

Aluminium vaccinal, quel impact sur l'enfant ?

Tous les enfants nés depuis le 1^{er} janvier 2018 sont soumis à une obligation vaccinale qui aboutit à réaliser des vaccinations rapprochées contre 11 maladies durant leurs deux premières années de vie. Tous contiennent un adjuvant aluminique, mis à part le vaccin ROR (rougeole-oreillons-rubéole).

Dominique Le Houézec
Pédiatre

Ces sels d'Al ont pour rôle de stimuler et d'amplifier la réaction immunitaire qui assurera une meilleure efficacité à long terme. Cette attitude autoritaire, voire coercitive, a pour but de vouloir ainsi protéger l'ensemble de la population de maladies infectieuses évitables, ce que l'on qualifie de bénéfique, résultat qui est globalement indéniable. Mais qu'en est-il du risque, aspect trop souvent minoré ou banalisé de la vaccinologie ? Que sait-on en particulier du risque de ces adjuvants vaccinaux aluminiques que l'on utilise depuis des dizaines d'années de façon intuitive et empirique sans en avoir compris vraiment tous les avantages et surtout les inconvénients ?

« Retour vers le futur »

La toxicité chronique de l'Aluminium (Al) a d'abord été découverte (Spofforth, 1921) chez les professionnels de cette industrie, à la suite d'inhalations prolongées de fumées et poussières métalliques, occasionnant des troubles cognitifs et des difficultés de la motricité fine.

Cinquante ans plus tard, les urologues ont été confrontés à une « encéphalopathie des dialysés » (troubles de la parole et de l'équilibre, épilepsie, anomalies psychiques) qui a été mise en lien avec des teneurs excessives d'Al dans le liquide des bains d'hémodialyse (1). Plus proche de nous, en 1998, il a été décrit chez l'adulte une pathologie nouvelle, la myofasciite à macrophages (MFM), qui crée une polémique persistante puisque ses découvreurs mettent en accusation le rôle de l'aluminium vaccinal. Cette affection chronique associe toujours les mêmes symptômes (fatigue chronique intense, myalgies, arthralgies et troubles cognitifs). La biopsie musculaire montre une image typique de cristaux d'aluminium persistants au sein du muscle deltoïde qui a reçu, des mois ou des années

avant, une vaccination contenant l'adjuvant qui est montré du doigt. Cette affection possède de plus de nombreux points communs avec des pathologies semblables comme l'encéphalomyélite myalgique (SFC ou syndrome de fatigue chronique), la fibromyalgie, le syndrome de la guerre du Golfe, regroupées sous l'acronyme de « syndrome ASIA » (Autoimmune/Inflammatory Syndrome Induced by Adjuvants). Pour plus de détails, une bibliographie dense est [disponible sur le site de l'association E3M](#) des personnes atteintes de MFM et sur une vidéo explicite de YouTube (2) dont la forme et le fond méritent d'aller y faire un tour.

Et l'enfant dans tout cela...

La MFM n'existe quasiment pas chez le très jeune enfant, les rares cas décrits restent douteux ou anecdotiques. Cette constatation est possiblement en lien avec la nécessité de recevoir une multiplication d'injections vaccinales qui vont finir par déclencher des processus neurotoxiques chez certaines personnes dégradant difficilement les sels d'Al. Et pourtant, le schéma vaccinal officiel actuel aboutit à injecter chez un enfant d'un an une dose cumulative d'Al³⁺ pouvant aller jusqu'à 3,8 mg, quantité impressionnante lorsqu'on sait que ceci correspond à plus de la moitié de la quantité d'Al vaccinal qu'il sera censé recevoir au cours de toute sa vie. Si l'on calcule cet apport en fonction du poids du nourrisson, la dose cumulée d'Al³⁺/kg de poids à l'âge d'un an est cinq fois plus importante que la dose/kg reçue par un adulte d'une vingtaine d'années (3), tout se passant comme si la vaccinologie considérait l'enfant comme un « petit adulte ». Bien sûr, il n'en est rien, le nourrisson est un être immature en pleine transformation continue avec une croissance du cerveau explosive (son poids pas-

Mots-clés : #Aluminium #Autisme #Développement de l'enfant #Trouble du spectre de l'autisme #Vaccin, vaccination

sant de 400 g à la naissance à 1 200 g à quatre ans) qui occasionne un véritable « Big Bang » neuronal.

Une publication américaine (4) s'est penchée sur les bases de données du *Vaccine Safety Datalink (VSD)* concernant tous les produits associés aux antigènes vaccinaux en fonction des multiples vaccins recommandés chez l'enfant. Seules les quantités d'Al contenues dans les vaccins recommandés chez le nourrisson ont pu être bien documentées et estimées à une dose moyenne cumulée d'Al³⁺ de 4 mg à l'âge de onze mois. Les auteurs constatent par ailleurs qu'aucune étude épidémiologique n'a examiné spécifiquement les associations entre les ingrédients non-antigéniques des vaccins (en dehors du thiomersal, conservateur à base d'éthylmercure) et d'éventuels effets secondaires alors qu'il serait possible de se pencher sur la sécurité de l'exposition à l'Al vaccinal à partir de ces vastes données du *VSD*.

On sait pourtant que le nourrisson n'est pas insensible à des apports excessifs d'Al. Un essai randomisé réalisé sur deux groupes d'enfants prématurés (< 34 sem.) ayant reçu initialement une alimentation parentérale durant plus de dix jours, soit avec des solutés riches en Al, soit avec des solutés peu concentrés, objective des résultats significatifs. Des déficits du score de développement psychomoteur sont retrouvés, à l'âge de 18 mois, en lien avec les apports d'Al, avec une relation dose-effet (5).

La problématique de l'autisme et des troubles du spectre autistique (TSA)

Sur le plan épidémiologique, Il existe des données probantes puisque l'on relève aux États-Unis une corrélation statistique entre l'augmentation progressive de l'utilisation des adjuvants aluminiques et l'explosion de la prévalence des TSA dans ce pays durant les 20 dernières années. Une corrélation significative est également retrouvée entre la somme d'Al vaccinal injectée chez le nourrisson (aux âges de trois à quatre mois) et la prévalence actuelle des TSA dans sept pays occidentaux (États-Unis, Grande Bretagne, Canada, Australie, Suède, Finlande, Islande) (6).

Une autre étude épidémiologique (7) a recensé la prévalence de l'autisme ou de troubles sévères du langage dans chaque État des États-Unis durant la période 2001-2007 comparée au nombre de vaccins recommandés et réalisés à l'âge de deux ans. Une relation statistique significative a été retrouvée entre ces données : plus les enfants avaient reçu un nombre important de vaccins recommandés, plus la prévalence de l'autisme ou de troubles du langage était élevée. Ces résultats étaient indépendants du milieu socio-économique, de l'ethnie ou d'une comorbidité éventuelle.

Aux États-Unis toujours, la vaccination contre l'hépatite B est recommandée dès la naissance depuis 1991. Les deux vaccins anti-hépatite B les plus vendus à cette période (Engerix B® GSK et GenHévac B®

Pasteur) contiennent un adjuvant aluminique. Une étude a été réalisée (8) sur la période 1997-2002 pour rechercher un lien éventuel de ce vaccin avec l'apparition d'un autisme, en comparant les garçons vaccinés à la naissance et ceux qui ne l'avaient pas reçu ou bien l'avaient reçu au-delà du premier mois de vie. Les garçons vaccinés à la maternité présentent un risque trois fois plus important de voir apparaître des signes autistiques, avec un facteur de risque plus important dans la population noire.

Une méta-analyse de 2014 (9) reprenant les résultats de dix articles précédents (études de cohortes ou de séries cas-témoins), a conclu à l'absence de liens entre les vaccinations, dont le ROR, et la survenue de TSA. Ces conclusions biaisées ont été sévèrement contestées par un courrier éditorial (10). En fait, les publications retenues concernaient seulement soit les liens entre autisme/TSA et une vaccination ROR, soit les TSA et la présence de thiomersal dans les vaccins utilisés. Aucune de ces études ne comparait vraiment des groupes d'enfants vaccinés versus non vaccinés. Ceci est d'ailleurs la règle pour quasiment toutes les expérimentations réalisées par l'industrie pharmaceutique afin de tester les effets indésirables d'un nouveau vaccin. La comparaison des cohortes population vaccinée/population témoin utilise habituellement l'adjuvant aluminique du vaccin comme placebo, ce qui rend donc impossible la détection d'effets secondaires de cet adjuvant « pseudo-placebo ».

Une équipe anglaise (11) a réalisé des prélèvements sur des cerveaux entiers de cinq personnes décédées (une femme et quatre hommes, âgé de 15 à 50 ans) chez lesquelles un diagnostic d'autisme avait été porté antérieurement. Une recherche de dépôts d'Al dans différentes parties du cerveau a mis en évidence des taux moyens significativement élevés, allant de 1,20 à 4,77 µg/g de tissu sec, avec certaines régions où les dosages étaient beaucoup plus élevés, les plus remarquables atteignant entre 17 et 22 µg/g de tissu cérébral. Les taux d'Al retenus pour être habituels sont de 0,25 à 0,75 µg/g, augmentant avec l'âge (18). Les normes de ce laboratoire considèrent qu'un taux > 2 µg/g correspond à des situations pathologiques. Les auteurs soulignent que ces taux sont proches des chiffres historiques retrouvés chez les personnes ayant présenté une encéphalopathie des dialysés. Par ailleurs, il est particulièrement inhabituel de découvrir des doses d'Al intracérébrales aussi élevées chez des sujets pas très âgés, en particulier chez un adolescent de 15 ans. La localisation de l'Al est ubiquitaire, à la fois extra et intracellulaire, touchant aussi bien des neurones que le tissu glial. Ces données apportent donc des indices majeurs sur le rôle supposé de dépôts multiples d'Al intracérébral dans la survenue de certains TSA.

Les diagnostics d'autisme sont en augmentation constante et exponentielle dans les pays industrialisés

depuis une vingtaine d'années. Les améliorations du dépistage de ces pathologies ne suffisent pas à expliquer cette « épidémie » qui regroupe en fait des pathologies hétérogènes qui font plutôt parler désormais de TSA. L'origine de ces maladies est encore inconnue mais des facteurs multiples semblent pouvoir être soupçonnés comme par exemple l'association de pathogénies génétiques, épigénétiques et de facteurs environnementaux précoces. L'un de ces facteurs impliqué est l'Al dont on sait parfaitement que cette molécule est capable de traverser la barrière hémato-encéphalique (BHE) et de se nicher au sein du tissu cérébral. Les modalités de la neurotoxicité de l'Al paraissent variées. L'exposition à l'Al peut être associée à la production de cytokines inflammatoires et de chémokines ainsi que le développement d'un stress oxydatif chronique et de dysfonctionnements de la microglie (12).

Conclusions provisoires

L'OMS reconnaissait en 2004 que « l'innocuité des adjuvants est un domaine important et négligé... l'évaluation de leur innocuité est indispensable » (13), cela est resté lettre morte. Pourtant le principe de précaution, le « *primum non nocere* » du corps médical, serait donc de réduire sérieusement et/ou de trouver une alternative aux adjuvants aluminiques. Ceci n'est pas mission impossible puisqu'il existait, jusqu'en 1985, des vaccins DTPolio et DTCoqPolio « IPAD », contenant un adjuvant à base de phosphate de calcium, fabriqué par la branche vaccinale de l'Institut Pasteur et dont l'efficacité n'avait jamais été remise en cause. Lors du rachat par le laboratoire Mérieux de ce secteur d'activité, la fabrication du vaccin Pasteur a été arrêtée afin de ne conserver que la « version maison » contenant un adjuvant aluminique de moindre coût. Il existait également un vaccin DTPolio Mérieux sans adjuvant et dont l'efficacité en tant que rappel ne posait pas de problème. La vente de ce vaccin a été brutalement suspendue en 2008 à la demande du laboratoire (rebaptisé Sanofi-Pasteur) au prétexte de la brusque apparition d'effets indésirables allergiques dont la réalité semble très douteuse.

Les personnes les plus exposées à ces effets indésirables potentiels des adjuvants aluminiques sont bien sûr les nourrissons qui reçoivent des vaccins qui se multiplient au fil des ans et dont les doses cumulées d'Al sont devenues impressionnantes. Ceci est d'autant plus important que le cerveau encore très immature est en pleine transformation à cette période des « 1 000 premiers jours », avec des neurones qui se

multiplient, se myélinisent et se connectent tandis que le tissu glial ne chôme pas. Les femmes enceintes ou ayant un projet de grossesse devraient également ne pas être soumises à des vaccinations contenant un adjuvant aluminique, puisque l'on sait que celui-ci peut diffuser vers le placenta puis le fœtus dont l'organisation cérébrale commence dès les premiers mois de gestation.

Il est inquiétant de se rendre compte qu'il a fallu attendre plus de 60 ans après l'utilisation de cet adjuvant pour que la première étude expérimentale (24) étudie le métabolisme de l'Al injecté par voie intramusculaire. Et que penser de cette expérimentation animale qui ne reposait que sur quatre lapins et dont l'interprétation et les résultats repris *a posteriori* (25) se révéleront des plus médiocres ? Il est plus que temps de se pencher sérieusement sur les risques potentiels de l'adjuvant aluminique chez le jeune enfant. Il suffirait que les autorités sanitaires, au lieu de nier le problème et de regarder ailleurs, commandent des études sérieuses et indépendantes sur ce sujet. Il pourrait par exemple, être possible d'utiliser des bases de données existantes (comme celles de la CPAM) pour comparer des cohortes de nourrissons vaccinés versus non vaccinés ou n'ayant reçu que des vaccins exempts d'adjuvant aluminique (nés bien sûr avant janvier 2018 puisque l'obligation vaccinale a débuté depuis cette date).

Ceci n'est malheureusement pas encore à l'ordre du jour. Les conflits d'intérêts plombent l'indépendance du corps médical car l'industrie pharmaceutique, les instances officielles de la santé et la plupart des revues médicales ont des raisons financières et/ou institutionnelles pour ne pas vouloir reconnaître les risques éventuels des vaccinations. La vaccinologie n'est plus seulement une spécialité médicale, elle est devenue désormais une religion dont le ministère de la Santé se charge d'écrire les Dix commandements. Les lanceurs d'alerte qui osent décrire une pathologie où l'adjuvant vaccinal serait en cause (la MFM) sont dénigrés, mis à l'index et leurs recherches scientifiques difficilement subventionnées. Toute personne qui ose parler d'effet indésirable ou contester l'utilité d'un vaccin est excommuniée et classée « d'antivax », de « complotiste » qui ne diffuse que des « *fake news* ». Et pourtant, il paraît important que tous les médecins de terrain, responsables de la santé infantile puissent, sans dramatiser la situation, tirer la sonnette d'alarme et transmettre cette information qui repose sur des faits scientifiques réels.

Vignette : Métabolisme de l'aluminium

L'aluminium (Al) est un atome naturellement présent de façon abondante au sein de l'écorce terrestre (sols et eaux). Il est largement présent dans l'industrie (bâtimens, transports) sous sa forme métallique. Le traitement de l'eau potable l'utilise sous une forme minérale pour sa clarification et désinfection. Les aliments en contiennent des quantités variables, les denrées alimentaires naturelles habituellement moins de 5 mg/kg tandis que des concentrations plus élevées, de 5 à 10 mg/kg, sont souvent observées dans les aliments transformés. On retrouve aussi de l'Al dans certains cosmétiques. Il entre dans la composition de quelques médicaments (antiacides, pansements gastriques, aspirine tamponnée) avec des teneurs qui peuvent apporter des doses bien supérieures à celles de l'alimentation. L'Al est enfin utilisé, depuis les années 1930, comme adjuvant quasi-unique d'une majorité des vaccins actuels.

L'Al n'est pas un constituant naturel de l'homme et n'a aucune fonction physiologique connue. Sa présence est donc toujours d'origine exogène. Quelles sont les voies d'exposition possibles de l'Al et son devenir ?

- **La voie respiratoire** est anecdotique. L'absorption de l'Al. est < 3 % et ne peut concerner pratiquement que les professionnels travaillant en atmosphère confinée dans les industries exploitant ce métal. Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) classe l'Al comme cancérigène (poumons, vessie), en association probable avec d'autres molécules inhalées (amiante, hydrocarbures...)

- **La voie percutanée** concerne l'utilisation de certains cosmétiques (déodorants, anti transpirants). L'absorption est mesurée comme négligeable (0,5 %) sur une peau normale, plus notable (18 %) sous occlusion simulant une peau lésée (14). La recommandation française est de ne pas dépasser 0,6 % d'Al dans la composition des cosmétiques. De plus, le principe de précaution recommande l'éviction de déodorants contenant de l'Al appliqués sur des aisselles irritées ou venant d'être épilées, du fait du doute sur le lien éventuel avec la survenue d'un cancer du sein (15).

- **La voie orale** représente l'exposition principale et obligatoire de la population. Elle est avant tout en lien avec l'alimentation, plus que par les apports hydriques (< 5%), l'eau potable devant contenir < 0,2 mg/l d'Al. Il existe cependant des doutes sur la plus grande toxicité de l'aluminium hydrique qui serait peut-être un facteur favorisant la survenue d'une maladie d'Alzheimer (16) surtout si la concentration en Al dépasse régulièrement les normes.

Les principaux nutriments concernés par l'apport d'Al sont les coquillages, les produits céréaliers, certains légumes, le thé, le cacao chez l'adulte et, chez l'enfant ou l'adolescent, les pâtisseries et gâteaux, les pâtes, certains légumes et les produits laitiers. Les emballages

alimentaires (canettes, barquettes) peuvent contribuer également à cet apport de même que les ustensiles en Al, surtout au contact d'aliments acides qui le solubilisent. Chez le nourrisson, les laits infantiles, les légumes (épinards) délivrent le plus d'Al. Les additifs alimentaires (colorants, antiagglomérants) représentent un apport quantitatif négligeable. Les expositions moyennes en France, chez l'adulte (0,28 mg/kg/sem.) et chez l'enfant de 3 à 17 ans (0,42 mg/kg/sem.), restent inférieures aux recommandations officielles (17). L'European Food Safety Authority (EFSA) a en effet fixé la dose hebdomadaire tolérable (DHT) à 1 mg/kg/sem. (18) tandis que le Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) l'estime à 2 mg/kg/sem. (19). Cependant, ces apports alimentaires sont très variables, fonction des habitudes alimentaires et des dépassements des taux moyens existents, surtout chez le jeune enfant en raison de son plus faible poids par rapport à ses apports alimentaires (17, 20)

L'apport hebdomadaire d'Al via le lait maternel est faible, estimé < 0,07 mg/kg/sem. contre 0,6 mg/kg/sem. pour les formules lactées infantiles et un peu plus pour les laits de soja (18).

L'absorption de l'Al par la muqueuse du tube digestif est minime, que ce soit via l'alimentation (0,1 %) ou les boissons (0,3 %). La quasi-totalité (99,7 %) est donc éliminée par les selles, à condition que la barrière intestinale ne soit pas lésée. La fraction d'Al qui a été absorbée est transportée dans le plasma par la transferrine (80 %), l'albumine ou des protéines de bas poids moléculaire pour une élimination rapide du compartiment sanguin par la voie urinaire. Environ 83 % de la petite fraction d'Al qui a traversé la paroi intestinale est donc excrétée par les urines si la fonction rénale est normale. Le reste est distribué dans des espaces extracellulaires, pouvant se répartir entre le squelette (50 %), les poumons (23 %), le foie (23 %), ainsi que (4 %) le système immunitaire (rate) et le cerveau (21). L'Al peut traverser la barrière hémato-encéphalique (BHE). Ceci est possible grâce à un mécanisme d'endocytose à partir du récepteur de la transferrine qui s'exprime sur la BHE. Les concentrations dans les tissus (surtout poumons et cerveau) augmentent avec l'âge car l'élimination de ces compartiments de stockage (surtout le tissu osseux) est très lente. Le dosage sanguin d'aluminium ne représente pas un bon indicateur de la charge tissulaire, il indique surtout une exposition aiguë ou la mobilisation du stock tissulaire. L'aluminium urinaire est un paramètre plus sensible que l'aluminium sanguin, témoignant de façon plus réelle de la charge corporelle. Dans la population générale, la concentration urinaire d'aluminium est généralement inférieure à 20 µg/l et le taux sanguin entre 5 et 10 µg/l, avec des aléas de ces dosages, liés aux risques de contamination d'une molécule ubiquitaire (21).

• **La voie transplacentaire** : Certains composés contenant de l'Al peuvent atteindre le placenta et le fœtus. Celui-ci a pu être ainsi retrouvé dans 95 % de 167 placentas testés (22). Chez l'animal (souris, rats), des composés aluminiques peuvent affecter le développement du système nerveux de la progéniture (23).

• **La voie parentérale** concerne surtout l'utilisation d'eaux de dialyse dont la teneur ne doit pas excéder 10 µg/l. Quant à la concentration des solutés à usage parentéral, elle doit être inférieure à 25 µg/l.

• **La voie intramusculaire (IM)** concerne bien sûr la réalisation de tous les vaccins contenant un adjuvant aluminique et permettant ainsi de majorer la production d'anticorps spécifiques. Les deux principaux sels d'aluminium utilisés sont l'hydroxyde d'Al et le phosphate d'Al. La teneur maximale d'Al par vaccin est de 0,85 mg.

Le choix de l'Al en tant qu'adjuvant vaccinal s'est fait de façon empirique (A. Glenney, 1926). Depuis son utilisation, un « dogme » émettait l'hypothèse de l'innocuité de cette molécule, injectée en faible quantité, très soluble et rapidement éliminé par voie urinaire. Or la première expérimentation animale (24) étudiant la cinétique de l'hydroxyde d'Al par voie intramuscu-

laire chez le lapin a montré au contraire une faible dissolution et une élimination urinaire de seulement 6 % de la dose injectée au bout de 28 jours. L'Al restant peut être capté par les macrophages et transporté via les cellules phagocytaires vers des organes distants, ganglions lymphatiques, rate, foie et éventuellement le cerveau (25) où ils peuvent exercer de manière chronique leurs effets adjuvants immuno-stimulateurs. La BHE peut être traversée en utilisant un mécanisme de « cheval de Troie », à l'aide de CCL2 (petites cytokines inflammatoires attirant les monocytes) et à partir duquel le transfert muscle-cerveau est définitif (26). Les effets neurotoxiques des particules d'hydroxyde d'Al montrent paradoxalement une courbe dose-réponse non linéaire avec une toxicité sélective des faibles doses chez la souris (27), comme quoi « la dose ne fait pas le poison ».

Il est important de connaître et comprendre ces voies de contamination diverses et ces métabolismes spécifiques qui empruntent des chemins qui leur sont propres. On ne peut comparer des propriétés toxicologiques de différentes formes d'Al (solubles ou particulaires) et/ou confondre les conséquences de voies d'accès totalement différentes (orale ou IM).

BIBLIOGRAPHIE

1. **Alfrey A.C.** et al., *Dialysis Encephalopathy Syndrome*, *Annu Rev Med.*, 1978; 29: 93-98.
2. **Hypatie A.** *Dangers de l'aluminium des vaccins : L'ALU TOUTAL!*
3. **Angrand L.** et al., *Aluminium adjuvant exposure through vaccines in France, in 2018*. *Ann. Pharma. Françaises*, 2020 Mar; 78(2):111-128.
4. **Glanz J.M.** et al., *Cumulative and episodic vaccine aluminium exposure in a population-based cohort of young children*, *Vaccine* 2015; 33: 6736-44.
5. **Bishop N.J.** et al., *Aluminum neurotoxicity in preterm infants receiving intravenous-feeding solutions*, *N Engl J Med*, 1997; 336: 1557-1562.
6. **Tomljenovic L.**, *Do aluminium vaccine adjuvants contribute to the rising prevalence of autism?*, *J Inorganic Biochem*, 2011; 105: 1489-1499.
7. **Delong G. A.**, *Positive association found between autism prevalence and childhood vaccination uptake across the U.S. population*, *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 2011; 74,14: 903-916.
8. **Gallagher C.M.** et al., *Hepatitis B vaccination of male neonates and autism diagnosis*, *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*. 2010; 73: 1665--1677.
9. **Taylor L.E.** et al., *Vaccines are not associated with autism: an evidence-based meta-analysis of case-control and cohorts studies*, *Vaccine* 2014; 32: 2623-2629.
10. **Turville C.** et al., *Autism and vaccination: the value of the evidence base of a recent meta-analysis*, *Vaccine*, 2015; 33: 5494-96.
11. **Mold M.** et al., *Aluminium in brain tissue in autism*, *J Trace Elem Med Biol*, 2018; 46: 76-82.
12. **Morris G.** et al., *The putative role of environmental aluminium in the development of chronic neuropathology in adults and children. How strong is the evidence and what could be the mechanisms involved?*, *Metab Brain Dis*, 2017; 32: 1335-1355.
13. **OMS. Comité consultatif mondial de la sécurité vaccinale (GACVS).** Sécurité des adjuvants. In: *Sécurité mondiale des vaccins*. 2004.
14. **AFFSAPS.** *Evaluation du risque des cosmétiques lié à l'utilisation de l'aluminium dans les produits cosmétiques*. 2011.
15. **Darbra P. D.**, *Underarm antiperspirants/deodorants and breast cancer*. *Breast Cancer Research*. 2009, 11 (Suppl. 3): S5
16. **INVS.** *Aluminium, quels risques pour la santé?*, 2019.
17. **ANSES.** *Etude EAT 2*, 2011, tome 1.
18. **EFSA.** *Sécurité de l'aluminium de source alimentaire*. *The EFSA Journal*, 2008, 754, 1-34
19. **JECFA.** *71^e meeting*, Rome, 2011.
20. **ANSES.** *Etude EATi*, 2016, tome 2.
21. **Académie nationale de Pharmacie.** *Les adjuvants aluminiques : le point en 2016*.
22. **Kruger P.C.** et al. *A study of the distribution of aluminium in human placental tissues based on alkaline solubilization with determination by electrothermal atomic absorption spectrometry*. *Metallomics*. 2010; 2: 621--627.
23. **Zhang Q.** et al. *Exposure to alumina nanoparticles in female mice during pregnancy induces neurodevelopmental toxicity of offspring*. *Front. Pharmacol* 2018. 9; 253.
24. **Flarend R.E.** and al. *In vivo absorption of aluminium-containing vaccine adjuvants using 26Al*. *Vaccine*. 1997; 15, 1314-1318.
25. **Masson J.D.** et al. *Critical analysis of reference studies on the toxicokinetics of aluminum-based adjuvants*. *J. Inorg Biochem*. 2018; 181: 87-95.
26. **Khan Z.** et al. *Slow CCL2-dependent translocation of bio-persistent particles from muscle to brain*. *BMC Medicine*. 2013,11: 99.
27. **Crepeaux G.** et al. *Non-linear dose-response of aluminium hydroxide adjuvant particles: selective low dose neurotoxicity*. *Toxicology* 2017; 375: 48-57.

Conflits d'intérêt : aucun (sauf l'intérêt de l'enfant...)

Remerciements à mes lecteur(trice)s : Guillemette Crépeaux, Didier Lambert et Alain Quesney