

Document 1

Les protéines comptent parmi les éléments constitutifs essentiels de la matière vivante. L'organisme ne peut disposer de réserves de protéines, celles-ci faisant partie intégrante des tissus et des organes. Il en résulte que si les besoins ne sont pas couverts par les apports, l'organisme utilise ses propres tissus. D'où la nécessité d'apports journaliers de ces éléments.

Mais ce besoin se double d'un besoin qualitatif : 8 acides aminés constitutifs des protéines ne peuvent pas être synthétisés par l'homme et doivent donc se trouver dans les protéines consommées : on les dit "indispensables" ; ce sont l'isoleucine, la leucine, la lysine, la méthionine, la phénylalanine, la thréonine, le tryptophane, la valine.

Il est préférable que tous les acides aminés soient fournis ensemble : si l'on fournit les 20 acides aminés en quantité appropriée à un rat, le résultat nutritionnel est bien meilleur que si l'administration se fait en deux fractions contenant chacune 10 de 20 acides aminés.

Document 2

Le tableau ci-dessous indique, chez l'Homme, les teneurs en acides aminés essentiels conseillées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS)

Acides aminés essentiels	Besoins quotidiens (en mg)
Isoleucine	700
Leucine	1100
Lysine	800
Méthionine - en l'absence de cystéine - en présence de cystéine	1100 200
Phénylalanine - en l'absence de tyrosine - en présence de tyrosine	1100 200
Thréonine	500
Tryptophane	250
Valine	800

(Source : Diététique et nutrition, Abrégés Masson, 1997, p. 30)

ACIDES AMINES (mg/j/kg)	DE 4 A 6 MOIS	DE 10 A 12 ANS
Histidine	33	?
Isoleucine	83	28
Leucine	135	42
Lysine	99	44
AA Soufrés totaux (Méthionine, Cystine)	49	22
AA Aromatiques totaux (Phénylalanine, tyrosine)	141	22
Thréonine	68	28
Tryptophane	21	4
Valine	92	25

Source inconnue

Document 3-1

	% protéines /poids frais	% des aa indisp /aa totaux	% aa indisp /poids frais
steack	18	50	9
oeufs	13	55	7.15
lait	3.3	90	3.0
gruyère	29	90	26
pommes de terre	2	33	0.6
riz cuit	2.5	42	1.05
pain blanc	6.9	35	2.3
haricots secs cuits	6.6	45	3.0
pois cassés cuits	7.3	40	2.9
lentilles cuites	8.2	44	3.6
arachides	23	40	9.2
noix	15	45	6.75
carottes	1.1	27	0.3
choux	1.7	22	0.35
farine de soja (sèche)	35	44	15.4

Amino acid	Groupes d'aliments (Moyenne ± Standard Deviation)				
	Animaux	Céréales	Légumineuses	Noix et graines	Fruits & légumes
Iso	46.7 (4.7)	39.8 (4.6)	45.3 (4.2)	42.8 (6.1)	38.5 (10.8)
Leu	79.6 (6.0)	86.3 (26.3)	78.9 (4.2)	73.5 (9.0)	59.1 (19.6)
Lys	84.3 (7.1)	30.5 (9.8)	67.1 (3.8)	43.5 (12.7)	49.2 (13.3)
Saa	37.7 (3.3)	41.1 (4.3)	25.3 (2.8)	37.7 (11.7)	23.6 (7.2)
Aaa	74.9 (8.2)	83.0 (9.2)	84.9 (6.3)	88.0 (16.9)	64.0 (18.4)
Thr	43.4 (2.6)	33.6 (5.4)	40.0 (3.3)	37.9 (5.4)	35.1 (8.7)
Trp	11.4 (1.5)	12.1 (3.3)	12.3 (2.4)	15.4 (4.6)	10.8 (3.9)
Val	51.2 (5.6)	51.1 (6.9)	50.5 (4.0)	55.6 (10.3)	45.9 (12.6)

Document 3-2

	<i>Caséine (lait)</i>	<i>Gélatine</i>	<i>Gliadine (blé)</i>	<i>Zéine (maïs)</i>	<i>Riz</i>	<i>Manioc</i>	<i>Mils</i>
leucine	9.2	3.2	6	24	9	2.95	9.5 à 25.2
isoleucine	6.1	1.9	4.7	7.3	5.1	2.0	4.3 à 6.4
lysine	8.2	5.1	1	0	3.2	3.5	2.2 à 3.8
méthionine	3.4	.09	1.5	0	1.0	1.0	1.6 à 3
phénylalanine	5.0	2.1	5.8	6.4	2.25	2.25	4.3 à 5.1
thréonine	4.9	2.2	2	3	2.1	2.1	0 à 4.1
tryptophane	1.2	0	0.8	0.1	0.5	0.5	1.1 à 2.3
valine	7.2	3.1	2.4	3	2.6	2.6	4.8 à 6.7

	Lys	His	Arg	Asp	Thr	Ser	Glu	Pro	Gly	Ala	Cys	Val	Met	Ileu	Leu	Tyr	Phe	Try
blé farine complète	2,7	2,1	4,3	5,0	2,9	4,8	27,7	10,1	3,7	3,4	2,1	4,3	1,6	3,8	6,4	3,2	4,6	1,3
maïs	3,0	2,4	5,0	12,3	4,2	4,2	15,4	8,3	3,0	9,9	2,1	5,6	2,1	4,0	12,0	3,8	5,0	0,8
orge	3,4	1,9	5,0	5,9	3,7	3,7	20,5	9,3	43,2	4,5	2,1	5,0	1,4	3,8	6,9	3,5	5,0	1,4
riz	3,0	2,2	8,0	4,5	3,8	5,1	10,7	4,5	6,6	5,6	1,6	6,6	2,1	4,6	8,5	5,0	4,8	1,4
Viande	8,2	3,2	6,6	9,1	4,5	4,2	15,4	4,2	4,5	6,2	1,3	5,3	2,4	5,1	7,8	3,4	4,2	1,3
poisson	9,0	2,1	5,8	9,4	4,5	5,3	14,1	5,9	6,1	6,1	11,2	5,3	2,9	5,1	7,5	3,0	3,7	1,0
gélatine	4,0	6,9	7,8	5,9	1,9	3,7	10,1	26,7	24,2	9,8	0,1	2,2	0,8	1,4	2,9	0,3	2,1	0
lait de vache	7,8	2,7	3,7	8,2	4,6	5,8	22,2	9,8	1,9	3,7	0,8	7,0	2,4	6,2	9,9	5,6	5,1	1,4
oeuf de poule	6,7	2,6	6,4	10,7	5,3	7,7	12,3	4,3	3,8	0	2,1	7,2	3,0	5,8	9,0	4,3	5,3	1,8
carotte	3,8	1,8	3,8	16,5	3,4	3,9	35,6	2,4	2,8	7,8	0,3	4,3	1,0	3,1	4,1	1,7	2,9	0,8
chou rouge	3,3	1,8	4,8	10,6	2,8	4,4	40,5	3,8	2,3	3,2	0,7	3,8	0,8	2,4	3,1	1,5	2,2	0
haricots verts	5,4	2,9	5,9	6,6	2,6	5,8	1,4	4,5	3,7	2,6	1,1	5,1	0,5	5,4	7,7	3,0	3,4	1,0
pois secs	5,3	1,8	8,6	8,6	4,0	0	3,2	0	6,1	3,8	1,0	4,6	1,0	5,0	6,9	4,2	4,0	1,0
pomme de terre	5,0	1,4	5,3	17,1	3,7	2,7	23,8	2,6	1,9	4,2	1,3	5,1	1,6	4,5	4,6	2,9	4,2	1,3
farine de soja	6,4	2,6	7,4	1,3	4,0	5,8	19,0	5,3	4,5	5,0	1,9	5,3	1,3	5,3	7,7	3,7	5,0	1,4
arachide	3,5	2,4	10,6	14,1	2,9	6,6	2,0	5,1	5,4	2,9	1,6	5,0	1,0	4,2	6,2	3,0	5,0	1,1

Pourcentage des différents acides aminés en poids sec. Source : article protéines de l'encyclopaedia universalis et Guide Marabout de la diététique.

Document 3-3

Aliments	Lys	Mét	Phé	Thr	Try	Val	Leu	Ileu
Soja	116	116	143	126	127	143	123	175
Lait de soja	112	132	151	118	136	146	132	182
Germe de blé	109	160	111	124	127	149	103	132
Levure alimentaire	159	192	262	294	291	271	138	268
Orge perlé	60	160	140	103	164	140	100	125
Graines de citrouille	129	140	144	109	164	229	129	182
Pois chiches	116	108	124	109	91	120	108	154
Lentilles								

Tableau comparatif des acides aminés essentiels d'origine végétale et animale (en g / 100 g d'aliment)

	Soja	Pois chiche	Lentille	Oeuf	Viande
Tryptophane	0.53	0.17	0.22	0.21	0.22
Thréonine	1.50	0.74	0.90	0.64	0.83
Isoleucine	2.05	1.20	1.31	0.85	0.98
Leucine	2.95	1.54	1.76	1.12	1.54
Lysine	2.41	1.43	1.53	0.82	1.64
Méthionine	0.48	0.30	0.18	0.40	0.46
Phénylalanine	1.89	1.01	1.10	0.74	0.77
Valine	2.00	1.03	1.36	0.95	1.04
Arginine	2.76	1.55	1.91	0.84	1.21
Histinine	0.91	0.56	0.55	0.31	0.65
% protéines	35%	28%	25%	13%	19%

Document 3-4

teneurs en acides aminés indispensables de diverses protéines, en grammes pour 100 grammes de protéines, comparées à celles de la protéine de référence (FAO/OMS).

		Ile	Leu	Lys	Mét (+Cys)	Phé	Thr	Trp	Val
Protéine de référence		4,2	4,8	4,2	4,2	2,8	2,8	1,4	4,2
ALIMENTS									
ORIGINE ANIMALE	Euf de poule (1)	6,9	9	7,2	5,8	5,9	5	2,4	7,4
	Viandes/Poissons (4)	7,7	6,3	8,1	3,3	4,9	4,6	1,3	5,8
ORIGINE VEGETALE	Soja (1)	5,6	7,6	6,3	3,6	5,4	3,9	1,2	5,4
Légumineuses	Flageolets (1)	5,1	8,4	7,6	2,5	5,8	5,1	?	5,2
	Pois chiche (1)	4,7	7,8	7,4	3,3	6	3,9	?	4,7
	Lentilles (1)	5	7,6	7,7	2,4	5,5	3,9	?	5,4
Céréales	Riz cuit (5)	5	9	4	2,5+?	5,5	4	1	7
	Blé tendre (6)	3,9	6,5	2,7	3,8	4,4	3	1,1	4,5
	Millet (5)	5,5	15,3	3,4	3,7	4,4	4	2,2	6
	Avoine (5)	4,8	7	3,4	3,4		3,1	1,2	5,5
	Orge (5)	4,2	6,8	3,4	3,6	5,1	3,3	1,3	5
Oléagineuse	Sésame (9)	4	6,6	2,5	5,2	4,6	3,5	?	5,1
Légume	Pommes de terre (5)	7	6,5	6	2,5	4,5	3,5	1,5	5,5
Feuilles	Luzerne (10)	4,7	8,7	6,3	3,3	4,9	4,7	1,9	6
Compléments Alimentaires	Levure de bière (5)	5,2	7	7,4	3,1	4,5	5,3	1,5	5,6
	Pollen (3)	13,4	20,1	6	11,7	10,1	13,1	4,6	17,1
	Spiruline (algue) (2)	5,6	8,7	4,7	3,2	4,5	5,1	1,5	6,5
	Germe de blé (8)	4,8	6,9	6,2	2,8	3,7	5,5	1,1	6,2

En foncé figurent les teneurs inférieures aux normes FAO.

Exemples de teneur en acides aminés :

Produit	Valine	Leucine	Isoleucine	Thréonine	Tryptophane	Phénylalanine	Méthionine	Lysine
Entrecôte de bœuf	1,29%	1,92%	1,18%	1,07%	0,26%	0,97%	0,59%	1,99%
Soja	1,76%	2,84%	1,78%	1,49%	0,45%	1,97%	0,58%	1,90%
Fromage (Gruyère)	1,74%	2,45%	1,34%	1,49%	0,42%	1,43%	1,55%	2,19%
Lentilles (sèches)	1,39%	2,11%	1,19%	1,12%	0,25%	1,40%	0,22%	1,89%
Noix	0,77%	1,14%	0,67%	0,54%	0,17%	0,66%	0,22%	0,44%
Riz naturel sec	0,50%	0,69%	0,34%	0,33%	0,09%	0,42%	0,17%	0,30%

Source : Wikipedia Nutriment

Document 3-5

TABLE 24. Amino acid composition of major food groups from the Massachusetts Nutrient Data bank (mg/g protein)

Amino acid	Groupes d'aliments (Moyenne \pm Standard Deviation)				
	Animaux	Céréales	Légumineuses	Noix et graines	Fruits & légumes
Iso	46.7 (4.7)	39.8 (4.6)	45.3 (4.2)	42.8 (6.1)	38.5 (10.8)
Leu	79.6 (6.0)	86.3 (26.3)	78.9 (4.2)	73.5 (9.0)	59.1 (19.6)
Lys	84.3 (7.1)	30.5 (9.8)	67.1 (3.8)	43.5 (12.7)	49.2 (13.3)
Saa	37.7 (3.3)	41.1 (4.3)	25.3 (2.8)	37.7 (11.7)	23.6 (7.2)
Aaa	74.9 (8.2)	83.0 (9.2)	84.9 (6.3)	88.0 (16.9)	64.0 (18.4)
Thr	43.4 (2.6)	33.6 (5.4)	40.0 (3.3)	37.9 (5.4)	35.1 (8.7)
Trp	11.4 (1.5)	12.1 (3.3)	12.3 (2.4)	15.4 (4.6)	10.8 (3.9)
Val	51.2 (5.6)	51.1 (6.9)	50.5 (4.0)	55.6 (10.3)	45.9 (12.6)

Teneur en pour-cent des acides aminés essentiels par rapport au total des protéines (conformément au tableau des substances vitales de H.A. Schweigart et G. Quellmalz)		
	Muscle bovin	Légumes verts
Lysine	7,05	4,96
Tryptophane	1,13	1,65
Phénylalanine	4,26	3,91
Méthionine	2,87	2,00
Thréonine	4,00	3,57
Leucine	6,70	9,58
Isoleucine	7,48	4,69
Valine	5,04	5,21
Total	36,53	35,57

Proportion des différents acides aminés indispensables* (AAI) dans quelques protéines alimentaires (en g d'AAI libérés par hydrolyse de 100 g de protéines)

Acides aminés indispensables	Protéine du lait (Caséine)	Protéines du riz	Protéine du maïs (Zéine)	Protéines du mil	Protéines du manioc
Leucine	9,2	6,3	12	9,5	2,9
Isoleucine	6,1	4,5	7,3	4,3	2
Lysine	8,2	3,2	0	2,2	3,5
Méthionine	3,4	3,4	0	1,6	1
Phénylalanine	5,0	6,3	6,4	4,3	2,2
Thréonine	4,9	3,2	3	0,1	2,1
Tryptophane	1,2	1,1	0,1	1,1	0,5
Valine	7,2	3,5	3	4,8	2,6

d'après annales 0 de l'épreuve anticipée d'enseignement scientifique du bac L

Document 4

Les peuples privés de viande ont réussi à se nourrir correctement et à se maintenir en vie en associant céréales et légumes secs. Les traditions culinaires de la plupart des civilisations montrent toutes une recherche de la juste proportion. En associant céréales et légumineuses (comme riz et lentilles en Inde, pâtes et haricots en Italie, blé (froment) et pois chiches au Maghreb ou encore maïs et haricots rouges en Amérique du Sud et soja et riz en Chine), les hommes ont empiriquement rééquilibré la valeur protéique d'une alimentation carencée en protéines animales. Ainsi, des millions de personnes continuent à se nourrir de cette manière, avec de très rares - voire aucun - apports de produits animaux, sans que l'on constate de carences lorsqu'elles disposent d'une quantité suffisante de nourriture.

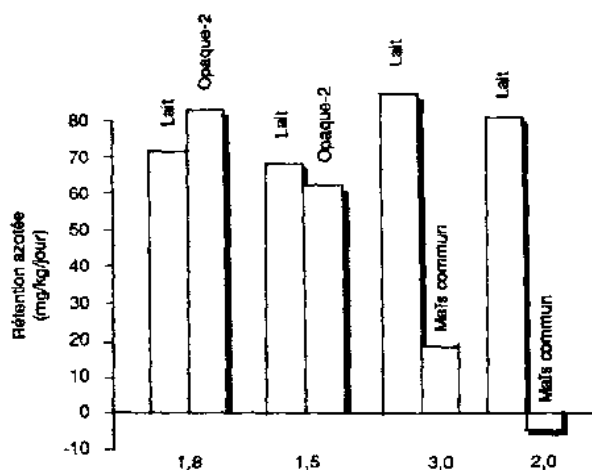
La notion de complémentarité n'est pas aussi stricte qu'on pourrait le croire, de récentes études ont montré que lorsque des végétariens mangeaient dans la journée, sur plusieurs repas, céréales, légumineuses ou légumes, dans un apport calorique suffisant, il était impossible qu'elles soient carencées en protéines (Lappe FM, 1982)

La complémentarité est une technique efficace. Par exemple, si l'on consomme au sein d'un même repas 30g de blé (poids cru), 40g de lentilles (poids cru) et 20g de sesame: ceci représente globalement une portion contenant pour 100g de protéines, 4,18g de méthionine et 5,51g de lysine, la protéine de référence en contenant respectivement 4,2 et 4,2!

Le maïs est consommé sous diverses formes dans les différentes parties du monde, depuis le gruau de maïs servant à préparer la polenta et le pain de maïs, jusqu'aux célèbres tortillas.

La forte consommation de maïs par la population humaine d'un certain nombre de pays d'Amérique latine et d'Afrique, ainsi que les carences bien connues en lysine et en tryptophane des protéines du maïs ont conduit les chercheurs à essayer d'obtenir un grain de maïs dont la protéine contiendrait de plus fortes concentrations de ces acides aminés indispensables. En 1964, Mertz, Bates et Nelson ont annoncé qu'ils avaient découvert que le gène opaque-2 utilisé comme marqueur pour la multiplication du maïs accroissait sensiblement la teneur en lysine et en tryptophane de la protéine.

La qualité protéique du maïs opaque-2 a été évaluée chez 6 enfants : il n'y a pas de différences significatives de la rétention azotée chez les enfants recevant les régimes à base de lait et à base de maïs opaque-2 traité à la chaux lorsque le niveau de l'apport en protéines était de 1,8 g par kilogramme et par jour, ce qui n'est pas du tout le cas du maïs commun.



On a pu ainsi calculer le rapport entre l'absorption et la rétention d'azote en provenance du lait et du maïs opaque-2. Cet indice de bilan azoté constitue une bonne approximation de la valeur biologique des protéines. L'indice a donné 0,80 pour le lait et 0,72 pour le maïs opaque-2, ce qui permet de conclure que la valeur protéique du maïs opaque-2 représente 90 pour cent de celle du lait.

Deux études ont été publiées sur l'évaluation de la qualité protéique du maïs opaque-2 chez les adultes. Dans la première de ces études, Clark et al. (1967) le maïs utilisé était finement broyé et renfermait le grain entier. Il contenait de 11 à 12 pour cent de protéines, 4,65 g de lysine par 16 g d'azote et 1,38 g de tryptophane par 16 g d'azote, soit des valeurs semblables à celles du maïs opaque-2 utilisé dans l'étude chez l'enfant de Bressani, Alvarado et Viteri (1969). Le maïs a été donné à raison de 300 g, 250 g, 200 g et 150 g par jour. Tous les individus présentaient un bilan positif lorsque l'apport était de 300 a de maïs, et tous étaient en état d'équilibre lorsqu'ils en recevaient 250 g. Lorsque l'apport était de 200 a et 150 g, le bilan était négatif. A partir de ces données, on a calculé l'équation de régression entre le bilan azoté et le maïs consommé. En moyenne, l'équilibre azoté était obtenu pour un apport de 230 g.