

Célia NOVELLO
Cynthia SANTAMARIA



L'allergie alimentaire à l'arachide



Université Paris XII – Val de Marne
61 Avenue du Général de Gaulle
94010 Créteil Cedex
Année 2004-2005

Résumé

L'arachide est une légumineuse largement produite dans le monde. Elle a différentes formes de consommation : graines, huile, beurre et se retrouve dans de nombreux aliments du fait de son utilisation courante pour ses qualités nutritives, en tant qu'additif ou pour ses aptitudes technologiques.

Fréquente aux Etats-Unis jusqu'au milieu des années 1980, l'allergie à l'arachide est devenue un important problème dans de nombreux pays industrialisés. De fait, la consommation d'arachide est forte en Europe de l'Ouest : Royaume Uni, Pays Bas, Allemagne, France. La fréquence de l'allergie à l'arachide se situe entre 0,5 et 0,7 % dans la population générale. Les symptômes (cutanés, respiratoires, digestifs) apparaissent après contact direct, manipulation ou inhalation. Des réactions graves (choc anaphylactique, menace de mort subite, décès soudains) ont été décrites. L'asthme est significativement plus souvent associé à l'allergie à la cacahuète qu'aux autres allergies, toutes causes confondues. Comme pour les autres allergies alimentaires, le diagnostic est fondé sur l'anamnèse, les prick-tests, la recherche d'IgE sériques spécifiques et les tests de provocation (labiaux ou oraux). Pour l'instant, l'éviction reste la seule attitude thérapeutique. Par conséquent, l'éducation des patients et de leur entourage est capitale et est loin de se résumer à la prescription d'une trousse d'urgence.

Afin de trouver un équilibre entre les industriels et les familles, la réglementation est en train de se mettre en place s'adaptant aux contraintes de l'allergie et à celles des industries. En effet, la nouvelle directive 2003/89/CE remplace la directive 2000/13/CE modifiant certains points sur l'étiquetage notamment.

Les espoirs des personnes allergiques sont désormais fondés sur la réglementation changeante et sur la recherche. L'obtention d'un allergène modifié aussi immunogène mais pratiquement dépourvu d'effets allergisants devrait relancer les tentatives d'immunothérapie.

Mots clés : allergie alimentaire, allergie à l'arachide, allergène, prévalence, allergies croisées.

Sommaire

INTRODUCTION	1
I. PRESENTATION DE L'ARACHIDE	2
A. PHYLOGENIE DE L'ARACHIDE.....	2
B. DESCRIPTION DE LA PLANTE	2
C. ORIGINE ET EVOLUTION DE L'ARACHIDE	3
D. PRODUCTION ET METHODES DE CULTURE DE L'ARACHIDE	4
1. Conditions et méthodes de culture	4
2. Production de l'arachide	5
E. CONSOMMATION DE L'ARACHIDE	6
1. Les graines d'arachide.....	7
2. Huile d'arachide.....	8
3. Beurre d'arachide.....	9
4. Autres produits dérivés de l'arachide	9
F. EVOLUTION GENETIQUE	10
II. L'ALLERGIE A L'ARACHIDE	11
A. LES MECANISMES PHYSIOPATHOLOGIQUES.....	11
1. La phase de sensibilisation	11
2. La phase de réaction	12
B. LES ALLERGENES ALIMENTAIRES.....	12
1. Caractéristique de trophallergènes.....	13
2. Les allergènes de l'arachide	13
3. Influence de la température sur l'allergénicité.....	14
C. FREQUENCE	16
D. SYMPTOMATOLOGIE CLINIQUE.....	17
1. Réactions cutanées.....	18
2. Réactions respiratoires	18
3. Réactions gastro-intestinales	18
4. Réactions généralisées : l'anaphylaxie.....	18
E. DIAGNOSTIC DE L'ALLERGIE ALIMENTAIRE	19
F. TRAITEMENT.....	21
1. Le traitement curatif.....	21
2. Le traitement symptomatique.....	21
3. La prévention primaire de l'allergie alimentaire.....	22
4. Les perspectives thérapeutiques.....	23
G. EVOLUTION DE L'ALLERGIE A L'ARACHIDE	23
H. LES ALLERGIES CROISEES.....	24
III. CADRE REGLEMENTAIRE	25
A. LA DIRECTIVE 2000/13/CE ET SES LACUNES.....	25
B. LA DIRECTIVE 2003/89/CE ET LES NOUVELLES MESURES MISES EN OEUVRE	26
1. Déclaration obligatoire des allergènes majeurs.....	26
2. Suppression de la règle des 25%	27
3. Les « non ingrédients »	28
C. LE PROJET D'ACCUEIL INDIVIDUALISE PAI.....	28
D. PERSPECTIVES D'AMELIORATION	29
1. Ajout de produits dans la liste des substances à déclaration obligatoire	29
2. Limitation des contaminations croisées.....	29
3. Limitation de l'étiquetage préventif.....	29
4. Etablissement d'une banque de données.....	30
CONCLUSION	31
BIBLIOGRAPHIE	32

Introduction

Actuellement, l'organisation mondiale de la santé classe les maladies allergiques au quatrième rang des maladies chroniques. Parmi elles, l'allergie alimentaire est de plus en plus fréquente notamment dans les pays industrialisés. Dans la population française la prévalence de l'allergie alimentaire est de 3,24% et en augmentation constante. Largement médiatisée l'allergie alimentaire inquiète à juste titre les familles et les professionnels de la santé. En effet, d'une façon générale elle gêne considérablement la vie quotidienne et peut, dans certains cas, entraîner un risque mortel.

Parmi les allergènes les plus fréquents, on rencontre l'arachide, qui avec le groupe des noix provoquent 27,6% des allergies alimentaires en France. La prévalence est en constante augmentation, ainsi que la précocité de la sensibilisation. Ceci peut être expliqué par le large spectre d'utilisation de l'arachide, pour ses propriétés intrinsèques, mais aussi à des fins technologiques et économiques.

Aujourd'hui les pouvoirs publics ont pris conscience de l'ampleur du phénomène, et tente de minimiser l'augmentation de la fréquence de l'allergie alimentaire notamment celle de l'arachide.

Pour mettre en œuvre cette démarche il est nécessaire en premier lieu, de présenter l'arachide, puis de décrire l'allergie en exposant les paramètres qui la caractérisent et enfin, nous verrons comment la réglementation tente de limiter le risque d'accidents allergiques et de faciliter le bon suivi du régime des patients.

I. Présentation de l'arachide

A. Phylogénie de l'arachide

L'arachide est une plante légumineuse annuelle touffue, à fleurs jaunes, de la famille des Papilionacées[1] [23].

Le nom scientifique pour l'arachide est *Arachis hypogae*. *Arachis* correspond au genre et *hypogae* à l'espèce. Il existe deux sous-espèces, *Arachis hypogae hypogae* et *Arachis hypogae fastigiata* [2]. Ces sous-espèces présentent des différences quant à leur type de croissance, leur phénologie, le contenu en huile et la dormance des graines ainsi que la résistance au *Cercospora*, une maladie bactérienne. En effet, la sous-espèce *Arachis hypogae hypogae* est une plante prostrée de longue période végétative (5-10 mois), qui a deux graines par gousse. Les graines sont dormantes et présentent 36-47 % d'huile. Cette plante est résistante à la *Cercospora*. Cette sous-espèce présente deux variétés : la variété virginiana (peu pubescente¹, branches courtes), et la variété brésilienne (densément pubescente, branches longues). Par ailleurs, la sous-espèce *Arachis hypogae fastigiata* est une plante érigée à période végétative courte (3-5 mois) qui a des graines non dormantes présentant 45-50 % d'huile. La plante permet deux cultures par an et est susceptible à la *Cercospora*. Deux variétés sont décrites également pour cette sous-espèce, la variété espagnole (deux graines par gousse, plante très branchée) et la variété valencienne (3-4 graines par gousse, plante peu branchée) [4] [5] [24].

B. Description de la plante

La plante d'arachide est une herbacée annuelle ($2n = 40$) qui possède une photosynthèse en C_3^2 . Elle a la particularité de produire ses fruits sous terre [24]. A partir de la germination de la graine, naît une plante avec une racine pivotante dont les radicelles³ terminales sont dépourvues de poils radiculaires absorbants. L'absorption de l'eau et des nutriments se fait dans une zone de la racine localisée à 1 cm de son apex. La plante peut être érigée ou prostrée et mesure à maturité de 60 cm à 1,20 m de hauteur ou de diamètre, ceci est dépendant des variétés (Figure 1).

¹ Pubescente : qui est recouvert de poils fins et courts.

² Photosynthèse en C_3 : le CO_2 est converti en carbone organique passant par la synthèse de composés à trois atomes de carbone.

³ Radicelle : racine secondaire, très petite.



Figure 1 : Plante érigée d'arachide [24]

La floraison est séquentielle (non-déterminée) et des fleurs zygomorphes⁴ hermaphrodites, typiques des membres de la sous-famille des Lotoïdeae, sont produites individuellement ou par groupes de 2-3 à l'insertion des feuilles inférieures sur la tige. Les fleurs sont plus nombreuses aux nœuds inférieurs et sont composées de cinq sépales, cinq pétales jaunes, 12 étamines (dont 10 sont fusées et deux sont libres), et d'un ovaire infère unicarpellaire⁵ contenant 2 à 6 ovules (Annexe 1). Les fleurs sont cléistogames⁶ et sont donc autopollinisées.

Après fécondation, le fruit se développe dans le sol. Ce fruit un peu particulier reçoit le nom de

carpophore, bien que sa structure soit celle d'une gousse typique de légumineuse. Les fruits produisent de 2 à 3 graines de forme ovoïde dont la couleur de la testa peut varier de blanche à marron en passant par le jaune et le rouge (Figure 2). Comme toutes les graines de légumineuses, celles de l'arachide ne contiennent pas l'albumen⁷, mais consistent en deux cotylédons⁸ massifs entourant le germe (embryon) [24].

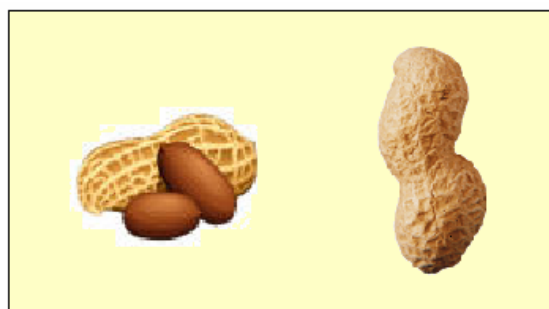


Figure 2 : Graines d'arachides [25] [26]

C. Origine et évolution de l'arachide

Le genre *Arachis* est représenté par environ 17 espèces vivaces qui possèdent un développement géotropique positif⁹ pour leurs fruits. Le centre de diversité botanique de ce genre est situé dans la région équatoriale délimitée par une zone comprenant le centre-sud du Brésil et le Nord du Paraguay. Le centre primaire se situe à l'ouest de cette zone, dans les contreforts de la cordillère des Andes dans la région limitrophe entre le Nord-Ouest de l'Argentine et le sud est de la Bolivie (annexe 2). Ce centre primaire contient l'espèce spontanée annuelle *A. monticola* ($2n = 40$) laquelle, d'après les récentes analyses de génétique et d'ADN, est maintenant reconnue comme l'ancêtre de l'arachide. *A. monticola* aurait évolué

⁴ Zygomorphe : se dit des fleurs qui présentent une symétrie bilatérale.

⁵ Carpelle : chaque pièce florale dont l'ensemble soudé forme le pistil des fleurs.

⁶ Cléistogame : fleur ne s'ouvrant jamais, c'est-à-dire favorisant l'autofécondation.

⁷ Albumen : tissu riche en réserves nutritives qui avoisine la plantule chez certaines graines.

⁸ Cotylédon : lobe charnu qui s'insère dans la graine sur l'axe de la plantule.

⁹ Géotropisme : orientation imposée à la croissance d'un organe végétal par la pesanteur. Il est positif quand il croit vers le bas.

à la suite de croisements entre certains taxons inclus dans le complexe de formes annuelles associées à *A. villosa* ($2n = 20$). Suite à ces croisements, il y aurait eu polyploïdisation¹⁰. L'arachide aurait été domestiquée à partir de *A. monticola* dans la région des Yungas boliviennes, sur le versant est de la Cordillère des Andes, une région placée plus au Nord que celle où est présentement distribuée *A. monticola* [24].

Les preuves archéologiques les plus anciennes de la domestication de l'arachide, remontant à 3800 années. Elles ont été découvertes sur la côte pacifique du Pérou. Etant donné que cette région est très éloignée de la région du centre d'origine botanique de l'arachide, il est logique de penser que la date de sa première domestication est certainement antérieure. La culture de l'arachide fut exportée et diffusée en Amérique. Les civilisations Maya et Aztèque cultivaient l'arachide. Les Aztèques la nommaient « tlaltacahuatl », ce qui veut dire « cacao sous terre », pour indiquer la ressemblance des carpophores de l'arachide avec les fruits que l'arbre de cacao produit sur son tronc. Les Espagnols transformèrent phonétiquement le nom aztèque « tlaltacahuatl » en « cacahuate » duquel provient le nom français « cacahuète ». Les Portugais exportèrent la culture de l'arachide en Afrique de l'Ouest vers la fin du XVIème siècle tandis que les Espagnols l'introduisirent aux Philippines à partir du Pérou vers 1730. Des Philippines, elle fut exportée, au cours du XVIIème siècle, vers la Malaisie, la Chine, l'Inde, le Japon et l'île de Madagascar. L'arachide fut introduite aux Etats-Unis vers la fin du XVIIème siècle de façon indirecte par les esclaves venant d'Afrique de l'Ouest. Actuellement, l'arachide est cultivée dans toutes les régions tropicales et subtropicales du monde [24].

D. Production et méthodes de culture de l'arachide

1. Conditions et méthodes de culture

L'arachide est une plante adaptée aux régions de climats tropicaux à tempérés-chauds et elle est cultivée dans les régions comprises entre les 40° de latitude Nord et Sud, dans lesquelles les gels sont absents pendant sa période de croissance. Sa croissance est favorisée par des températures journalières oscillant entre 27° et 33° C et qui ne descendent pas en dessous de 1°C. La plante nécessite au moins 500 mm de pluies bien distribuées pendant les 3 à 5 mois nécessaires à son développement végétatif. Du fait que ses fruits sont produits sous terre et qu'elle requière des sols bien drainés et aérés, les sols de texture légère au pH neutre (pH 6,5-7,2) sont favorisés pour sa culture. L'arachide est une plante qui répond bien aux engrais azotés, aux ajouts de matière organique, de calcium et de soufre et de cobalt [24] [28].

¹⁰ Polyploïdisation : évènement qui engendre une ou plusieurs séries surnuméraires de chromosomes.

Les plantations d'arachide se font sur des terres labourées et bien préparées. Les graines sont semées sur des sillons séparés d'environ 70 cm. Les graines sont plantées de façon espacée pour produire des plants équidistants de 40-50 cm environ, ce qui donne environ une densité de 70 000 plantes par hectare. Pendant les premières phases du développement des plantules, il faut contrôler les mauvaises herbes, car les plantes sont peu compétitives à ce stade. Les variétés hâtives de la sous-espèce *fastigiata* sont prêtes pour la moisson environ 3 mois après les semailles, tandis que pour certaines variétés de la sous-espèce *hypogae*, il faut 7 à 10 mois pour obtenir une récolte. La récolte peut être faite à la main en arrachant simplement les plantes ou elle peut être mécanisée à l'aide de récolteuses modifiées portant des râteaux frontaux inclinés qui s'enfoncent dans le sol et soulèvent les plantes. Celles-ci sont séchées pendant quelques jours sur la surface du sol, où sur des treillis dans le cas des moissons manuelles, avant d'être secouées et passées sur des tamis pour séparer les « grappes » de fruits du reste de la plante. La partie végétale est réincorporée au sol et utilisée comme engrais vert pour des rotations de cultures impliquant le coton, le maïs ou d'autres céréales [24].

L'arachide a été implantée en France, dans les terrains sablonneux des Landes qui conviennent à son développement [2].

2. Production de l'arachide

En 1998, sa production était répartie, sur les continents, de la façon suivante : Asie (66 %), Afrique (25 %), Amérique du Nord et Centrale (6 %), Amérique du Sud (- 4%). La production mondiale a doublé de 1980 à 1998, passant de 15 millions de tonnes à 31 millions de tonnes [2]. D'après les statistiques de production d'arachides pour 2001 (FAOSTAT, révisé), la production mondiale d'arachide (en gousse), était d'environ 34,1 MTM¹¹, répartie dans 109 pays sur une superficie proche de 25,6 millions d'hectares. Les pays producteurs les plus importants étaient : la Chine (14,6 MTM), l'Inde (6,2 MTM), le Nigeria (2,9 MTM), les Etats-Unis (1,9 MTM), le Soudan (1,9 MTM), le Sénégal (1,1 MTM) et l'Indonésie (1,0 MTM). Le rendement moyen par hectare était de 1,37 TM¹² et variait entre 4,9 TM et 0,4 TM par hectare selon les pays producteurs [4] [5] [24].

La Chine a su tirer parti des réformes du marché, et elle a augmenté la production de variétés à haut rendement et investi dans les intrants agricoles (fertilisants, pesticides, insecticides, mécanisation et irrigation), de telles sorte, depuis peu, elle a dépassé le plus

¹¹ MTM : million de tonnes métrique

¹² TM : tonne métrique

grand producteur mondial de l'arachide, l'Inde. En Chine, plus de 3,6 millions d'hectares sont dédiés à la culture de l'arachide. L'Inde vient en deuxième position, avec une surface cultivée dépassant les 8 millions d'hectares [28]. Dans les pays africains, la production d'arachides fluctue beaucoup. Le rendement par hectare est bas, en raison d'une conjoncture de facteurs : pluviométrie irrégulière, cultures pour la plupart non irriguées, traditionnelles, à petite échelle et peu mécanisées, apparition de parasites et de maladies, variétés peu rentables, culture sur des terres à faible rendement. L'instabilité politique et le manque de mesures d'encouragement à la culture d'oléagineux ont également joué un rôle [28].

Les sept principaux exportateurs d'arachide ont approvisionné environ 87 % du marché entre 1997 et 1998. Ce sont l'Argentine (245 000 tonnes), l'Inde (240 000 tonnes), les Etats-Unis (230 000 tonnes), la Chine (185 000 tonnes), le Vietnam (98 000 tonnes), l'Afrique du Sud (40 000 tonnes) et la Gambie (20 000 tonnes). Le volume mondial des exportations a atteint environ 1,2 millions de tonnes dont deux tiers en provenance des pays en voie de développement. Environ 80 % de ces exportations représentaient des variétés comestibles, alors que les 20 % restants étaient destinés à être pressés [28].

Les cinq plus grands importateurs acquièrent environ les trois quarts des importations mondiales. Ce sont l'Union européenne (42 %), l'Indonésie (13 %), le Canada (8 %), Singapour (5 %), la Malaisie (3 %) et les Philippines (3 %) [28].

Le prix international des arachides comestibles a beaucoup fluctué pendant ces dix dernières années, sous l'influence tant du marché que de facteurs saisonniers [28].

E. Consommation de l'arachide

L'arachide est destinée principalement à l'alimentation humaine, car le contenu de ces graines en fait un aliment de qualité [24].

Les Etats-Unis en sont les premiers consommateurs mondiaux mais la demande est de plus en plus forte dans certains pays d'Europe de l'Ouest, en particulier la France et le Royaume-Uni [1]. La consommation d'arachide par an et par personne est de 2,6 kg aux Etats-Unis et de 2,1 kg au Royaume Uni ; elle peut atteindre 5 kg chez certains individus. En revanche, dans les pays nordiques, elle est beaucoup plus faible (~ 0,8 kg en Suède) [2] [29].

Aux Etats-Unis et en Europe, les arachides sont souvent consommées salées, grillées ou enrobées (au miel, fumées, pimentées) ou destinées à la fabrication d'huile, de beurre de cacahuètes, dans la confiserie et comme produits à base de chocolat. Dans les pays asiatiques, en particulier en Indonésie, on consomme de grandes quantités d'arachide comme sauces (Satay) [1] [4] [5] [28] [29].

L'arachide a plusieurs devenirs, après différents processus de transformations (Figure 3).

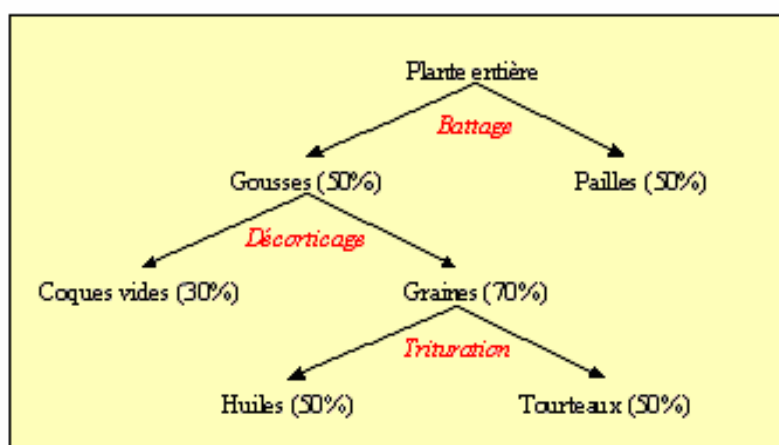


Figure 3 : Devenirs de la plante d'arachide [1] [4]

1. Les graines d'arachide

Ses graines peuvent être consommées entières fraîches, mais le plus souvent en amuse-gueule, séchées, grillées et salées. C'est l'arachide de bouche qui est constituée par les plus grosses graines, décortiquées puis triées à la main [1] [2] [23]. La cacahuète est consommée après torréfaction [24]. Elle est extrêmement grasse et calorique (600 calories pour 100 grammes). C'est un aliment de grignotage consommé en dehors des repas (comme de nombreux oléagineux grillés et salés) donc les quantités ingérées sont souvent inconnues. Par ailleurs, la cacahuète contient des protéines et elle est riche en acides gras non saturés représentés par 60 % d'acide oléique et en magnésium. Elle est également bien pourvue en potassium, en fer, en phosphore et en vitamines (B, BZ, PP, E) (Tableau 1) [1] [23].

Tableau 1 : Composition pour 100 grammes de cacahuète grillée [23]

Lipides	45 à 50%
Protides	25 à 30%
Glucides	8 à 12%
Eau	5%
Fibres	5,5%
Minéraux	2 à 3%

Les produits dérivés (ou produits arachidiens) sont l'huile, le beurre, des pâtes, des tourteaux et un grand nombre de confiseries [1] [2] [23].

2. Huile d'arachide

L'huile est appréciée pour sa saveur douce et son odeur neutre donnant un bon goût à la nourriture et est, réglementairement, une huile mixte pour friture et assaisonnement [24] [23]. Contrairement à de nombreuses huiles de consommation courante, elle est particulièrement résistante à l'oxydation et aux températures élevées et est donc adaptée aux bains de friture profonde. Elle possède une répartition très équilibrée de ses acides gras puisqu'ils sont représentés par 80 % d'insaturés et 20 % de saturés (Tableau 2), et, comme toutes les huiles, elle contient 9 calories par gramme [23]. C'est un produit relativement moderne, car elle a été extraite pour la première fois de façon industrielle à Marseille en 1870 quand des arachides importées d'Afrique ont été broyées dans des moulins de pierre destinés à la préparation de l'huile d'olive [24]. De nos jours, la méthode d'extraction est devenue plus sophistiquée. Les graines d'arachide sont séchées et les testa des graines doivent être séparés par tamisage avant que celles-ci soient broyées, par pression à froid ou à chaud [1], et l'huile séparée et purifiée en employant une série de solvants organiques. Bien que l'huile d'arachide solidifie aux températures inférieures à 5°C, elle est appréciée, car elle ne produit pas de fumée quand elle est chauffée. Son extraction à partir des graines permet de préparer des concentrés protéiniques qui sont utilisés pour l'alimentation humaine directe dans les pays du tiers monde (en particulier en Inde, au Brésil et au Nigeria), mais sont destinés à l'alimentation des animaux de ferme dans les pays industrialisés. Une proportion élevée de la récolte d'arachide mondiale, estimée à 70 % de la production de 34,1 MTM (2001), est destinée à la production d'huile. Par contre, aux Etats-Unis moins du quart de la production d'arachide est destiné à cette fin, car, depuis 1960, le maïs et le soja, dont les productions sont de loin plus importantes, ont remplacé l'arachide comme source d'huile pour l'alimentation dans ce pays [24].

Tableau 2 : Composition de l'huile d'arachide [23]

Acides gras insaturés	77 à 90 %
Acide oléique (acide gras monoinsaturé)	50 à 75 %
Acide linoléique (acide gras polyinsaturé)	6 à 25 %
Acides gras saturés	10 à 23 %

3. Beurre d'arachide

Près des deux tiers de la production d'arachide nord américaine est destinée à la préparation du beurre d'arachide. Bien que pendant la période pré-colombienne, les peuples indigènes de l'Amérique du Sud broyaient déjà les arachides, dans une sorte de pâte semblable au beurre d'arachide « moderne », la confection industrielle de celui-ci, est attribué au médecin américain John Harvey Kellog. Vers 1890, ce médecin, qui soignait des patients âgés dans les hospices, dont la plupart avaient perdu leurs dents, était à la recherche d'une source d'aliments nutritifs qui ne demandaient pas d'effort de mastication. Il a eu l'idée de préparer une pâte à partir des graines d'arachide, qui contenait les apports nécessaires à la santé de ses patients, à laquelle il ajouta 1 à 2 % de sel. Le beurre d'arachide était né. Sa fabrication est devenue plus complexe et utilise des substances stabilisatrices pour éviter que l'huile se sépare de la pâte. De nos jours, c'est une source alimentaire incontournable pour la préparation des snacks et sandwichs des jeunes écoliers américains. [24].

4. Autres produits dérivés de l'arachide

Les graines plus petites ou les brisures sont utilisées en confiserie (fabrication de biscuits, enrobage dans du chocolat, par exemple). La confection de bonbons et autres sucreries utilisait en 2001 plus de 110 000 TM de la production américaine d'arachide estimée à 1,9 MTM [2] [24].

Les tourteaux, constitués de résidus solides riches en protéines, sont surtout destinés à l'alimentation du bétail et peuvent être utilisés comme engrais azotés [1].

Les produits dérivés de l'arachide peuvent également être utilisés comme stabilisants et émulsifiants pour les produits alimentaires, dans l'industrie des plastiques et des crèmes cosmétiques, dont la crème à barbe. Les gousses d'arachide sont une excellente source alimentaire pour engraisser les porcs qui sont parfois envoyés dans les champs pour s'alimenter directement sur place en déracinant les plantes. Les écailles des gousses sont aussi récupérées pour la confection de panneaux d'isolation thermique [1].

F. Evolution génétique

L'arachide a fait l'objet de nombreuses recherches, car elle est une bonne source de protéines et d'huile et sa croissance est bonne même sous les conditions limitantes des sols pauvres des tropiques (latosols). Les programmes d'amélioration ont permis de développer des variétés hâtives qui seraient plus adaptées aux conditions des régions tempérées où la saison favorable est plus courte. Les Américains ont sélectionné des variétés qui peuvent être cultivées aussi au Nord que l'état de Virginie. La productivité des plantes s'est beaucoup améliorée à la suite des programmes d'hybridation et de sélections réalisées après la Seconde Guerre Mondiale. Les nouvelles variétés américaines peuvent produire plus de 400 g de gousses (séchées) par plant, avec des productions par hectare qui atteignent les 4-8 TM de gousses, trois fois plus qu'au début du siècle. Les programmes d'amélioration génétique ont aussi produit des variétés résistantes aux bactéries (*Cercospora*), aux champignons et aux virus qui diminuent la productivité des récoltes d'arachide, particulièrement dans les régions plus humides. Les gousses d'arachide conservées sous des conditions trop humides sont susceptibles à la contamination par un champignon, *Aspergillus flavus*, qui produit des aflatoxines qui peuvent causer la mort par ingestion et qui sont aussi fortement carcinogènes. De meilleures conditions de transport et d'entreposage et un meilleur contrôle de ceux-ci, ont permis de réduire les cas de toxicité causés par ce champignon [24] [28].

Comme nous venons de le voir l'arachide possède de très bonnes qualités nutritionnelles, ce qui explique sa présence dans de nombreux produits alimentaires appartenant à toutes les catégories : céréales du petit déjeuner, gâteaux (« cookies », « doughnuts », où la farine de cacahuètes remplace les œufs ou le lait, frangipane, macarons...), pains (pour améliorer leur conservation), produits de grignotage (« nuts » salées dans les transports aériens, par exemple), lait, yaourts, fromages, glaces (en remplaçant du lait ou pour améliorer la consistance), boissons, soupes, sauces, substituts de viandes et charcuteries (saucisses de Francfort)...[1]. Mais cette ubiquité n'est pas sans conséquences, puisque l'arachide est un puissant allergène.

II. L'allergie à l'arachide

Le fait que tous les aliments contiennent des protéines permet de comprendre qu'ils peuvent tous induire potentiellement une réaction de type IgE-médiée. Pourtant, le nombre d'aliments pouvant entraîner une réaction sévère est relativement restreint. Classés parmi les aliments aux plus forts potentiels allergéniques, l'augmentation du nombre de réactions à l'arachide et aux fruits à coque a été spectaculaire ces dernières années [8].

A. Les mécanismes physiopathologiques

L'allergie alimentaire est une réponse immunopathologique à un composant d'un aliment (allergène), par un individu génétiquement prédisposé que l'on dit atopique. Elle est médiée par des anticorps spécifiques d'une classe particulière, les IgE. C'est la rencontre et l'association des deux « partenaires » : l'aliment et le « terrain génétique » qui définit l'allergène et non une caractéristique structurale, physico-chimique intrinsèque. Les conditions environnementales ou les habitudes de vie et d'alimentation peuvent constituer des facteurs favorisants ou adjuvants de l'apparition d'allergies mais seulement si les deux premières conditions sont déjà réunies [6].

La réaction allergique se déroule en deux phases distinctes, séparées dans le temps (Figure 4).

1. La phase de sensibilisation

Lors d'un premier contact se produit la sensibilisation, silencieuse, avec induction de la synthèse d'IgE spécifiques, on parle alors d'une réponse immunitaire de type Th2, mettant en jeu une sous-population particulière de lymphocytes T « helper », par opposition à la réponse immunitaire « protectrice » dite de type Th1. Les mécanismes de sensibilisation restent mal connus, mais ils impliquent vraisemblablement une exposition minimale à l'allergène sensibilisant [4] [29].

L'une des particularités de l'arachide est sa sensibilisation précoce. L'âge de détection des sensibilisations et des allergies alimentaires a lieu de plus en plus tôt. Des sensibilisations sont enregistrées dès l'âge de six mois. D'après une étude de 1996 l'allergie à l'arachide débute avant l'âge de 3 ans dans 55% et avant celui de 1 an dans 17% des cas.

Chez les enfants de moins de 2 ans qui n'ont pu consommer de l'arachide sous des formes traditionnelles, il faut donc invoquer d'autres voies et modes de sensibilisation :

- Laits infantiles contenant de l'huile d'arachide
- Vitamines en solution huileuse
- Crèmes et onguents, par contact cutané direct ou indirect.
- *In utero*, plus précisément à partir du 4^{ème} mois de grossesse
- Durant l'allaitement, via consommation d'arachide par la mère.

Ces deux dernières restent encore à confirmer [7].

2. La phase de réaction

Plus tard, lors de contacts ultérieurs avec le même allergène ou avec des composés apparentés, a lieu la phase de déclenchement de la réaction allergique avec manifestation des symptômes cliniques. Ceux-ci sont dus à la libération de médiateurs pharmacologiquement actifs (histamine, prostaglandines, leucotriènes...) par les cellules effectrices de l'allergie que sont les basophiles sanguins et les mastocytes tissulaires. Il n'y a pas de relation dose-réponse bien établie pour la provocation et/ou la gravité d'une réaction allergique : des chocs graves sont parfois déclenchés par l'ingestion de traces très faibles de l'allergène, qui peut être présent dans un aliment en tant que constituant naturel mais qui peut également y avoir été ajouté à des fins technologiques.

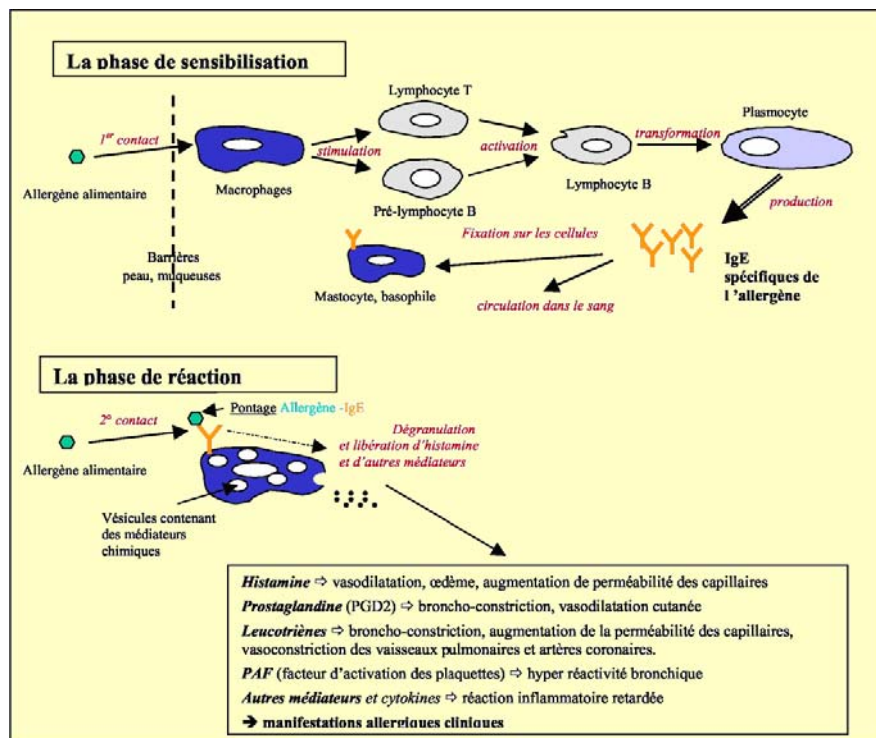


Figure 4 : Mécanismes de l'allergie IgE-dépendante [29]

B. Les allergènes alimentaires

En dix ans, la connaissance de la composition chimique et des allergènes de l'arachide a fortement progressé et constitue la base de la compréhension des phénomènes allergiques alimentaires [4]. En fait, l'allergénicité d'un aliment complexe est rarement, pour ne pas dire jamais, due à un constituant unique mais au contraire, à un grand nombre de protéines elles-mêmes présentes parfois sous plusieurs isoformes. Elle peut également être due à des fragments « peptidiques » qui sont issus de leur clivage. Cet ensemble constitue le répertoire des allergènes pouvant être reconnus par les immunoglobulines E (IgE) d'individus sensibles.

1. Caractéristique de trophallergènes

Les allergènes sont une variété particulière d'antigènes dont les trophallergènes constituent un sous-groupe important. On distingue dans les aliments, des milliers de protéines dont seulement quelques-unes sont allergéniques.

De nombreux allergènes alimentaires ont un poids moléculaire moyen compris entre 10 000 et 70 000 daltons. La plupart d'entre eux sont des glycoprotéines¹³ à point isoélectrique¹⁴ acide.

L'allergénicité concerne des portions limitées de la protéine, appelées déterminants antigéniques ou épitopes. Il existe par ailleurs des épitopes « séquentiels » qui dépendent de l'enchaînement des acides aminés (structure primaire) et des épitopes « conformationnels » qui tiennent compte de la structure tridimensionnelle de cet enchaînement (structure tertiaire et quaternaire). Les épitopes ont un nombre d'acides aminés variable selon qu'ils réagissent avec les lymphocytes B ou T. On remarque que la séquence est constituée de 8 à 9 acides aminés pour les épitopes T et de 8 à 16 acides aminés pour les lymphocytes B [29].

La connaissance de la structure primaire et des épitopes linéaires de nombreux allergènes alimentaires n'a pas permis de dégager des caractéristiques communes d'allergénicité. Peu de structures tridimensionnelles sont actuellement connues.

Les allergènes peuvent résister:

- A la dénaturation thermique. Les épitopes sont alors dits thermostables. Nous allons étudier plus précisément cette propriété ultérieurement.
- A la protéolyse, ce qui est une caractéristique de l'allergie alimentaire.
- A la résistance à un pH modérément acide caractérise nombre de trophallergènes. Un allergène majeur de l'arachide n'est pas dénaturé à pH 3. Ce qui leur permet de résister dans l'intestin.

On classe actuellement les allergènes alimentaires selon la classification biochimique des protéines et, selon les molécules identifiées, en y ajoutant les allergènes de fonctions biologiques connues.

2. Les allergènes de l'arachide

L'arachide est un aliment riche en protéines globulines (solubles dans les solutions salées, 70%) albumines (soluble dans l'eau, 15%) et les gluténines (fraction insoluble, 10%) [4]. L'arachine et la conarachine sont les principales globulines de l'arachide. Jusqu'à aujourd'hui, on a pu identifier 7 allergènes, dont 3 allergènes majeurs et un quatrième à la limite (Tableau 3).

Selon la fréquence de reconnaissance, on parle d'allergène majeur (c'est-à-dire avec lequel plus de 50 pour cent de la population d'individus sensibles réagit) ou d'allergène

¹³ Glycoprotéines : molécules constituées d'une protéine combinée à un glucide.

¹⁴ Point isoélectrique : pH auquel une substance amphotère (tantôt acide, tantôt basique) est sans charge électrique ou possède un nombre égal de charges négatives et positives.

mineur. Notons que le terme « mineur » ne se réfère qu'à une fréquence de sensibilisation. Pour une personne sensibilisée, la gravité des symptômes d'une réaction allergique à la suite de l'exposition à un allergène peut être la même que l'allergène soit considéré comme majeur ou comme mineur [9].

Tableau 3 : les allergènes de l'arachide [30]

Allergène	Famille	Poids moléculaire
<i>Ara h1</i>	Vicilines	64,5 kDa
<i>Ara h2</i>	Conglutines	17,5 kDa
<i>Ara h3</i>	Glycinines	14 kDa
<i>Ara h4</i>	Glycinines	35,9 kDa
<i>Ara h5</i>	Prolifilines	14 kDa
<i>Ara h6</i>	Conglutines	14,5 kDa
<i>Ara h7</i>	Conglutines	15,8 kDa

Ara h1 représente 20% de l'ensemble des protéines de l'arachide. Il s'agit d'une protéine de stockage des graines, la séquence des aminoacides comporte 23 épitopes capable de se lier avec les IgE.

Ara h2 représente 10% de l'ensemble des protéines de l'arachide. Les sites de fixation de IgE ont également été identifiés [4].

Ara h1 et *Ara h2* sont les allergènes d'arachide les plus importants, ils sont identifiés chez la majorité des patients allergiques à l'arachide.

La dose provoquant des symptômes allergiques est très faible : 100µg. C'est pourquoi la moindre contamination croisée peut être dangereuse pour l'individu sensibilisé [29].

La gravité des symptômes de l'allergie à l'arachide pourrait être liée à un allergène particulier ou, plus vraisemblablement, au mode de présentation des épitopes aux mastocytes.

3. Influence de la température sur l'allergénicité

L'effet des traitements thermiques sur l'allergénicité des aliments ou, plus exactement, sur l'allergénicité des protéines des aliments est en général attribué aux modifications structurales que subissent ces protéines sous l'effet de la chaleur [10] [11]. Ces modifications dépendent de la température et de la durée du traitement mais elles sont également liées aux propriétés de la protéine et aux conditions physico-chimiques de son environnement. Classiquement, la protéine perd successivement sa structure tertiaire (55–70 °C), son repliement caractéristique puis sa structure secondaire (70–80 °C), il se produit ensuite un clivage des ponts disulfures (80–90 °C), la formation de nouvelles interactions intra- et intermoléculaires, le réarrangement des liaisons disulfures (90–100 °C) et la formation d'agrégats (100–125 °C). Ces modifications reflètent un passage progressif à une structure désorganisée avec dénaturation de la protéine. Le chauffage, et notamment le chauffage par voie sèche, est donc, par exemple, susceptible d'affecter des épitopes conformationnels en dénaturant les protéines, ne laissant biodisponibles que des épitopes linéaires (Figure 5). Une

telle dénaturation thermique peut rendre compte de la perte de près de 90 % de l'allergénicité de certains aliments comme la noisette [4].

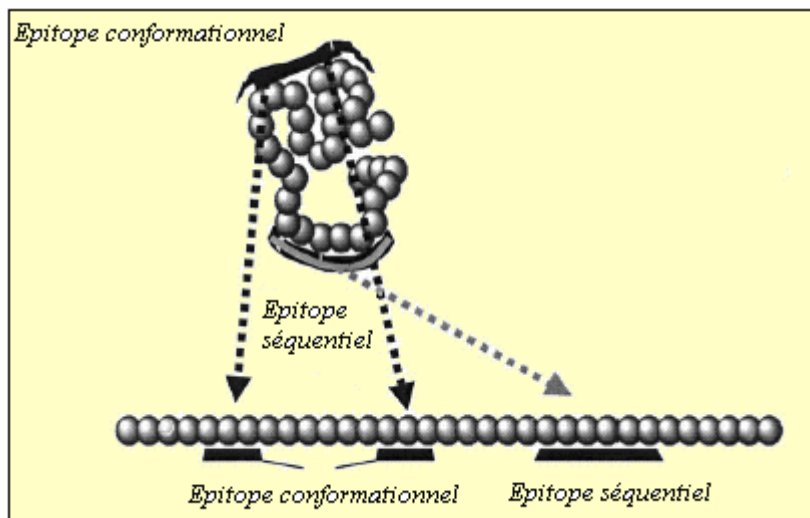


Figure 5 : Conséquence du traitement thermique sur les épitopes [12]

Dans le cas de l'arachide les modes de consommation peuvent influencer sur la fréquence de l'allergie. Il a été montré que le fait de griller les arachides pouvait augmenter leur propriété allergénique. A l'inverse, l'allergénicité des arachides bouillies ou frites, serait diminuée.

Le grillage de l'arachide se fait couramment vers 140 °C pendant 40 minutes. À ces très hautes températures (supérieures à 125 °C), des modifications chimiques peuvent également intervenir se rajoutant aux transformations physiques que subit une protéine lors du chauffage. Il est possible d'obtenir la formation de liaisons covalentes entre les résidus lysine de la protéine et d'autres constituants de la matrice alimentaire conduisant à la formation d'adduits¹⁵. C'est ainsi que des produits de la réaction de Maillard sont couramment formés par des interactions sucres-protéines et qu'ils peuvent contribuer à la création de néo-allergènes. Selon Maleki *et al.* un traitement à très haute température augmente l'allergénicité de l'arachide. En effet, ils observent une capacité de liaison aux IgE 90 fois plus importante pour l'arachide grillée que pour l'arachide crue. Toutefois, ces résultats sont remis en question [13] [29] [30].

Dans le cas d'un chauffage par voie humide, la diminution de l'allergénicité de l'extrait d'arachides bouillies s'explique également en grande partie par la perte de protéines allergéniques qui passent de la graine à l'eau de cuisson. Le chauffage par voie humide pourrait donc intervenir dans les procédés de transformation industriels afin de diminuer l'allergénicité des fractions protéiques utilisées dans la préparation d'un nombre important d'aliments [13].

¹⁵ Adduit : produit issu d'une réaction d'addition.

Les méthodes de préparation des arachides induisent un effet parfois important sur l'allergénicité de l'aliment final. Ces constatations soulignent que les effets des procédés technologiques sur l'allergénicité des aliments sont très complexes et dépendent de l'interaction de nombreux paramètres comme la température, la cinétique de chauffage, les caractéristiques physico-chimiques du milieu.

C'est aussi le cas pour la production d'huile d'arachide. Jusqu'à ces dernières années, on admettait que l'huile d'arachide n'était pas allergisante. Cependant, des études plus précises ont montré que la méthode de transformation pour obtenir l'huile peut influencer l'allergénicité du produit final. Il n'a été trouvé des quantités significatives d'allergènes que dans quelques marques d'huile d'arachide pressée à froid et aucune dans l'huile pressée à chaud. La teneur en protéines et l'allergénicité de l'huile d'arachide sont inversement liés à l'ampleur du traitement thermique. La teneur en protéines de l'huile d'arachide pressée à froid était de 0,2-3,2µg/ml.

Même faibles, ces quantités sont considérées comme suffisantes pour sensibiliser les nourrissons (l'huile d'arachide est déjà exclue des préparations destinées aux enfants de 0 à 3 ans) ou même pour provoquer des réactions allergiques. Toutefois, des opinions divergentes ont été émises au sujet des risques encourus par les individus allergiques à l'arachide en consommant de l'huile d'arachide [4].

C. Fréquence

On observe, dans les pays industrialisés, que l'allergie alimentaire en général est un phénomène en pleine croissance, sa fréquence a doublé en cinq ans et touche trois enfants pour un adulte [8] [9] [14] [15]. Ceci est dû aux modifications des habitudes alimentaires, à l'introduction de nouveaux aliments, aux nouvelles technologies alimentaires [16]

L'allergie à l'arachide fréquente aux Etats-Unis, où elle affecterait actuellement plus de deux millions d'Américains, était moins courante en Europe, notamment en France, jusqu'au milieu des années 1980. Ces dix dernières années, son incidence a augmenté rapidement au sein de la population, l'arachide apparaît maintenant au second rang dans le classement des aliments responsables d'allergies au niveau mondial. La fréquence de l'allergie à l'arachide se situe entre 0,5 % et 0,7 %. On remarque qu'elle touche surtout les enfants puisqu'elle représente 23 % des allergies alimentaires chez les enfants contre 4 % chez les adultes (Figure 6) [4] [29]. Si la courbe concernant l'arachide montre une baisse de la prévalence¹⁶ relative vers l'âge de 15 ans, le vieillissement des jeunes populations actuellement sensibles à l'arachide devrait modifier l'allure de la courbe en augmentant la

¹⁶ Prévalence : Proportion de la population qui souffre d'une maladie à un certain moment.

prévalence chez les adultes, puisque l'allergie à l'arachide n'a guère tendance à diminuer avec le temps (II.G).

Cette augmentation de fréquence est observée dans les pays européens comme la France (principal allergène pour les plus de trois ans et deuxième chez le jeune enfant, après l'œuf), le Royaume Uni (principal allergène), l'Allemagne, la Hollande [1] [2] [4] [16] [17].

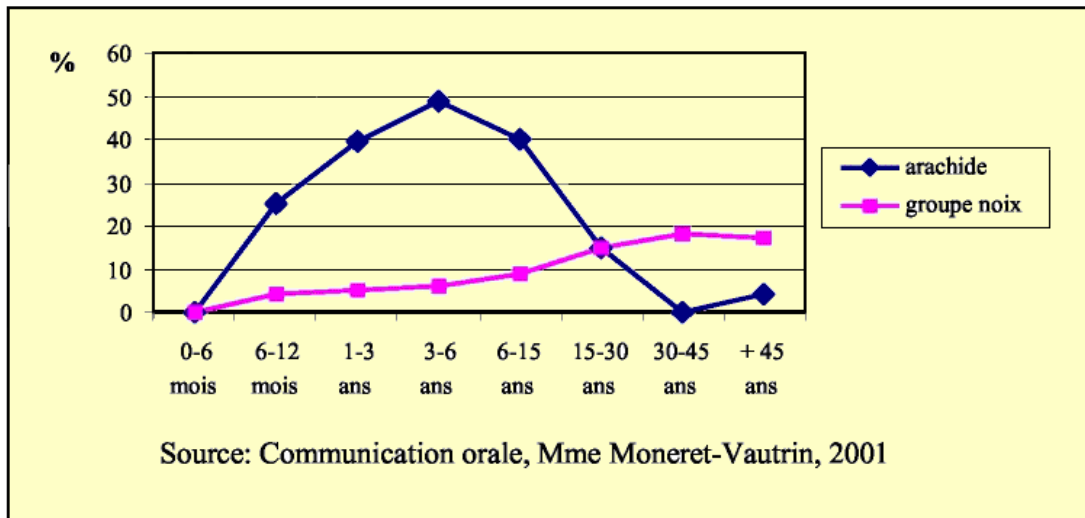


Figure 6 : Fréquence relative de l'allergie alimentaire à l'arachide et au groupe noix selon les catégories d'âge [29]

Une étude anglaise de population menée dans les familles d'enfants présentant une allergie montre que l'allergie à l'arachide est observée chez 0,1 % des grands-parents, 0,6 % des oncles et tantes, 1,6 % des parents, et 6,9 % de la fratrie, d'où une augmentation de la prévalence de cette allergie qui est le nombre total de cas [7].

D. Symptomatologie clinique

L'allergie alimentaire peut se traduire par n'importe quel symptôme de l'allergie. Toutefois certains symptômes sont plus fréquents et plus évocateurs. Ces manifestations plus ou moins sévères peuvent apparaître par contact direct, manipulation ou inhalation. Il semble que les symptômes s'aggravent chez 60% des patients allergiques lors de réexpositions accidentelles [9] [11] [16] [18].

Le patient peut présenter seulement un symptôme, mais le plus souvent, il existe une association de symptômes impliquant différents organes.

1. Réactions cutanées

L'angio-œdème et urticaire aiguë sont des réactions cutanées fréquentes. L'urticaire chronique est moins fréquente. Enfin, la dermatite atopique est un symptôme classique en particulier chez l'enfant. La dermatite atopique, dénommée autrefois eczéma « constitutionnel », est la manifestation majeure de l'atopie au niveau cutané. C'est aussi la plus précoce de la vie. La dermatite atopique guérit dans 70% des cas.

L'œdème représente la forme sous-cutanée de l'urticaire. L'atteinte laryngée appelée œdème de Quincke, correspond en réalité à un œdème laryngé. Il peut entraver la respiration et provoquer une asphyxie.

2. Réactions respiratoires

L'asthme et la rhinite sont des symptômes qui surviennent rarement seuls. L'existence d'un asthme chez un patient allergique à l'arachide constitue un facteur de risque de la survenue de réactions allergiques mettant en jeu un pronostic vital.

3. Réactions gastro-intestinales

Les douleurs abdominales, nausées et vomissements, diarrhées sont des symptômes classiques mais peu spécifiques.

4. Réactions généralisées : l'anaphylaxie

L'anaphylaxie est la manifestation allergique la plus grave, le risque léthal est évalué de 0,65 à 2%. Elle débute souvent par de signes cutanés, urticaires et/ou un œdème. Puis, apparaissent rapidement des signes généraux (malaise), respiratoires (dyspnée¹⁷, bronchospasme¹⁸) et cardiovasculaires (hypotension, tachycardie). Le risque léthal est évalué de 0,65 à 2%.

Il existe une liaison entre l'asthme et les allergies graves. Les patients décédés d'anaphylaxie par allergie alimentaire ont très souvent un asthme modérément sévère à sévère [4].

Un tiers des admissions aux urgences pour allergies alimentaires est due à l'arachide, et la moitié des décès par allergie alimentaire est imputable à l'arachide.

¹⁷ Dyspnée : essoufflement, difficulté à respirer avec augmentation de la fréquence et de l'amplitude des mouvements respiratoires, pouvant être accompagnée de sensations d'oppression et d'angoisse.

¹⁸ Bronchospasme : contractions spasmodiques des bronches qui rendent la respiration difficile.

E. Diagnostic de l'allergie alimentaire

Les aliments incriminés reflètent les habitudes alimentaires et culturelles de chaque pays et de chaque individu. Les aliments testés sont choisis en fonction de l'âge des données de l'anamnèse¹⁹ et des éléments épidémiologiques publiés. Le diagnostic de l'allergie alimentaire doit reposer sur une méthodologie stricte, logique et rigoureuse. Elle est guidée par l'arbre décisionnel résumé sur la Figure 7 [2] [4] [18] [20] [29].

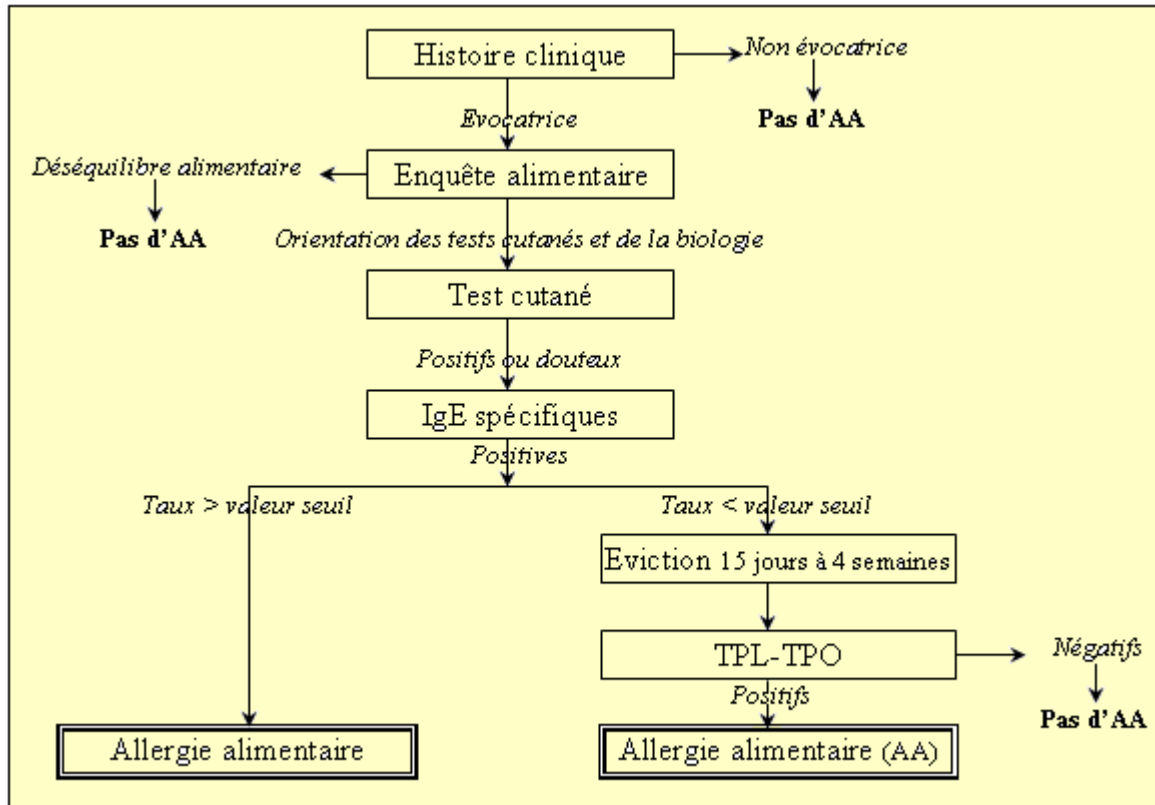


Figure 7 : Arbre décisionnel pour le diagnostic d'une allergie alimentaire à l'arachide [15]

L'histoire clinique oriente les investigations : une anaphylaxie aiguë dans l'heure suivant l'ingestion d'un aliment isolé, connue depuis moins de 3 ans, et ayant nécessité un traitement médical d'urgence, est suffisante pour porter le diagnostic d'allergie alimentaire. En dehors de cette situation, des investigations complémentaires sont nécessaires.

L'enquête alimentaire détermine la fréquence de consommation des aliments, repère la présence d'allergènes masqués, détermine les relations chronologiques des symptômes par rapport à l'ingestion des aliments, évalue les additifs couramment ingérés et les éventuels déséquilibres nutritionnels responsables de fausses allergies alimentaires.

Les prick-tests cutanés sont réalisés avec des extraits commerciaux ou des aliments frais. La spécificité et la valeur prédictive négative sont excellentes pour certains extraits, de sorte que leur négativité pourrait exclure une sensibilisation alimentaire. Par contre, un test cutané positif n'est que le témoin d'une sensibilisation ; elle impose de poursuivre les

¹⁹ Anamnèse : Ensemble des renseignements fournis par un patient.

explorations afin de savoir s'il existe une véritable allergie alimentaire caractérisée par des symptômes cliniques.

Le dosage des IgE spécifiques apporte une confirmation de la sensibilisation IgE-médiée dépistée par les tests cutanés. Pour l'arachide les valeurs seuils établies permettent de guider les mesures d'éviction et réduisent les indications des tests de provocation. La valeur seuil pour l'arachide est de 14 kU A /l²⁰[15]. Ultérieurement, en fonction des renseignements recueillis, il pourra être pratiqué un régime d'éviction alimentaire, qui avant d'être la thérapeutique quasi exclusive de l'allergie alimentaire, fait partie des tests diagnostiques.

Le régime d'éviction d'épreuve est une alternative aux tests de provocation. L'amélioration des symptômes, sous éviction de l'aliment permet d'évoquer son rôle dans le déclenchement des manifestations. De même, la réapparition des symptômes à la réintroduction de l'aliment est un argument en faveur de l'allergie. Le régime doit être longuement expliqué pour éviter l'ingestion d'allergène masqué

Seuls ces tests sont capables de rendre compte d'une réelle allergie alimentaire et de la différencier d'une simple sensibilisation. Leur but est de reproduire les manifestations allergiques, en évitant cependant le déclenchement d'une réaction grave.

Le premier de ces tests est celui de provocation labial (TPL). Il consiste à mettre en contact l'aliment avec la muqueuse labiale dans le but de produire une réaction locale, reflet de la réponse IgE à l'antigène. Néanmoins, la faible sensibilité du TPL impose de poursuivre par un test de provocation orale s'il est négatif.

Le second test est celui de provocation orale (TPO) qui consiste en l'ingestion de l'aliment suspect. Le TPO doit impérativement être réalisé dans des structures hospitalières aptes à prendre en charge des réactions allergiques graves, géographiquement proche d'une unité de soins intensifs, avec un personnel médical et non médical hautement spécialisé. Avec toutes ces réserves, le TPO est le seul test qui identifie la dose cumulée réactogène et le type de réactions cliniques déclenchées par l'ingestion de l'aliment. Il permet de mieux évaluer le risque encouru par une consommation accidentelle et guide les mesures thérapeutiques : degré d'éviction, adaptation de la trousse d'urgence. Un test est considéré comme positif lorsque les symptômes ont été observés de quelques minutes à quelques heures après l'ingestion.

La nouvelle technologie miniaturisée, des microarrays de protéine et de peptide, en cours de développement, pourrait un jour permettre aux médecins de diagnostiquer chez des patients l'allergie à un certain nombre d'aliments avec juste quelques gouttes de sang. Ils pourront ainsi dire s'ils réagiront à un aliment spécifique et prévoiront la gravité de leur réaction [12].

²⁰ kU A /l : unités d'allergène par litre.

F. Traitement

1. Le traitement curatif

La seule parade thérapeutique contre l'allergie consiste à suivre un régime d'exclusion strict de l'aliment en cause dans toute préparation alimentaire. Si cette éviction est relativement facile pour un aliment comme le poisson, peu utilisé comme ingrédient dans les préparations industrielles, l'éviction de l'arachide est concrètement rendue très difficile.

Ce régime d'éviction strict n'exclut malheureusement pas le risque de récurrence chez le patient allergique. La présence d'allergènes masqués dans des aliments préparés industriellement, l'absence de consigne stricte concernant les précautions alimentaires à prendre, et l'absence d'instructions claires permettant une prise en charge rapide lors de réaction concourt à augmenter le risque de réactions allergiques potentiellement sévères.

L'allergie à l'arachide entraîne une dégradation de la qualité de vie des patients allergiques. En effet, ces personnes sont touchées dans leur vie courante, à l'école, au lycée, et sur le lieu de travail, au restaurant, au cours de voyages, etc. De plus, si les premières manifestations des allergies alimentaires surviennent le plus souvent au domicile des patients, les récurrences se produisent le plus souvent en dehors de leur foyer. D'une façon générale, la plus grande prudence est recommandée surtout pour les repas pris à l'extérieur (ceux où les risques sont à leur maximum). Il est donc nécessaire d'« éduquer » les patients, leur famille, le milieu scolaire ainsi que les professionnels de santé ; cependant, une étude montre que la majorité des « éducateurs potentiels » connaît mal les rudiments de cet enseignement. Les individus allergiques doivent consulter attentivement les étiquetages, interroger des fournisseurs, questionner des responsables dans un restaurant dans le but de connaître la composition précise des plats et déceler l'arachide sous forme masquée notamment. Cette éducation passe donc par l'information du patient et sa formation. Cette dernière est la plus difficile car elle implique d'adopter un comportement adapté face aux situations quotidiennes qu'ils rencontrent [1] [2] [4] [8] [9] [17] [18] [29].

2. Le traitement symptomatique

Les patients atteints d'allergie grave à l'arachide doivent avoir sur eux une carte ou un bracelet distinctif signalant leur situation ainsi qu'une trousse d'urgence comprenant en particulier de l'adrénaline. En effet, la vigilance des patients peut être prise en défaut [2] [4] [8] [18].

En cas d'ingestion accidentelle, une réaction bénigne (se présentant en générale par une symptomatologie exclusivement cutanée) nécessite un traitement antihistaminique par voie orale. En revanche, une réaction plus sévère avec une symptomatologie respiratoire (laryngée et/ou respiratoire basse) associée ou non avec des manifestations cardiovasculaires et/ou une perte de connaissance, justifie une injection immédiate d'adrénaline. La rapidité d'administration influence directement le pronostic.

3. La prévention primaire de l'allergie alimentaire

Il faut différencier la prévention primaire qui cherche à diminuer l'incidence des nouveaux cas d'allergie, la prévention secondaire qui essaie de diminuer l'évolution de la durée de l'allergie, et la prévention tertiaire dont l'objectif est de diminuer les invalidités fonctionnelles liées à la maladie.

Les études épidémiologiques des dernières années démontrent que l'infection au sens large dans le jeune âge est susceptible de diminuer le risque de voir se développer ultérieurement des phénomènes atopiques. Des études en expérimentation humaine confirment d'autres expérimentations animales où il est démontré l'importance de la colonisation bactérienne néonatale sur l'acquisition de la tolérance alimentaire.

Or, le premier contact bactérien de l'organisme humain a lieu à la naissance. Après les dix premiers jours de vie, c'est l'alimentation qui joue le rôle déterminant sur la sélection et la diversification de cette première flore, puisque l'allaitement maternel exclusif favorise le développement d'une flore abondante fermentante riche en bifidobactéries.

Les mesures de prévention primaire en période néonatale sont les suivantes :

- La naissance par voie basse est sans aucun doute à privilégier au maximum puisque c'est le meilleur moyen d'avoir une colonisation microbienne plus adéquate.
- Il faut considérablement encourager l'allaitement exclusif prolongé, car il assure une maturation lente et progressive de la muqueuse intestinale et du système immunitaire inné.
- Il convient d'éviter autant que possible, en médecine périnatale, les antibiothérapies qui ne paraissent pas justifiées.
- Enfin, il convient de recommander une diversification alimentaire lente et progressive, à partir du sixième mois.

De plus une récente étude montre que *Lactobacilli GG*, administrés deux semaines avant la naissance à des femmes enceintes issues de famille à haut risque d'atopie, ainsi qu'à leurs nouveau-nés durant les six premiers mois de la vie, semblent prévenir significativement chez ces enfants l'émergence d'atopie durant les deux premières années. Néanmoins, il faut attendre les résultats d'études contrôlées [9] [19] [20].

4. Les perspectives thérapeutiques

a) La désensibilisation

La désensibilisation consiste à administrer périodiquement au patient allergique des doses croissantes des allergènes auxquels il est sensible. Cette administration induit chez lui une tolérance et une réduction des réactions lors des contacts ultérieurs avec l'allergène responsable.

Une étude récente semble montrer que les injections répétées d'extraits modifiés d'arachide permettent d'augmenter la dose tolérée par les sujets sévèrement allergiques. Mais les effets secondaires systémiques²¹ restent cependant importants et constants. L'obtention d'allergènes modifiés devrait relancer les études sur l'immunothérapie

Il a été démontré que le traitement de l'arachide par la pepsine éliminait les épitopes de fixation des IgE, tout en préservant les possibilités de fixation de l'allergène aux cellules T. Ainsi, on pourrait obtenir un antigène modifié, de même immunogénicité, mais ayant une allergénicité réduite, ce qui permettrait de diminuer les effets adverses de l'immunothérapie [4].

b) Les OGM

On peut penser que la caractérisation de l'ADN des allergènes les plus puissants pourrait permettre de produire par manipulations génétiques des aliments modifiés ne contenant plus ces allergènes. On pourrait donc envisager la production d'une « arachide hypoallergénique ».

G. Evolution de l'allergie à l'arachide

L'allergie à l'arachide est une allergie durable, n'ayant guère tendance à s'atténuer avec le temps. De plus 75% des patients ingèrent accidentellement de l'arachide une ou plusieurs fois pendant les cinq dernières années qui suivent le diagnostic ; un patient sur quatre présente un nouvel accident par ingestion fortuite l'année suivante. Le dogme selon lequel l'allergie à l'arachide est définitive pourrait être nuancé, mais d'après une étude récente, le pourcentage des enfants susceptibles de guérir ne dépasserait pas 10 % ce qui suppose que, dans 90 % des cas, l'allergie à l'arachide persiste. Ces résultats, jusqu'à présents les seuls disponibles, ont été contestés [4] [19] [20] [21].

²¹ Systémique Qui affecte un système dans son ensemble.

H. Les allergies croisées

Les allergies croisées correspondent à des manifestations cliniques d'allergie vis-à-vis de plusieurs agents allergisants différents sans qu'il y ait eu une sensibilisation préalable à chacun d'entre eux. Ces manifestations reposent sur une sensibilisation croisée des patients qui produisent des IgE capables de reconnaître les différents agents allergisants en cause et qui est la conséquence d'une réactivité croisée c'est-à-dire de l'existence dans ces agents allergisants d'allergènes croissants. Ces allergènes croissants présentent à des degrés divers une homologie structurale allant de la présence d'épitopes communs à une identité complète. Des allergies croisées concernant des agents allergisants proches est une notion bien connue, en revanche celles survenant entre des agents taxinomiquement éloignés ou présents à la fois dans des pneumallergènes²² et des trophallergènes sont de découverte plus récente [10] [11] [17] [29].

En ce qui concerne l'arachide, des réactions croisées avec d'autres légumineuses sont possibles. Les plus significatives ont lieu avec les petits pois, les pois chiches, [22], et surtout le lupin dont la farine est utilisée pour la fabrication du pain et des brioches, en complément de la farine de blé en raison de son faible coût. L'allergénicité du lupin est très importante, plus de 25 % des enfants allergiques à l'arachide sont également sensibilisés au lupin (du fait de la présence dans l'arachide de l'allergène majeur du lupin). Il existe également des allergies au lupin seul, ce qui montre que c'est « un allergène d'avenir ». C'est un allergène potentiellement dangereux masqué car sa présence n'est pas toujours clairement indiquée.

Dans le cas du soja, la fréquence de sensibilisation mis en évidence par les prick-test varie entre 20 et 50%. Toutefois, les TPO sont rarement positifs, seulement de 0,56% à 3% [1] [4] [11] [17] [29].

Chez l'allergique à l'arachide, on a décrit des allergies aux différents fruits secs oléagineux des arbres (noix, noisettes, noix exotiques, pistaches, amandes, pignons de pain). En fait, ces noix sont issues de végétaux de familles botaniques différentes de l'arachide, qui est une légumineuse. Il peut donc s'agir, soient d'allergies associées, soient de réactions croisées. Les allergies croisées ont été démontrées pour la noix, l'amande, la noix du Brésil et la noix de pécan [1] [4] [11] [17] [22] [29].

L'allergie alimentaire, selon son degré de sévérité, perturbe la qualité de vie des individus qui en souffrent. Le risque de carence en nutriments essentiels résultant d'une alimentation souvent très restrictive, l'inconfort général de la symptomatologie, l'absentéisme scolaire ou professionnel qui peut en résulter et le coût financier pour la société sont des motivations suffisantes pour établir des normes quant à l'absence de certaines substances « à

²² Pneumallergènes : allergènes dont l'inhalation provoque des réactions allergiques au niveau des sphères ORL et respiratoires.

risque » ou quant aux limites en certains éléments des teneurs à ne pas dépasser dans les aliments.

III. Cadre réglementaire

La problématique des allergies alimentaires s'inscrit dans un cadre socio-réglementaire dont la préoccupation centrale est l'étiquetage des denrées alimentaires. Ce dernier est en effet l'un des points clefs de la prévention secondaire qui vise à empêcher les risques de réactions chez un individu allergique.

Le Parlement Européen et le Conseil ont donc eu la lourde tâche de concilier à la fois les intérêts des consommateurs allergiques et les contraintes de l'industrie agroalimentaire dans la nouvelle directive 2003/89/CE du 10 novembre 2003, qui modifie la directive 2000/13/CE en ce qui concerne l'indication des ingrédients présents dans les denrées alimentaires

A. La directive 2000/13/CE et ses lacunes

La directive 2000/13/CE du 20 mars 2000, relative au rapprochement des législations des Etats membres concernant l'étiquetage et la présentation des denrées alimentaires ainsi que la publicité faite à leur égard, énonce les règles communautaires d'étiquetage applicables à toutes les denrées alimentaires mises sur le marché à destination des consommateurs ou des collectivités.

Certaines mesures ne suffisent pas à assurer au consommateur une information complète et à vérifier la présence éventuelle d'une substance allergène dans le produit, dès lors que l'obligation d'étiquetage se limite aux ingrédients. Or, ne sont pas considérés comme ingrédients, les auxiliaires technologiques, les additifs n'ayant plus de fonction technologique, les solvants et supports d'additifs et d'arômes. Ils ne sont donc pas soumis à l'obligation d'étiquetage malgré le risque qu'ils peuvent présenter pour le patient sensibilisé.

De plus, certains ingrédients bénéficient de dérogations qui entraînent un risque pour le consommateur allergique :

- L'indication des ingrédients n'est pas requise pour les vins, les fruits et légumes frais, les eaux gazéifiées, les vinaigres de fermentation, les fromages, beurres, laits et crèmes fermentés et les produits ne comportant qu'un seul ingrédient
- L'énumération des ingrédients d'un ingrédient composé n'est pas obligatoire si celui-ci intervient pour moins de 25% dans le produit fini ou si cet ingrédient composé est une denrée pour laquelle la liste des ingrédients n'est pas requise par la réglementation communautaire.
- Enfin, pour certains ingrédients précisés à l'annexe I de la directive, l'indication de la catégorie de l'ingrédient (exemple : « graisse », « fromage »,

« huile »...) suffit et peut remplacer le nom spécifique (paragraphe 6, article 6). Par exemple, mentionner « huile végétale » pour désigner de l'huile d'arachide est autorisé, entraînant un risque pour les personnes allergiques qui ne peuvent identifier précisément l'origine de l'huile en question.

Face à ces lacunes, le Parlement Européen et le Conseil ont proposé dès 2001 une révision de la directive 2000/13/CE visant à fournir aux consommateurs, en particulier ceux souffrant d'allergies ou d'intolérances alimentaires, une information plus complète sur la composition des produits grâce à un étiquetage plus exhaustif.

Suite à cette proposition, la directive 2003/89/CE du Parlement européen et du Conseil, modifiant la directive 2000/13/CE en ce qui concerne l'indication des ingrédients présents dans les denrées alimentaires, a été adoptée le 10 novembre 2003 et a été publiée au Journal Officiel de l'Union européenne L308 du 25 novembre 2003. Les États membres disposent d'un an pour transposer la directive, après quoi une période transitoire d'un an sera accordée aux fabricants afin qu'ils modifient l'étiquetage de leurs produits. Si ces étapes se déroulent comme prévu, les consommateurs verront les résultats concrets de cette directive sur les étalages en 2005 (annexe 3)[29] [31].

B. La directive 2003/89/CE et les nouvelles mesures mises en oeuvre

Il est important de souligner que les dispositions de cette directive ne concernent que les substances volontairement mises en oeuvre et n'intègrent pas la notion de « présence fortuite » d'ingrédients issue de contaminations involontaires.

1. Déclaration obligatoire des allergènes majeurs

Pour les personnes souffrant d'allergies alimentaires, le progrès le plus notable de la nouvelle réglementation est sans conteste l'établissement d'une liste de substances susceptibles de provoquer des allergies ou des intolérances.

Ces substances à déclaration obligatoire sont regroupées dans la Figure 8 présentée ci-après. La référence à l'ingrédient allergène sur l'étiquetage doit être claire.

Aucune dérogation n'est admise pour les substances figurant sur cette liste (denrées pour lesquelles l'indication des ingrédients n'est pas requise, utilisation de noms de catégorie (Figure 9), aliment composé), ce qui permet donc de limiter le risque encouru par les personnes sensibilisées à ces allergènes dits « majeurs ».

- Céréales contenant du gluten (à savoir blé, seigle, orge, avoine, épeautre, kamut ou leurs souches hybridées), et produits à base de ces céréales
- Crustacés et produits à base de crustacés
- Œufs et produits à base d'œufs
- Poissons et produits à base de poissons
- **Arachides et produits à base d'arachides**
- Soja et produits à base de soja
- Lait et produits à base de lait (y compris le lactose)
- Fruits à coque, à savoir amandes, noisettes, noix, noix de cajou, noix de pécan, noix du Brésil, pistaches, noix de Macadamia et noix du Queensland, et produits à base de ces fruits
- Céleri et produits à base de céleri
- Moutarde et produits à base de moutarde
- Graines de sésame et produits à base de graines de sésame
- Anhydride sulfureux et sulfites en concentrations de plus de 10 mg/kg ou 10 mg/litre exprimées en SO₂ .

Figure 8 : Substances dont la déclaration est obligatoire [29]



Figure 9 : Influence de la déclaration obligatoire [32]

2. Suppression de la règle des 25%

Les ingrédients d'un ingrédient composé devront désormais être énumérés. Cependant cette énumération n'est pas obligatoire dans les cas suivants :

- Ingrédient composé défini par la réglementation communautaire (chocolat, confitures, gelées...) et intervenant pour moins de 2% dans le produit fini.
- Ingrédient composé consistant en un mélange d'épices et/ou d'aromates et intervenant pour moins de 2% dans le produit fini.

- Ingrédient composé pour lequel la liste des ingrédients n'est pas exigée par la réglementation européenne.

3. Les « non ingrédients »

Certaines substances ne sont toujours pas considérées comme des ingrédients (auxiliaires technologiques, additifs n'ayant plus de fonction technologique, solvants et supports d'additifs et d'arômes). La liste s'allonge même puisque les substances qui ne sont pas des additifs, mais qui sont utilisées de la même manière et dans le même but que les auxiliaires technologiques et qui sont toujours présentes dans le produit fini, même sous forme modifiée, ne sont pas considérées comme des ingrédients.

Toutefois, les dérogations d'étiquetage de ces « non ingrédients » ne s'appliquent pas dans le cas des substances à déclaration obligatoire. Elles devront figurer de fait sur l'étiquetage.

L'établissement d'une réglementation est bien sûr indispensable mais elle doit s'accompagner de la mise en place de moyens de détection, pour permettre le contrôle des autorités et les autocontrôles des entreprises notamment. Ce marché devrait à court terme s'enrichir de nouvelles solutions adaptées aux exigences de l'industrie alimentaire

Pour l'instant il existe deux principales familles d'analyses disponibles pour la détection et la quantification des allergènes alimentaires: les techniques immunologiques (principalement la méthode ELISA²³) et celles associées à l'ADN (basées sur l'utilisation de la PCR²⁴).

Des kits ELISA et PCR existent déjà, utilisables en routine, pour le gluten, les crustacés, les oeufs, le lait, les amandes, les noix et noisettes, l'arachide, le sésame, le soja et des solutions « globales » commencent à apparaître permettant la détection des allergènes indiqués dans l'annexe III bis de la directive 2003/89/CE en un seul test.

C. Le Projet d'Accueil Individualisé PAI

Le Projet d'Accueil Individualisé a été instauré par la circulaire du 22 juillet 1993 et a été réactualisé par la circulaire n° 99-181 du 10 novembre 1999 qui l'étend à la restauration scolaire et aux séjours dans les centres de loisirs. Il est concerté entre la famille, le directeur de l'établissement scolaire, le médecin de l'éducation nationale et permet de formaliser la démarche d'accueil c'est-à-dire décrire les rôles de chacun et les complémentarités d'intervention entre l'enfant, les parents, le personnel scolaire, le médecin traitant, voire la municipalité dans le cas des écoles primaires. Il organise les modalités particulières de la vie quotidienne à l'école et fixe les conditions d'intervention : régime alimentaire, prise des repas,

²³ ELISA : Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay

²⁴ PCR : Polymerase Chain Reaction

intervention médicale, aménagement d'horaires, dispense de certaines activités...sur la base des besoins thérapeutiques de l'enfant [1] [2] [3] [29].

Cette nouvelle réglementation constitue une nette avancée pour les personnes atteintes d'allergie à l'arachide, notamment ceux sensibles à l'arachide dont la déclaration est désormais obligatoire. Mais, cependant il subsiste toujours des perspectives d'amélioration.

D. Perspectives d'amélioration

1. Ajout de produits dans la liste des substances à déclaration obligatoire

Il est assuré que cette liste fera l'objet de ré-examens systématiques avec mise à jour sur la base des connaissances les plus récentes. Le premier ré-examen aura lieu au plus tard le 25 novembre 2005. Il a été montré que la farine de lupin autorisée en France à la fin de l'année 1997 et utilisée dans la fabrication de certains biscuits, de pâtes et de certaines sauces en tant que produits de substitution du lait ou du soja, pouvait être à l'origine de réactions croisées potentiellement sévères avec l'arachide. Plusieurs études sont toujours en cours sur l'allergénicité du lupin mais il semble que l'étiquetage obligatoire du lupin et donc son inscription sur la liste proposée par la Commission européenne soit souhaitable [32].

2. Limitation des contaminations croisées

Seul le risque allergique dû aux ajouts volontaires est pris en compte dans la directive 2003/89/CE. Aucune disposition n'a été prise dans le cas de risques allergiques dus aux contaminations croisées. Les contaminations croisées se définissent comme le transfert direct ou indirect d'un allergène d'un produit vers d'autres produits. Elles peuvent, par exemple, se produire lors d'un changement de fabrication sur une ligne de production suite à un nettoyage insuffisant.

Au niveau des industries agroalimentaires, les entreprises les plus importantes commencent à intégrer les allergies alimentaires dans leur procédure HACCP²⁵ ce qui devrait limiter le risque de contamination croisée. En revanche, les entreprises de plus petite taille manquent généralement de moyens humains et financiers pour effectuer cette procédure. Il reste qu'actuellement, l'information (l'étiquetage en particulier) délivrée aux personnes allergiques sur les aliments qu'ils consomment n'est pas satisfaisante dans ce cas.

3. Limitation de l'étiquetage préventif

Certains industriels se sont mis à mentionner le risque de présence fortuite de certains allergènes dans leurs produits. Il suffit que dans une usine soient, par exemple, introduites des cacahuètes pour que tous les aliments issus de cette usine portent la mention de « traces d'arachide », « peut contenir de l'arachide », ou plus simplement encore que le terme arachide

²⁵ HACCP : Hazard Analysis Critical Control Point.

apparaissent à la fin de la liste des ingrédients (Figure 10). Les industriels couvrent leur responsabilité et prémunissent le consommateur de tout risque. Mais l'information n'est ni claire ni généralisée et complique singulièrement les achats des allergiques. Aussi les associations de personnes allergiques sont en discussion avec les industriels et avec les pouvoirs publics pour élaborer un code de langage commun qui informe réellement les consommateurs [32].



Figure 10 : exemple d'étiquetage.

4. Etablissement d'une banque de données

La création d'une banque de données allergènes rassemblant l'ensemble des aliments industriels contenant l'un ou l'autre des allergènes, ou au contraire, ne contenant pas un de ces allergènes, donnerait une information précieuse aux personnes allergiques et aux acteurs du système de santé. Les données de ces banques pourraient être fournies, volontairement des industriels eux-mêmes à une structure régulatrice chargée de diffuser ensuite l'information auprès des acteurs concernés. Ainsi, toute introduction d'ingrédient allergisant dans un produit alimentaire serait signalée.

Conclusion

L'arachide est une plante légumineuse produite à grande échelle et consommée dans de nombreux produits alimentaires sous différentes formes : graines, huile, beurre. L'allergie à l'arachide, qui est l'une des plus importantes chez l'enfant et chez l'adulte, est en augmentation dans les pays industrialisés. Ce qui l'élève au rang de problème de santé publique.

L'absence d'immunothérapie efficace, rend indispensable un régime d'éviction strict. Il est rendu difficile par le fait, d'une part, de son ubiquité dans l'alimentation moderne, et d'autre part, de sa présence souvent masquée jusqu'à présent. Par conséquent, l'éducation des patients, du milieu scolaire et des professionnels est indispensable ainsi que celle du grand public. Elle requiert la plus grande vigilance.

La réelle volonté des pouvoirs publics de diminuer l'incidence des allergies se traduit principalement par l'information et la prévention.

Il serait probablement intéressant d'inciter les industriels à réduire l'utilisation des allergènes majeurs dans leurs produits alimentaires et développer la recherche de substance pouvant s'y substituer. L'exposition moindre des sujets atopiques à de petites quantités d'allergènes, de façon répétée, pourrait diminuer l'effet de sensibilisation. L'utilisation d'allergène majeur dans des produits alimentaires ne devrait se faire qu'en cas d'obligation, quand aucun autre ingrédient ne peut remplir la même fonction sans augmenter de façon trop importante le coût de production.

Les mesures prises au niveau réglementaire sont bien sûr indispensables, mais il ne faut pas pour autant négliger la recherche, qui pourra peut-être de réduire l'allergénicité de produits comme l'arachide.

Bibliographie

Ouvrages :

- [1] **Guide pratique d'allergie**
Collection : Mediguides, MMI editions, 2000, Guy DUTAU
- [2] **Dictionnaire des allergies**
3^{ème} édition, édité par Phase 5, 2002 Paris Guy DUTAU
- [3] **Allergoguide – Du symptôme au traitement**
édité par phase 5, septembre 2001, sous la coordination de Guy DUTAU

Articles disponibles sur www.sciencedirect.com :

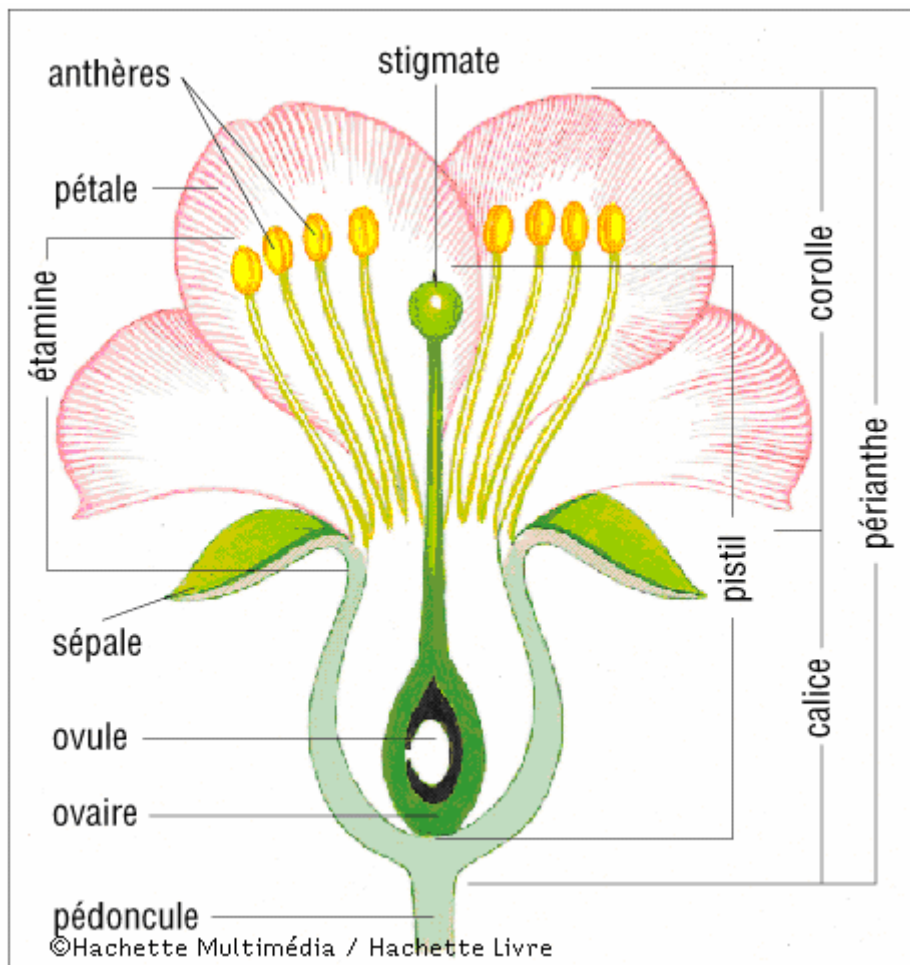
- [4] **Allergie à l'arachide**
Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique, Volume 41, Issue 2, Mars 2001, Pages 187-198
G. Dutau and F. Rancé
- [5] **allergie à l'arachide**
Journal de Pédiatrie et de Puériculture, Volume 13, Issue 1, Février 2000, Pages 195-205
G. Dutau, F. Rancé
- [6] **Allergies alimentaires : mécanismes physiopathologiques, identification des allergènes alimentaires**
Nutrition Clinique et Métabolisme, Volume 18, Issue 1, Mars 2004, Pages 15-19
Jean-Michel Wal
- [7] **L'allergie alimentaire à l'arachide : problème de santé publique**
Revue Médicale interne, Volume 20, 1999, Pages 319-321
D.A. Moneret-Vautrin, G. Kanny
- [8] **Prévention du choc anaphylactique au cours de l'allergie alimentaire**
Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique, Volume 43, Issue 8, December 2003, Pages 533-536
P. A. Eigenmann and F. Rancé
- [9] **Allergies et hypersensibilités chez l'enfant et chez l'adulte : aspects épidémiologiques, diagnostiques et principes de traitement**
Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique, Volume 42, Issue 4, Juin 2002, Pages 378-401
F. Rancé, M. Abbal and A. Didier
- [10] **Allergie alimentaire et protéines animales**
Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique, Volume 42, Issue 3, Avril 2002, Pages 299-306
M. Mairesse
- [11] **Les allergies alimentaires: Food allergies.**
Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique, Volume 41, Issue 2, March 2001, Pages 169-186
D. Jaffuel, P. Demoly and J. Bousquet

- [12] **Update on food allergy**
Journal of Allergy and Clinical Immunology, Volume 113, Issue 5, May 2004, Pages 805-819
 Hugh A. Sampson
- [13] **Influence des procédés thermiques sur l'allergénicité de l'arachide**
Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique, Volume 43, Issue 8, December 2003, Pages 486-491
 L. Mondoulet, M. -F. Drumare, S. Ah-Leung, E. Paty, P. Scheinmann, J. -M. Wal and H. Bernard
- [14] **Anaphylaxie alimentaire sévère et léthale : cas rapportés en 2002 par le réseau d'allergovigilance**
Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique, Volume 43, Issue 8, Décembre 2003, Pages 480-485
 M. Morisset, M. Boulègue, E. Beaudouin, F. Pirson, F. Rancé, C. Gallen and D. -A. Moneret-Vautrin
- [15] **Les allergies alimentaires : Qui tester ? Que tester ? Comment tester ?**
Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique, Volume 42, Issue 8, Décembre 2002, Pages 810-813
 F. Rancé, M. F. Fardeau
- [16] **Épidémiologie de l'allergie alimentaire •**
Journal de Pédiatrie et de Puériculture, Volume 17, Issue 5, Août 2004, Pages 249-253
 P. Molkhou
- [17] **Arachide, fruits secs oléagineux : réalité clinique, conséquences sociales**
Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique, Volume 42, Issue 6, October 2002, Pages 599-610
 G. Dutau
- [18] **Prise en charge clinique d'une allergie alimentaire (AA)**
Nutrition Clinique et Métabolisme, Volume 18, Issue 1, March 2004, Pages 20-24
 Stéphane Guez , Hervé Masson , Hassene Attout and Claire Seriès
- [19] **Prévention de l'allergie : et si tout (ou presque) se jouait à la naissance ?**
Archives de Pédiatrie, Volume 8, Issue 10, October 2001, Pages 1037-1041
 J. P. Langhendries
- [20] **Quoi de neuf dans l'allergie alimentaire en 2003 ?**
Archives de Pédiatrie, Volume 10, Issue 11, Novembre 2003, Pages 1016-1020
 F. Rancé
- [21] **Évolution naturelle de l'allergie alimentaire chez l'enfant**
Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique, Volume 43, Issue 3, April 2003, Pages 186-191
 A. Juchet, A. Chabbert-Broué, P. Micheau, M. Piot and F. Brémont
- [22] **Allergie à l'arachide, la cacahuète est-elle dangereuse ?**
Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique, Volume 43, Issue 8, Décembre 2003, Pages 524-526
 E. Bidat, M. -H. Muller, J. Just and A. Grimfeld

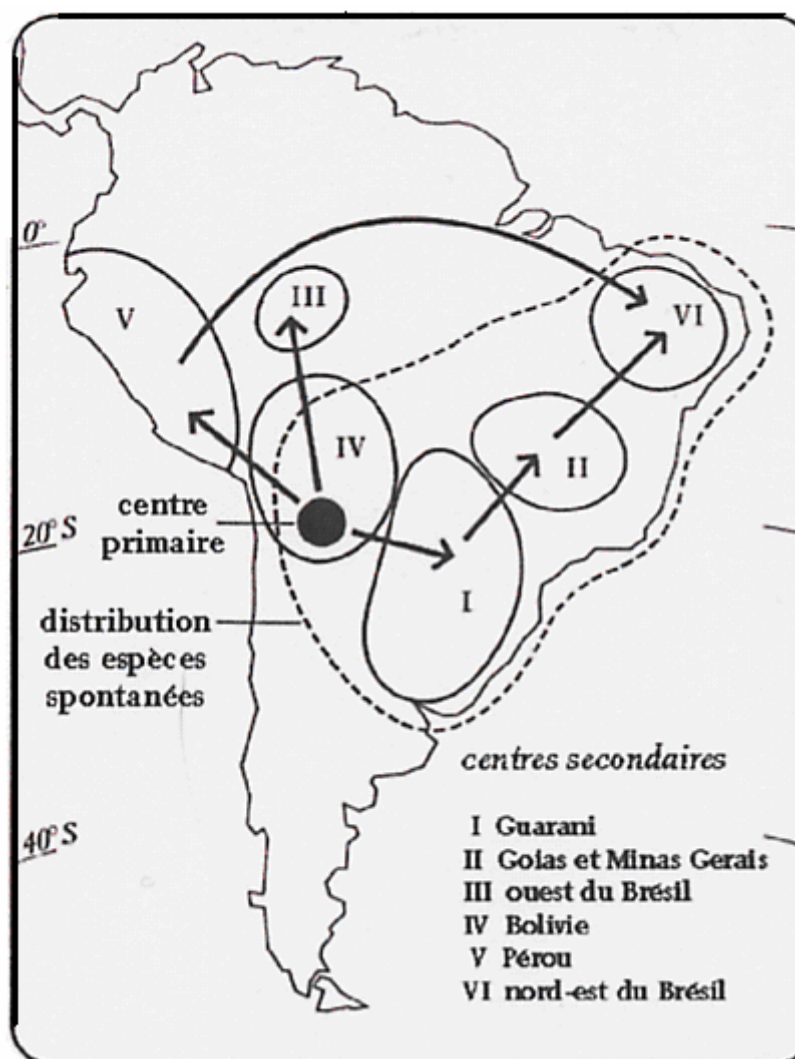
Sources électroniques :

- [23] **L'arachide**
http://www.bio.umontreal.ca/cours/Plantes_Utiles/Documents%20PDF/Chap.11a.pdf
Consulté le : 20/11/04
- [24] **Arachide//Cacahuète**
http://jardinouvert.com/plante/soins_par_les_aliments/a_b/arachide.htm
Consulté le 20/11/04
- [25] **Groundnut, L'arachide (*Arachis hypogaea* Linnaeus)**
<http://www.icrisat.org/text/coolstuff/crops/gcrops4.html>
Consulté le : 20/11/04
- [26] www.sorrentinogiovanni.it/index2.htm
Consulté le : 20/11/04
- [27] **Aliment vedette : Arachide**
http://www.servicevie.com/01Alimentation/AlimentVedette/AVf_HTML/HTML_600C/660H.html
Consulté le : 20/11/04
- [28] **L'exportation de l'arachide**
http://www.forumducommerce.org/news/fullstory.php/aid/99/L%92exportation_de_l%92arachide.html
Consulté le : 20/11/04
- [29] **Allergies alimentaires : état des lieux et propositions d'orientations**
C. Dubuisson, S. La Vieille, A. Martin
Janvier 2002
<http://www.afssa.fr/ftp/afssa/basedoc/Allergies%20alimentaires%20vdef.pdf>
Consulté le : 13/10/04
- [30] **Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission relating to the evaluation of allergenic foods for labelling purposes**
Le 19 février 2004
http://www.efsa.eu.int/science/nda/nda_opinions/341/opinion_nda_04_en1.pdf
Consulté le : 28/12/04
- [31] Avis de l'Agence relatif à la proposition de directive modifiant la directive 2000/13/CE en ce qui concerne l'indication des ingrédients présents dans les denrées alimentaires
Le 11 mars 2002
<http://www.afssa.fr/ftp/afssa/actu/NUT2002sa0024.pdf>
Consulté le : 13/10/04
- [32] **Cercle d'Investigations Cliniques et Biologiques en Allergologie Alimentaire (CICBAA)**
<http://www.cicbaa.org/>
Consulté le : 20/11/04

Annexe 1 : Coupe transversale d'une fleur



Annexe 2 : Région d'Amérique du sud où sont situés les centres d'origine primaire et secondaire de l'arachide



Annexe 3 : Directive 200/89/CE