

Besoins alimentaires en protéines et besoins spécifiques de certaines catégories de population

*Des protéines
pour nourrir les hommes
ou nourrir les animaux*

par **Monsieur Jean-Michel Chardigny**

Directeur de recherche

Département Alimentation humaine

Institut national de la recherche agronomique (INRA)

Centre Auvergne - Rhône - Alpes

Sommaire de l'article

1. INTRODUCTION
2. LES PROTÉINES OU COMMENT NOURRIR LA PLANÈTE
3. PROTÉINES VÉGÉTALES, COMPOSÉS ASSOCIÉS ET EFFETS SUR LA SANTÉ
4. QUALITÉ DES DIFFÉRENTES PROTÉINES
5. LE POSITIONNEMENT DES PROTÉINES VÉGÉTALES
6. LES VERROUS À LEVER

Liste des illustrations

TABLEAU 1

TENEURS EN ACIDES AMINÉS INDISPENSABLES DE DIVERSES SOURCES PROTÉIQUES
COMPARÉES À CELLE DE LA PROTÉINE DE RÉFÉRENCE

FIGURE 1

COMPLÉMENTARITÉ NÉCESSAIRE À L'ÉCHELLE DU REPAS, PAS À CELLE DE L'ALIMENT :
LA SYNTHÈSE DE PROTÉINES CORPORELLES REQUIERT UN BON ÉQUILIBRE ENTRE L'ENSEMBLE DES ACIDES AMINÉS

1. INTRODUCTION

En France, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail ¹ (Anses) recommande des apports protéiques journaliers de 0,83 gramme par kilogramme de poids corporel pour la population adulte ² et les sources protéiques doivent être de « *bonne qualité* ». Même si la définition de la « *qualité* » reste vague, l'objectif est de couvrir les besoins en acides aminés indispensables : isoleucine, leucine, lysine, méthionine, phénylalanine, thréonine, tryptophane et valine.

Le *Tableau 1* donne les teneurs en acides aminés indispensables de plusieurs sources animales et végétales. Associer différentes sources permet de couvrir l'ensemble des besoins lorsqu'une source seule est déficiente : par exemple, les céréales, généralement déficientes en lysine et riches en acides aminés soufrés (méthionine) avec les légumineuses, pauvres en méthionine et riches en lysine. La synthèse de protéines corporelles requiert en effet un bon équilibre entre l'ensemble des acides aminés (*Figure 1*). Or,

certains peuvent être synthétisés par l'organisme, mais d'autres (dits indispensables) non et doivent être apportés par l'alimentation. En l'absence de stockage, la régularité des apports doit se faire à l'échelle du repas, contrairement aux lipides et glucides qui ont la capacité à être stockés dans l'organisme.

La notion de bonne qualité renvoie à la recommandation d'un apport représenté pour moitié par des protéines animales et pour moitié par des protéines végétales. La consommation spontanée actuelle est plutôt riche en protéines animales (deux tiers des apports) et laisse donc une place importante au développement d'une offre de produits à base de protéines végétales. Cette situation diffère bien évidemment selon les pays, le Produit intérieur brut (PIB), etc. Toutes ces recommandations doivent être majorées pour les populations vieillissantes. En effet, avec l'âge, l'équilibre entre la synthèse protéique (maintien de la masse musculaire) et la dégradation protéique devient plus difficile à maintenir ³. Vieillir est associé à une perte de masse musculaire (ou sarcopénie). De plus, la synthèse protéique requiert un taux d'acides aminés circulant plus élevé (ou résistance

1 - L'Anses a remplacé l'Afssa, l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments, en 2010.

2 - Apport en protéines : consommation, qualité, besoins et recommandations, AFSSA, 2007.

3 - Walrand S, Boirie Y. Optimizing protein intake in aging. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2005 8(1):89-94.

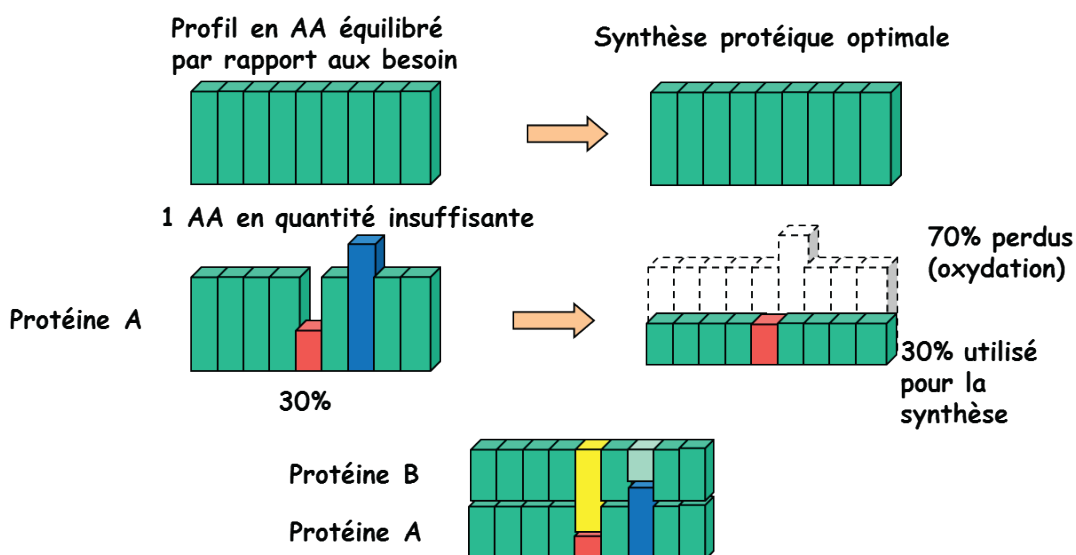
Tableau 1
Teneurs en acides aminés indispensables de diverses sources protéiques comparées à celle de la protéine de référence (en grammes pour 100 grammes de protéines)
Organisation des Nations unies pour l'agriculture et l'alimentation (FAO) / Organisation mondiale de la santé (OMS)

	Isoleucine	Leucine	Lysine	Méthionine + Cystéine	Phénylalanine	Thréonine	Tryptophane	Valine
Protéine de référence	4,2	4,8	4,2	4,2	2,8	2,8	1,4	4,2
Œuf	6,9	9,0	7,2	5,8	5,9	5,0	2,4	7,4
Viande	7,7	6,3	8,1	3,3	4,9	4,6	1,3	5,8
Soja	5,6	7,6	6,3	3,6	5,4	3,9	1,2	5,4
Pois chiche	4,7	7,8	7,4	3,3	6,0	3,9	0,8	5,2
Blé tendre	3,9	6,5	2,7	3,8	4,4	3,0	1,1	4,5
Luzerne	4,7	8,7	6,3	3,3	4,9	4,7	1,9	6,0
Spiruline	5,6	8,7	4,7	3,2	4,5	5,1	1,5	6,5

Adapté de multiples sources

Figure 1

Complémentarité nécessaire à l'échelle du repas, pas à celle de l'aliment
La synthèse de protéines corporelles requiert un bon équilibre entre l'ensemble des acides aminés
 (Source : d'après D. Rémond)



anabolique). Par conséquent, les apports quotidiens recommandés sont accrus à environ 1 gramme par kilogramme de poids corporel par jour, en favorisant les protéines dites « rapides » : c'est-à-dire celles rapidement absorbées et augmentant rapidement l'amino-acidémie. Les besoins sont également accrus chez les sportifs et toutes les personnes à activité physique intense, par exemple dans le cadre d'activités professionnelles.

2. LES PROTÉINES OU COMMENT NOURRIR LA PLANÈTE

Selon l'Organisation des Nations unies pour l'agriculture et l'alimentation (FAO), un septième de la population mondiale souffre de la faim et 1 milliard de personnes a des apports protéiques insuffisants. Plusieurs études prospectives⁴ prédisent une tension majeure sur les sources de protéines dans les prochaines décennies, alors que l'huile de palme

devrait permettre de couvrir les besoins quantitatifs en lipides.

Parallèlement, les apports en protéines animales sont élevés dans les pays industrialisés – 65 à 70 % de l'apport protéique total – et se développent dans les pays émergents, en lien avec l'augmentation du PIB. Or, la production de protéines animales nécessite davantage d'eau et d'énergie. Il est donc important de rééquilibrer les apports entre protéines animales et végétales – ou autres alternatives – dans des systèmes alimentaires durables, permettant l'accès à des protéines de qualité à la population mondiale.

Les sources de protéines végétales sont principalement les légumes secs (haricot, pois chiche, lentille, ...) et les produits céréaliers (pain, biscuits, riz, ...). Elles sont aussi apportées par les produits préparés à partir de soja, dans des plats traiteurs ou dans certaines préparations diététiques et aliments spécialisés (sportifs, seniors, ...). Les protéines végétales sont alors incorporées dans la formulation des aliments en tant que matières protéiques végétales (MPV). Ces MPV sont des fractions riches en protéines, obtenues par fractionnement de matières premières comme les grains de céréales ou les graines de légumineuses et d'oléagineux, mais également les tubercules (pomme de terre, ...) ou les feuilles (protéines foliaires de la

4 - Esnouf, C., Russel, M. et Bricas, N. (Coords.), 2011. Pour une alimentation durable. Réflexion stratégique du ALIne, Paris, Éditions Quae, 288 p. – Alimentation & Climat Impacts de l'alimentation sur le climat : prospective monde à 2030 et identification des enjeux. BIPE 2015 – Terres Inovia, en cours.

luzerne). Les principales MPV sont issues du soja et du blé (gluten). Le pois occupe une part de marché beaucoup plus modeste. Le lupin et la pomme de terre constituent des sources émergentes⁵. Des recherches sont également engagées afin de mieux valoriser des sources comme le colza ou le tournesol, avec préservation de la fraction protéique durant le procédé d'extraction de l'huile.

3. PROTÉINES VÉGÉTALES, COMPOSÉS ASSOCIÉS ET EFFETS SUR LA SANTÉ

Comme nous l'avons vu, les sources de protéines végétales pour l'alimentation humaine sont multiples. Les légumineuses et les céréales sont les plus importantes. Mais d'autres restent peu exploitées. C'est le cas des fractions protéiques d'oléagineux comme le tournesol et le colza. Leurs tourteaux sont certes valorisés en alimentation animale, mais une valeur ajoutée plus importante pourrait sans doute émerger pour une partie des volumes produits (approche de *cascading*).

Globalement, les sources de protéines végétales sont vectrices de vitamines hydrosolubles et de fibres. Ce dernier point constitue un aspect très positif car les apports alimentaires actuels sont largement en deçà des recommandations (25 à 30 grammes par jour).

Pour l'alimentation humaine, on peut souligner les limites dues aux apports potentiels en phyto-estrogènes. Il s'agit d'un groupe de composés non stéroïdaux, produits naturellement par les plantes et qui, du fait de la similarité de leur structure moléculaire avec l'estradiol⁶ ont la capacité de provoquer des effets œstrogéniques ou anti-œstrogéniques. Ils sont donc considérés comme des perturbateurs endocriniens. De ce fait, l'AFSSA, dans un rapport de mars 2005⁷, recommandait d'étiqueter ainsi les aliments à base de soja (tonyu, miso, tofu, yaourts et desserts au soja) : « Contient Xmg d'isoflavones (famille des phyto-estrogènes). À consommer avec modération (limiter la consommation quotidienne à 1 mg / kg poids corporel). Déconseillé aux enfants de moins de 3 ans ». De plus, l'arrêté du 24 juin 2014 établissant la liste des plantes (autres que les champignons) autorisées dans les compléments alimentaires, ainsi que leurs conditions d'emploi, indique pour le soja : « La portion journalière recommandée ne doit pas conduire à

une ingestion d'isoflavones supérieure à 1 mg / kg de poids corporel (exprimés comme aglycone du composant principal). L'étiquetage doit comporter un avertissement déconseillant l'usage chez les femmes ayant des antécédents personnels ou familiaux de cancer du sein ».

Pour la luzerne, l'étiquetage doit comporter un avertissement « déconseillant l'usage chez les femmes ayant des antécédents personnels ou familiaux de cancer du sein », en raison des teneurs en coumestrol, coumarines, alcaloïdes pyrrolidiniques.

4. QUALITÉ DES DIFFÉRENTES PROTÉINES

La qualité nutritionnelle des protéines alimentaires peut se définir par leur capacité à couvrir les besoins en acides aminés indispensables pour assurer la croissance et l'entretien des tissus. La méthode de référence pour évaluer leur qualité était le PDCAAS (*protein digestibility corrected amino acid score*)⁸ qui correspond à la digestibilité de la protéine multipliée par l'indice chimique. Mais, en 2013, la FAO a proposé un nouvel indice, le DIAAS (*digestible indispensable amino acid score*) qui tient compte non seulement de la composition des protéines en acides aminés indispensables, mais aussi de leur biodisponibilité (digestibilité dans l'intestin grêle)⁹.

Ces indices restent cependant insuffisants pour répondre aux besoins de sujets spécifiques telles les personnes âgées. Alors que leur pourcentage s'accroît au sein de la population, leurs besoins protéiques sont particulièrement importants en termes quantitatifs comme qualitatifs et ce d'autant qu'on estime à environ 30 % la prévalence d'apports protéiques insuffisants – sans parler de l'aspect qualitatif.

Un autre critère qualitatif est la capacité à libérer des peptides ayant des activités biologiques intéressantes pour la santé. Des di- ou tri-peptides du lait ont ainsi été décrits comme ayant des propriétés anti-hypertensives, immuno-modulatrices, satiétogènes, etc. Mais, si les peptides bio-actifs du lait ou des produits carnés sont bien identifiés, la présence de peptides bio-actifs issus des protéines végétales reste un champ à étudier.

5 - Guéguen J, Walrand S, Bourgeois O, Les protéines végétales : contexte et potentiels en alimentation humaine, Cah Nut Diet 2016, sous presse.

6 - 17 β -estradiol.

7 - Sécurité et bénéfices des phyto-estrogènes apportés par l'alimentation – Recommandations, AFSSA & AFSSAPS, 2005.

8 - FAO/WHO [1990]. Expert consultation on protein quality evaluation. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

9 - Research approaches and methods for evaluating the protein quality of human foods, FAO, 2014.

5. LE POSITIONNEMENT DES PROTÉINES VÉGÉTALES ¹⁰

Les protéines animales (viande, lait, poisson, ovo-produits) sont souvent considérées comme des références en termes de qualité nutritionnelle, mais les ressources disponibles pour les produire ne sont pas illimitées. Les protéines de lactosérum constituent cependant un « modèle » pour l'alimentation protéique des sujets âgés. Si des sources alternatives multiples et diverses (insectes, champignons, algues, ...) sont envisagées ou envisageables, les protéines végétales constituent néanmoins, à plus court terme, l'opportunité la plus réaliste d'un élargissement de l'offre, en complément aux protéines animales. Elles sont en effet, moins coûteuses à produire. Pour autant, elles se heurtent à de nombreux verrous tant en termes de disponibilité que de technologie et d'acceptabilité par le consommateur.

Le soja est le plus utilisé parmi les sources végétales et légumineuses. Il est bien équilibré en acides aminés indispensables et largement disponible sous différentes formes (boissons, desserts, produits texturés en gamme traiteur, ...). Pour d'autres végétaux (blé, colza, tournesol, etc.), la fraction protéique est un co-produit de l'amidonnerie ou de l'huilerie et elle est principalement valorisée en nutrition animale. Les tonnages disponibles sont importants. Les valoriser en alimentation humaine constitue un défi en raison de leur valeur nutritionnelle limitée par une composition en acides aminés souvent déséquilibrée, d'une plus faible digestibilité et de leur risque potentiel d'allergénicité. Autrement dit, des verrous subsistent malgré des potentiels réels.

On distingue globalement trois types de matières protéiques végétales (MPV), suivant leurs teneurs en protéines : les farines dont les teneurs en protéines sont comprises entre 50 et 65 %, les concentrats (entre 65 et 90 %) et les isolats (supérieure à 90 %). Les technologies d'enrichissement sont adaptées aux matières premières selon leur structure (graines, feuilles, tubercules) et les propriétés physico-chimiques des protéines. Globalement, on distingue les technologies par « voie sèche » (par exemple, la meunerie) et les technologies par « voie humide » qui font notamment appel aux propriétés de solubilité différentielles des protéines.

10 - Guéguen J, Walrand S, Bourgeois O, Les protéines végétales : contexte et potentiels en alimentation humaine, Cah Nut Diet 2016, sous presse.

Les MPV sont incorporées dans les formules comme ingrédients nutritionnels afin d'augmenter la teneur en protéines du produit fini et / ou comme ingrédients fonctionnels, en exploitant leurs propriétés émulsifiantes, moussantes ou gélifiantes. Elles constituent ainsi des aides technologiques pour formuler des aliments ou améliorer leur texture et leur stabilité physique. Les protéines végétales et animales ont en effet, souvent, un rôle fonctionnel pour conférer à l'aliment sa texture et ses propriétés organoleptiques. Ainsi, dans le pain et les pâtes, la qualité dépend étroitement des propriétés visco-élastiques des protéines du blé (gluten). L'utilisation des MPV est un levier récent pour développer une offre d'aliments prêts à cuisiner. Les besoins de formulation du secteur agro-alimentaire ont en effet généré une demande croissante pour ces ingrédients fonctionnels, capables de former et stabiliser des systèmes complexes et multiphasiques grâce à leurs propriétés texturantes, gélifiantes, émulsifiantes et moussantes.

Pour intensifier ces applications, des efforts de recherche sont possibles tant au niveau de la génétique que des technologies, afin d'améliorer la fonctionnalité des MPV, en particulier des isolats et concentrats. Hormis le blé, la génétique s'est peu intéressée à la relation entre la composition protéique, le polymorphisme des protéines et leur fonctionnalité technologique pour les utilisations en alimentation humaine. La sélection représente donc un levier important pour autant que les besoins de l'industrie de première et deuxième transformations soient clairement définis en termes de propriétés fonctionnelles comme de maîtrise de composés indésirables ou générateurs de « mauvais goûts ». De même, des innovations sont possibles dans le domaine des procédés de fabrication : soit pour enrichir les MPV en protéines fonctionnelles par des technologies de fractionnement, soit pour mieux maîtriser l'impact des traitements sur la conformation des protéines. Enfin, des travaux récents ont montré que des interactions entre les protéines végétales et d'autres biopolymères, protéines ou polysaccharides peuvent engendrer des améliorations de propriétés fonctionnelles ¹¹.

Si les protéagineux représentent une source intéressante de protéines (pois, 24 %, féverole, 30 % et lupin, 36 %), ils restent peu utilisés et souffrent d'une image et de perceptions organoleptiques peu favorables. Pourtant, en utilisant la complémentarité

11 - Tous ces domaines d'innovations sont privilégiés dans l'étude du CVT Allenvi (<http://www.cvt-allenvi.fr>).

en termes de composition en acides aminés entre sources protéiques végétales (céréales / légumineuses), il sera possible de développer des analogues de viande de qualités nutritionnelle et organoleptique optimisées. En attendant, il existe des exemples d'innovations technologiques à partir de lupin, de pois et de feuilles de luzerne. Parmi les produits disponibles sur le marché, on peut notamment citer :

- ◆ *Lup'Ingrédients*, du groupe coopératif Terrena, propose une gamme de produits riches en protéines de lupin fonctionnelles, sous forme de poudre atomisée, dotée d'un fort pouvoir émulsifiant, d'une bonne solubilité et d'un goût neutre : pépites, flocons, farines, extrait protéique. L'extrait protéique *Protilup 450* a été conçu pour améliorer le profil nutritionnel et organoleptique des aliments. Parmi les applications proposées, se trouvent les produits sans gluten (panification, cakes, biscuits, biscottes, pâtes, ...), des produits carnés (« saucisson », ...), des compléments alimentaires et des produits hyper-protéinés.
- ◆ Les protéines de pois *Nutralys*[®] sont extraites par le groupe Roquette de pois sec jaune travaillé par voie humide. Ce procédé assure l'obtention d'isolats titrant 85 à 90 % de protéines. Parmi les applications proposées, Roquette revendique des propriétés fonctionnelles (viandes, poissons) et nutritionnelles (enrichissement en protéines de tous types d'aliments).
- ◆ La *Luzixine*, développée par *Luzerne-RD*, est un extrait foliaire concentrant l'ensemble des nutriments de la luzerne. Celle-ci offre en effet la particularité d'être très riche en protéines, mais aussi en fer et en calcium. La luzixine, dont la teneur en protéines atteint 50 %, est autorisée par l'*Autorité européenne de sécurité des aliments* (AESA ou, en anglais, EFSA) en complément alimentaire, avec une limite fixée à 10 grammes par jour.

6. LES VEROUS À LEVER

Il reste un ensemble de verrous à lever pour intensifier la consommation de protéines végétales.

Sous forme de légumes secs, elles sont mal perçues et souffrent d'une image désuète et d'un positionnement dans la pyramide alimentaire, en France, au sein des féculents. Les légumes secs ne sont pas identifiés comme des vecteurs de protéines, ces derniers restant associés à la trilogie « viandes, œufs, poissons » des manuels scolaires. La situation en Amérique du Nord, en particulier au Canada, est différente puisque les légumes secs y sont classés dans les sources de protéines.

Sous forme d'ingrédients – malgré les réussites mentionnées plus haut – il reste des défis à la fois en termes technologiques (solubilité, propriétés moussantes ou émulsifiantes, etc.) et de qualité sensorielle des produits finis (goût « vert » par exemple). Parmi les composés générateurs de ces « off-flavors », on peut citer les lipoxygénases ou les saponines. Des améliorations peuvent être apportées tant par la génétique que par des procédés et des formulations, peut-être même en combinant tous ces leviers.

En conclusion, les protéines végétales offrent à coup sûr une opportunité pour répondre aux besoins mondiaux en protéines – en complément ou en association avec d'autres sources traditionnelles (produits animaux) ou nouvelles (algues, insectes, ...). Néanmoins, des efforts de recherche importants restent nécessaires pour faciliter leur utilisation tant dans les préparations ménagères que dans l'industrie agro-alimentaire. Les protéines animales gardent toute leur place dans les apports alimentaires, mais leur production est à privilégier à partir de biomasse non consommable par l'homme comme les prairies pour l'alimentation des ruminants.