₂S et toutes les minutes pour l'AiRRmonia.

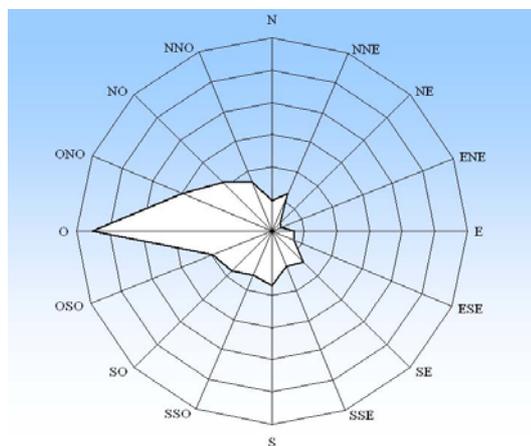
VI. Conditions météorologiques

L'étude s'est déroulée :

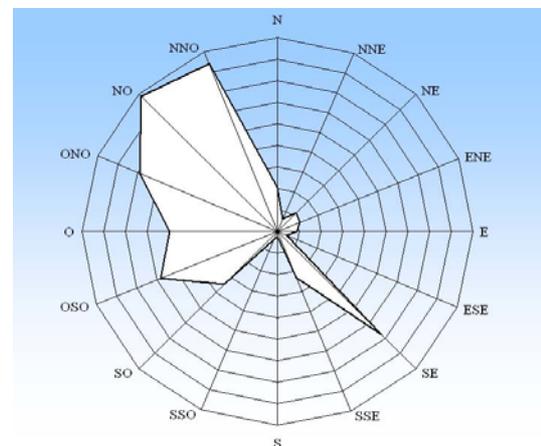
- sous un mois de juillet chaud et très ensoleillé (température moyenne relevée au niveau du laboratoire mobile de 19°C et température horaire maximale de 27,9°C),
- un mois d'août nettement plus frais (moyenne : 17,1°C, maximale : 23,7°C), et pluvieux.
- un mois de septembre chaud (moyenne : 17,4°C, maximale : 28,7°C) et nuageux.

Pendant la campagne de mesure, la station Lannaero de Météo France, à Lannion, a été exposée à des vents dominant de secteur ouest. Or, les observations faites par Air Breizh au niveau de son laboratoire mobile diffèrent, avec des vents dominant de secteurs nord-ouest et sud-est.

Rose des vents du 20/07/06 au 13/09/06 réalisée par Air Breizh



Rose des vents du 20 juillet au 13 septembre 2006
(Données météo France)



Rose des vents du 20 juillet au 13 septembre 2006
(Données Air Breizh)

Cet écart est dû notamment au phénomène de **brise de mer et de terre** observable sur la côte, engendré par la différence de température entre la surface de la terre et la surface de la mer.

Pendant la journée, sous l'effet du soleil, la terre s'échauffe plus rapidement que la mer, créant un gradient de pression et de température entre les deux zones (sur la terre, l'air chaud s'élève, créant une basse pression locale), entraînant une **brise de mer** venant du nord-ouest l'après-midi.

Après le coucher du soleil, le phénomène inverse se produit. Un gradient de pression et de température s'établit lorsque la terre devient plus froide que la mer, provoquant une **brise de terre**, venant du sud-est, jusqu'au matin (phénomène moins intense que la brise de mer).

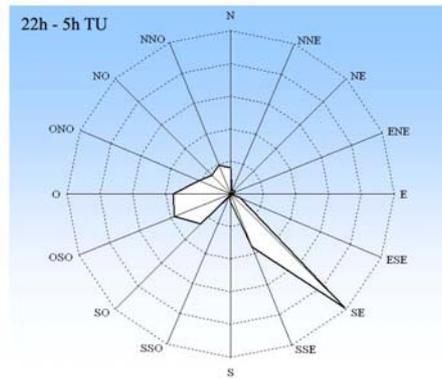
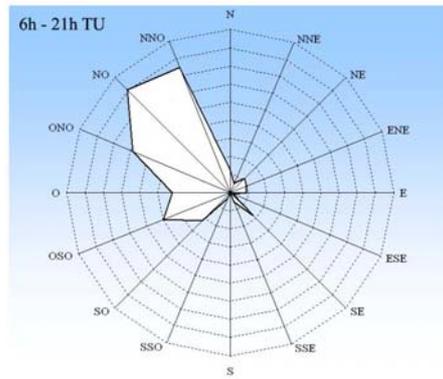
Brise de mer



Brise de terre



Roses des vents de jour et de nuit à Saint-Michel-en-Grève (données Air BREIZH)



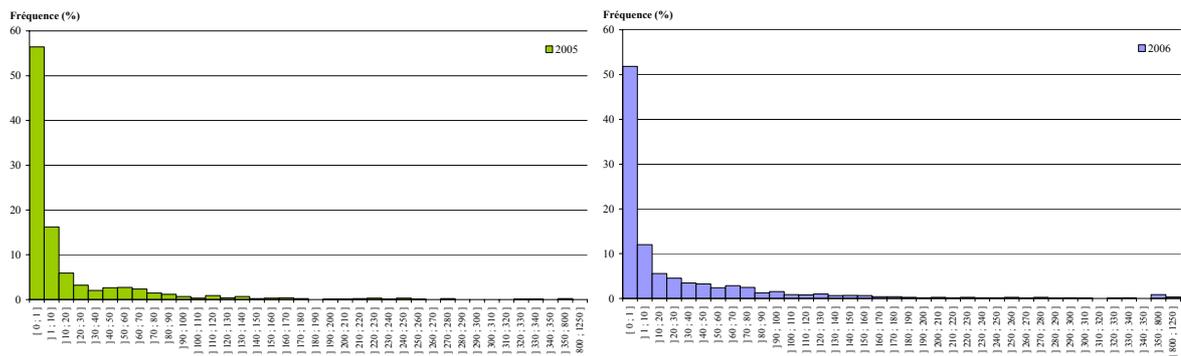
VII. Résultats

VII.1. Le sulfure d'hydrogène

	2005 Du 21 juillet au 2 septembre	2006 Du 20 juillet au 13 septembre
Taux de fonctionnement	99%	98,5%
Moyenne	19,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	33,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
P50 (Médiane)	0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
P98	189,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	254,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Maximum quart horaire	1136 le 18/08 à 15h45 TU	3408 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le 1/08 à 7h TU
Maximum horaire glissant	939,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le 18/08 à 16h15 TU	1492,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le 1/08 à 7h30 TU
Maximum horaire non glissant	790,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le 18/08 à 16h TU	1249,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le 1/08 à 7h TU
Maximum journalier	134,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le 18/08	155 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le 26/08
Maximum sur 24 h glissant	190,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le 19/08	181,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le 11/09

La médiane (ou percentile 50) correspond à la valeur dépassée par 50 % des données. L'écart entre la valeur moyenne et la médiane traduit la présence de quelques données extrêmes influant sur la moyenne et pas sur la médiane. En 2006, plus de 50% des données sont comprises entre 0 et 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, comme en 2005.

Fréquence par classe de concentrations

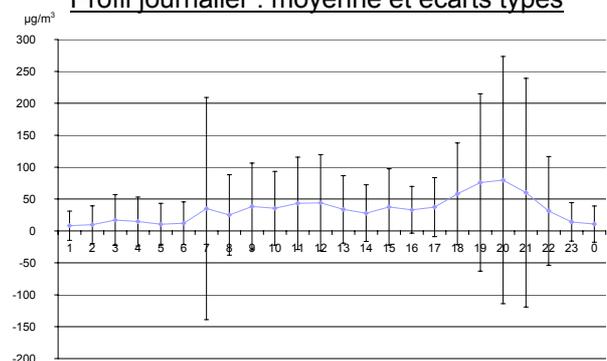


La concentration en sulfure d'hydrogène est de 33,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne, soit 1,7 fois plus élevée qu'en 2005. Cette hausse concerne les niveaux moyens et les niveaux de pointe, comme le montre l'évolution du percentile 98, passant de **189,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2005** à **254,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2006**. (Le percentile 98, qui caractérise les niveaux de pointe, correspond à la valeur dépassée par 2 % des données).

● Profil moyen journalier pendant la campagne

Comme en 2005, les concentrations en H_2S , minimales la nuit, augmentent en début de matinée, jusqu'à 12 heures TU. Après une légère baisse en début d'après-midi, elles sont de nouveau en hausse pour être maximales à 20 heures TU, puis chutent la nuit.

Profil journalier : moyenne et écarts types



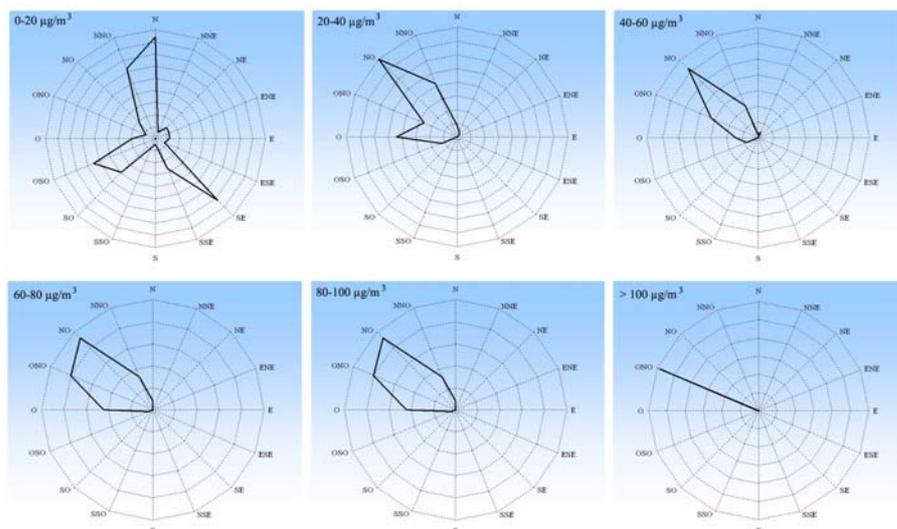
● Concentrations et orientation du vent

Les niveaux les plus élevés sont observés sous vents d'ouest-nord-ouest, lorsque le laboratoire mobile est exposé aux vents de la plage.

Orientation du vent en fonction des intervalles de concentrations horaires (données Air Breizh)

Direction	Classe de concentrations horaires en $\mu\text{g}/\text{m}^3$						Somme
	]0;20]	]20;40]	[40;60[	[60;80[	[80;100[	[100-1249]	
N	168	4	1	2	0	0	175
NNE	11	2	2	0	0	0	15
NE	26	1	0	0	0	0	27
ENE	25	0	0	0	0	0	25
E	23	0	0	0	0	0	23
ESE	16	0	0	0	0	0	16
SE	144	0	0	0	0	0	144
SSE	53	0	0	0	1	0	54
S	9	0	0	0	0	0	9
SSO	16	0	0	0	1	0	17
SO	79	0	0	0	0	0	79
OSO	109	6	4	1	0	0	120
O	38	22	7	11	5	1	84
ONO	17	13	16	20	17	117	200
NO	37	40	31	23	14	0	145
NNO	125	21	11	8	0	1	166
Somme	896	109	72	65	38	119	1299
Fréquence	69	8	6	5	3	9	100

Roses des vents par classe de concentrations (données horaires Air Breizh)



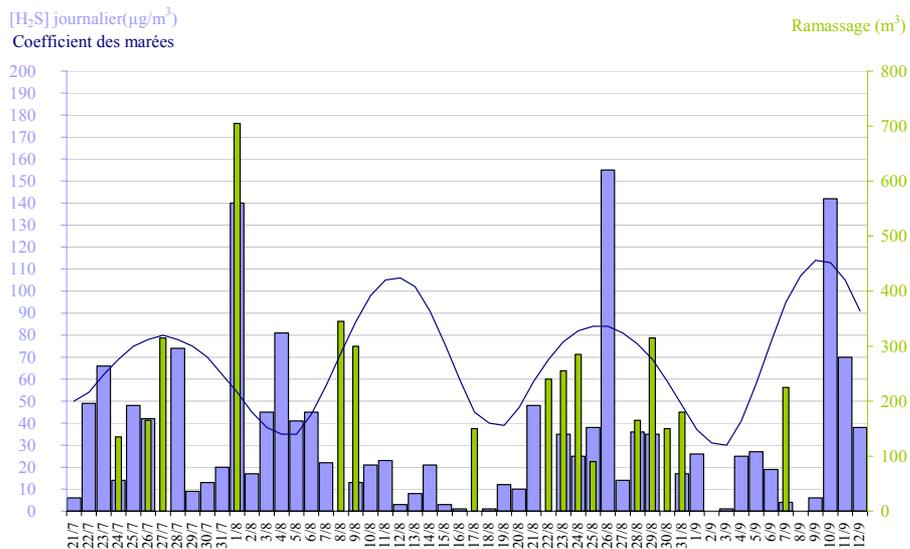
Ainsi les concentrations les plus élevées sont observées le 1^{er} août, le 26 août et le 10 septembre, sous des vents principalement d'ouest-nord-ouest.

Aucune corrélation n'est observée entre les concentrations et les autres paramètres météorologiques.

● Concentrations, ramassages et marées

Aucune corrélation n'est observée entre les concentrations mesurées en H₂S et les ramassages d'algues, hormis le 1^{er} août, alors que la quantité d'algues ramassée à Saint-Michel-en-Grève est beaucoup plus importante que les autres jours (plus de 700 m³) et que le ramassage est effectué sous des vents particulièrement forts (supérieurs à 8 m/s l'après-midi) de secteur ouest-nord-ouest. Ces derniers ont pu rabattre les gaz émis lors du brassage des algues sur le laboratoire mobile. A noter que les coefficients de marée étaient en baisse sur cette période. La mer n'atteignait donc pas les algues échouées les marées précédentes.

Aucune élévation de concentration n'est observée pour les autres ramassages, malgré des vents orientés nord-ouest ou ouest-nord-ouest. D'autre part, les concentrations les plus élevées ne correspondent pas aux jours de ramassage.



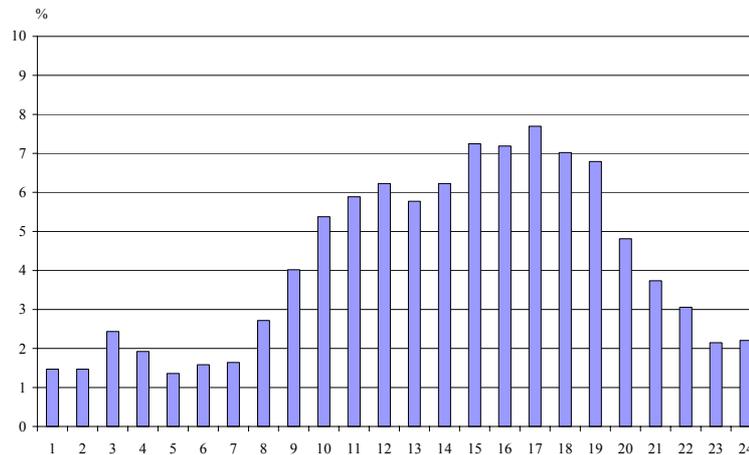
Ramassage du 20 juillet 2006



- **Comparaison des résultats avec les valeurs de référence**

La valeur de recommandation de l'OMS pour ne pas susciter de gêne olfactive ($7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur une demi-heure) a été dépassée **808** fois pendant la campagne, soit **31% du temps** (comme en 2005). Les dépassements, observés quelle que soit l'heure de la journée, sont néanmoins plus nombreux entre 9 h et 20 h TU (calcul basé sur les données quart horaires).

Répartition des dépassements sur une journée



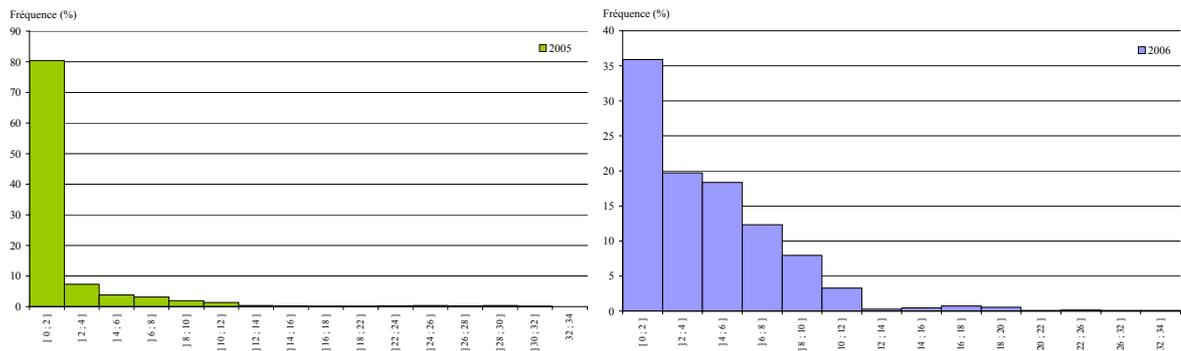
Le 26 août, la concentration journalière en H_2S a dépassé la valeur recommandée par l'OMS ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 24 heures), atteignant **$155 \mu\text{g}/\text{m}^3$** . En moyenne glissante sur 24 heures, cette valeur de référence a en fait été dépassée le 28 juillet pendant 20 heures (atteignant un maximum de $235 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à 0h), 3 heures le 1^{er} août, 7 heures le 26 août et 14 heures le 11 septembre.

VII.2. L'ammoniac

	2005 Du 21 juillet au 2 septembre	2006 Du 20 juillet au 13 septembre
Taux de fonctionnement	99,8%	82,8%
Moyenne	1,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
P50 (Médiane)	0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
P98	13,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Maximum quart horaire	34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le 30/08 à 19h15 TU	44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le 24/07 à 4h30 TU
Maximum horaire glissant	31,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le 30/08 à 19h45 TU	33,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le 24/07 à 4h45 TU
Maximum horaire non glissant	31,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le 30/08 à 20h TU	33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le 24/08 à 5h TU
Maximum journalier	18,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le 30/08	16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le 27/07
Maximum sur 24 h glissant	20,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le 31/08	16,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le 27/07

Les concentrations en ammoniac sont peu élevées. Une augmentation est néanmoins observée (niveaux en moyenne trois fois plus élevés en 2006), avec une concentration moyenne passant de 1,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à 4,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, et une médiane passant de 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ainsi, en 2005, alors que 80% des données étaient comprises entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en 2006, seulement 36% des données sont comprises entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, et 80% entre 0 et 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette hausse est moins importante sur les niveaux les plus élevés, avec un percentile 98 passant de 13,9 à 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, des maxima horaires équivalents et des maxima journaliers plus faibles en 2006.

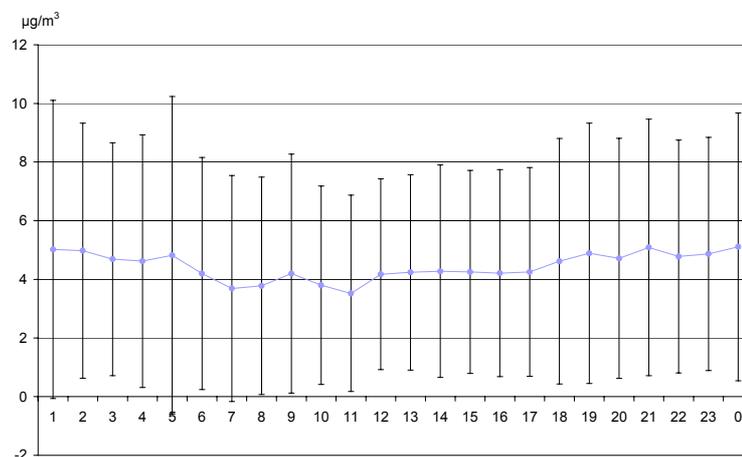
Fréquence par classe de concentration



● Profil moyen journalier en ammoniac pendant la campagne

Le profil moyen journalier est plat compte tenu des écarts types et des incertitudes de l'analyseur.

Profil journalier : moyenne et écarts types



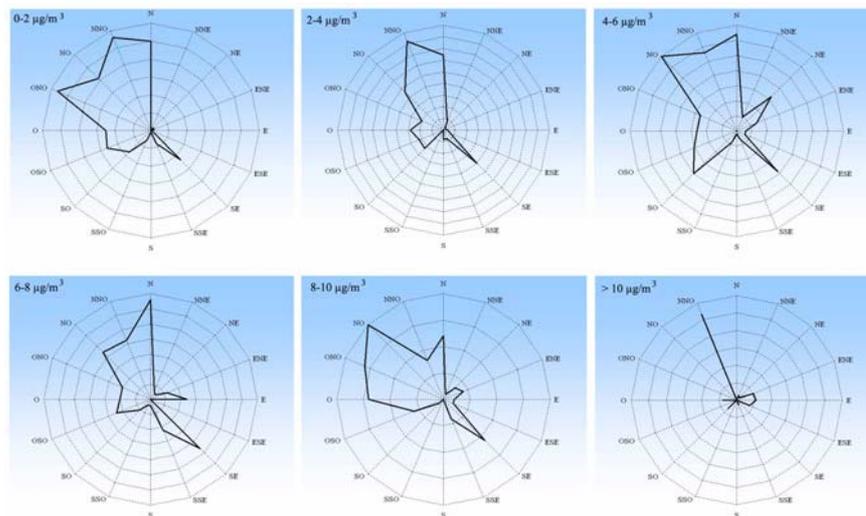
● Concentrations et orientation du vent

Néanmoins, les concentrations les plus élevées (supérieures à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sont le plus fréquemment observées sous vent de nord-nord-ouest (venant de la plage), ce qui n'était pas le cas en 2005.

Orientation du vent en fonction des intervalles de concentrations horaires (données Air Breizh)

Direction	Classe de concentrations horaires en $\mu\text{g}/\text{m}^3$						Somme
	]0;2]	]2;4]	[4;6[	[6;8[	[8;10[	[10-35]	
N	50	32	32	33	12	0	159
NNE	0	4	5	3	1	3	16
NE	2	1	16	2	3	2	26
ENE	2	1	7	6	4	10	30
E	0	2	3	12	2	11	30
ESE	1	3	3	0	2	8	17
SE	23	20	19	23	11	0	96
SSE	8	4	3	11	4	3	33
S	1	4	1	2	0	0	8
SSO	6	0	4	2	0	0	12
SO	17	11	20	5	1	7	61
OSO	26	11	15	12	6	0	70
O	25	14	13	10	14	8	84
ONO	56	10	13	10	16	0	105
NO	41	23	35	22	20	0	141
NNO	56	41	28	21	8	53	207
Somme	314	181	217	174	104	105	1095
Fréquence	29	17	20	16	9	10	100

Roses des vents par classes de concentrations

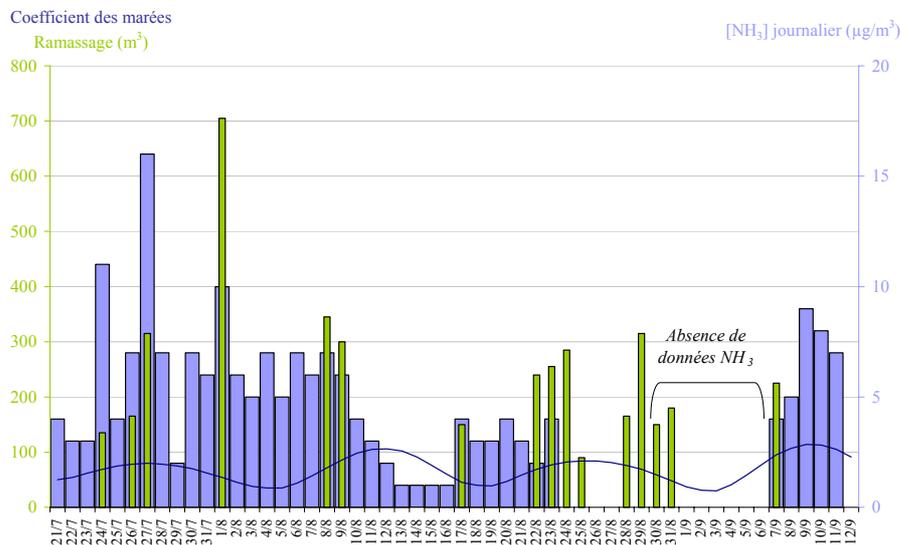


Les concentrations les plus élevées (supérieures à $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sont observées le 24 juillet à 5 heures TU sous vent de sud-sud-est, et le 27 juillet à 1 heure TU, sous vent d'ouest-nord-ouest.

Aucune corrélation n'est observée entre les concentrations en ammoniac et les autres paramètres météorologiques.

● Concentrations, ramassages et marées

Aucune corrélation n'est observée entre les concentrations en NH_3 relevées au niveau du laboratoire mobile et les ramassages d'algues.



(Absence de données du 30 août au 6 septembre due à un dysfonctionnement de l'analyseur)

● Comparaison des résultats avec les valeurs de référence

Les concentrations observées en 2006 sont faibles, du même ordre de grandeur que les niveaux mesurés à Rennes en 2002. Elles sont bien inférieures aux concentrations enregistrées sur le canton de Lamballe en 2002 et 2003 (zone d'élevages intensifs).

Tableau récapitulatif des campagnes de mesure d'ammoniac en Bretagne depuis 2002

Site de mesure	Concentration NH_3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			Période	Type de site
	Moyenne	Maximum horaire	Minimum horaire		
ENSC Rennes	2,4	8,9	0,4	13/04/02 21/05/02	Site urbain
Clos Courtel	9,4	39,2	0,7	18/06/02 01/07/02	Site urbain
Lamballe (parc)	11,9	103,7	0,4	03/06/02 10/06/02	Site périurbain
Lamballe (piscine)	13,2	123,9	2,1	10/06/02 17/06/02	Site périurbain
Maroué	76,2	327,7	4,3	27/05/02 03/06/02	Site rural
Maroué	77	327,7	17	19/08/03 02/09/03	Site rural
Lamballe (haras)	58,1	155,3	5,7	23/07/03 02/08/03	Site périurbain
Morieux	36,6	223,9	1,07	02/07/03 23/07/03	Site rural
Saint Michel en Grèves	1,6	31,6	0	21/07/05 02/09/05	Site Littoral
Saint Michel en Grèves	4,4	34	0	20/07/05 13/09/06	Site littoral

Pour information, les concentrations en ammoniac mesurées en 2006 sur le site de Saint-Michel en Grèves sont inférieures à la valeur toxicologique de référence de l'US-EPA (agence de protection de l'environnement) fixée à **100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** (valable pour une durée d'exposition de toute une vie).

VIII. Conclusion

La première campagne de mesure de la qualité de l'air menée par Air Breizh à Saint-Michel-en-Grève en été 2005 avait révélé des niveaux particulièrement élevés en sulfure d'hydrogène, dus à la décomposition des algues vertes sur la plage. Les concentrations en ammoniac s'étaient avérées beaucoup plus faibles, les niveaux relevés provenant non seulement de la plage, mais aussi des terres.

Les résultats de la campagne de mesure menée du 20 juillet au 13 septembre 2006 corroborent en partie les tendances observées en 2005, avec cependant une hausse constatée des concentrations pour ces deux polluants. Cette hausse pourrait être due aux conditions météorologiques.

- Les concentrations en ammoniac restent faibles ($4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne), malgré la hausse constatée par rapport à 2005 (trois fois plus élevées en moyenne en 2006). Elles sont du même ordre de grandeur que les niveaux observés à Rennes. Alors que les concentrations les plus élevées (supérieures à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) étaient mesurées sous vents d'est en 2005 (provenant des terres), elles sont majoritairement relevées sous vents de nord-nord-ouest en 2006 (provenant de la plage).
- Les concentrations en sulfure d'hydrogène sont plus élevées qu'en 2005, que ce soit les niveaux moyens ou les niveaux de pointe (**$33,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne, $1492,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en concentration horaire maximale, et $3408 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en concentration quart-horaire maximale**). Les concentrations les plus élevées sont observées sous vents forts de secteur nord-ouest, provenant directement de la plage. La valeur guide recommandée par l'OMS pour ne pas susciter de gêne olfactive ($7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur une demi-heure) a été dépassée sur 31% de la campagne (30% en 2005), plus particulièrement entre 9 heures et 20 heures TU. La valeur guide de l'OMS ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 24 heures) a été dépassée quatre jours (le 28 juillet, le 1^{er} août, le 26 août et le 11 septembre). Cette valeur avait été dépassée une fois en 2005.
- L'impact des opérations de ramassage n'a pas été isolé en raison de l'implication de nombreux facteurs (conditions météorologiques, marées...). Un seul ramassage correspond à une hausse des concentrations, le 1^{er} août, alors que les vents étaient particulièrement forts ce jour-là. Les autres ramassages ne semblent pas avoir induit d'élévation de concentrations au niveau du laboratoire mobile, même lorsque celui-ci se trouvait sous les vents de la plage (à des vitesses cependant plus faibles que le 1^{er} août).
- Les données fournies dans ce rapport ont pour objectif d'améliorer les connaissances sur l'émission de certains polluants lors de la décomposition des algues vertes sur les plages. Bien que certaines valeurs toxicologiques de références soient mentionnées dans ce rapport, ce dernier ne constitue en aucun cas une évaluation de l'exposition des populations riveraines de la baie de Saint Michel en Grèves à l'ammoniac et au sulfure d'hydrogène, qui nécessiterait la prise en compte du budget espace-temps. Les concentrations relevées ne peuvent donc pas être utilisées de manière brute pour une évaluation des risques sanitaires. Par ailleurs, les prélèvements étant effectués à environ 2,50 mètres de hauteur, les concentrations en sulfure d'hydrogène mesurées à hauteur d'homme pourraient s'avérer plus élevées, ce gaz étant particulièrement lourd.

Références bibliographiques

AIR BREIZH. *Etude des teneurs en ammoniac atmosphérique sur le canton de Lamballe, campagne 2003*, 33 p.

AIR BREIZH. *Algues Vertes et Qualité de l'air, Campagne de mesure d'ammoniac et de sulfure d'hydrogène à Saint-Michel-en-Grèves (Côtes d'Armor) du 21 juillet au 2 septembre 2005, 2006*, 19 p.

AGRESTE. *Statistique Agricole Annuelle 2005*, N° 21, juin 2006.

CEVA. *Rapport Prolittoral 2005*, Pleubian, 2006, 66 p.

CITEPA. *CORALIE format SECTEN*, dernière mise à jour février 2006.

CITEPA. *Inventaire départemental France 2000*, dernière mise à jour février 2005.

GLORENNEC P., SAUVAGET G, JOUAN M., LE GOASTER C., CELLIER P., MORVAN T., GENERMONT S., LOUBET 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, 7 p.

INERIS. *Ammoniac, Essais de dispersion atmosphérique à grande échelle*, 1999, 112 p.

INERIS. *Seuils de toxicité aiguë, ammoniac*, 2003, 40 p.

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.

LOFLUND M., KASPER-GIEBL A., STOPPER S., URBAN H., BIEBL P., KIRCHNER M., BRAEUTIGAM S., PUXBAUM H. *Monitoring ammonia in urban, inner alpine and pre-alpine ambient air.* Institute of Analytical Chemistry, Vienna University of Technology, Wien, Austria J Environ Monit, 2002, 4(2), 205-9.

OMS IPCS. *Environmental Health Criteria n°37 : Ammonia*, World Health Organisation, International Programme on chemical Safety, Geneva, 1990.

OMS IPCS. *Environmental Health Criteria n°54 : Ammonia*, World Health Organisation, International Programme on chemical Safety, Geneva.

OMS IPCS. *Environmental Health Criteria n°19 : Hydrogen Sulfide*, World Health Organisation, International Programme on chemical Safety, Geneva, 1981.

OMS. *Air Quality Guidelines for Europe*, Second Edition, WHO Regional Publications, European Series, No. 91, Copenhagen, 2000, 273 p.

ORAMIP. *Rapport d'activité 2005.*

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.

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.

S.N.I.E. (Syndicat National de l'Industrie des engrais). *Aide-mémoire sur les risques présentés par l'ammoniac*, 1991.

THÖNI L., SEITLER E., BLATTER A., NEFTEL A. *A passive sampling method to determine ammonia in ambient air*, J. Environ. Monit., 2003, 5, 96-99.