

Effets potentiels sur la santé de l'exposition à l'aluminium et à ses composés

Cette fiche de renseignements est basée sur une évaluation complète des documents scientifiques produits par des consultants externes sur les effets potentiels de l'aluminium sur la santé. Cette évaluation complète a été soumise à l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA) en décembre 2010, à la demande des responsables du programme REACH (règlement sur l'enregistrement, l'évaluation, l'autorisation et la restriction des produits chimiques) de l'Union européenne.

Introduction

Ce document présente un résumé des données scientifiques concernant les effets des poussières d'aluminium (Al), d'oxyde d'aluminium (Al_2O_3) et d'hydroxyde d'aluminium ($\text{Al}(\text{OH})_3$) sur la santé dans des conditions d'exposition types. L'information qu'il contient est fondée sur un examen récent d'études, publiées et non publiées, portant sur les **effets** nocifs de ces substances **sur la santé**.

Les termes en caractères gras sont définis dans le glossaire à la fin du présent document.

À propos de l'aluminium, de l'oxyde d'aluminium et de l'hydroxyde d'aluminium

L'aluminium (symbole chimique : Al) est très abondant dans la nature et représente presque 8 % du poids de la croûte terrestre. C'est un métal léger et résistant à la corrosion. L'aluminium nu est hautement réactif et sa surface s'oxyde immédiatement au contact de l'air, ce qui produit une couche inerte d'oxyde d'aluminium (formule chimique : Al_2O_3), substance très dure et très résistante. Dans sa forme cristalline, appelée corindon, l'oxyde d'aluminium est utilisé comme abrasif et comme matériau réfractaire. L'hydroxyde d'aluminium (formule chimique : $\text{Al}(\text{OH})_3$) est le principal composant de la bauxite, un minerai qu'on trouve dans la nature et qui constitue la principale source d'aluminium.

Suis-je exposé à l'aluminium?

Oui. Les êtres humains peuvent être exposés à l'aluminium de plusieurs façons :

- ❖ par l'air (dans la poussière provenant du sol);
- ❖ par les aliments (sources naturelles, additifs alimentaires ou petites quantités provenant d'ustensiles ou d'emballages alimentaires);
- ❖ par l'eau potable (sources naturelles ou résultant de résidus de floculants employés dans les systèmes de purification d'eau contenant de l'aluminium);



- ❖ par certains produits de consommation ou pharmaceutiques (p. ex. : produits antisudorifiques et antiacides contenant de l'aluminium);
- ❖ par une exposition dans le milieu de travail, s'ils font de la soudure à l'aluminium ou s'ils produisent ou manipulent des substances contenant de l'aluminium (au travail, l'exposition est surtout provoquée par l'inhalation).

La solubilité d'un sel métallique dans l'eau est un facteur important pour déterminer la quantité d'**ions métalliques** qui pénètrent dans le flux sanguin. Cette quantité porte le nom de **biodisponibilité**. L'aluminium, l'oxyde d'aluminium et l'hydroxyde d'aluminium sont peu solubles dans l'eau^{1, 2, 3}. En fait, moins de 0,1 % de ces substances sont absorbées lorsqu'elles passent dans le tube digestif^{4, 5}. Seule une petite partie de ces substances est absorbée après l'inhalation⁶. De plus, les données scientifiques, notamment une étude effectuée sur des êtres humains⁷, révèlent que la biodisponibilité de l'aluminium est faible après l'exposition cutanée.

Que dit la science à propos de l'aluminium et de ses effets sur la santé?

➤ Effets neurologiques

L'**encéphalopathie de la dialyse**, syndrome neurologique dégénératif, a été observée chez des patients sous dialyse rénale ayant été exposés à des quantités très élevées d'aluminium via l'emploi de substances fixant les phosphates et la contamination des dialysats. Les changements apportés aux procédés de dialyse ont éliminé ce problème.

Le débat se poursuit sur le rôle potentiel de l'aluminium dans l'apparition et la progression de la **maladie d'Alzheimer** ainsi que sur les autres **effets neurotoxiques** pouvant accélérer le déclin des fonctions cognitives avec l'âge.



Selon les données scientifiques connues, les quantités d'aluminium auxquelles le public en général est exposé ne produisent pas d'effets neurotoxiques.

-
- ¹ Harlan Laboratories Ltd, Royaume-Uni. (2010). Détermination de la solubilité de l'aluminium dans l'eau. Projet n° : 2962/0001. 4 janvier 2010. Étude réalisée à la demande du Consortium REACH sur l'aluminium.
 - ² Harlan Laboratories Ltd, Royaume-Uni. (2010). Détermination de la solubilité de l'oxyde d'aluminium dans l'eau. Projet n° : 2962/0002. 4 janvier 2010. Étude réalisée à la demande du Consortium REACH sur l'aluminium.
 - ³ Harlan Laboratories Ltd, Royaume-Uni. (2010). Détermination de la solubilité de l'hydroxyde d'aluminium dans l'eau. Projet n° : 2962/0003. 4 janvier 2010. Étude réalisée à la demande du Consortium REACH sur l'aluminium.
 - ⁴ Priest, N.D., Newton, D., Talbot, B., McAughey, J., Day, P., Fifield, K. (1998). Études financées par l'industrie sur la biocinétique et la biodisponibilité de l'aluminium dans le corps humain. Réf. : T.V. O'Donnell, N.D. Priest (réd.), *Health in the aluminium industry: managing health in the aluminium industry*. Londres, Royaume-Uni : Middlesex University Press.
 - ⁵ Priest, N.D. (1997). Études Harwell réalisées sur des volontaires et portant sur la biocinétique et la biodisponibilité de l'aluminium. Compilation de rapports. Rapport de l'AEA n°. AEA-EE-0206. Royaume-Uni. 1997.
 - ⁶ Priest, N.D. (2004). The biological behaviour and bioavailability of aluminium in man, with special reference to studies employing aluminium-26 as a tracer : review and study update. *Journal of Environmental Monitoring*, 6, 375-403.
 - ⁷ Flarend, R., Bin, T., Elmore, D. et Hem, S. L. (2001). A preliminary study of the dermal absorption of aluminium from antiperspirants using aluminium-26. *Food & Chemical Toxicology*, 39, 163-168.

Une **étude de référence**⁸ récente a révélé des effets neurologiques légers chez les rats exposés à de grandes quantités d'aluminium. Toutefois, ces effets n'ont été observés qu'à des concentrations mille fois supérieures à celles généralement mesurées dans l'eau potable traitée et les aliments.

Des études récentes destinées à vérifier l'existence d'un lien entre les concentrations d'aluminium dans l'eau potable et la maladie d'Alzheimer n'ont pas produit de résultats concluants. Compte tenu du nombre de sources de données probantes concernant uniquement la maladie d'Alzheimer, le **poids de la preuve** ne démontre pas à l'heure actuelle que l'aluminium joue un rôle important dans l'apparition de cette maladie.

Des études sont en cours pour déterminer le rôle potentiel de l'aluminium dans l'apparition d'autres maladies pouvant provoquer un déclin des fonctions cognitives. Pour l'instant, rien n'indique que ces effets sont produits par l'aluminium.

Le niveau d'exposition des travailleurs à l'aluminium est régi par des normes réglementaires. Le poids de la preuve, sur lequel les études en milieu professionnel récentes ont une forte incidence^{9,10}, ne concerne aucun **risque** neurotoxique pour les travailleurs exposés aux poussières d'aluminium aéroportées ou aux poussières d'oxyde et d'hydroxyde d'aluminium présentes dans les milieux de travail conformes à la réglementation.

➤ Effets sur les poumons

Il n'existe aucune preuve d'un **effet fibrogène** chimique causé par la poudre d'aluminium métallique.

Si elles ne sont pas contrôlées de façon appropriée, plusieurs substances aéroportées présentes dans les salles de cuves peuvent contribuer à irriter les poumons. Les données révèlent que les substances contenant du fluorure^{11, 12, 13} ou du dioxyde de soufre¹⁴ peuvent jouer un rôle à cet égard. Il semblerait que l'oxyde et l'hydroxyde d'aluminium puissent constituer des **poussières nuisibles** dans les conditions actuelles d'exposition professionnelle contrôlées.

⁸ ToxTest TEH-113. (2010). One-Year Developmental and Chronic Neurotoxicity Study of Aluminium Citrate in Rats. Rapport final de ToxTest. Alberta Research Council Inc, Canada. Projet n°. TEH -113. 20 avril 2010.

⁹ Kiesswetter, E., Schäper, M., Buchta, M., Schaller, K. H., Rossbach, B., Kraus, T., Letzel, S. (2009). Longitudinal study on potential neurotoxic effects of aluminium: II. Assessment of exposure and neurobehavioral performance of Al welders in the automobile industry over 4 years. *International Archives of Occupational & Environmental Health*, 82, 1191-1210.

¹⁰ Kiesswetter, E., Schäper, M., Buchta, M., Schaller, K. H., Rossbach, B., Scherhag, H., Zschiesche, W., Letzel, S. (2007). Longitudinal study on potential neurotoxic effects of aluminium: I. Assessment of exposure and neurobehavioural performance of Al welders in the train and truck construction industry over 4 years. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 81, 41-67.

¹¹ ATSDR. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2008. *Toxicological Profile for Aluminum*. Septembre 2008. Atlanta, Géorgie. US Department of Health & Human Services, Public Health Service.

¹² Krewski, D., Yokel, R.A., Nieboer, E., Borchelt, D., Cohen, J., Harry, J., Kacew, S., Lindsay, J., Mahfouz, A.M., Rondeau, V. (2007). Human health risk assessment for aluminium, aluminium oxide, and aluminium hydroxide. *Journal of Toxicology & Environmental Health, Part B: Critical Reviews*, 10, 1-269.

¹³ Donoghue, A.M., Frisch, N., Ison, M., Walpole, G., Capil, R., Curl, C., Di Corleto, R., Hanna, B., Robson, R., Viljoen, D. (2011). Occupational asthma in the aluminum smelters of Australia and New Zealand: 1991–2006. *American Journal of Industrial Medicine*, 54, 224-231.

¹⁴ Abramson, M.J., Benke, G.P., Cui, J., De Klerk, N.H., Del Monaco, A., Dennekamp, M., Fritschi, L., Musk, A.W., Sim, M.R. (2010). Is potroom asthma due more to sulphur dioxide than fluoride? An inception cohort study in the Australian aluminium industry. *Occupational and Environmental Medicine*, 67, 679-685.

Les résultats des études réalisées en milieu de travail ne démontrent pas l'existence d'une sensibilisation ou de réactions allergiques provoquées par l'exposition aux composés d'aluminium. Le poids de la preuve, qui s'appuie sur les résultats négatifs d'études sur la **sensibilisation cutanée**^{15, 16} chez les animaux, indique l'existence d'un **potentiel de sensibilisation** très faible pour les poussières d'aluminium métallique, d'oxyde d'aluminium et d'hydroxyde d'aluminium inhalées.

➤ **Effets sur la fécondité**

Le poids de la preuve, y compris les observations sur la biodisponibilité et les résultats d'études effectuées sur des animaux, ne démontre pas d'effets sur l'appareil reproducteur.

➤ **Effets sur les nourrissons et sur le développement du fœtus**

Les données disponibles, y compris les observations sur la biodisponibilité et les résultats négatifs d'études effectuées sur les animaux, ne fournissent aucune preuve claire que l'exposition aux poussières d'aluminium, d'oxyde d'aluminium ou d'hydroxyde d'aluminium présente un risque pour le développement des êtres humains.

➤ **Cancer**

Le poids de la preuve provenant d'études réalisées sur des animaux et des êtres humains ainsi que d'études *in vitro* n'indique pas que l'exposition aux poussières d'aluminium, d'oxyde d'aluminium ou d'hydroxyde d'aluminium par voie orale, respiratoire ou cutanée présente un **risque** de cancer pour les humains.

Même si le processus de production de l'aluminium a été classé par le CIRC¹⁷ dans le groupe 1 (cancérogène pour les humains), cela n'implique pas que l'aluminium est l'agent responsable. Les preuves démontrent que des substances cancérogènes connues, comme les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)¹⁸, peuvent jouer un rôle, ce qui n'est pas le cas de l'aluminium.

Le poids de la preuve de plusieurs études épidémiologiques ne



¹⁵ Basketter, D.A., Lea, L.J., Cooper, K.J., Ryan, C.A., Gerberick, G.F., Dearman, R.J., Kimber, I. (1999). Identification of metal allergens in the local lymph node assay. *American Journal of Contact Dermatitis*, 10, 207-212.

¹⁶ Lab Research Ltd, Hongrie. (2010). Aluminium hydroxide: A skin sensitisation study in the guinea pig using the Magnusson and Kligman method. Rapport final. Étude n° : 09/164-104T. 3 février 2010. Étude réalisée à la demande du Consortium REACH sur l'aluminium.

¹⁷ CIRC. Centre International de Recherche sur le Cancer. (1990). *Chromium, nickel and welding*. Réf. : Monographies du CIRC sur l'évaluation des risques de cancérogénicité pour l'homme. Vol. 49 : Publications scientifiques du CIRC, Lyon, France.

¹⁸ Baan, R., Grosse, Y., Straif, K., Secretan, B., El Ghissassi, F., Bouvard, V., Benbrahim-Tallaa, L., Guha, N., Freeman, C., Galichet, L., Coglian, V. (2009). A review of human carcinogens- Part F: chemical agents and related occupations. *The Lancet Oncology*, 10, 1143-1144.

démontre pas de lien entre le cancer du sein et les antisudorifiques contenant de l'aluminium¹⁹.

Le poids de la preuve, y compris les observations sur la biodisponibilité et les résultats négatifs d'**études de référence**²⁰ récentes, ne démontre pas l'existence d'un effet **mutagène** ou **génotoxique** sur les personnes exposées aux poussières d'aluminium, d'oxyde d'aluminium ou d'hydroxyde d'aluminium absorbées par voie orale et par inhalation.

➤ **Autres effets**

L'aluminium est présent dans le régime alimentaire des êtres humains. Pour un adulte, l'absorption quotidienne est estimée à environ 2,5 à 13,5 mg et peut être beaucoup plus élevée (500 mg ou plus) chez les personnes qui prennent des médicaments antiacides contenant de l'hydroxyde d'aluminium²¹. Les quantités normales absorbées par l'alimentation ne sont associées à aucun effet nocif.

Les cas déclarés de sensibilisation par l'aluminium à la suite d'une exposition de la peau sont rares^{22,23}. Une étude de référence effectuée récemment sur des animaux exposés à de l'hydroxyde d'aluminium²⁴ a donné des résultats négatifs, de même qu'une étude sur l'oxyde d'aluminium financée par l'industrie. Le poids de la preuve indique que le potentiel de sensibilisation pour les poussières d'aluminium métallique, d'oxyde d'aluminium et d'hydroxyde d'aluminium sur la peau exposée est limité.

¹⁹ Namer, M., Luporsi, E., Gligorov, J., Lokiec, F., & Spielmann, M. (2008). L'utilisation de déodorants/antitranspirants ne constitue pas un risque de cancer du sein. *Bulletin du Cancer*, 95, 871-880.

²⁰ Covance Laboratories Ltd. (2010). Aluminium hydroxide: induction of micronuclei in the bone marrow of treated rats. Covance Laboratories Ltd, 2010. Rapport. Étude Covance n° 8221368.

²¹ ISSC. Programme international sur la sécurité des substances chimiques. (1997). *Aluminium*. Critères d'hygiène de l'environnement 194. Genève : Organisation mondiale de la santé.

²² Kligman, A.M. (1966). The identification of contact allergens by human assay. III. The maximization test; a procedure for screening and rating contact sensitizers. *The Journal of Investigative Dermatology*, 47, 393-409.

²³ Kligman, A.M. (1966). The identification of contact allergens by human assay. II. Factors influencing the induction and measurement of allergic contact dermatitis. *The Journal of Investigative Dermatology*, 47, 375-392.

²⁴ Lab Research Ltd, Hongrie. (2010). Aluminium hydroxide: a skin sensitisation study in the guinea pig using the Magnusson and Kligman method. Rapport final. Étude n° : 09/164-104T, 3 février 2010. Étude réalisée à la demande du Consortium Reach sur l'aluminium.

➤ **Autres recherches**

Bien que les effets potentiels de l'aluminium sur la santé aient fait l'objet de nombreuses évaluations scientifiques, certains aspects doivent être étudiés de façon plus approfondie. Ainsi, les effets neurologiques de l'exposition des animaux de laboratoire à de grandes quantités d'aluminium doivent être précisés. En outre, nous avons besoin de données supplémentaires sur la pharmacocinétique de l'aluminium. Enfin, les effets potentiels sur la santé des interactions entre l'aluminium et les autres métaux comme le fer, le cuivre et le zinc doivent aussi être étudiés.

Résumé

L'aluminium est l'élément métallique le plus abondant sur la terre. Il est présent dans le régime alimentaire des êtres humains en concentrations modérées, inférieures à 15 mg par jour. L'aluminium métallique est utilisé dans l'industrie de l'électricité et comme élément structural dans les industries de la construction, de l'automobile et de l'aéronautique. Il est également employé dans la production d'alliages ainsi que dans les ustensiles de cuisine et les emballages alimentaires. De plus, les composés d'aluminium sont utilisés comme coagulants dans les systèmes de traitement d'eau ainsi que comme antiacides, antisudorifiques et additifs alimentaires.

De nombreux organismes ont proposé des limites d'absorption pour les quantités d'aluminium dans les aliments. Ainsi, dans une décision récente, le Comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires (JECFA) a fixé la dose hebdomadaire admissible provisoire (DHAP) à 2 mg d'aluminium par kilogramme de poids corporel. La DHAP s'applique également à tous les composés d'aluminium dans les aliments et les additifs alimentaires²⁵.

La présente fiche de renseignements contient un résumé des données sur des effets potentiels, sur la santé, des poussières d'aluminium (Al), d'oxyde d'aluminium (Al₂O₃) et d'hydroxyde d'aluminium (Al(OH₃)), dans les conditions d'exposition généralement présentes dans le milieu de travail, l'environnement général et l'alimentation. Les données disponibles ne permettent pas de démontrer que, aux niveaux d'exposition actuels, ces composés ont des effets négatifs sur la santé dans la population en général.

²⁵ Pour en savoir plus à ce sujet, consulter le site Web : <http://www.who.int/foodsafety/chem/iecfa/summaries/Summary74.pdf>.

Glossaire

Biodisponibilité : Quantité ou proportion d'une substance chimique qui pénètre dans le flux sanguin.

Cancérogène : Substance qui accroît le risque de cancer chez les êtres humains.

Danger : « Propriété intrinsèque de l'agent le rendant capable de produire des effets nocifs aux êtres humains ou à l'environnement dans des conditions d'exposition particulières. » (Pour en savoir plus à ce sujet, rendez-vous à l'adresse Web http://www.hc-sc.gc.ca/ahc-asc/alt_formats/hpfb-dgpsa/pdf/pubs/risk-risques-fra.pdf.)

Effet fibrogène : Effet nocif pour la santé associé au développement de tissus fibreux dans les poumons, qui provoque une réduction de la capacité du tissu de transférer l'oxygène dans le flux sanguin.

Effet neurotoxique : Effet nocif sur les cellules et les tissus du système nerveux associé à des modifications pathologiques de la structure ou de la fonction du système nerveux.

Encéphalopathie de la dialyse : Syndrome neurologique dégénératif, caractérisé par la perte graduelle des fonctions motrices, cognitives et langagières.

Étude de référence : Étude réalisée conformément à une méthode acceptée à l'échelle internationale, comme les lignes directrices établies par l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques).

Génotoxicité : Capacité d'une substance ou d'un agent chimique de modifier le matériel génétique (ADN) d'une cellule vivante.

Ion métallique : Un métal est un élément, un composé ou un alliage pouvant transmettre l'électricité et la chaleur. Les ions métalliques (notamment les cations, c'est-à-dire des ions chargés positivement) se forment par la perte d'un ou de plusieurs électrons.

Irritation gastrointestinale : Condition associée à l'irritation et à l'inflammation de l'estomac et des intestins. Les principaux symptômes sont des douleurs gastriques et (ou) abdominales, une diarrhée légère ou modérée, ainsi que la nausée, avec ou sans vomissement.

Maladie d'Alzheimer : La maladie d'Alzheimer est une maladie progressive et dégénérative du cerveau qui provoque une détérioration de la pensée et de la mémoire. C'est la forme de démence la plus courante. La démence est un syndrome qui comprend un certain nombre de symptômes, dont la perte de mémoire. (Pour en savoir plus à ce sujet, consulter la page Web <http://www.alzheimer.ca/french/disease/intro.htm>.)

Mutagenicité : Capacité d'une substance ou d'un agent chimique de produire des mutations dans un organisme ou d'accroître la fréquence des mutations.

Poids de la preuve : Le poids de la preuve désigne la quantité globale de données scientifiques qui démontrent qu'un agent présent dans l'environnement peut avoir des effets nocifs sur la santé humaine.

Potentiel de sensibilisation : Capacité d'une substance de provoquer une réaction allergique entraînant une hypersensibilité (condition selon laquelle la réaction à une deuxième exposition ou à une exposition ultérieure à une substance est plus forte que la réaction initiale) à un agent présent dans l'environnement.

Poussières nuisibles : Particules de poussière peu solubles dans l'eau dont le potentiel de sensibilisation et de toxicité est faible (sauf dans les cas d'inflammation ou de surcharge des poumons).

Risque : « Mesure des torts à la santé humaine qui résultent de l'exposition à un agent dangereux, combinée à la possibilité que les torts surviennent. » (Pour en savoir plus à ce sujet, consulter le site Web http://www.hc-sc.gc.ca/ahc-asc/alt_formats/hpfb-dgpsa/pdf/pubs/risk-risques-fra.pdf.)

Sensibilisation cutanée : La sensibilisation cutanée (dermatite de contact allergique) est une réponse du système immunitaire à un agent présent dans l'environnement. Chez les êtres humains, les réactions de sensibilisation peuvent être caractérisées par du prurit (démangeaisons), de l'érythème (rougeurs), de l'œdème (enflure) et des ampoules.