Les protéines végétales alternatives aux protéines animales. Comment accroître leur niveau de qualité ?

Jean-Louis Cuq

Pr Agrégé de Biochimie, Dr es Sciences, Académie des Sciences et Lettres de Montpellier

Nos connaissances sur les protéines, principaux constituants du « vivant » font toujours l'objet, aux niveaux national et international, de recherches intenses et de nombreuses découvertes en découlent. Publications, ouvrages, communications sur ce sujet se comptent par milliers.

En sciences des aliments, les recherches sur les constituants protéiques restent très importantes tant au niveau de l'alimentation humaine qu'animale. Les besoins nutritionnels en protéines et en acides aminés indispensables liés au métabolisme dépendent de l'âge et de l'état physiologique. Chimioorganotrophe, l'Homme doit satisfaire à ces besoins essentiels à l'expression de « sa vie », en incluant dans son régime alimentaire des protéines qui sont issues du vivant, végétal ou animal. Elles lui permettent de se construire (croissance) puis de se maintenir en bonne santé. La capacité des protéines alimentaires à satisfaire ces besoins varie selon de nombreux paramètres parmi lesquels la structure et la composition de la protéine, sa non toxicité, sa digestibilité, son aptitude à être consommée sous forme d'aliment appétent. Il ne faut pas oublier les incidences que peuvent avoir les nombreux traitements auxquels ces protéines sont soumises avant consommation (entreposage, traitements de conservation, cuisson, …).

Au niveau mondial se pose depuis des décennies le problème de la disponibilité des protéines. Bien des humains ne peuvent satisfaire à leurs besoins nutritionnels et en particulier à l'apport en protéines. La population augmente considérablement et ce sont par des approches agronomiques (agriculture, élevage) et par le développement de l'aquaculture, de la pêche que cette sous-alimentation, parfois cette famine, pourront être éradiquées. Le rôle que pourraient jouer les OGM ne sera pas évoqué, compte-tenu du choix politique français de rejet de ces sources potentielles de protéines.

Pour ce qui est des protéines alimentaires, qui dit agriculture et élevage, dit en quelque sorte protéines végétales et protéines animales.

Les besoins en protéines des animaux d'élevage et des animaux domestiques croissent et pour les satisfaire se sont mis en place au niveau mondial des échanges commerciaux considérables, en particulier au niveau des produits pourvoyeurs de protéines issus d'oléagineux comme le soja.

Par ailleurs apparaissent dans nos sociétés des modes d'alimentation qui s'orientent plus ou moins fortement vers la consommation de végétaux et qui vont parfois jusqu'au rejet des produits d'origine animale ; végétariens, végétaliens, végans.

Afin de ne pas « gaspiller » des matières premières végétales dans des transformations qui pourraient être jugées comme inutiles au plan nutritionnel, se pose aujourd'hui la question de savoir

comment amplifier et valoriser la consommation de telles protéines. Pour ce faire il est indispensable de comparer les qualités, et les « défauts » de ces protéines par rapport à celles d'origine animale, ce qui fait l'objet de cette courte communication.

Quelques notions sur les fonctions et la nature des protéines

Les protéines, qu'elles soient d'origine végétale ou animale, sont des macromolécules complexes: des biopolymères. Elles sont intimement liées à tous les phénomènes physiologiques d'où leur nom substances venant en premier (en grec protos signifie premier). Elles sont les plus abondantes des molécules organiques des cellules et constituent souvent plus de 50% du poids sec des êtres vivants. Elles jouent un rôle fondamental dans la structure et les fonctions cellulaires et c'est par elles que l'information génétique s'exprime.

Chez les êtres vivants les protéines présentent une extraordinaire diversité de fonctions.

Il existe de nombreuses protéines de structure. Ces protéines comme la kératine, le collagène, l'élastine, etc. sont présentes dans tous les tissus comme le muscle, l'os, la peau, les organes internes, les membranes cellulaires et organites intracellulaires. Leur fonction dépend de leur structure. Souvent, il s'agit de protéines fibreuses.

De très nombreuses protéines possèdent des activités biologiques. Dans la nature tous les phénomènes biologiques font appel aux protéines. Par exemple:

- Enzymes : plus de 2000 décrites, activité catalytique spécifique

- Hormones : (insuline, somatotrophine, etc.)

- Protéines contractiles et du mouvement: (myosine, actine, tubuline , etc.)

- Protéines de transport dans le sang (transferrine, hémoglobine, myoglobine) ou au travers de membranes cellulaires

- Protéines protectrices : (Anticorps ou immunoglobulines, fibrinogène, thrombine)

- Protéines de réserve : (ovalbumine, glycinine, gliadine, zéine)

- Protéines d'identification cellulaire

Ces protéines qui expriment le métabolisme du vivant sont chez l'adulte sans cesse renouvelées (turn over) ; il est donc indispensable de fournir à la machinerie cellulaire de synthèse de ces néo-protéines tous les acides aminés qui permettent leur synthèse.

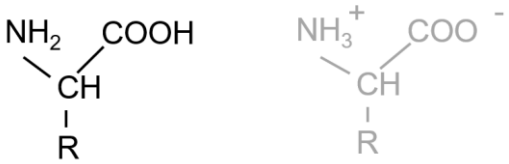
- Protéines toxiques : pour l'homme (toxines botuliniques, staphylococciques, venins de serpents, de scorpion, ricine) ou pour les microorganismes (bactériocines, antibiotiques)

- **Protéines anti-nutritionnelles :** (inhibiteur trypsique du soja, hémagglutinines)

- **Protéines allergènes.**

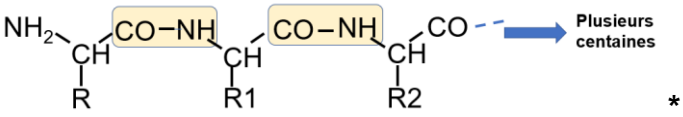
Structure des protéines

Elles sont constituées par une ou plusieurs chaînes polypeptidiques qui sont des copolymères d'environ une vingtaine **d'acides aminés** appartenant à la série L.



Une vingtaine d'acides aminés est utilisée par l'organisme humain pour la fabrication de ses protéines. Parmi ces 20 acides aminés, 11 peuvent être synthétisés l'organisme. **Par contre 9 autres sont dits indispensables, essentiels**, l'organisme étant incapable de les synthétiser en quantité suffisante pour satisfaire à ses besoins. **Ces acides aminés doivent par conséquent être absolument apportés par l'alimentation. (figure 1).**

Ces acides aminés sont liés entre eux par des liaisons amides : les liaisons peptidiques



La liaison peptidique

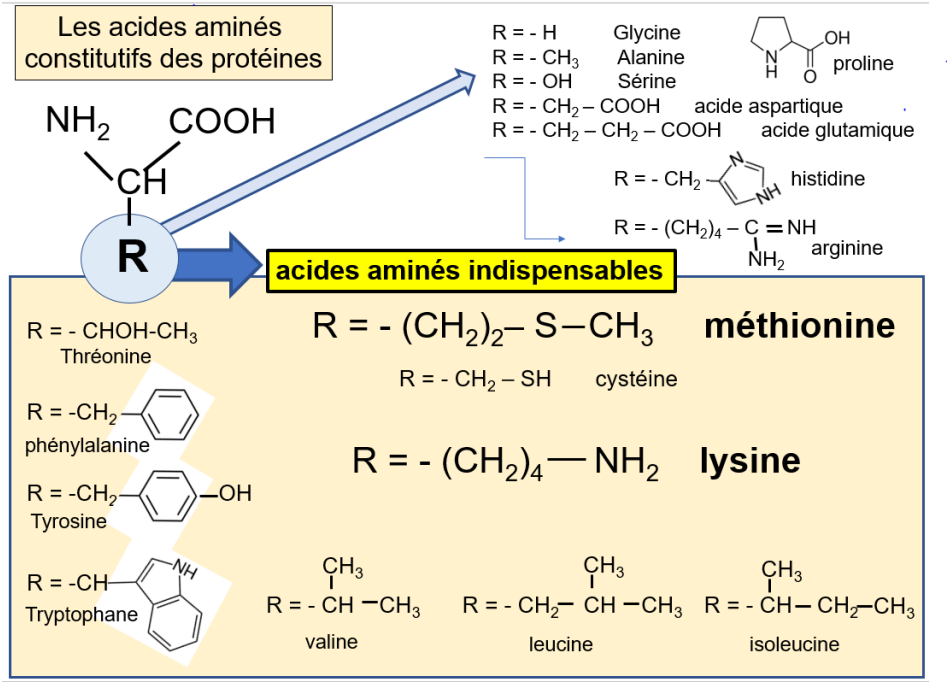


Figure 1 Les acides aminés constitutifs des protéines. Acides aminés indispensables

La **structure primaire** correspond à l'ordre séquentiel des acides aminés (**résidus**) dans une protéine. La **structure secondaire** correspond à l'organisation de la chaîne dans l'espace selon un axe privilégié (hélice α feuillets β). La **structure tertiaire** correspond à l'organisation spatiale de la chaîne polypeptidique selon les trois dimensions. La **structure quaternaire** est l'arrangement dans l'espace de diverses chaînes liées entre elles par des liaisons non covalentes le plus souvent ou par pont disulfure. La conformation est la forme tridimensionnelle de la protéine dans l'espace (ensemble des structures primaire, secondaires, tertiaires et quaternaires).

Le besoin en protéines des humains varie en fonction nombreux paramètres (l'âge, l'activité physique, l'état physiologique…). Selon l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses), il est recommandé, pour des adultes en bonne santé, de consommer : **0,83 g de protéines par kg de poids corporel et par jour**. Ainsi,

une femme de 55 kg a besoin de 46 g de protéines par jour, un homme de 70 kg de 58 g, L'équilibre recommandé entre les différents nutriments, pour 100 kJoules absorbées est de **protéines 9 - 13 % glucides 50 - 55 % lipides 30 - 35 %.**

Pour les nourrissons, enfants, adolescents ce besoin se situe entre 0,83 g et 1,31 g/kg de poids corporel/jour selon l'âge. Chez les femmes enceintes il faut un apport supplémentaire de 1 g, de 9 g et de 28 g/jour respectivement pour le premier, le deuxième et le troisième trimestre. Chez les femmes allaitantes cet apport supplémentaire doit être de 19 g/jour durant les 6 premiers mois d'allaitement, et de 13 g/jour par la suite.

Les besoins en acides aminés indispensables

Les valeurs des besoins établies par la FAO-OMS sont les suivantes (exprimées en g d'acide aminé pour 16 g d'azote) ;

lysine	**6,5**	**thréonine**	**4**
soufrés (cystine & méthionine)	**3,5**	**aromatiques** (phénylalanine & tyrosine)	**6**
leucine	**7**	**isoleucine**	**4**
valine	**5**	**tryptophane**	**1**
histidine	(nourrisson)		

Le rapport entre le besoin en acides aminés indispensables et le besoin en acides aminés totaux est d'environ 35 % pour le nourrisson et de 15 % pour les adultes.

La disponibilité des acides aminés ingérés (digestion, absorption, utilisation) dépend de nombreux paramètres tels que par exemple : la conformation de la protéine, la présence de facteurs antinutritionnels, l'association de la protéine avec certains composants (fibres, lipides, métaux etc...), les traitements technologiques (température surtout), les dimensions des particules protéiques ingérées.

Principales sources alimentaires de protéines pourvoyeuses d'acides aminés.

Les protéines animales sont apportées pour l'essentiel par la viande, les œufs, les volailles, le lait, les poissons. Les protéines végétales sont surtout apportées par des graines dans lesquelles elles constituent des réserves. Ainsi les graines de légumineuses (lupin, haricot, lentilles, pois-chiches,), d'oléagineux (soja, tournesol, colza, arachide, …) et les céréales sont les principales sources potentielles de protéines. Les feuilles sont des sources en protéines peu impliquées dans la satisfaction des besoins.

Les rendements de transformation des protéines végétales en protéines animales sont relativement bas. A partir de 100 g de protéines de soja : la vache produit 20 g de protéines de lait, la poule produit 20 g de protéines d'œuf, le porc produit 12 g de protéines de viande, le bœuf produit 4 à 6 g de protéines de viande. En conséquence le prix de ces produits pourvoyeurs des mêmes acides aminés varie d'un facteur 10 ou plus selon la matière première, les prix des protéines de viande étant bien plus élevés que ceux des protéines d'origine végétale.

Que sont les protéines alimentaires ?

Il ne s'agit pas d'un groupe unique mais d'un groupe très hétérogène composé de protéines de structure, de réserve, ou biologiquement actives.

Il s'agit de protéines savoureuses, digestibles, non toxiques, économiquement utilisables.

Leur consommation est suivie de leur digestion (hydrolyses par des protéases : pepsine, trypsine, chymotrypsine, carboxypeptidases, …) qui libère leurs acides aminés alors absorbés et mis à la disposition de notre organisme pour synthétiser les protéines dont il a besoin.

Leur **qualité** est définie par de nombreux paramètres et plus particulièrement par leurs capacités à couvrir les besoins en protéines et en **acides aminés indispensables** du consommateur.

Production mondiale de protéines

Au niveau mondial, 435 et 112 millions de tonnes de protéines respectivement d'origine végétale et animale sont produits. Exprimées en 10^6 tonnes de protéines, les céréales en apportent 250, les protéagineux 170, les légumes et divers 15. Parmi les céréales maïs, blé et à degré moindre riz sont majoritaires. Chez les protéagineux, les contributions relatives à la production de protéines exprimées en 10^6 tonnes, sont de 115 pour le soja, de 15 pour le colza, de 7 pour l'arachide. Les légumineuses contribuent pour plus de 20.10^6 tonnes à cette production.

Ce sont aujourd'hui les céréales qui sont les plus importants contributeurs à la fourniture et à la satisfaction des besoins en protéines.

Richesse en protéines des matières premières.

Les teneurs en protéines des matières premières d'origines animale et végétale sont présentées sur la figure 2.

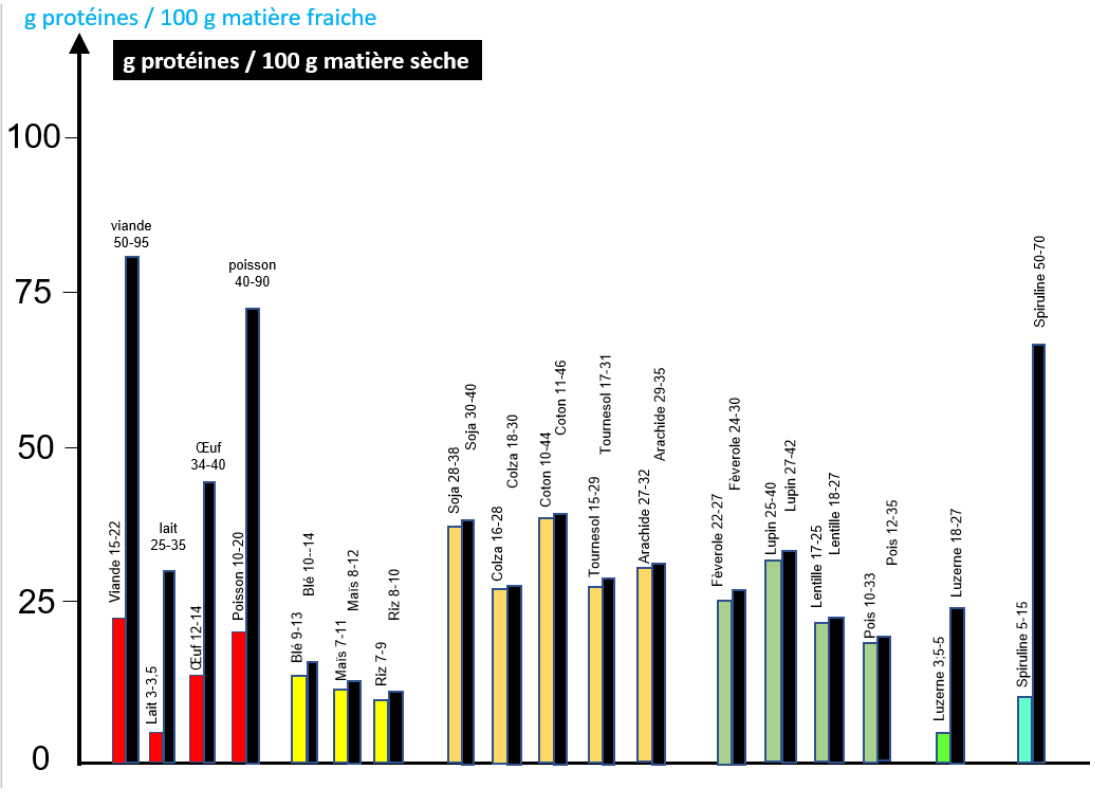


Figure 2. Teneur en protéines de matières premières alimentaires

Comparée aux sources de protéines animales, la faible teneur en eau des graines (voisine de 10 %) leur confère à l' « état frais » une richesse en protéines relativement élevée.

Pour les produits « frais » d'origine animale, leur teneur en eau relativement élevée permet leur consommation directe sans nécessité d'hydratation préalable.

Des sources de protéines animales ou végétales à notre assiette

La consommation relative protéines animales / protéines végétales dépend surtout du revenu de l'humain. C'est Périssé qui dans les années 60 a établi un diagramme permettant de connaitre les proportions relatives des composants de notre alimentation (protéines animales, protéines végétales, huile végétale, graisses animales, amidon, saccharose). Plus le revenu par habitant est élevé et plus la consommation de protéines d'origine animale est grand.

Les protéines d'origine animale

Généralement riches en acides aminés essentiels elles sont abondamment présentes dans les viandes, les œufs, les fromages, les produits laitiers et les poissons. **Ces aliments sont faciles à obtenir et permettent la préparation de plats très variés appétents et appréciés.**

Ces protéines possèdent certains **qualités avantageuses** par rapport aux protéines végétales : elles sont généralement **plus digestes**, elles sont **plus riches en acides aminés indispensables**, elles permettent par ailleurs des apports en calcium (cas des produits laitiers), en fer, en zinc (produits carnés), en vitamine B_{12}.

La composition des principales sources animales de protéines est indiquée sur la figure 3.

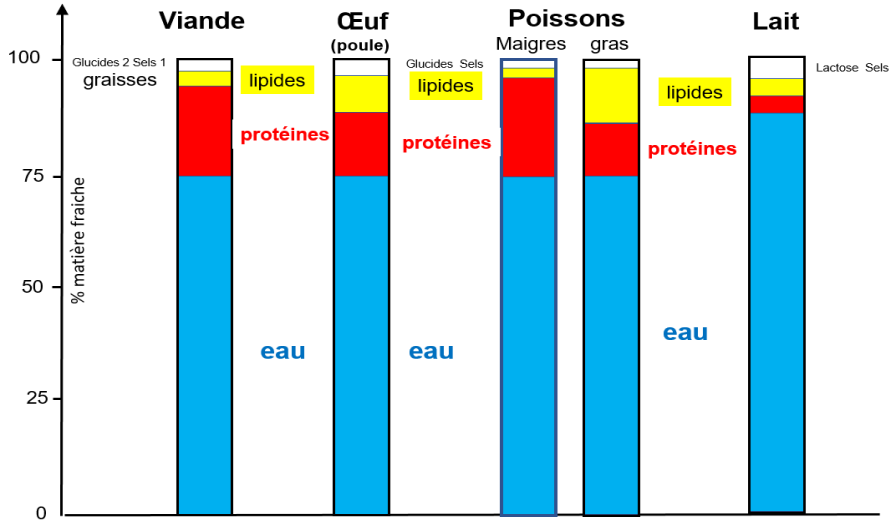


Figure 3. Composition des principaux aliments sources de protéines animales

La viande constitue une très bonne source de protéines dont la qualité nutritionnelle est excellente. Il s'agit d'un **mélange complexe de protéines musculaires : Protéines myofibrillaires** (myosine, actine, tropomyosine, troponines, protéine M, α-actinine, β-actinine)**, de protéines sarcoplasmiques** (enzymes mitochondriales, myoglobine, hémoglobine, cytochrome) **et de protéines du stroma** (collagène, élastine, protéines insolubles). De fait, cette grande diversité dans la nature des protéines se traduit par un équilibre en acides aminés indispensables.

Les protéines d'œuf sont considérées comme des protéines de référence. Elles sont très bien absorbables et utilisables par l'organisme. Leurs acides aminés permettent de satisfaire aux besoins nutritionnels des consommateurs. Il s'agit d'un **mélange complexe de protéines** : **protéines de l'albumen (**ovalbumine, conalbumine, ovomucoïde, lysozyme, ovoglobulines, ovomucine, flavoprotéine, ovoglycoprotéine, ovomacroglobuline) et de **protéines du jaune** (phosvitine, α et β lipovitellines, livétines α, β , γ, lipoprotéines). Cette diversité conduit à une composition équilibrée en acides aminés essentiels.

Les laits sont de bonnes sources de protéines. Les acides **aminés soufrés (met, cys)** apportés par leurs protéines sont souvent limitants. Il s'agit d'un ensemble de protéines : les **caséines** αs1

αs2, β, κ, γ) et les protéines du lactosérum (β lactoglobuline, α lactalbumine, sérum albumine, immunoglobulines, lactoferrine, lysozyme)

Cependant les sources de protéines animales présentent quelques inconvénients : elles contiennent des lipides riches en acides gras saturés, dits « mauvais gras », elles renferment du cholestérol, économiquement elles sont chères, la consommation de viande dans un pays augmente avec le pourvoir d'achat (Périssé).

Les incontournables biotechnologies et les protéines de viande du futur. La production de viande par culture cellulaire in vitro est aujourd'hui réalisée dans de nombreux laboratoires. Son développement à l'échelle industrielle est réalisable mais doit-il être envisagé ? Cette viande artificielle ne présente pas d'avantages nutritionnels par rapport à la viande traditionnelle. Les protéines qu'elle contient sont identiques à celles de la viande traditionnelle. Ses avantages : plus de mal-être des animaux, elle est obtenue « Hors terre ». Son acceptabilité est difficile : au plan éthique, au plan qualité de l'aliment proposé, au plan économique (J.F. Hocquette).

Les protéines d'origine végétale

Dans la plupart des pays industrialisés, une surconsommation de produits alimentaires d'origine animale est observée. Dans ces conditions, une certaine "**végétalisation**" de nos régimes présenterait des avantages **économiques** mais aussi **nutritionnels** (effets hypocholestérolémiants, absence d'acide urique, etc...).

Néanmoins, dans de nombreux cas, il est indispensable de procéder à la transformation de la matière première végétale pour en faire un aliment.

Protéines foliaires

Les remarquables travaux de **Costes** sur la valorisation des protéines de feuilles sont à rappeler. Les tiges et surtout les feuilles des végétaux contiennent de 2 à 12 % de protéines et leur teneur en eau est généralement supérieure à 80 %. Ramenée à la masse sèche, cette teneur passe donc à 10 ou 60 % ce qui est relativement élevé (**Coriandre 61, Amarante 58, Ricin 40, Fenugrec 33, Manioc 31, Haricot 29, Soja 24, Chou 21, Epinard 25, Luzerne 20**).

Les protéines foliaires sont généralement des **protéines** dotées d'activités enzymatiques **très diverses** ce qui explique leur très grande hétérogénéité. Ceci rend difficile une optimisation de leur extraction, car ces protéines possèdent souvent des propriétés physico-chimiques très différentes. Elles sont pour certaines d'entre elles associées à des composés toxiques ou antinutritionnels. Les travaux réalisés à partir de la luzerne avaient abouti à la fabrication d'extraits enrichis (PX1 par exemple).

Protéines de graines

En simplifiant les aspects botaniques, les graines qui concernent cette problématique peuvent être classées selon leur morphologie en monocotylédones (**céréales :** maïs, blé dur, blé tendre, riz, épeautre, avoine, seigle, …) et dicotylédones. Ces dernières peuvent être présentées sous le vocable de **protéagineux** quand leur teneur en protéines est élevée ou encore sous les vocables d'**oléagineux** (soja, colza, tournesol, coton, arachide riches en huile) et de **légumineuses** (lupin, haricot, lentilles, pois-chiches, féverole).

La composition de certaines de ces graines est présentée sur la figure 4.

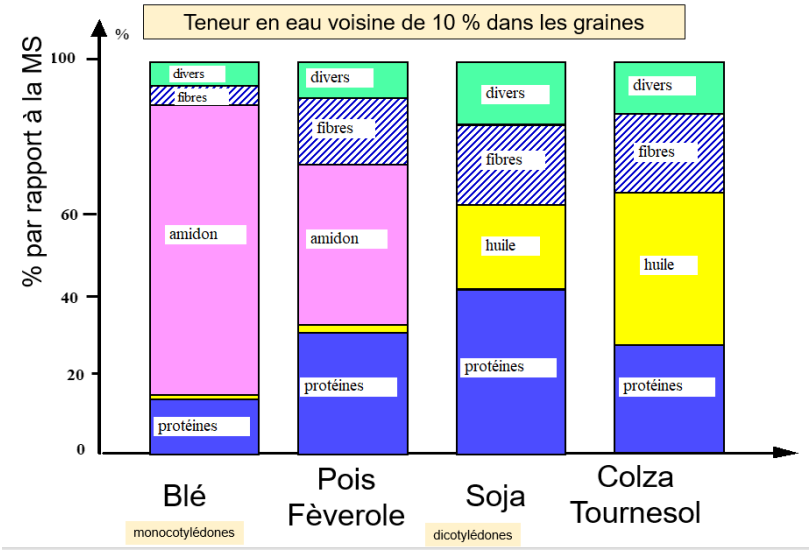


Figure 4. Composition de quelques graines sources de protéines

Les céréales.

De nos jours ce sont surtout le blé, le riz et moins fréquemment le maïs qui sont utilisés dans l'alimentation humaine. L'orge est employée pour la fabrication du malt dans les brasseries. Le développement de l'agriculture biologique a remis au goût du jour des céréales comme le seigle, l'avoine ou l'épeautre. D'autres graines comme le quinoa, cultivé en Amérique du sud, connaissent un succès lié à l'agriculture biologique.

Pour la plupart d'entre elles c'est la **lysine** qui est l'acide aminé limitant.de leurs protéines classées en fonction de certaines de leurs propriétés (tableau 1).

(g % g de protéines)

céréale	albumines	globulines	prolamines	gluténines
protéine soluble dans	eau	solutions salines	solutions alcooliques	acides et bases dilués,SDS
blé	9	5	40 gliadines	46 gluténines
	Protéines cytoplasmiques		Protéines de réserve **gluten**	
maïs	4	2	55 zéines	39
orge	13	12	52 hordéines	23 hordénines
avoine	11	56	9	23
riz	5	10	5	80
sorgho	6	10	46	38

Tableau 1. Protéines des quelques céréales : nature et teneur

Sous quelle forme sont-elles consommées ? Sous forme de **grains** (riz, maïs et blé - Ebly, orge, avoine, épeautre, orge, avoine), de **farine** (blé tendre – seigle - épeautre pour la boulangerie, pain, galette et la pâtisserie)**,** de **semoule** (blé dur -coucous, pâtes alimentaires-, seigle, épeautre, riz), de **polenta (maïs),** de **bouillie** (porridge anglais -avoine), de **flocons :** (maïs, avoine, riz), de **boissons** (laits végétaux).

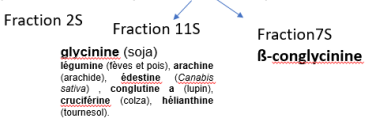
Pour consommer le blé il est généralement nécessaire de broyer le grain pour obtenir de la farine (blé tendre et panification) ou de la semoule (blé dur). Le blé dur n'est pas directement consommable cru et sa cuisson est très longue. Traditionnellement, on procède à son écrasement pour la préparation de semoules et de pâtes alimentaires.

Il y a de cela une vingtaine d'années, des chercheurs de l'INRA à Montpellier (**P. Feillet, J. Abecassis** et coll.) ont contribué à fabriquer un blé pré-cuit (breveté et commercialisé sous la marque Ebly). Ainsi pré-traité, la cuisson du blé ne requiert qu'une dizaine de minutes. Pouvant se substituer au riz par exemple, présentant des qualités culinaires et alimentaires comparables, voire supérieures, ce blé précuit connait aujourd'hui un franc succès.

Les graines de légumineuses et d'oléagineux (protéagineux)

La composition de quelques graines protéagineuses est indiquée sur le tableau 2.

	albumine	globuline	glutéline	viciline légumine
soja	10	90	0	1,6
tournesol	22	56	17	
pois	21	66	12	0,5
haricot, lupin	10 à 20	80 à 90	0	1,3
fève	20	60	15	0,5



.

Tableau 2. Protéines des quelques graines protéagineuses : nature et teneur

Il existe aujourd'hui de nombreux aliments issus de **transformations traditionnelles** de graines. Ainsi, par exemple, sont disponibles à partir de soja :

- Du **lait** dont la composition est voisine de celle du lait de vache (tableau 3)

	lait de vache	**lait de soja**
	g.kg^{-1}	g.kg-1
eau	87,5	93
protéines	**3,2**	**3,6-5,2**
lipides	3,2	1,5-3,2
cholestérol	0,013	0
glucides	5,2	1,7
	mg.kg^{-1}	mg.kg^{-1}
calcium	1200	150
phosphore	950	450
potassium	1450	1300
magnésium	120	200
sodium	500	150
fer	0,3	5

Tableau 3. Compositions des lait de vache et de soja.

La **méthionine** est l'acide aminé limitant de ces deux aliments.

- De **nombreux produits alimentaires solides** (sous forme de gels le plus souvent) tels que le tofu, le yuba, le sufu, le koji, le tempeh, le miso.

Comment améliorer la qualité des protéines végétales apportées par les graines ?

1 - En amont (agronomie & agriculture)

Par des approches génétiques qui doivent permettre d'améliorer la teneur et la qualité des protéines (valeur nutritionnelle) par sélection des semences – Les OGM ne représentent-ils pas des possibilités indéniables dans ce contexte ?

Par l'Amélioration des rendements de production (méthodes culturales – productions BIO). Aujourd'hui il est évident que produire de la nourriture sans rentabilité est un luxe que seules quelques personnes peuvent s'offrir

La présence de **facteurs toxiques ou antinutritionnels associés** à certaines graines doit être contrôlée de même que celle des **contaminants** (pesticides ou autres). Ces facteurs toxiques ou antinutritionnels requiert leur élimination préalable ou leur inactivation (par la chaleur pour certains d'entre eux). Ces composés très divers peuvent être de nature protéique (facteurs anti-trypsiques, lectines, hémagglutinines, ...), des alcaloïdes, des polyphénols, des aflatoxines, des thioglycosides, des saponines, des phytates, des glycosynolates, des thioglyucosides, des facteurs cyanogénétiques, des facteurs de flatulence, des agents du favisme.

2- En adoptant des technologies performantes et adaptées de préparation de produits riches en protéines

A partir de la graine il est ainsi possible de procéder à un enrichissement des protéines qu'elle contient **par élimination de certaines de ses composants** (coque ou pellicule), par extraction de l'huile, par extraction de composés solubles (par exemple dans de l'éthanol ou dans une solution aqueuse de pH 4.5). Le résidu qui contient les protéines (**tourteau**) peut être trituré en **flocons** et broyé sous forme de **farine** qui contient avec les protéines des composés non extraits (fibres, …).

Il est par ailleurs possible **d'extraire à partir d'un tourteau les protéines** en les solubilisant dans des solutions aqueuses à pH légèrement alcalin, en séparant cette phase aqueuse d'un résidu insoluble, puis en précipitant de façon « sélective » les protéines en se plaçant par exemple à leur pHi moyen. L'insoluble récupéré est séché et transformé en un **isolat** sous forme de poudre. La teneur en protéines de tels isolats dépasse le plus souvent 90%.

3 - Au niveau de la préparation d'aliments

Il est peu probable que le consommateur choisisse cet isolat en fonction de sa teneur en acides aminés indispensables…. « Cuisiner » un isolat pour en faire un aliment appétent et apprécié est essentiel. Il est alors nécessaire de s'assurer des bonnes propriétés fonctionnelles des isolats protéiques: qualités organoleptiques, solubilité, propriétés gélifiantes, moussantes, thermo-coagulabilité, aptitude au filage,…

Tout au long de ces étapes il est indispensable de veiller à préserver et/ou améliorer la qualité nutritionnelle des « protéines alimentaires »

Une approche de mode de consommation des protéines végétales : les analogues de viande

L'image qualité nutritionnelle des viandes est excellente et depuis quelques décennies les expériences de substitution des protéines animales par des **produits végétaux analogues** n'ont connu que succès très limités ou ont échoué (contraintes économiques, temps nécessaire pour l'éventuelle acceptation des produits par les consommateurs, délivrance des autorisations de mise sur le marché…). Les habitudes alimentaires doivent évoluer en respectant la richesse culturelle que représentent nos aliments.

Y-a-t-il intérêt à consommer un analogue de viande insipide en goût et à la composition pour le moins alambiquée ?

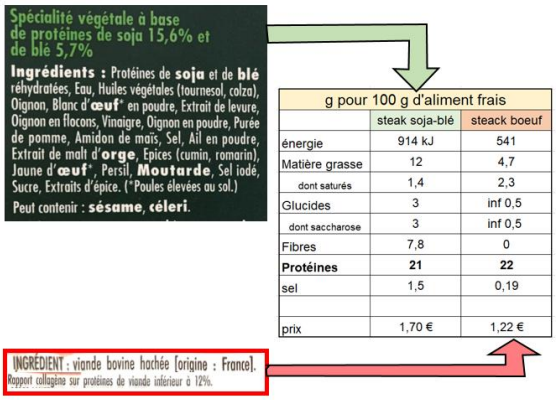


Figure 5. Steak de viande et analogue de steack d'origine végétale.

Comparaisons des compositions

Les compositions d'un steack haché de bœuf et celle d'un analogue de viande (figure 5) permettent de réaliser des comparaisons à la fois nutritionnelles et surtout quant au « naturel » de ces deux aliments.

Amélioration de la qualité nutritionnelle des aliments à base de protéines végétales

Bon nombre de protéines végétales présentent une teneur limitante en certains acides aminés indispensables, la lysine pour les céréales, et les acides aminés soufrés pour les légumineuses. Pour obtenir une alimentation équilibrée en acides aminés à partir de protéines végétales, il est alors nécessaire d'**associer** différents aliments végétaux. Associer par exemple des graines de légumineuses (soja, lentille, fèves, pois, etc.) avec des céréales (riz, blé, maïs, etc.) permet facilement d'obtenir un mélange de protéines équilibré quant à sa composition en acides aminés indispensables.

Valeur nutritionnelle comparée : protéines animales - protéines végétales

La digestibilité et le Coefficient d'Efficacité Protéique des protéines végétales sont généralement inférieurs à ceux des protéines d'origine animale (tableau 4). De plus, les protéines d'origine végétale ne sont pas parfaitement équilibrées au regard des besoins de notre organisme (la **méthionine** est l'acide aminé limitant des légumineuses (et du lait) alors que la **lysine** est l'acide aminé limitant des céréales

Aliment origine animale				Aliment origine végétale								
	CEP	acide aminé limitant	SCCD	céréales autres	CEP	acide aminé limitant	SCCD	graines protéagineux	CEP	CUD	acide aminé limitant	SCCD
blanc œuf	3		1	amandes	0,4			soja	1,1	83	met	0,91
bœuf	2,7		0,95	blé bulgur	1,4	lys	0,5	colza	2,4	80	équilibré	
caséines	2,5	met	0,98	blé entier	0,8	lys	0,5	arachide	1,6		met	0,52
lait	2,5	met	1	gluten de blé	0,2	lys	0,4	tournesol	1,2		lys	
œuf entier	3,1		1	maïs	1,4			coton	2,3		lys- met	
poisson	2,7		1	orge	1,7			petit pois	1,7	86	met	
volaille	2,7		0,97	riz	1,5	lys		pois-chiche	1,7		met	0,78
				seigle	1,3			fève	1,7		met	0,7
								haricot	1,8	81	met	0,7
								lentille	1,8	88	met	0,7
								fèverole	1,8		met	0,7
								lupin	0,7	86	met	
								soja chauffé	2,3			

Le coefficient d'efficacité protéique, abrégé en CEP, est le rapport du gain de poids vif (en grammes) à la quantité de protéines consommées (en grammes).

La digestibilité apparente correspond à :
Da = (ingesta - fèces) / ingesta

Le **score en acides aminés corrigé de la digestibilité des protéines (SCCD), conseillé par la FAO et l'OMS depuis 1989)** est un évaluateur de qualité des protéines tenant compte des besoins an acides aminés et de la digestibilité

Tableau 4. Evaluation de la valeur nutritionnelle des aliments protéiques d'origines animale et végétale.

Régimes végétariens, végétaliens, végans

Au-delà de la satisfaction de la couverture des besoins en acides aminés indispensables, l'origine des protéines alimentaires a une incidence sur la couverture de besoins en d'autres nutriments. Ainsi, une alimentation exclusivement d'origine végétale conduira à une déficience en vitamine B_{12}. En opposition, une alimentation riche en protéines d'origine animale se traduira par un apport insuffisant en fibres et excessif en graisses saturées. Dans nos sociétés, les **régimes végétariens** non stricts (n'excluant pas les produits laitiers et les œufs) permettent de satisfaire en quantité et en qualité aux besoins de l'enfant et l'adulte. Par contre chez les **végétaliens adultes**, l'apport protéino-énergétique et l'utilisation de sources protéiques qui se complètent doivent être considérés avec rigueur. Par exemple, l'**association** soja-riz permet équilibre l'apport en lysine, faible dans le riz mais élevé dans le soja, et l'apport des acides aminés soufrés, faible dans le soja mais élevé dans le riz.

Conclusion

Les protéines d'origine animale comme celles de la viande, des œufs, des produits laitiers ou du poisson sont très digestibles, ont des teneurs élevées en acides aminés indispensables avec une répartition assez voisine de celle des besoins de l'Homme. Généralement ces protéines ont une valeur biologique plus élevée que celle des protéines d'origine végétale.

Les protéines végétales, qui constituent l'autre source majeure de protéines alimentaires, proviennent pour l'essentiel des **céréales** (blé, riz, maïs), **d'oléagineux** (soja, arachide, tournesol) et de **légumes secs** (pois, haricots, soja, lentilles, fèves et pois chiche). Leur digestibilité est en moyenne inférieure à celle des protéines d'origine animale et elles ne sont pas parfaitement équilibrées quant aux besoins de notre organisme (*la **méthionine** est l'acide aminé limitant des légumineuses alors que la **lysine** est l'acide aminé limitant des céréales*).

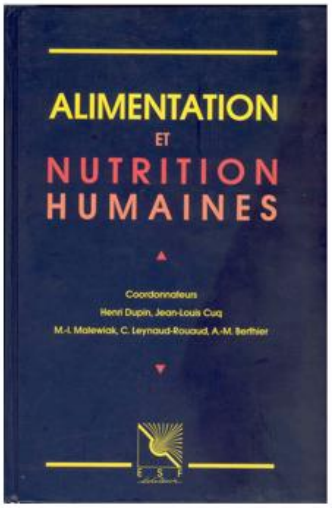
Il est donc nécessaire d'**associer** différentes sources alimentaires pour améliorer leur **qualité** et obtenir une valeur biologique supérieure.


AGRICULTURES
PRODUISONS AUTREMENT
PLAN
PROTÉINES VÉGÉTALES
POUR LA FRANCE
2014-2020


POLYTECH
MONTPELLIER
TECHNOLOGIE DES PROTEINES VEGETALES
Professeur Jean-Louis CUQ
UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER


LA SCIENCE
LA NUTRITION HUMAINE
la recherche
au service de la santé
DOSSIERS documentaires
NATHAN

POLYTECH
MONTPELLIER
BIOCHIMIE DES PROTEINES
Professeur Jean-Louis CUQ
UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER


ALIMENTATION
ET
NUTRITION
HUMAINES
Coordonnateurs
Henri Dupin, Jean-Louis Cuq
M.-I. Malewiak, C. Leynaud-Rouaud, A.-M. Berthier


Protéines alimentaires
J.-C. CHEFTEL
J.-L. CUQ
D. LORIENT
TEC DOC