



FAISABILITE DE LA MESURE D'OZONE

DANS DES LOCAUX EQUIPES DE PHOTOCOPIEURS A L'AIDE DE TUBES RADIELLO

RESUME

L'ozone, polluant secondaire plus connu pour sa présence dans l'air extérieur en période estivale, peut également être émis par des sources intérieures comme les photocopieurs. Afin de tester un protocole de mesure d'ozone dans les milieux clos, les comités régionaux Nord-Pas de Calais et Dauphiné Savoie de l'APPA ont réalisé une étude de faisabilité dans des locaux équipés de photocopieurs.

L'ozone (de formule chimique O₃) est un gaz incolore, à l'odeur piquante. On entend souvent parler de l'ozone l'été, lors de pics de pollution à l'extérieur. Mais l'ozone peut également être émis en milieu intérieur, par des activités de soudage, des opérations utilisant le courant électrique de haut voltage, les radiations laser, ainsi que par les appareils à rayonnement UV, dont les photocopieurs. Suite à des demandes de différents organismes s'inquiétant des répercussions de ces derniers sur la santé de leurs salariés, l'APPA a entrepris une **étude de faisabilité** concernant la **mesure des concentrations d'ozone dans les locaux équipés de photocopieurs**. Il ne s'agissait pas ici de réaliser une étude complète sur cette question mais bien de tester un protocole, notamment sur le plan métrologique. Cette étude a été menée dans deux établissements situés l'un à Lille et l'autre à Grenoble, par les Comités Régionaux Nord-Pas de Calais et Dauphiné-Savoie de l'APPA.

I - OZONE ET PHOTOCOPIEURS

L'ozone peut provoquer rapidement une toux et une altération pulmonaire (en particulier chez les enfants et les asthmatiques), ainsi que des irritations oculaires et cutanées. La Valeur Moyenne d'Exposition (VME) recommandée par le Ministère du Travail est de 0,1 ppm (soit 200 µg/m³). Les

concentrations d'ozone en intérieur sont généralement inférieures aux concentrations extérieures, hors présence de sources spécifiques. Le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment estime ainsi à 0,35 le rapport entre concentrations intérieures et extérieures d'ozone, pour des locaux non climatisés (CSTB, 2001).

Une étude bibliographique a tout d'abord été menée sur les liens entre photocopieurs et émissions d'ozone. Il est apparu que ces émissions, par les photocopieurs ainsi que par les imprimantes laser, étaient très variables d'un modèle à l'autre (TUOMI et al., 2000), ce qui rendait très difficile une évaluation *a priori* des concentrations dans un local (cf. § 2.3.).



Photo 1 : Mesures en cours près des photocopieurs

(1) APPA
Nord-Pas de Calais
(2) APPA
Dauphiné Savoie

1 - Choix des sites de mesures

Il était initialement prévu de faire les mesures :

- dans les bureaux d'une administration,
- dans une entreprise privée (« boîte à copies »).

Un inventaire des entreprises de ce type a été réalisé à Lille par des étudiantes de l'IUP QEPI de l'Université de Lille I. Des « démarchages » sur le terrain se sont heurtés à de nombreuses réticences. La participation de trois de ces entreprises a été sollicitée par courrier, mais aucune n'a répondu positivement à la demande. Les photocopieurs représentent le principal outil de travail de ces entreprises. Il est alors compréhensible que leur direction répugne à laisser une association, qui leur est par ailleurs inconnue, réaliser une enquête susceptible de donner une mauvaise image de l'entreprise. Une collaboration avec la Santé au Travail, et de gros efforts d'information seraient nécessaires pour pouvoir pénétrer au sein de ces structures.

Finalement, le protocole de mesures a été testé dans deux organismes publics, l'un situé à Lille et l'autre à Grenoble.

2 - Matériel et durée de prélèvement

Suite à des expériences antérieures de l'APPA, le choix pour les mesures d'ozone s'est porté sur les tubes passifs RADIELLO, avec analyses par le Département Chimie et Environnement de l'Ecole des Mines de Douai. Après discussion avec le laboratoire, il a été décidé de tester deux durées de prélèvement :

- 8 heures, ce qui correspond aux durées pour lesquelles on dispose de données de référence concernant l'ozone (testé sur le site de Lille),
- 16 heures (réparties en deux périodes de 8 heures d'activité), pour améliorer la limite de détection (testé sur le site de Grenoble).

3 - Documents d'information et questionnaires

Cette étude de faisabilité devant également servir à préparer une éventuelle campagne de plus grande ampleur, différents documents ont également été préparés dans ce dernier objectif. Des questionnaires ont été conçus, afin de recueillir tous les renseignements nécessaires à l'exploitation des résultats de mesures (taille du local, nombre appareils, marques et modèles, type de ventilation, ...).

Par ailleurs, deux documents d'information ont également été réalisés (testés sur le site de Lille) :

- une « fiche d'information » (4 pages A5, illustration ci-contre), afin de présenter l'étude aux salariés des sites volontaires,
- un dépliant « usagers » (A4 recto-verso, plié en triptyque) mis à disposition du public fréquentant ces sites.

II - CAMPAGNE DE MESURES

1 - Plan d'échantillonnage

Les mesures se sont déroulées dans les locaux des services de reprographies de deux établissements publics, l'un situé à Lille et l'autre à Grenoble, fin janvier 2005.

Les tubes RADIELLO ont été exposés durant les périodes d'activité, soit du matin (vers 9 heures) à la fin de l'après-midi (17 heures), afin de respecter une durée d'exposition de 8 heures. A Grenoble, les mêmes tubes ont été exposés deux jours consécutifs, afin de doubler la durée d'exposition, pour améliorer la sensibilité de la méthode.

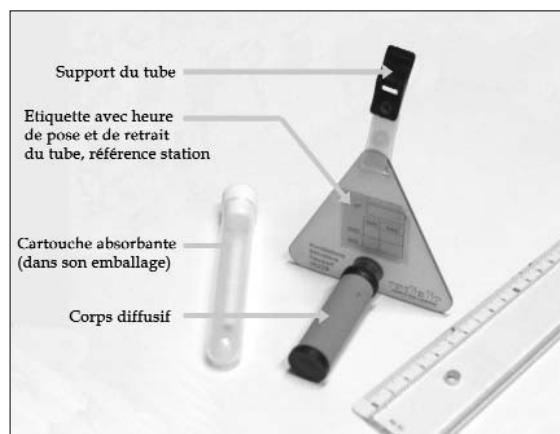
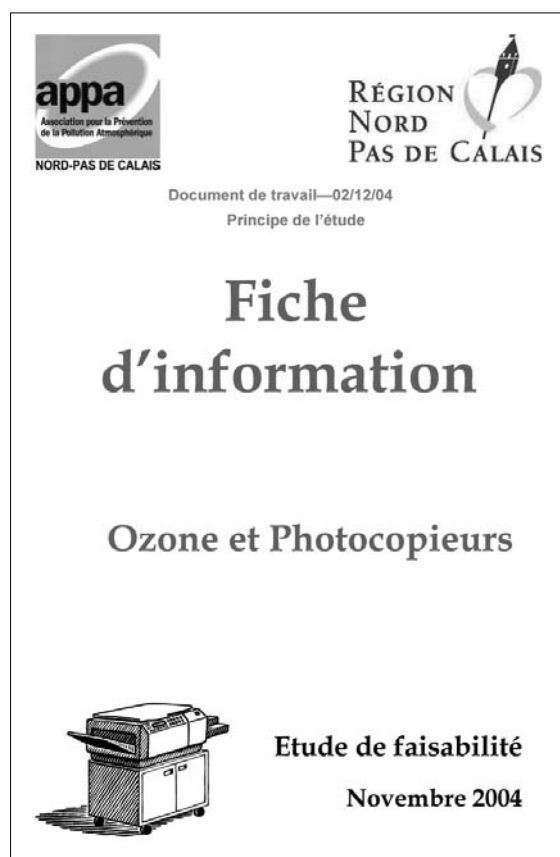


Photo 2 : Tube passif Radiello



Une seule période de 16 heures a été investiguée à Grenoble, alors que les mesures ont été réalisées à Lille sur un total de cinq périodes de 8 heures, afin de tenter de mettre en relation les concentrations mesurées, d'une part, et le nombre de photocopies quotidiennes, d'autre part.

Pour chacun des sites¹, le plan d'échantillonnage a comporté, outre les tubes exposés, un « blanc » (tube laissé dans son enveloppe scellée) utilisé pour l'analyse (la valeur du « blanc » est soustraite des concentrations mesurées pour les autres tubes). Parmi les tubes exposés, l'un intervenait en « doublon » d'une autre analyse pour tester la reproductibilité, et un badge « témoin » était posé dans une pièce adjacente.

Les mesures de la station la plus proche du réseau de surveillance de la qualité de l'air (ATMO Nord-Pas de Calais pour Lille et ASCOPARG pour Grenoble) ont été recueillies, afin de les comparer aux mesures effectuées en intérieur.

Afin d'homogénéiser les pratiques des différents opérateurs intervenant sur le terrain, une Procédure d'Opérations Standard (POS) a été rédigée. Elle définit les différentes étapes de la pose et du retrait des tubes RADIELLO, ainsi que les précautions d'emploi et de stockage du matériel.

2 - Résultats des mesures

La **limite de détection** de la méthode est de **13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** pour 8 heures d'exposition et de **7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** pour 16 heures d'exposition.

A Grenoble, les concentrations mesurées dans les différentes pièces (salle de photocopies - salle « témoin ») ne montrent pas de variation significative et sont du même ordre de grandeur que les niveaux mesurés à l'extérieur par le réseau de surveillance ASCOPARG (de l'ordre de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

A Lille (où la moyenne des concentrations sur les 7 tubes exposés est 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), aucun lien net ne peut être mis en évidence entre les concentrations mesurées à l'intérieur et le nombre de photocopies effectuées, ni avec les concentrations extérieures d'ozone (fournies par le réseau ATMO Nord-Pas de Calais).

Pour les deux sites, les concentrations mesurées sont donc très nettement inférieures à la VME recommandée par le Ministère du Travail (0,1 ppm, soit 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

3 - Estimation théorique des concentrations d'ozone

Une formule théorique (HANSEN ET ANDERSEN, 1986) peut permettre d'estimer les concentrations d'ozone dans un local équipé d'un photocopieur, à condition de connaître trois paramètres : le volume de la pièce, le débit de renouvellement d'air, et le facteur d'émission du ou des photocopieurs. Il aurait été très intéressant d'utiliser cette formule, afin de comparer les concentrations calculées à celles effectivement mesurées sur le terrain. Malheureusement, si le premier facteur de l'équation ne pose pas de problème, il en est tout autrement des deux autres.

Les facteurs d'émission semblent très difficiles à obtenir : très peu sont disponibles en libre accès sur le web, et aucun des fabricants contactés n'a répondu à nos courriers. Quant au débit de renouvellement d'air du local étudié, il n'a pas pu être calculé, malgré une tentative utilisant la mesure des concentrations de CO_2 dans le local lillois. L'appareil de mesure du CO_2 ayant été obtenu en prêt, il n'a pas pu être utilisé sur une durée suffisamment longue pour que les données soient exploitables. Les concentrations théoriques d'ozone n'ont donc pas pu être calculées. Par contre, ces concentrations de CO_2 ne dépassent pas les 600 ppm au bout de 4 heures, malgré une présence nombreuse dans une pièce de volume assez réduit, ce qui montre que la ventilation est relativement satisfaisante.

CONCLUSION

Les tubes RADIELLO posés sur une période de 8 heures se révèlent suffisamment sensibles pour être utilisés dans le cadre d'une étude de ce type. La limite de détection de 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ permet en effet de repérer des concentrations bien inférieures à la VME recommandée pour l'ozone. L'étude de faisabilité apparaît donc comme concluante sur le plan métrologique. Par contre, la formule théorique de HANSEN ET ANDERSEN (1986) paraît difficilement exploitable, dans la mesure où les facteurs d'émission ne sont pas aisément accessibles, et que le débit de renouvellement d'air est également difficile à estimer.

Au niveau des mesures effectuées, aucun lien n'a pu être mis en évidence entre les concentrations d'ozone à l'intérieur de la pièce et le nombre de photocopies, ni avec les concentrations intérieures. Les teneurs relevées (moyenne de 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sont par ailleurs nettement inférieures à la VME recommandée par le Ministère du travail (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

La méthodologie mise en place dans le cadre de l'étude de faisabilité (POS, documents d'information) pourrait être exploitée dans le cadre d'une étude ultérieure. Suite à l'étude bibliographique, il conviendrait par ailleurs de mener une étude plus approfondie concernant les imprimantes laser. En effet, ces dernières peuvent émettre de l'ozone, mais également des Composés Organiques Volatils, et cela en concentrations parfois importantes, mais très variables d'un modèle à l'autre (TUOMI et al., 2000). Alors qu'un photocopieur est souvent installé dans un local particulier (mais bien souvent mal ventilé), les imprimantes sont quant à elles fréquemment à proximité de postes de travail. Pour ces investigations futures, une collaboration devrait être envisagée avec la Santé au Travail.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CSTB, (2001), *Etude expérimentale des conditions de transfert de la pollution atmosphérique d'origine locale à l'intérieur des bâtiments d'habitation*, Rapport final, 269 p.

HANSEN AND ANDERSEN, (1986), "Ozone and other air pollutants from photocopying machines", *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 47(10), p.659-665

TUOMI et al. , (2000), "Emissions of Ozone and Organic Volatiles from a selection of laser printers and photocopiers", *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 15(8), p.629-634.

¹ uniquement pour la première période de mesures à Lille