



Nuisances olfactives en station d'épuration des eaux : méthodologie de caractérisation des émissions

Martine Ramel, M. Fischer

► To cite this version:

Martine Ramel, M. Fischer. Nuisances olfactives en station d'épuration des eaux : méthodologie de caractérisation des émissions. Congrès International de technologie et de recherche pour l'environnement, Oct 1992, Bâle, Suisse. pp.151-162, 1992. <ineris-00971846>

HAL Id: ineris-00971846

<https://hal-ineris.ccsd.cnrs.fr/ineris-00971846>

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.

**NUISANCES OLFACTIVES EN STATION D'EPURATION DES EAUX :
METHODOLOGIE DE CARACTERISATION DES EMISSIONS**

Martine RAMEL

INERIS

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

M. FISCHER

SIAAP

Syndicat interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne
21, rue Boissonnade, 75014 Paris

INTRODUCTION

Le problème des nuisances olfactives générées par les ouvrages d'épuration des eaux usées se pose de plus en plus souvent, en particulier en raison du développement de l'urbanisation qui entraîne un rapprochement inévitable entre les zones habitées et les sites d'implantation des stations d'épuration.

Les différentes étapes d'épuration de l'eau et de traitement des boues conduisent pour la plupart à la formation de molécules volatiles malodorantes qui se dispersent plus ou moins rapidement dans l'atmosphère.

Il s'agit de produits de transformations biologiques ou chimiques complexes parmi lesquels ont été identifiées principalement quatre familles chimiques :

- les produits soufrés réduits (H_2S , mercaptans, sulfures organiques)
- les produits azotés basiques (ammoniac et amines)
- les aldéhydes et cétones
- les acides organiques.

Tous ces composés présentent des seuils olfactifs très faibles et sont, le plus souvent, présents en mélange dans l'atmosphère malodorante.

Même si l'on admet que les ouvrages qui seront construits dans l'avenir pourront être couverts et munis de dispositifs de désodorisation dès la conception, le problème reste posé pour les stations actuellement en service pour lesquelles les transformations sont difficiles et coûteuses.

Il est donc important, pour définir une réelle stratégie de réduction des nuisances d'établir une hiérarchie des flux polluants émis par les différents ouvrages, ce qui permettra de mettre en oeuvre des actions prioritaires et d'éviter d'engager des investissements dont les effets sur les odeurs seraient peu perceptibles par les riverains.

La notion de flux polluant émis par un ouvrage

Une station d'épuration se caractérise par la coexistence :

- de sources d'émissions ponctuelles dont l'odeur est souvent très intense à proximité immédiate telles que évènements, puisards, et même bâtiments renfermant certaines opérations génératrices d'odeurs,
- d'ouvrages à l'air libre de surface importante qui ne paraissent pas intrinsèquement émetteurs d'odeurs fortes : décanteurs, bassins d'aération, etc.

Un diagnostic subjectif basé sur les perceptions au voisinage immédiat des ouvrages tend à surestimer l'importance des sources ponctuelles et, au contraire, à minimiser celle des sources intrinsèquement peu odorantes, mais qui ont une grande surface d'échange avec l'atmosphère.

La détermination des actions à mener en priorité pour réduire les nuisances au voisinage nécessite donc l'estimation et la comparaison des flux de produits odorants émis par les ouvrages, le flux étant défini comme le produit de la concentration massique en polluant par le débit de gaz rejeté dans l'environnement.

La connaissance du flux et du seuil de perception par l'odorat des produits émis permet également, par le biais d'un calcul de diffusion atmosphérique, de déterminer l'importance de la zone dans laquelle l'odeur d'un ouvrage pourra être décelée.

La caractérisation de ces émissions est souvent faite en déterminant les concentrations en produits odorants dans l'air prélevé au-dessus ou à proximité des ouvrages, mais ces concentrations sont évidemment tributaires des conditions météorologiques locales (vitesse et direction des vents) qui entraînent une dilution non maîtrisée.

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.

Méthodologie de prélèvement

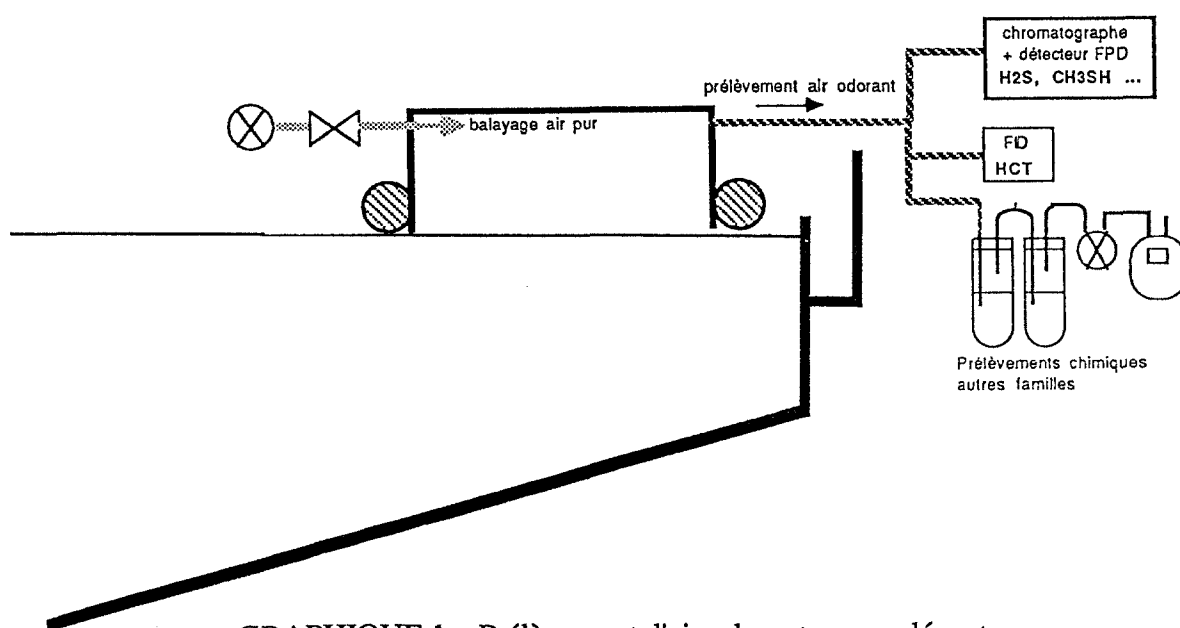
Dans le cas d'un ouvrage équipé d'insufflation d'air, on dispose sur la surface de l'eau un caisson de simulation muni de flotteurs et d'évents permettant l'évacuation de l'air sans surpression notable, afin d'isoler une unité de surface connue de l'influence du balayage par le vent.

L'air émis est prélevé à l'intérieur du caisson pour la détermination de la concentration en espèces odorantes que l'on associe au débit d'air insufflé dans le bassin et évacué dans l'atmosphère, dont la valeur est en général correcte connue par les exploitants.

Cette méthodologie a été mise en oeuvre à plusieurs reprises pour l'étude d'émissions à partir de bassins d'aération biologique de différentes conceptions, de bassins de dessablage-déshuilage, d'ouvrages de mélange ou de répartition.

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, des schémas d'applications sur le graphique n° 1 un exemple d'application



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.

On doit également ajouter que les concentrations en polluants sont très variables dans le temps, ce phénomène étant particulièrement important pour l'aspect "nuisances au voisinage", qui est plus lié aux pointes de pollution qu'aux valeurs moyennes.

Lorsqu'elle est possible, la quantification de ces pointes peut d'ailleurs donner des résultats très intéressants comme on le verra dans les exemples présentés plus loin.

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 industries agroalimentaires et des 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
- amines et ammoniac
- 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, pour lesquels il n'existe pas de méthode chimique de piégeage et d'analyse en différé qui permette de distinguer les différents composés tout en étant aussi sensible.

Amines et ammoniac. 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 de la station d'épuration d'Achères

Les méthodologies de prélèvements et d'analyses présentées précédemment ont été mises en oeuvre dans le cadre de l'étude de faisabilité de la réduction des odeurs sur le site de la station d'épuration d'Achères menée par le SIAAP.

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 sensibles, les procédés et les conditions de fonctionnement les plus émetteurs sur lesquels il fallait agir en priorité.

Cette mission de diagnostic a été menée conjointement avec le laboratoire d'olfactométrie du CEA afin d'associer des flux d'odeurs aux flux de composés physicochimiques responsables.

Plusieurs étapes ont été nécessaires :

- phase de recensement comprenant des visites approfondies du site, le recensement des sources potentielles d'odeurs puis le choix des sources à étudier : nous nous sommes volontairement limités dans cette étape de diagnostic préliminaire aux sources permanentes, définies géographiquement et correspondant au fonctionnement normal de la station
- campagnes de mesure sur le site portant sur la caractérisation et la quantification des principales sources d'émissions de la station d'épuration
- campagnes de diagnostic complémentaires permettant, en particulier, d'approfondir certains points et de mieux appréhender certains processus d'émissions.

Chaque source étudiée a été caractérisée, au niveau du rejet à l'atmosphère, par des analyses olfactives et des analyses physicochimiques réalisées en parallèle, deux approches complémentaires qui permettent d'une part, de définir des flux d'odeurs et d'autre part d'identifier le ou les composés responsables.

Dans certains ouvrages, les analyses physicochimiques ont été effectuées sur des périodes de plusieurs jours afin d'appréhender les phénomènes de variabilité des émissions dans le temps.

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 (Figures 1 et 2),
- l'identification des composés physicochimiques majoritaires (Figure 3),
- la mise en évidence de l'évolution des émissions dans le temps à partir de certains ouvrages et de certains facteurs pouvant influencer sur ces émissions (Figures 4 à 6).

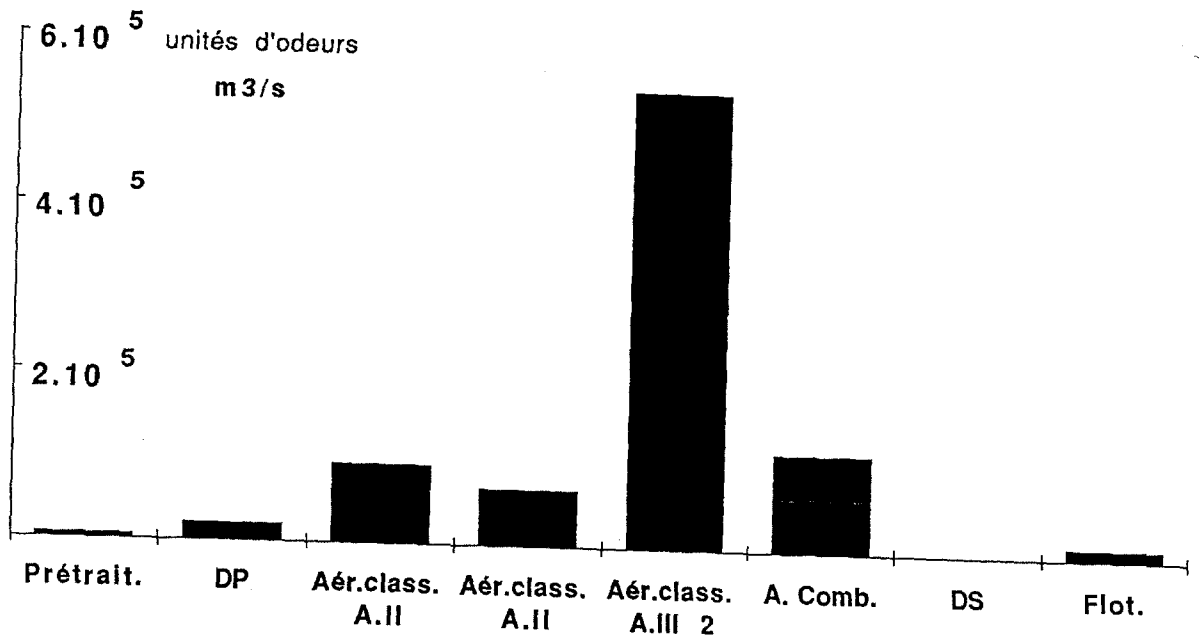


FIGURE 1. Emissions d'odeurs à partir des principaux types d'ouvrages de traitement des eaux.

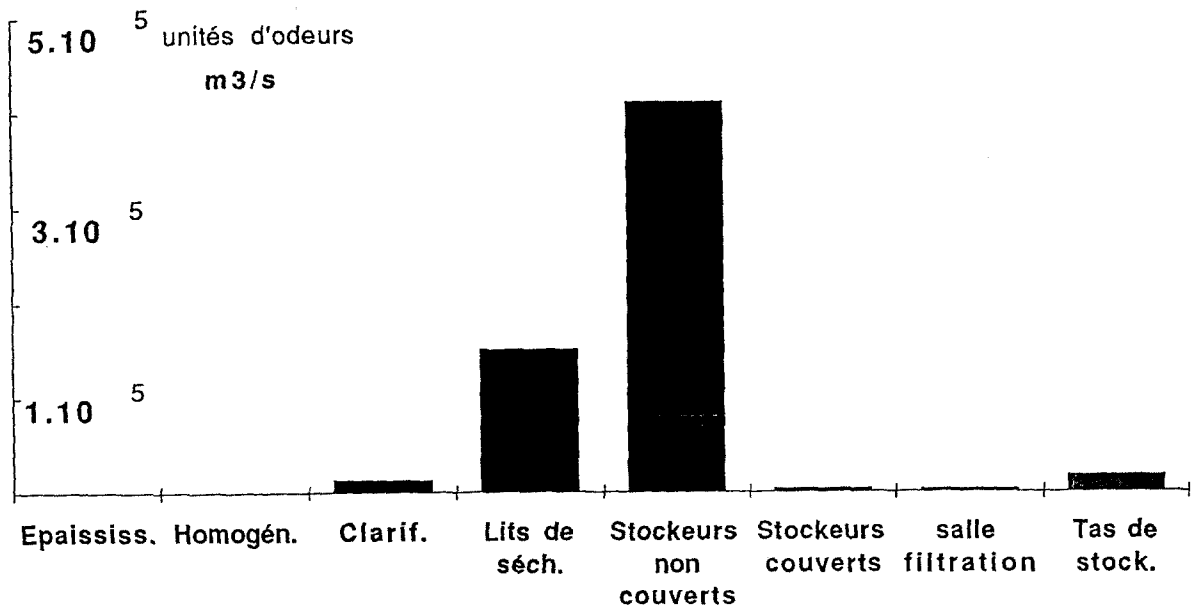
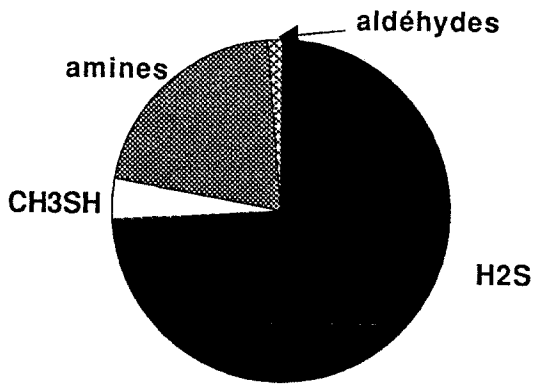
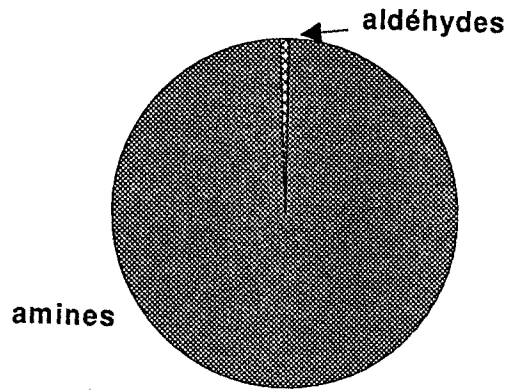


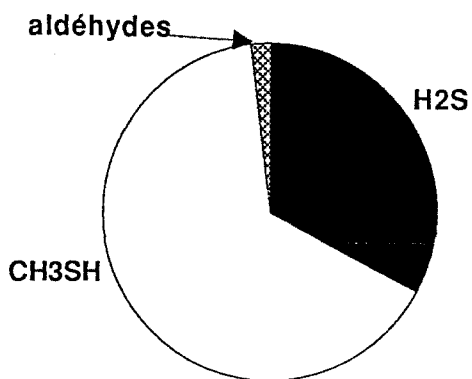
FIGURE 2. Emissions d'odeurs à partir des principaux types d'ouvrages de traitement des boues.



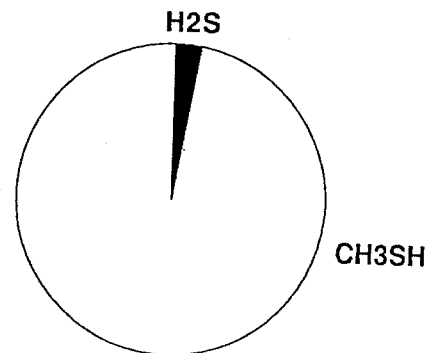
Prétraitement (bassins de répartition, bâtiments de dégrillages et de traitement des sables)



Décanteurs primaires



Bassins d'aération classiques AIII



Bassins d'aération classiques

FIGURE 3. Répartitions des composés malodorants responsables par grands types d'ouvrages à partir du traitement des eaux.

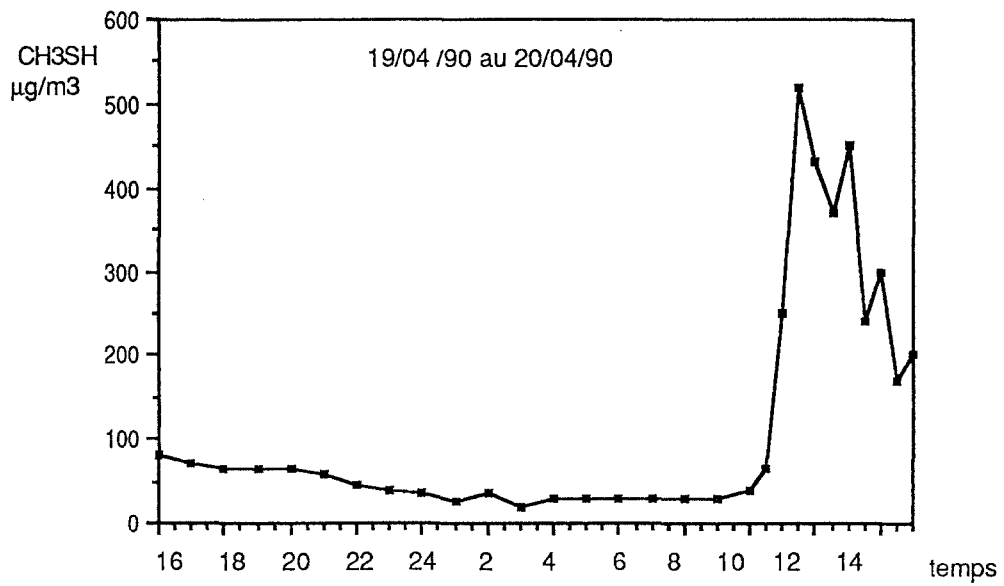
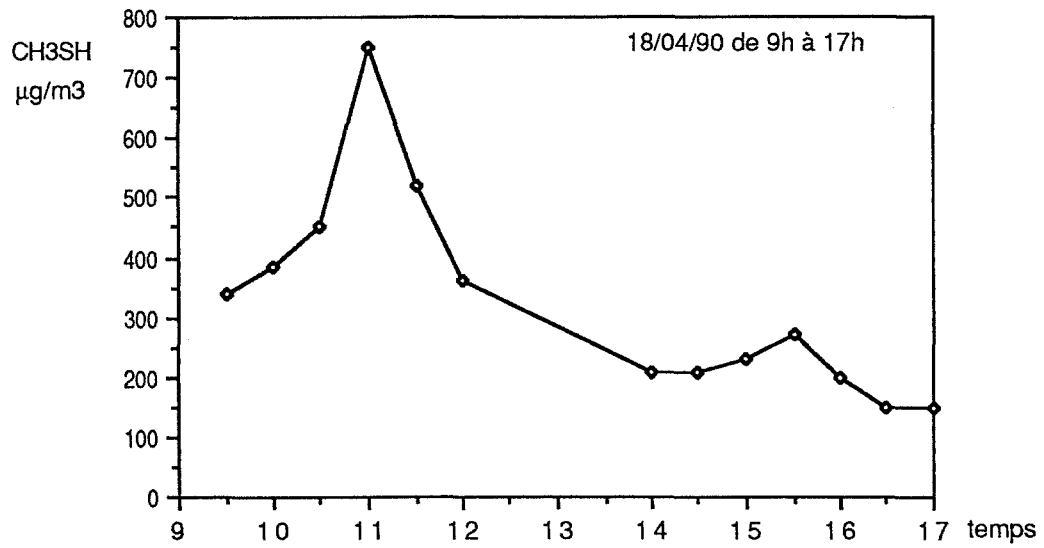


FIGURE 4. Evolution des émissions de méthylmercaptan au-dessus du bassin d'aération pendant trois jours consécutifs.

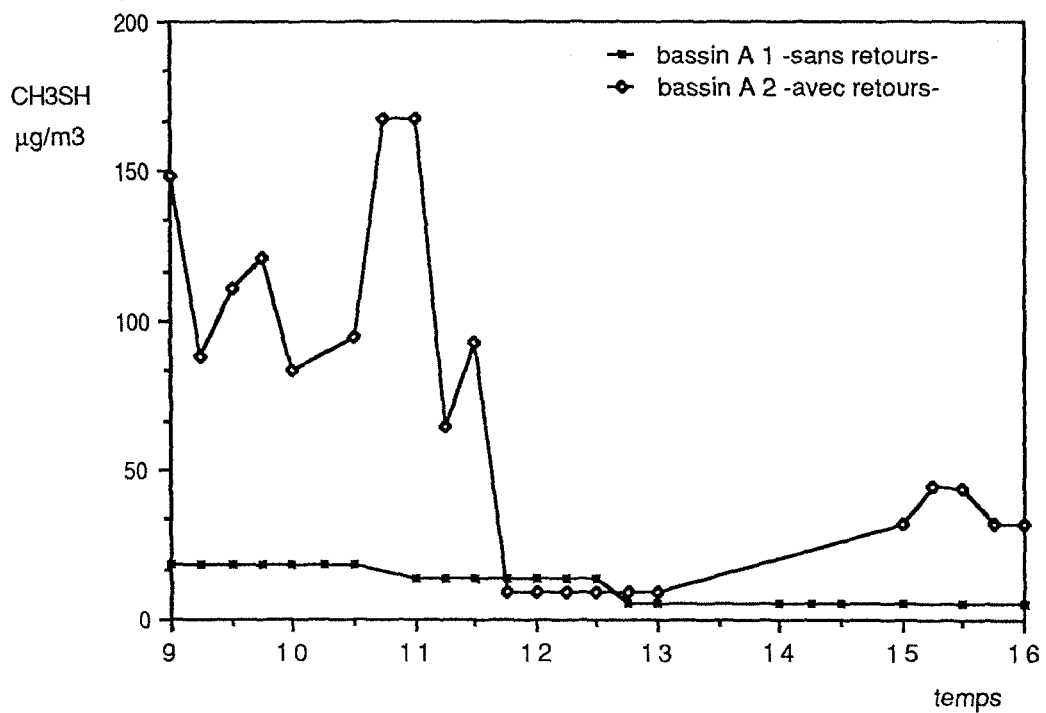
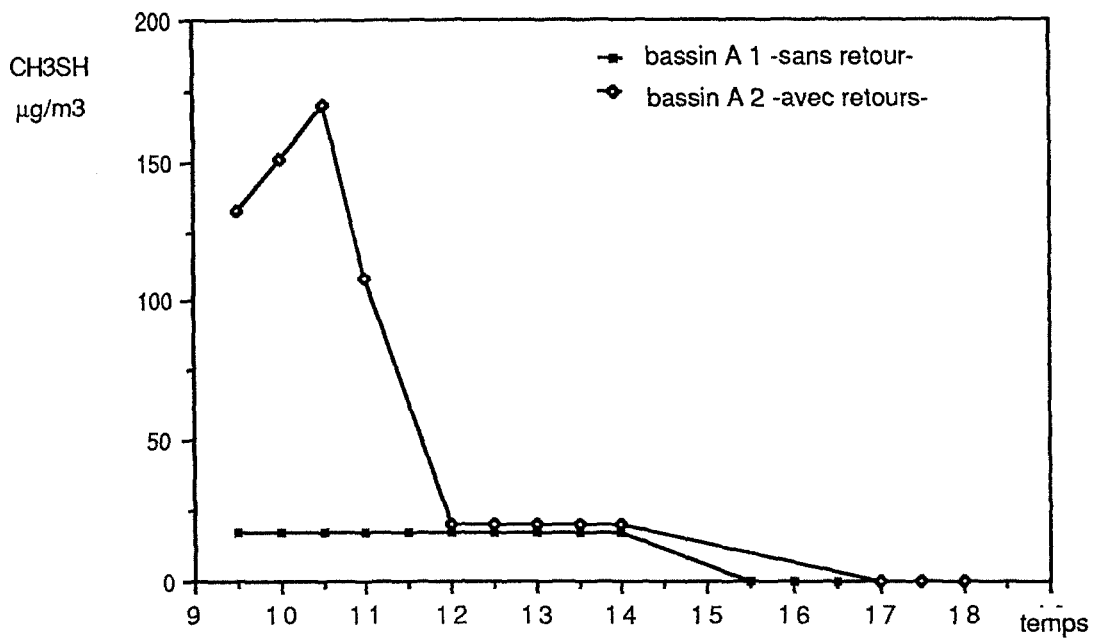


FIGURE 5. Teneurs en méthylmercaptan dans l'air émis par les bassins d'épuration biologique en parallèle, alimentés ou non par des retours du traitement des boues.

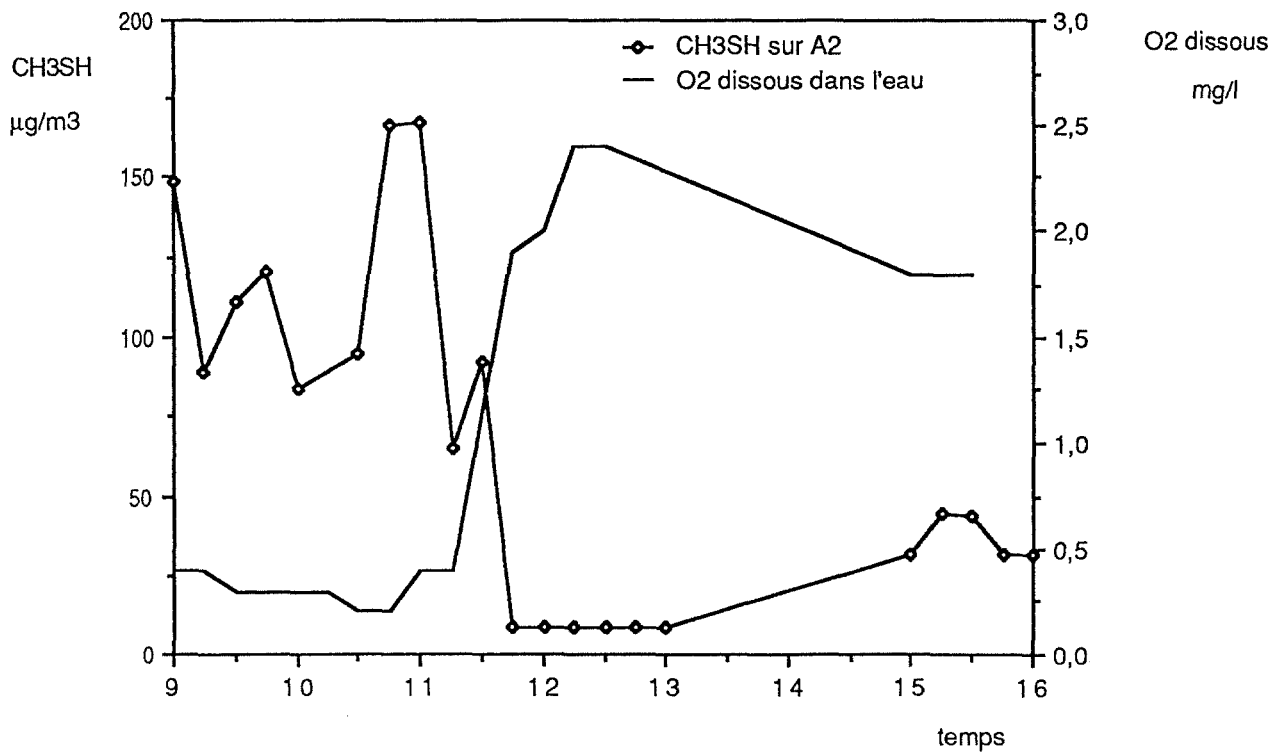
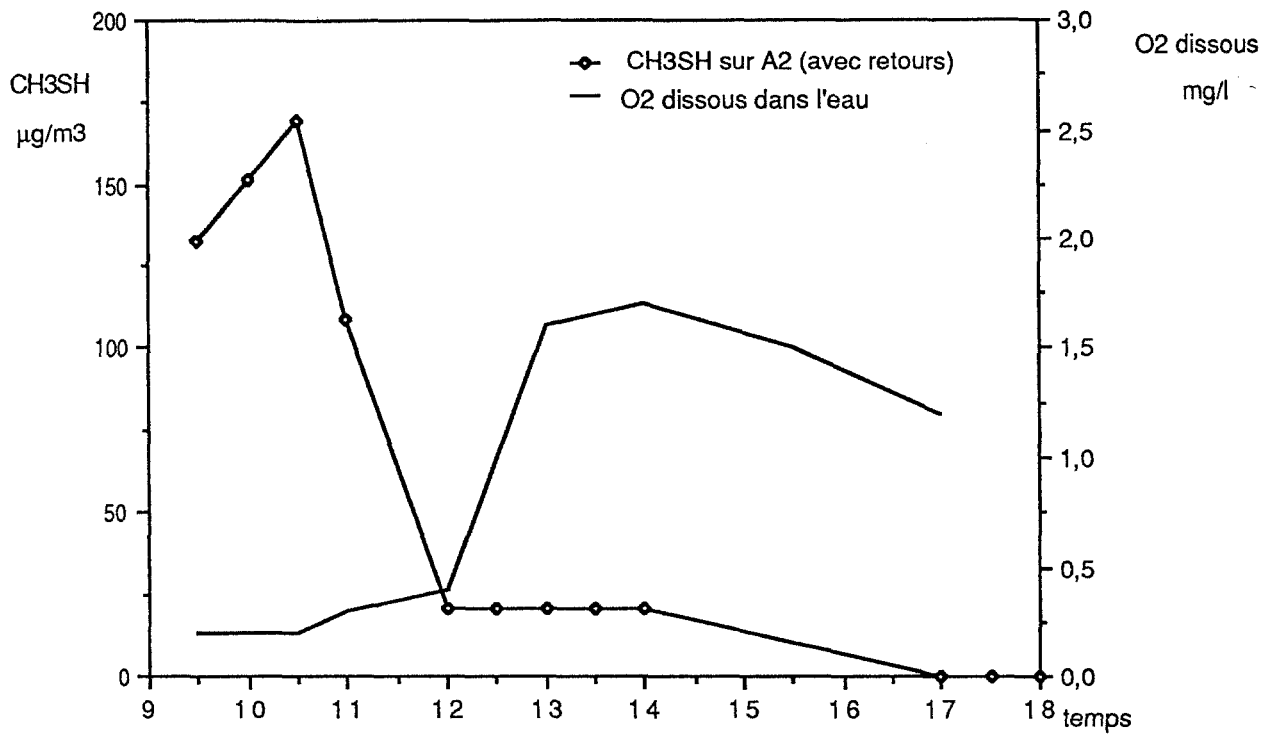


FIGURE 6. Teneur en méthylmercaptan dans l'air émis par les bassins d'épuration biologique et oxygène dissous dans l'eau.

CONCLUSION

La détermination des principales sources d'odeurs d'une station d'épuration 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 faisabilité de la réduction des odeurs sur le site de la station d'épuration d'Achères menée à l'initiative du SIAAP ont permis d'apporter des éléments de réflexion préalables à d'autres travaux de différents laboratoires et organismes et d'orienter un programme d'actions à entreprendre pour réduire les nuisances olfactives en termes de coûts/efficacité.