

Les toxines de la pomme de terre font-elles courir un risque au consommateur ?

Fiche **QUESTIONS SUR...** n° 08.02.Q05

mai 2021

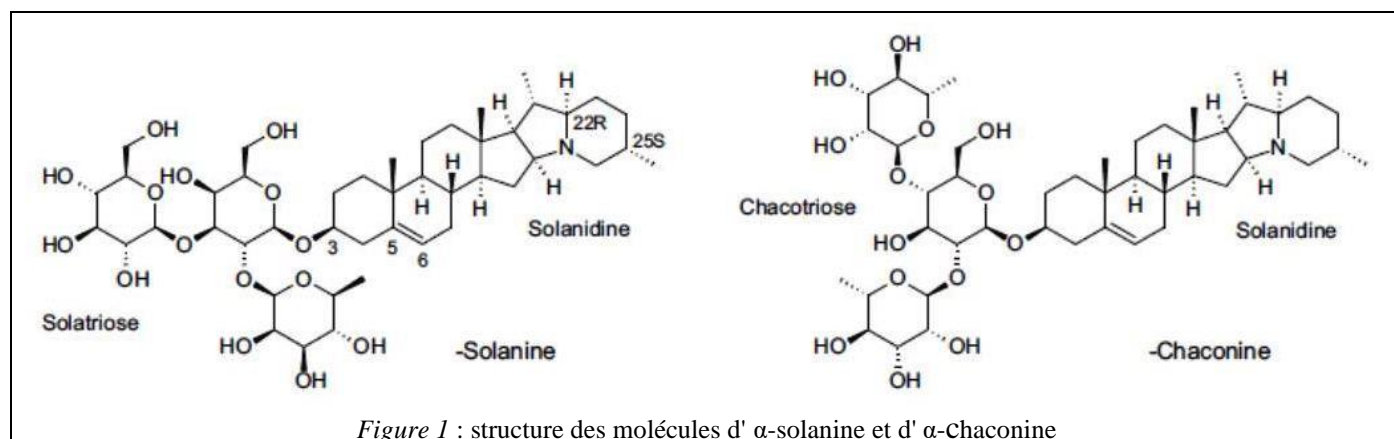
Mots clés : pomme de terre - toxine - solanine - chaconine - toxicité - risque pour consommateur

Les consommateurs ignorent souvent que des toxines potentiellement dangereuses peuvent être présentes dans les légumes comestibles. Elles le sont en général en des quantités non toxiques, cependant il est nécessaire d'être vigilants, car des incidents au cours de la culture ou du stockage peuvent entraîner une augmentation de leur concentration, et donc faire courir un risque aux consommateurs. En effet, Dame Nature a conçu des poisons beaucoup plus dangereux que ceux que l'Homme a inventés, et l'adage selon lequel "*naturel est sain*" ne s'applique pas toujours aux toxines naturelles de l'alimentation.

Les toxines dans nos légumes habituels

Quelles sont-elles ?

Les toxines naturelles contenues dans les pommes de terre portent les jolis noms d' α -chaconine et α -solanine ; elles appartiennent à la famille des glycoalcaloïdes.



Les alcaloïdes sont des molécules azotées, le plus souvent hétérocycliques et d'origine végétale. Les glycoalcaloïdes sont une famille de substances toxiques communément trouvées dans les espèces de la famille des Solanacées¹ ; ils sont constitués de sucres et d'un alcaloïde dont la structure rappelle celle du cholestérol (avec lequel ils ont en commun de nombreuses étapes de synthèse). La partie aglycone (sans sucre) de la α -solanine est la même que celle de l' α -chaconine, et est nommée solanidine. Ces deux toxines diffèrent par leur partie glucidique (sucre) : dans l' α -solanine, la partie glucidique est constituée de 3 sucres, le chacotriose (D-glucose, D-galactose et L-rhamnose), tandis que dans l' α -chaconine, la partie glucidique est constituée de solatriose (2 L-rhamnose et de D glucose).

Comment sont-elles réparties

Ces toxines sont réparties dans les différents organes des végétaux, à des concentrations très différentes.

Le tubercule entier de pomme de terre ne contient pas une quantité importante de ces toxines.

En revanche, elles se concentrent principalement dans les fleurs et les bourgeons des tubercules en cours de croissance (germes), mais aussi dans les parties verdies du tubercule à la suite d'une exposition à la lumière sur pied, ou en cours de conservation (cf. Figure 2). Par ailleurs, il est intéressant de noter que si la majorité des toxines s'accumule dans la peau du tubercule, cela ne représente *in fine* qu'une très faible

¹ famille de légumes comprenant aubergines, pommes de terre, tomates, poivrons, piments, paprika, poivre de Cayenne, gombos.

Partie de la plante	Concentration
Fleurs	2150 /5000
Feuilles	230/1000
Tiges	23/33
Racines	180/400
Tubercules au goût amer	250/800
Tubercule entier	10/150
Peau (2 à 3 %)	300/640
Pelure (peau+ un peu de chair) 10- 12 %	150/168
Cortex	125
Chair	12/100
Moelle interne	Non détectée
Bourgeons tubercules cours croissance	2000-7300

Figure 2 : Concentration en alcaloïdes totaux (mg/kg poids frais) dans différentes parties de pomme de terre cultivées (*S. tuberosum*)

quantité rapportée à la pomme de terre consommée.

Selon l'EFSA (l'Autorité européenne de sécurité alimentaire), le système de production a peu d'influence sur les teneurs en glycoalcaloïdes de la pomme de terre : que la même variété soit issue de l'agriculture traditionnelle ou de l'agriculture biologique, elle présente des teneurs similaires. En revanche, les conditions climatiques et les zones géographiques influencent fortement la teneur.

Risques induits pour le consommateur ? Un manque de connaissances à ce jour

Après avoir réalisé une revue des données toxicologiques sur ces toxines, l'EFSA a évalué en 2020 les risques induits par leur présence dans les conditions normales de culture.

Données toxicologiques

Chez l'homme, les glycoalcaloïdes de la pomme de terre sont absorbés : lors de la digestion, elles gagnent la circulation sanguine. Leur demi-vie² est longue : 44 h pour l' α -chaconine, 21 h pour l' α -solanine. Elles sont métabolisées en solanidine, qui, selon des observations post-mortem, s'accumule dans le foie.

On dispose de peu de données de toxicité aiguë par voie orale

Chez l'animal, l' α -chaconine a une DL50³ chez le rat par voie orale égale à 590 mg/kg de poids corporel, et est donc considérée comme toxique.

Comme souvent pour les toxines naturelles, les études de toxicité (court terme, subchronique et chronique) sont très peu nombreuses, et ne correspondent pas aux protocoles internationaux normalisés et obligatoires pour les études de toxicologie des produits réglementés. Pour les glycoalcaloïdes de la pomme de terre, on dispose principalement d'études de très courtes durées (5, 7, 14, 28 jours), et d'une seule étude de 90 jours. Les toxines sont testées – seules, ou en mélange, ou sous forme de partie de la plante – principalement sur des rats, souris et hamsters (le hamster est environ 10 fois plus sensible que les autres espèces). Ces études de toxicité chez l'animal ont démontré des effets similaires à ceux de l'administration de α -chaconine, de α -solanine ou de plantes ou d'extraits contenant les glyco-alcaloïdes. Les effets constatés sur le système nerveux comprennent une augmentation des fréquences cardiaque et respiratoire, la sédation et le coma. Les effets résultant de la perturbation de la membrane cellulaire comprennent une hémorragie interne, un œdème, une diarrhée, une constriction des muscles abdominaux et des lésions de l'estomac et du duodénum.

Les nombreuses études sur le développement embryonnaire réalisées pour la plupart des glycoalcaloïdes de la pomme de terre ont montré des effets toxiques extrêmement graves chez le hamster (alors qu'aucun effet toxique n'a été mis en évidence chez le rat et la souris) : des exencéphalies (malformation fœtale incompatible avec la vie assimilée à l'anencéphalie et caractérisée par l'absence de voûte crânienne et de la partie supérieure du cerveau), et des spina bifida (absence de fermeture postérieure de la colonne vertébrale dans laquelle se trouve la moelle épinière).

Des études de reproduction ont montré une toxicité de la solasodine chez le rat mâle ou le singe ; cette toxicité est caractérisée par une diminution du poids des testicules, de l'épididyme, du nombre de spermatozoïdes, ainsi qu'un taux de testostérone élevé.

² Temps nécessaire pour que la concentration plasmatique d'une toxine diminue de moitié

³ Dose unique qui provoque la mort de 50 % des animaux

Concernant la cancérogénicité, les tests de génotoxicité sont négatifs, mais aucune étude de cancérogénèse proprement dite n'a été réalisée. De même, aucune donnée sur les effets cardiovasculaires et neurotoxiques n'est disponible.

Données sur les effets de ces toxines chez l'homme

- Des cas d'intoxications ont été décrits chez l'homme (voir *Figure 3*) : des symptômes "légers" (tels que nausée, vomissement, transpiration, douleurs abdominales intenses, somnolence confusion, faiblesse, troubles de la vision, fièvre, pouls faible et rapide, diminution de la tension artérielle, bronchospasme) apparaissent après une exposition d'environ 1 mg/kg de poids corporel (70 mg pour un adulte). Des symptômes sévères, avec insuffisance respiratoire, insuffisance cardiaque, coma, décès sont décrits lors d'exposition à des doses allant de 3 à 6 mg/kg de poids corporel (de 210 à 420 mg pour un adulte). Une altération du goût et une certaine amertume sont liées à la consommation de glycoalcaloïdes de la pomme de terre ; ils sont indétectables au-dessous de 100 mg de glycoalcaloïdes par kilo de pomme de terre, mais à concentration supérieure des sensations de brûlures apparaissent sur la langue et les muqueuses, ainsi qu'une irritation de ces dernières, amenant l'éventuel consommateur à recracher la denrée, évitant ainsi une intoxication grave.
- Des études sur volontaires sains sont également disponibles, dans lesquelles les mêmes symptômes sont décrits (cf. *Figure 4*)

An	Symptômes	Durée/nb patients	GA* mg/kg p. de terre	Expo en jour
1985	Amertume	7 j/3 patients	200-300	1
1987	Légers	Dose unique, 7 patients	200 (80S*/120C*)	1
1992	Nausée, diarrhée, vomissement	Dose unique, 6 patients	320	1,65-2,58
2005	Nausée, vomissement à forte dose	Dose unique, 14 patients 2/14 patients intoxiqués		0,3; 0,5; 0,7; 0,95; 1,1; 1,25

Figure 3 : études sur volontaires disponibles dans la littérature scientifique, selon l'EFSA 2020.

GA* = Glycoalcaloïdes ; S* = α -Solanine ; C* = α -Chaconine

An	Pays	Nb patients	pelées GA* mg/kg	non pelées GA* mg/kg	Expo mg/kg pc/j (Jecfa)
1878	Allemagne	56 (soldats)	240	360	3,4-5,1
1917	Grande-Bretagne	18 (1 adulte)	410		3,4
1919	Allemagne	14	150-200		
1979	Grande Bretagne	78 de 11-15 ans	250-300		1,4-1,6
1982	USA (Alberta)	61 enfants	494		2,5

Figure 4 : Pommes de terre, cas d'intoxications humaines décrits dans la littérature, retenus par l'EFSA (2020) et le Jecfa (1993).

GA* = Glycoalcaloïdes

- Des études épidémiologiques réalisées en Chine – portant sur le danger d'apparition d'anomalies congénitales type spina bifida – n'ont pas permis de conclure, en raison à la fois des protocoles utilisés et des résultats contradictoires obtenus.
- Il en est de même quant aux des études épidémiologiques portant sur la relation entre l'apparition de cancer et l'exposition aux glycoalcaloïdes de la pomme de terre.

Évaluation du risque par l'EFSA en 2020

Les études toxicologiques chez l'animal étant très disparates, et pour la plupart de durée courte, sont inutilisables pour définir une valeur toxicologique de référence pour la *toxicité aiguë* (ArfD) ou *chronique* (DJT)⁴. Ce sont donc les données humaines qui ont permis de définir une *dose sans effet* (DSE) chez l'homme : considérant qu'au vu des études sur volontaires sains, des symptômes légers apparaissent à partir de 1 mg/kg de poids corporel, cette dose a été identifiée comme *la plus petite dose avec effet* (LOAEL) en toxicité aiguë.

En appliquant :

- un facteur de sécurité de 3 dû au fait que c'est une LOAEL,
 - et un second facteur de sécurité de 3,2 pour tenir compte de variabilité individuelle en toxicocinétique,
- l'EFSA a considéré que la *dose sans effet* des glycoalcaloïdes de la pomme de terre est égale à 100 µg/kg de poids corporel par jour pour les glycoalcaloïdes de la pomme de terre (soit 0,1 mg/kg de poids corporel par

⁴ Voir fiche 08.02.Q03 *Danger et risque en toxicologie alimentaire*

jour). En revanche, en raison de l'absence d'études toxicologiques de longue durée et de données d'intoxication chronique chez l'homme, aucune valeur toxicologique de référence n'a été fixée pour l'effet à long terme (DJT).

L'évaluation de l'exposition du consommateur a été réalisée à partir de données très hétérogènes de teneur en glycoalcaloïdes dans les pommes de terre (*S. tuberosum*), et en tenant compte de l'influence de procédé culinaire sur cette teneur et la consommation : par exemple, il a été considéré que 100 % des pommes de terre sont consommées cuites, 90 % épluchées, et que :

- l'épluchage diminue de 25 à 75 % la teneur en glycoalcaloïdes,
- la cuisson vapeur ou à l'eau de 5 % à 65 %,
- la friture de 20 % à 90 %,
- la cuisson au four à micro-ondes de 3 % à 45 %,
- et celle au four traditionnel de pomme de terre non pelées de 20 % à 50 %.

Pour les alcools à base de pomme de terre, la distillation élimine les glycoalcaloïdes.

En comparant l'exposition calculée selon un modèle probabilistique et la dose considérée sans effet toxique (soit 100 µg/kg de poids corporel par jour), l'EFSA a considéré que les populations jeunes pourraient dépasser cette dose (moyenne et fort consommateur), alors que les adultes – à l'exception des forts consommateurs – ne sont pas exposés à des doses leur faisant courir des risques.

Dominique PARENT-MASSIN, Bernard AMBOLET, Michel DRON, Gérard PASCAL,
membres de l'Académie d'Agriculture de France

mai 2021

Ce qu'il faut retenir :

Les toxines de la pomme de terre ne sembleraient pas faire courir de risque à long terme au consommateur. Il est cependant prudent de se limiter à la consommation traditionnelle du tubercule, et de se méfier de la consommation d'autres parties, très riches en glycoalcaloïdes (donc toxiques) telles le germe.

La présence d'une couleur verte sur les tubercules témoigne d'une teneur anormale en toxine, et doit également conduire à écarter de telles pommes de terre.

Consommer des pommes de terre non épluchées n'augmente pas significativement le risque d'intoxication : la peau, plus riche en glycoalcaloïdes, ne représente en fait qu'une dose infime de la pomme de terre consommée.

Anecdote : lors d'une réunion scientifique avec Jacques Chirac, alors président de la République, une signataire de cette fiche avait évoqué l'existence de la solanine, à la grande surprise de l'ancien ministre de l'Agriculture qu'avait été Jacques Chirac.

Enthousiasmé par cette découverte, il avait alors interrogé les autres experts présents, pour savoir s'ils en connaissaient l'existence. À son grand dépit, il constata qu'il était le seul à la découvrir ce jour-là...

Pour en savoir plus :

- EFSA CONTAM Panel (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain, 2020. Scientific Opinion – Risk assessment of glycoalkaloids in feed and food, in particular in potatoes and potato-derived products. EFSA Journal 2020;18(8):6222, <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6222>
- JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives), 1993. Toxicological evaluation of certain food additives and naturally occurring toxicants. WHO Food Additives Series, Vol. 30. World Health Organization, Geneva