

Le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes

Recommandations

Voici quels sont les objectifs de qualité esthétique (OE) pour l'eau potable contenant du toluène, de l'éthylbenzène ou des xylènes:

	OE	
	mg/L	µg/L
toluène	≤ 0,024	≤ 24
éthylbenzène	≤ 0,0024	≤ 2,4
xylènes totaux	≤ 0,3	≤ 300

Propriétés physico-chimiques, utilisations et sources de contamination

Le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes appartiennent à la série de composés organiques connus sous le nom d'alkylbenzènes. Ce sont des hydrocarbures aromatiques à noyau monocyclique auquel s'attachent divers groupes alkyles. Le toluène et l'éthylbenzène contiennent respectivement un groupe méthyle et un groupe éthyle, tandis que les xylènes contiennent deux groupes méthyle.

Il existe trois isomères possibles de xylène: le 1,2-diméthylbenzène ou orthoxylène (o-xylène), le 1,3-diméthylbenzène ou métaxylène (m-xylène) et le 1,4-diméthylbenzène ou paraxylène (p-xylène). Les xylènes sont pour la plupart fabriqués et mis en marché sous forme d'un mélange d'isomères, lequel sera appelé xylène.

Le toluène, de formule brute C_7H_8 , est un liquide clair et incolore à la température ambiante, émettant une odeur forte et sucrée semblable à celle du benzène.¹ Son point d'ébullition est de $110,6^\circ C$,^{2,3} sa pression de vapeur de 3,8 kPa à $25^\circ C$ et sa densité de 0,8869 g/mL à $20^\circ C$. Le toluène est légèrement soluble dans l'eau douce à $25^\circ C$ (535 mg/L)⁴ et son coefficient de partage octanol/eau (K_{oe}) est d'environ 2,74.⁵

L'éthylbenzène, de formule brute C_8H_{10} , est un liquide incolore et inflammable, à odeur aromatique. Son point d'ébullition est de $136,25^\circ C$,^{2,3} et à $25^\circ C$ sa densité est de 0,866 g/mL.⁶ Le coefficient de solubilité de l'éthylbenzène est de 161,2 mg/L dans l'eau distillée à $25^\circ C$,⁷ et son K_{oe} atteint 3,15.⁵

Les trois isomères du xylène sont tous incolores et liquides à la température ambiante, et leur formule brute est C_8H_{10} . Le p-xylène pur forme des lames ou des prismes incolores à $13^\circ C$, tandis que les deux autres isomères sont liquides.⁸ Leurs points d'ébullition se situent entre 137 et $144^\circ C$,^{2,3} et leurs K_{oe} sont de 2,77, 3,20 et 3,15 pour les isomères o-, m- et p-xylène respectivement.⁵

La source primaire de contamination de l'environnement par ces alkylbenzènes est l'industrie pétrolière et, à moins grande échelle, les cokeries. Le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes sont tous largement utilisés comme solvants et comme matières premières pour la synthèse de nombreux produits chimiques. On s'en sert aussi, dans une certaine mesure, dans les industries du caoutchouc et du plastique, et ils ont tous été utilisés comme additifs dans l'essence.

Soixante-dix pour cent de tout le toluène produit est utilisé dans la fabrication du benzène.¹ On se sert aussi souvent du toluène comme solvant ou diluant pour peinture, laque et adhésif, et comme précurseur de plusieurs autres produits chimiques largement répandus comme le toluène-diisocyanate, le phénol, les nitrotoluènes et les toluènes vinyliques.

L'éthylbenzène est principalement utilisé pour la fabrication du styrène. En 1975, 98 pour cent de tout l'éthylbenzène produit aux États-Unis a été utilisé comme matière première pour cette fabrication.⁹ L'éthylbenzène est aussi présent dans le xylène (jusqu'à 20 pour cent) et on se sert de ce mélange comme diluant pour la peinture, les insecticides agricoles vaporisables et les mélanges d'essence.⁹

On utilise surtout le xylène comme solvant, et on peut le trouver sous forme d'enduit protecteur, de laque, d'email, de colle à caoutchouc et d'agents de nettoyage. Les trois isomères sont également utilisés séparément comme matières premières pour la fabrication de produits chimiques divers. On utilise l'o-xylène, par exemple, pour produire de l'anhydride phtalique, le m-xylène pour produire de l'acide isophtalique et le p-xylène comme précurseur de l'acide tétraphtalique.¹⁰

En 1983, le Canada a produit plus de 400 000 tonnes de toluène et de xylène.¹¹ Des évaluations de l'utilisation de l'éthylbenzène et du xylène dans les régions entourant le bassin des Grands Lacs figurent dans un rapport annuel de 1981 décrivant les effets de ces produits sur la santé.¹² En Ontario, l'utilisation ou la production annuelle d'éthylbenzène atteint 200 millions de kilogrammes, et l'utilisation du xylène 100 millions de kilogrammes.

Les alkylbenzènes apparaissent surtout comme des polluants atmosphériques, parce qu'ils sont très volatils, mais de petites quantités peuvent se diffuser dans le milieu aquatique ou dans le sol par le biais de fuites d'essence provenant des réservoirs, par exemple.

Exposition

Lors d'une étude faite au Canada dans 30 usines de traitement de l'eau potable, l'analyse des eaux brutes a montré que le toluène était présent dans 27 des 60 échantillons recueillis, l'éthylbenzène dans 14 et l'o-xylène, le m-xylène et le p-xylène dans sept.^{13,14} Dans l'eau brute comme dans l'eau traitée, on a trouvé des teneurs d'éthylbenzène et de m-xylène inférieures à 0,001 mg/L, tandis que celle du toluène était de 0,002 mg/L dans l'eau traitée. Dans une autre étude portant sur l'eau potable en Ontario, on a trouvé des teneurs en toluène et en xylène allant du seuil de détection, c'est-à-dire 15 ng/L, jusqu'à 500 ng/L.¹⁵ Lors de l'analyse de l'eau potable alimentant 12 municipalités des Grands Lacs, on a détecté du toluène dans cinq régions (de 1,0 à 2,8 ng/L) et de l'o-xylène et du p-xylène totaux dans sept (de 1,1 à 12,0 ng/L).¹⁶ Aucune teneur n'a été indiquée pour l'éthylbenzène.

On a mesuré la teneur de l'air ambiant en alkylbenzènes, mais on n'a recueilli que très peu de données sur les teneurs dans l'air à l'intérieur des locaux ou dans les aliments.

Méthodes d'analyse et techniques de traitement

L'analyse du toluène, de l'éthylbenzène et des xylènes par chromatographie en phase gazeuse dite "purge and trap" permet de déterminer quels composés aromatiques volatils sont présents dans l'eau.¹⁷ L'utilisation d'un détecteur à photo-ionisation permet d'atteindre un seuil de détection de 0,02 µg/L pour tous les composés ci-dessus. Le seuil de détection que permet d'atteindre la spectrométrie de masse est de 0,2 µg/L. Le seuil pratique de mesure quantitative des concentrations de ces produits (fondé sur la capacité des laboratoires à les doser avec une précision suffisante) peut atteindre environ 5 µg/L, comme pour le benzène.

Les méthodes habituelles de traitement de l'eau peuvent être en partie efficaces pour débarrasser l'eau potable des xylènes, mais ne le sont pas du tout pour extraire le toluène ou l'éthylbenzène. L'aération en tour garnie constitue une méthode simple, efficace et relativement peu coûteuse pour débarrasser l'eau des xylènes et d'autres produits organiques. Toutefois, l'utilisation de ce procédé a l'inconvénient de rejeter ce contaminant directement dans l'atmosphère. Si l'on envisage d'utiliser ce traitement des eaux par aération, il faudra tenir compte soigneusement de la présence de ces produits dans l'atmosphère, de leur devenir et des expositions qu'ils entraînent, ainsi que d'autres risques éventuels.

C'est le procédé d'aération en tour garnie qui offre les meilleures possibilités de débarrasser l'eau potable de l'éthylbenzène.

Effets sur la santé

La plupart des données concernant la toxicité chronique des alkylbenzènes et des xylènes proviennent d'études sur leur inhalation. Quelques données concernant leur absorption par voie orale indiquent que ces composés sont très vite absorbés et que les groupes alkyles latéraux sont rapidement et largement métabolisés, dans les microsomes, par des oxydases à fonctions mixtes en acides solubles dans l'eau ou en leurs conjugués, qui sont rapidement excrétés par les reins.

On a gavé des rats avec de l'éthylbenzène dans l'huile d'olive à des doses de 13,6, 136, 408 ou 680 mg/kg p.c. par jour pendant 130 des 182 jours d'une période d'essais.¹⁸ Aucun effet n'a été observé chez les rats qui avaient reçu des doses de 13,6 et de 136 mg/kg p.c. par jour. Mais on a observé une augmentation du poids de leurs reins et de leur foie après l'administration du produit par voie orale à raison de 408 ou de 608 mg/kg p.c. par jour, ainsi que de légères modifications histopathologiques. Nous n'avons relevé aucune autre expérience de gavage de toluène ou de xylène ayant donné des résultats similaires.

Classification et évaluation

D'après ce que l'on connaît de la toxicité du toluène, de l'éthylbenzène et des xylènes, il s'avère que les expositions ou les doses entraînant des effets irritants sur l'appareil respiratoire ou l'axe cérébro-spinal sont des centaines de fois plus grandes que le seuil de perception organoleptique. C'est pourquoi on n'a pas classé ces substances en fonction de leurs effets potentiels sur la santé.

Paramètres esthétiques

Alexander et coll. ont mesuré les seuils de perception olfactive et gustative de divers produits chimiques dissous dans l'eau et évalué le premier en milligrammes de produit par litre d'eau inodore à 60°C.¹⁹ Ils ont déclaré que le seuil de perception olfactive mesuré à 60°C devrait être semblable à la température ambiante, parce que l'effet de la température semblait faible. Quant au seuil de perception gustative, ils l'ont rapporté en milligrammes du produit par litre d'eau inodore à 40°C.

Ces auteurs ont publié, pour le toluène, deux mesures du seuil de perception olfactive à 0,024 mg/L, et pour l'éthylbenzène deux mesures également, soit 0,0016 et 0,0032 mg/L (valeur moyenne 0,0024 mg/L).

De même, pour le toluène, ils ont effectué deux mesures du seuil de perception gustative à 0,12 et 0,16 mg/L (valeur moyenne 0,14 mg/L), et pour l'éthylbenzène, 0,064 et 0,08 mg/L (valeur moyenne 0,072 mg/L).

Pour les xylènes, Middleton et coll. ont affirmé que le goût et l'odeur pouvaient être détectés à des teneurs allant de 300 à 1 000 ppb (0,3 à 1,0 mg/L).¹⁰

Justification

Les objectifs de qualité esthétique sont $\leq 0,024$ mg/L pour le toluène (seuil de perception olfactive ci-dessus), $\leq 0,0024$ mg/L pour l'éthylbenzène (moyenne des seuils de perception olfactive ci-dessus) et $\leq 0,3$ mg/L pour les xylènes totaux (valeur la plus basse des seuils de perception gustative et olfactive mentionnés ci-dessus).

Références bibliographiques

1. U.S. Environmental Protection Agency. Ambient water quality criteria for toluene. Rapport n° EPA-440/5-80-075, octobre (1980).
2. American Petroleum Institute. Technical data book — petroleum refining. Division of Refining, New York, NY (1966).
3. Mellan, I. (dir. de publ.). Industrial solvents handbook. 2^e édition. Noyes Data Corporation, Park Ridge, NJ (1977).
4. U.S. Environmental Protection Agency. Health assessment document for toluene. Rapport n° EPA-600/8-82-008, mars (1982).
5. Hansch, C. et Leo, A. Substituent constants for correlation analysis in chemistry and biology. John Wiley & Sons, New York, NY (1979).
6. Windholz, M., Budavari, S., Stroumotos, L.Y. et Fertig, M.N. (dir. de publ.). Merck index. Merck & Co., Rahway, NJ (1976).
7. U.S. National Research Council. The alkyl benzenes. Committee on Alkyl Benzene Derivatives, National Academy Press, Washington, DC (1981).
8. Industrial Environmental Research Laboratory. Multimedia environmental goals for environmental assessment. Rapport n° PB80-115116, Research Triangle Park, NC, août (1979).

9. U.S. Environmental Protection Agency. Ambient water quality criteria for ethylbenzene. Rapport n° EPA-440/5-80-048, octobre (1980).
10. Middleton, F.M., Rosen, A.A. et Burttschell, R.H. Taste and odour research tools for water utilities. J. Am. Water Works Assoc., 50: 21 (1958).
11. Statistique Canada. Publication n° 5-3304-727, Division des industries manufacturières et primaires, février (1984).
12. International Joint Commission. Committee on the Assessment of Human Health Effects of Great Lakes Water Quality. 1981 annual report. Novembre (1981).
13. Otson, R., Williams, D.T. et Biggs, D.C. Relationships between raw water quality, treatment and occurrence of organics in Canadian drinking water. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 28: 396 (1982).
14. Otson, R., Williams, D.T. et Bothwell, P.D. Volatile organic compounds in water at thirty Canadian potable water treatment facilities. J. Assoc. Off. Anal. Chem., 65(6): 1370 (1982).
15. Smillie, R.D., Sakuma, T. et Duholke, W.K. Low molecular weight aromatic hydrocarbons in drinking water. J. Environ. Sci. Health, A13(2): 187 (1978).
16. Williams, D.T., Nestmann, E.R., Lebel, G.L., Benoit, F.M. et Otson, R. Determination of mutagenic potential and organic contaminants of Great Lakes drinking water. Chemosphere, 11(3): 263 (1982).
17. U.S. Environmental Protection Agency. Method 503.1. Volatile aromatic organic compounds in water by purge and trap gas chromatography. Environmental Monitoring and Support Laboratory, Cincinnati, OH (1985).
18. Wolf, M.A., Rowe, V.K., McCollister, D.D., Hollingsworth, R.L. et Oyen, F. Toxicological studies of certain alkylated benzenes and benzene. Arch. Ind. Health, 14: 387 (1956).
19. Alexander, C., McCarty, W.M., Bartlett, E.A. et Syverud, A.N. Aqueous odour and taste threshold values of industrial chemicals. J. Am. Water Works Assoc., 74: 595 (1982).