

Réduction des nuisances olfactives par pulvérisation de produits de désodorisation

Reduction of odours by spraying of deodorisation products

Martine RAMEL*, Marianne BLOQUEL**, Anne PAILLIER**, Jean-Pierre FORAY***

Résumé

Face au développement de l'utilisation de produits de désodorisation dits « neutralisants » ou « destructeurs » des odeurs, en pulvérisation dans l'atmosphère, à l'émission ou à proximité immédiate d'ouvrages responsables d'odeurs, l'INERIS a procédé, pour le compte du ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement et de l'ADEME, à une étude visant une meilleure connaissance des performances de ces produits.

Deux types de produits ont été testés, en pulvérisation ou en lavage sommaire des gaz, dans des conditions réelles d'effluents industriels, et dans des conditions de laboratoire, en déterminant les efficacités de traitement olfactométriques (réduction de l'odeur) et physico-chimiques (abattement des composés responsables des odeurs) au moyen d'analyses simultanées.

À l'issue de ces essais, on peut conclure que les produits de traitement des odeurs, proposés actuellement sur le marché pour désodoriser l'air vicié dans l'industrie, doivent être utilisés avec une grande prudence. En effet, la plupart des produits de pulvérisation peuvent apporter un réel confort olfactif par effet de masquage (remplacement d'une mauvaise odeur par une odeur « agréable »), mais il ne faut pas en attendre, a priori, un abattement significatif des polluants présents dans l'air malodorant.

Abstract

Several products of neutralization are pulverized into ducts or stacks, in different industries, for odour abatement. INERIS carried out tests, for the french Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement and for ADEME, to assess the odour abatement efficiency of these products.

Two different products have been tested, either in a scrubber or pulverized, employing simultaneous olfactometric and physicochemical analyses.

The conclusion is that « neutralizers » must be used carefully. These products can have a masking effect, but they have almost no measurable effect neither on odor level, nor on chemical composition of malodorous effluents.

* Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS).

** Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME).

*** Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE).

Introduction

On assiste, depuis plusieurs années, en milieu industriel, au développement de l'utilisation de produits de désodorisation en pulvérisation dans l'atmosphère, à l'émission ou à proximité immédiate d'ouvrages responsables d'odeurs. Ces produits sont également souvent utilisés en mélange avec des déchets malodorants (boues de station d'épuration, ordures ménagères...).

Selon les fournisseurs, ces produits sont définis comme des masquants, neutralisants ou déodorants, sans que l'on puisse toujours obtenir des informations précises sur leur composition exacte et sur les phénomènes effectivement mis en jeu sur le plan physico-chimique ou physiologique.

Il convient pourtant de distinguer les produits dits « masquants » des produits présentés comme « neutralisants » ou « destructeurs » des odeurs.

Les produits masquants sont composés de molécules organiques aromatiques (huiles essentielles naturelles ou parfums synthétiques) destinées à couvrir une odeur a priori désagréable par une autre odeur dite agréable. L'action est donc clairement annoncée par les fournisseurs dont certains préconisent le port de détecteurs de gaz toxiques, en particulier de H_2S , lors de l'utilisation de ces produits dans des lieux de travail confinés (bâtiments de filtration en station d'épuration, par exemple).

Les produits « neutralisants » ou « destructeurs d'odeurs » ont, quant à eux, une action assez mal définie. Il s'agit souvent de compositions relativement proches des masquants (composés aromatiques odorants) dont la mise en œuvre aboutit à une atténuation des seuils de perception de l'odeur, qui serait complétée par une action physico-chimique sur les molécules odorantes. Ces produits contiennent des tensioactifs visant à favoriser le contact gaz malodorants/vésicules pulvérisées.

Objectifs de l'étude

L'objectif de la présente étude est de s'intéresser à cette dernière catégorie de produits dits « neutralisants » destinés au traitement de l'air malodorant.

La majorité de ces produits peut être utilisée en phase liquide, en pulvérisation sur des surfaces liquides et solides, ou encore en traitement direct des dégagements gazeux malodorants. Cette étude concerne essentiellement ce dernier mode d'utilisation.

Si on se réfère aux sociétés qui commercialisent ces produits, les expériences récentes, en France, seraient très satisfaisantes. Cependant, les données avancées sont restées très subjectives, et il y a eu peu de mesures réelles d'efficacité sur les espèces chimiques. Celles-ci sont d'ailleurs difficiles à réaliser dans la mesure où ces produits sont, le plus souvent, pulvérisés directement dans l'environnement.

Afin de répondre à un certain nombre d'interrogations concernant ces produits, l'INERIS a procédé,

pour le compte de l'ADEME, à des essais sur différents sites industriels, en déterminant les efficacités de traitements physico-chimiques et olfactométriques, au moyen d'analyses simultanées.

Des essais complémentaires en laboratoire, sur effluents gazeux reconstitués, ont été réalisés à la demande du ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.

Descriptif des modes d'action

Les produits « neutralisants » correspondent à des mélanges de composition mal connue, qui selon les informations présentées par les fournisseurs, associent différents effets :

- masquage, puisque les mélanges contiennent des substances odorantes ;
- réactions chimiques basées sur la propriété de ces substances, qui possèdent des fonctions chimiques réactives, de former des composés plus lourds et inodores. Les données bibliographiques confirment que, sur le plan théorique, certaines des substances présentes dans ces compositions (molécules aromatiques des huiles essentielles) possèdent des fonctions aldéhydes susceptibles de se combiner avec les sulfures organiques (formation de thio-acétals) d'une part, et avec les amines (réaction de Schiff) d'autre part. Cependant, ces réactions semblent relativement difficiles à envisager lors d'une pulvérisation en milieu aérien compte tenu des cinétiques de réaction qu'elles supposent, et ne peuvent pas être simultanées (conditions de pH incompatibles). Par ailleurs, ces mécanismes chimiques ne s'appliquent pas à l'hydrogène sulfuré ;
- effet d'entraînement et d'abattement physique des molécules gazeuses par les molécules pulvérisées, lié aux forces de Van der Waals, favorisé par la présence quasi systématique de produits tensioactifs. On peut imaginer que, dans ce cas, il se produit une légère solubilisation des polluants en phase aqueuse au niveau des gouttelettes, du même ordre de grandeur que ce qui serait obtenu en pulvérisant de l'eau.

Sites retenus pour la réalisation de l'étude

Les essais sur site ont porté volontairement sur des effluents gazeux très chargés en odeurs, avec des mélanges complexes de plusieurs familles chimiques de composés malodorants, et sur deux produits parmi les plus couramment utilisés en milieu industriel.

Les trois sites retenus sont les suivants :

Site n° 1 : Site de fabrication de glucose.

Effluents gazeux de sécheur de boues d'une usine de fabrication de glucose à partir d'amidon de maïs.

Site n° 2 : Usine de déshydratation d'oignons.

Effluents gazeux de déshydratation d'oignons.

Site n° 3 : Site de compostage de boues industrielles.

Effluents gazeux extraits d'andains en compostage.

Sur ce dernier site, des essais ont également été réalisés sur les lixiviats des andains en compostage, par contact direct liquide/liquide.

Approche méthodologique

Les produits neutralisants utilisés en pulvérisation sont mis en œuvre, après dilution dans de l'eau, par action directe dans l'effluent gazeux à traiter. Il est possible que les temps de contact soient insuffisants pour assurer une évaporation totale des gouttelettes avant le rejet à l'atmosphère, et il est probable que certains composés odorants puissent se dissoudre dans les gouttelettes puis s'évaporer ultérieurement dans l'atmosphère.

Il apparaît donc important de distinguer au mieux l'efficacité liée à une simple dissolution des composés odorants dans l'eau, avec une forte probabilité de réévaporation ultérieure, et celle qui correspond à l'action spécifique du produit neutralisant.

À cette fin, ont été réalisés trois essais successifs :

- pulvérisation à l'arrêt (effluent brut ou témoin) ;
- pulvérisation d'eau pure ;
- pulvérisation de produit neutralisant, dans les conditions normales d'utilisation.

En ce qui concerne les méthodes de prélèvement mises en œuvre pour la réalisation des analyses, il apparaît également nécessaire de tenir compte des difficultés liées à la présence de gouttelettes dans les gaz à échantillonner : on peut craindre en particulier des pertes de composés odorants par dissolution dans les condensats qui se formeront sur les parois des sacs souples utilisés pour la conservation des échantillons en vue des analyses olfactométriques. On a donc procédé, dans les situations à risque, à une dilution de l'échantillon par un gaz sec, dans un rapport connu et suffisant pour éviter toute condensation dans les sacs.

Analyses

Les prélèvements de gaz ont été effectués à l'aide d'une sonde introduite dans la conduite de rejets à l'atmosphère.

L'ensemble des analyses ci-après ont été effectuées :

Analyses physico-chimiques

• Dosage des composés soufrés réduits.

La détermination quantitative des différents produits soufrés réduits a été réalisée, in situ, directement par chromatographie en phase gazeuse à détection par photométrie de flamme. Un système d'échantillonnage permet une analyse directe en

semi-continu selon un cycle d'une durée d'environ 15 minutes des espèces soufrées les plus volatiles et les plus malodorantes, à des teneurs supérieures à 5 ppb : hydrogène sulfuré (H_2S), méthylmercaptopan (CH_3SH), éthylmercaptopan (C_2H_5SH), diméthylsulfure (DMS)...

Cette méthodologie d'analyse permet de s'affranchir des phénomènes d'interférences et présente des seuils de détection très faibles, du niveau des seuils de détection olfactive. Elle fournit une réponse, en semi-continu, directement sur le site et permet donc d'appréhender l'évolution des émissions dans le temps.

Sur les sites 1 et 2, un système de dilution dynamique a été mis en œuvre sur le site directement sur les effluents échantillonnés, afin de permettre l'analyse sur toute la gamme des concentrations considérées.

• Dosage des composés organiques volatils totaux (COVT).

La quantification sur le site, des composés organiques volatils totaux (COVT), a été réalisée selon la norme NF X 43-301, à l'aide d'un analyseur en continu de type COSMA « graphite 355 » doté d'une détection à ionisation de flamme, et équipé d'un système catalytique permettant la détermination des composés non méthaniques (seuil de détection # 1 mg.m^{-3}). Cette méthode conduit à la détermination d'un indice de composés organiques que l'on exprime en équivalent méthane.

• Dosage en différé des aldéhydes, des acides organiques et des composés azotés.

Les teneurs de ces différents composés ont été déterminées par piégeage spécifique, in situ, puis analyse ultérieure en laboratoire selon le protocole suivant :

- aspiration d'un volume connu d'air à analyser ;
- passage de l'air dans des modules de barbotage placés en parallèle pour l'absorption des différents composés dans des solutions appropriées :
 - solution de DNPH (dinitrophényl hydrazine) en milieu acétonitrile pour le piégeage des aldéhydes ;
 - solution basique pour les acides organiques ;
 - solution acide pour les composés azotés.
- analyse en laboratoire des différentes espèces piégées :
 - par chromatographie liquide et détection UV pour les aldéhydes (seuil de détection dans l'air analysé # $1 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$, compte tenu d'une durée de prélèvement d'environ une heure) ;
 - par chromatographie gazeuse et détection par ionisation de flamme (FID, Flame Ionisation Detector) pour les acides organiques (seuil de détection dans l'air analysé # $100 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$, compte tenu d'une durée de prélèvement d'environ quatre heures) ;

- par chromatographie d'échange d'ions et détection par conductimétrie pour l'ammoniac (seuil de détection dans l'air analysé $\# 10 \mu\text{g.m}^{-3}$, compte tenu d'une durée de prélèvement d'environ quatre heures).

Analyses olfactométriques

Les analyses olfactométriques ont consisté à déterminer les facteurs de dilution au seuil de perception des effluents gazeux comme suit :

- prélèvements gazeux selon la norme NF X 43-104, dans des sacs en Tedlar (matériau inerte chimiquement), après dilution, si nécessaire, par de l'air sec de façon à éliminer les risques de condensation, à l'aide d'une sonde à dilution introduite dans la conduite de rejet ;
- analyses olfactométriques selon la norme NF X 43-101 (méthode de mesurage de l'odeur d'un effluent gazeux : détermination du facteur de dilution au seuil de perception) dans les 24 heures suivant le prélèvement.

Le principe de la mesure du facteur de dilution au seuil de perception est décrit dans la norme NF X 43-301 (Méthode de mesurage de l'odeur d'un effluent gazeux). Les experts doivent indiquer, par un choix forcé, dans lequel des trois masques d'un olfactomètre ils perçoivent l'odeur pour des dilutions variées, présentées dans un ordre aléatoire.

Les réponses des experts font l'objet d'un traitement statistique, conformément à la norme NF X 43-301, et permettent de déterminer la valeur du facteur de dilution au seuil de perception (ou concentration de l'odeur), assortie de la valeur de l'écart-type correspondant.

Les analyses ont été réalisées par l'équipe olfactométrique de l'IPSN (DPEA/SERAC/LECEV) ou la société EOG.

Les prélèvements en vue des analyses olfactométriques, effectués ponctuellement, ont été situés dans le temps par rapport au suivi semi-continu des concentrations en composés soufrés, afin de s'assurer de la représentativité des conditions d'essais lors du prélèvement.

Essais de laboratoire

Afin d'appréhender, dans des conditions de laboratoire, les rendements d'épuration que l'on peut attendre de ces produits sur des effluents reconstitués, un protocole permettant de réaliser des essais dans des conditions maîtrisées et reproductibles a été mis en œuvre.

Les principales conditions d'essais étaient les suivantes :

- Reconstitution d'un effluent gazeux :
 - débit généré : 600 l/h ;
 - concentration en H_2S : 0,5 à 1 ppm ;

- concentration en CH_3SH : 0,5 à 1 ppm.

Ces composés sont parmi les plus couramment rencontrés en milieu industriel, en particulier en station d'épuration où les produits neutralisants ou masquants sont souvent utilisés.

- Introduction de cet effluent dans une gaine d'environ 8 cm de diamètre et pulvérisation du produit à tester, dans les conditions préconisées par le fournisseur (buse, débit de pulvérisation...).
- Analyse continue, en direct, des composés soufrés dans l'effluent, en aval de la pulvérisation en vue de la détermination du rendement d'épuration et de son évolution dans le temps.

Deux séries d'essais ont été réalisées : la première avec une pulvérisation du produit à 4 % en solution aqueuse et la seconde avec une pulvérisation d'eau seule. Les résultats ont clairement montré des efficacités d'abattement comparables entre le produit de traitement et l'eau seule dans les mêmes conditions opératoires. L'influence favorable du débit de pulvérisation sur le rendement d'épuration a également été mise en évidence.

Ainsi, les meilleurs rendements d'abattement obtenus, liés à un effet de saturation de l'effluent gazeux en vapeur d'eau, ont été supérieurs à 90 % pour H_2S et d'environ 70 % pour CH_3SH .

Site n° 1 : site de fabrication de glucose

Il s'agit d'une usine de production de glucose à partir d'amidon de maïs, dont l'ensemble des effluents liquides sont traités sur le site. Les boues de la station d'épuration sont déshydratées dans un sécheur, dont les effluents contiennent principalement des composés soufrés réduits, des aldéhydes et des acides organiques. L'installation a été récemment équipée par l'exploitant d'une unité de traitement des gaz avant leur rejet à l'atmosphère, constituée de deux étages de lavage à l'eau, un produit neutralisant étant introduit au niveau du second étage.

Compte tenu de l'impossibilité de réaliser des prélèvements en parallèle, en amont et en aval du laveur, les trois configurations (pulvérisation à l'arrêt/témoin, pulvérisation d'eau et pulvérisation de produit) ont été étudiées successivement au cours d'une journée de fonctionnement stable du sécheur.

Les analyses suivantes ont été effectuées dans la conduite de rejet après lavage :

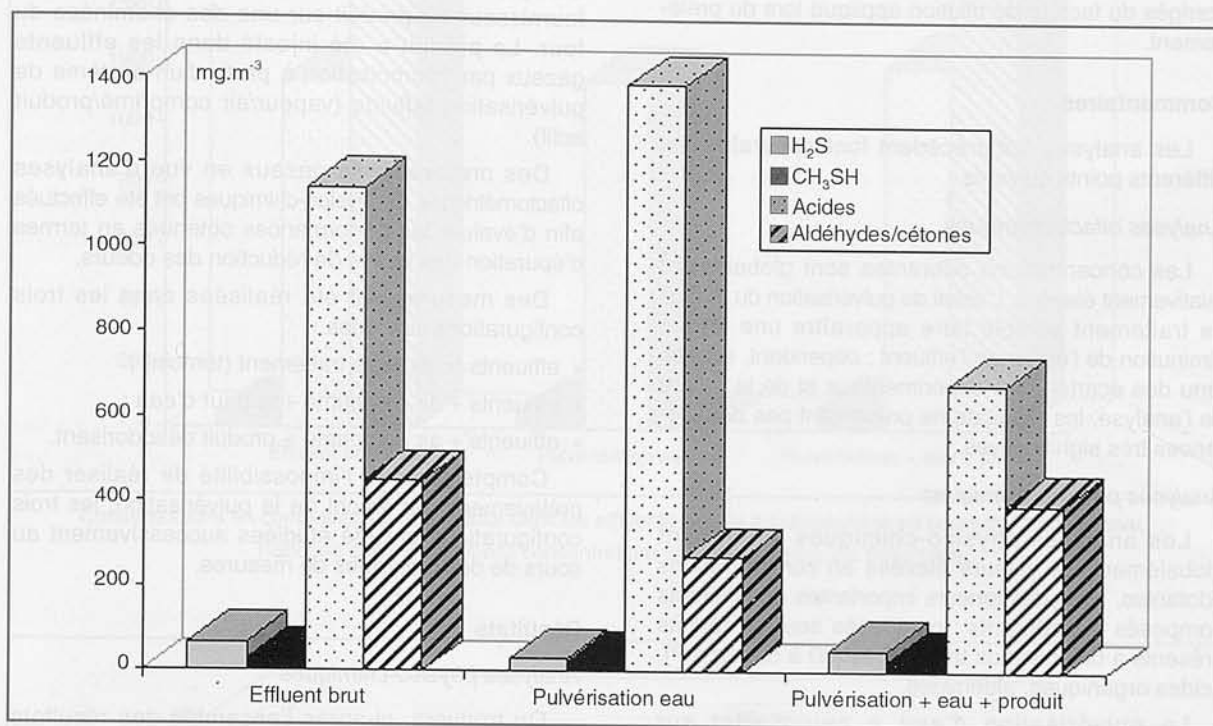
- **Analyses physico-chimiques :**
 - composés soufrés réduits : H_2S , CH_3SH , $\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$, DMS ;
 - aldéhydes (C2 à C8) ;
 - acides organiques (C2 à C8) ;
 - COVT.
- **Analyses olfactométriques :** mesures du facteur de dilution au seuil de perception.

Résultats obtenus

Analyses physico-chimiques

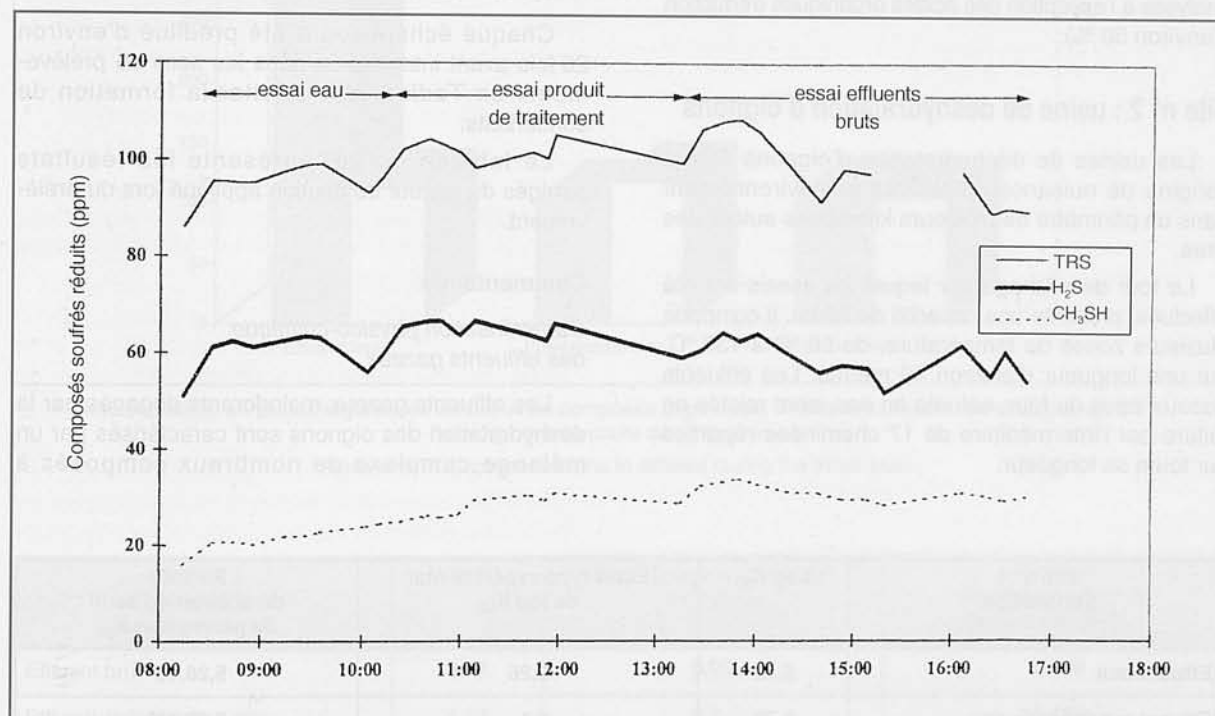
On trouvera, ci-après, l'ensemble des résultats, d'une part sous forme d'histogrammes présentant les

valeurs moyennes de concentrations sur les périodes considérées, d'autre part sous forme d'une courbe d'évolution des concentrations des composés analysés en continu.



Concentrations des différents composés chimiques malodorants dans les effluents gazeux rejetés à l'atmosphère au cours de chaque essai.

Compounds concentrations in malodorous effluent during the three trials.



Évolution des concentrations en composés soufrés réduits dans les effluents gazeux.

Continuous analysis of reduced sulfur compounds.

Analyses olfactométriques

Chaque échantillon a été dilué d'environ 20 fois avant introduction dans les sacs de prélèvement en Tedlar, afin d'éviter les condensations.

Le tableau ci-dessous présente les résultats corrigés du facteur de dilution appliqué lors du prélèvement.

Commentaires

Les analyses qui précèdent font apparaître les différents points suivants :

Analyses olfactométriques

Les concentrations odorantes sont globalement relativement élevées. L'essai de pulvérisation du produit de traitement semble faire apparaître une légère diminution de l'odeur de l'effluent ; cependant, compte tenu des écarts-types expérimentaux et de la nature de l'analyse, les résultats ne présentent pas de différences très significatives.

Analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques confirment globalement les valeurs élevées en concentrations odorantes, avec des teneurs importantes en différents composés malodorants : composés soufrés réduits présents à des niveaux très élevés (30 à 50 mg.m⁻³), acides organiques, aldéhydes.

La pulvérisation d'eau a peu d'effet sur l'ensemble des composés odorants analysés, excepté sur H₂S (réduction d'environ 50 %).

La pulvérisation de produit n'a également eu que peu d'effet sur l'ensemble des composés odorants analysés à l'exception des acides organiques (réduction d'environ 50 %).

Site n° 2 : usine de déshydratation d'oignons

Les usines de déshydratation d'oignons sont à l'origine de nuisances olfactives à l'environnement dans un périmètre de plusieurs kilomètres autour des sites.

Le four de séchage sur lequel les essais ont été effectués, présente une capacité de 20 t/h. Il comporte plusieurs zones de température, de 50 °C à 130 °C, sur une longueur d'environ 40 mètres. Les effluents gazeux issus du four, saturés en eau, sont rejetés en toiture par l'intermédiaire de 17 cheminées réparties sur toute sa longueur.

Les campagnes de déshydratation se déroulent sur une période d'environ cinq mois, de juin à novembre, et concernent les oignons jaunes et les oignons blancs.

Un dispositif de désodorisation par pulvérisation d'un produit de traitement a été mis en place par le fournisseur du produit sur une des cheminées du four. Le produit a été injecté dans les effluents gazeux par micronisation à partir d'un système de pulvérisation trifluide (vapeur/air comprimé/produit actif).

Des prélèvements gazeux en vue d'analyses olfactométriques et physico-chimiques ont été effectués afin d'évaluer les performances obtenues en termes d'épuration des gaz et de réduction des odeurs.

Des mesures ont été réalisées dans les trois configurations suivantes :

- effluents bruts sans traitement (témoin) ;
- effluents + air comprimé + vapeur d'eau ;
- effluents + air comprimé + produit désodorisant.

Compte tenu de l'impossibilité de réaliser des prélèvements en amont de la pulvérisation, les trois configurations ont été étudiées successivement au cours de deux journées de mesures.

Résultats

Analyses physico-chimiques

On trouvera, ci-après l'ensemble des résultats des analyses effectuées, sous forme de tableaux et figures présentant les valeurs moyennes de concentrations sur les périodes considérées.

Analyses olfactométriques

Chaque échantillon a été pré-dilué d'environ 20 fois avant introduction dans les sacs de prélèvements en Tedlar, afin d'éviter la formation de condensats.

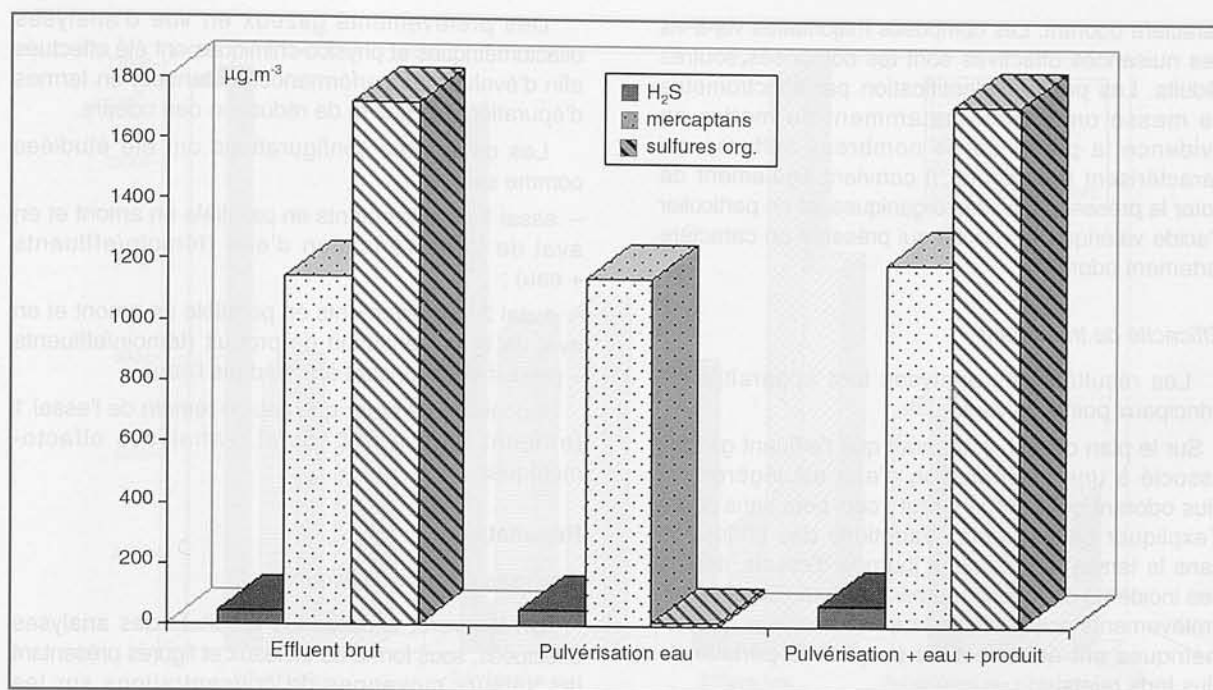
Le tableau, p. 267, présente les résultats corrigés du facteur de dilution appliqué lors du prélèvement.

Commentaires

Caractérisation physico-chimique des effluents gazeux

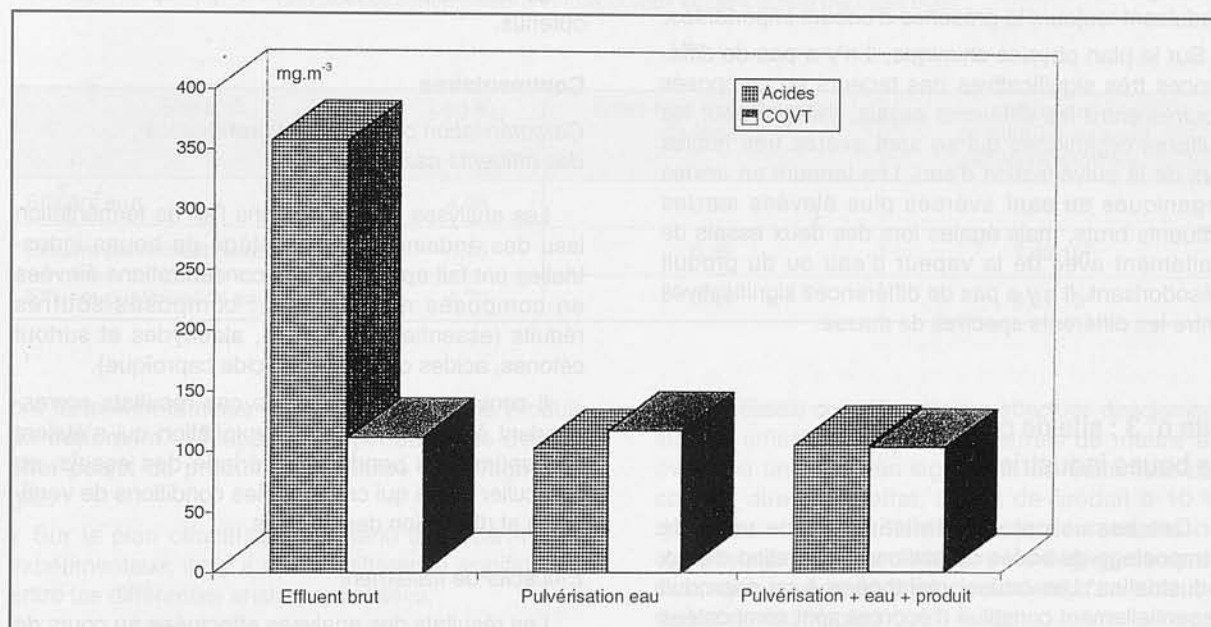
Les effluents gazeux malodorants dégagés par la déshydratation des oignons sont caractérisés par un mélange complexe de nombreux composés à

Site n° 1 Échantillon	Log K ₅₀	Écart-type expérimental de log K ₅₀	Facteur de dilution au seuil de perception K ₅₀
Effluent brut	5,72	0,26	5,26.10 ⁵
Effluent-pulvérisation eau	5,77	0,1	5,89.10 ⁵
Effluent-pulvérisation eau + produit	5,50	0,23	3,18.10 ⁵



Concentrations en composés soufrés réduits dans les effluents rejetés à l'atmosphère au cours de chaque essai.

Reduced sulfur compounds concentrations in effluent during the three trials.



Concentrations en acides organiques volatils et en composés organiques volatils totaux dans les effluents rejetés à l'atmosphère au cours de chaque essai.

Acids and VOC concentrations in effluent during the three trials.

Site n° 2 Échantillon	Log K ₅₀	Écart-type expérimental de log K ₅₀	Facteur de dilution au seuil de perception K ₅₀
Effluent brut	3,97	0,29	9 370
Effluent-pulvérisation eau	4,13	0,2	13 490
Effluent-pulvérisation eau + produit	3,85	0,24	7 140

caractère odorant. Les composés majoritaires vis-à-vis des nuisances olfactives sont les composés soufrés réduits. Les profils d'identification par spectrométrie de masse ont permis notamment de mettre en évidence la présence de nombreux sulfures qui caractérisent les odeurs. Il convient également de noter la présence d'acides organiques, et en particulier d'acide valérique, composé qui présente un caractère fortement odorant.

Efficacité de traitement

Les résultats des analyses font apparaître les principaux points suivants :

- Sur le plan olfactif, il apparaît que l'effluent gazeux associé à une pulvérisation d'eau est légèrement plus odorant que l'effluent brut ; ceci peut sans doute s'expliquer par les fortes variations des émissions dans le temps lors de cette journée d'essais, liées à des incidents de fonctionnement du four. En effet, les prélèvements ponctuels en vue des analyses olfactométriques ont été effectués pendant la période de plus forts rejets.
- L'adjonction du produit désodorisant a eu un léger effet de réduction des odeurs. Cependant les valeurs du facteur de dilution au seuil de perception du mélange en sortie de cheminée après traitement traduisent toujours la présence d'odeurs importantes.
- Sur le plan physico-chimique, il n'y a pas de différences très significatives des teneurs en composés soufrés entre les différents essais, excepté pour les sulfures organiques qui se sont avérés très faibles lors de la pulvérisation d'eau. Les teneurs en acides organiques se sont avérées plus élevées sur les effluents bruts, mais égales lors des deux essais de traitement avec de la vapeur d'eau ou du produit désodorisant. Il n'y a pas de différences significatives entre les différents spectres de masse.

Site n° 3 : site de compostage de boues industrielles

Ces essais ont été réalisés sur une unité de compostage de boues de stations d'épuration d'eaux industrielles. Les boues, mélangées à un coproduit essentiellement constitué d'écorces sont compostées en andains par fermentation accélérée. L'air de compostage doit être désodorisé avant son rejet à l'atmosphère. Sur le site étudié, l'air de compostage est traité par voie biologique par passage dans un biofiltre.

Les essais ont consisté à étudier les performances de désodorisation du produit sur les effluents gazeux provenant directement des cellules en compostage, en amont du biofiltre.

Un dispositif de désodorisation par lavage des gaz avec le produit de traitement en solution aqueuse, a été mis en place sur le site par le fournisseur spécifiquement pour les essais.

Des prélèvements gazeux en vue d'analyses olfactométriques et physico-chimiques ont été effectués afin d'évaluer les performances obtenues, en termes d'épuration des gaz et de réduction des odeurs.

Les différentes configurations ont été étudiées comme suit :

- essai 1 : prélèvements en parallèle en amont et en aval de la pulvérisation d'eau (témoin/effluents + eau) ;
- essai 2 : prélèvements en parallèle en amont et en aval de la pulvérisation de produit (témoin/effluents + produit désodorisant à 5 % dans l'eau).

Il convient de noter que seul le témoin de l'essai 1 (effluent brut) a fait l'objet d'analyses olfactométriques.

Résultats

Analyses physico-chimiques

On trouvera, ci-après les résultats des analyses effectuées, sous forme de tableaux et figures présentant les valeurs moyennes de concentrations sur les périodes considérées.

Analyses olfactométriques

Le tableau, p. 269, présente les principaux résultats obtenus.

Commentaires

Caractérisation physico-chimique des effluents gazeux

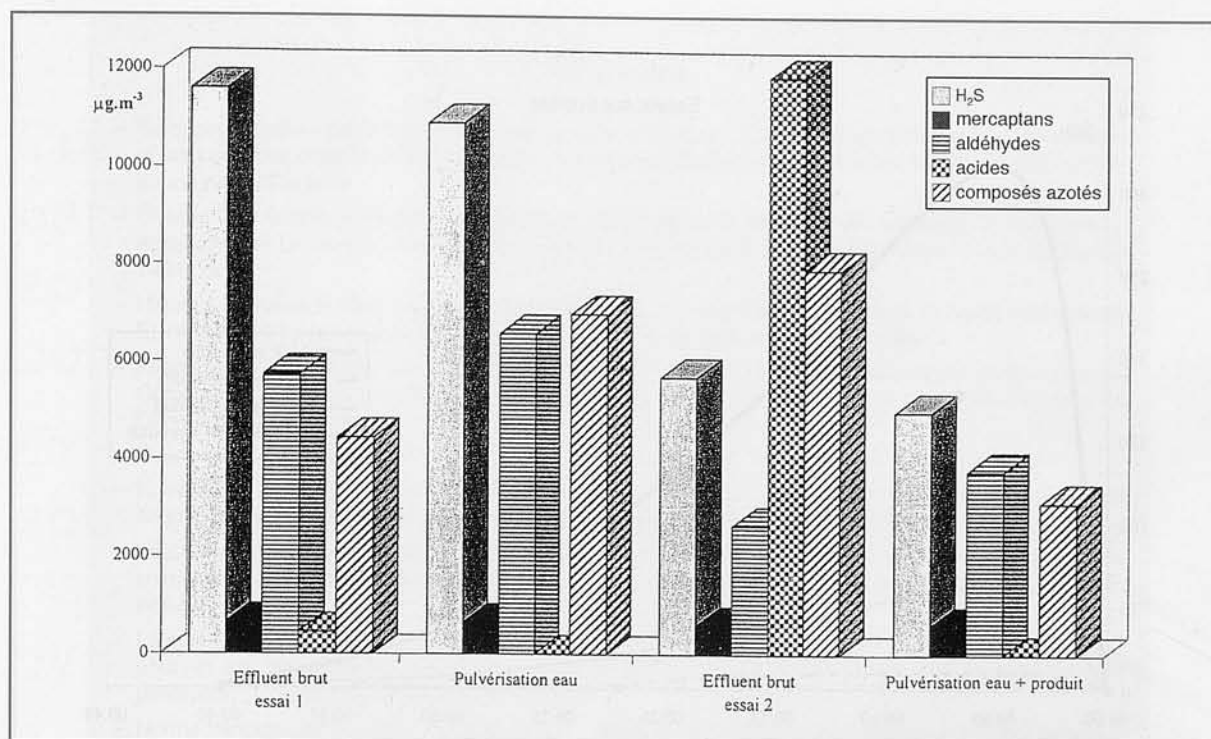
Les analyses effectuées dans l'air de fermentation issu des andains de compostage de boues industrielles ont fait apparaître des concentrations élevées en composés malodorants : composés soufrés réduits (essentiellement H_2S), aldéhydes et surtout cétones, acides organiques (acide caproïque).

Il convient de préciser que ces résultats correspondent à des conditions d'exploitation qui n'étaient pas optimisées pendant la période des essais, en particulier en ce qui concerne les conditions de ventilation et d'aération des andains.

Efficacité de traitement

Les résultats des analyses effectuées au cours de ces essais font apparaître les principaux points suivants :

- Sur le plan physico-chimique, les analyses ont montré quelques variations des concentrations en composés odorants dans l'effluent brut (H_2S et acides organiques, en particulier) entre les deux essais effectués à une journée d'intervalle. En revanche, à chaque essai, il n'y a pas eu, pour la majorité des composés, de différences significatives entre l'effluent brut et l'effluent traité par lavage à l'eau ou par lavage avec le produit. Seuls les acides organiques, présents en concentrations relativement importantes dans l'effluent brut lors du second essai,



Concentrations des différents composés chimiques malodorants dans les effluents gazeux rejetés à l'atmosphère au cours de chaque essai.

Compounds concentrations in malodorous effluent during the three trials.

Site n° 3 Échantillon	Log K ₅₀	Écart-type expérimental de log K ₅₀	Facteur de dilution au seuil de perception K ₅₀
Effluent brut	4,98	0,39	9,66.10 ⁴
Effluent-pulvérisation eau	5,15	0,35	1,42.10 ⁵
Effluent-pulvérisation eau + produit	4,79	0,41	6,21.10 ⁴

ont fortement diminué après lavage avec le produit de traitement. Il n'apparaît cependant pas d'autre effet positif du produit testé, utilisé en lavage des gaz.

• Sur le plan olfactif, compte tenu des écart-types expérimentaux, il n'y a pas de différence significative entre les différentes analyses réalisées.

Analyses complémentaires sur les effluents liquides

Sur le site n° 3, en complément aux essais d'efficacité du produit sur l'air vicié, des tests d'efficacité ont été réalisés sur les eaux de lixiviation des andains de compostage. Les effluents liquides ont été recueillis sur le site puis introduits dans un pilote de stripping pour favoriser l'entraînement des composés odorants.

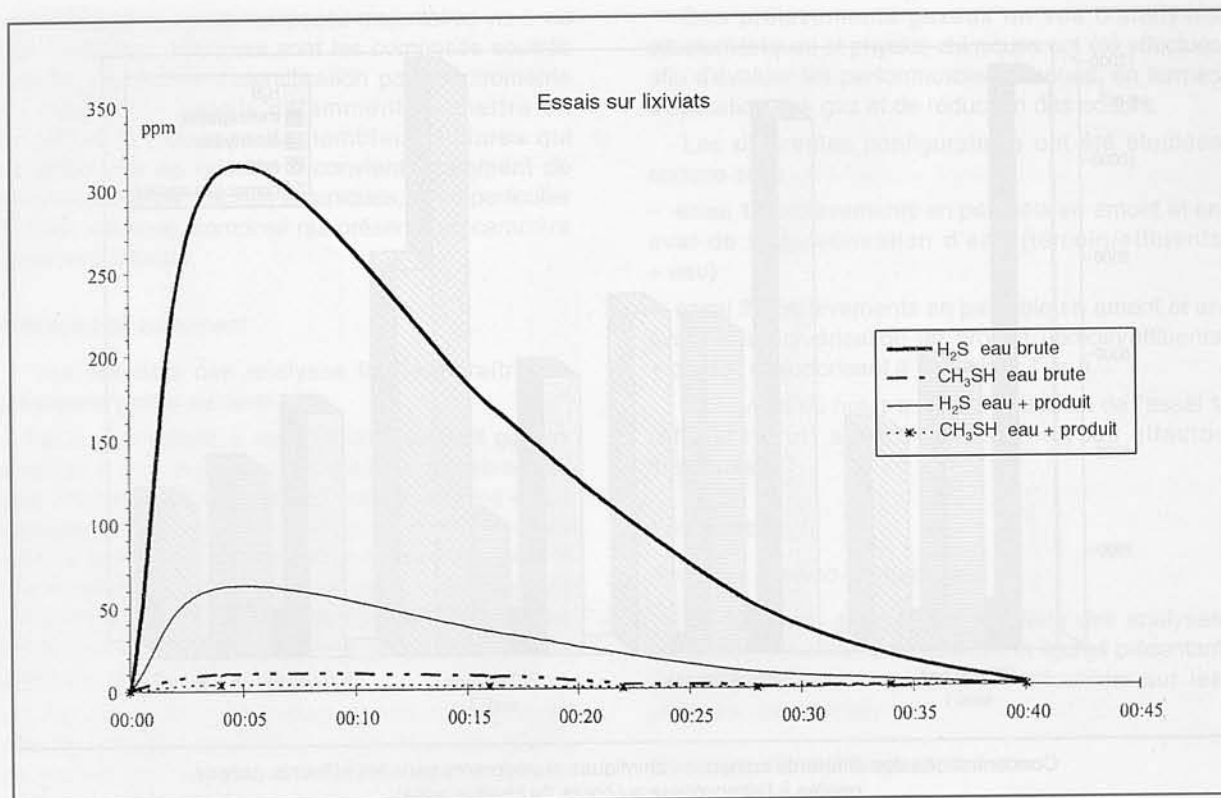
On trouvera, p. 270, les résultats des analyses en composés soufrés dans l'air de stripping des lixiviats traités et non traités avec le produit étudié.

Ces essais complémentaires effectués directement sur les effluents liquides ont permis de mettre en évidence un effet très significatif du traitement par contact direct. En effet, l'ajout de produit à 10 % dans l'eau dans les lixiviats issus des andains de compostage a permis de réduire les dégagements de composés soufrés (H₂S principalement) d'un facteur 6 dans l'air de stripping.

Conclusion

L'étude visait une meilleure connaissance des performances des produits de désodorisation, de type neutralisant, utilisés en traitement d'air vicié. Deux types de produits ont été testés selon les recommandations des fournisseurs, en pulvérisation ou en lavage sommaire des gaz, dans des conditions réelles d'effluents industriels et dans des conditions de laboratoire.

Les essais effectués, tant en laboratoire que sur sites industriels, n'ont pas permis de mettre en



évidence une action significative des deux types de produits de désodorisation testés, que ce soit au niveau olfactométrique (réduction de l'odeur) ou au niveau physico-chimique (abattement des composés responsables des odeurs).

On notera que dans tous les cas réels étudiés au cours de cette étude, il s'agissait d'effluents gazeux fortement odorants, et correspondant à des mélanges complexes et très concentrés de composés chimiques malodorants.

Le second produit testé sur le site n° 3 a, en revanche, donné des résultats très satisfaisants en utilisation en milieu liquide, par contact direct, en mélange avec l'effluent aqueux à l'origine de dégagements malodorants.

À l'issue de ces essais, on peut conclure qu'un certain nombre de produits de traitement des odeurs, proposé actuellement sur le marché pour désodoriser l'air vicié dans l'industrie, doit être utilisé avec une grande prudence. En effet, la plupart des produits de pulvérisation peuvent apporter un réel confort olfactif par effet de masquage (remplacement d'une odeur ressentie comme désagréable par une odeur « agréable »), mais il ne faut pas en attendre, a priori, un abattement significatif des polluants présents dans l'air malodorant. Le mode de mise en œuvre, la pulvérisation pourra faire observer une diminution des niveaux de concentrations en certains polluants

par effet de saturation de l'atmosphère en vapeur d'eau et absorption des molécules gazeuses.

En tout état de cause, l'utilisation des produits ayant un effet masquant dans des atmosphères de travail confinées, pour lesquelles la détection olfactive représente un élément de sécurité vis-à-vis d'une situation de risque (salles de déshydratation des boues en station d'épuration des eaux, par exemple), doit être associée à des capteurs de gaz toxiques.

Mots clés

Odeurs. Nuisances olfactives. Désodorisation. Neutralisation des odeurs. Traitement des odeurs. Produits masquants. Analyses olfactométriques. Analyses physico-chimiques des odeurs.

Keywords

Odours. Odour nuisances. Deodorisation. Odour neutralization. Odour abattement. Masking agent. Olfactometric analysis. Physicochemical analysis of odours.

Références

- European standard prEN 12619. Stationary source emissions – Determination of the mass concentration of total gaseous organic carbon at low concentrations in flue gases – continuous flame ionisation detector method. CEN 1998.
- Guenier JP, Simon P, Delcourt J, Didierjean MF, Lefevre C, Muller J. Air sampling of Aldehydes – Application to Chromatographic Determination of Formaldehyde and Acetaldehyde. *Chromatographia* 1984 ;18 (3).
- Higuier I, Vigneron S. Deodorization experience using of a neutralising compound. Congrès international EURODEUR'97 « La physiologie et la perception ; le masquage et la désodorisation ».
- Kirschen NA, Almasi EB. The Analysis of Ambient Air and the Detection of Trace Level Volatile Organic Compounds (VOCs) by GC/Ion-Trap MS. *Atmospheric Chemistry. Papers from the 9th World Clean Air Congress – Towards the Year 2000. Montreal 1992 ; 3 : IU-9B.09.*
- Kirschmer P. Aldehydes in air. *Analisis Magazine* 1992 ; 20 (1) : M48-50.
- Kuwata K, Akiyama E, Yamazaki Y, Yamazaki H, Kuge Y. Trade Determination of Low Molecular Weight Aliphatic Amines in Air by Gas Chromatography. *Anal Chem* 1983 ; 55 : 2199-201.
- Le Cloirec P, Lemasle M, Martin G. Mesure des odeurs de divers effluents – Un protocole d'analyses chimiques des concentrations dans divers effluents. *Pollution Atmosphérique juillet-septembre 1988 : 284-8.*
- Lefebvre S, Héroux M, Guy C. Application d'un protocole d'évaluation d'agents neutralisants d'odeurs pour un site d'enfouissement sanitaire. Congrès international EURODEUR'97 « La physiologie et la perception ; le masquage et la désodorisation ».
- Norme française NF X 43-101. Qualité de l'Air – Méthode de mesurage de l'odeur d'un effluent gazeux – Détermination du facteur de dilution au seuil de perception. AFNOR, décembre 1986.
- Norme française NF X 43-104. Qualité de l'Air – Atmosphères odorantes – Méthodes de prélèvement. AFNOR, mars 1990.
- Ramel M. Physicochemical characterization of odors : a quantified approach to the problem, Characterization and control of odours and VOC in the process industries. Elsevier Science BV 1994.
- Ramel M, Fischer M. Émissions d'odeurs par les stations d'épuration des eaux. *Atmospheric Chemistry. Papers from the 9th World Clean Air Congress – Towards the Year 2000. Montreal 1992 ; 2 : IU-17A.06.*
- Vanderstraeten P, Wauters E, Muylle E, Verduyn G. A Continuous Quantitative Detection Method for Total Mercaptan, Organic Sulphides, H₂S, and CS₂ for Odouriferous Emissions. *JAPCA* 1988 ; 38 (10) : 1271-4.

¹ Adjoint de Chef de projet, au Laboratoire d'Appariement de la Chimie à l'Environnement, UMR 5037 CNRS, Université Claude Bernard, Lyon I, 43, boulevard du 11 novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex, France

² Professeur à l'Université Technique de Construction de Suresnes, Laboratoire de Chimie des Polluants, 36, boulevard Pasteur, 92100 Suresnes, France

³ Adjoint à l'Université Technique de Construction de Suresnes (France en retraite)

