

# Caractérisation physicochimique des émissions d'odeurs - Une approche quantifiée du problème. Exemple d'une unité de compostage d'ordures ménagères

Martine Ramel

## ► To cite this version:

Martine Ramel. Caractérisation physicochimique des émissions d'odeurs - Une approche quantifiée du problème. Exemple d'une unité de compostage d'ordures ménagères. 2. Symposium International "Caractérisation et réduction des émissions d'odeurs et de COV dans l'industrie des procédés, Nov 1993, Louvain-la-Neuve, Belgique. ineris-00971879

**HAL Id: ineris-00971879**

**<https://hal-ineris.archives-ouvertes.fr/ineris-00971879>**

Submitted on 3 Apr 2014

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## **CARACTERISATION PHYSICOCHIMIQUE DES EMISSIONS D'ODEURS :**

### **UNE APPROCHE QUANTIFIEE DU PROBLEME**

#### **Exemple d'une unité de compostage d'ordures ménagères**

**Martine RAMEL**

**INERIS**

**Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques  
Parc Technologique Alata, B.P. n° 2, 60550 Verneuil-en-Halatte**

**La détermination, en termes de priorités, des actions à mener pour réduire les nuisances olfactives au voisinage d'une unité industrielle, nécessite d'établir une hiérarchie des sources présentes sur le site, et pour cela, d'estimer les flux de produits malodorants émis par les différents types d'ouvrages.**

**Pour répondre à ce problème, il convient de développer d'une part des méthodes d'analyses physico-chimiques très sensibles, en privilégiant l'analyse en continu in situ afin de mettre en évidence la nature des composés malodorants responsables et l'évolution dans le temps de leurs émissions, et d'autre part, des protocoles de prélèvements d'air spécifiques pour appréhender les flux de polluants émis à l'atmosphère, en particulier à partir des sources surfaciques.**

#### **Exemple d'application : une unité de compostage d'ordures ménagères.**

**Les méthodologies de prélèvement et d'analyses présentées précédemment nous ont permis de caractériser les principales sources d'émission d'odeurs, en termes de facteurs d'émission spécifique pour chacun des composés détectés, sur le site d'une usine de traitement d'ordures ménagères par compostage.**

# **PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF ODOUR EMISSIONS**

## **A QUANTIFIED APPROACH OF THE PROBLEM**

### **example of domestic refuse composting plant**

**Martine RAMEL**

**INERIS**

**Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques  
Parc Technologique Alata, B.P. n° 2, 60550 Verneuil-en-Halatte**

The determination, in terms of priorities, of actions to be conducted in order to lower the odour nuisances in the vicinity of an industrial plant, requires the establishment of a hierarchy of the different sources, and to this end, the evaluation of malodorous compounds emitted by the various types of plants.

To address this problem, it is necessary to develop, on one hand, very sensitive physico-chemical analytical methods, with privileging the continuous analysis on the site, in order to evidence the nature of responsible malodorous compounds and the evolution of their emission with time and, on the other and, protocols of specific air samplings, for determining the pollutant loads emitted into the atmosphere, specially from surface sources.

#### **Example of application : domestic refuse composting plant**

The methodologies of sampling and analysis described in the preceding enabled us to characterise the main sources of odours emissions in terms of specific emission factors for each malodorous compounds detected, from a site of a domestic refuse composting plant.

**CARACTERISATION PHYSICOCHIMIQUE DES EMISSIONS D'ODEURS :**

**UNE APPROCHE QUANTIFIEE DU PROBLEME**

**Exemple d'une unité de compostage d'ordures ménagères**

**Martine RAMEL**

**INERIS**

**Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques  
Parc Technologique Alata, B.P. n° 2, 60550 Verneuil-en-Halatte**

## INTRODUCTION

Si on se place dans l'hypothèse d'une unité industrielle responsable de "nuisances odeurs" au voisinage, la recherche de solutions ou d'amélioration de la situation passe par :

- la détermination de la ou des sources émettrices d'odeurs,
- la mesure du flux d'odeurs émis par ces sources, et l'établissement d'une hiérarchie entre elles, de manière à déterminer celles qui doivent être traitées en priorité,
- une connaissance de la nature des produits odorants à éliminer, ceci étant nécessaire pour orienter vers un type de traitement adapté.

La réponse à ces différentes questions passe très souvent par une étape d'analyses physico-chimiques des composés malodorants.

Avant d'exposer les différentes possibilités d'analyses, il paraît important de donner quelques indications concernant les stratégies de prélèvement pour pouvoir répondre à ces différentes questions.

## LA NOTION DE FLUX POLLUANT EMIS PAR UN OUVRAGE

Pour une même unité industrielle, les sources potentielles d'odeurs sont très diverses :

- effluents canalisés rejetés à une certaine hauteur,
- sources ponctuelles génératrices d'odeurs très intenses à leur proximité immédiate (évents, puisards,...),
- ouvrages de grandes dimensions (décanteurs, bassins d'épandage,...) émetteurs d'odeurs intrinsèquement peu intenses, mais qui en raison d'une grande surface d'échange avec l'atmosphère peuvent représenter des nuisances importantes,
- opérations annexes (nettoyage d'ouvrages, purges,...) voire incidents d'exploitation.

L'expérience montre qu'un diagnostic basé sur des mesures de concentration dans l'air au voisinage immédiat des ouvrages tend à surestimer l'importance des sources ponctuelles et, au contraire, à minimiser celle des sources de grande dimension. Ce type de mesures ignore généralement les opérations annexes et ne tient pas compte des sources canalisées, dont l'impact n'est sensible qu'à distance.

Il est donc indispensable d'étudier les sources au niveau du rejet à l'atmosphère.

De plus l'évaluation de l'impact d'une source vis-à-vis des riverains n'est réalisable que si on connaît le flux de produits odorants émis par cette source. Les méthodes d'analyse ne permettent de déterminer que des concentrations, qui doivent être associées à un débit d'air vicié pour déterminer ce flux. Cette opération est aisée dans le cas des sources canalisées dont le débit est facile à mesurer, mais elle est beaucoup plus complexe dans le cas des sources diffuses (bassins, décanteurs). Dans ce dernier cas, la mesure des concentrations en produits odorants d'air prélevé au voisinage des ouvrages ne peut donner que des indications qualitatives, en raison des dilutions non maîtrisées liées aux conditions météorologiques locales.

Afin de nous affranchir de ces limitations, et d'appréhender le débit de gaz pollué rejeté à l'environnement par un ouvrage dans des conditions définies de balayage de sa surface par le vent, nous avons développé des méthodes de prélèvement originales, conduisant à raisonner sur une surface d'émission relativement faible et à extrapoler les résultats à l'ensemble de l'ouvrage considéré.

## METHODOLOGIE DE PRELEVEMENT

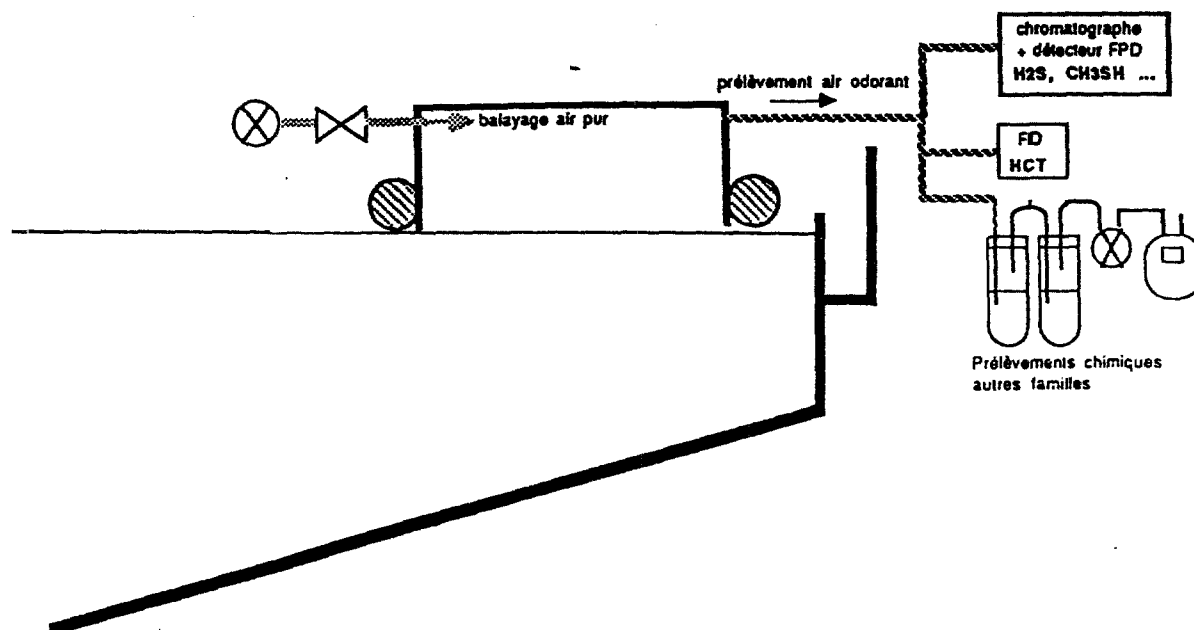
Dans le cas d'un ouvrage équipé d'insufflation d'air, on dispose sur la surface de l'eau un caisson de simulation muni de flotteurs et d'évents permettant l'évacuation de l'air, sans surpression notable, afin d'isoler une unité de surface connue de l'influence du balayage par le vent. L'air émis est prélevé à l'intérieur du caisson pour la détermination de la concentration en espèces odorantes. On associe la valeur de concentration obtenue au débit d'air insufflé dans le bassin, en général correctement connu par les exploitants.

Cette méthodologie a été mise en oeuvre à plusieurs reprises pour l'étude d'émissions à partir de bassins d'épuration biologique des eaux, d'ouvrages de mélange ou de répartition, ou d'unités de désodorisation de l'air par biofiltration.

Dans le cas d'une source surfacique calme comme les décanteurs ou les épaisseurs, le volume interne du caisson est balayé par un débit connu d'air pur. On effectue à la sortie du caisson un prélèvement d'air pour analyses. Les concentrations en polluants associées à la valeur du débit de balayage, permettent de déduire le flux émis par unité de surface du bassin.

On trouvera, ci-après, sur le graphique N°1 un exemple d'application :

*la figure*



**FIGURE GRAPHIQUE 1. Prélèvement d'air odorant sur un décanteur.**

## Techniques d'analyse

L'analyse physicochimique d'un effluent gazeux malodorant est complexe, car ces effluents contiennent fréquemment plusieurs centaines de composés identifiables, dont :

- les masses molaires sont très diverses,
- les fonctions chimiques très différentes,
- les concentrations relatives très variables,
- l'intérêt sur le plan "odeur" très variable.

Ces difficultés montrent que l'on sera fréquemment conduit à utiliser des méthodes analytiques très puissantes et/ou spécifiques.

Une autre difficulté est liée à la variation dans le temps des émissions odorantes. Ces variations sont souvent très importantes, même lorsqu'elles proviennent de procédés de fabrication réputés continus. Ce phénomène est particulièrement important pour l'aspect "nuisances au voisinage", qui est plus lié aux pointes de pollution qu'aux valeurs moyennes. Dans certains cas la simple connaissance de ces variations permet d'en comprendre l'origine, et d'exercer une action préventive au niveau de l'exploitation.

### A) Prélèvement de l'air pollué dans le caisson et transfert de l'échantillon

Quel que soit le mode d'analyse ultérieure, il est nécessaire de prélever un échantillon gazeux, et de le transporter, même sur une courte distance.

Cet échantillon devra être prélevé à une période significative (cf. problème de variabilité dans le temps).

Il convient également de ne pas dénaturer l'échantillon gazeux : certains polluants ( $H_2S$ ...) sont très réactifs et se dissolvent dans les condensats. C'est pourquoi il est préférable de réaliser leur piégeage ou leur analyse directement sur site. Si on ne peut pas éviter d'effectuer un prélèvement dans une outre, on prendra la précaution d'éliminer tout risque de condensation, et on réalisera les analyses le plus rapidement possible (quelques heures), sans prétendre être quantitatif pour des composés comme le  $H_2S$ .

L'idéal est bien entendu de disposer d'un appareillage d'analyse continue spécifique sur le site ; ceci n'est réalisable que pour les produits soufrés réduits, composés particulièrement importants sur le plan odeurs en station d'épuration et dont l'analyse en différé est complexe.

Nous sommes équipés d'un appareil automatique séquentiel TRACOR fonctionnant suivant le principe de la détection par photométrie de flamme précédée d'une séparation par chromatographie en phase gazeuse.

Cet appareil peut être transporté sur site et permet une analyse rapide en semi-continu des teneurs en  $H_2S$ ,  $CH_3SH$ ,  $C_2H_5SH$ ,  $CS_2$ ...

Dans les cas où l'analyse continue spécifique n'est pas possible, on a le choix entre :

- un prélèvement "global" avec analyse la plus exhaustive possible en laboratoire.
- un prélèvement "spécifique" avec analyse ultérieure par "famille" de polluants.

Dans le cas des odeurs liées aux phénomènes de fermentations (industries agroalimentaires, stations d'épuration ...) nous avons privilégié depuis de nombreuses années cette seconde démarche qui apporte des informations essentielles pour pouvoir orienter des traitements ultérieurs de désodorisation et qui présente l'intérêt de s'affranchir dans une large mesure des composés qui compliquent l'analyse "exhaustive" et sont peu intéressants sur le plan odeurs (hydrocarbures divers).

Cependant l'utilisation conjointe de méthodes d'analyse exhaustive reste fréquemment nécessaire, afin de mettre en évidence la présence éventuelle de produits organiques autres, susceptibles d'être à l'origine de nuisances olfactives.

#### **B) Analyses par famille, réalisées en différé**

Les polluants malodorants ont des fonctionnalités chimiques particulières et appartiennent, dans le cas des stations d'épuration aux quatre familles suivantes :

- produits soufrés réduits
- ammoniac et amines
- aldéhydes et cétones
- acides organiques.

On recherche, à chaque fois, de façon spécifique les premiers termes de chaque famille qui sont les plus abondants, en s'assurant d'une sensibilité du même ordre que les seuils de perception par l'odorat.

#### **Produits soufrés réduits.**

On a vu précédemment qu'on mettait en oeuvre un analyseur en semi-continu pour ces produits, dans la mesure où il n'existe pas de méthodes chimiques de piégeage et d'analyse en différé qui permettent de distinguer les différents composés avec la même sensibilité.

#### **Ammoniac et amines**

Le piégeage de ces composés s'effectue par barbotage en milieu acide. Le dosage en solution est réalisé en laboratoire par chromatographie gazeuse couplée à un détecteur NPD (nitrogen, phosphor, detector) pour les amines aliphatiques et aromatiques, et par chromatographie d'échange d'ions et détection par conductimétrie pour l'ammoniac.

#### **Aldéhydes et cétones.**

Le piégeage des aldéhydes et des cétones s'effectue par barbotage dans une solution de dinitrophénylhydrazine (DNPH) en milieu acide. L'analyse est réalisée en laboratoire par chromatographie liquide et détection U.V.



### Acides organiques.

La détermination des acides organiques dans l'air pollué est effectuée par piégeage de ces composés dans une solution basique, puis analyse en laboratoire par chromatographie gazeuse couplée à un détecteur à ionisation de flamme (FID).

### C) Analyse "exhaustive"

L'idée de réaliser un prélèvement "global" des composés organiques et d'en effectuer une analyse ultérieure à l'aide d'équipements très puissants (couplage chromatographie - spectrométrie de masse) est ancienne, et a donné lieu à beaucoup de travaux.

La tendance actuelle est de réaliser un piégeage - concentration des polluants contenus dans 1 à 10 l d'air sur une petite cartouche garnie d'un support chromatographique (Tenax, Porapak...). La totalité des polluants piégés est ultérieurement désorbée thermiquement (et totalement) de manière très rapide (désorption "flash") sur une colonne chromatographique, et analysée par spectrométrie de masse.

### D) Analyses complémentaires

Nous mesurons habituellement la teneur totale en produits organiques gazeux (hydrocarbures totaux, HCT) dans l'air étudié à l'aide d'un analyseur à ionisation de flamme. Cette analyse nous conduit à un indice de pollution qui n'est pas directement intéressant en termes d'odeurs, mais permet de contrôler la méthodologie de prélèvement, et d'appréhender rapidement les variations d'émissions globales dans le temps ou dans l'espace.

## **EXEMPLE D'UNE UNITE DE COMPOSTAGE**

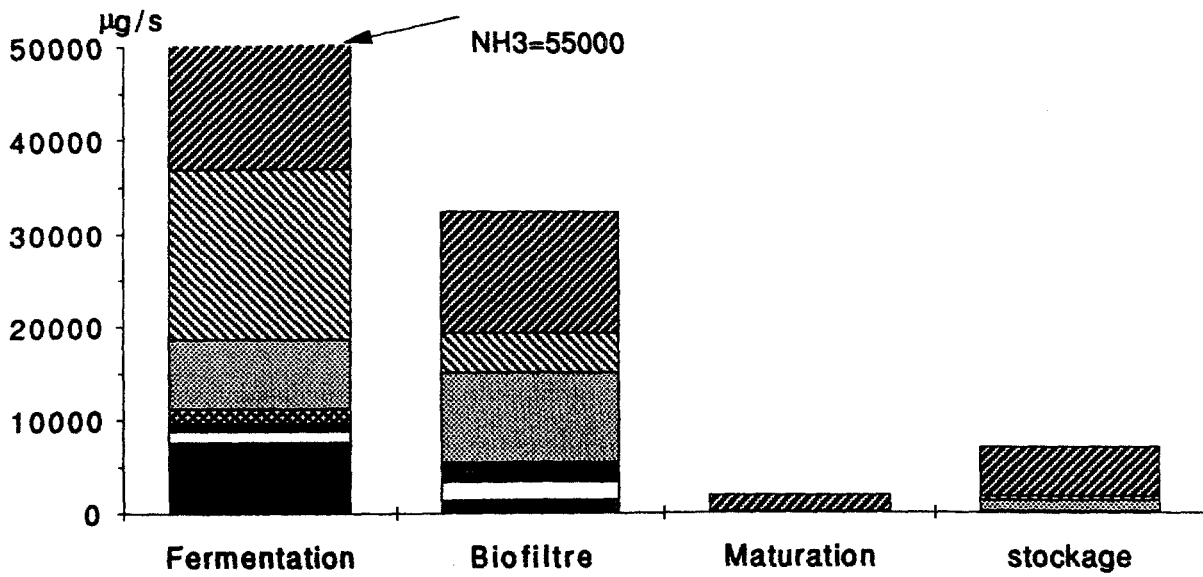
Les méthodologies de prélèvements et d'analyses présentées précédemment ont été mises en oeuvre dans le cadre d'une étude des émissions d'odeurs d'une unité de compostage d'ordures ménagères.

L'objectif de la mission confiée à l'INERIS était d'établir un "état des lieux" en termes de flux des composés malodorants par grands types d'ouvrages, afin de mettre en évidence les points les plus sensibles, sur lesquels il fallait agir en priorité.

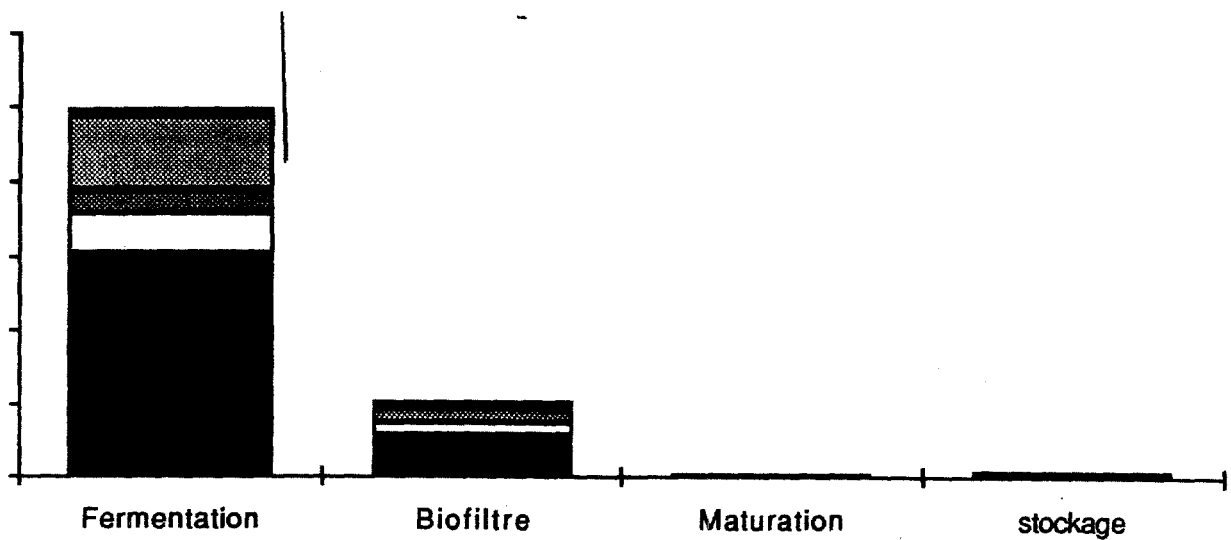
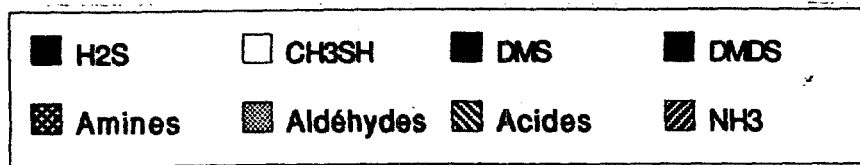
Une campagne de mesures sur le site a été réalisée, au cours de laquelle les principales sources d'odeurs de l'unité ont été caractérisées, au niveau du rejet à l'atmosphère, par des analyses physicochimiques afin d'identifier et de quantifier le ou les composés responsables.

Les principales conclusions issues de cette mission de diagnostic sont présentées ci-après sous forme de graphique. Elles apportent les enseignements sur

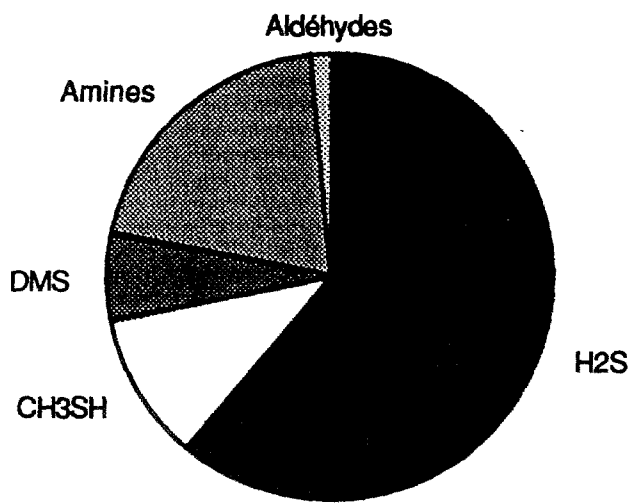
- la hiérarchisation des sources d'émission par grands types d'ouvrages,
- l'identification des composés physicochimiques majoritaires,
- la mise en évidence de l'évolution des émissions dans le temps à partir de certains ouvrages et en particulier au cours de la journée,
- les performances d'épuration de l'installation de désodorisation par biofiltration.



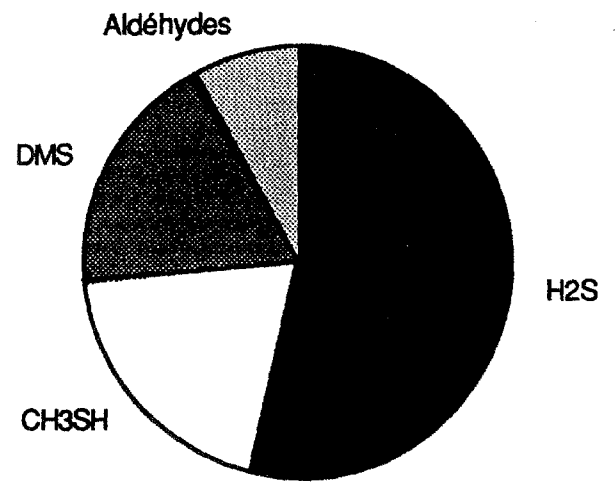
**FIGURE 2. Emissions des principaux composés malodorants à partir des sources étudiées.**



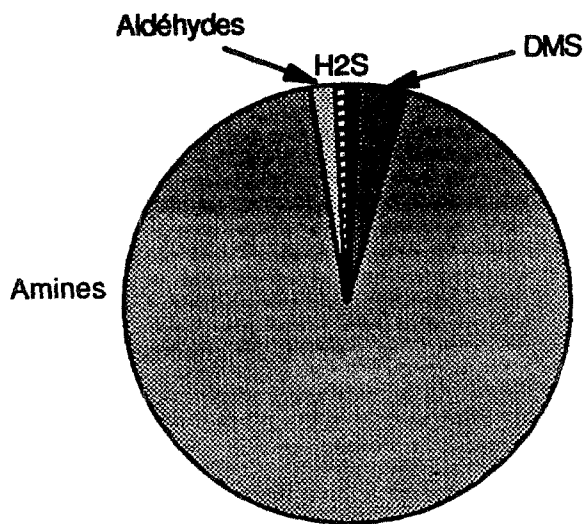
**FIGURE 3. Flux correspondants en tenant compte du caractère odorant des composés - valeurs relatives.**



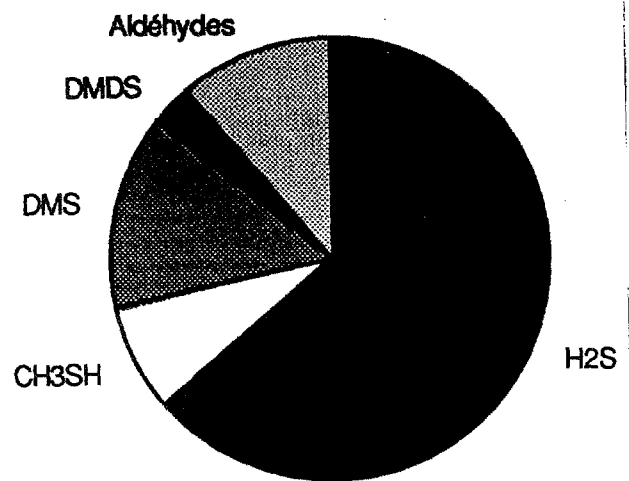
EFFLUENTS DE FERMENTATION  
AMONT BIOFILTRE



EFFLUENTS DE FERMENTATION  
AVAL BIOFILTRE



AIRE D'AFFINAGE



AIRE DE STOCKAGE

**FIGURE 4. Contributions relatives des différents composés physico-chimiques aux nuisances olfactives**

## **CONCLUSION**

La détermination des principales sources d'odeurs présentes sur un site industriel est souvent effectuée de manière empirique et repose sur des analyses d'air prélevé au-dessus des ouvrages et sur l'intensité des odeurs perçues au voisinage immédiat des ouvrages.

Cette manière de procéder est très subjective et conduit à accorder trop de poids aux sources intenses mais ponctuelles et à sous-estimer l'effet des sources diffuses de grande surface.

Il est donc absolument nécessaire de mettre en oeuvre une procédure plus rigoureuse et d'estimer correctement les flux de produits odorants émis par chaque catégorie d'ouvrage pour définir leur contribution relative à une éventuelle gêne au voisinage.

Des protocoles de prélèvement d'air spécifiques aux sources surfaciques associés à des méthodes d'analyses physicochimiques très sensibles, tels que nous les avons développés, permettent d'établir de tels diagnostics :

- détermination de la nature des composés malodorants
- identification et quantification des différentes sources d'émissions
- optimisation du fonctionnement de certaines installations en termes d'émissions à l'environnement
- orientation d'une stratégie de traitement ultérieur des effluents malodorants.

Ainsi, les résultats obtenus dans le cadre de l'étude de caractérisation des émissions de l'unité de compostage d'ordures ménagères ont permis d'orienter un programme d'actions à entreprendre pour réduire les nuisances olfactives en termes de coûts/efficacité.