

Le benzène, à surveiller surtout à l'intérieur des locaux



ifen

Polluant présent aussi bien dans l'air ambiant qu'à l'intérieur des locaux, le benzène constitue non seulement un problème d'environnement mais plus encore une préoccupation sanitaire en raison de son caractère cancérogène avéré.

Les résultats de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur font par ailleurs état de concentrations en benzène dans les locaux jusqu'à deux fois supérieures aux teneurs mesurées dans l'air extérieur.

Mohamedou Ba (Ifen), Souad Bouallala, Hélène Desqueyroux (Ademe), et Séverine Kirchner (Observatoire de la qualité de l'air intérieur)

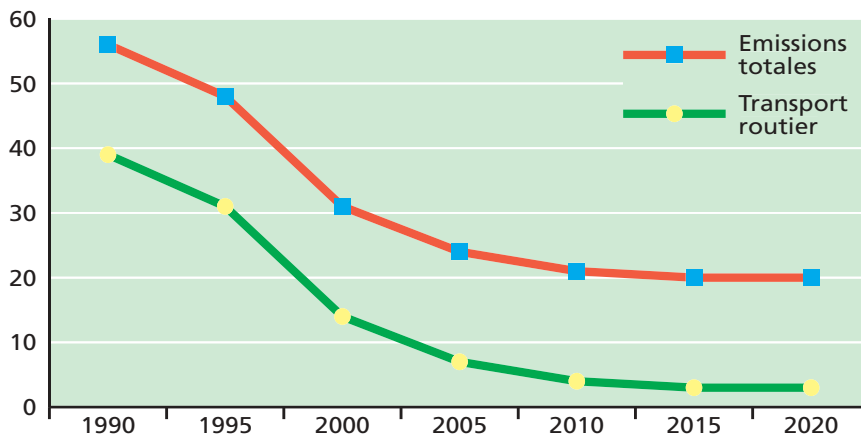
Les concentrations en benzène

Les concentrations ambiantes relevées par les Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) indiquent des baisses pouvant atteindre 75% entre 1994 et 2001 sur certains sites, conséquence d'une réglementation à présent stricte sur les carburants. Cependant, si la plupart des sites urbains respectent la valeur limite fixée par la directive européenne 2000/69/CE du

16 novembre 2000 pour la protection de la santé, la population reste encore exposée à des niveaux élevés pour la santé, surtout à l'intérieur des locaux. L'exposition à l'intérieur des lieux de vie (domicile, lieu de travail), compte tenu du temps passé, contribue ainsi pour plus de 80% aux niveaux d'exposition individuelle. L'identification des multiples sources intérieures demeure le principal problème à résoudre avant de mettre en œuvre des actions efficaces de réduction de l'exposition des populations.

Evolution et projection des émissions de benzène en France

milliers de t



Source : Comité des constructeurs français d'automobiles, 2000.

IMPACT SANITAIRE

L'induction de leucémies par le benzène a été bien établie par de nombreuses études épidémiologiques. Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC, Lyon) estime que les preuves sont suffisantes pour le considérer comme cancérogène certain pour l'homme (groupe I).

La quantification de ses effets a fait l'objet de plusieurs évaluations, effectuées à partir des études épidémiologiques disponibles, en utilisant des modèles d'extrapolation sans seuil. Ainsi, selon l'Organisation mondiale de la santé, l'exposition continue d'un million de personnes à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pendant une vie entière (soixante-dix ans), est susceptible d'induire un excès de six décès par leucémie.

Des émissions aux sources très variées

Le benzène est un composé organique volatil (COV), issu du craquage ou du reformage d'hydrocarbures pétroliers (voir définition page 4). Il est utilisé dans les carburants en remplacement du plomb pour ses propriétés antidétonantes. Les émissions de benzène dans l'environnement proviennent :

- de l'évaporation lors du stockage et de la distribution des carburants ;
- des émissions à l'échappement parmi les hydrocarbures imbrûlés ;
- de l'évaporation à partir des moteurs ou du réservoir ;
- des émissions diffuses dans l'industrie chimique où il entre comme intermédiaire de synthèse pour la fabrication de plastiques, fibres synthétiques, caoutchouc de synthèse, solvants, pesticides, colorants, etc.

EVOLUTION DE LA RÉGLEMENTATION SUR LE BENZENE

Le programme européen Auto-Oil de 1998 a été conçu pour réduire la pollution d'origine automobile en agissant aussi bien sur les véhicules que sur les carburants. Il s'est traduit, entre autres, par la mise en place de carburants plus respectueux de l'environnement. La teneur en benzène des carburants est donc passée de 5% à 1% maximum (en volume) au 1^{er} janvier 2000 (directive 98/70/CE du 13 octobre 1998).

La directive 96/62/CE du 27 septembre 1996 avait défini, pour la première fois, des principes de base permettant de fixer des objectifs concernant les concentrations de benzène dans l'air extérieur. Elle a été complétée par la directive fille 2000/69/CE du 16 novembre 2000, qui a fixé la valeur limite des concentrations en benzène dans l'air extérieur à 5 µg/m³ pour une année d'exposition, avec une tolérance de dépassement de 2001 à 2005.

En plus de la transposition en droit français de la directive fille, le décret 2002-213 du 15 février 2002 confirme un objectif de qualité à atteindre (2 µg/m³ en moyenne annuelle).

Enfin, le Conseil supérieur d'hygiène publique de France, tenant compte des avis de l'Organisation mondiale de la santé, a recommandé, dans son avis du 17 septembre 1997, une valeur limite journalière de 25 µg/m³.

A l'intérieur des locaux, la fumée de tabac est une source connue d'émission de benzène. Les produits de bricolage et d'entretien, ainsi que certains revêtements ou éléments de décoration sont également des sources potentielles.

Selon le Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (CITEPA), les émissions de benzène ont été estimées en 2000 à 44 100 tonnes en France, dont 30% provenant du transport routier et plus de 55% du secteur résidentiel et tertiaire. Les évolutions technologiques qui ont découlé de la réglementation européenne ont permis de réduire considérablement la part du transport routier. Les dernières estimations du programme Auto-Oil prévoient ainsi une baisse de 90% des émissions de benzène liées au transport entre 1990 et 2020, alors que les émissions totales de benzène ne baisseraient que de 70%.

Des concentrations en baisse régulière dans l'air extérieur ...

Les niveaux de concentration moyens annuels en benzène relevés dans l'air extérieur par les Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) sont compris entre 1 µg/m³ en sites urbains de fond et plus de 10 µg/m³ en sites de proximité au trafic (voir définition p. 4). En moyenne horaire, ces niveaux peuvent atteindre 30 µg/m³. Entre 1994 et 2001, les niveaux de concentration en sites urbains ont été divisés par 3, alors qu'en sites de proximité au trafic, ils ont été globalement divisés par 4.

Actuellement, la réglementation européenne fixe la valeur limite de concentration à 10 µg/m³ en moyenne annuelle. En France,

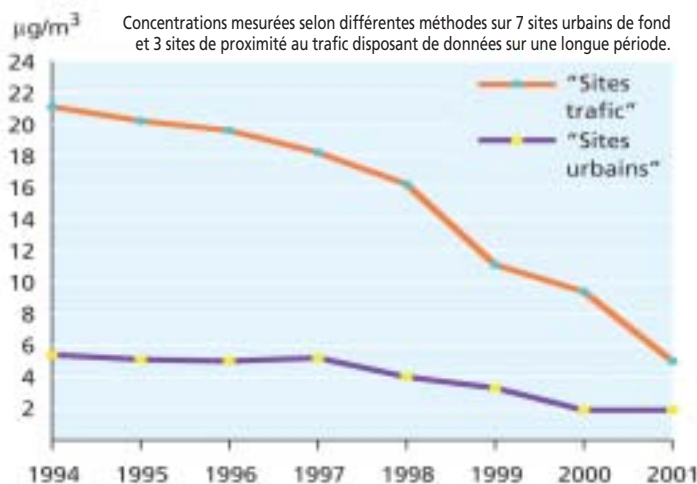
cette norme est respectée sur l'ensemble des sites urbains, tandis que l'objectif de qualité (2 µg/m³) est encore nettement dépassé sur des sites de proximité industrielle et de trafic.

... mais plus élevées dans les environnements intérieurs

Les récents résultats d'une campagne pilote de mesurage chez des volontaires, menée par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur sur 3 sites géographiques (Nord-Pas-de-Calais, Communauté Urbaine de Strasbourg, Aix-Marseille), révèlent des niveaux de concentration en benzène supérieurs à ceux mesurés dans l'air extérieur. Ainsi, dans les cuisines et les chambres de 63 logements, les niveaux de concentration en benzène enregistrés varient de 1 µg/m³ à 14 µg/m³ ; un logement sur deux présente des valeurs dans les chambres supérieures à 2 µg/m³ et 10% d'entre eux présentent des valeurs au-delà de 5 µg/m³. Les niveaux de concentration mesurés dans les cuisines et les chambres sont respectivement 1,6 et 1,5 fois plus élevés que dans l'air extérieur pour lequel ces niveaux s'étagent de la limite de détection jusqu'à 8 µg/m³ (90% des valeurs étant inférieures à 3 µg/m³).

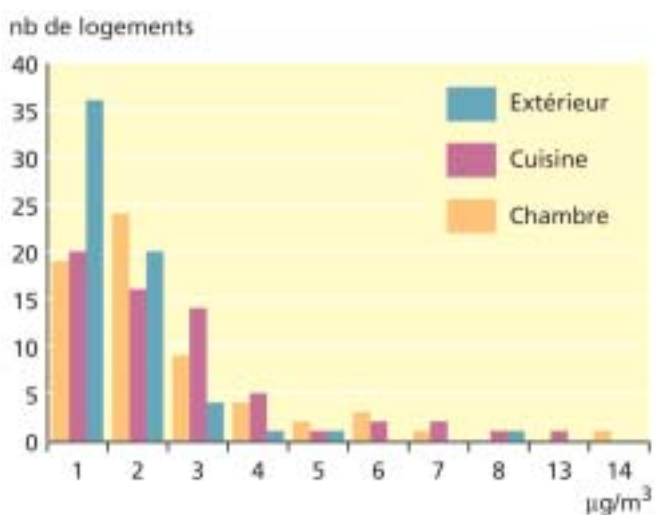
Par ailleurs, le laboratoire d'hygiène de la ville de Paris a conduit une étude sur les concentrations en benzène dans les crèches parisiennes, par convention avec la Direction régionale des Affaires sanitaires et sociales d'Ile-de-France, portant sur un échantillon représentatif de 50 crèches sur 218. Les premiers résultats montrent qu'en période hivernale, 95% des concentrations intérieures et 100% des concentrations extérieures sont inférieures à 5 µg/m³, 50% des valeurs à l'intérieur étant inférieures à 2 µg/m³.

Evolution des niveaux moyens de concentration en benzène



Source : Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA), 2002.

Niveaux de concentration en benzène dans l'air intérieur/extérieur



Source : Observatoire de la qualité de l'air intérieur, 2002.

Une exposition étroitement liée aux environnements intérieurs

Inscrite dans le cadre du programme européen MACBETH (Monitoring of Atmospheric Concentration of Benzene in European Towns and Homes), une étude visant à évaluer l'exposition des citadins au benzène a été menée à Rouen en 1997-1998 (Gonzalez-Flesca, 2000).

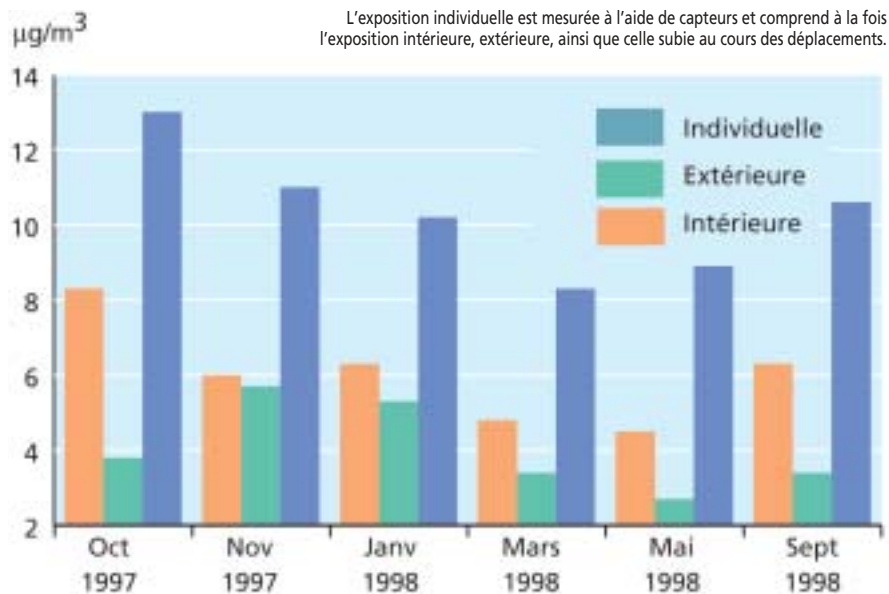
Cinquante non fumeurs ont participé à ces travaux au cours desquels des mesures d'exposition individuelle ont été couplées à des mesures extérieures sur une centaine de sites fixes dans l'agglomération rouennaise, ainsi qu'à des mesures effectuées à l'intérieur des logements des participants. Les résultats de ces mesures montrent que les niveaux de concentration intérieurs et individuels sont plus élevés mais aussi plus dispersés que les teneurs extérieures.

DES ÉTUDES POUR AMÉLIORER LA CONNAISSANCE DE L'EXPOSITION AU BENZÈNE ET SES EFFETS

Une étude multicentrique, les "sentinelles de l'air", coordonnée par l'Association pour la prévention de la pollution atmosphérique (APPA), a été engagée, en vue de mieux connaître l'évolution régionale et temporelle de l'exposition individuelle au benzène ainsi que ses déterminants. Cette étude, prévue jusqu'en 2005, a été mise en œuvre dans quatre agglomérations (Dunkerque, Grenoble, Lille et Marseille) avec 153 volontaires.

De la même façon, le projet Genotox'er (Predit/Primequal), qui a pour but de procéder à une évaluation du risque de cancer en relation avec l'exposition au benzène et aux particules des populations urbaines françaises, devra mesurer l'exposition au benzène dans trois agglomérations en 2002-2003. De 60 à 90 adultes et enfants en Ile-de-France, à Rouen et Strasbourg, participeront à deux reprises (en été et en hiver) à ce projet dont la phase pilote s'est déjà déroulée à Grenoble en 2001. Dans chaque agglomération, les volontaires seront répartis dans des zones géographiques contrastées en termes de pollution industrielle et automobile.

Niveaux de concentration en benzène selon différents types d'exposition



Source : Gonzales-Flesca, LIFE MACBETH, 2000.

EFFORTS DE SURVEILLANCE DES CONCENTRATIONS AMBIANTES EN BENZÈNE

La directive européenne 2000/69/CE du 16 novembre 2000 fixe un seuil maximal d'évaluation de concentration en moyenne annuelle ($3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) à partir duquel la mesure du benzène en station fixe s'impose, ainsi qu'un seuil minimal d'évaluation ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en dessous duquel des techniques de modélisation ou d'autres approches objectives peuvent suffire. Entre les deux seuils, elle préconise une combinaison de mesures et de techniques de modélisation.

En France, le benzène est surveillé par diverses approches complémentaires. Généralement, la surveillance est effectuée par mesurage en continu en station fixe (dans toutes les agglomérations de plus de 100 000 habitants) ou par des campagnes de surveillance périodique (grandes agglomérations) ou ponctuelle (villes de taille moyenne ou autres parties du territoire). La mesure en continu au moyen d'instruments automatiques est actuellement réalisée sur 30 sites fixes localisés en milieu urbain. Par ailleurs, vingt analyseurs complémentaires de BTX (Benzène, Toluène et Xylène) sont en cours d'acquisition et seront installés courant 2003. Les AASQA disposent également de moyens analytiques en laboratoire permettant de procéder à la surveillance du benzène dans des échantillons d'air. De très nombreuses campagnes de mesure par tubes passifs sont également menées par les associations de surveillance (à titre d'exemple, plus de 1 500 points de mesures ont été étudiés en 2001), certaines ayant pour objectif la cartographie du polluant. A ces travaux s'ajoutent les campagnes menées au moyen de camions laboratoires. D'une manière générale, la surveillance du benzène a été significativement renforcée ces dernières années, notamment à partir de 1996 dans le cadre de la mise en œuvre de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie, n°96-1236, du 30 décembre 1996.

Enfin, dans le cadre du Programme de recherche dans l'innovation des transports terrestres (Predit) et du Programme de recherche inter-organisme pour une meilleure qualité de l'air à l'échelle locale (Primequal), un programme d'étude a permis l'évaluation de l'exposition individuelle au benzène d'une centaine d'adultes franciliens non fumeurs tirés au sort parmi les personnels de la Mairie de Paris.

La valeur moyenne d'exposition individuelle ainsi mesurée atteint $4,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ avec 10% des concentrations supérieures à $7,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La contribution de l'exposition au domicile a donc été évaluée à 50%, celle sur le lieu de travail à 32% alors que celle subie au cours des déplacements domicile-travail a été estimée à 18%. La fréquentation de ces trois environnements couvre en moyenne 96% du temps passé dans une journée ordinaire. Les résultats des différentes mesures confirment l'importance des sources intérieures d'émission dans l'exposition au benzène.

Benzene: indoor exposure specially needs to be monitored

Benzene, found in both ambient air and indoor air, constitutes a concern for health. Indeed, the International Agency for Research on Cancer has classified it as carcinogenic to humans. In France, ambient air concentrations of benzene measured by the authorised air quality monitoring networks show declines of up to 75% over the period 1994 – 2001 at certain monitoring stations. This is the

result of stringent legislation on fuels. The limit value for the protection of human health, established under the European Directive 2000/69/EC of 16 November 2000, is complied with at most of the monitoring stations. However, the population remains exposed to high levels, particularly indoors. The first results of the Indoor Air Quality Monitoring Unit (Observatoire de la qualité

de l'air intérieur) point to concentrations up to twice as high as those measured in the ambient urban air. In this case, 80% of individual exposure levels stems from indoor exposure (home, workplace), given the amount of time spent there. The main problem to be solved is identifying the numerous indoor sources before effective measures aimed at reducing exposure of the population can be implemented ■

Méthodologie : la mesure du benzène dans l'environnement

Trois méthodes de mesure du benzène, en cours de référencement par le Comité européen de normalisation (CEN), sont actuellement utilisées et permettent d'obtenir des valeurs de concentration moyenne :

- La mesure en continu par chromatographes automatiques de type BTX (ces instruments permettent la mesure simultanée du benzène, du toluène, et du xylène) ;
- Le prélèvement d'échantillons d'air par tubes actifs ou par canisters en acier inoxydable. Les échantillons recueillis sont ensuite analysés en laboratoire par chromatographie en phase gazeuse ;
- Le prélèvement par préleveurs à diffusion passive (adsorption sur une cartouche adsorbante) suivi d'analyse par chromatographie en phase gazeuse après désorption.

Définitions

On entend par **craquage** ou **reformage d'hydrocarbures** les opérations visant à l'amélioration des propriétés des composés et à la conversion en nouveaux produits.

Les **Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA)** effectuent, entre autres, des mesures dans des stations fixes implantées dans des environnements diversifiés, afin d'en déterminer le niveau de pollution. Pour un polluant comme le benzène, plusieurs types de sites sont définis en fonction de l'environnement immédiat : **sites urbains de fond** (sites à l'intérieur des agglomérations, ne subissant pas l'influence directe d'une source de pollution identifiée), **sites de proximité** (sites proches d'une source de pollution : industries, voies de circulation), **sites ruraux** (sites implantés loin des agglomérations et de toute source potentielle de pollution).

Références bibliographiques

- Gonzalez-Flesca N., Bates MS., Delmas V., Cocheo V., "Benzene exposure assessment at Indoor, Outdoor and Personal levels. The French contribution to the LIFE MACBETH programme", *Environmental Monitoring and Assessment*, n°65, Dordrecht, Pays-Bas, 2000, pp.59-67.
- Kirchner S., Pasquier N., Gauvin S., Golliot F., Pietrowsky D. et Cochet C., Observatoire de la qualité de l'air intérieur - *De la phase préparatoire aux premiers résultats de l'étude pilote*, Rapport exécutif, rapport CSTB n°DD/SB-2002-02, 2002, 78 p.
- OMS, World Health Organisation, Regional Office for Europe. *Updating and Revision of the Air Quality Guidelines for Europe*. Report on a WHO Working Group on Volatile Organic Compounds, Brussels, Belgium, 2-6 October 1995. Copenhagen : WHO Regional Office for Europe, 22 p. EUR/HFA target 21. EUR/ICP/EHAZ 94 05/MT 12, 1996.

Mesure du benzène par les Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air



Mesure du benzène par
 ■ Tubes à diffusion ou canisters (21 campagnes en continu et 38 ponctuelles)
 ■ Analyseurs de BTX automatiques

Source : ADEME-BDQA/AASQA, 2002.

VIENT DE PARAÎTRE

“Les données économiques de l'environnement - Rapport de la Commission des comptes et de l'économie de l'environnement” - Edition 2002, en trois volumes :

- *Les Comptes économiques de l'environnement en 2000.* 165 pages, 25 €.
- *Emploi et environnement.* 112 pages, 20 €.
- *Forêts, économie et environnement.* 205 pages, 20 €.



L'ifem élabore et diffuse des informations scientifiques et statistiques sur l'environnement. Il s'appuie sur un important réseau de partenaires : services statistiques de l'Etat, établissements publics scientifiques et organismes spécialistes de l'environnement.

les données de l'environnement

La lettre thématique mensuelle de l'Institut français de l'environnement
Abonnement : 8 numéros, 16 €

61, boulevard Alexandre Martin
 45058 Orléans Cedex 1
 Tél : 02 38 79 78 78 Fax : 02 38 79 78 70
 E-mail : ifem@ifem.fr Web : http://www.ifem.fr

Directeur de la publication
 Vincent Jacques le Seigneur

Rédaction en chef
 Marie-Paule Maillet, Sophie Margontier
 (service des éditions)

Auteurs
 Mohamedou Ba (Ifem), Souad Bouallala, Hélène Desqueyroux (Ademe) et Séverine Kirchner (Observatoire de la qualité de l'air intérieur)

Equipe de rédaction
 Philippe Boiret, Patrice Gregoire, Bernard Nanot (Ifem), Christian Elichegaray (Ademe), Yvon Le Moullec (LHVP), Isabelle Momas (Université de Paris 5), avec la contribution de la Fédération Atmo.

Traducteur
 Mark Tuddenham

Maquette-Réalisation
 BL Communication

Dépôt légal
 ISSN 1250-8616 N° CPPAP 8-3086