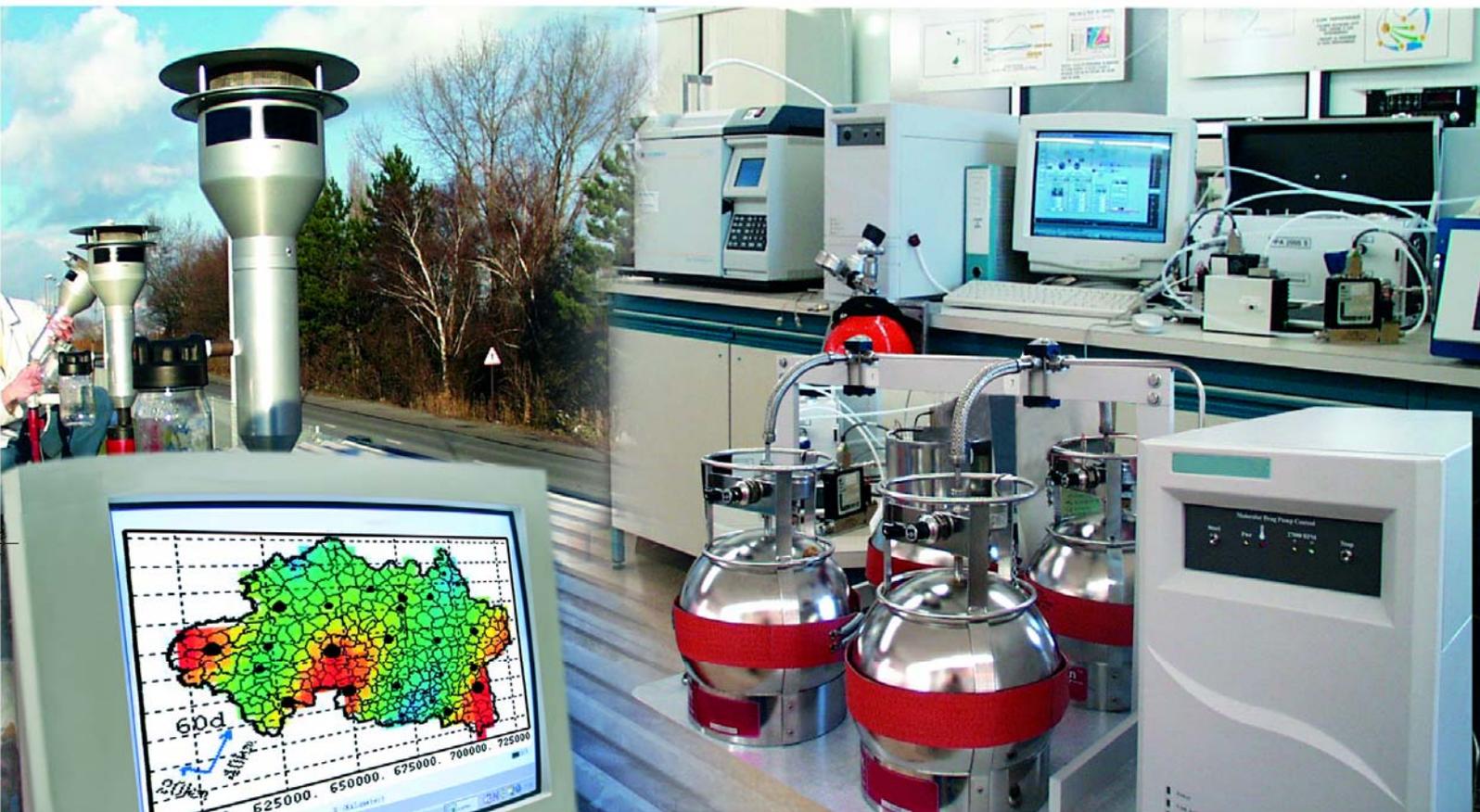




Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air



Nuisances olfactives

**Synthèse d'études et de programmes de développement
en vue de la surveillance d'émissions odorantes par nez
électroniques**

Décembre 2007

Programme 2007

K.ADAM





PREAMBULE

Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air est constitué de laboratoires de l'École des Mines de Douai, de l'INERIS et du LNE. Il mène depuis 1991 des études et des recherches finalisées à la demande du Ministère chargé de l'environnement, sous la coordination technique de l'ADEME et en concertation avec les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Ces travaux en matière de pollution atmosphérique supportés financièrement par la Direction des Préventions des Pollutions et des Risques du Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement durables sont réalisés avec le souci constant d'améliorer le dispositif de surveillance de la qualité de l'air en France en apportant un appui scientifique et technique aux AASQA.

L'objectif principal du LCSQA est de participer à l'amélioration de la qualité des mesures effectuées dans l'air ambiant, depuis le prélèvement des échantillons jusqu'au traitement des données issues des mesures. Cette action est menée dans le cadre des réglementations nationales et européennes mais aussi dans un cadre plus prospectif destiné à fournir aux AASQA de nouveaux outils permettant d'anticiper les évolutions futures.



Synthèse d'études et de programmes de développement en vue de la surveillance d'émissions odorantes par nez électroniques

Laboratoire Central de Surveillance
de la Qualité de l'Air

Nuisances olfactives

Programme financé par la
Direction des Préventions des Pollutions et des Risques (DPPR)

2007

Auteurs : K.ADAM, E.LEOZ

Ce document comporte 17 pages (hors couverture et annexes).

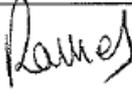
| | Rédaction | Vérification | Approbation |
|----------------|---|---|---|
| NOM | K.ADAM | J. POULLEAU | M.RAMEL |
| Qualité | Ingénieur Direction des Risques Chroniques | Responsable Unité Qualité de l'air Direction des Risques Chroniques | Responsable LCSQA/INERIS Direction des Risques Chroniques |
| Visa |  |  |  |

TABLE DES MATIERES

| | |
|--|-----------|
| 1. RÉSUMÉ..... | 5 |
| 2. INTRODUCTION | 7 |
| 3. DÉMARCHE | 7 |
| 4. DESCRIPTION DU NEZ ÉLECTRONIQUE..... | 8 |
| 4.1. Le nez électronique..... | 8 |
| 4.2. Objectifs du nez électronique..... | 8 |
| 4.3. Apprentissage du nez électronique..... | 10 |
| 4.4. Informations fournies par le nez électronique..... | 10 |
| 5. PROJETS, ETUDES EN COURS OU FINALISÉES..... | 11 |
| 5.1. Suivi en continu des émissions d'odeur (au plus près de la source)..... | 11 |
| 5.1.1. Emissions de sources canalisées..... | 11 |
| 5.1.2. Emissions de sources diffuses..... | 12 |
| 5.1.3. Détermination des sources prépondérantes..... | 13 |
| 5.1.3.1. Suivis à la source..... | 13 |
| 5.1.3.2. Surveillance des émissions d'un site..... | 13 |
| 5.2. Evaluation de l'impact olfactif..... | 14 |
| 5.2.1. Concentration d'odeur - réglementation..... | 14 |
| 5.2.2. Corrélation avec la gêne..... | 15 |
| 6. DÉVELOPPEMENTS ENVISAGÉS..... | 15 |
| 7. CONCLUSIONS | 16 |
| 8. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 17 |
| 9. ANNEXES..... | 17 |

1. RESUME

Les nez électroniques ont été adaptés il y a quelques années en vue d'être utilisés pour des applications environnementales. Depuis 3-4 ans en France, des essais sont réalisés sur site en vue d'évaluer la pertinence et la robustesse de tels systèmes. Cette technique est notamment citée dans certains textes réglementaires comme l'arrêté ministériel du 12 février 2003 pour la surveillance des émissions de sites de traitement de déchets carnés. Les concepteurs affichent cette technique comme la méthode de mesure en continu des odeurs. Elle est présentée soit comme une méthode complémentaire des méthodes de mesures classiques par physico-chimie et olfactométrie, soit comme une méthode universelle.

Les études actuelles portent principalement sur la surveillance des émissions de sites industriels en implantant les nez électroniques au plus près des sources. A l'heure actuelle, quelques développements sont encore nécessaires.

En tout premier lieu, ces techniques doivent garantir une mesure réellement continue. De nombreuses difficultés impliquant des pertes de données, sont en effet rencontrées sur site allant de la corrosion de connecteurs à des défaillances dans la transmission des données en passant par des coupures fréquentes d'électricité.

L'étape dite d' « apprentissage » permet au nez électronique de fournir une réponse corrélée à la concentration d'odeur (selon NF EN 13725). Cette étape essentielle garantit-elle actuellement une réponse adaptée à l'évolution des compositions des émissions de la source surveillée ?

Les méthodologies de mesurages mises en œuvre pour ces nez et adaptées aux sources étudiées doivent être précisées et validées. Les méthodologies d'implantations des systèmes doivent être décrites. Le dernier point essentiel à aborder, concerne l'évaluation des flux surfaciques à partir d'une mesure réalisée à proximité de la source. Les incertitudes associées mériteraient d'être estimées.

2. INTRODUCTION

Depuis de nombreuses années, des développements de nez électroniques sont en cours, en vue de les adapter aux mesures environnementales. De nombreuses présentations affichent cette technique comme la méthode de mesure en continu des odeurs. Elle est présentée soit comme une méthode complémentaire des méthodes de mesures réglementaires classiques par physico-chimie et olfactométrie, mesures réalisées sur des périodes courtes à moyennes (de la journée à la semaine), soit comme une méthode universelle. Cette technique est notamment citée dans certains textes réglementaires comme l'arrêté ministériel du 12 février 2003 pour la surveillance des émissions de sites de traitement de déchets carnés.

Aujourd'hui, le nez électronique est installé pour deux objectifs : l'autosurveillance réalisée par l'industriel sur une ou plusieurs sources, et la surveillance. Dans ce dernier cas, l'impact d'un site sur son environnement peut être évalué par un réseau de nez électroniques. Il est alors associé à un modèle de dispersion atmosphérique adapté aux odeurs, en vue d'estimer l'impact olfactif théorique cumulé des émissions au cours du temps associées aux conditions météorologiques locales et précises temporellement.

Ces systèmes ont considérablement évolué ces dernières années. Pour s'en convaincre, on peut consulter le rapport rédigé dans le cadre des missions permanentes du LCSQA, rapport référencé DRC-02-39251-AIRE n°805 de décembre 2002. Nous allons présenter ici les démarches actuelles des concepteurs de nez électroniques et quelques résultats publiés. Nous débutons ce document par une description du nez électronique.

3. DEMARCHE

Le nez électronique présente comme objectif de suivre en continu les émissions odorantes. Il est actuellement soit placé directement au niveau de la source ou à proximité d'une ou plusieurs sources. Deux approches complémentaires sont développées : l'autosurveillance et la surveillance des émissions en vue d'estimer l'impact continu du site ou de sources prépondérantes sur son environnement. Les développements méthodologiques actuels sont réalisés à proximité de la source pour limiter les difficultés liées à un manque de sensibilité des nez électroniques et des méthodes olfactométriques (détermination de la concentration d'odeur dans l'environnement par méthode normalisée).

Nous verrons dans ce qui suit, les informations fournies par le nez électronique et comment elles sont obtenues.

4. DESCRIPTION DU NEZ ÉLECTRONIQUE

4.1. LE NEZ ELECTRONIQUE

Un nez électronique résulte de l'association de plusieurs capteurs chimiques, dont les signaux sont traités par un réseau de neurones et des logiciels statistiques.

Le nez électronique est constitué :

- soit de capteurs chimiques non spécifiques, généralement à base de matériaux semi-conducteurs (oxydes métalliques) ;
- soit d'une association de capteurs non spécifiques et de détecteurs spécifiques de polluants particuliers (H₂S, ammoniac,...).

Les deux principaux fabricants implantés en France sont Odotech et Alpha Mos. Cette technique développée il y a une quinzaine d'années était initialement prévue pour des contrôles qualité. Les applications environnementales sont envisagées depuis 5-6 ans.

Le coût pour l'implantation d'un nez électronique est délicat à estimer. Le matériel peut représenter un coût faible par rapport à l'étape d'apprentissage, étape à adapter en fonction de la source et du site surveillé. Si on souhaite évaluer l'impact des sources surveillées, il faut de surcroît installer une station météorologique sur site. Ce matériel nécessite des contrôles dont la fréquence n'est pas précisée. Le coût est estimé entre 25 et 60 k€ HT pour l'achat d'un nez électronique, du logiciel de traitement des données, pour la transmission des données à un poste central et l'achat d'une station météorologique. Compte-tenu de l'apprentissage à réaliser le coût global approximatif est d'environ 70 k€. Une estimation du coût global est d'ailleurs prévue dans un projet de validation d'un réseau de nez électroniques pour la surveillance des odeurs, cofinancé par le MEDAD et l'ADEME ⁽⁷⁾.

4.2. OBJECTIFS DU NEZ ELECTRONIQUE

L'objectif du nez électronique est de créer une empreinte olfactive d'un mélange odorant et de savoir la reconnaître.

- ***Empreinte olfactive***

Lorsque l'on soumet un échantillon gazeux au nez, chacun des 6 capteurs délivre un signal (sous forme d'une courbe) qui lui est propre.

Les courbes obtenues à partir des capteurs non spécifiques expriment la variation de résistance des capteurs au temps t divisée par la résistance au temps t_0 ($\Delta R/R_0$), en fonction du temps d'acquisition du signal. Cette réponse directe, qui constitue l'empreinte de l'échantillon analysé, permet de contrôler que la mesure se fait dans de bonnes conditions : détection rapide d'une défaillance d'un des capteurs et appréciation de la justesse du temps d'acquisition programmé...

Les courbes de réponses des détecteurs sont directement exprimées en concentration de polluant émis (ppm) moyennant des contrôles réguliers afin d'évaluer leur fiabilité.

- **Reconnaissance**

Une fois acquise l'empreinte doit être comparée à d'autres empreintes : **une empreinte isolée ne peut délivrer une information** qu'en établissant des comparaisons par rapport à des groupes d'empreintes d'échantillons odorants ayant des caractéristiques similaires. Ces groupes d'empreintes constituent la « bibliothèque » du nez électronique.

Il apparaît donc qu'une des étapes les plus délicates après réception d'un nez électronique est **l'apprentissage, dans la mesure où elle consiste à alimenter la mémoire du nez.**

Le nez électronique a recours à différents traitement statistiques pour analyser les résultats :

- L'analyse en composantes principales ou ACP projette les mesures sur des axes statistiques. Cette analyse permet d'avoir une vue d'ensemble sur plusieurs échantillons et ainsi de pouvoir procéder à des rapprochements (empreintes semblables ou au contraire très différentes).
- L'analyse SIMCA qui permet de qualifier un échantillon de « bon » ou « mauvais ». Cette analyse implique que le nez ait déjà fait « l'apprentissage » de ce que nous définissons par échantillons « bon » et « mauvais » en mémorisant des bibliothèques d'empreintes d'échantillons non conformes et conformes à nos attentes (injections d'étalons).
- L'analyse factorielle discriminante ou AFD permet de déterminer si l'échantillon testé appartient à un groupe d'échantillons préalablement défini et fournit le pourcentage de reconnaissance de l'échantillon.
- L'analyse PLS (Partial least squares) sert à faire de la quantification à partir d'étalons. Elle permet de déterminer la meilleure corrélation possible entre l'empreinte et la valeur attendue (concentration d'odeur dans le cas le plus fréquent) en fonction du nombre de variables considérées. Elle doit aboutir à la construction d'un modèle prédictif qui permette par la suite de fournir la concentration d'odeur en fonction de l'empreinte obtenue. Bien-sûr, ce modèle sera d'autant plus fiable qu'il sera construit à partir d'un nombre de données suffisamment conséquent pour couvrir une échelle de concentrations étendue et pour tenir compte de la variabilité de la composition des rejets gazeux de la source étudiée.

- **Identification des polluants responsables de l'odeur perçue**

Comme nous l'avons vu précédemment, le nez électronique est une association de capteurs plus ou moins sélectifs. En fonction des capteurs sélectionnés, les concepteurs ne cherchent pas uniquement à fournir une information globale en concentration d'odeur mais également à déterminer les polluants « principaux » responsables de l'odeur perçue. Pour ce faire, les polluants susceptibles d'être rencontrés doivent être préalablement déterminés en fonction des sites étudiés afin de déterminer des traceurs pertinents, qui seront suivis par le nez électronique. Comme nous le savons, les polluants susceptibles d'être

responsables de l'odeur perçue sont très nombreux et divers : composés inorganiques, composés organiques volatils.

Les développements actuels sont effectués sur des sites industriels pour lesquels les polluants odorants ont fait l'objet de recherches préalables et souvent de longue haleine.

4.3. APPRENTISSAGE DU NEZ ELECTRONIQUE

L'apprentissage du nez électronique constitue l'étape la plus délicate et la plus importante pour une exploitation de qualité des données fournies par ce système. Comme nous l'avons expliqué précédemment, cette étape consiste à définir un modèle de corrélation entre les empreintes des différents capteurs constituant le nez électronique et la concentration d'odeur pour le cas présent.

Deux méthodologies d'apprentissage sont actuellement proposées par les deux concepteurs principaux implantés en France :

- en laboratoire à partir de prélèvements réalisés à la source ou
- sur site, à partir d'analyses directes à la source, lesquelles dureront plusieurs semaines.

Dans le premier cas, les dilutions progressives des échantillons prélevés à la source permettent de construire rapidement, pour un mélange odorant donné, une droite de corrélation entre les réponses des capteurs et la concentration d'odeur déterminée par olfactométrie selon la norme NF EN 13725.

Dans l'autre cas, la droite de corrélation sera construite sur plusieurs semaines pour permettre d'obtenir une étendue de concentrations suffisamment large. Cette seconde méthode permet également d'évaluer en direct la variation de composition (profils différents) des émissions de la source surveillée.

4.4. INFORMATIONS FOURNIES PAR LE NEZ ELECTRONIQUE

L'information principale de cette technique correspond au suivi temporel des émissions qui permet de connaître leurs évolutions au cours du temps.

L'estimation de la concentration d'odeur d'une source et pour laquelle il a été entraîné, constitue la seconde information intéressante réglementairement. Rappelons que la réglementation française est basée sur une concentration d'odeur limite dans l'environnement associée à des percentiles 98 ou 99,5. A partir de la connaissance des concentrations d'odeur émises par les différentes sources ou zones du site, la modélisation de leur dispersion atmosphérique d'une manière adaptée aux odeurs, permet de vérifier le respect ou non de cette valeur et en cas de dépassement la durée probable de ce dépassement.

La concentration d'odeur estimée par le nez électronique peut correspondre à une moyenne horaire.

5. PROJETS, ETUDES EN COURS OU FINALISEES

Dans ce qui suit, nous présentons différentes études publiées ou connues. Nous les avons classées par objectifs : connaissance et suivi dans le temps des émissions principales d'un site (surveillance d'une ou plusieurs sources), connaissance de l'impact olfactif d'un site sur son environnement et comparaisons aux valeurs réglementaires (autosurveillance associée à un modèle de dispersion atmosphérique des odeurs), connaissance de l'impact d'un site et comparaison à la gêne perçue par les riverains.

De nombreux projets sont soumis à des conditions de confidentialité industrielle ou de la part des fournisseurs. Le présent document ne prétend pas être représentatif de la quantité d'études actuellement en cours sur ce thème.

5.1. SUIVI EN CONTINU DES EMISSIONS D'ODEUR (AU PLUS PRES DE LA SOURCE)

Plusieurs études portent actuellement sur la validation du suivi en continu des odeurs émises par les sources prépondérantes d'un site industriel. Sont principalement ciblés, les sites de compostage et les sites de traitement des déchets carnés en raison de l'évolution des textes réglementaires auxquels ils sont soumis. Pour ces études les nez électroniques sont soit placés à la source voire directement sur la source (émissions surfaciques), soit à proximité de cette source. L'objectif est de vérifier la sensibilité des systèmes et leur pertinence vis à vis du suivi en continu de l'évolution de la concentration d'odeur. Rappelons que l'apprentissage du nez électronique doit être adapté à chaque site étudié. Compte tenu de retour d'expérience actuel sur ces méthodes, un nez électronique entraîné pour un site de compostage ne sera pas directement opérationnel sur un site d'équarrissage ou sur un autre site de compostage. Pour des compostages de déchets « similaires », un apprentissage simplifié pourra probablement être envisagé dans le futur après validation sur plusieurs sites.

5.1.1. EMISSIONS DE SOURCES CANALISEES

En vue de l'autosurveillance des émissions odorantes, des nez électroniques sont installés aux rejets d'unités de lavage, d'unités de désodorisation chimiques ou dans des canalisations d'extractions d'air vicié de bâtiments de production. Ces installations nécessitent une adaptation des modules qui sont sensibles à l'humidité et à la température. Peu d'informations précises sur les méthodes d'échantillonnage employées sont données alors que l'échantillonnage correspond à une étape cruciale pour l'étude de telles sources.

La surveillance des rejets gazeux traités d'un site confiné de compostage de boues ⁽²⁾ a permis à l'exploitant d'adapter les séquençages des différentes étapes de production du compost. Afin de diminuer l'intensité des émissions, l'étape de fermentation se réalise désormais sur une durée plus importante (une journée). Le module installé est utile pour la compréhension des émissions en fonction des procédés. Les détecteurs spécifiques ont notamment permis à l'industriel d'identifier la contribution des polluants ciblés (ammoniac, mercaptans, H₂S) à la concentration d'odeur en fonction des étapes du procédé. Le document ne précise malheureusement pas les concentrations d'odeur associées. Ce système est également employé pour ajuster l'injection de produits de neutralisation chimique dans la tour de lavage. Finalement, l'industriel utilise principalement les informations des données physico-chimiques (détecteurs spécifiques) qui lui permettent de mieux appréhender son procédé.

5.1.2. EMISSIONS DE SOURCES DIFFUSES

L'enjeu majeur dans le domaine des odeurs concerne le suivi de sources surfaciques. Les biofiltres à l'air libre font l'objet d'une attention particulière. Plusieurs études ont été menées en vue de:

- corrélérer les réponses des nez électroniques et les concentrations d'odeur pour 300 échantillons prélevés sur différentes sources surfaciques en STEP, en compostage et en équarrissage ;
- suivre en continu les émissions d'un ou de plusieurs biofiltres en équarrissage ;

Deux projets concernent l'étude des émissions de biofiltres de sites d'équarrissage. L'objectif dans le premier cas, ⁽³⁾ est d'évaluer l'impact olfactif des rejets du biofiltre puis de mettre en place un système d'alerte de dépassement de seuils (restant à définir) et de prévision de dépassement. Le second projet ⁽⁷⁾ correspond à la validation métrologique d'un réseau de nez électroniques qui surveille notamment les émissions diffuses de deux biofiltres. Ce projet en cours de réalisation a débuté par la hiérarchisation des sources du site et l'étude de la composition des émissions et de leur variabilité au cours du temps. Cette première phase permettra d'établir une méthodologie d'implantation des nez électroniques. La seconde étape correspond à leur apprentissage sur la concentration d'odeur suite à leur implantation définitive en surveillance de sources diffuses prépondérantes. La troisième étape correspondant à une surveillance effective sur plusieurs mois, devra permettre de distinguer une situation « habituelle » d'une situation « exceptionnelle » en fonction des conditions de fonctionnement du site. Ce projet permettra également d'évaluer la robustesse du système et d'établir les contrôles métrologiques nécessaires en vue de garantir sa fiabilité au cours du temps.

5.1.3. DETERMINATION DES SOURCES PREPONDERANTES

5.1.3.1. SUIVIS A LA SOURCE

Les concepteurs de nez électroniques proposent également de hiérarchiser les sources odorantes d'un site pour déterminer les sources prépondérantes. Etant donné la diversité des sources d'un site (canalisées, diffuses surfaciques, diffuses volumiques, passives ou actives,...), la comparaison des émissions se fait à partir des flux émis et non pas de la concentration émise. Même si on compare uniquement des sources diffuses surfaciques aérées, l'emplacement du nez électronique n'est jamais identique (hauteur, distance à la source), ce qui implique que la concentration affichée est liée à des facteurs de dilution non maîtrisés. La méthodologie d'implantation des nez électroniques n'est pas précisément établie. Ces résultats ont notamment été vérifiés dans un projet en cours ⁽⁷⁾ cofinancé par le MEDAD et l'ADEME concernant la validation métrologique d'un réseau de nez électronique. Lorsque des détecteurs sont utilisés dans les modules, on peut observer des intensités différentes d'émission. Ces résultats ne doivent cependant être utilisés qu'en comparatif d'une source par rapport à l'autre et non pas en valeurs absolues. Par contre, leurs évolutions dans le temps concordent avec celles mesurées par des méthodes classiques à la source (chambres à flux et analyses physico-chimiques). De même, la comparaison qualitative des empreintes entre les sources s'avère intéressante.

Cette notion de flux est importante dans la comparaison des sources mais également pour évaluer leur impact sur l'environnement. Le débit d'émission fait partie des données d'entrée nécessaires au modèle de dispersion.

Les méthodes actuellement utilisées pour estimer ces flux à partir des réponses du nez électronique, sont les suivantes. Pour des sources canalisées, compte tenu d'un échantillonnage adapté et validé, la notion de flux est accessible en calculant le produit de la concentration d'odeur par le débit d'air rejeté. Pour des sources surfaciques pour lesquelles un échantillonnage est réalisé sur la source ou à proximité de cette source, les résultats sont influencés par les conditions météorologiques. Dans ce cas, le flux sera estimé indirectement en tenant compte de la dilution entre le point de mesure du nez électronique et la source elle-même. Ces calculs introduisent des incertitudes non évaluées à l'heure actuelle.

5.1.3.2. SURVEILLANCE DES EMISSIONS D'UN SITE

Un objectif à terme de ces réseaux de nez électroniques est de surveiller l'impact olfactif d'un site directement dans l'environnement. Pour ce faire, il faut vérifier au minimum deux points : que la sensibilité des capteurs permette de s'éloigner des sources et que le réseau de nez électronique permette de « remonter à la source ».

Pour valider le premier point, plusieurs projets sont développés en vue de s'éloigner progressivement des sources d'un site industriel préalablement étudié. La sensibilité des premiers nez électroniques avait été évaluée en laboratoire et sur site au début des années 2000 ⁽⁸⁾. Leur performance avait alors été démontrée

en laboratoire. Par contre, leur sensibilité au méthane et à l'humidité masquait la présence des polluants en trace sur site.

Le second point implique une différenciation par le nez électronique des différentes sources du site auxquelles il est susceptible d'être soumis. Il est évident qu'une première discrimination peut se faire à partir des conditions météorologiques précises localement. Par contre, plus le réseau s'éloigne des sources, plus le nez électronique sera soumis à l'impact de sources multiples. Rappelons que l'objectif final de ces surveillances est de permettre à l'industriel de définir les actions de réduction. Ces actions seront d'autant plus efficaces qu'elles seront basées sur la détermination de l'impact des sources, impact estimé à partir de données complémentaires : qualité et variabilité des émissions, impact des conditions météorologiques compte tenu des conditions de fonctionnement du site.

A notre connaissance peu de projets sont réalisés directement dans l'environnement probablement en raison de difficultés rencontrées dans l'apprentissage des modules.

Deux nez électroniques ont été implantés sur un centre de stockage de déchets ⁽⁵⁾, en surveillance de deux zones distinctes : la zone en cours d'exploitation des déchets frais et la zone réaménagée en attente d'exploitation. La publication montre deux profils d'émission différents mais aucun nez électronique n'est directement soumis à ces deux émissions. Dans l'avenir les données obtenues seront comparées aux plaintes des riverains.

5.2. EVALUATION DE L'IMPACT OLFACTIF

L'impact olfactif d'une ou de plusieurs sources d'un site, est basé sur un suivi des émissions couplé à une modélisation de leur dispersion atmosphérique. Les objectifs recherchés peuvent aller du respect de la réglementation (comparaison à la concentration d'odeur limite à respecter dans l'environnement) à la prédiction d'épisodes olfactifs.

5.2.1. CONCENTRATION D'ODEUR - REGLEMENTATION

Force est de constater que peu d'études d'évaluation de l'impact par nez électroniques affichent les résultats obtenus en concentration d'odeur. On obtient principalement des cartographies d'impact dont les niveaux sont repérés par des couleurs.

Cependant, l'étude menée par AIRFOBEP ⁽⁶⁾ présente effectivement des cartographies exprimées en concentration d'odeur. Cette étude tente d'établir une corrélation entre l'impact théorique (concentration d'odeur) obtenu par modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions et la perception des riverains (enquête sur plusieurs mois). Ce projet est abordé plus en détails dans le paragraphe suivant.

5.2.2. CORRELATION AVEC LA GENE

En vue d'une meilleure prise en compte du ressenti du riverain d'un site, des projets sont développés en vue de corréler les résultats obtenus à partir des données de nez électroniques placés à la source et couplés avec un modèle de dispersion atmosphérique avec soit les plaintes spontanées soit les résultats d'une enquête de gêne. Dans le cas de l'étude sur l'usine de Ferso Bio ⁽³⁾, l'impact des rejets du biofiltre sera corrélé dans le futur au ressenti des riverains dans le but de définir un seuil d'alerte correspondant à un seuil d'acceptabilité défini par un jury de riverains.

Le projet d'AIRFOBEP ⁽⁶⁾ a été réalisé sur le site d'Ortec constitué de deux zones d'exploitation distinctes : le compostage de boues industrielles et le CSD comprenant également un secteur de stabilisation des boues de STEP par des déchets ménagers. Trois nez électroniques ont été placés afin d'étudier chaque zone, le dernier ayant été « entraîné » pour différencier les odeurs du CSD proprement dit, du secteur de stabilisation des boues. La corrélation entre la perception des riverains (nuisance admise lorsque au moins un riverain sur une tranche horaire déclare une perception) et la concentration d'odeur dans l'environnement (résultat de la modélisation) n'a pas pu être réalisée par manque de données. Par contre, la contribution à l'impact sur le riverain, des conditions météorologiques et des émissions, a été évaluée et montre la difficulté de baser l'alerte et la prédiction sur l'une ou l'autre donnée. En effet, de nombreuses « fausses alertes » seraient déclenchées. A partir des données des nez électroniques, un seuil d'émission limite a été défini à $400 \text{ uo}_E \cdot \text{m}^{-3}$. Aucune corrélation n'a pu être mise en évidence entre des conditions météorologiques favorables à une perception du riverain et ce seuil à l'émission. Ce seuil ne permet pas de discriminer les heures de perception des heures de non perception.

6. DEVELOPPEMENTS ENVISAGES

Notons que le défi principal pour les concepteurs est de permettre un suivi réellement continu des émissions. En effet, de nombreuses difficultés sont rencontrées sur site : coupures électriques, corrosion des connecteurs, déficiences dans la transmission des données,.... L'étude menée par AIRFOBEP montre que ces difficultés cumulées peuvent se traduire par la récupération de seulement 23% de données exploitables sur la période d'étude.

A l'heure actuelle, les développements sont principalement réalisés à proximité des sources afin de valider la pertinence de tels systèmes pour les industriels. Bien-sûr le marché est principalement axé sur certains sites industriels compte tenu de leur obligations réglementaires. Mais la volonté affichée des concepteurs de valider et de démontrer la pertinence de leur système sur site reste importante. Cette démarche est certainement longue, voire fastidieuse mais elle est surtout constructive puisqu'elle permettra de connaître les limites et les domaines d'application de tels systèmes. En fonction des résultats obtenus, les méthodologies de mesurages pourront alors être adaptées en fonction des objectifs recherchés.

Les développements à long terme sont axés sur la mise en œuvre de systèmes embarqués en vue de réaliser des cartographies des odeurs d'un site ou des cartographies de la qualité de l'air en ville. Etant donné la pression actuelle sur la qualité de l'air intérieur, des modules spécifiques sont également en cours de tests.

7. CONCLUSIONS

Les axes d'études et de recherches actuels s'orientent vers une validation de ces systèmes comme outils de surveillance des émissions odorantes. Les défis concernent la mise en œuvre de méthodologies de mesurages adaptées aux sources étudiées et à la garantie d'une mesure réellement continue.

De nombreuses études sont proposées depuis quelques années en vue d'évaluer leur pertinence. Un grand nombre de ces études est réalisé pour des industriels qui souhaitent conserver la confidentialité de leurs résultats. Les aspects méthodologiques ne sont pas décrits et l'impact n'est pas présenté en concentration d'odeur pour éviter toute comparaison possible avec les textes réglementaires en vigueur.

Notons cependant que quelques études sont réalisées avec et par les concepteurs en vue de démontrer la pertinence de leur système dans un souci de transparence méthodologique.

8. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) Actes d'Eurodeur, 2007 ;
- (2) « Analyses en continu des émissions avec les nez électroniques pour améliorer la gestion de process », L'eau, l'industrie, les nuisances, 2007, n°306, pp 85-87 ;
- (3) « Pollutions olfactives : comment mesurer, quantifier et réguler ? », L'eau, l'industrie, les nuisances, 2007, n°302, pp 18-20 ;
- (4) « Le traitement des odeurs : une palette de solutions », L'eau, l'industrie, les nuisances, 2007, n°302, pp 33-44 ;
- (5) « Suivi en continu des odeurs avec l'instrument de mesure RQ BOX », L'eau, l'industrie, les nuisances, 2007, n°302, pp 47-49 ;
- (6) « Système d'alerte par un réseau de nez électroniques pour la surveillance des nuisances olfactives des riverains », rapport AIRFOBEP / ODOTECH, 2007 ;
- (7) « Validation métrologique d'un réseau de nez électronique pour la surveillance des émissions odorantes d'un site d'équarrissage », projet en cours, Saria Industries, Caillaud entreprises, IRSN, Alpha Mos, INERIS, ADEME, MEDAD.
- (8), « Investigations portant sur l'utilisation d'un nez électronique en autosurveillance et lors de contrôles périodiques », rapport INERIS, 2002.

9. ANNEXES

| N° annexe | Intitulé | Nombre de pages |
|-----------|--|-----------------|
| Annexe | Fiche projet « nuisances olfactives 2007 » | 1 |

ANNEXE

Fiche projet « Nuisances olfactives »

THEME GENERAL : MISSIONS GENERALES DU LCSQA

Etude n° 32 : Surveillance des nuisances olfactives

Responsable de l'étude : INERIS

Objectif

Les objectifs de cette étude sont :

- de faire un bilan des demandes et des attentes des AASQA,
- de faire un retour d'expériences par rapport aux études réalisées par les AASQA,
- de faire une synthèse sur les nouvelles études concernant les nez électroniques.

Contexte et travaux antérieurs

De nombreuses études sont réalisées par les AASQA en vue d'évaluer, de surveiller et comparer les perceptions des riverains de sites industriels. Les AASQA sont également sollicitées pour des études spécifiques en vue de déterminer les sources responsables de nuisances olfactives d'un site industriel. Différentes approches propres aux situations géographiques et aux demandes reçues par les collectivités et les industriels ont donc été développées ces dernières années, avec différents partenaires.

Il convient donc de recenser les études et méthodologies choisies en fonction des objectifs, particularités industrielles et des coûts impliqués.

Travaux proposés pour 2007

Les actions suivantes seront plus particulièrement menées en 2007 :

- **Bilan des demandes et des attentes des AASQA** : Un bilan des actions entreprises par les AASQA et de leurs demandes et attentes dans le domaine des nuisances olfactives sera dressé au moyen d'une enquête et sur retour d'expériences. Les points abordés seront entre autres : la méthodologie de surveillance utilisée, les méthodes de mesure, les paramètres surveillés, etc.
- **Rendu du retour d'expériences** : Le rendu du retour d'expériences réalisé pourra être fait, sous forme d'un rapport comprenant des examens critiques ou via une journée d'échanges techniques.
- **Synthèse sur le nez électronique** : Un rapport de synthèse comprenant toutes les nouvelles études réalisées en France (par l'INERIS et/ou autres organismes) sur les nez électroniques sera effectué.