

FLUORURES

DESCRIPTION

En raison de sa grande réactivité, le fluor ne se présente pas à l'état élémentaire dans la nature mais plutôt sous forme de sels que l'on regroupe sous le terme générique de fluorures (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1993). La particularité des fluorures tient au fait qu'il existe, pour cette substance, une norme et une concentration optimale. La première sert à protéger la population contre les risques des fluorures (fluorose dentaire et osseuse) (1,5 mg/l) alors que la seconde assure une teneur en fluorures qui permet de profiter de ses effets bénéfiques (prévention de la carie dentaire) (0,7 mg/l).

SOURCES ET NIVEAUX ENVIRONNEMENTAUX

Sources

Les fluorures peuvent être présents, dans des concentrations variables, de façon naturelle dans l'eau souterraine et de surface par dissolution des dépôts minéraux contenant du fluor (ex. : la cryolithe, la fluorine et la fluorapatite). Les fluorures sont également utilisés dans la fabrication de produits chimiques (engrais phosphatés et acide phosphorique) et dans la fusion de l'aluminium. Les rejets industriels peuvent donc également contribuer à l'enrichissement en fluorures des milieux aquatiques (Santé Canada, 1997). Certains fluorures sont ajoutés aux approvisionnements d'eau potable pour prévenir la carie dentaire. Selon les données du ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) de 2004, environ 7 % de la population est alimentée par une eau dans laquelle des fluorures ont été ajoutés. Si l'on ajoute les municipalités qui possèdent les équipements nécessaires mais qui sont en arrêt temporaire, ce pourcentage s'élève à près de 13 % (Ministère de la Santé et des Services sociaux, 2004).

Concentrations dans l'eau potable

Dans les réseaux qui ne pratiquent pas la fluoruration, les teneurs sont généralement inférieures à 0,5 mg/l et excèdent rarement la norme québécoise (concentration maximale) de 1,5 mg/l (Ministère de l'Environnement du Québec, 2002). Selon le système informatisé « Eau potable » du ministère de l'Environnement du Québec (MENV), la concentration maximale rapportée au Québec, au cours des cinq dernières années, dans un réseau de distribution est de 2,5 mg/l (Ministère de l'Environnement du Québec, 2002).

Dans les puits privés, les moyennes géométriques des concentrations de fluorures varient entre 0,07 mg/l dans le secteur des Appalaches et 0,2 mg/l dans celui des Basses-Terres du Saint-Laurent. Moins de 1 % des puits à l'échelle de la province sont susceptibles de présenter des concentrations en fluorures supérieures à la norme québécoise de 1,5 mg/l applicable aux réseaux de distribution (Choinière et Beaumier, 1997). Une campagne d'échantillonnage réalisée par le MENV en 1992 a toutefois révélé des concentrations de fluorures de 1,8 mg/l et de 1,7 mg/l dans deux puits privés situés dans la municipalité de Saint-Mathieu et de 1,8 mg/l dans celle de Saint-Constant en Montérégie (Mercier et Gaudreau, 1999). Les eaux ayant plus de 4 mg/l de fluorures sont très rares. Cependant, des niveaux aussi élevés que 28 mg/l ont été mesurés dans un puits en Gaspésie (Boyle et Chagnon, 1995). Dans un secteur donné, les concentrations peuvent être variables d'un puits à l'autre. Les teneurs les plus élevées se retrouvent souvent dans les puits profonds (Chagnon, 1991, Boyle et Chagnon, 1995).

Dans les eaux de source embouteillées vendues au Québec, les concentrations sont généralement inférieures à 0,5 mg/l (Corporation professionnelle des diététistes du Québec, 1991). Cependant, certaines de ces eaux peuvent avoir des teneurs naturelles en fluorures plus élevées sans toutefois dépasser la concentration maximale de 1,5 mg/l. Les eaux minérales embouteillées ont, pour leur part, des concentrations en fluorures nettement supérieures avec un maximum de près de 6 mg/l (Corporation professionnelle des diététistes du Québec, 1991). Pour l'ensemble des eaux embouteillées, la teneur totale en ions fluorures, exprimée en partie par million (ppm), doit apparaître sur l'étiquette (Gouvernement du Québec, 1981).

Exposition de la population

Les fluorures sont présents dans les aliments (le thé est notamment riche en fluorures) (Kavanagh et Renehan, 1998), l'eau potable et les produits d'hygiène dentaire comme la pâte dentifrice, les rince-bouche et les suppléments fluorurés, ainsi que les gels et les vernis dentaires appliqués par les professionnels.

On estime que l'apport quotidien total en fluorures des nourrissons nourris exclusivement au sein est d'environ 0,5 à 2,6 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ (Environnement Canada et Santé Canada, 1993). Pour les nourrissons nourris seulement au lait maternisé, cette dose peut varier entre 5 et 69 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ ¹, selon que les formules sont reconstituées avec de l'eau non fluorurée ou de l'eau fluorurée et si les enfants sont nourris à partir de lait condensé ou de lait en poudre.

Le tableau 1 montre, pour tous les groupes d'âge, que les apports quotidiens en fluorures sont normalement inférieurs à la dose journalière tolérable de 122 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ proposée par Santé Canada (Santé Canada, 1997) pour éviter la fluorose dentaire (voir plus loin dans la fiche). La dose la plus importante est ingérée par le groupe des sept mois à quatre ans et celle-ci correspond à 69 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ lorsque l'eau de consommation est non fluorurée et à 106 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ lorsque l'eau est fluorurée (0,7 mg/l). L'alimentation entraînerait un apport quotidien de l'ordre de 22 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$, l'ingestion de pâte dentifrice fluorurée occasionnerait une dose supplémentaire de fluorures variant entre 20 et 60 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ (Environnement Canada et Santé Canada, 1993) tandis que l'eau potable contribuerait pour 6 ou 43 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ selon que cette eau contient ou non des fluorures.

¹ Pour le calcul de l'apport quotidien total en fluorures des nourrissons alimentés à partir de lait maternisé on a considéré un apport provenant de l'air de 0,01 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ et un apport attribuable à la terre variant entre 0,03 et 1,55 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ (Environnement Canada et Santé Canada, 1993). Quant à l'apport provenant du lait, il a été calculé en considérant une consommation de lait de 750 ml (Santé Canada, 1995) et en supposant que la reconstitution du lait en poudre s'effectue en utilisant une partie de poudre pour neuf parties d'eau (675 ml d'eau) et que la reconstitution du lait condensé s'effectue en utilisant une partie de condensé pour une partie d'eau (375 ml d'eau) (Chartrand et Giraud, 2001). La concentration de fluorures dans les eaux fluorurées est de 0,7 mg/l, tandis que la concentration dans les eaux non fluorurées est de 0,1 mg/l. Le poids moyen retenu pour les nourrissons est de 7 kg. L'apport quotidien total ne tient toutefois pas compte des niveaux de fluorures contenus dans les préparations lactées.

Tableau 1 Apport quotidien total de fluorures dans la population canadienne

Source d'exposition	Apport calculé de fluorures chez divers groupes d'âge (mg/kg/j)			
	7 mois à 4 ans	5 à 11 ans	12 à 19 ans	20 ans et +
Air ambiant	0,01	0,01	0,01	0,01
Aliments	22,3	16,4	13,6	30,1
Dentifrice	20 - 60 ^a	8,2 - 20 ^a	2,5	1,1
Terre	0,02 - 1,19 ^b	0,01 - 0,40 ^b	0,002 - 0,11 ^b	0,002 - 0,09 ^b
Eau potable fluorurée ^c	43	23	16	15
Eau potable non fluorurée ^c	6	3	2	2
Apport total eau fluorurée	106	54	32	46
Apport total eau non fluorurée	69	34	18	33

Adapté de Environnement Canada et Santé Canada (Environnement Canada et Santé Canada, 1993).

- ^a Dans le calcul de l'apport quotidien total, une valeur moyenne de 40 µg/kg/j a été retenue pour l'apport en fluorures provenant du dentifrice chez les 7 mois à 4 ans et une valeur moyenne de 14 µg/kg/j a été retenue dans le cas des 5 à 11 ans.
- ^b Dans le calcul de l'apport quotidien total, une valeur moyenne de 0,61 µg/kg/j a été retenue pour l'apport en fluorures provenant de la terre chez les 7 mois à 4 ans, une valeur moyenne de 0,21 µg/kg/j pour les 5 à 11 ans, une valeur moyenne de 0,06 µg/kg/j pour les 12 à 19 ans et une valeur moyenne de 0,05 µg/kg/j pour les 20 ans et plus.
- ^c Le calcul de l'apport quotidien en fluorures provenant de l'eau potable est basé sur la consommation d'eau quotidienne et le poids corporel recommandés par Santé Canada (Santé Canada, 1995). Les doses ont été calculées en considérant que la concentration de fluorures dans les eaux fluorurées est de 0,7 mg/l, tandis que la concentration dans les eaux non fluorurées est de 0,1 mg/l.

Notez que ce tableau ne tient pas compte de l'apport provenant des suppléments fluorurés chez les jeunes enfants.

VOIES D'ABSORPTION

Les fluorures n'étant ni volatils, ni absorbables par la peau, la seule voie significative d'absorption des fluorures présents dans l'eau de consommation est l'ingestion (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1993).

PHARMACOCINÉTIQUE ET MÉTABOLISME

Les fluorures ingérés sont rapidement absorbés à partir du tractus gastro-intestinal sous forme d'acide fluorhydrique (Whitford, 1994, Chavassieux et Meunier, 1995). La vitesse d'absorption des composés fluorés dépend toutefois de leur solubilité aqueuse. Le fluorure de sodium est donc plus facilement absorbé que le fluorure de calcium (Santé Canada, 1997). Après absorption, les fluorures sont rapidement distribués sous forme ionique par la circulation systémique. Les fluorures sont éliminés rapidement du plasma par excrétion urinaire, par distribution et rétention dans les tissus minéralisés (Whitford, 1994). Les fluorures accumulés dans les tissus minéralisés ne sont remis en circulation que très lentement. Le contenu total en fluorures dans la dentine et les os tend donc à augmenter au cours de la vie. Advenant une interruption de l'exposition, les niveaux de fluorures dans les tissus osseux devraient diminuer lentement lors du remodelage des os (Ekstrand *et al.*, 1990).

Chez les adultes en bonne santé, approximativement 50 % des fluorures absorbés quotidiennement sont excrétés par l'urine, le reste est associé aux tissus minéralisés. La clairance rénale des fluorures est toutefois plus faible chez les jeunes enfants que chez les adultes et une insuffisance rénale même modérée accentue la rétention des fluorures dans l'organisme (Chavassieux et Meunier, 1995). Entre 6 et 10 % des doses ingérées seraient excrétées par les selles. Les fluorures retrouvés dans les selles correspondent généralement aux fluorures non absorbés (Whitford, 1994).

DONNÉES TOXICOLOGIQUES ET ÉPIDÉMIOLOGIQUES

Intoxication aiguë

Chez les êtres humains, l'ingestion de fortes doses de fluorures se manifeste rapidement par des douleurs abdominales, des nausées, des vomissements et de la diarrhée. La dose de fluorures généralement associée à ces symptômes varie entre 2 et 8 mg/kg de poids corporel (Akiniwa, 1997). Cependant, des cas d'intoxication ont également été observés pour des doses inférieures à 1 mg/kg de poids corporel (Akiniwa, 1997, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1993). Aux États-Unis, huit événements d'intoxication aiguë ont été associés à la défectuosité des appareils qui servent à la fluoruration de l'eau. Les concentrations de fluorures les plus importantes mesurées lors de ces événements variaient entre 50 et 2400 mg/l. Ces teneurs élevées ont provoqué plus de 655 cas d'intoxication et entraîné la mort de deux personnes (Akiniwa, 1997, Penman *et al.*, 1997).

Effets sur les dents

Les fluorures sont importants pour la santé dentaire. Ils agissent sur la minéralisation de la dent et ont un effet antibactérien qui protège de la carie dentaire (Chavassieux et Meunier, 1995). De nombreuses études, réalisées surtout chez les enfants, ont en effet montré que la fluoruration de l'eau potable pouvait réduire de façon significative le nombre de caries dentaires (Ismail *et al.*, 1990, Heller *et al.*, 1997, McDonagh *et al.*, 2000). La dose optimale recommandée pour la prévention de la carie dentaire chez les nourrissons de moins de 6 mois est de 0,01 mg/j et correspond au niveau de fluorures contenu dans le lait maternel. Pour tous les autres groupes d'âge, la dose optimale recommandée est de 0,05 mg/kg/j (National Academy of Science, 1997).

Une exposition soutenue à des quantités trop élevées de fluorures durant la période de formation des dents peut toutefois entraîner une hypopigmentation permanente de l'émail des dents mieux connue sous le nom de fluorose dentaire. La fluorose dentaire est l'effet non désiré des fluorures le plus communément identifié (Simko, 1997). Cette affection se caractérise par l'apparition de zones blanches et parfois de taches brunes sur les dents. Une fluorose légère n'affecte en rien la fonction dentaire et est généralement considérée comme un problème esthétique plutôt que de santé (Santé Canada, 1997) qui peut être atténué par de simples procédures cliniques (Levy, INSPQ, comm. pers.). Lorsque la sévérité de la fluorose augmente, les couches les plus profondes sont touchées pouvant ainsi conduire à un mal de dents et réduire la capacité de mastication (Santé Canada, 1997). Des études épidémiologiques ont montré que la période de développement de l'émail la plus sensible pour l'apparition de la fluorose dentaire était le dernier stade de maturation plutôt que le stade précoce de sécrétion. Le risque associé au développement d'une fluorose dentaire sur les incisives permanentes serait donc maximal lorsque les enfants ont entre un et trois ans d'âge (Santé Canada, 1997) bien qu'elle soit susceptible d'être engendrée sur l'ensemble des dents jusqu'à la fin de la période de calcification, soit vers l'âge de huit ans (United States Environmental Protection Agency, 1989). Quelle qu'en soit l'intensité, la fluorose dentaire est une condition irréversible, même lorsque l'exposition excessive aux fluorures prend fin. Selon Santé Canada (Santé Canada, 1997) et l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (US EPA) (United States Environmental Protection Agency, 1989), il est peu probable qu'un apport quotidien de fluorures inférieur ou égal à 122 µg/kg/j entraîne une fluorose dentaire de modérée à sévère. Aucun cas de fluorose dentaire légère n'est, par ailleurs, susceptible d'être observé lorsque la dose d'exposition est inférieure à 60 µg/kg/j (United States Environmental Protection Agency, 1989). Lors d'une étude récente sur la santé buccodentaire des élèves québécois de 5-6 ans et de 7-8 ans on a observé, chez les enfants de 7-8 ans, une fluorose très légère chez 12,6 % des sujets et une fluorose légère dans moins de 1 % des cas. Aucun cas de fluorose sévère n'a été observé au moment de l'examen clinique des enfants appartenant à ce même groupe d'âge (Brodeur *et al.*, 2001).

Effets sur les os

La fluorose osseuse est un état évolutif non fatal dans lequel les os augmentent de densité et deviennent de plus en plus fragiles. La fluorose osseuse peut être réversible (jusqu'à un certain point) selon l'ampleur des remaniements osseux qui se produisent. Dans les cas les moins graves, la fluorose osseuse peut se manifester par des symptômes comme des douleurs et des raideurs dans les articulations. Les cas les plus graves se manifestent par une réduction de l'amplitude des mouvements, des déformations du squelette et l'accroissement des risques de fracture. Les symptômes les plus sévères tendent à toucher la colonne vertébrale dans les parties inférieures et portantes du corps. L'âge, les déficiences nutritionnelles, l'insuffisance rénale, le remodelage osseux ainsi que la dose et la durée de l'exposition aux fluorures peuvent jouer un rôle dans l'apparition de la maladie (Santé Canada, 1997). Une évaluation des données concernant les effets sur la santé du fluorure inorganique a conclu qu'il était probable que les effets potentiellement nocifs associés à la fluorose squelettique soient observés à des apports de fluorures dépassant 200 µg/kg/j (Santé Canada, 1997). L'US EPA soutient pour sa part que les fluoroses osseuses invalidantes pourraient survenir lorsque l'on consomme une eau dont la concentration en fluorures est supérieure à 10 mg/l pendant plus de 20 ans (United States Environmental Protection Agency, 1985)². Au Québec, un cas sévère de fluorose osseuse a été répertorié en Gaspésie. La personne avait consommé une eau présentant une concentration en fluorures d'environ 28 mg/l pendant un peu plus de six ans avant que les symptômes apparaissent (Boyle et Chagnon, 1995).

Effets sur la reproduction et le développement

Bien que les fluorures puissent traverser la barrière placentaire, il n'y a présentement aucune évidence qu'une exposition aux fluorures par l'eau potable puisse avoir chez les êtres humains des effets défavorables sur le développement ou la reproduction (National Research Council, 1993).

Potentiel cancérigène

Chez les animaux, les fluorures administrés par voie orale peuvent être génotoxiques à des doses élevées (environ 20 mg/kg ou plus). Ces doses sont suffisamment élevées pour induire une toxicité cellulaire toutefois, aux concentrations de fluorures auxquelles les êtres humains sont exposés, ces effets ne devraient pas se produire. Les études épidémiologiques n'ont d'ailleurs jamais mis en évidence un risque d'augmentation de cancers chez les êtres humains lors d'une exposition aux fluorures (National Research Council, 1993).

Autres effets

Selon le NRC (National Research Council, 1993), aucun effet néfaste sur les systèmes rénal, gastro-intestinal et immunitaire n'est susceptible de se produire aux concentrations de fluorures retrouvées dans l'eau potable.

² Correspond à 214 µg/kg/j pour une consommation quotidienne d'eau de 1,5 l et un poids corporel de 70 kg

RECOMMANDATIONS POUR L'UTILISATION DE PRODUITS CONTENANT DES FLUORURES

Afin d'assurer une saine utilisation des fluorures, certaines recommandations s'appliquent de façon générale à tous les enfants. D'abord, le brossage des dents devrait se faire sous supervision parentale de façon à n'utiliser que les doses recommandées de dentifrice (grosseur d'un pois jusqu'à deux fois par jour pour les enfants de moins de six ans) (Centers for Disease Control and Prevention, 2001).

Les enfants de moins de deux ans étant particulièrement à risque de développer une fluorose dentaire, les Centers for Disease Control and Prevention précisent toutefois que les niveaux de fluorures dans l'eau de consommation de même que les autres sources de fluorures devraient également être considérées pour ce groupe d'âge. À cet effet, le document « Mieux vivre avec notre enfant de la naissance à deux ans » recommande d'appliquer « un soupçon de dentifrice avec fluorure en effleurant quelques poils de la brosse à dents sur l'ouverture du tube » (Doré et Le Hénaff, 2005). Aussi, les rince-bouche contenant des fluorures ne devraient pas être utilisés pour des enfants de moins de six ans (sauf si avis contraire du dentiste) puisqu'ils risquent de l'avaler après usage (si un rince-bouche est fluoruré, l'étiquette devrait en faire mention) (Centers for Disease Control and Prevention, 2001). Quant aux suppléments de fluorures qui sont en vente libre dans les pharmacies, ils devraient être évités (sauf si avis contraire du dentiste) si l'eau est déjà fluorurée ou si elle contient naturellement un niveau optimal ou supérieur à la norme (Doré et Le Hénaff, 2005).

GROUPES VULNÉRABLES

Certaines sous-populations sont considérées comme plus vulnérables aux effets des fluorures, notamment les personnes âgées (fluorose osseuse), les enfants (fluorose dentaire), les individus avec une déficience en calcium, en magnésium ou en vitamine C et les sujets atteints de problèmes cardiovasculaires ou rénaux (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1993). Les jeunes enfants sont considérés à risque non seulement à cause de leur vulnérabilité mais aussi à cause de leur exposition élevée.

INTERACTIONS AVEC D'AUTRES SUBSTANCES

Une diète riche en calcium et autres cations qui forment avec les fluorures des composés relativement insolubles peut réduire l'absorption des fluorures dans le tractus gastro-intestinal.

DOSAGE BIOLOGIQUE ET SIGNES CLINIQUES

Dosage biologique

Dans des conditions d'exposition relativement constantes, l'excrétion urinaire correspond assez bien aux niveaux des fluorures retrouvés dans l'eau potable et est souvent utilisée comme un indicateur de l'exposition aux fluorures. Les teneurs mesurées dans l'urine sont représentatives d'une exposition récente (dernières heures). Les concentrations mesurées dans les urines sont normalement inférieures à 1 mg/l lorsque l'eau contient moins de 1 mg/l de fluorures (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1993).

Signes cliniques

Bien que la fluorose dentaire soit généralement considérée comme un problème esthétique et non de santé, elle s'avère un signe de surexposition antérieure aux fluorures chez les enfants (United States Environmental Protection Agency, 1989). Cependant, elle témoigne aussi d'une protection accrue contre la carie. Seul un observateur entraîné peut identifier les signes cliniques d'une fluorose légère ou très légère. Dans la majorité des cas, elle est imperceptible (Levy, INSPQ, comm. pers.). Les dents antérieures, particulièrement les incisives, sont les plus importantes pour constater la fluorose dentaire (Santé Canada, 1997).

Au stade préclinique, le sujet atteint de fluorose osseuse peut être relativement exempt de symptômes et ne présenter qu'une légère augmentation de la densité osseuse (détectée par radiographie). Des douleurs sporadiques et une raideur des articulations, des douleurs chroniques aux articulations, l'ostéosclérose de l'os spongieux et la calcification des ligaments sont associés aux deux premiers stades cliniques de la fluorose osseuse. La fluorose osseuse invalidante (troisième stade clinique) peut être associée à une mobilité limitée des articulations, à des déformations osseuses, à une calcification intense des ligaments, à une atrophie musculaire et à des déficits neurologiques. Les sujets atteints de fluorose osseuse dont l'apport en calcium est réduit peuvent faire de l'ostéomalacie (Santé Canada, 1997).

MÉTHODES ANALYTIQUES, LIMITES DE DÉTECTION ET SEUIL DE QUANTIFICATION

Le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) utilise la méthode colorimétrique automatisée à l'alizarine pour déterminer la concentration de fluorure dans l'eau. La limite de détection et le seuil pratique de quantification de cette méthode sont respectivement de 0,04 mg/l et de 0,2 mg/l (Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 1999). Il existe cependant plusieurs autres méthodes analytiques qui permettent de déterminer la teneur en fluorures de l'eau. La méthode potentiométrique dite « électrode à ion spécifique pour le fluorure » est notamment recommandée lorsque les concentrations en fluorures varient entre 0,1 et 10 mg/l (Anonyme, 1998).

MESURES DE CONTRÔLE DISPONIBLES

Mesures communautaires

Les procédés les plus efficaces pour enlever les fluorures de l'eau potable sont : l'adsorption sur alumine activée et l'osmose inverse (United States Environmental Protection Agency, 1986, Schneider et Middlebrooks, 1983). La première technique est la méthode la plus fréquemment utilisée dans les stations municipales de traitement. Cette technique est efficace à condition que les concentrations dans l'eau brute n'excèdent pas 10 mg/l (Santé Canada, 1997).

Mesures individuelles

Les appareils à osmose inverse sont réputés être efficaces pour enlever les fluorures de l'eau alors que les appareils au charbon actif incluant les pichets filtrants sont inefficaces (Ong *et al.*, 1996, Santé Canada, 1994). Santé Canada recommande, aux consommateurs qui désirent se procurer de tels appareils, l'achat de dispositifs de traitement de l'eau certifié conforme à une des normes de rendement en matière de santé ANSI/NSF (Santé Canada, 2003).

NORMES ET RECOMMANDATIONS

Norme québécoise

La concentration maximale de fluorures permise en vertu du *Règlement sur la qualité de l'eau potable* est de 1,5 mg/l (annexe I du règlement) (Gouvernement du Québec, 2001). Pour les réseaux qui alimentent plus de 20 personnes, le règlement prévoit le prélèvement annuel d'au moins un échantillon des eaux distribuées, entre le 1^{er} juillet et le 1^{er} octobre (art. 14). L'échantillon doit être prélevé au robinet, après avoir laissé couler l'eau pendant au moins cinq minutes (art. 11, 2^e alinéa), dans la partie centrale du système de distribution (art. 16) et ne doit pas avoir subi de traitement par le biais d'un dispositif individuel.

Au Québec, les municipalités qui sont inscrites au programme de fluoruration des eaux de consommation et qui distribuent une eau fluorurée artificiellement doivent maintenir une concentration optimale en fluorures de 0,7 mg/l (Gouvernement du Québec, 2004).

Recommandation canadienne

La concentration maximale acceptable (CMA) proposée par Santé Canada (Santé Canada, 2002) est de 1,5 mg/l. Lors de l'élaboration de la recommandation pour la qualité de l'eau potable en 1978, Santé Canada a convenu qu'il était improbable qu'un apport quotidien en fluorures inférieur à 122 µg/kg/j chez les enfants de 22 à 26 mois entraîne une fluorose dentaire des dents antérieures permanentes d'intensité modérée ou sévère. Sur la base de cette donnée, Santé Canada a proposé de retenir, comme concentration maximale acceptable dans l'eau potable, une valeur de 1 mg/l. La valeur de 1 mg/l a été calculée en considérant un poids corporel moyen de 13 kg et une proportion moyenne de l'apport quotidien total de fluorures attribué à l'eau potable de 50 %. Toutefois, après examen de la proposition, le Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable a émis deux réserves concernant la valeur proposée : l'évaluation des apports quotidiens en fluorures provenant des diverses sources est basée sur des études anciennes et les bienfaits réels pour la santé associés à une éventuelle réduction de la CMA de 1,5 à 1 mg/l sont peu documentés (Santé Canada, 1997).

Selon le comité, les apports en fluorures provenant des sources autres que l'eau potable pourraient être maintenant inférieurs aux niveaux évalués précédemment et en l'absence d'une réduction significative du risque à la santé, l'augmentation des coûts de traitement pour les collectivités et les puits privés associés à une diminution de la CMA à 1 mg/l serait injustifiée. Pour ces raisons, une concentration de 1,5 mg/l a été retenue comme CMA (Santé Canada, 2002).

Norme américaine

La concentration maximale permise de fluorures dans les réseaux de distribution aux États-Unis est de 4 mg/l (United States Environmental Protection Agency, 1986). L'US EPA considère qu'une telle concentration est suffisamment faible pour prévenir les fluoroses osseuses invalidantes qui peuvent survenir lorsque l'on consomme une eau dont la concentration en fluorures est supérieure à 10 mg/l pendant plus de 20 ans (United States Environmental Protection Agency, 1985). La différence entre 10 mg/l et la concentration maximale permise de 4 mg/l (2,5) constitue une marge de sécurité.

Aussi, bien que la fluorose dentaire soit considérée comme un effet esthétique et non de santé, l'US EPA, par le biais des *National Secondary Drinking Water Regulations*, exige des propriétaires de réseaux dont l'eau présente une concentration en fluorures entre 2 et 4 mg/l, l'émission annuelle d'un avis public (dont le contenu est prédéfini) aux résidents desservis par le réseau. Cet avis recommande l'utilisation d'une autre source d'eau potable pour les enfants de moins de 9 ans (United States Environmental Protection Agency, 1986).

Critère de l'OMS

La valeur guide de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) est de 1,5 mg/l (Organisation mondiale de la Santé, 2000). Selon l'OMS, dans les zones tempérées, la fluorose dentaire se manifeste lorsque la concentration de fluorures dans l'eau excède 1,5 à 2 mg/l.

Tableau 2 **Résumé des normes et recommandations**

Norme québécoise	Recommandation canadienne	Norme américaine	Critère de l'OMS
1,5 mg/l	1,5 mg/l	4 mg/l	1,5 mg/l

Fiche rédigée par :

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

Citation suggérée pour la présente fiche :

Groupe scientifique sur l'eau (2004), *Fluorures*, Dans *Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine*, Institut national de santé publique du Québec, 10 p.

RÉFÉRENCES

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (1993), *Toxicological profile for fluorides, hydrogen fluoride and fluorine*, Accessible à : www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp11.html, Consulté en: Juin 2002.

Akiniwa, K. (1997), Re-examination of acute toxicity of fluoride, *Fluoride*, **30**(2), 89-104.

Anonyme (1998), *Fluoride (4500-F-)*, In *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater: 20th Edition* (Eds, Lenore S. Clesceri, Greenberg, Arnold E. and Eaton, Andrew D.), pp. 4/ 79-86.

Boyle, D. R. et Chagnon, M. (1995), An incidence of skeletal fluorosis associated with groundwaters of the maritime carboniferous basin, Gaspé region, Quebec, Canada, *Environmental Geochemistry and Health*, **17**(1), 5-12.

Brodeur, J.-M., Olivier, M., Benigeri, M., Bedos, C. et Williamson, S. (2001), *Étude 1998-1999 sur la santé buccodentaire des élèves québécois de 5-6 ans et de 7-8 ans*, Ministère de la Santé et des Services sociaux - Direction générale de la santé publique, Québec, 151 p.

Centers for Disease Control and Prevention (1995), *Engineering and administrative recommendations for water fluoridation, 1995*, Accessible à : www.cdc.gov/mmwr/PDF/RR/RR4413.pdf, Consulté en: Août 2002.

Centers for Disease Control and Prevention (2001), *Recommendations for using fluoride to prevent and control dental caries in the United States*, Accessible à : www.cdc.gov/mmwr/PDF/RR/RR5014.pdf, Consulté en: Juillet 2002.

Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (1999), *Eaux - Détermination des fluorures : méthode colorimétrique automatisée à l'alizarine ; M.A. 303 - F1.0*, Ministère de l'Environnement du Québec, 12 p.

Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (2001), *Modes de prélèvement et de conservation des échantillons relatifs à l'application du Règlement sur la qualité de l'eau potable*, Ministère de l'Environnement du Québec, 10 p.

Chagnon, M. (1991), *Évaluation de la concentration en fluorures de l'eau de puits individuels des secteurs de Haldimand, Douglstown, l'Anse-à-Brillant, Bougainville, Saint-George-de-Malbaie, Barachois et Saint-Alphonse*, Département de santé communautaire de Gaspé, 14 p.

Chavassieux, P. et Meunier, P. J. (1995), Bénéfices et risques des apports fluorés, *Arch Pediatr*, **2**(6), 568-572.

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.

Corporation professionnelle des diététistes du Québec (1991), *Manuel de nutrition clinique*, p.

Doré, N. et Le Hénaff, D. (2005), *Mieux vivre avec notre enfant de la naissance à deux ans*, Institut national de santé publique du Québec, 480 p.

Ekstrand, J., Spak, C. J. et Vogel, G. (1990), Pharmacokinetics of fluoride in man and its clinical relevance, *J Dent Res*, **69 Spec No**, 550-555; discussion 556-557.

Environnement Canada et Santé Canada (1993), *Fluorures inorganiques. Loi canadienne sur la protection de l'environnement - Liste des substances d'intérêt prioritaire ; rapport d'évaluation*, Accessible à : www.hc-sc.gc.ca/hecs-sesc/dse/cepa/fluorures_inorganiques.pdf, Consulté en: Juin 2002

Gouvernement du Québec (1981), Règlement sur les eaux embouteillées, L.R.Q., c. P-29, r.1.1.

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

Gouvernement du Québec (2004), Règlement fixant la concentration optimale de fluor pour prévenir la carie dentaire, L.R.Q., c. S-2.2, r.3.

Heller, K. E., Eklund, S. A. et Burt, B. A. (1997), Dental caries and dental fluorosis at varying water fluoride concentrations, *J Public Health Dent*, **57**(3), 136-143.

Ismail, A. I., Brodeur, J. M., Kavanagh, M., Boisclair, G., Tessier, C. et Picotte, L. (1990), Prevalence of dental caries and dental fluorosis in students, 11-17 years of age, in fluoridated and non-fluoridated cities in Quebec, *Caries Res*, **24**(4), 290-297.

Kavanagh, D. et Renehan, J. (1998), Fluoride in tea-its dental significance: a review, *J Ir Dent Assoc*, **44**(4), 100-105.

McDonagh, M. S., Whiting, P. F., Wilson, P. M., Sutton, A. J., Chestnutt, I., Cooper, J., Misso, K., Bradley, M., Treasure, E. et Kleijnen, J. (2000), Systematic review of water fluoridation, *Bmj*, **321**(7265), 855-859.

Mercier, M. et Gaudreau, D. (1999), *Profil de santé environnementale associé à la qualité de l'eau : Impacts sur la santé des Montérégiens*, Direction de santé publique de la Montérégie, 41 p.

Ministère de la Santé et des Services sociaux (2004), *Programme québécois de fluoruration de l'eau potable - Liste des municipalités participantes*, 2 p.

Ministère de l'Environnement du Québec (2002), *Système informatisé "Eau potable"*, Accessible à: M. Didier Bicchi, Chef du Service expertise technique en eau, MENV, Consulté en: Mai 2002.

National Academy of Science (1997), *Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride*, Accessible à: www.nap.edu/books/0309063507/html/index.html, Consulté en: Août 2002.

National Research Council (1993), *Health effets of ingested fluoride*, Accessible à: www.nap.edu/catalog/2204.html, Consulté en: Juillet 2002.

Ong, Y. S., Williams, B. et Holt, R. (1996), The effect of domestic water filters on water fluoride content, *Br Dent J*, **181**(2), 59-63.

Organisation mondiale de la Santé (2000), *Fluorures*, In *Directives de qualité pour l'eau de boisson ; Volume 2 - Critères d'hygiène et documentation à l'appui*, Vol. 2 Genève, pp. 272-279.

Penman, A. D., Brackin, B. T. et Embrey, R. (1997), Outbreak of acute fluoride poisoning caused by a fluoride overfeed, Mississippi, 1993, *Public Health Rep*, **112**(5), 403-409.

Santé Canada (1994), *Recommandation pour la qualité de l'eau potable au Canada - Principes et techniques de traitement de l'eau : manuel de production d'eau potable*, 411 p.

Santé Canada (1995), *Enquête sur l'exposition des êtres humains aux contaminants dans le milieu : un guide pour les calculs de l'exposition*, Accessible à: www.dsp-psd.communication.gc.ca/Collection/H49-96-1-1995F-1.pdf, Consulté en: Juillet 2002.

Santé Canada (1997), *Le fluorure. Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada - Documentation à l'appui*, Accessible à: www.hc-sc.gc.ca/ehp/dhm/catalogue/dpc_pubs/rqepdoc_appui/rqep.htm, Consulté en: Mai 2001.

Santé Canada (2002), *Résumé des recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada (résumé préparé par le Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable du comité fédéral-provincial-territorial de l'hygiène du milieu et du travail)*, Accessible à: www.hc-sc.gc.ca/ehp/dhm/catalogue/dpc_pubs/sommaire.pdf, Consulté en: Décembre 2002.

Santé Canada (2003), *Questions et réponses sur les dispositifs de traitement de l'eau de consommation*, Accessible à: www.hc-sc.gc.ca/ehp/dhm/dpc/eau_qualité/faq_dtep.htm, Consulté en: Mai 2003.

Schneiter, R. W. et Middlebrooks, E. J. (1983), Arsenic and fluoride removal from groundwater by reverse osmosis, *Environment International*, **9**, 289-292.

Simko, L. C. (1997), Water fluoridation: time to reexamine the issue, *Pediatr Nurs*, **23**(2), 155-159.

United States Environmental Protection Agency (1985), National primary drinking water regulations ; Fluoride ; Final rule, In *Federal Register (40 CFR Part 141, November 1985)*, p. 47142-47155.

United States Environmental Protection Agency (1986), National primary and secondary drinking water regulations; Fluoride; Final rule, In *Federal Register (40 CFR Parts 141, 142, and 143, April 1986)*, p. 11396-11412.

United States Environmental Protection Agency (1989), *Fluorine (soluble fluoride) - Integrated Risk Information System (IRIS)*, Accessible à: www.epa.gov/iris/subst/0053.htm, Consulté en: Mai 2001.

Whitford, G. M. (1994), Intake and metabolism of fluoride, *Adv Dent Res*, **8**(1), 5-14.

