



Le directeur général

Maisons-Alfort, le 7 septembre 2020

NOTE
d'appui scientifique et technique
de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,
de l'environnement et du travail

relatif à la présence de manganèse dans les eaux destinées à la consommation humaine

L'Anses a été saisie le 6 septembre 2018 par la Direction générale de la santé (DGS) pour la réalisation d'un appui scientifique et technique (AST) visant à déterminer des valeurs d'aide à la gestion pour le manganèse dans les eaux destinées à la consommation humaine (EDCH) pour les enfants et les adultes.

1. CONTEXTE ET OBJET DE LA DEMANDE

L'arrêté du 11 janvier 2007 modifié relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des EDCH, transposant la directive 98/83/CE relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (EDCH), fixe à $50 \mu\text{g.L}^{-1}$ la référence de qualité du manganèse dans les EDCH, sur la base de considérations organoleptiques.

Suite à la mise en évidence de concentrations de manganèse excédant la référence de qualité dans des EDCH de la région Alsace Champagne-Ardenne Lorraine, la DGS a saisi l'Anses le 19 septembre 2016 pour la détermination d'une valeur sanitaire maximale admissible pour le manganèse dans l'EDCH. En réponse à cette saisine dans l'avis de l'Anses du 20 avril 2018 (Anses 2018), le « *GT ERS EDCH et le CES Eaux [ont proposé] une valeur sanitaire maximale admissible de $60 \mu\text{g.L}^{-1}$ pour le manganèse dans les EDCH.* » « *Bien que construite sur un scénario « nourrisson », cette valeur s'inscrit dans une démarche protectrice, et de ce fait, elle est applicable à l'ensemble de la population.* »

Considérant qu'entre 2012 et 2016, près de 650 unités de distribution sont concernées par des concentrations en manganèse dépassant la valeur sanitaire proposée par l'Anses (2018) de $60 \mu\text{g.L}^{-1}$, la DGS a saisi à nouveau l'Agence le 6 septembre 2018 afin de disposer de valeurs de gestion pour les enfants et les adultes, permettant « *d'établir des modalités de gestion proportionnées et adaptées en fonction de la population concernée* » comme « *l'engagement d'une restriction de consommation d'eau pour une partie ciblée de la population plutôt que pour l'ensemble de la population* ».

Ainsi, la présente note d'AST vise à calculer des valeurs d'appui à la gestion pour le manganèse dans les EDCH pour les enfants et les adultes, établies sur la base de scénarios d'exposition adaptés par classe d'âge, et des précédents avis de l'Anses.

Cet AST ne constitue pas une actualisation de l'avis de l'Anses du 20 avril 2018 relatif à la détermination d'une valeur sanitaire maximale admissible pour le manganèse dans l'EDCH (Anses 2018) et ne remet pas en cause ses conclusions.

2. ORGANISATION DES TRAVAUX

La saisine a été traitée par expertise interne sur la base des précédents avis de l'Anses, en particulier à partir de la VTR retenue dans l'avis du 20 avril 2018 relatif à la détermination d'une valeur sanitaire maximale admissible pour le manganèse dans l'EDCH (Anses 2018). Ce travail s'appuie uniquement sur un examen des rapports institutionnels relatifs au manganèse dans les EDCH publiés depuis 2018.

Les seuils pour le manganèse dans les EDCH ont été calculés, pour les enfants et les adultes, suivant la même démarche que celle utilisée pour l'élaboration de la valeur sanitaire maximale admissible pour le manganèse dans les EDCH (Anses 2018).

Le GT « Évaluation des risques sanitaires associés aux paramètres chimiques des eaux destinées à la consommation humaine » (GT ERS EDCH) a été consulté le 14 novembre 2019 sur le contenu de la note d'AST.

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise. Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet du ministère en charge des solidarités et de la santé (<https://dpi.sante.gouv.fr>).

3. ANALYSE ET CONCLUSIONS

3.1. Propriétés organoleptiques du manganèse - Rappel de l'avis de l'Anses (2018)

Le manganèse est considéré comme un élément indésirable dans l'EDCH car sa présence à des concentrations supérieures à 20 µg.L⁻¹ est directement perceptible par le consommateur (Dietrich et Burlingame 2015) avec les effets observés suivants (Tobiason *et al.* 2008 ; OMS 2011 ; Santé Canada 2019) :

- Flaveur de l'eau pour des concentrations supérieures à 100 µg.L⁻¹,
- Particules noires en suspension dans l'eau et taches induites sur le linge ou les équipements sanitaires dès que la concentration dépasse 20 µg.L⁻¹,
- Formation de dépôts dans les canalisations de distribution des EDCH avec possibilité d'un relargage ultérieur de manganèse dans l'eau,
- Dégradation des systèmes de traitement de l'EDCH à domicile (adoucisseurs notamment).

Les problèmes rencontrés par les consommateurs proviennent souvent de manganèse particulaire accumulé dans les réseaux de distribution et remis en suspension lors de manœuvres hydrauliques dans le réseau (Brandhuber *et al.* 2015 ; Gerke, Little et Maynard 2016).

3.2. Valeurs de référence existantes pour le manganèse dans l'EDCH

Le Tableau I synthétise les valeurs de référence existantes pour le manganèse dans les EDCH établies sur la base de préoccupations sanitaires ou de considérations esthétiques et/ou organoleptiques (voir § 3.1).

Tableau I. Valeurs de référence recensées pour le manganèse dans les EDCH.

Considération	Règlementation applicable en France	US EPA (2004)	NHMR et NCRMMC (2011)	MDH (2012)	OMS (2017)	INSPQ (2017)	Anses (2018)	Santé Canada (2019)
Sanitaire	-	300 µg.L ⁻¹	500 µg.L ⁻¹	< 1 an : 100 µg.L ⁻¹ > 1 an : 300 µg.L ⁻¹	400 µg.L ⁻¹	60 µg.L ⁻¹	60 µg.L ⁻¹	120 µg.L ⁻¹
Esthétique / opérationnelle	50 µg.L ⁻¹	50 µg.L ⁻¹	100 µg.L ⁻¹	-	100 µg.L ⁻¹	-	-	20 µg.L ⁻¹

Les valeurs toxicologiques de référence (VTR) ayant servi à établir les valeurs sanitaires sont basées :

- Soit, pour l'US EPA (2004), les NHMR et NCRMMC (2011) et l'OMS (2011), sur la borne haute de l'exposition moyenne par l'alimentation considérée comme sans effet chez l'Homme (Greger 1999 ; IOM 2001) ;
- Soit, pour le MDH (2012), l'INSPQ (2017), l'Anses (2018) et Santé Canada (2019), sur une toxicité sur développement du système nerveux observée après une exposition post-natale de rats (Kern, Stanwood et Smith 2010 ; Kern et Smith 2011 ; Beaudin, Nisam et Smith 2013 ; Beaudin *et al.* 2017).

Les VTR retenues à partir de chacun de ces effets critiques diffèrent principalement par le choix des facteurs d'incertitudes.

Les modalités d'élaboration des valeurs de référence pour le manganèse dans les EDCH sont détaillées ci-après pour chacun des organismes. Il s'agit principalement d'une reprise des éléments figurant dans l'avis du 20 avril 2018 relatif à la détermination d'une valeur sanitaire maximale admissible pour le manganèse dans l'EDCH (Anses 2018).

3.2.1. Règlementation applicable en France

Au niveau européen, l'annexe I, partie C de la directive 98/83/CE relative à la qualité des EDCH, fixe à 50 µg.L⁻¹ la valeur pour le paramètre manganèse à des fins de contrôle. La directive indique qu'en cas de non-respect de cette valeur paramétrique « *les États membres examinent si ce non-respect présente un risque pour la santé des personnes. Ils prennent des mesures correctives pour rétablir la qualité des eaux lorsque cela est nécessaire pour protéger la santé des personnes* ». Dans le projet de révision de la directive 98/83/CE (version de février 2020), le manganèse demeure un paramètre indicateur associé à la valeur paramétrique de 50 µg.L⁻¹.

En droit français, l'arrêté du 11 janvier 2007 modifié relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des EDCH, transposant la directive 98/83/CE, fixe à **50 µg.L⁻¹** la référence de qualité du manganèse dans les EDCH. Les valeurs guide pour les eaux douces superficielles utilisées pour la production d'EDCH, à l'exclusion des eaux de source conditionnées, sont de 50 µg.L⁻¹ pour les eaux de type A1, de 100 µg.L⁻¹ pour les eaux de type A2 et de 1 000 µg.L⁻¹ pour les eaux de type A3.

3.2.2. United States Environmental Protection Agency (US EPA 2004)

L'US EPA (2004) a établi un niveau maximal secondaire de contaminant (secondary maximum contaminant level) de **50 µg.L⁻¹** dans l'EDCH en se fondant sur des considérations d'ordre esthétique (coloration des vêtements et des accessoires).

L'US EPA (2004) a également publié une valeur guide sanitaire de **300 µg.L⁻¹** dans l'eau de boisson en se fondant sur une dose de référence (RfD) de 0,047 mg.kg mc⁻¹.j⁻¹ et en considérant une masse corporelle de 70 kg, une consommation d'eau de boisson de 2 L.j⁻¹ et une contribution relative de l'eau à l'exposition de 20 %.

3.2.3. National Health and Medical Research Council et National Resource Management Ministerial Council (NHMR et NCRMMC 2011)

Les 6^e recommandations australiennes pour l'EDCH (NHMR et NCRMMC 2011) donnent une valeur guide basée sur la santé de **500 µg.L⁻¹**. Elle est calculée à partir du niveau d'exposition jugé sécuritaire par l'OMS pour toutes les sources d'exposition par ingestion de 10 mg.j⁻¹ et en considérant la quantité maximale estimée d'eau consommée par un adulte de 2 L.j⁻¹ et une proportion de l'apport quotidien attribuable à la consommation d'eau de 10 %.

Cette valeur sanitaire est supérieure à la recommandation reposant sur des considération d'ordre esthétique de 100 µg.L⁻¹ pour le manganèse dans l'EDCH, calculée d'après les données des usines de traitement sur l'acceptation par les consommateurs (NHMR et NCRMMC 2011).

3.2.4. Organisation mondiale de la santé (OMS 2011, 2017)

L'OMS (2011) a établi une valeur, basée sur la santé, de **400 µg.L⁻¹**, en se fondant sur la DJT de 0,06 mg.kg mc⁻¹.j⁻¹ et en considérant une masse corporelle de 60 kg, une consommation d'eau de 2 L.j⁻¹ et une part de la DJT attribuable à l'eau de 20 %. Considérant que cette valeur est bien supérieure aux concentrations habituellement présentes dans l'eau de boisson, l'OMS (2011) a estimé qu'il n'était pas nécessaire d'établir une valeur guide sanitaire officielle pour le manganèse dans les EDCH. Cependant, l'OMS (2017) rappelle qu'il existe des circonstances dans lesquelles le manganèse peut être présent en solution à des concentrations plus élevées en particulier dans certaines eaux acides ou en conditions d'anaérobies, en particulier dans des eaux souterraines.

L'OMS (2017) estime qu'une concentration dans l'eau inférieure à 100 µg.L⁻¹ est généralement acceptable pour les consommateurs (dépôt dans les canalisations et coloration).

3.2.5. Minnesota Department of Health (MDH 2012)

Le MDH (2012) a établi une valeur guide dans les EDCH pour les enfants de moins de 1 an consommant de l'EDCH en se basant sur une dose de référence de 0,083 mg.kg mc⁻¹.j⁻¹ et en considérant une consommation d'eau de 0,289 L.kg mc⁻¹.j⁻¹ et un facteur de contribution relative à l'exposition par l'eau de boisson de 0,5. La valeur de 143 µg.L⁻¹ obtenue a été arrondie à **100 µg.L⁻¹** pour définir la valeur guide.

Pour les adultes et les enfants de plus de 1 an, le MDH (2012) retient la valeur guide dans les EDCH de **300 µg.L⁻¹** établie par l'US EPA (2004).

3.2.6. Institut national de santé publique du Québec (INSPQ 2017)

Afin de calculer la valeur guide sanitaire (VGS) pour le manganèse dans l'eau potable, l'INSPQ (2017) s'est basé sur une dose de référence de 0,055 mg.kg mc⁻¹.j⁻¹ et a utilisé les paramètres d'exposition des nourrissons de moins de 6 mois alimentés par des préparations infantiles reconstituées avec de l'eau potable, soit un volume d'eau consommé quotidiennement de 1,22 L.j⁻¹ et à une masse corporelle de 6,7 kg, et une contribution relative de l'eau par défaut de 20 %. Ainsi, une VGS de **60 µg.L⁻¹** a été déterminée (INSPQ 2017 ; Valcke *et al.* 2018).

3.2.7. Anses (2018)

« Le GT ERS EDCH et le CES Eaux retiennent comme effet critique pour le manganèse par ingestion les effets neuro-développementaux chez le nourrisson.

Afin de déterminer une valeur sanitaire maximale admissibles dans les EDCH, le GT ERS EDCH et le CES Eaux retiennent la VTR construite par l'INSPQ (2017) qui, sur la base de la DMENO de 25 mg.kg mc⁻¹.j⁻¹ décrite dans les études de Kern, Stanwood et Smith (2010), Kern et Smith (2011), Beaudin, Nisam et Smith (2013) et Beaudin *et al.* (2017), a appliqué un FI de 450 (voir § 3.7.2.7.). Une DJA de 55 µg.kg mc⁻¹.j⁻¹ est ainsi retenue.

La valeur sanitaire maximale admissible dans l'EDCH est calculée à partir d'un scénario protecteur pour les nourrissons, population la plus sensible aux effets du manganèse par ingestion pour laquelle a été construite la VTR, en considérant :

- une part de la DJT attribuable à l'eau par défaut de 20 % (OMS 2017), afin de tenir compte des expositions alimentaires et de la part liée à l'eau de boisson dans l'exposition alimentaire totale en cas de concentrations dans les EDCH supérieures à la référence de qualité ;
- une consommation journalière d'eau rapportée à la masse corporelle de $0,185 \text{ L.kg mc}^{-1}.\text{j}^{-1}$, correspondant au P90 de la consommation d'eau pour les nourrissons de 1 à 4 mois en France métropolitaine (données EATi).

La valeur sanitaire maximale admissible pour le manganèse dans l'EDCH ainsi obtenue est de $60 \mu\text{g.L}^{-1}$.

Bien que construite sur un scénario « nourrisson », cette valeur s'inscrit dans une démarche protectrice, et de ce fait, est applicable à l'ensemble de la population. »

3.2.8. Santé Canada (2019)

Santé Canada (2019) a proposé une concentration maximale acceptable (CMA) de $120 \mu\text{g.L}^{-1}$ pour le manganèse dans l'eau de boisson équivalente à la valeur basée sur la santé (VBS), établie pour « protéger la population la plus sensible, à savoir les nourrissons, contre les effets neurologiques ». Cette CMA « protège également les enfants et les adultes d'une exposition chronique ». La VBS a été construite pour la sous-population des nourrissons (0 - 6 mois) à partir de l'apport quotidien tolérable (AQT) de $0,025 \text{ mg.kg mc}^{-1}.\text{j}^{-1}$ et en considérant une masse corporelle de 7 kg, une consommation d'eau de $0,75 \text{ L.j}^{-1}$, et un facteur d'attribution estimatif pour l'eau de boisson de 0,5.

De plus, Santé Canada (2019) a proposé un objectif esthétique (OE) dans l'EDCH de $20 \mu\text{g.L}^{-1}$, concentration jugée comme permettant de « réduire le nombre de plaintes de consommateurs concernant la couleur de l'eau et les taches sur la lessive ».

3.3. Calcul des valeurs d'appui à la gestion pour le manganèse dans les EDCH pour les enfants et les adultes

En compléments de la valeur sanitaire maximale admissible pour le manganèse dans l'EDCH de $60 \mu\text{g.L}^{-1}$ (Anses 2018), des valeurs d'appui à la gestion pour le manganèse dans les EDCH sont calculées, pour les enfants et les adultes. Ces valeurs sont calculées à partir de la formule utilisée pour établir la valeur sanitaire maximale admissible pour le manganèse dans les EDCH (Anses 2018), adaptée avec des scénarios d'exposition pour les populations françaises d'enfants et d'adultes :

$$[\text{Manganèse}] = \frac{\text{DJA} \times \text{Part de la DJA attribuable à l'eau}}{\text{Consommation journalière d'eau rapportée à la masse corporelle}}$$

Le guide d'élaboration de VTR de l'Anses (2017b) indique qu'« en présence de données quantitatives montrant que les enfants sont plus sensibles que les adultes, ces données [sont] prises en compte pour la construction d'une VTR (choix de l'étude clé). La VTR sera applicable à l'ensemble de la population ». Par conséquent, la DJA de $55 \mu\text{g.kg mc}^{-1}.\text{j}^{-1}$ retenue par l'Anses (2018) a été utilisée.

De même, la part de la DJA attribuable à l'eau fixée à 20 % par l'Anses (2018) a été appliquée.

Enfin, l'estimation de la consommation journalière d'eau rapportée à la masse corporelle a été faite à partir des données produites par la 3^e étude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires (INCA3) (Anses 2017a), sur la base des choix fait par l'Anses (2019) lors de l'actualisation de la méthode

d'élaboration de valeurs sanitaires maximales (V_{MAX}) de pesticides dans les EDCH. Les données utilisées sont détaillées dans l'annexe 2 du présent document.

Six classes d'âge ont été retenues basées sur la présentation des résultats de l'étude INCA3 (Anses 2017a), tout en garantissant des effectifs suffisants : cinq classes pour les enfants ([0-4[ans, [4-7[ans ; [7-11[ans, [11-15[ans, [15-18[ans) et une pour les adultes.

La consommation hydrique a été calculée pour les seuls consommateurs d'au moins un des types d'eau, en prenant en compte les quatre types d'eau de boisson suivants :

- Eau embouteillée ;
- Eau du robinet non chauffée ;
- Eau du robinet chauffée utilisée pour la préparation du café, du thé et de la tisane ;
- Eau aromatisée incluant les sirops à l'eau.

Le ratio de la consommation hydrique journalière rapportée à la masse corporelle a été calculé pour chaque individu. Puis, afin de protéger la majorité de la population, incluant les grands consommateurs d'eau, le percentile 95 (P95) de ce ratio a été retenu pour chaque classe d'âge.

Le Tableau II présente les valeurs d'appui à la gestion pour le manganèse dans les EDCH ainsi calculés pour les enfants et les adultes.

Tableau II. Valeurs d'appui à la gestion pour le manganèse dans les EDCH par classe d'âge pour les enfants et les adultes.

Population	DJA en $\mu\text{g.kg mc}^{-1}.\text{j}^{-1}$	% DJA attribuable à l'eau	P95 de la consommation journalière d'eau rapportée à la masse corporelle en $\text{L.kg mc}^{-1}.\text{j}^{-1}$	Valeurs d'appui à la gestion pour le manganèse dans les EDCH en $\mu\text{g.L}^{-1}$
[0-4[ans	55	20 %	0,185	60
[4-7[ans			0,059	190
[7-11[ans			0,053	210
[11-15[ans			0,030	370
[15-18[ans			0,031	360
[18-80[ans			0,037	300

3.4. Conclusions et recommandations

L'Anses rappelle les conclusions et recommandations formulées dans son avis du 20 avril 2018 : « *Le GT ERS EDCH et le CES Eaux* :

- *Proposent une valeur sanitaire maximale admissible de $60 \mu\text{g.L}^{-1}$ pour le manganèse dans les EDCH. Cette valeur est protectrice pour l'ensemble de la population.*
- *Rappellent que le dépassement de la référence de qualité actuelle ($50 \mu\text{g.L}^{-1}$) pour ce paramètre dans les EDCH peut entraîner des plaintes d'usagers pour des raisons esthétiques ou organoleptiques.*
- *Rappellent que la maîtrise des flux hydrauliques dans les réseaux est importante afin d'éviter la remise en suspension de résidus de corrosion.*

- *Attirent l'attention sur le fait que quatorze [eaux minérales naturelles (EMN)] gazeuses et deux EMN « plates », commercialisées en France en 2014, présentent des concentrations en manganèse dépassant la valeur limite de 50 µg.L⁻¹. Conformément à la réglementation¹, aucune de ces EMN ne porte la mention « convient pour la préparation des aliments des nourrissons », ou toute mention relative au caractère approprié pour l'alimentation des nourrissons. »*

L'Anses confirme que la valeur sanitaire maximale admissible de 60 µg.L⁻¹ de manganèse dans les EDCH ne peut être dépassée pour les enfants de 0 à 3 ans inclus ([0-4[ans).

Le Tableau II présente les valeurs d'aide à la gestion pour le manganèse dans les EDCH par classe d'âge pour les enfants et les adultes en réponse à la demande d'AST.

Dr Roger GENET

¹ Arrêté du 14 mars 2007 modifié relatif aux critères de qualité des eaux conditionnées, aux traitements et mentions d'étiquetage particuliers des eaux minérales naturelles et de source conditionnées ainsi que de l'eau minérale naturelle distribuée en buvette publique

MOTS-CLES

Manganèse - Eaux destinées à la consommation humaine (eau potable)

Manganese - Drinking water

BIBLIOGRAPHIE**Publications**

Anses. 2017a. Avis et rapport de l'Anses relatifs à la troisième étude individuelle nationale des consommations alimentaires (Etude INCA3) (saisine n°2014-SA-0234). Anses (Maisons-Alfort). <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2014SA0234Ra.pdf>.

Anses. 2017b. Rapport d'expertise collective de l'Anses relatif aux valeurs toxicologiques de référence - Guide d'élaboration de l'Anses (mission permanente VTR). Anses (Maisons-Alfort). <https://www.anses.fr/fr/system/files/SUBSTANCES2017SA0016Ra.pdf>.

Anses. 2018. Avis de l'Anses relatif à la détermination d'une valeur sanitaire maximale admissible pour le manganèse dans l'eau destinée à la consommation humaine (saisine n°2016-SA-0203). Anses (Maisons-Alfort). <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2016SA0203.pdf>.

Anses. 2019. Avis de l'Anses relatifs à la détermination de valeurs sanitaires maximales (V_{MAX}) pour différents pesticides dans les eaux destinées à la consommation humaine (saisine n°2018-SA-0134-a). Anses (Maisons-Alfort). <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2018SA0134.pdf>.

Beaudin, S. A., S. Nisam et D. R. Smith. 2013. "Early life versus lifelong oral manganese exposure differently impairs skilled forelimb performance in adult rats." *Neurotoxicology and Teratology* 38: 36-45. <https://doi.org/10.1016/j.ntt.2013.04.004>.

Beaudin, S. A., B. J. Strupp, M. Strawderman et D. R. Smith. 2017. "Early postnatal manganese exposure causes lasting impairment of selective and focused attention and arousal regulation in adult rats." *Environmental Health Perspectives* 125 (2): 230-237. <https://doi.org/10.1289/EHP258>.

Brandhuber, P., S. Craig, M. Friedman, A. Hill, S. Booth et A. Hanson. 2015. Legacy of manganese accumulation in water systems. Water Research Foundation et U.S. Environmental Protection Agency (Denver, Colorado).

Dietrich, A. M. et G. A. Burlingame. 2015. "Critical Review and Rethinking of USEPA Secondary Standards for Maintaining Organoleptic Quality of Drinking Water." *Environmental Science and Technology* 49 (2): 708-720. <https://doi.org/10.1021/es504403t>.

Gerke, T. L., B. J. Little et B. J. Maynard. 2016. "Manganese deposition in drinking water distribution systems." *Science of The Total Environment* 541: 184-193. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.09.054>.

Greger, J. L. 1999. "Nutrition versus toxicology of manganese in humans: evaluation of potential biomarkers." *NeuroToxicology* 20 (2-3): 205-212.

INSPQ. 2017. Valeur guide sanitaire pour le manganèse dans l'eau potable - Avis au Ministère de la Santé et des Services sociaux. Groupe scientifique sur l'eau : Institut national de santé publique du Québec.

IOM. 2001. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Institute of Medicine (Washington, D.C.). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK222332/>.

Kern, C. et D. R. Smith. 2011. "Pre-weaning Mn exposure leads to prolonged astrocyte activation and lasting effects on the dopaminergic system in adult male rats." *Synapse* 65 (6): 532-544. <https://doi.org/10.1002/syn.20873>.

Kern, C., G. Stanwood et D. R. Smith. 2010. "Pre-weaning manganese exposure causes hyperactivity, disinhibition, and spatial learning and memory deficits associated with altered dopamine receptor and transporter levels." *Synapse* 64 (5): 363-378. <https://doi.org/10.1002/syn.20736>.

MDH. 2012. Health Based Guidance for Groundwater. Manganese. Minnesota Department of Health. www.health.state.mn.us/divs/eh/risk/guidance/gw/manganese.html.

NHMR et NCRMMC. 2011. Australian Drinking Water Guidelines 6 - Version 3.5. National Health and Medical Research Council, National Resource Management Ministerial Council, Commonwealth of Australia (Canberra, Australie). <https://www.nhmrc.gov.au/file/14288/download?token=I0abH9A>.

OMS. 2011. Manganese in drinking water. Organisation mondiale de la santé (Genève). https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/manganese.pdf.

OMS. 2017. Guidelines for drinking-water quality - Fourth edition incorporating the first addendum. Organisation mondiale de la santé (Genève).

Santé Canada. 2019. Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : Document technique - Le manganèse. Santé Canada (Ottawa, Canada). <https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/documents/services/publications/healthy-living/guidelines-canadian-drinking-water-quality-guideline-technical-document-manganese/pub-manganese-0212-2019-fra.pdf>.

Slimani, N., G. Deharveng, R. U. Charrondière, A. L. Van Kappel, M. C. Ocké, A. Welch, A. Lagiou, M. Van Liere, A. Agudo, V. Pala, B. Brandstetter, C. Andren, C. Stripp, W. A. Van Staveren et E. Riboli. 1999. "Structure of the standardized computerized 24-h diet recall interview used as reference method in the 22 centers participating in the EPIC project." *Computer Methods and Programs in Biomedicine* 58 (3): 251-266. [https://doi.org/10.1016/S0169-2607\(98\)00088-1](https://doi.org/10.1016/S0169-2607(98)00088-1).

Tobiason, J. E., A. A. Islam, W. R. Knocke, J. Goodwill, P. Hargette, R. Bouchard et L. Zuravnsky. 2008. Characterization and performance of filter media for manganese control. American Water Works Association Research Foundation et U.S. Environmental Protection Agency (Denver, Colorado).

US EPA. Janvier 2004 2004. Drinking water health advisory for manganese. United States Environmental Protection Agency (Washington). https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-09/documents/support_cc1_magnese_dwreport_0.pdf.

Valcke, M., M. H. Bourgault, S. Haddad, M. Bouchard, D. Gauvin et P. Levallois. 2018. "Deriving a drinking water guideline for a non-carcinogenic contaminant: The case of manganese." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 15 (6). <https://doi.org/10.3390/ijerph15061293>.

Voss, S., U. R. Charrondiere, N. Slimani, A. Kroke, E. Riboli, J. Wahrendorf et H. Boeing. 1998. "EPIC-SOFT a European dietary assessment instrument for 24-h recalls." *European Journal of Nutrition* 37 (3): 227-233.

Législation et réglementation

Directive 98/83/CE du Conseil du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine

Directive (UE) n° 2015/1787 du 6 octobre 2015 modifiant les annexes II et III de la directive 98/83/CE du Conseil relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine

Proposition de directive du Parlement européen et du Conseil relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (refonte) - Accord politique. Document n°6060/1/20 REV 1 du Secrétariat général du Conseil de l'Union Européenne

Arrêté du 11 janvier 2007 modifié relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique

Arrêté du 14 mars 2007 modifié relatif aux critères de qualité des eaux conditionnées, aux traitements et mentions d'étiquetage particuliers des eaux minérales naturelles et de source conditionnées ainsi que de l'eau minérale naturelle distribuée en buvette publique

ANNEXE 1 – SIGLES ET ABREVIATIONS

Anses : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

AQT : Apport quotidien tolérable

CMA : Concentration maximale acceptable

DGS : Direction générale de la santé

DJA : Dose journalière admissible

DJT : Dose journalière tolérable

EAT : Étude de l'alimentation totale

EATi : Étude de l'alimentation totale infantile

EDCH : Eau destinée à la consommation humaine

EMN : Eau minérale naturelle

ERS : Évaluation des risques sanitaires

ERS EDCH : Évaluation des risques sanitaires associés aux paramètres chimiques des eaux destinées à la consommation humaine

GT : Groupe de Travail

INCA : Étude individuelle nationale des consommations alimentaires

INSPQ : Institut national de santé publique du Québec, Canada

MDH : Minnesota Department of Health

NCRMMC : National Resource Management Ministerial Council, Australie

NHMR : National Health and Medical Research Council, Australie

OE : Objectif esthétique

OMS : Organisation mondiale de la santé

RfD : Dose de référence (reference dose)

US EPA : United States environmental protection agency, USA

VBS : Valeur basée sur la santé

VGS : Valeur guide sanitaire

ANNEXE 2 : DETAIL DES DONNEES DE CONSOMMATION HYDRIQUES D'APRES L'ETUDE INCA3 (ANSES 2019)**3.4.1.1. Description de l'étude INCA 3**

La 3^e étude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires (INCA3) est une enquête transversale visant à estimer les consommations alimentaires et les comportements en matière d'alimentation des individus vivant en France (Anses 2017a). Elle a été menée entre février 2014 et septembre 2015 auprès de 5 855 individus, répartis en 2 698 enfants de la naissance à 17 ans et 3 157 adultes âgés de 18 à 79 ans vivant en France métropolitaine (hors Corse).

Les individus ont été sélectionnés selon un plan de sondage aléatoire à trois degrés (unités géographiques, logements puis individus), à partir du recensement annuel de l'INSEE de la population de 2011, en respectant une stratification géographique (région, taille d'agglomération) afin d'assurer la représentativité sur l'ensemble du territoire. Deux échantillons indépendants ont été constitués : un échantillon « Enfants » (0-17 ans) et un échantillon « Adultes » (18-79 ans).

Afin d'assurer la représentativité nationale des résultats présentés, les individus participants ont fait l'objet d'une pondération qui a été réalisé séparément chez les enfants et chez les adultes en tenant compte de variables géographiques et socio-économiques.

Les consommations alimentaires ont été recueillies sur 3 jours non consécutifs (2 jours de semaine et 1 jour de week-end) répartis sur environ 3 semaines, par la méthode des rappels de 24 heures pour les individus âgés de 15 à 79 ans et par la méthode des enregistrements de 24h (via un carnet alimentaire) pour les individus âgés de 0 à 14 ans. Pour les 3 jours sélectionnés, les individus devaient décrire leurs consommations alimentaires en identifiant tous les aliments et boissons consommés dans la journée et la nuit précédentes. Ils devaient les décrire de façon aussi détaillée que possible et les quantifier à l'aide notamment d'un cahier de photographies de portions alimentaires et de mesures ménagères. Quel que soit l'âge, les interviews étaient conduites par téléphone, à l'aide du logiciel standardisé GloboDiet (Voss *et al.* 1998 ; Slimani *et al.* 1999), par des enquêteurs professionnels spécifiquement formés aux méthodes mises en œuvre et à l'utilisation du logiciel.

Parmi les 5 855 individus inclus dans l'étude, 4 114 (2 121 adultes et 1 993 enfants) ont validé le volet consommation en répondant à au moins 2 interviews alimentaires. Chaque sujet ayant sa masse corporelle mesurée (à plus de 90 % des cas) ou déclarée, il est possible d'estimer le ratio de la consommation alimentaire hydrique par la masse corporelle pour chacun des individus inclus dans l'étude.

3.4.1.2. Estimation de la masse corporelle

La masse corporelle de chaque individu a été mesurée par l'enquêteur lors de la visite à domicile durant l'étude à l'aide d'un pèse-personne électronique précis à 0,1 kg près. Il a été mesuré effectivement pour 95 % des enfants (de 0-17ans) et 91 % des adultes de 18-79 ans. Pour les individus ayant refusé la mesure, la masse déclarée a été prise en compte.

3.4.1.3. Estimation de la consommation hydrique journalière

Afin d'estimer la consommation hydrique journalière des adultes (18-79 ans) et des enfants (0-17 ans), sont présentées les estimations de la consommation hydrique journalière pour quatre type d'eau différents :

- L'eau embouteillée ;
- L'eau du robinet non chauffée ;
- L'eau du robinet chauffée pour les l'eau utilisée à la préparation du café, du thé et de la tisane ;
- L'eau aromatisée incluant les sirops à l'eau.

La consommation d'eau utilisée pour la reconstitution des biberons de préparations infantiles a été prise en compte dans la consommation des différents types d'eau.

Afin de ne pas sous-estimer les consommations hydriques journalières, les distributions ont été décrites pour les seuls consommateurs d'au moins un des types d'eau décrit précédemment.

Le Tableau III présente les consommations hydriques journalières rapportées à la masse corporelle pour les différentes catégories d'eau et les classes d'âge retenues.

Tableau III. Consommation quotidienne d'eau rapportée à la masse corporelle (médiane et P95) pour les différentes catégories d'eau et selon les classes d'âge chez les adultes et enfants seuls consommateurs de chaque catégorie d'eau

Age	Type d'eau	Effectif	Médiane (L.kg m.c. ⁻¹ .j ⁻¹)	P95 (L.kg m.c. ⁻¹ .j ⁻¹)
[0-4[ans	Eau embouteillée	149	0,021	0,201
	Eau du robinet non chauffée	101	0,018	0,059
	Eau du robinet chauffée	21	0,006	0,052
	Eau aromatisée	32	0,008	0,019
	Total eau de consommation	210	0,027	0,185
[4-7[ans	Eau embouteillée	202	0,014	0,047
	Eau du robinet non chauffée	293	0,016	0,047
	Eau du robinet chauffée	14	0,003	0,023
	Eau aromatisée	120	0,004	0,018
	Total eau de consommation	345	0,025	0,059
[7-11[ans	Eau embouteillée	255	0,012	0,042
	Eau du robinet non chauffée	406	0,014	0,042
	Eau du robinet chauffée	41	0,002	0,009
	Eau aromatisée	115	0,004	0,018
	Total eau de consommation	480	0,020	0,053
[11-15[ans	Eau embouteillée	303	0,006	0,022
	Eau du robinet non chauffée	462	0,009	0,026
	Eau du robinet chauffée	62	0,002	0,007
	Eau aromatisée	117	0,003	0,009
	Total eau de consommation	541	0,012	0,030
[15-18[ans	Eau embouteillée	218	0,005	0,021
	Eau du robinet non chauffée	360	0,009	0,027
	Eau du robinet chauffée	94	0,002	0,010
	Eau aromatisée	92	0,002	0,009
	Total eau de consommation	405	0,013	0,031
[18-80[ans	Eau embouteillée	1347	0,007	0,025
	Eau du robinet non chauffée	1513	0,007	0,026
	Eau du robinet chauffée	1796	0,006	0,017
	Eau aromatisée	245	0,002	0,010
	Total eau de consommation	2117	0,017	0,037

Source Étude INCA3 (2014-2015), traitement Anses