

ARSENIC

DESCRIPTION

L'arsenic est un métalloïde qui existe sous différentes formes de composés inorganiques et organiques. Sous sa forme inorganique, l'arsenic peut présenter plusieurs états d'oxydation (-III, 0, III et V). Dans l'eau, les formes inorganiques trivalente et pentavalente sont les plus communes. Dans les eaux de surface, on retrouvera l'arsenic principalement sous forme d'arséniates (V), tandis que dans les eaux souterraines, les arsénites (III) sont généralement plus abondants (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2000). La forme inorganique prédominante dans l'eau est déterminée par le pH et les conditions d'oxydoréduction. Par conséquent, si ces conditions changent, la forme d'arsenic inorganique change aussi (United States Environmental Protection Agency, 2000b). L'arsenic, sous sa forme trivalente, est plus toxique que sous sa forme pentavalente (Szinicz et Forth, 1988).

Les deux composés d'arsenic organique les plus souvent rencontrés dans l'environnement sont l'acide monométhylarsinique (AMMA) et l'acide diméthylarsinique (ADMA). On reconnaît également une sous-classe de composés organiques nommée arsenic alimentaire. Il s'agit de l'arsénobétaine et de l'arsénocholone que l'on trouve principalement dans les poissons, les mollusques et les crustacés. L'arsenic alimentaire est considéré comme peu toxique (National Research Council, 1999).

SOURCES ET NIVEAUX ENVIRONNEMENTAUX

Sources

L'arsenic peut se retrouver de façon naturelle dans l'eau, par dissolution de dépôts minéraux ou de roches contenant de l'arsenic inorganique (ex. : arsénopyrite [FeAsS], souvent associé à la présence d'or). D'importantes concentrations d'arsenic peuvent être mesurées dans l'eau des puits artésiens lorsque la nappe phréatique est en contact avec des gisements qui contiennent de l'arsenic (Gagné et Poissant, 1998). Les dépôts atmosphériques contribuent également à la présence d'arsenic dans l'eau. Ces dépôts proviennent principalement de la combustion d'énergies fossiles (notamment le charbon), de la production de métaux, des activités agricoles (utilisation de pesticides) et de l'incinération des déchets (Santé Canada, 2006a; Santé Canada, 2006b). Les installations de production d'or et de métaux communs constituent les principales sources anthropiques d'arsenic dans l'environnement canadien. L'arsenic est aussi utilisé dans les produits de préservation du bois (Environnement Canada et Santé Canada, 1993). L'arsenic se retrouve également en quantité importante dans de nombreuses espèces de poissons et de coquillages qui sont parfois utilisés comme additifs dans les aliments destinés à l'élevage de la volaille. La présence d'arsenic inorganique a de plus été détectée dans les algues marines hijiki en quantité plus importante que dans les autres types d'algues marines (Agence canadienne d'inspection des aliments, 2001). Il est toutefois difficile de comparer directement l'apport d'arsenic provenant des aliments à celui provenant de l'eau potable, car une proportion importante de l'arsenic organique chez les poissons et les mollusques se retrouve sous des formes qui sont considérées comme peu toxiques et qui sont rapidement excrétées par l'organisme (Santé Canada, 2006a; Santé Canada, 2006b).

Concentrations dans l'eau potable

Au Québec, entre 1990 et 2002, les concentrations d'arsenic dans les eaux de surface et les eaux souterraines municipales traitées étaient respectivement en deçà de 10 µg/l dans 99 % et 98 % des échantillons analysés, la moyenne annuelle se situant à 1,6 µg/l pour les eaux de surface et à 2 µg/l pour les eaux souterraines (Santé Canada, 2006a). Dans les puits privés, les concentrations sont habituellement faibles mais des teneurs de plus de 100 µg/l peuvent être mesurées dans certains puits (Choinière et

Beaumier, 1997). Des concentrations élevées d'arsenic ont notamment été mesurées dans certains puits privés se trouvant dans les régions de Chaudière-Appalaches, du Centre-du-Québec, de l'Abitibi-Témiscamingue (Bureau d'audiences publiques sur l'environnement, 2000) et de l'Estrie (Ouellet, 1992). Il faut toutefois noter que, dans un même secteur, les concentrations peuvent être très variables d'un puits à l'autre.

Exposition de la population

On estime pour un adulte canadien à environ 48 µg/j l'apport quotidien d'arsenic (total). L'arsenic inorganique contribue dans une proportion variant entre 20 (10 µg/j) et 40 % (19 µg/j) à l'apport quotidien total d'arsenic (National Research Council, 1999). Cet apport se compare à celui provenant de la consommation d'une eau (1,5 l/j) contenant environ 10 µg/l. L'exposition par inhalation est considérée comme marginale sauf dans les régions où l'on retrouve des sources d'émissions atmosphériques d'arsenic d'origine industrielle (ex. : fonderies de métaux). Le tabac n'est pas une source significative d'exposition (Environnement Canada et Santé Canada, 1993).

VOIES D'ABSORPTION

La seule voie significative d'absorption de l'arsenic présent dans l'eau de consommation est l'ingestion. L'arsenic inorganique est en effet bien absorbé par la voie orale mais beaucoup moins par la peau (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2000; National Research Council, 1999). Le contact cutané lors de la prise de bains ou de douches est une voie d'exposition peu importante (absorption de 2 à 6 % en 24 heures lors de test *in vitro*) (Wester *et al.*, 1993). L'arsenic inorganique étant non volatil, l'inhalation lors de la prise de bains ou de douches peut être considérée comme négligeable.

PHARMACOCINÉTIQUE ET MÉTABOLISME

Près de 90 % de l'arsenic trivalent et pentavalent ingéré est absorbé par le tractus gastro-intestinal. Après l'ingestion, l'arsenic inorganique est diffusé rapidement dans la circulation sanguine où il se fixe principalement aux protéines et à des composés de faibles poids moléculaires renfermant des groupements sulfhydriles. Il se distribue ensuite dans le foie, les reins, les poumons, la rate et la peau, mais s'accumule principalement dans la peau, les os et les muscles. Par ailleurs, l'arsenic a peu tendance à s'accumuler dans le lait maternel (National Research Council, 1999) et il y aurait un transfert transplacentaire de l'arsenic chez l'humain comme chez la souris (National Research Council, 1999).

L'arsenic est métabolisé selon le schéma suivant (National Research Council, 2001) :



où :

As(V)	arsenate
As(III)	arsenite
AMMA(V)	acide monométhylarsonique
AMMA(III)	acide monométhylarsineux
ADMA(V)	acide diméthylarsinique
ADMA(III)	acide diméthylarsineux

L'arsenic pentavalent, tout comme l'arsenic organique, est rapidement éliminé par les reins. L'arsenic trivalent, pour sa part, est éliminé selon deux processus qui se déroulent à des vitesses différentes. Le premier est l'excrétion urinaire rapide de l'arsenic non méthylé sous les formes trivalente et pentavalente (près de 90 % de la totalité de l'arsenic excrété par voie urinaire durant les douze premières heures).

Le deuxième est la méthylation séquentielle de l'As(III) dans le foie en AMMA(V), AMMA(III), ADMA(V) et en ADMA(III). L'élimination des composés méthylés débute environ cinq heures après l'ingestion, mais atteint son niveau maximal deux ou trois jours plus tard. La capacité de méthylation de l'arsenic est progressivement saturée lorsque l'apport quotidien dépasse 0,5 mg, cependant elle ne semble pas se saturer complètement, même dans le cas de doses quotidiennes allant jusqu'à 1 mg (Santé Canada, 2006a). Les voies d'élimination secondaires de l'arsenic inorganique sont la peau, les cheveux, les ongles et la sueur. On estime que la demi-vie de l'arsenic inorganique chez l'humain se situe entre deux et quarante jours (Santé Canada, 2006a).

DONNÉES TOXICOLOGIQUES ET ÉPIDÉMIOLOGIQUES

Il a récemment été démontré que la toxicité de l'arsenic était largement associée à ses métabolites et qu'elle dépendait de la spéciation, la forme trivalente étant plus toxique que la forme pentavalente (NRC, 2001).

Intoxication aiguë

Une exposition aiguë à des concentrations de plusieurs milligrammes par jour entraînera une irritation importante des voies digestives, puis des troubles neurologiques sévères, des troubles cardiovasculaires et enfin une atteinte hépatique et rénale (United States Environmental Protection Agency, 2001; National Research Council, 1999). Une revue des cas rapportés dans la littérature indique que la dose létale minimale observée est de 2 mg/kg (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2000).

Effets sur la reproduction et le développement

Les données animales suggèrent que l'arsenic peut altérer le développement fœtal et causer des malformations chez certaines espèces. Cependant, les quelques études épidémiologiques réalisées sur le sujet ne permettent pas pour l'instant de conclure que l'arsenic puisse provoquer de tels effets chez l'humain (United States Environmental Protection Agency, 2001; National Research Council, 1999).

Intoxication chronique

Les lésions cutanées, notamment l'hyperpigmentation, les verrues et l'hyperkératose des paumes des mains et des plantes des pieds sont les signes cliniques les plus précoces et les plus couramment observés après une exposition prolongée à l'arsenic par l'eau de consommation. Ces effets ont été observés après des périodes d'exposition allant de 5 à 15 ans à des doses de plus de 700 µg/j (équivalant à une consommation de 1,5 l d'eau contenant plus de 400 µg/l). Des neuropathies périphériques, des atteintes cardiovasculaires et vasculaires périphériques ont également été associées à une exposition prolongée à l'arsenic inorganique présent dans l'eau (National Research Council, 2001; National Research Council, 1999; Santé Canada, 2006a). Une incidence de diabète plus élevée chez les personnes exposées à l'arsenic a aussi été rapportée (United States Environmental Protection Agency, 2001; National Research Council, 2001; Santé Canada, 2006a).

Effets cancérogènes

L'arsenic n'a pas été démontré cancérogène chez l'animal (Organisation mondiale de la Santé, 2000; United States Environmental Protection Agency, 2000a). Toutefois, plusieurs études épidémiologiques réalisées en Asie, au Mexique et en Amérique du Sud ont permis d'observer que l'ingestion d'une eau contenant quelques centaines de µg d'arsenic par litre pouvait induire plusieurs types de cancers : de la peau, des poumons et de la vessie et possiblement des reins, du foie et du colon (United States Environmental Protection Agency, 2001; National Research Council, 1999). Selon le National Research Council (National Research Council, 1999), Santé Canada (Environnement Canada et Santé

Canada, 1993) et l'US EPA (agence américaine de protection de l'environnement) (United States Environmental Protection Agency, 1998), les données disponibles sont actuellement suffisantes pour considérer l'arsenic comme une substance cancérigène chez l'humain par voie orale.

GROUPES VULNÉRABLES

Des études chez l'humain suggèrent de grandes différences dans la capacité de l'organisme à méthyler l'arsenic et l'existence d'un polymorphisme génétique est suspecté (National Research Council, 1999). D'autres facteurs comme l'âge, le sexe, l'état nutritionnel et l'exposition simultanée à d'autres contaminants environnementaux pourraient également expliquer une partie de la variabilité observée dans certaines populations (Watanabe *et al.*, 2001; National Research Council, 1999). Cependant, les données actuellement disponibles ne permettent pas de définir des groupes sensibles pour lesquels des estimations de risque spécifique puissent être réalisées (National Research Council, 1999).

INTERACTIONS AVEC D'AUTRES SUBSTANCES

Le sélénium pourrait contribuer à réduire la toxicité de l'arsenic en facilitant son élimination. Il n'y a pour l'instant aucune autre évidence d'une interaction possible de l'arsenic avec d'autres métaux (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2000).

DOSAGE BIOLOGIQUE ET SIGNES CLINIQUES

Dosage biologique

Les concentrations d'arsenic dans l'urine, les cheveux ou les ongles sont les indicateurs biologiques de l'exposition à l'arsenic les plus couramment utilisés. Les teneurs mesurées dans les urines sont le reflet d'une exposition récente (derniers jours). Les concentrations mesurées comprennent à la fois l'arsenic inorganique et les métabolites (AMMA et ADMA). Il faut souligner que l'ingestion de certains types d'aliments comme les algues et les mollusques peuvent entraîner une augmentation importante des concentrations d'ADMA dans l'urine qui peut être interprétée faussement comme le résultat d'une exposition à l'arsenic (World Health Organization, 2001; National Research Council, 1999). Il est donc recommandé de ne pas consommer ces aliments au moins quatre jours avant la prise d'un échantillon d'urine (Weir, 2002). Les teneurs normales d'arsenic dans l'urine sont généralement inférieures à 10 µg/l, quoique des teneurs plus élevées aient également été rapportées (National Research Council, 1999).

La mesure des concentrations d'arsenic dans les cheveux et les ongles peut être utilisée pour déterminer si une personne a été exposée à l'arsenic inorganique au cours des derniers mois. Les concentrations mesurées dans les phanères peuvent être considérées comme représentatives de l'exposition passée à l'arsenic inorganique. Les concentrations dans les cheveux et les ongles sont normalement inférieures à 1 µg/g (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2000). Une contamination externe possible des cheveux (lors de la prise d'une douche avec une eau contaminée) peut entraîner une surestimation de la concentration d'arsenic dans les cheveux et invalider les résultats. Il faut de plus noter qu'une augmentation des concentrations d'arsenic dans les phanères ne peut être mesurée que lorsque l'exposition est relativement importante (consommation d'une eau présentant une concentration d'environ 100 µg d'arsenic/l au minimum (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2000). Compte tenu de ces limites on peut dire, à l'heure actuelle, qu'il est difficile d'évaluer l'exposition à de faibles doses par dosage biologique.

Signes cliniques

Le signe clinique le plus précoce d'une intoxication à l'arsenic est une séquence de changements cutanés qui comprend une hyperpigmentation parsemée de petites zones d'hypopigmentation surtout sur le tronc, les bras, les mains, les jambes et les pieds (parfois sous la langue et sur les muqueuses buccales) et la formation de verrues ou de cors hyperkératosés sur les paumes des mains et les plantes des pieds. Ces effets peuvent être observés par un examen dermatologique de routine (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2000; National Research Council, 1999).

MÉTHODE ANALYTIQUE, LIMITE DE DÉTECTION ET SEUIL DE QUANTIFICATION

L'arsenic n'a ni goût ni odeur, les consommateurs ne peuvent donc pas déceler sa présence dans leur eau potable. La présence d'arsenic dans l'eau ne peut être détectée que par une analyse chimique de l'eau. La méthode analytique utilisée par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec est la méthode automatisée par spectrophotométrie d'absorption atomique et formation d'hydrures. La limite de détection de cette méthode est de 1 µg/l. Le seuil pratique de quantification, fondée sur la capacité des laboratoires de mesurer la concentration d'arsenic avec des limites raisonnables de précision et d'exactitude, est de 3 µg/l (Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 2003). Même si les résultats obtenus par cette méthode reflètent la concentration d'arsenic total retrouvée dans l'eau, ceux-ci peuvent être considérés comme le reflet des teneurs en arsenic inorganique parce que, tel que mentionné précédemment, l'arsenic présent dans l'eau est principalement inorganique.

MESURES DE CONTRÔLE DISPONIBLES

Mesures communautaires

Les traitements efficaces pour éliminer l'arsenic sont nombreux et diversifiés. Parmi ceux-ci on retrouve la coagulation à l'alun et au sulfate ferrique, l'adoucissement à la chaux, l'adsorption sur alumine active, la filtration sur sable vert, l'échange d'ions et l'osmose inverse (United States Environmental Protection Agency, 2000b; Santé Canada, 2006a).

Mesures individuelles

Plusieurs dispositifs de traitement de l'eau dans les domiciles, comme les unités d'osmose inverse, les systèmes de filtration sur alumine active et les systèmes d'échange d'ions, permettent de réduire les niveaux d'arsenic dans l'eau (United States Environmental Protection Agency, 2000b). Santé Canada recommande, aux consommateurs qui désirent se procurer de tels appareils, l'achat d'un dispositif de traitement de l'eau certifié conforme à une des normes de rendement en matière de santé ANSI/NSF (Santé Canada, 2004).

NORMES ET RECOMMANDATIONS

Norme et recommandation québécoise

La concentration maximale d'arsenic permise en vertu du *Règlement sur la qualité de l'eau potable* est de 25 µg/l (annexe 1 du règlement) (Gouvernement du Québec, 2001). Pour les réseaux qui alimentent plus de 20 personnes, le règlement prévoit le prélèvement d'au moins un échantillon des eaux distribuées entre le 1^{er} juillet et le 1^{er} octobre (article 14). L'échantillon doit être prélevé dans la partie centrale du réseau de distribution (article 16), au robinet, après avoir laissé couler l'eau pendant

au moins cinq minutes (article 11, 2^e alinéa). De plus, l'eau ne doit pas avoir subi de traitement par le biais d'un dispositif individuel (article 11, 2^e alinéa).

Considérant que Santé Canada a abaissé la CMA (concentration maximale acceptable) à 10 µg/l et que le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs étudie la possibilité d'appliquer cette recommandation, il est probable que la CMA soit ajustée à ce niveau lors de la prochaine mise à jour du *Règlement sur la qualité de l'eau potable*.

Recommandation canadienne

Au Canada, la CMA recommandée est de 10 µg/l (Santé Canada, 2006a). Cette recommandation est basée sur la faisabilité technique de traitement aux échelles municipales et résidentielles. Toutefois, les concentrations d'arsenic dans l'eau potable devraient être maintenues au niveau le plus faible qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre (Santé Canada, 2006a). Le pouvoir cancérogène de l'arsenic a été l'effet critique considéré pour justifier l'élaboration de cette recommandation.

Pour l'évaluation de risque, Santé Canada a retenu une étude écologique effectuée chez une population du sud-ouest de Taïwan exposée à des concentrations élevées (350 à 1140 µg/l) d'arsenic dans l'eau potable. Pour estimer le risque de cancer de la vessie, du foie et du poumon associé à l'ingestion d'arsenic présent dans l'eau potable, Santé Canada a utilisé le modèle de Poisson et les ajustements de Morales *et al.* (2000). Ainsi, sur la base d'une augmentation de 1 % du risque, dans l'ensemble, il est estimé que les risques associés à l'ingestion de 1 µg/l d'arsenic dans l'eau potable se situent entre $3,06 \times 10^{-6}$ à $3,85 \times 10^{-5}$. Le risque unitaire de cancer associé à l'ingestion d'arsenic présent dans l'eau potable est exprimé sous forme de plage, puisque l'exposition à vie à l'arsenic peut être à l'origine de divers types de cancers, notamment le cancer du foie, de la vessie et du poumon. La plage de risque unitaire compte comme limite inférieure le risque unitaire de cancer du foie ($3,06 \times 10^{-6}$), et comme limite supérieure le risque unitaire de cancer du poumon ($3,85 \times 10^{-5}$). Cette plage englobe également les risques estimés pour les cancers de la vessie et d'autres organes internes (Santé Canada, 2006a).

Sur la base de ce calcul du risque unitaire, la concentration acceptable d'arsenic dans l'eau potable qui présente un niveau de risque pour la santé « essentiellement négligeable » est de 0,3 µg/l. L'intervalle de confiance à 95 % pour le risque de cancer à vie associé à cette concentration est de $1,9 \times 10^{-6}$ à $1,39 \times 10^{-5}$. Il entre dans la plage considérée comme étant « essentiellement négligeable » soit, une plage allant de 1 nouveau cas de cancer de plus que le bruit de fond pour 100 000 individus à 1 pour 1 000 000 (c.-à-d. 10^{-5} à 10^{-6}) (Santé Canada, 2006a).

Compte tenu de l'incidence des cancers internes chez les sujets du sud-ouest de Taïwan, la plage de risque excédentaire à vie de cancer des organes internes associée à l'ingestion d'eau potable ayant une concentration d'arsenic égale à la recommandation canadienne de 10 µg/l va de $3,0 \times 10^{-5}$ à $3,9 \times 10^{-4}$. Ainsi, à cette concentration, la recommandation canadienne dépasse la plage considérée comme étant « essentiellement négligeable » (Santé Canada, 2006a).

Norme américaine

Depuis janvier 2006, les États-Unis ont fixé la norme d'arsenic dans l'eau potable à 10 µg/l (United States Environmental Protection Agency, 2001). De plus, il est indiqué dans le règlement que lorsqu'un système de distribution détecte de l'arsenic à des concentrations supérieures à 5 µg/l, le *consumer confidence report* doit fournir des informations supplémentaires. Voici exemple du type de renseignement :

While your drinking water meets EPA's standard for arsenic, it does contain low levels of arsenic. EPA's standard balances the current understanding of arsenic's possible health effects against the costs of removing arsenic from drinking water. EPA continues to research the health effects of low levels of arsenic, which is a mineral known

to cause cancer in humans at high concentrations and is linked to other health effects such skin damage and circulatory problems (US EPA, 2001).

La valeur de 10 µg/l a été fixée en considérant les bénéfices en terme de réduction de la fréquence des cas de cancer dans la population américaine et les coûts associés à l'implantation des technologies permettant d'atteindre différents niveaux d'arsenic dans les réseaux de distribution d'eau potable aux États-Unis. Dans son calcul, l'US EPA a considéré la fréquence de cancers de la vessie et du poumon observée dans la population taïwanaise (Chen *et al.*, 1992; Wu *et al.*, 1989; Chen *et al.*, 1988). L'extrapolation haute dose/basse dose a été réalisée en utilisant le modèle jugé le plus approprié (l'hypothèse de la linéarité de la relation dose/réponse a été retenue par l'US EPA). Le niveau de risque associé à une concentration de 10 µg/l varie entre $1,3 \times 10^{-4}$ et $6,1 \times 10^{-4}$ selon les différentes estimations de l'exposition. Pour l'ensemble de la population américaine exposée à l'arsenic par l'eau potable, l'US EPA estime qu'entre 37 et 55 cas de cancer (combinés vessie/poumon) pourraient être évités annuellement en abaissant la norme fédérale pour l'arsenic de 50 µg/l à 10 µg/l (United States Environmental Protection Agency, 2001; United States Environmental Protection Agency, 2000b). Un comité indépendant du National Research Council chargé d'examiner les évaluations faites par l'US EPA a conclu que les niveaux de risque associés à une exposition à l'arsenic pourraient être encore plus élevés que les valeurs présentées par l'agence américaine (National Research Council, 2001).

Critère de l'OMS

La valeur guide provisoire de l'OMS est de 10 µg/l (Organisation mondiale de la Santé, 2004). L'OMS, n'ayant pas effectué d'évaluation de risque pour l'arsenic, se réfère plutôt à celle effectuée par le NRC (2001). Cette valeur de 10 µg/l a été retenue en raison des incertitudes scientifiques de l'évaluation de risque de la cancérogénicité de l'arsenic à de faibles concentrations et les difficultés à réduire l'arsenic dans l'eau potable à des concentrations inférieures à 10 µg/l (WHO, 2003).

Tableau 1 **Résumé des normes et recommandations**

Norme québécoise	Recommandation canadienne	Norme américaine	Critère de l'OMS
25 µg/l	10 µg/l	10 µg/l	10 µg/l*

* Valeur provisoire

Fiche rédigée par :

Jean-Claude Belles-Isles, Karine Chaussé, en collaboration avec Denise Phaneuf et les membres du Groupe scientifique sur l'eau de l'Institut national de santé publique du Québec

Fiche modifiée en juillet 2006 par :

Louise Normandin

Citation suggérée pour la présente fiche :

Groupe scientifique sur l'eau (2006), *Arsenic*, Dans *Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine*, Institut national de santé publique du Québec, 9 p.

RÉFÉRENCES

Agence canadienne d'inspection des aliments (2001), *Arsenic inorganique et consommation d'algues marine hijiki*, Accessible à : www.inspection.gc.ca/francais/corpaffr/foodfacts/arsenicf.shtml, Consulté en: Juin 2002.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2000), *Toxicological profile for arsenic*, Accessible à : www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp2.html, Consulté en: Juin 2002.

Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (2000), *L'eau, ressource à protéger, à partager et à mettre en valeur*, Accessible à : www.bape.gouv.qc.ca/eau/, Consulté en: Mai 2002.

Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (2003), *Détermination de l'arsenic dans l'eau; Méthode automatisée par spectrophotométrie d'absorption atomique et formation d'hydrures ; M.A. 203 - As 1.0*, Ministère de l'Environnement du Québec, 17 p.. Accessible à : <http://ceaeq.gouv.qc.ca/methodes/pdf/MA203As10.pdf>, Consulté en : Août 2006.

Chen, C. J., Chen, C. W., Wu, M. M. et Kuo, T. L. (1992), Cancer potential in liver, lung, bladder and kidney due to ingested inorganic arsenic in drinking water, *Br J Cancer*, 66(5), 888-892.

Chen, C. J., Wu, M. M., Lee, S. S., Wang, J. D., Cheng, S. H. et Wu, H. Y. (1988), Atherogenicity and carcinogenicity of high-arsenic artesian well water. Multiple risk factors and related malignant neoplasms of blackfoot disease, *Arteriosclerosis*, 8(5), 452-460.

Choinière, J. et Beaumier, M. (1997), *Bruits de fond géochimiques pour différents environnements géologiques au Québec*, Ministère des Ressources naturelles - Service des minéraux industriels et de l'assistance à l'exploration, 10 p.

Environnement Canada et Santé Canada (1993), *L'arsenic et ses composés. Loi canadienne sur la protection de l'environnement; Liste des substances d'intérêt prioritaire - rapport d'évaluation*, Accessible à : http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/contaminants/psl1-lsp1/arsenic_comp/arsenic-larsenic_f.pdf#search=arsenic%20et%20ses%20compos%C3%A9s%20%20loi%20canadienne%20protection, Consulté en: Août 2006.

Gagné, D. et Poissant, L.-M. (1998), L'arsenic et la santé humaine : la littérature et le vécu, *Bulletin d'information en santé environnementale*, 9(1), 1-4.

Gouvernement du Québec (2001), Règlement sur la qualité de l'eau potable, L.R.Q., c. Q-2, r.18.1.1.

Morales, KH, Ryan, L., Kuo, TL., Wu, MM., Chen, CJ (2000). Risk of internal cancers from arsenic in drinking water. *Environ. Health Perspect.*, 108: 655-661.

National Research Council (1999), *Arsenic in drinking water*, National Academy Press, Washington, D.C., 310 p.

National Research Council (2001), *Arsenic in drinking water: 2001 Update*, National Academy Press, Washington, D.C., and 325 p.

Organisation mondiale de la Santé (2000), *Arsenic*, In *Directives de qualité pour l'eau de boisson; Volume 2 - Critères d'hygiène et documentation à l'appui* Genève, pp. 181-192.

Ouellet, M. (1992), *Validation d'une banque de données géochimiques et la connaissance des eaux souterraines du Québec (Campagne d'échantillonnage)*, Ministère de l'Environnement - Direction des écosystèmes urbains - Division des eaux souterraines, 15 p.

Santé Canada (2004), *Questions et réponses sur les dispositifs de traitement de l'eau de consommation*, Accessible à : http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/water-eau/faq_devices-dispositifs_f.html, Consulté en: Août 2006.

Santé Canada (2006a), *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : document technique. L'arsenic*. Accessible à : http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/doc_sup-appui/arsenic/index_f.html, Consulté en : Juin 2006.

Santé Canada (2006b), *Votre santé et vous - Arsenic dans l'eau potable*, Accessible à : http://www.hc-sc.gc.ca/iyh-vsv/environ/arsenic_f.html. Consulté en: Août 2006.

Szinicz, L. et Forth, W. (1988), Effect of As₂O₃ on gluconeogenesis, *Arch Toxicol*, 61(6), 444-449.

Tseng, W. P., Chu, H. M., How, S. W., Fong, J. M., Lin, C. S. et Yeh, S. (1968), Prevalence of skin cancer in an endemic area of chronic arsenicism in Taiwan, *J Natl Cancer Inst*, 40(3), 453-463.

United States Environmental Protection Agency (1988), *Special report on ingested inorganic arsenic, skin cancer; nutritional essentiality*, 124 p.

United States Environmental Protection Agency (1998), *Arsenic inorganic - Integrated Risk Information System (IRIS)*, Accessible à: www.epa.gov/iris/subst/0278.htm, Consulté en: Mars 2001.

United States Environmental Protection Agency (2000a), *Arsenic proposed drinking water regulation: a science advisory board review of certain elements of the proposal - a report by the EPA science advisory board*, 45 p.

United States Environmental Protection Agency (2000b), National primary drinking water regulations ; Arsenic and clarifications to compliance and new source contaminants monitoring ; Proposed Rule, In *Federal Register Part II (40 CFR Parts 141 and 142, June 2000)*, p. 38888-38983.

United States Environmental Protection Agency (2001), National primary drinking water regulations ; Arsenic and clarifications to compliance and new source contaminants monitoring ; Final rule, In *Federal Register Part VIII (40 CFR Parts 9, 141 and 142, January 2001)*, p. 6976-7066.

United States Environmental Protection Agency (2002), *Report to Congress: small systems arsenic implementation issues*, Office of Water, 20 p.

Watanabe, C., Inaoka, T., Kadono, T., Nagano, M., Nakamura, S., Ushijima, K., Murayama, N., Miyazaki, K. et Ohtsuka, R. (2001), Males in rural Bangladeshi communities are more susceptible to chronic arsenic poisoning than females: analyses based on urinary arsenic, *Environ Health Perspect*, 109(12), 1265-1270.

Weir, E. (2002), Arsenic and drinking water, *Cmaj*, 166(1), 69.

Wester, R. C., Maibach, H. I., Sedik, L., Melendres, J. et Wade, M. (1993), In vivo and *in vitro* percutaneous absorption and skin decontamination of arsenic from water and soil, *Fundam Appl Toxicol*, 20(3), 336-340.

World Health Organization (2001), *Environmental Health Criteria 224. Arsenic and arsenic compound (second edition)*, Genève, 521 p.

World Health Organization (2003). Arsenic in drinking-water. Background document for preparation of WHO guidelines for drinking-water quality. Geneva, World Health Organization (WHO/SDE/WSH/03.04/75).

Wu, M. M., Kuo, T. L., Hwang, Y. H. et Chen, C. J. (1989), Dose-response relation between arsenic concentration in well water and mortality from cancers and vascular diseases, *Am J Epidemiol*, 130(6), 1123-1132.