

Fiche 9 : Evaluation des risques sanitaires liés au dépassement de la référence de qualité des sulfates dans les eaux destinées à la consommation humaine

Référence de qualité : 250mg/L

1 - Origine et sources de contamination

Au niveau des ressources en eau :

Les sulfates sont naturellement présents dans divers minéraux. Le sulfate de calcium est la forme la plus souvent retrouvée dans les ressources en eau. Les concentrations les plus élevées dans les eaux souterraines sont généralement d'origine naturelle.

Les sulfates peuvent également avoir une origine anthropique, et être présents dans l'eau via les effluents industriels et les dépôts d'origine atmosphérique.

Au niveau des étapes de traitement des eaux :

Le sulfate d'aluminium (alun) est utilisé comme réactif chimique dans l'étape de coagulation. L'acide sulfurique peut être utilisé comme réactif chimique lors de l'étape d'acidification.

2 - Traitement permettant de réduire les teneurs en sulfates dans les eaux

Conformément à l'article R.* 1321-48 du code de la santé publique, l'utilisation de produits et procédés de traitement est soumise à autorisation du ministre chargé de la santé. La circulaire du 28 mars 2000¹ donne la liste des produits et procédés autorisés à cette date.

Les traitements suivants permettent une diminution des teneurs en sulfates dans l'eau mais il convient de s'assurer au cas par cas que les traitements proposés sont autorisés.

Les sulfates peuvent être retirés par les **résines échangeuses** d'anions.

Les méthodes de **déminéralisation membranaire** utilisables sont :

- l'électrodialyse ;
- l'osmose inverse ;
- la nanofiltration ;

Cette dernière méthode est aujourd'hui la méthode la plus adaptée sous réserve que les membranes aient un point de coupure de 300 à 400 daltons.

3 - Méthodes d'analyse

L'arrêté du 17 septembre 2003² relatif aux méthodes d'analyse des échantillons d'eau et à leurs caractéristiques de performances précise que, dans le cas des sulfates, la justesse ne doit pas dépasser 10 %, la fidélité ne doit pas dépasser 10 % et la limite de détection doit être inférieure à 4 % de la valeur paramétrique (250 mg/L) et la limite de quantification ne doit pas être supérieure à 10 mg/L.

Les méthodes normalisées pour le dosage des ions sulfates dans l'eau sont les suivantes :

- NF EN ISO 10304-1 Juin 1995 : Dosage des ions fluorure, chlorure, nitrite, orthophosphate, bromure, nitrate et sulfate dissous, par chromatographie des ions en phase liquide - Partie 1 : méthode applicable pour les eaux faiblement contaminées ;
- NF T 90-009 : Les sulfates sont précipités à l'état de sulfate de baryum et quantifiés par gravimétrie ;
- NF T 90-040 : Les sulfates sont précipités à l'état de sulfate de baryum et stabilisés. La suspension est mesurée par néphélométrie.

¹ Circulaire DGS/VS 4 n° 2000-166 du 28 mars relative aux produits et procédés de traitement des eaux destinées à la consommation humaine, NOR : MESP0030113C

² Arrêté du 17 septembre 2003 relatif aux méthodes d'analyse des échantillons d'eau et à leurs caractéristiques de performance, NOR : SANP0323688A, JORF du 7 novembre 2003, p. 19027 à 19033

Incertitude analytique

La concentration maximale testée lors d'essais inter-laboratoires est de 140 mg/L ; à cette concentration la valeur du CVR% est de 4,5 %. L'intervalle de confiance à 95% est de $\pm 12,6$ mg/L, la valeur supérieure des résultats d'analyses est donc de l'ordre de 150 mg/L (AGLAE, 2003)

4 - Exposition

4.1 Apport par l'eau de boisson

Le programme réglementaire de contrôle sanitaire défini par le code de la santé publique prévoit la réalisation d'analyses des sulfates au point de puisage (de 1 fois tous les 5 ans à 12 fois par an) et au point de mise en distribution (de 1 fois à plus de 144 fois par an).

Une étude des données disponibles à partir de la base SISE-EAUX (Source : Ministère chargé de la santé – DDASS – SISE-Eaux) pour une période de 4 ans (janvier 1999 à décembre 2002) montre que :

- des analyses³ sont disponibles pour 59 % des UDI (soit 15768 UDI desservant 53 200 000 personnes),
- au moins un résultat³ non-conforme a été observé sur 1,8 % de ces unités de distribution d'eau desservant au maximum 1 460 000 personnes,
- Le 95^{ème} percentile des 1365 analyses³ supérieures à 250 mg/L (RQ) est proche de 810 mg/L (le 50^{ème} percentile est proche de 325 mg/L).

Certaines eaux minérales contiennent des teneurs en sulfates largement supérieures à 250 mg/L.

4.2 Apport par les aliments

L'OMS ne tient aucune donnée sur les teneurs en sulfates des denrées alimentaires mais mentionne que les sulfates sont utilisés comme additifs dans l'industrie alimentaires (*Codex alimentarius commission in OMS, 2004*). Une seule étude ancienne réalisée aux Etats-Unis d'Amérique, a permis d'estimer les quantités moyennes de sulfates apportés par l'alimentation à 453 mg/jour, en se fondant sur les données de consommation alimentaires et les usages recensés des sulfates en tant qu'additifs alimentaires (*OMS, 2004*).

4.3 Apport par l'air

D'après des valeurs moyennes de sulfates mesurées dans l'air en Amérique du Nord (Canada, Etats-Unis), l'apport quotidien moyen provenant de l'atmosphère serait entre 0,02 et 0,63 mg (*Santé Canada 1994, OMS 2004*). L'exposition par cette voie est considérée comme négligeable.

4.4 Part des sources d'exposition

Les quantités moyennes de sulfates apportées par l'eau de boisson, l'aliment et l'air sont estimés à 500 mg/jour par l'OMS (*2004*), les aliments solides en constituant la principale source. Toutefois dans les régions où la concentration en sulfates de l'eau de boisson est proche de la limite de qualité, cette eau constitue 50% des apports.

Conclusion : exposition globale de la population

L'apport journalier par les sulfates via l'alimentation n'a pas pu être estimé avec précision. En se fondant sur l'unique valeur publiée dans la littérature internationale de 500 mg/j, l'apport global pourrait atteindre 1000 mg/j lorsque la concentration dans l'eau est proche de la référence de qualité (250 mg/L)

³ Analyses réalisées sur des prélèvements effectués soit en production, soit en distribution.

5 - Effets sur la santé

L'anion sulfate est l'un des anions les moins toxiques. Un effet laxatif a été observé chez des personnes qui consommaient une eau de boisson contenant plus de 600 mg/L de sulfates (*Chien et al., 1968*), mais il a été observé, qu'avec le temps, l'homme peut s'adapter à des concentrations supérieures (*US-EPA, 1985*). Cet effet est principalement décrit lorsque les sulfates sont associés à du magnésium.

L'étude menée par l'US-EPA (*1999a*) montre qu'il n'est pas probable qu'une exposition à des concentrations dans l'eau inférieures à 600 mg/L entraîne des diarrhées. Ces conclusions sont similaires à celle des études de Heizer et *al.*, 1997 et de Chien et *al.*, 1968. L'étude faite sur une population vulnérable (nourrissons) n'a pas permis de mettre en évidence, en raison d'un nombre de sujets exposés insuffisants, un lien entre l'apparition de diarrhée chez le nourrisson et la consommation d'eau contenant des sulfates (médiane = 264 mg/L et valeur maximale = 2787 mg/L) (*US-EPA, 1999a*). Une étude menée aux USA (*Esteban et al., 1997*) montre qu'un effet laxatif est observé chez la majorité des sujets ayant ingéré une eau dont la teneur en sulfates est supérieure à 1000 mg/L (*US EPA, 1999b*).

La revue bibliographique sur le sujet de *Backer et al. (2000)* confirme qu'il n'est pas possible de déterminer une valeur fondée sur des effets sur la santé.⁴

L'OMS dans la nouvelle version de ses recommandations (*OMS, 2004*) précise que les données existantes ne permettent pas d'identifier une teneur en sulfates dans l'eau susceptible d'entraîner des effets nocifs. Quelques études suggèrent un effet laxatif à des concentrations de 1000 à 1200 mg/L, mais sans augmentation de la fréquence des diarrhées, de la déshydratation ou de la perte de poids.

Par ailleurs, l'Afssa dans son avis du 2 décembre 2003 relatif à la fixation de critères de qualité des eaux minérales naturelles et des eaux de source embouteillées permettant une consommation sans risque sanitaire pour les nourrissons et les enfants en bas âge, indique que " *l'apport en sulfates par l'eau ne doit pas être supérieur à celui du lait maternel qui sert de référence. (...). La teneur en sulfates dans le lait maternel se situe en moyenne à 140 mg/L et pour le lait de vache, elle peut varier entre 250 et 360 mg/L. (...) Dans ces conditions, le Comité d'experts spécialisés propose de retenir le taux maximum de 140 mg/L de sulfates pour les eaux embouteillées servant à reconstituer le lait maternisé*".

6 - Valeurs de référence

Concernant l'eau de distribution, la référence de qualité est fixée à 250 mg/L par le code de la santé publique.

Plusieurs recommandations et valeurs guides sont retrouvées dans la littérature (tableau 9.1).

L'ion sulfate étant l'un des anions les moins toxiques, aucune valeur guide fondée sur des critères de santé n'est proposée par l'OMS.

En raison des effets gastro-intestinaux résultant de l'ingestion d'une eau de boisson à forte teneur en sulfates, l'OMS recommande que les autorités sanitaires soient informées lorsque la concentration de l'eau dépasse 500 mg/L. Elle précise que la présence de sulfates dans l'eau de boisson peut lui conférer un goût. Le seuil de détection gustative le plus bas est de 250 mg/L pour le sulfate de sodium (*OMS, 2004a*).

Tableau 9.1 : Valeurs de référence proposées par différents organismes

Valeur directive 98/83/CE Annexe IB	OMS 2004	Santé Canada 1994	US EPA
250 mg/L	250 mg/L*	500 mg/L	SMCL** = 250 mg/L

* Concentration inférieure au seuil de goût

** Secondary Maximum Contaminant Level

⁴ Pour un effet laxatif, la dose thérapeutique de sulfate de magnésium chez l'adulte est comprise entre 10 et 15 grammes, soit 8 à 12 grammes de sulfates (Pharmacopée). Cependant, il existe une très forte sensibilité interindividuelle.

7 - Impact lié à un dépassement de la référence de qualité des sulfates dans l'eau

Les principales raisons de limiter les concentrations en sulfates dans l'eau sont le goût et la corrosion.

- Le seuil gustatif des sels de sulfates est en moyenne de 350 mg/L pour le sulfate de sodium [*valeurs extrêmes de 250 à 500 mg/L*] de 525 mg/L pour le sulfate de calcium [*valeurs extrêmes de 250 à 900 mg/L*] et de 525 mg/L pour le sulfate de magnésium [*valeurs extrêmes de 400 à 600 mg/L*] (Santé Canada, 1994).
- La présence de sels de sulfates dans l'eau favorise la corrosion des canalisations métalliques par effet électrolytique. Les sulfates peuvent induire la prolifération de bactéries sulfatoréductrices dans les zones de stagnation de l'eau dans le réseau de distribution. Celles-ci peuvent produire du sulfure d'hydrogène et donner à cette eau une odeur et un goût déplaisants, accélérer la corrosion (corrosion biologique) et nuire à la désinfection de l'eau dans les réseaux de distribution. (Santé Canada, 1994)

8 - Avis

Après consultation du Comité d'experts spécialisé « Eaux » les 5 avril et 3 mai 2005, l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) rend l'avis suivant :

Considérant la référence de qualité fixée à 250 milligrammes par litre pour les ions sulfates de l'annexe 13-1-II-A du code de la santé publique ;

Considérant l'avis de l'Afssa du 2 décembre 2003 relatif à la fixation de critères de qualité des eaux minérales naturelles et des eaux de source embouteillées permettant une consommation sans risque sanitaire pour les nourrissons et les enfants en bas âge ;

Considérant que les sulfates peuvent être présents naturellement dans les ressources en eau ou peuvent être ajoutés lors de l'étape de coagulation (sulfates d'aluminium) ou d'acidification (acide sulfurique) ;

Considérant que l'Organisation mondiale de la santé n'a pas déterminé de valeur guide fondée sur des critères de santé ;

Considérant que l'Organisation mondiale de la santé recommande, en raison des effets gastro-intestinaux pouvant résulter de l'ingestion d'une eau de boisson à forte teneur en sulfates, que les autorités sanitaires soient informées lorsque la teneur de l'eau dépasse 500 mg/L ;

Considérant que des études suggèrent un effet laxatif au-delà de 1000 mg/L ;

Considérant que les seuils de détection gustative varient entre 250 et 900 mg/L en fonction des cations liés aux sulfates, et que ce seuil est en moyenne de 525 milligramme par litre pour le sulfate de calcium (sel le plus souvent rencontré dans l'eau) ;

Considérant que la présence de sulfates dans l'eau favorise directement ou indirectement la corrosion des canalisations métalliques ;

Considérant que pour les eaux de distributions, les données du contrôle sanitaire réalisé au cours des années 1999 à 2002, indiquent que :

- 50% des valeurs qui dépassent la référence de qualité sont inférieures 325 milligrammes par litre ;
- 5% des valeurs qui dépassent la référence de qualité sont supérieures à 810 milligrammes par litre ;

Considérant que des procédés de traitement autorisés par le ministère chargé de la santé peuvent être mis en œuvre pour diminuer les teneurs en sulfates des eaux,

L'Afssa :

Rappelle qu'il convient de mettre en œuvre les moyens permettant de ramener la concentration en sulfates au niveau de la référence de qualité,

Estime :

1. qu'au vu des données actuellement disponibles, il n'est pas possible de définir un seuil minimal d'effet sur la santé,
2. que la concentration de 500 mg/L en sulfates peut être retenue comme seuil gustatif,
3. que pour les nourrissons, en raison d'éventuels effets laxatifs, l'utilisation d'une eau présentant une concentration supérieure à la référence de qualité est déconseillée pour la boisson et la préparation des aliments,
4. qu'en cas de dépassement de la référence de qualité il convient de renforcer le suivi au robinet du consommateur, de la contamination métallique liée aux phénomènes de corrosions.

Sources bibliographiques :

- Association Générale des Laboratoires d'Analyse de l'Environnement (AGLAE). Estimation de l'incertitude de mesure grâce aux essais interlaboratoires – paramètres chimiques : métaux sur eau propre. Septembre 2003
- Backer LC. Assessing the acute gastrointestinal effects of ingesting naturally occurring, high levels of sulfate in drinking water. *Crit Rev Clin Lab Sci.* 2000 Aug;37(4):389-400.
- Chien L et al. (1968) Infantile gastroenteritis due to water with high sulfate content. *Canadian Medical Association Journal*, 99:102-104.
- Esteban E et al. (1997) Evaluation of infant diarrhoea associated with elevated levels of sulfate in drinking water: a case control investigation in South Dakota. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 3(3):171-176.
- Heizer WD, Sandler RS, Seal E, Jr., Murray SC, Busby MG, Schliebe BG, Pusek SN. Intestinal effects of sulfate on drinking water on normal human subjects. *Dig Dis Sci* 1997;42 (No. 5):1055-1061.
- OMS : Sulfates in : Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Vol. 2. Health criteria and other supporting information. Geneva, World Health Organization, 1996.
- OMS, guidelines for Drinking-water Quality, Third edition, volume 1, recommendations, 2004a
http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/guidelines3/en/
- OMS : Sulfate in Drinking-water (2004b) WHO/SDE/WSH/03.04/114
http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/en/sulfate.pdf
- Santé Canada – Recommandations pour la qualité de l'eau potable; Sulfates (révision septembre 1994), <http://www.hc-sc.gc.ca/hecs-sesc/eau/pdf/ep/sulfates.pdf>
- US EPA (1985) National primary drinking water regulations; synthetic organic chemicals, inorganic chemicals and microorganisms; proposed rule. US Environmental Protection Agency. Federal Register, 50(219):46936. <http://www.epa.gov/safewater/sulfate.html>
- US EPA (1999a) Health effects from exposure to high levels of sulfate in drinking water study. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, Office of Water (EPA 815-R-99-001). <http://www.epa.gov/safewater/standard/sfstudy.pdf>
- US EPA (1999b) Health effects from exposure to high levels of sulfate in drinking water workshop. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, Office of Water (EPA 815-R-99-002).