

**Rapport de suivi sur une substance de la LSIP1 pour laquelle
les données étaient insuffisantes pour déterminer si la
substance constitue un danger pour l'environnement**

Le styrène

mai 2003

Table des matières

SYNOPSIS	4
1.0 INTRODUCTION	5
2.0 CARACTÉRISATION DE LA PÉNÉTRATION	5
3.0 CARACTÉRISATION DE L'EXPOSITION	6
3.1 DEVENIR DANS L'ENVIRONNEMENT	6
3.1.1 <i>Air</i>	6
3.1.2 <i>Biote</i>	6
3.2 CONCENTRATIONS DANS L'ENVIRONNEMENT.....	6
3.2.1 <i>Air ambiant</i>	6
3.2.2 <i>Eaux de surface</i>	6
3.2.3 <i>Biote</i>	7
4.0 CARACTÉRISATION DES EFFETS	7
4.1 PLANTES TERRESTRES	7
4.2 FAUNE.....	8
4.3 ORGANISMES AQUATIQUES	8
5.0 ÉVALUATION DU CARACTÈRE «TOXIQUE» AU SENS DE LA LCPE DE 1999	9
5.1 PARAMÈTRES DE MESURE.....	9
5.2 PLANTES TERRESTRES	9
5.3 FAUNE.....	10
5.4 ORGANISMES AQUATIQUES	11
5.5 INCERTITUDE.....	11
5.6 CONCLUSION.....	11
6.0 BIBLIOGRAPHIE	12
ANNEXE A. STRUCTURE MOLÉCULAIRE DU STYRÈNE ET DE SES ANALOGUES	15

Liste des acronymes et des abréviations

CE ₅₀	concentration efficace médiane
CL ₅₀	concentration létale médiane
CSENO	concentration sans effet nocif observé
kg-mc	kilo de masse corporelle
LCPE	<i>Loi canadienne sur la protection de l'environnement</i>
LCPE 1999	<i>Loi canadienne sur la protection de l'environnement 1999</i>
LSIP	Liste des substances d'intérêt prioritaire
LSIP1	première Liste des substances d'intérêt prioritaire
LSIP2	deuxième Liste des substances d'intérêt prioritaire
VEE	valeur estimée de l'exposition
VESEO	valeur estimée sans effet observé
VTC	valeur critique de la toxicité

Synopsis

Le styrène, dont le nom figure dans la première Liste des substances d'intérêt prioritaire (LSIP1), avait fait l'objet d'une évaluation visant à déterminer si ce composé pouvait être qualifié de «toxique» au sens de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE). On avait alors conclu que le styrène ne devait pas être considéré comme «toxique» au sens des alinéas 11*b*) ou 11*c*) de la Loi. Cependant, on ne possédait pas assez de données pour établir s'il posait un danger pour l'environnement au sens de l'alinéa 11*a*). On manquait notamment d'information au sujet des effets potentiels du styrène sur les organismes aquatiques, sur la végétation terrestre qui y était exposée dans l'air et sur la faune, après exposition dans d'autres milieux que l'air.

Depuis 1994, d'autres tests ont été effectués en vue d'établir la toxicité du styrène pour les organismes aquatiques. Les résultats indiquent qu'il est peu probable que les concentrations de styrène observées dans les eaux de surface canadiennes ait des effets nocifs sur les organismes aquatiques. Il n'existe pas de données au sujet des effets du styrène sur la faune. Cependant, il est peu probable que les concentrations de styrène relevées dans les eaux ou les organismes de la chaîne alimentaire au Canada aient des effets nocifs sur la faune, compte tenu des résultats des études de toxicité sur les animaux de laboratoire. Aucune donnée n'a été retrouvée sur les effets potentiels du styrène sur les plantes exposées à cette substance, quand elle est présente dans l'atmosphère. Selon l'information disponible sur la toxicité de plusieurs substances de la LSIP1 dont la structure ressemble au styrène, on conclut que les plantes terrestres ne devraient pas souffrir d'une exposition au styrène aux concentrations relevées dans l'air, au Canada.

D'après les données disponibles, on conclut que le styrène ne pénètre pas dans l'environnement canadien en une quantité ou en une concentration ou dans des conditions de nature à avoir, immédiatement ou à long terme, un effet nocif sur l'environnement ou la diversité biologique. En conséquence, le styrène n'est pas considéré comme «toxique», au sens de l'alinéa 64*a*) de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement 1999*.

1.0 INTRODUCTION

Le styrène faisait partie de la première Liste des substances d'intérêt prioritaire (LSIP1) de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE), publiée dans la partie I de la *Gazette du Canada*, le 11 février 1989. On avait alors entrepris des évaluations en vue de déterminer si cette substance devait être considérée comme «toxique» au sens de la Loi. Ces évaluations ont pris fin en 1993 (Gouvernement du Canada, 1993a)¹ et aboutissaient à la conclusion que le styrène ne constituait pas un danger pour l'environnement essentiel à la vie humaine ni pour la vie ou la santé humaine, donc qu'il ne devait pas être considéré comme «toxique» au sens des alinéas 11*b*) et 11*c*) de la LCPE. Les données disponibles à l'époque ne permettaient toutefois pas d'établir si le styrène posait ou non un danger pour l'environnement au sens de l'alinéa 11*a*) de la Loi. On n'en savait notamment pas assez au sujet des effets potentiels du styrène sur les organismes aquatiques et sur la faune exposés à cette substance dans d'autres milieux que l'air. En outre, l'information existante ne permettait pas d'établir si le styrène pouvait ou non mettre la végétation terrestre en danger par exposition atmosphérique.

D'autres essais de toxicité ont été effectués sur les organismes aquatiques depuis 1994. Une recherche bibliographique récente, visant à repérer les données sur la toxicité du styrène et de ses produits de dégradation pour les plantes terrestres qui y sont exposées dans l'atmosphère, s'est soldée par un échec. Les renseignements sur les rejets industriels de styrène et sur la concentration de styrène dans l'air au Canada proviennent de bases de données canadiennes.

Le rapport que voici examine les nouvelles données sur la pénétration du styrène dans l'environnement canadien, l'exposition à cette substance et les effets qui en découlent, le but étant de déterminer si le styrène peut avoir des effets nocifs sur les organismes aquatiques et la faune. Le rapport analyse aussi l'information sur les analogues du styrène qui faisaient partie de la première Liste des substances d'intérêt prioritaire en vue d'établir si le styrène peut avoir des effets nocifs sur la végétation terrestre après exposition atmosphérique.

Le public a disposé de 60 jours pour faire des commentaires sur l'ébauche du rapport de suivi (entre le 28 septembre 2002 et le 27 novembre 2002). Aucun commentaire n'a été reçu.

2.0 CARACTÉRISATION DE LA PÉNÉTRATION

Selon l'Inventaire national des rejets de polluants, la quantité de styrène rejetée dans l'environnement sur les lieux totalisait 808 000 tonnes en 1996, dont 729 000 tonnes en rejets atmosphériques (INRP, 1999). Les rejets sur les lieux s'établissaient à 731 000 tonnes en 1995 (INRP, 1999).

L'Association canadienne des fabricants de produits chimiques (1999) signale des émissions totales de 78 tonnes des entreprises qui en sont membres, en 1998; l'année antérieure, ces émissions totalisaient 88 tonnes, comparativement à 134 en 1992.¹

3.0 CARACTÉRISATION DE L'EXPOSITION

3.1 Devenir dans l'environnement

3.1.1 Air

Le devenir du styrène dans l'atmosphère dépend de sa réactivité chimique et photochimique ainsi que des conditions physiques et chimiques ambiantes. Les radicaux hydroxyles sont d'importants réactifs et on estime qu'ils ont une demi-vie d'environ 3,6 heures pour réagir avec le styrène (Atkinson *et al.*, 1982). En dépit de la vivacité de la réaction, il se peut qu'à la concentration où on le trouve dans l'air pollué des villes, l'ozone soit suffisamment élevé pour détruire le styrène plus rapidement que les radicaux hydroxyles (Alexander, 1990). Parce qu'il réagit avec l'ozone, le styrène a une demi-vie d'environ 9 heures (U.S. EPA, 1984). La réaction du styrène avec l'ozone dans l'atmosphère produit du benzaldéhyde, du formaldéhyde, de l'acide benzoïque et des traces d'acide formique (Grosjean, 1985).

3.1.2 Biote

Avec la méthode décrite par Veith *et al.* (1979), on obtient un facteur de bioconcentration de 64 pour le styrène (Gouvernement du Canada, 1993a), ce qui indique un faible potentiel de bioaccumulation.

3.2 Concentrations dans l'environnement

3.2.1 Air ambiant

On a décelé du styrène (limite de détection de 0,1 µg/m³) dans 6 260 (52%) échantillons de 24 heures sur les 12 013 recueillis entre 1994 et 1998, inclusivement. Les prélèvements avaient été effectués à des sites ruraux, suburbains et urbains dans sept provinces, dans le cadre du Programme national de surveillance de la pollution atmosphérique (Dann, 1999). La concentration moyenne la plus élevée en 24 heures était de 43,6 µg/m³ et a été relevée dans un échantillon prélevé à Toronto (Ontario), en 1995.

3.2.2 Eaux de surface

La concentration de styrène peut atteindre jusqu'à 1,7 µg/L dans les eaux de surface canadiennes (Otson, 1992).

¹ Le Rapport d'évaluation de styrène figure sur le site Web suivant: www.hc-sc.gc.ca/hecs-sesc/dse/lcip1.htm.

3.2.3 Biote

Les données sur la concentration de styrène dans le biote sont peu nombreuses. Bonner et Meresz (1981) rapportent avoir trouvé jusqu'à 100 µg/kg de styrène dans le corps de poissons pêchés dans la rivière Sainte-Claire. En supposant un facteur de bioconcentration de 64, les organismes vivants peuplant les eaux de surface qui contiennent 1,7 µg/L de styrène présenteraient donc 109 µg/kg de styrène dans leur corps. Ce résultat est très voisin de la concentration la plus élevée observée chez les poissons de la rivière Sainte-Claire.

4.0 CARACTÉRISATION DES EFFETS

4.1 Plantes terrestres

En août 1999, on a effectué une recherche bibliographique afin de recueillir des données au sujet des effets du styrène et de ses produits de dégradation dans l'atmosphère (benzaldéhyde, formaldéhyde et acide benzoïque) sur les plantes après exposition atmosphérique. Aucune information n'a été retrouvée pour le styrène, le benzaldéhyde et l'acide benzoïque.

Il existe néanmoins des données sur le formaldéhyde. Cette substance pénètre dans l'environnement canadien à partir de sources naturelles (y compris les feux de forêt) et de sources anthropiques directes comme la combustion de carburant et l'utilisation de ce composé aux sites industriels, mais aussi par sa formation secondaire après oxydation de composés organiques naturels ou synthétiques. Le formaldéhyde fait partie de la deuxième Liste des substances d'intérêt prioritaire (LSIP2) de la LCPE et n'est pas considéré comme toxique au sens de l'alinéa 64a) de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement 1999* (LCPE 1999). On ne s'y attardera donc pas davantage dans le contexte de la présente évaluation, qui porte sur les effets environnementaux éventuels du styrène.

Faute de données sur la toxicité du styrène et de ses produits de dégradation, outre le formaldéhyde, une démarche envisageable consiste à utiliser les données se rapportant à des composés de structure analogue. Plusieurs substances de la LSIP1 ont une structure qui ressemble à celle du styrène, notamment l'aniline, le toluène, le benzène et les xylènes. La structure moléculaire de ces substances est présentée à l'annexe A. Voici un résumé de ce qu'on sait sur leur toxicité.

- *Aniline*: L'exposition du pin *Pinus taeda* L. à une concentration de 400 000 à 10 000 000 µg/m³ d'aniline pendant 21 à 35 jours cause des dommages aux aiguilles, y compris leur nécrose et leur chute (Cheeseman *et al.*, 1980, cité dans Gouvernement du Canada, 1994).
- *Toluène*: À des concentrations supérieures à 6 000 000 µg/m³, il peut y avoir chlorose et inhibition de la croissance des plantes terrestres (Slooff et Blokzijl, 1988, cité dans Gouvernement du Canada, 1992a). Les vapeurs de toluène (de 6 400 000 à

12 000 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) endommagent les jeunes plants d'orge, de tomate et de carotte qui y sont exposés pendant 0,25 à 3 heures (Currier, 1951, cité dans Gouvernement du Canada, 1992b). L'orge et la tomate sont plus sensibles que la carotte au toluène. Les dommages comprennent le noircissement de l'extrémité des feuilles, une diminution de la turgescence et la décoloration de la chlorophylle au soleil.

- *Benzène*: Le benzène a apparemment des effets aigus sur les plantes terrestres quand sa concentration dépasse 10 000 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dans l'atmosphère (Miller *et al.*, 1976, cité dans Gouvernement du Canada, 1993b). Le benzène accélère ou ralentit la croissance, voire n'a aucun effet sur elle, selon sa concentration et l'espèce touchée. Les plantes se rétablissent dans une certaine mesure des effets sublétaux au bout de 1 à 4 semaines après une exposition à court terme de 0,5 à 4 heures. Les signes les plus manifestes de toxicité comprennent le noircissement de la face supérieure des feuilles, la diminution de la turgescence et la décoloration de la chlorophylle (Currier, 1951, cité dans Gouvernement du Canada, 1993b).
- *Xylènes*: Exposées pendant 4 heures à des vapeurs de xylène (20 000 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), les feuilles d'orge présentent des lésions sur 80% de leur surface dans les 24 heures qui suivent, mais la surface foliaire atteinte n'est plus que de 10% quatre semaines après l'exposition (Currier, 1951; Currier et Peoples, 1954; cités tous deux dans Gouvernement du Canada, 1993c).

4.2 Faune

La concentration sans effet nocif observé (CSENO) la plus faible est de 12 000 $\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{mc}$ par jour pour les effets non néoplasiques chez les animaux exposés oralement au styrène par l'eau potable, si l'on se fie aux résultats d'une étude sur trois générations de rats Sprague-Dawley qui a démontré des effets au niveau de la reproduction (Beliles *et al.*, 1985, cité dans Gouvernement du Canada, 1993a). C'est cette valeur que Santé Canada a d'ailleurs retenue pour établir la dose journalière admissible en ce qui concerne les humains (Gouvernement du Canada, 1993a).

4.3 Organismes aquatiques

Très peu d'études fiables sur la toxicité du styrène pour les organismes aquatiques datent d'avant 1993. En effet, à cette époque, presque toutes les études portaient sur une concentration nominale de styrène et on ne se donnait pas la peine de minimiser les pertes attribuables à la volatilisation du composé, ni même d'en tenir compte. Depuis cependant, on réduit autant que possible l'évaporation et les résultats reposent sur la concentration de styrène mesurée. L'organisme le plus sensible testé est l'algue verte *Selenastrum capricornutum*, avec une CE_{50} de 720 $\mu\text{g}/\text{L}$ après 96 heures (Hoberg, 1995). La CL_{50} de 96 heures pour la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) s'élève à 2500 $\mu\text{g}/\text{L}$ (Qureshi *et al.*, 1982) ou à 4100 $\mu\text{g}/\text{L}$ (Exxon Biomedical Sciences Inc., 1993). Le tête-de-boule (*Pimephales promelas*) s'avère un peu moins sensible au composé, avec une CL_{50} de 10 000 $\mu\text{g}/\text{L}$ après 96 heures (Machado, 1995). La CL_{50} de 48 heures pour le cladocère *Daphnia magna* s'établissait à 4700 $\mu\text{g}/\text{L}$ (Putt, 1995a). *Hyalella azteca* est

légèrement moins sensible au composé, avec une CL_{50} de 9500 μ g/L au bout de 96 heures (Putt, 1995b).

5.0 ÉVALUATION DU CARACTÈRE «TOXIQUE» AU SENS DE LA LCPE DE 1999

L'évaluation du risque que pose une substance figurant sur la Liste des substances d'intérêt prioritaire pour l'environnement se fonde sur les méthodes exposées dans Environnement Canada (1997). L'analyse des voies d'exposition, puis la détermination des récepteurs sensibles servent à sélectionner les paramètres de mesure pour l'évaluation environnementale (p.ex., effets négatifs sur la reproduction d'espèces sensibles de poissons dans une communauté). Pour chaque paramètre, on choisit une valeur estimée de l'exposition (VEE) et on détermine une valeur estimée sans effet observé (VESEO), en divisant la valeur critique de la toxicité (VCT) par un coefficient. On calcule pour chacun des paramètres de l'évaluation un quotient prudent (ou très prudent) [VEE/VESEO], afin de déterminer s'il existe ou non un éventuel risque écologique au Canada. Si ces quotients sont inférieurs à un, on peut en conclure que la substance ne pose pas de risque important pour l'environnement, et l'évaluation du risque se termine là. Si, cependant, le quotient est supérieur à un, il faut procéder, pour ce paramètre, à une analyse dans laquelle on pose des hypothèses plus réalistes et on examine la probabilité et l'ampleur des effets. Dans le deuxième cas, on tient davantage compte des causes de variabilité et d'incertitude dans l'analyse du risque.

5.1 Paramètres de mesure

Les paramètres retenus pour la présente étude sont les effets nocifs pour les plantes terrestres exposées au styrène dans l'air, les effets nocifs pour la faune et ceux pour les organismes aquatiques.

5.2 Plantes terrestres

La VEE permettant une caractérisation très prudente du risque pour les plantes terrestres est de 43,6 μ g/m³, soit la concentration moyenne la plus forte en 24 heures relevée dans l'air au Canada entre 1994 et 1998, inclusivement.

Il n'existe pas de protocole reconnu internationalement permettant de tester les effets sur les plantes des substances chimiques auxquelles elles sont exposées dans l'atmosphère, ni d'autres données concernant les effets du styrène sur les plantes obtenues au moyen d'autres méthodes d'essai. Il existe toutefois des données sur les plantes terrestres ayant trait à des substances qui sont des analogues chimiques étroitement apparentés au styrène; ces données ont été examinées séparément et jugées acceptables.

La VCT s'établit à 400 000 μ g/m³ et correspond à la concentration la plus faible des composés de structure analogue au styrène (aniline, toluène, benzène et xylènes) qui s'avère nocive pour les plantes terrestre. Quand on divise cette valeur par 100 (pour tenir compte de l'incertitude liée à l'utilisation de la toxicité de l'aniline au lieu de celle du

styrène, de l'extrapolation des conditions de laboratoire à celles sur le terrain et de la variabilité inter- et intraspécifique de la sensibilité), on obtient une VESEO de $4000 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le quotient très prudent (VEE/VESEO) correspond donc à $43,6/4000 = 0,01$. On en conclut que le styrène n'a probablement pas d'effets nocifs sur la végétation terrestre du Canada qui y est exposée en raison de sa présence dans l'air.

L'examen des données existantes montre qu'il n'y a pas lieu de se préoccuper de l'exposition des plantes au styrène. Par ailleurs, il n'existe pas de protocole reconnu internationalement permettant de tester les effets sur les plantes des substances chimiques auxquelles elles sont exposées dans l'atmosphère. En fait, ces données ne sont pas exigées dans d'autres programmes internationaux, comme le programme de l'Organisation de coopération et de développements économiques concernant l'ensemble de données de dépistage (OCDE EDD), qui vise à détecter la toxicité des substances chimiques pour l'environnement et les humains. On juge que l'examen de cette voie d'exposition ne doit pas être poussé plus loin pour cette substance.

5.3 Faune

La VEE pour la faune a été fixée à $100 \mu\text{g}/\text{kg}$, soit la plus forte concentration de styrène relevée dans le corps d'un poisson de la rivière Sainte-Claire, et à $1,7 \mu\text{g}/\text{L}$, la plus forte concentration de styrène observée dans les eaux de surface au Canada.

La VCT s'élève à $12\,000 \mu\text{g}/\text{kg}\text{-mc}$ par jour, ce qui correspond à la CSENO la plus faible notée lors d'une étude visant à préciser les effets du composé sur la reproduction des rats qui y avaient été exposés par voie orale pendant trois générations. Lorsqu'on divise la VCT par 10 (pour tenir compte de l'extrapolation des conditions de laboratoire à celles sur le terrain et de la variabilité inter- et intraspécifique de la sensibilité), on obtient une VESEO de $1200 \mu\text{g}/\text{kg}\text{-mc}$ par jour.

Pour atteindre pareille VESEO, un animal devrait consommer chaque jour 12 fois son propre poids d'aliments renfermant $100 \mu\text{g}/\text{kg}$ de styrène ($1200 \mu\text{g}/\text{kg}\text{-mc}$ par jour divisé par $100 \mu\text{g}/\text{kg} = 12$) ou boire plus de 700 fois son propre poids d'eau renfermant $1,7 \mu\text{g}/\text{L}$ de styrène ($1200 \mu\text{g}/\text{kg}\text{-mc}$ par jour divisé par $1,7 \mu\text{g}/\text{L} = 706$), en supposant que la totalité du styrène présent dans la nourriture ou l'eau soit assimilé. Dans son évaluation initiale, le gouvernement canadien (1993a) était parvenu à la conclusion que la concentration maximale de styrène relevée dans l'air à un site rural, au Canada, était plus de 800 fois inférieure au seuil qui entraînerait des effets observables chez des mammifères sauvages exposés au composé par inhalation. Par conséquent, il est peu probable que la concentration de styrène relevée dans l'environnement canadien ait des effets nocifs sur la faune.

5.4 Organismes aquatiques

La VEE utilisée pour caractériser le risque très prudent à l'égard des organismes aquatiques s'établissait à 1,7 µg/L, soit la concentration de styrène la plus élevée relevée dans les eaux de surface canadiennes.

La VCT pour les organismes aquatiques est de 720 µg/L, ce qui correspond à la CE₅₀ de 96 heures pour l'algue verte *Selenastrum capricornutum*. Si on divise cette valeur par 10 (pour tenir compte de l'extrapolation des conditions de laboratoire à celles sur le terrain et de la variabilité inter- et intraspécifique de la sensibilité), on obtient une VESEO de 72 µg/L. Le Conseil canadien des ministres de l'Environnement s'est servi des résultats de la même étude pour fixer un seuil de tolérance provisoire de 72 µg/L pour la qualité de l'eau et protéger la vie aquatique (CCME, 1999).

Le quotient prudent (VEE/VESEO) est de $1,7/72 = 0,02$. On en conclut que la concentration de styrène dans les eaux canadiennes est peu susceptible d'avoir des effets nocifs sur les populations d'organismes aquatiques.

5.5 Incertitude

La VESEO des plantes terrestres repose sur la toxicité de l'aniline. L'incertitude liée à l'utilisation d'une substance de remplacement a été prise en compte dans le calcul de la VESEO. Il se pourrait que le styrène soit plus ou moins toxique que l'aniline.

En dépit de leurs limites, on estime que les données actuelles sur les effets environnementaux et l'exposition au styrène suffisent pour qu'on parvienne à une conclusion concernant le risque environnemental du styrène au Canada.

5.6 Conclusion

LCPE 1999 64a): D'après les données disponibles, on conclut que le styrène ne pénètre pas dans l'environnement canadien en une quantité ou en une concentration ou dans des conditions de nature à avoir, immédiatement ou à long terme, un effet nocif sur l'environnement ou la diversité biologique. En conséquence, le styrène n'est pas considéré comme «toxique», au sens de l'alinéa 64a) de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement 1999*.

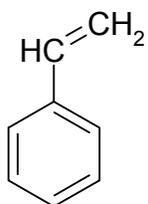
6.0 BIBLIOGRAPHIE

- Alexander, M. 1990. The environmental fate of styrene. *The SIRC Review*, avril 1990. Styrene Information and Research Center, Washington (D.C.), p. 33–42.
- Association canadienne des fabricants de produits chimiques. 1999. *Reducing emissions 7. 1998 emissions inventory and five year projections. A Responsible Care Initiative*. Association canadienne des fabricants de produits chimiques, Ottawa (Ontario).
- Atkinson, R., S.M. Aschman, D.R. Fitz, A.M. Winer et J.N. Pitts, Jr. 1982. Rate constants for the gas-phase reactions of ozone with selected organics at 296 Kelvin. *Int. J. Chem. Kinet.* 14(1): 13–18.
- Beliles, R.P., J.H. Butala, C.R. Stack et S. Makris. 1985. Chronic toxicity and three-generation reproduction study of styrene monomer in the drinking water of rats. *Fundam. Appl. Toxicol.* 5: 855–868.
- Bonner, R.F. et O. Meresz. 1981. *St. Clair River organics study: identification and quantitation of organic compounds*. Organic Trace Contaminants Section, Laboratory Services Branch, Ministère de l'Environnement de l'Ontario, 219 p.
- CCME (Conseil canadien des ministres de l'Environnement). 1999. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: Styrene. In : *Canadian environmental quality guidelines, 1999*. Conseil canadien des ministres de l'Environnement, Winnipeg (Manitoba).
- Cheeseman, J.M., T.O. Perry et W.W. Heck. 1980. Identification of aniline as an air pollutant through biological assay with loblolly pine. *Environ. Pollut.* 21: 9–22.
- Currier, H.B. 1951. Herbicidal properties of benzene and certain methyl derivatives. *Hilgardia* 20: 383–406.
- Currier, H.B. et S.A. Peoples. 1954. Phytotoxicity of hydrocarbons. *Hilgardia* 23: 155–173.
- Dann, T. 1999. Communication personnelle. Données sur le styrène du Programme national de surveillance de la pollution atmosphérique. Division des analyses et de la qualité de l'air, Centre de technologie environnementale, Environnement Canada, novembre 1999.
- Environnement Canada. 1997. *Évaluations environnementales des substances d'intérêt prioritaire conformément à la Loi canadienne sur la protection de l'environnement. Guide version 1.0, mars 1997*, Division de l'évaluation des produits chimiques, Direction de l'évaluation des produits chimiques

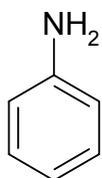
- commerciaux, Hull (Québec) (Série de la protection de l'environnement, EPS/2/CC/3F).
- Exxon Biomedical Sciences Inc. 1993. *Acute fish toxicity test: Rainbow trout*. Exxon Biomedical Sciences Inc., East Millstone (New Jersey). 30 p. (Projet n° 140358).
- Gouvernement du Canada. 1992a. Loi canadienne sur la protection de l'environnement. *Rapport d'évaluation de la Liste des substances d'intérêt prioritaire: Le toluène*. Environnement Canada et Santé et Bien-être social Canada, Ottawa (Ontario). 26 p.
- Gouvernement du Canada. 1992b. Canadian Environmental Protection Act. *Priority Substances List supporting document. Toluene* (version non corrigée). Santé et Bien-être social Canada et Environnement Canada, Ottawa (Ontario), 14 décembre 14, 1992. 80 p. + tableaux.
- Gouvernement du Canada. 1993a. Loi canadienne sur la protection de l'environnement. *Rapport d'évaluation de la Liste des substances d'intérêt prioritaire: Le styrène*. Environnement Canada et Santé Canada, Ottawa (Ontario). 47 p.
- Gouvernement du Canada. 1993b. Canadian Environmental Protection Act. *Priority Substances List supporting document. Benzene*. Environnement Canada et Santé Canada, Ottawa (Ontario). 137 p.
- Gouvernement du Canada. 1993c. Loi canadienne sur la protection de l'environnement. *Rapport d'évaluation de la Liste des substances d'intérêt prioritaire: Les xylènes*. Environnement Canada et Santé Canada, Ottawa (Ontario). 32 p.
- Gouvernement du Canada. 1994. Loi canadienne sur la protection de l'environnement. *Rapport d'évaluation de la Liste des substances d'intérêt prioritaire: L'aniline*. Environnement Canada et Santé Canada, Ottawa (Ontario). 30 p.
- Grosjean, D. 1985. Atmospheric reactions of styrenes and peroxybenzoyl nitrate. *Sci. Total Environ.* 46: 41–59.
- Hoberg, J.R. 1995. *Styrene — Toxicity to the freshwater green alga, Selenastrum capricornutum*. Présenté au Styrene Information and Research Center, Washington (D.C.), par Springborn Laboratories, Inc., Wareham (Massachusetts), 14 septembre 1995. 123 p. (Rapport SLI n° 95-6-5933).
- INRP (Inventaire national des rejets de polluants). 1999. Base de données de l'INRP. *Loi canadienne sur la protection de l'environnement*. Environnement Canada, Ottawa (Ontario).
- Machado, M.W. 1995. *Styrene — Acute toxicity to fathead minnow (Pimephales promelas) under flow-through conditions*. Présenté au Styrene Information and Research Center, Washington (D.C.), par Springborn Laboratories, Inc.,

- Wareham, (Massachusetts), 14 septembre 1995. 128 p. (Rapport SLI n° 95-6-5862).
- Miller, T.A., R.H. Rosenblatt, J.C. Darce, J.G. Pearson, R.K. Kulkarni, J.L. Welch, D.R. Cogley et G. Woodard. 1976. *Problem definition studies on potential environmental pollutants. IV. Physical, chemical, toxicological and biological properties of benzene, toluene, xylenes and p-chlorophenyl methyl sulfide, sulfoxide and sulfone*. U.S. Army Medical Research and Development Command, Fort Netrick, Frederick (Maryland) (NTIS AD/A-040 435).
- Otson, R. 1992. Communication personnelle. Direction de l'hygiène du milieu, Santé et Bien-être social Canada, Ottawa (Ontario).
- Putt, A.E. 1995a. *Styrene — Acute toxicity to water fleas (Daphnia magna) under flow-through conditions*. Présenté au Styrene Information and Research Center, Washington (D.C.), par Springborn Laboratories, Inc., Wareham (Massachusetts), 14 septembre 1995. 125 p. (Rapport SLI n° 95-6-5945).
- Putt, A.E. 1995b. *Styrene — Acute toxicity to amphipods (Hyalella azteca) under flow-through conditions*. Présenté au Styrene Information and Research Center, Washington (D.C.), par Springborn Laboratories, Inc., Wareham (Massachusetts), 14 septembre 1995. 126 p. (Rapport SLI n° 95-7-5997).
- Qureshi, A.A., K.W. Flood, S.R. Thompson, S.M. Janhurst, C.S. Inniss et D.A. Rokosh. 1982. Comparison of a luminescent bacterial test with other bioassays for determining toxicity of pure compounds and complex effluents. In: J.G. Pearson, R.B. Foster et W.E. Bishop (sous la dir.), *Aquatic toxicology and hazard assessment: Fifth conference. American Society for Testing and Materials*, Philadelphie (Pennsylvanie).
- Slooff, W. et P.J. Blokzijl (sous la dir.). 1988. *Integrated criteria document toluene. Research for Man and Environment*, National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM), Bilthoven, Pays-Bas (Rapport n° 758473010).
- U.S. EPA (Environmental Protection Agency). 1984. *Health and environmental effects profile for styrene*. Environmental Criteria and Assessment Office, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati (Ohio). 94 p. (NTIS/PB88-182175).
- Veith, G.D., D.L. DeFoe et B. Bergstedt. 1979. Measuring and estimating the bioconcentration factor of chemicals in fish. *J. Fish. Res. Board Can.* 36: 1040–1048.

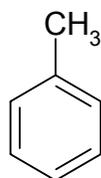
ANNEXE A. STRUCTURE MOLÉCULAIRE DU STYRÈNE ET DE SES ANALOGUES



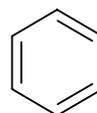
Styrène



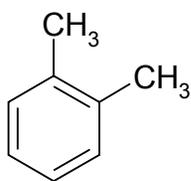
Aniline



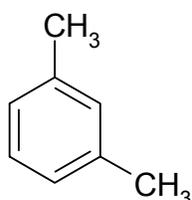
Toluène



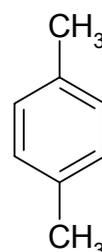
Benzène



ortho-xylène



méta-xylène



para-xylène