

Vos questions/nos réponses

Exposition professionnelle à la poudre de spiruline : Quels sont les effets sur la santé ?

La réponse de Laureline Coates, département Études et assistance médicales de l'INRS



L'exposition professionnelle à la poudre de spiruline par voie respiratoire ou cutanée expose-t-elle les salariés à des risques particuliers? Quelles mesures de prévention collective ou de protection individuelle faut-il mettre en place ?

Le terme « spiruline » correspond à des cyanobactéries du genre *Arthrospira* utilisées à des fins alimentaires humaines et animales [1].

Il n'a pas été retrouvé d'étude s'intéressant à la toxicité de la spiruline lors d'un scénario d'exposition professionnelle de type inhalation ou contact cutané. Si beaucoup de données ont été publiées sur la spiruline, la grande majorité porte sur son utilisation comme complément alimentaire impliquant donc une exposition par voie orale.

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) a ainsi publié en 2017 un avis relatif aux risques liés à la consommation de compléments alimentaires contenant de la spiruline à la suite d'une cinquantaine de déclarations d'effets indésirables [1]. Dans cet avis, l'Agence conclut qu'en dehors du risque de contamination, la spiruline ne semble pas présenter de risque sanitaire à de faibles doses (jusqu'à plusieurs grammes par jour). Dans les études précliniques, la spiruline n'est ni mutagène, ni génotoxique et les études menées chez l'animal (essentiellement chez le rongeur par voie orale) ne montrent pas de toxicité à fortes doses (doses allant jusqu'à 30 g/kg/j voire *ad libitum* chez la souris sur une durée de 5 jours à 6 mois). Toutefois, les données cliniques (issues des systèmes de nutrivigilance, de toxicovigilance et de la littérature scientifique) montrent des effets principalement de type gastro-entérologique (douleurs abdominales, nausées, vomissements, diarrhées, hépatite), allergique (anaphylaxie), rhumatologique (myolyse,

rhabdomyolyse), uro-néphrologique, et cutané (dermatite atopique, dermatomyosite). Ainsi, parmi les 10 cas suffisamment documentés reçus en nutrivigilance en France, les 4 cas présentant une imputabilité élevée (vraisemblable ou très vraisemblable) étaient un œdème de Quincke, des troubles digestifs, une myosite et une insuffisance rénale [1]. Par ailleurs, il est intéressant de noter que l'un des cas d'anaphylaxie décrit dans la littérature serait survenu après une première consommation de spiruline. Dans ce cas, la voie de sensibilisation reste incertaine. Plusieurs hypothèses de réactions croisées potentielles sont évoquées par les auteurs (comme celle de l'inhalation de certains types d'algues). Mais aucun cas clinique de réaction croisée entre la spiruline et d'autres allergènes n'est décrit à ce jour dans la littérature [1 à 3].

Dans son avis, l'Agence précise qu'une contamination lors de la production et/ou du conditionnement ne peut être exclue comme étiologie pour les cas d'effets indésirables rapportés après consommation de spiruline. En effet, divers contaminants peuvent se retrouver dans la spiruline sauvage ou de culture : des éléments traces métalliques (comme l'arsenic, le plomb, le mercure), d'autres cyanobactéries et leurs toxines (notamment des hépatotoxines comme les microcystines et des neurotoxines comme l'anatoxine A), ou encore d'autres espèces bactériennes (comme des bacilles et streptocoques fécaux, des entérobactéries, du *Clostridium*), les contaminations variant en fonction des conditions de production et de manipulation de la spiruline [1]. La contamination par des éléments traces métalliques est directement corrélée à la qualité des eaux de production. Certaines analyses montrent des teneurs en un ou plusieurs éléments traces métalliques (arsenic, plomb, mercure) dépassant les teneurs limites en vigueur dans l'Union européenne ou les spécifications de la *pharmacopée des États-Unis sur les*

compléments alimentaires [1]. La contamination par d'autres cyanobactéries ou bactéries dépend surtout des conditions de manipulation après production (pratiques d'hygiène et eau utilisée lors des étapes de récolte, lavage, séchage, stockage, conditionnement...). Une étude citée par l'Agence et menée sur 31 échantillons commerciaux de spiruline vendus sur le marché grec met en évidence une contamination bactérienne: « 469 espèces bactériennes hétérotrophes ont été mises en évidence, dont certaines peuvent être pathogènes parmi les genres identifiés *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Vibrio*, *Aeromonas*, *Clostridium*, *Bacillus*, *Fusobacterium*, *Enterococcus*. (...) Les lieux de production des échantillons étaient très variés » [4]. Il est important de préciser que ces bactéries ont été mises en évidence par multiplication sélective de séquences d'ADN cibles (*Polymerase Chain Reaction* ou PCR) et que cette méthode ne permet pas de connaître la viabilité des germes [1].

Ces différents contaminants retrouvés (éléments traces métalliques, autres cyanobactéries ou bactéries) peuvent présenter des risques pour la santé. En effet, certains métaux présentent des propriétés cancérogènes, mutagènes ou reprotoxiques (<https://www.inrs.fr/fichetox>); certaines cyanobactéries et bactéries Gram négatif peuvent libérer des toxines, respectivement des cyanotoxines (à l'origine d'effets hépatiques, neurologiques, dermatologiques) ou des endotoxines (à l'origine d'effets de type inflammatoire comme le syndrome toxique des poussières organiques) (<https://www.inrs.fr/risques/endotoxines-en-milieu-professionnel.html>); enfin certaines bactéries peuvent être pathogènes. Toutefois, ces contaminants restent *a priori* en quantités limitées dans la spiruline et le risque sanitaire que pourraient induire ces contaminants lors d'une exposition respiratoire ou cutanée à la spiruline n'est pas documenté dans la littérature.

Sur le plan toxicocinétique, il n'a pas été retrouvé de données sur l'absorption cutanée ou respiratoire de la spiruline. Compte tenu de la taille de ce microorganisme, le passage cutané paraît *a priori* faible sur peau intacte, mais pourrait être augmenté en cas de peaux lésées. Par ailleurs, certains contaminants de la spiruline comme l'anatoxine A ou certains composés minéraux [5] présentent des propriétés physico-chimiques qui les rendent plus favorables à un passage cutané ou respiratoire. Concernant la voie respiratoire, il est difficile de prédire *a priori* le risque d'absorption de la poudre de spiruline. Il faudrait caractériser la poudre notamment

en terme de granulométrie et disposer de mesures de concentration atmosphérique pour avoir une idée du dépôt au niveau de l'arbre respiratoire. Pour rappel, les particules dont la taille est inférieure à 5 µm peuvent se déposer profondément dans l'arbre respiratoire et atteindre les alvéoles, ce sont généralement celles qui sont le mieux absorbées par voie respiratoire, leur passage systémique dépend notamment de leur hydrosolubilité; alors que les particules dont la taille est supérieure à 5 µm se déposeront dans l'arbre respiratoire supérieur où elles pourront être drainées vers le carrefour aéro-digestif et finalement dégluties. De façon générale, l'exposition à toute poussière peut entraîner des effets non spécifiques de type irritatif au niveau de la peau et des voies respiratoires (selon leur taille), voire des pathologies dites de surcharge lorsque les quantités déposées dans les poumons sont importantes et que les capacités d'épuration pulmonaire sont dépassées.

Pour préciser l'évaluation des risques professionnels, il est nécessaire de récupérer des informations sur la spiruline manipulée (circuit d'approvisionnement, identification du fabricant...) de façon à repérer d'éventuelles contaminations, préciser ses caractéristiques physico-chimiques et adapter les mesures de prévention en conséquence. Certaines spirulines disposent d'une fiche de données sécurité.

En synthèse, il n'a pas été retrouvé de données ciblant le risque professionnel associé à l'inhalation ou au contact cutané avec de la spiruline en poudre. Toutefois, la littérature est profuse sur son usage par voie orale comme complément alimentaire. En l'occurrence, les principaux effets indésirables rapportés dans le cadre de cet usage sont de type allergique, rhumatologique, gastro-entérologique et uro-néphrologique. Le risque lié à une contamination par des éléments traces métalliques, par d'autres cyanobactéries et leurs toxines, ou encore par d'autres espèces bactériennes, n'est pas bien documenté. En milieu professionnel, les scénarios d'exposition seront différents (en terme de voies d'exposition, de quantité, de fréquence) de sorte qu'il est difficile d'extrapoler directement ces données aux conséquences d'une exposition professionnelle. La voie orale reste toutefois à considérer en milieu professionnel, *a fortiori* si les locaux sont poussiéreux car l'exposition peut avoir lieu par déglutition de particules inhalées ou manuportées à partir de surfaces contaminées. Dans tous les cas, les données toxicologiques disponibles sur la spiruline incitent à la vigilance en milieu professionnel

surtout pour les personnes à risque comme ceux atteints de phénylcétonurie (car la spiruline est une source de phénylalanine) ou ceux présentant un terrain allergique ou une vulnérabilité musculaire ou hépatique.

En pratique, la prévention devra s'attacher à limiter le plus possible l'exposition (respiratoire, cutanée et digestive) de tous les salariés en privilégiant les mesures de prévention organisationnelles et collectives aux mesures de protection individuelles. Il s'agira de limiter les procédés susceptibles de mettre en suspension des poussières, de capoter si possible les machines et lignes de production, de capter les émissions à la source, avec rejet de l'air à l'extérieur ou à défaut de le recycler dans le local de travail après filtration avec des filtres à haute efficacité. L'efficacité du système de ventilation devra être contrôlée périodiquement (au moins annuellement) [6]. Si les mesures de prévention collectives et techniques ne sont pas suffisantes, des équipements de protection individuelle seront nécessaires pour éviter l'inhalation (masque FFP 2) et le contact cutané (gants et tenue à usage unique). Par ailleurs, il conviendra de renforcer les mesures d'hygiène pour garder les locaux le plus propre possible et éviter le risque de contamination par manutention (privilégier le nettoyage à l'humide, ne pas manger/boire/fumer/vapoter sur le lieu de

travail, bien séparer vêtements de ville et de travail...). Le médecin du travail devra bien sûr être impliqué dans cette démarche de prévention. Concernant le suivi de l'état de santé des travailleurs exposés, il n'existe pas de cadre juridique ni de recommandation de bonne pratique spécifiques à la spiruline. L'exposition à la spiruline en tant que telle ne relève pas *stricto sensu* d'un suivi individuel renforcé (prévu à l'article R4624-23 alinéa I. du Code du travail). En revanche, si l'évaluation des risques met en évidence une exposition à un agent cancérigène, mutagène ou reprotoxique défini à l'article R4624-23 du Code du travail (comme l'arsenic, le plomb ou le mercure qui peuvent se retrouver dans certaines spirulines), un suivi individuel renforcé est alors requis et des recommandations de bonne pratique peuvent exister (par exemple pour les agents cancérigènes broncho-pulmonaires). Dans tous les cas, la périodicité des visites et la nécessité ou non d'effectuer des examens complémentaires (épreuves fonctionnelles respiratoires...) sont déterminées par le médecin du travail en fonction des données de l'examen clinique et de l'appréciation de l'importance de l'exposition. Lors de l'interrogatoire et de l'examen clinique, seront particulièrement recherchés des antécédents ou symptômes évocateurs de phénylcétonurie, de pathologies allergiques, hépatiques, uro-néphrologiques ou musculaires.

BIBLIOGRAPHIE

1 | Compléments alimentaires à base de spiruline : privilégier les circuits d'approvisionnement les mieux contrôlés. Avis de l'ANSES relatif aux « risques liés à la consommation de compléments alimentaires contenant de la spiruline ». ANSES, 2017 (<https://www.anses.fr/fr/content/compléments-alimentaires-à-base-de-spiruline-privilégier-les-circuits-d'approvisionnement>).

2 | LE TM, KNULST AC, RÖCKMANN H - Anaphylaxis to Spirulina confirmed by skin prick test with ingredients of Spirulina tablets. *Food Chem*

Toxicol. 2014; 74 : 309-10.

3 | LEDEUN C - Dermatitis aux algues d'origine professionnelle. Revue systématique de la littérature scientifique médicale et apport des données du Réseau National de Vigilance et de Prévention des Pathologies Professionnelles (RNV3P). Thèse de doctorat en médecine. Brest : Université de Bretagne Occidentale, Faculté de médecine et des sciences de la santé de Brest ; 2020 : 110 p.

4 | VARDAKA E, KORMAS KA, KATSIAPI M, GENITSARIS S ET AL. - Molecular diversity of bacteria in

commercially available "Spirulina" food supplements. *PeerJ.* 2016; 4 : e1610.

5 | FRANKEN A, ELOFF FC, DU PLESSIS J, DU PLESSIS JL - In Vitro Permeation of Metals through Human Skin: A Review and Recommendations. *Chem Res Toxicol.* 2015; 28 (12) : 2237-49.

6 | RICAUD M, BELUT E, FINA L, JANES A ET AL. - Mise en œuvre de matériaux pulvérulents. Guide pratique de ventilation. Édition INRS ED 6441. Paris : INRS ; 2021 : 40 p.

L'auteur tient à remercier tous ceux qui l'ont aidée pour élaborer cette réponse : D. Abiteboul, M.C. Bayeux-Dunglas, L. Chedik, B. Courtois, P. Duquenne, E. Durand-Billaud, G. Gourier, C. LeDeun, S. Malard, N. Nikolova-Pavageau, C. Solal, G. Vo Van Regnault.