



HAL
open science

Les légumineuses dans nos assiettes : que nous dit la science? Nutriments et composés bioactifs.

V. Mouquet-Rivier, Marie Josèphe Amiot

► To cite this version:

V. Mouquet-Rivier, Marie Josèphe Amiot. Les légumineuses dans nos assiettes : que nous dit la science? Nutriments et composés bioactifs. . Innovations Agronomiques, 2019, 74, pp.203-213. 10.15454/UYIXYR . hal-02620492

HAL Id: hal-02620492

<https://hal.inrae.fr/hal-02620492>

Submitted on 25 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Les légumineuses dans nos assiettes : que nous dit la science ? Nutriments et composés bioactifs

Mouquet-Rivier C.¹ et Amiot M.-J.²

¹UMR Nutripass, IRD, Univ. Montpellier, SupAgro, 911, avenue Agropolis, F-34394 Montpellier

²UMR MOISA, INRA, Univ. Montpellier, CIRAD, CIHEAM-IAAM, SupAgro, F-34000 Montpellier

Correspondance : claire.mouquet@ird.fr

Résumé

Les légumineuses - au sens restreint aux légumes secs - entrent dans la composition de nombreux plats traditionnels de par le monde, principalement sous forme de plats complets en association avec de la viande ou avec des céréales.

La consommation des légumineuses a connu un important déclin dans le monde au cours du XX^{ème} siècle et semble stabilisée depuis les années 90s autour d'une valeur moyenne de 7 kg/pers/an. La promotion de la consommation des légumineuses, déjà ancienne, mais qui s'est récemment emballée, cherche à répondre à deux enjeux majeurs. L'un est environnemental, pour la régénération des sols ou la substitution partielle de la viande dans les régimes alimentaires. Le second enjeu, qui sera développé dans cette revue concerne les aspects nutritionnels et de santé. Les légumineuses sont en effet riches en protéines et en certains micronutriments, ainsi qu'en de nombreux composés bioactifs dont les fonctions sont très variées. L'intérêt de la consommation de légumineuses dans les contextes à risque élevé de carences nutritionnelles sera distingué de celui des contextes de suralimentation, à hautes prévalences de maladies chroniques liées à l'alimentation. Cependant, les nombreux effets positifs liés à la consommation de légumineuses ne doivent pas masquer certains risques ou freins potentiels.

Mots-clés : Légumes secs, Micronutriments, Fibres, Biodisponibilité, Composés bioactifs, Facteurs antinutritionnels, Procédés de transformation

Abstract: Legumes in our plates : what is the Science telling us ? Focus on nutrients and bioactive compounds

Legumes - in the sense restricted to pulses - are used in many traditional dishes around the world, mainly in the form of whole dishes in combination with meat, or cereals.

The consumption of pulses has declined significantly in the world along the twentieth century and seems stabilized around an average value of 7 kg / person / year since the 90s. The promotion of the consumption of legumes, which started for years, but has grown recently, seeks to address two major issues. One is environmental, as legumes have proved to be useful for soil regeneration or partial substitution of meat in diets. The second issue which will be developed in this review concerns the nutritional and health aspects. Legumes are indeed rich in protein and some micronutrients, as well as in many bioactive compounds whose functions are very varied. The interest of pulse consumption in contexts at high risk of nutritional deficiencies will be distinguished from that of overeating contexts, with high prevalence of diet-related chronic diseases. However, the many positive effects of the consumption of legumes should not obscure potential risks or barriers.

Keywords: Pulses, Micronutrients, Fibres, Bioavailability, Bioactive compounds, Antinutritional factors, Processing methods

Introduction

« Légumineuse » est un terme botanique venant de 'leguminosae', désignant la famille de plantes cosmopolites plus communément appelée maintenant sous le nom 'fabaceae', dont les fruits se présentent sous forme de gousse pouvant contenir de une à 12 graines. Sur les plans de l'alimentation et de la nutrition, le terme « légumineuse » est cependant parfois source de confusion, et l'expression « légumes secs » lui est préférée, désignant les légumineuses dont les graines sèches sont utilisées pour la préparation de différents plats, excluant les graines vertes immatures, telles que petits pois et haricots verts ainsi que le soja et l'arachide, riches en lipides et dont les usages alimentaires sont parfois différents. Ainsi, pour le calcul des scores de diversité alimentaire, le groupe alimentaire des légumes secs inclut les haricots secs, pois chiches, pois secs et lentilles, tandis que soja et arachide rejoignent le groupe des oléagineux, et les petits pois et haricots verts celui des légumes.

1. Consommation, recommandations et enjeux

Partout dans le monde, la consommation des légumes secs a connu un important déclin au cours du XX^{ème} siècle et jusqu'aux années 90s, période à partir de laquelle elle s'est stabilisée autour de 7 kg/pers/an jusqu'à nos jours (Akibode et Maredia, 2011 ; Joshi et Rao, 2017). Il existe d'importantes disparités dans les quantités consommées d'une région du globe à l'autre : les régions de l'Afrique subsaharienne, de l'Amérique du Sud et de l'Asie du Sud (l'Inde principalement) sont les plus gros consommateurs, avec respectivement 13, 11,5 et 9,5 kg/pers/an, tandis que les pays tels que les Etats-Unis et le Canada et l'Europe ont une consommation inférieure à 3 kg/pers/an.

Les légumes secs entrent dans la composition de nombreux plats traditionnels de par le monde, se présentant sous deux formes principales : des plats complets en association avec de la viande (feijoada au Brésil, chili con carne au Mexique ou cassoulet en France) ou en association avec des céréales (dhal de lentilles-riz en Inde, couscous-pois chiches ou fèves dans les pays du Maghreb, haricots rouges-maïs au Mexique) (Figure 1).



Figure 1 : Plats traditionnels à base de légumes secs consommés de par le monde

La promotion de la consommation des légumineuses, déjà ancienne, connaît son apogée en 2016, désignée année internationale des légumineuses par la FAO. Cette promotion correspond en effet à deux enjeux majeurs. Le premier est environnemental, tenant compte des effets positifs de fixation de l'azote et de régénération du sol liés à la culture des légumineuses d'une part, et d'autre part d'une possible substitution partielle de la viande, dont la production est très couteuse pour l'environnement,

par des légumineuses dans les régimes alimentaires, grâce à leurs apports en protéines conséquents. Le second enjeu, qui sera développé plus longuement lors de l'exposé concerne les aspects nutritionnels et de santé. Ici, il faut distinguer l'intérêt de l'apport nutritionnel des légumineuses dans les contextes à risque élevé de carences nutritionnelles (faible disponibilité ou éviction des produits carnés), de celui dans les contextes de suralimentation, à hautes prévalences de surpoids et d'obésité et de maladies chroniques liées à l'alimentation. Dans les deux cas, mais pour des raisons différentes, la consommation de légumineuses –au sens restreint de légumes secs, terme employé par la suite dans l'exposé- est un atout indéniable, mais qui ne doit pas masquer certains risques ou freins potentiels.

Alors, pourquoi leur consommation est-elle en recul ? Quels sont les freins à la consommation ?

Quatre principales raisons peuvent être avancées : côté production, un volume de production insuffisant à l'échelle mondiale, et concurrencé par les productions destinées à l'alimentation animale; côté consommation, des modes de préparation chronophages ; des qualités organoleptiques peu appréciées (Leterme et Carmenza-Munoz, 2002) et un inconfort digestif consécutif à leur ingestion.

2. Intérêt nutritionnel et effets-santé : le Yin et le Yang

Les avantages nutritionnels (liés aux apports en nutriments d'intérêt, dont les protéines) et pour la santé (liés à la présence de composés bioactifs) des légumes secs sont souvent mis en avant pour promouvoir leur consommation, mais elles ont également leurs côtés sombres, qui contribuent à ce que l'on s'en détourne.

2.1 Des nutriments d'intérêt

Les légumes secs sont caractérisés par une teneur en protéines élevée, allant de 20 à 35% dont la composition en acides aminés essentiels est complémentaire de celles des céréales, leur association au sein d'un même plat assure donc un apport en protéines satisfaisant en quantité comme en qualité. Concernant les teneurs en lipides, elles ne constituent pas un trait commun des légumes secs, leurs teneurs sont variables d'une espèce à l'autre allant de moins de 1% (niébé) à 5-6% (pois chiche), voire plus de 20% dans des espèces africaines sauvages ou récemment domestiquées (*Acacia macrostachya*, appelé « zamné » au Burkina Faso, *Parkia biglobosa* ou néré) ; la composition de ces lipides en acides gras essentiels est également variable (Hall et al., 2017). Enfin, les teneurs en glucides sont assez élevées, avec une part prépondérante d'amidon (de 20 à 50%) et quelques pourcents de saccharose ce qui fait des légumes secs un aliment relativement énergétique mais l'ensemble des glucides complexes des légumes secs présente un faible index glycémique favorable à la prévention du diabète.

Certains micronutriments sont présents dans les légumes secs en quantités appréciables, les vitamines du groupe B et notamment la vitamine B9 - ou folates -, dont la carence constitue dans de nombreux contextes un problème de santé publique (défaut de fermeture du tube neural du fœtus pendant la grossesse, et augmentation de l'homocystéinémie, facteur de risque cardiovasculaire). Les teneurs en folates dans les graines de légumes secs varient de 200 à 600 µg/100g. Sachant que l'apport journalier recommandé (ou Référence Nutritionnelle pour la Population, RNP) pour un adulte est de 330 µg selon les dernières recommandations de l'ANSES (2016), on pourrait penser qu'effectivement, la consommation de légumes secs pourrait contribuer de manière très significative à la satisfaction des RNP. Cependant, la vitamine B9 est fragile et hydrosoluble et une fraction conséquente est dégradée au cours des procédés de transformation lors de l'exposition à l'oxygène ou par diffusion lors de traitements hydro-thermiques. A titre d'exemple, la Bahthoula, soupe tunisienne traditionnelle élaborée avec 5 espèces de légumes secs a une teneur finale en folates après formulation et cuisson de 20-22 µg/100g, ne contribuant « qu'à hauteur de 20% » à la RNP adulte par portion consommée, ce qui peut

sembler décevant. Les données de teneur en folates dans les plats tels que consommés restent cependant peu nombreuses et devraient faire l'objet de nouvelles investigations.

Les légumes secs sont également riches en certains minéraux d'intérêt sur le plan nutritionnel : fer, magnésium, potassium, calcium et sélénium principalement. Cependant pour le fer, la présence concomitante de composés inhibiteurs de son absorption et retrouvés en quantités importantes tels que les phytates, et les polyphénols, en réduit leur intérêt en tant que sources intéressantes.

Ainsi, pour une teneur en fer total équivalente, voire supérieure à celle de la viande, la part utile à l'organisme sera nettement plus faible dans le cas des légumes secs (Tableau 1).

Tableau 1 : Comparaison du potentiel de satisfaction des apports journaliers recommandés en fer et en magnésium à partir de viande de bœuf et d'une légumineuse illustrant l'importance de la prise en compte de la biodisponibilité.

Minéral	Aliment	Teneur en minéral total ^a mg/100g		Bio- disponibilité	Quantité à consommer pour couvrir les RNP ^b g/jour	
		brut (cru)	cuit		H	F
Fer	Faux-filet de bœuf	2,5	2,6	25%	170 g	250 g
	Haricot rouge	6,7	2,3	5%	960 g	1400 g
	Lentille verte	6,3	2,5		880 g	1280 g
Magnésium	Faux-filet de bœuf	21,3	22,0	90%	2120 g	1800 g
	Haricot rouge	138	39,0		1200 g	1025 g
	Lentille verte	97	34,0		1370 g	1180 g

^aTable Ciqual 2017

^bRNP fer, pour les hommes et les femmes adultes, respectivement : 1,1 et 1,6 mg de fer « biodisponible » ; RNP magnésium pour les hommes adultes = 420 mg et AS pour les femmes adultes = 360 mg

Les légumes secs sont une source de potassium et leur consommation peut aider à maintenir une balance sodium/potassium adéquate dans le régime alimentaire.

L'intérêt de la consommation de légumes secs pour les apports en protéines et en ces micronutriments sera particulièrement élevé dans le cas des régimes des populations défavorisées des Pays du Sud, pauvres en produits d'origine animale, ou des régimes végétariens.

2.2 Des facteurs anti-nutritionnels et des composés toxiques

De nombreux légumes secs contiennent des inhibiteurs d'enzymes, notamment des enzymes permettant la digestion des protéines tels que les inhibiteurs de trypsine et chymotrypsine, et d' α -amylase. La présence de ces composés affectent tellement la digestibilité de l'amidon, et surtout des protéines, qu'il est indispensable de s'en débarrasser.

De même, les lectines telles que la phytohémagglutinine des haricots rouges peuvent entraîner des troubles digestifs sévères lorsqu'ils sont consommés en quantité trop importante. Heureusement, ces composés sont relativement thermolabiles, et la mise en œuvre d'un traitement thermique suffisant peut permettre de les éliminer. En conséquence, et bien que cela puisse être variable selon l'espèce de légume sec considérée, il est peu recommandé de les consommer sous forme crue à l'heure actuelle.

Des recherches sont actuellement en cours pour sélectionner des variétés pauvres en ces facteurs antinutritionnels.

Certains légumes secs contiennent des facteurs toxiques spécifiques. Ainsi, le pois carré (*Lathyrus sativus*) contient l'acide aminé β -ODAP, qui a des propriétés neurotoxiques et peut entraîner des troubles neurologiques graves connus sous le nom de lathyrisme. Cette légumineuse, peu exigeante vis-à-vis des sols et résistante à la sécheresse est encore à l'heure actuelle largement cultivée et consommée en Ethiopie, notamment par les populations rurales pauvres, pays où le lathyrisme est endémique. Elle est utilisée pour la préparation de sauces consommées en accompagnement de la traditionnelle injera, sorte de galette fermentée à base de céréales, et est parfois donnée aux jeunes enfants comme aliment de complément, ce qui est fortement déconseillé (Baye et al., 2013). Récemment, en raison de sa faible exigence et de sa composition nutritionnelle intéressante, la culture du pois carré connaît un regain d'intérêt, et des recherches visant à développer des variétés non-productrices de β -ODAP sont en cours.

La fève (*Vicia faba*), largement consommée en Méditerranée, est une autre légumineuse connue pour contenir des facteurs responsables d'accidents hémolytiques sévères chez certaines personnes présentant une déficience en glucose-6 phosphate-déshydrogénase d'origine génétique. Ces troubles sont connus sous le nom de favisme.

2.3 Des composés bioactifs qui ne choisissent pas toujours leur camp

Les légumes secs sont riches en une large variété de composés bioactifs, parfois également appelés phytomicronutriments, de différentes natures, ayant des effets positifs mais aussi parfois négatifs sur la santé. Il peut s'agir de composés glucidiques -oligosides ou polyosides- de protéines, de polyphénols, d'hétérosides en lien avec des terpènes ou des stéroïdes. La conséquence de cette diversité est que les mécanismes d'action sur la santé sont très divers avec des effets parfois antagonistes, ce que nous allons illustrer ci-après par quelques exemples.

De façon globale, ces effets concourent à une meilleure prévention du surpoids, de l'obésité, et des maladies chroniques associées.

2.3.1 Des fibres

Les légumes secs sont de remarquables sources de fibres alimentaires totales, dont l'apport recommandé est difficile à atteindre quotidiennement (30 g). Les graines entières en contiennent de 15 à 25% en général et jusqu'à plus de 60% pour le fenugrec (Njoumi et al., 2018), dont 20% environ sous forme soluble, à l'action hypocholestérolémiante. Ces fibres, solubles ou insolubles, favorisent le rassasiement et la satiété et sont à l'origine de l'effet positif des légumes secs sur la régulation du poids. Ainsi, la consommation d'une seule portion d'un plat complet légumineuses-céréales de type Bahthoula tunisienne apporte environ 60% de l'apport recommandé.

A ces fibres de masses molaires élevées s'ajoutent également 4 à 5% d' α -galactosides (raffinose, stachyose (généralement majoritaire) et verbascose). Ces oligosides de petite taille (degré de polymérisation allant de 3 à 5) sont indigestibles au niveau de l'intestin grêle des humains qui ne synthétisent pas les α -galactosidases permettant de les hydrolyser. Ils arrivent donc sous forme intacte au niveau du côlon, où ils sont fermentés par les bactéries du microbiote intestinal. Ils jouent ainsi un rôle prébiotique favorable, stimulant la croissance de « bonnes bactéries » de types lactobacilles ou bifidobactéries. Mais ces α -galactosides sont également, et pour les mêmes raisons, à l'origine de troubles digestifs tels que ballonnements et flatulences. Tout étant question de dose (Martinez-Villaluenga et al., 2008) et de tolérance individuelle. L'idée est donc d'ingérer la dose minimum qui permet de favoriser la croissance ou d'entretenir les microorganismes positifs de notre microbiote

intestinal, et de supporter quelques gaz comme le préconise Enders (2015), tout en restant en dessous de la dose qui entrainerait trop d'inconfort digestif.

2.3.2 Des phytates

Déjà évoqués précédemment, l'acide phytique et ses dérivés, les phytates, sont présents en quantités importantes dans la plupart des graines des végétaux, et en particulier dans les graines de légumes secs, où ils constituent la réserve de phosphore de la graine. La molécule d'acide phytique est constituée d'une molécule d'inositol, estérifiée par 6 groupements phosphates, fortement électronégatifs et susceptibles de chélater la plupart des cations divalents, parmi lesquels le fer, le zinc, le calcium et de former de larges complexes avec les protéines, réduisant ainsi leur absorption au niveau intestinal (Figure 2). Dans les populations à risque élevé de carences en minéraux, dont le régime est peu diversifié et quasi-exclusivement à base de produits végétaux, la présence de trop de phytates aura un effet négatif prépondérant. Mais, les phytates ont aussi une action détoxifiante lorsqu'ils chélatent les métaux lourds tels que le cadmium et le plomb contribuant ainsi à empêcher leur accumulation dans le corps. Et le fait même qu'ils chélatent le fer qui joue un rôle de médiateur dans la formation de radicaux libres – leur confère un puissant effet antioxydant, particulièrement au niveau du colon. Pour ces raisons, un rôle protecteur des phytates contre le cancer colorectal a été suggéré (Vucenik et Shamsuddin, 2006).

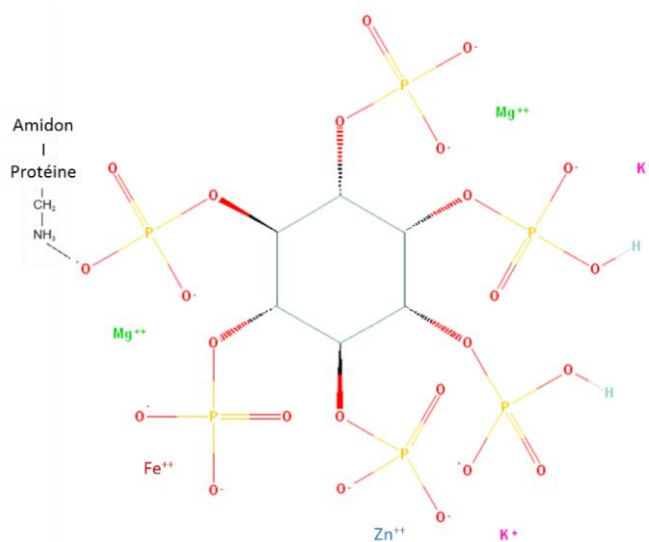


Figure 2 : Molécule de phytate et ses interactions possibles avec les cations, les protéines et l'amidon.

2.3.3 Des polyphénols dont certains composés phyto-oestrogènes

Les polyphénols sont des composés ubiquitaires dans le monde végétal. On les retrouve dans notre alimentation sous une grande diversité de structures, allant de molécules phénoliques simples sous forme de monomères (acides phénoliques, flavonoïdes dont des isoflavones retrouvées notamment dans le soja, ou le pois chiche), d'oligomères (procyanidines) ou de polymères (tannins) (Amiot et al., 2012). Les teneurs en polyphénols peuvent varier considérablement dans les aliments d'origine végétale selon les espèces, les variétés ou cultivars, les pratiques culturales, l'état de maturité et les conditions post-récolte. Les légumineuses sont considérées comme une bonne source de polyphénols bien que les teneurs en polyphénols totaux soient très variables suivant les genres et les espèces (et également selon les méthodes et solvants d'extraction utilisés) : d'environ 100 mg à 200 mg équivalent acide gallique/100g de matière sèche dans le pois chiche et le niébé, 250 mg dans le pois sec, de 400 à 700 mg dans les lentilles, et jusqu'à plus de 2000 mg dans le pois carré ou les fèves (Singh et al., 2017a).

Les composés dominants sont les flavonoïdes, les acides phénoliques et les procyanidines, et également une quantité importante d'anthocyanidines ou tanins condensés dans les graines ayant des enveloppes colorées (Amarowicz et Pegg, 2008). Les teneurs en différentes structures phénoliques de différentes légumineuses sont reportées dans la base de données « phenolexplorer » (<http://phenolexplorer.eu>). Une part importante des polyphénols des légumineuses est concentrée dans l'enveloppe extérieure de la graine, ce qui entraîne une perte importante lorsque la graine est décortiquée au cours du procédé de transformation.

Des études épidémiologiques suggèrent qu'une diminution de l'incidence des maladies cardiovasculaires est associée à une forte consommation de flavonoïdes (Hooper et al., 2008). Pendant longtemps, leur activité biologique a été attribuée à leur capacité antioxydante/ antiradicalaire. Du fait de leur faible absorption et de leur forte métabolisation dans notre corps, leurs effets biologiques ont été associés à leurs interactions avec un certain nombre de voies de signalisation cellulaires (Vauzour, 2010). Cependant ils peuvent aussi interagir au niveau du tractus digestif : d'une part sur les enzymes digestives (Amiot et al., 2016) et d'autre part avec les fibres sur le microbiote (Awika et al., 2017). Selon ces derniers, les polyphénols des légumineuses ont des structures différentes de ceux des céréales, leur bio-activité est donc différente, complémentaire, voire synergique, d'où l'intérêt de leur consommation simultanée, dans des plats composés.

Certains flavonoïdes, comme les isoflavones, sont appelés phyto-œstrogènes car ils sont capables d'avoir une action similaire aux œstrogènes naturellement produits par le corps ou pris sous forme de médicaments. Cependant, ces phyto-œstrogènes ont une affinité avec les récepteurs des œstrogènes de cent à mille fois moins forte que celle des hormones naturelles et des hormones de synthèse. Les isoflavones peuvent être bénéfiques sur la santé comme pour d'autres composés polyphénoliques. Le rapport de l'AFSSA (2005) ne rapporte aucun effet indésirable jusqu'à 1 mg/kg de poids corporel/jour. Les doses consommées chez les consommateurs de soja (source la plus importante parmi les légumineuses) en France sont très inférieures à cette valeur. Cependant, les effets des phyto-œstrogènes doivent être considérés avec discernement, en particulier pour les enfants, les femmes enceintes et les personnes ayant développé un cancer.

Par ailleurs, du fait de leur électronégativité, comme les phytates, bien qu'à un degré moindre, les polyphénols ont le potentiel de se lier aux protéines chargées, acides aminés et cations multivalents comme le fer, le zinc et le calcium dans les aliments ce qui conduit à réduire leur biodisponibilité (Hurrell et al., 1999) et par conséquent peut aggraver des déficits en particulier chez des populations vulnérables (femmes enceintes, enfants).

2.3.4 Des phytostérols

Les phytostérols et phytostanols sont des substances d'origine végétale qui ont une structure chimique proche du cholestérol grâce à laquelle ils entrent en compétition avec le cholestérol dans l'intestin et empêchent son absorption intestinale (Amiot et al., 2012). Les principales sources alimentaires de phytostérols sont issues des fractions riches en lipides et en fibres des produits végétaux, dont les légumineuses. Les teneurs en phytosterols totaux sont de 156, 205 et 242 mg/100 g pour les lentilles, les pois chiches et les pois respectivement (Ryan et al., 2007). Dans les produits cuits cependant, les teneurs sont 4 à 5 fois plus faibles (Kalogeropoulos et al., 2010). Les phytostérols et les phytostanols sont connus comme ingrédients fonctionnels dans les aliments enrichis, avec une recommandation de 2-3 g par jour pour exercer un effet hypocholestérolémiant (baisse de 10-15 % du LDL-cholestérol). La consommation régulière de phytostérols/stanols semble avoir des effets différents sur l'absorption des vitamines et micronutriments liposolubles. Si aucun effet n'a été clairement mis en évidence sur les vitamines A, D et K dans des études cliniques, une réduction de 25 %, de la concentration plasmatique de β -carotène et de 8 % de celle de la vitamine E a été constatée (Richelle et al., 2004). En l'absence de preuve du rapport bénéfice/risque, l'usage à long terme de produits enrichis en

phytostérols/phytostanols n'est pas recommandé mais les légumineuses ne semblent pas poser de risques au regard des faibles doses qu'elles apportent.

2.3.5 Des saponines

Les saponines sont des hétérosides constitués d'une partie glucidique polaire liée à une partie apolaire stéroïde ou triterpène appelée aglycone. Cette nature amphiphile leur donne des propriétés émulsifiantes et détergentes pouvant entraîner une augmentation de l'absorption des protéines au niveau de la membrane intestinale. Les légumineuses constituent les principales sources alimentaires de saponines, leurs teneurs pouvant varier de 100 à 4000 mg/100g (Singh et al, 2017b). Elles sont solubles et peuvent diffuser dans les eaux de trempage qu'elles font mousser. Elles sont au moins partiellement dégradées par les traitements thermiques. Autrefois franchement considérées comme des facteurs antinutritionnels en raison de propriétés hémolytiques et de lyse de membranes cellulaires, on leur attribue à l'heure actuelle des effets anti-inflammatoires, hypocholestérolémiants et hypoglycémisants et de stimulation du système immunitaire, ainsi que des effets anti-cancérigènes.

3. Des procédés de transformations traditionnels ou innovants pour promouvoir la consommation

Même s'il est maintenant connu dans le monde entier que la consommation de légumes secs a des effets bénéfiques sur la santé, l'enthousiasme pour leur consommation reste modéré. En Amérique latine, cette faible appétence est la principale raison pour laquelle les gens sont peu enclins à les consommer (59% des personnes interrogées), contre 12% qui se plaignent de flatulence (Leterme et Carmenza-Munoz, 2002). La longue durée de préparation est aussi une raison qui incite à s'en détourner. Cependant, selon ces auteurs, les quantités consommées dans les régions de forte consommation en Amérique latine restent à des niveaux élevés en raison du poids de la tradition, et en milieu rural, pour des raisons d'accessibilité et de disponibilité. Aussi, une enquête menée récemment à Cotonou (Bénin) a mis en évidence une forte consommation de plats à base de niébé présentant des formes variées impliquant des procédés simples (cuisson hydrothermique), mais aussi des procédés plus drastiques (incluant décorticage, mouture, battage, et friture). Mais avec l'urbanisation croissante et la transition alimentaire qui l'accompagne, les plats traditionnels à base de légumineuses, longs à préparer, risquent d'être délaissés. Pour prévenir cette évolution, il est nécessaire de répondre à la demande des consommateurs en améliorant l'offre en produits de bonne qualité gustative, faciles à préparer ou prêts à consommer, entraînant peu de troubles digestifs, tout en gardant une qualité nutritionnelle maximale. C'est un des principaux objectifs du projet Icowpea (<https://niebe-icowpea.cirad.fr/>), visant à mettre au point des produits innovants à base de niébé en milieu urbain au Bénin.

Divers procédés de transformation peuvent permettre de remédier au moins partiellement aux inconvénients liés à la consommation des légumes secs.

3.1 Des stratégies ancestrales

Le décorticage, le trempage et la cuisson sont des étapes traditionnellement utilisées de par le monde ayant divers effets sur les freins à la consommation.

Le décorticage, procédé de fractionnement, permet d'éliminer une fraction importante des fibres insolubles qui sont concentrées dans les enveloppes. Cela permet d'améliorer le confort digestif car les fibres insolubles sont parfois irritantes pour l'intestin. L'élimination des enveloppes entraîne également une perte des autres composés qu'elles contiennent en quantités importantes, telles que les tannins

condensés et les saponines, ce qui peut avoir des conséquences positives sur l'acceptabilité, en diminuant l'amertume mais aussi réduire les effets bénéfiques potentiels sur la santé.

Le trempage a de multiples effets. Il permet notamment de réduire le temps de cuisson grâce à une pré-hydratation de la graine, et de diminuer les teneurs en α -galactosides, sources de flatulence, soit par diffusion dans l'eau de trempage, soit par hydrolyse enzymatique (activation d' α -galactosidases endogènes). L'importance de ces phénomènes dépend des conditions de trempage : durée, température, présence de sel ou d'agents alcalins augmentant la perméabilité des enveloppes.

La cuisson va également avoir des effets majeurs, notamment par dégradation thermique des composés thermolabiles, mais aussi par l'accélération de la diffusion des composés solubles.

Une approche de modélisation a montré récemment l'incidence des conditions opératoires du procédé de trempage-cuisson sur les teneurs en α -galactosides du niébé mettant en évidence la prépondérance des différents mécanismes en fonction de ces conditions (Coffigniez et al., 2018).

Concernant la réduction des troubles digestifs, une autre approche est de cuisiner les légumineuses avec des épices aux propriétés carminatives, qui facilitent l'expulsion des gaz et réduisent leur volume. Le cumin, la cardamome et le gingembre sont des épices aux propriétés carminatives particulièrement marquées et effectivement utilisées dans la cuisine traditionnelle de nombreux pays méditerranéens, en Ethiopie, en Inde, etc.

3.2 Des procédés innovants

Les chercheurs et les industriels de l'agro-alimentaire rivalisent d'ingéniosité pour proposer de nouvelles formes de consommation afin de stimuler la consommation de légumes secs, perspective qui ouvre de nouveaux marchés. Des pâtes alimentaires enrichies aux fèves ou aux pois cassés ont été proposées (Petitot et al., 2010). Entre 2010 et 2014, plus de 3500 nouveaux produits incluant au moins un ingrédient issu de légumes secs ont été lancés en Union Européenne selon un rapport d'analyse des marchés mondiaux du gouvernement canadien (2015). Il s'agit souvent d'ingrédients, farines, extraits protéiques, fibres, ou de produits faciles à préparer ou prêts à consommer tels que des soupes, purées ou succédanés de viande ou de pâté. Ces procédés impliquent souvent un grand nombre d'opérations unitaires, aux effets drastiques, telles que broyage, séparation, trituration, texturation, précuisson, etc. La question se pose alors de savoir si certaines de ces transformations ne vont pas compromettre leur intérêt nutrition-santé.

Conclusion

Réhabiliter les légumes secs dont la consommation est très faible dans l'alimentation des populations ayant un régime alimentaire de type occidental est un double enjeu du point de vue environnemental ainsi que du point de vue nutrition-santé. On le voit à la multitude de composés bioactifs qu'ils contiennent, longtemps considérés comme facteurs antinutritionnels dans des contextes de ressources et diversité alimentaire limitées et reconsidérés comme bénéfiques sur la santé dans des situations d'alimentation riche et diversifiée. Dans les pays à forte consommation, il s'agit de maintenir le niveau de consommation existant, afin de contrer une partie des effets délétères de la transition alimentaire. La difficulté majeure étant que surmonter les principaux freins à la consommation par des voies technologiques (diminuer les temps de préparation, faire des produits attractifs sur le plan organoleptique et réduire les troubles digestifs liés à leur consommation) implique des pertes en nutriments et en composés bioactifs. Des recherches et développements futurs sont nécessaires pour trouver les justes compromis.

Références bibliographiques

- Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa), 2005. Sécurité et bénéfices des phytoestrogènes apportés par l'alimentation - Recommandations. Eds Afssa, Rapport. <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT-Ra-Phytoestrogenes.pdf>
- Amarowicz R., Pegg R.B., 2008. Legumes as a source of natural antioxidants. *European Journal of Lipid Science and Technology* 110, 865–878.
- Amiot M.J., Coxam V., Strigler F., 2012. Les phytomicronutriments. IFN/FFAS. Editions Tec & Doc, Lavoisier, 382p.
- Amiot M.J., Riva C., Vinet A., 2016. Effects of dietary polyphenols on metabolic syndrome features in humans: a systematic review. *Obesity Reviews* 17, 573-86.
- Awika J.M., Rose D.J., Simsek S., 2018. Complementary effects of cereal and pulse polyphenols and dietary fiber on chronic inflammation and gut health. *Food and Function* 9, 1389-1409.
- Baye K., Guyot J.-P., Icard-Vernière C., Mouquet-Rivier C., 2013. Nutrient intakes from complementary foods consumed by young children (aged 12–23 months) from North Wollo, northern Ethiopia: the need for agro-ecologically adapted interventions. *Public Health Nutrition* 16, 1741-1750.
- Coffigniez F., Briffaz A., Mestres C., Alter P., Durand N., Bohuon P., 2018. Multi-response modeling of reaction-diffusion to explain alpha-galactoside behavior during the soaking-cooking process in cowpea. *Food Chemistry* 242, 279-287.
- Enders G., 2015. Le charme discret de l'intestin. Ed. Actes Sud.
- Hall C., Hillen C., Garden Robinson J., 2017. Composition, Nutritional Value, and Health Benefits of Pulses. *Cereal Chemistry* 94, 11-31.
- Hooper L., Kroon P.A., Rimm E.B., Cohn J.S., Harvey I., Le Cornu K.A., Ryder J.J., Hall W.L., Cassidy A., 2008. Flavonoids, flavonoid rich foods, and cardiovascular risk: a meta-analysis of randomized controlled trials. *American Journal of Clinical Nutrition* 88, 38–50.
- Hurrell R.F., Reddy M., Cook J.D., 1999. Inhibition of non-haem iron absorption in man by polyphenolic-containing beverages. *British Journal of Nutrition* 81, 289–95.
- Jiao C.J., Jiang J.L., Ke L.M., Cheng W., Li F.M., Li Z.X., Wang C.Y., 2011. Factors affecting β -ODAP content in *Lathyrus sativus* and their possible physiological mechanisms. *Food and Chemical Toxicology* 49, 543-549.
- Joshi P.K., Rao P.P., 2017. Global pulses scenario: status and outlook. *Annals of the New York Academy of Science* 1392, 6-17.
- Kalogeropoulos N., Chiou A., Ioannou M., Karathanos V.T., Hassapidou M., Andrikopoulos N.K., 2010. Nutritional evaluation and bioactive microconstituents (phytosterols, tocopherols, polyphenols, triterpenic acids) in cooked dry legumes usually consumed in the Mediterranean countries. *Food Chemistry* 121, 682-690.
- Leterme P., Carmenza Munoz L., 2002. Factors influencing pulse consumption in Latin America. *British Journal of Nutrition* 88 Suppl 3, S251-255.
- Martinez-Villaluenga C., Frias J., Vidal-Valverde C., 2008. Alpha-Galactosides: Antinutritional Factors or Functional Ingredients? *Critical Reviews of Food Sciences and Nutrition* 48, 301 - 316.
- Njoumi S., Amiot M.J., Bellagha S., Rochette I., Mouquet-Rivier C., 2018. Effets de pratiques culinaires traditionnelles sur la teneur en fibres, solubles et insolubles, et en alpha-galactosides de cinq légumineuses à la base de plats typiques Méditerranéens. Poster 264, Rencontres Francophones sur les Légumineuses RFL2, 17-18 octobre, Toulouse, France
- Petitot M., Boyer L., Minier C., Micard V., 2010. Fortification of pasta with split pea and faba bean flours: pasta processing and quality evaluation. *Food Research International* 43, 634-641.
- Rebello C.J., Greenway F.L., Finley J.W., 2014. A review of the nutritional value of legumes and their effects on obesity and its related co-morbidities. *Obesity Reviews* 15, 392-407.
- Richelle M., Enslin M., Hager C., Groux M., Tavazzi I., Godin J.P., Berger A., Métairon S., Quaille S., Piguet-Welsch C., Sagalowicz L., Green H., Fay L.B., 2004. Both free and esterified plant sterols

reduce cholesterol absorption and the bioavailability of beta-carotene and alpha-tocopherol in normocholesterolemic humans. *American Journal of Clinical Nutrition* 80, 171-177.

Ryan E., Galvin K., O'Connor T.P., Maguire A.R., O'Brien N.M., 2007. Phytosterol, Squalene, Tocopherol Content and Fatty Acid Profile of Selected Seeds, Grains, and Legumes. *Plant Foods for Human Nutrition* 62, 85-91.

Singh B., Singh J.P., Kaur A., Singh N., 2017. Phenolic composition and antioxidant potential of grain legume seeds: A review. *Food Research International* 101, 1-16.

Singh B., Singh J.P., Singh N., Kaur A., 2017. Saponins in pulses and their health promoting activities: A review. *Food Chemistry* 233, 540-549.

Trinidad T.P., Mallillin A.C., Loyola A.S., Sagum R.S., Encabo R.R., 2009. The potential health benefits of legumes as a good source of dietary fibre. *British Journal of Nutrition* 103, 569-574.

Vauzour D., Rodriguez-Mateos A., Corona G., Oruna-Concha M.J., Spencer J.P., 2010. Polyphenols and human health: prevention of disease and mechanisms of action. *Nutrients*, 2:1106-31.

Vucenik I., Shamsuddin A.M., 2006. Protection against cancer by dietary IP6 and inositol. *Nutrition and Cancer* 55, 109-125.

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0).



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « *Innovations Agronomiques* », la date de sa publication, et son URL ou DOI).