

Protéines : table rase sur les mythes

Les besoins quantitatifs en protéines

Les besoins en protéines sont largement inférieurs à ce que l'industrie veut nous faire croire. Le tableau 1 ci-contre le montre sans ambiguïté. Il a été obtenu sur la base des besoins estimés dans le rapport OMS/FAO/UNU [2] : nous avons repris à la lettre le tableau 4 page 88 de ce rapport, avec pour seule différence que nous avons exprimé les besoins énergétiques en kilocalories (unité de mesure de l'énergie beaucoup plus familière au lecteur) au lieu de kilojoules (unité de mesure officielle). Pour les enfants, nous nous sommes basés sur les moyennes OMS [3] jusqu'à 5 ans, et sur des moyennes globales après [4]. Bien évidemment, le poids des adolescents et des adultes est plus variable que celui des enfants, on peut ainsi recalculer les valeurs données dans le tableau 1 en modifiant le poids : les conclusions n'en sont nullement affectées.

Les premières colonnes du tableau donnent les besoins en protéines, exprimés en gramme de protéine par kilogramme de poids corporel. En fonction du poids estimé, nous avons donné aussi les besoins en grammes. Au centre du tableau on trouve les besoins énergétiques, pour trois niveaux d'activité physique (un seul niveau, moyen, pour les enfants en plus bas âge), le niveau d'activité physique influence les besoins énergétiques mais pas les besoins en protéines, qui restent constants. On voit déjà un premier mythe détruit, celui selon lequel les sportifs auraient besoin de plus de

âge (ans)	Homme			Femme		
	poids (kg)	g protéines /kg	g protéines	poids (kg)	g protéines /kg	g protéines
0,5	7,5	1,12	8,4	7	1,12	7,8
2,5	13,5	0,75	10,01	13	0,76	9,9
5	18,5	0,69	12,8	18	0,71	12,8
10	32	0,75	24,0	32	0,74	23,7
15	56	0,71	39,8	52	0,69	35,9
18-29	70	0,66	46,2	70	0,66	46,2
30-59	70	0,66	46,2	70	0,66	46,2
>60	70	0,66	46,2	70	0,66	46,2
18-29	50	0,66	33,0	50	0,66	33,0
30-59	50	0,66	33,0	50	0,66	33,0
>60	50	0,66	33,0	50	0,66	33,0

L'une des principales objections portée contre le régime végétarien, et surtout végétalien, cible un prétendu risque de carence protéique. Le fait que nombre de mammifères monogastriques herbivores peuplent la Terre depuis des millénaires devrait suggérer qu'une telle accusation est infondée. Les protéines animales sont obtenues, au bout du compte, par transformation des protéines végétales, via l'organisme de l'animal ; cela devrait suffire à mettre en évidence l'inconsistance d'une telle objection.

D'autre part, s'il existe bien des animaux carnivores dans la nature, l'homme n'en fait pas partie, étant tout au plus omnivore – ou plus exactement « adaptivore ».

Pourtant, dans l'imaginaire collectif continuellement nourri par les lobbies de l'agroalimentaire, protéine équivaut à chair animale – ou au moins à sécrétion animale (lait, œuf).

Nous allons montrer l'origine et les raisons de ce mythe afin de le démonter une fois pour toutes*.

*Des détails ont déjà été donnés dans le n° 115 d'Alternatives Végétariennes, dans l'analyse des légumineuses. Nous reprenons ici les arguments essentiels à notre démonstration et renvoyons le lecteur à ce dossier pour les détails spécifiques.

Homme						Femme					
activité légère		activité modérée		activité intense		activité légère		activité modérée		activité intense	
Kcal/Kg	taux de protéines	Kcal/Kg	taux de protéines	Kcal/Kg	taux de protéines	Kcal/Kg	taux de protéines	Kcal/Kg	taux de protéines	Kcal/Kg	taux de protéines
		601	5,6%					569	5,5%		
		1123	3,6%					1038	3,8%		
		1393	3,7%					1312	3,9%		
1782	5,4%	2103	4,6%	2409	4,0%	1606	5,9%	1897	5,0%	2180	4,3%
2610	6,1%	3078	5,2%	3547	4,5%	2113	6,8%	2399	6,0%	2859	5,0%
2710	6,8%	3062	6,0%	3848	4,8%	2359	7,8%	2660	6,9%	3346	5,5%
2593	7,1%	2928	6,3%	3681	5,0%	2192	8,4%	2476	7,5%	3112	5,9%
2175	8,5%	2459	7,5%	3095	6,0%	2008	9,2%	2259	8,2%	2844	6,5%
2235	5,9%	2533	5,2%	3179	4,2%	1900	6,9%	2151	6,1%	2701	4,9%
2247	5,9%	2533	5,2%	3179	4,2%	1936	6,8%	2187	6,0%	2749	4,8%
1816	7,3%	2055	6,4%	2581	5,1%	1721	7,7%	1948	6,8%	2450	5,4%

TABLEAU 1. Besoin en protéines et énergie en fonction de l'âge et de l'effort physique.

protéines que les sédentaires du même poids. Sachant qu'une protéine apporte 4 kilocalories, on obtient le besoin en protéines exprimé comme pourcentage en calorie. On voit ainsi que les besoins en protéines varient entre 4 % et moins de 10 % des apports caloriques.

Maintenant, comparons ces résultats avec le contenu protéique de différents aliments [5]. Le tableau 2 ci-dessous montre la teneur en protéines de différents aliments, exprimée en grammes de protéines par 100g d'aliments, en ordre décroissant. On voit que les 13 premiers aliments,

par ordre de richesse protéique, sont des végétaux¹. On comprend aisément qu'il est **absolument impossible de ne pas satisfaire les besoins protéiques tant qu'on satisfait les besoins caloriques par un apport équilibré**.

Pour présenter une carence en protéines, il faut soit avoir une malnutrition par insuffisance d'apport calorique total (populations souffrant de famine, personnes âgées démunies, restriction volontaire sur anorexie mentale), soit par défaut de qualité d'un apport calorique suffisant (par exemple une quantité prépondérante d'aliments dépourvus de

protéines comme du sucre ou de l'huile, ou autre exemple dans le kwashiorkor, une maladie se développant chez des enfants en bas âge après le sevrage dans certaines régions pauvres d'Afrique où l'alimentation est issue d'une source unique, manioc, sorgho ou millet par exemple). On voit ainsi que **le risque de carence protéique ne concerne certainement pas les pays développés, qui souffrent plutôt d'un excès d'apport en protéines**.

par les lobbyistes pour décrire une protéine qui manquerait d'un ou plusieurs acides aminés essentiels (voir capture d'écran du site <www.mangerbouger.fr>, en page 23) n'apparaît nulle part dans les rapports FAO/OMS/UNU qui décrivent les besoins en protéines et acides aminés chez l'homme [2]. Ainsi, non seulement les végétaux contiennent largement assez de protéines pour couvrir nos besoins, mais tout acide aminé essentiel y est bien présent : la protéine « incomplète » n'existe que dans l'imaginaire des lobbyistes.

Le mythe des protéines « incomplètes »

Face à ces preuves irréfutables, les lobbies de l'agroalimentaire jouent une autre carte, plus difficile à démasquer par le citoyen lambda, celle de la composition chimique des protéines, affirmant que les protéines végétales seraient de qualité inférieure car « incomplètes ».

Les protéines que nous consommons avec les aliments ne sont pas absorbées telles quelles : la barrière intestinale, sauf états pathologiques, est imperméable aux molécules de grande taille comme les protéines. Pour être utilisée par notre organisme, une protéine doit être d'abord scindée en différents acides aminés qui la composent : ceux-ci sont ensuite absorbés et utilisés pour synthétiser de nouvelles protéines.

Il existe des centaines d'acides aminés différents, mais seulement 22 entrent dans la structure des protéines humaines. 9 parmi ces 22 sont dits « essentiels » car notre organisme ne peut pas les synthétiser : histidine, isoleucine, leucine, lysine, méthionine, phénylalanine, thréonine, tryptophane et valine². Tout aliment contient le cortège complet d'acides aminés, y compris bien évidemment les essentiels [5], contrairement aux affirmations qu'on peut lire ou entendre un peu partout en France, y compris sur le site officiel du PNNS (Programme national nutrition santé). Le terme de « protéine incomplète », utilisé

Tout aliment contient le cortège complet d'acides aminés, y compris bien évidemment les essentiels, contrairement aux affirmations qu'on peut lire ou entendre un peu partout en France

La qualité des protéines

Ne pouvant s'attaquer ni à la quantité des protéines dans les végétaux, ni à une quelconque « incomplétude » de ces protéines, les lobbyistes ont alors trouvé pain béni pour leur propagande dans le concept de « qualité » des protéines, non pas parce que la qualité des protéines dans les végétaux serait insuffisante, mais tout simplement sur la base d'évaluations faites à l'aube de la nutrition en tant que science. Peu importe que ces évaluations aient été abandonnées depuis longtemps, elles peuvent bien servir encore à la propagande de l'industrie agro-alimentaire et des « experts » financés par cette même industrie. Nous allons montrer non seulement que les allégations sur la qualité des protéines végétales sont infondées, mais aussi les raisons historiques de cette idée fautive.

Aussi surprenant que cela puisse sembler, l'origine du mythe des protéines de mauvaise qualité est à rechercher

dans des études effectuées sur les rats au début du xx^e siècle ! Dans une série d'expériences sur les rongeurs, culminant dans un article de 1914 [6], les chercheurs – qui à l'époque étaient en quête de nature et composition des protéines – avaient trouvé que les rats grandissaient mieux avec de la caséine (protéine du lait) qu'avec la zéine (protéine du maïs). C'est cette expérience qui a ouvert la porte au mythe des protéines végétales dites « protéines de qualité inférieure ».

levure de bière	47,90	porc (muscle)	22,00	cabillaud	17,70	millet	10,60	pomme de terre	2,04
soja	38,20	bœuf (muscle)	22,00	sole	17,50	sarrasin	9,77	avocat	1,90
pois carré	33,10	thon	21,50	langouste	17,20	seigle	9,50	patate douce	1,63
beurre de cacahuète	30,80	veau (muscle)	21,30	merlu	17,20	huître	9,00	céleri-rave	1,55
graines de lin*	30,70	bœuf (filet)	21,20	noix	17,00	maïs	8,66	panais	1,31
germe de blé	28,70	foie de mouton	21,20	jaune d'œuf	16,10	riz	7,78	banane	1,15
graine de tournesol	26,50	haricot blanc	20,90	noix du Brésil	16,00	petits pois verts	6,55	lait maternel	1,11
cacahuète	25,30	sésame	20,90	amarante	15,80	cèpe	5,40	orange	1,00
pavot	23,80	haricot de Lima	20,60	graines de chia	15,60	bolet rude	4,70	carotte	0,98
mungo vert (ambérique)	23,60	filet de mouton	20,40	foie de veau	14,90	noix de coco	4,62	tomate	0,95
haricot rouge	23,60	pois d'Angola	20,20	quinoa	14,80	feuilles de persil	4,43	cerise	0,90
lentille	23,40	agneau (muscle)	20,08	épeautre (farine complète)	14,20	chou vert	4,30	fraise	0,82
mungo noir	23,10	saumon	19,90	noisette	14,10	yaourt 3,5%	3,80	pêche	0,76
camembert	23,00	poulet pour rôti	19,90	fromage blanc	13,50	figue séchée	3,54	mandarine	0,70
pois jaune	22,90	truite	19,50	œuf de poule entier	12,50	lait de vache entier	3,31	citron	0,70
jambon de porc	22,50	sardine	19,40	blé	11,40	épinard	2,81	raisin	0,68
dindonneau	22,40	maquereau	18,70	orge	11,20	pousses de bambou	2,50	pamplemousse	0,60
amande douce	22,10	pois chiche	18,60	sorgho	11,10	haricots verts	2,39	rhubarbe	0,60
brie	22,10	hareng	18,20	blanc d'œuf	11,10	chanterelle	2,38	pomme	0,34
porc (filet)	22,00	carpe	18,00	avoine	10,70	poireau	2,14		

*nutritiondata.self.com

TABLEAU 2. Teneur en protéines de différents aliments (par 100 g d'aliment), en ordre décroissant.

1. La levure est un champignon : ce n'est pas un végétal mais un aliment couramment consommé par les végétaliens.

2. On a douté pendant longtemps du caractère essentiel de l'histidine. Auparavant, l'histidine était considérée comme essentielle pour les nourrissons mais pas pour les adultes : on comptait ainsi huit acides aminés essentiels. Le dernier rapport FAO/OMS/UNU [2] a tranché et attribué aussi à l'histidine le caractère essentiel.

Or, le moins que l'on puisse dire est que 1° nous ne sommes pas des rats ; et 2° nous consommons des aliments, pas des protéines isolées, qui sous cette forme peuvent être altérées, et leur digestibilité s'en trouver affectée.

Ultérieurement la recherche s'est orientée vers l'élaboration d'une mesure quantitative de la qualité des protéines, c'est ainsi que plusieurs indices ont été introduits.

Tout d'abord, des indices biologiques, qui estiment la qualité d'une protéine sur la base de la réponse d'un animal (typiquement un rongeur) qui les consomme. Ainsi, nous trouvons le PER (*protein efficiency ratio*), défini comme le rapport entre l'augmentation de masse corporelle de l'animal et la quantité de protéine consommée ; le NPU (*net protein utilization*), défini comme le rapport entre la quantité d'un acide aminé converti dans les protéines de l'organisme et la quantité de cet acide aminé dans l'aliment – un indice difficile à estimer car sensiblement affecté par la présence des autres acides aminés, dans l'aliment et dans l'organisme ; le BV (*biological value*), défini comme la proportion des protéines contenues dans un aliment qui est effectivement utilisée par l'organisme pour synthétiser des tissus, des enzymes ou autre. Ces indices ont fait l'objet de critiques répétées car difficiles à obtenir de façon non biaisée. De plus leur transposition d'une espèce à l'autre – notamment, leur utilisation dans l'alimentation humaine – n'est pas immédiate. C'est pourquoi leur utilisation dans l'alimentation humaine reste problématique.

Un indice beaucoup plus objectif, car basé exclusivement sur la composition en acides aminés d'un aliment (et pas d'une protéine isolée) est l'indice chimique (*chemical score*, en anglais), calculé en divisant la quantité de chaque acide aminé essentiel dans un aliment par la quantité du même acide aminé dans une « protéine de référence » – considérée comme celle qui satisferait parfaitement à elle seule aux besoins de l'organisme, sans excès ni défaut – le tout exprimé par gramme de protéine. Le plus faible rapport ainsi obtenu parmi tous les acides aminés essentiels représente l'indice chimique de l'aliment ; si celui-ci est inférieur à 1, l'acide aminé qui donne cet indice est dit « limitant » parce que si l'aliment qui le contient était consommé isolément, il limiterait l'utilisation des autres acides aminés, plus abondants. Nous avons déjà traité de l'indice chimique dans le n° 115 de la revue. Toutefois, afin de montrer l'origine du mythe des protéines, il est important d'y revenir avec différents exemples.

La protéine de référence

Pour le calcul de l'indice chimique nous avons besoin de la composition en acides aminés de l'aliment et de celle de la protéine de référence. Le rôle de la protéine de référence est d'établir un critère de comparaison, car les protéines d'un aliment ne peuvent être utilisées que si tous les acides aminés essentiels sont présents ; quand l'un d'entre eux est complètement utilisé, les autres ne peuvent plus l'être, même si encore abondamment présents. Pour rendre l'idée, on peut utiliser une analogie simplifiée. Si on veut préparer des tartines avec de la purée d'amande et de la confiture, une fois que le pot de confiture est vide, on ne plus tartiner même s'il nous reste du pain et de la purée d'amandes : la confiture est donc l'élément « limitant » dans notre préparation. Dans le cas de l'indice chimique des protéines c'est à peu près la même chose ; seulement, au lieu d'avoir 3 ingrédients (le pain, la purée d'amandes et la confiture), on en a 9 (les acides aminés essentiels) et quand l'un d'entre eux est utilisé à 100 % (l'acide aminé « limitant »), les autres ne sont plus utilisables. Il va de soi que tout dépend du choix de la protéine de référence, car si on change celle-ci,

on modifie les résultats et on bouleverse les conclusions. C'est bien la stratégie adoptée par l'industrie alimentaire pour nous faire croire à une prétendue supériorité des protéine animales : il suffit de choisir une protéine animale comme protéine de référence pour que soudain les protéines animales apparaissent comme de meilleure qualité. Or, comme nous l'avons vu, les expériences datant d'il y a plus d'un siècle sur les rats nourris

avec des protéines isolées, suggéraient justement que la caséine était de qualité supérieure. C'est ainsi que la caséine représentant 80 % des protéines du lait de vache, a été prise comme référence, pendant une certaine période. Par la suite, c'est la protéine de blanc d'œuf qui a pris le relais comme référence [7]. Mais au fur et à mesure que les connaissances en nutrition avançaient, on s'est rendu compte non seulement qu'on avait largement surestimé les besoins en protéines mais aussi que la référence n'était pas tout à fait au point.

La composition en acides aminés de la protéine de référence est donnée dans le dernier rapport FAO/OMS/ONU [2] : nous la reproduisons dans les deux premières colonnes du tableau 3, en milligrammes d'acides aminés essentiels dans un gramme de la protéine de référence. Il s'agit donc d'un indice qualitatif de la protéine, il sera exprimé par gramme de protéine. Attention, il ne faut donc pas confondre qualité et quantité, ici l'indice est indépendant de la quantité de protéine dans l'aliment. Par exemple un aliment peut contenir des protéines à indice chimique très élevé mais être pauvre en protéines. Vice versa, on peut avoir un aliment

Non seulement la quantité de protéines apportée par les végétaux dépasse largement les besoins dans toutes les étapes de notre vie, mais leur qualité est bien supérieure à ce que l'industrie voudrait nous faire croire



Site <mangerbouger.fr> qui affirme que les légumineuses « manquent de certains acides aminés, notamment essentiels ». Ce qui est complètement faux. (copie d'écran)

Légumineuses

Appelées aussi légumes secs. Ce sont des aliments végétaux qui regroupent les haricots, les lentilles, les pois chiches, les fèves, etc. Les légumineuses sont une source intéressante de protéines. Toutefois, contrairement aux protéines apportées dans les aliments d'origine animale comme la viande ou les œufs par exemple, les protéines des légumineuses manquent de certains acides aminés, notamment essentiels.

riche en protéines mais à indice chimique bas – c'est-à-dire qui s'éloigne des besoins exprimés via la protéine de référence. Évidemment, les besoins varient aussi avec l'âge, mais comme le montre le tableau 1 les différences sont minimes : de l'enfance à l'âge adulte, on ne constate pas de variation sensible dans les besoins en acides aminés essentiels. Ainsi, dans les exemples qui suivent nous utilisons les besoins de l'adulte, mais les résultats ne changent guère si on utilise les valeurs pour une tranche d'âge différente.

L'indice chimique des aliments

Dans le tableau 3 ci-dessous nous montrons les détails du calcul de l'indice chimique pour deux aliments : le lait de vache entier et le pois chiche. Pour chacun des deux aliments, la première colonne donne la quantité d'acides aminés essentiels en milligramme par gramme de protéine ; dans la deuxième colonne, cette valeur est divisée par la valeur correspondante dans la protéine de référence de l'OMS/FAO/ONU. La valeur la plus faible parmi les 9 ainsi obtenues et l'indice chimique de l'aliment. On voit que l'indice chimique du lait est de 1,71, celui des pois chiches de 1,32. Dans les deux cas, la valeur est bien supérieure à 1 : il n'y a donc pas d'acide aminé limitant dans le lait ni le pois chiche, et les acides aminés essentiels sont complètement utilisés dans les deux aliments.

		Lait de vache entier		Pois chiche	
Histidine	15	26,28	1,75	28,49	1,90
Isoleucine	30	51,36	1,71	61,29	2,04
Leucine	59	114,80	1,95	78,49	1,33
Lysine	45	98,79	2,20	73,66	1,64
Soufrés	22	42,30	1,92	29,03	1,32
Aromatiques	38	107,55	2,83	87,10	2,29
Thréonine	23	50,45	2,19	37,63	1,64
Tryptophane	6	12,69	2,11	8,60	1,43
Valine	39	67,98	1,74	52,69	1,35

TABLEAU 3. Première et deuxième colonne : quantité d'acides aminés essentiels dans la protéine de référence OMS/FAO/ONU 2002 (milligramme par gramme de protéine). Troisième et cinquième colonne : quantité d'acides aminés essentiels (milligramme par gramme de protéine) dans le lait de vache entier et dans les pois chiches. Quatrième et sixième colonne : indice chimique des deux aliments.

levure de bière	1,19		porc (muscle)	1,48		cabillaud	1,58		millet	0,59	Lysine	pomme de terre	1,11	
soja	1,11		bœuf (muscle)	1,50		sole	1,24		sarrasin	1,14		avocat	1,05	
pois carré	1,55		thon	1,69		langouste	0,87	Leucine	seigle	0,94	Lysine	patate douce	0,87	Leucine
beurre de cacahuète	0,77	Lysine	veau (muscle)	1,50		merlu	1,42		huître	1,48		céleri-rave	0,65	Soufrés
graines de lin	1,05		bœuf (filet)	1,58		noix	0,58	Lysine	maïs	0,64	Lysine	panais	0,69	Soufrés
germe de blé	1,28		foie de mouton	1,33		jaune d'œuf	1,72		riz	0,86	Lysine	banane	0,43	Soufrés
graine de tournesol	0,75	Lysine	haricot blanc	1,07		noix du Brésil	0,58	Lysine	petits pois verts	1,60		lait maternel	1,72	
cacahuète	0,97	Lysine	sésame	0,68	Lysine	amarante	0,93	Leucine	cèpe	0,19	Isoleucine	orange	0,50	Soufrés
pavot	1,30		haricot de Lima	1,21		graines de chia	1,31		bolet rude	0,19	Lysine	carotte	0,73	Leucine
mungo vert (ambérique)	1,27		filet de mouton	1,48		foie de veau	1,72		noix de coco	0,72	Lysine	tomate	0,38	Soufrés
haricot rouge	1,18		pois d'Angola	0,68	Soufrés	quinoa	1,07		feuilles de persil	0,42	Soufrés	cerise	0,35	Soufrés
lentille	0,91	Soufrés	agneau (muscle)	1,43		épeautre (farine complète)	0,55	Lysine	chou vert	0,99	Leucine	fraise	0,44	Soufrés
mungo noir	0,41	Soufrés	saumon	1,51		noisette	0,60	Lysine	yaourt 3,5%	1,56		pêche	0,57	Isoleucine
camembert	1,58		poulet pour rôti	1,52		fromage blanc	1,69		figue séchée	0,67	Leucine	mandarine	0,44	Leucine
pois jaune	1,59		truite	1,55		œuf de poule entier	1,58		lait de vache entier	1,71		citron	0,44	Leucine
jambon de porc	1,54		sardine	1,58		blé	0,74	Lysine	épinard	1,15		raisin	0,25	Isoleucine
dindonneau	1,27		maquereau	1,63		orge	0,77	Lysine	pousses de bambou	0,89	Soufrés	pamplemousse	0,38	Soufrés
amande douce	0,58	Lysine	pois chiche	1,32		sorgho	0,52	Lysine	haricots verts	0,99	Leucine	rhubarbe	0,61	Soufrés
brie	1,54		hareng	1,63		blanc d'œuf	1,48		chanterelle	0,36	Lysine	pomme	0,53	Soufrés
porc (filet)	1,48		carpe	1,50		avoine	1,03		poireau	0,87	Soufrés			

TABLEAU 4. Indice chimique des aliments présentés dans le tableau 2, dans la même séquence. Quand l'indice chimique est inférieur à 1, l'acide aminé limitant est indiqué.

Le tableau 4 ci-dessus donne l'indice chimique des aliments du tableau 2 dans le même ordre (décroissant par contenu protéique), afin de faciliter la comparaison. Ces valeurs ont été obtenues exactement comme dans les exemples du tableau 3, les détails ne sont pas donnés car ils prendraient trop de place. Pour les aliments à indice chimique inférieur à 1, l'acide aminé limitant est précisé à droite de l'indice chimique. On voit qu'aucun aliment n'a d'indice chimique nul, ce qui correspondrait à l'absence complète d'un acide aminé essentiel (c'est pourtant ce qu'affirme le PNNS!). On voit aussi que de nombreux aliments végétaux ont un indice chimique proche de 1, voire supérieur. Les valeurs

les plus faibles se retrouvent pour les champignons, les fruits et certains légumes (tomate par exemple), dont le contenu protéique est de toute façon trop faible pour que ces derniers soient considérés comme des sources significatives de protéine. Les aliments riches en protéines ont généralement un indice chimique moyen à élevé, c'est-à-dire une « qualité » protéique bonne à excellente. Pour les céréales on va de 0,52 (sorgho, peu courant chez nous certes, mais rappelez-vous du kwashiorkor, cette malnutrition touchant les jeunes enfants en Afrique...), à 1,28 (germe de blé). Les céréales les plus communes à nos latitudes ont un indice chimique compris entre 0,7 et 1. En ce qui concerne

	haricot blanc mg/g de protéine	protéine de réf. OMS/FAO /UNU 2002	indice chimique haricot (2002)	protéine de réf. 1973	indice chimique haricot (1973)	protéine de réf. 1957	indice chimique haricot (1957)	œuf mg/g de protéine	indice chimique haricot par rapport à l'œuf
Histidine	33,49	15	2,23					26,40	1,27
Isoleucine	71,29	30	2,38	18	3,96	42	1,70	74,40	0,96
Leucine	108,13	59	1,83	25	4,33	48	2,25	100,80	1,07
Lysine	89,47	45	1,99	22	4,07	42	2,13	71,20	1,26
Soufrés	23,44	22	1,07	24	0,98	42	0,56	60,80	0,39
Aromatiques	113,40	38	2,98	25	4,54	56	2,02	111,20	1,02
Thréonine	55,02	23	2,39	13	4,23	28	1,97	56,80	0,97
Tryptophane	11,00	6	1,83	6,5	1,69	14	0,79	18,40	0,60
Valine	77,99	39	2,00	18	4,33	42	1,86	89,60	0,87

TABLEAU 5. Influence du choix de la protéine de référence sur le calcul de l'indice chimique. L'histidine n'est pas prise en compte dans le calcul selon les paramètres de 1957 et de 1973 car à l'époque elle n'était pas encore considérée comme essentielle pour l'adulte.

les légumineuses (très riches en protéines, d'ailleurs) l'indice chimique varie entre 0,91 (lentilles) et 1,60 (petits pois verts). Des valeurs inférieures se trouvent chez les mungos noirs et les pois d'Angola, pas vraiment courants chez nous. Quant aux oléagineux, représentant une source protéique importante, si le sésame a un indice chimique de 0,68, le pavot, lui, est à 1,30. Rappelons aussi que le pavot est la source la plus riche de calcium, 1 460 mg pour 100 g de graines de pavot (soit largement plus que n'importe quel fromage), et regardons ainsi sous une toute nouvelle lumière cette petite graine à tort méprisée et considérée comme une sorte de cosmétique pour la croûte du pain. Ainsi, non seulement la quantité de protéines apportée par les végétaux dépasse largement les besoins dans toutes les étapes de notre vie, mais leur qualité est bien supérieure à ce que l'industrie voudrait nous faire croire.

Précision : les indices chimiques du tableau 4 devraient être corrigés par la digestibilité, qui prend en compte le fait qu'une fraction de l'aliment n'est pas digérée et absorbée [8]. Les résultats montrent une baisse légère de ces indices. Cependant les données sur la digestibilité des aliments sont beaucoup moins complètes et convaincantes que la simple composition chimique. Elles sont obtenues sur la base d'expériences sur les rats, dont le métabolisme diffère significativement de celui de l'humain. En général, cette correction varie entre 70 % (maïs) et 99 % (gluten) [2], ce qui ne change pas grand-chose aux conclusions issues de l'indice chimique non corrigé.

L'origine du mythe de la supériorité des protéines animales

Comme nous l'avons vu, ce sont des expériences menées avec des protéines isolées données à des rats qui sont à l'origine du mythe de la supériorité des protéines animales. Il aura fallu bien du temps pour se débarrasser des biais produits par cette première conclusion. En fait, les éditions anciennes du rapport FAO/OMS, et surtout l'édition de 1957, utilisaient une protéine de référence qui s'approche de la composition de la protéine de l'œuf. Or, il est évident que si on change la référence, on change aussi les résultats, et notamment l'indice chimique. Le tableau 5 ci-dessus l'illustre de manière exemplaire : la composition en acides aminés essentiels du haricot blanc est comparée à celle de la protéine de référence donnée dans trois éditions différentes du rapport FAO/OMS (2002 [2], 1973 [9], 1957 [10]), ainsi qu'à la composition de l'œuf, qui a été longtemps considérée comme la « meilleure » protéine [7]. On voit que l'indice chimique chute de 1,07 jusqu'à 0,39 en fonction de la référence utilisée. Aucune surprise, si l'on choisit comme référence une protéine animale, ou une protéine qui lui ressemble, les protéines végétales apparaissent comme de moindre qualité. Ce serait bien évidemment l'inverse si on choisissait comme référence une protéine végétale. **Les connaissances en nutrition ont depuis bien évolué et la protéine de référence d'aujourd'hui a une composition en acides aminés essentiels beaucoup plus proche de celle des protéines végétales.** Mais l'industrie agroalimentaire a tout intérêt à conserver les références désuètes utilisées il y a un demi-siècle, car les connaissances scientifiques dont on dispose aujourd'hui vont à l'encontre de ses intérêts.

Le mythe des associations d'aliments

Combien de fois avez-vous entendu et lu qu'il « faut » associer céréales et légumineuses afin d'obtenir une protéine « complète » ? À la lecture de ce dossier, vous comprenez que cette affirmation est dépourvue de tout fondement. Tout d'abord, **tout aliment contient des protéines « complètes », c'est-à-dire composées de tous les acides aminés.** Deuxièmement, la qualité des protéines végétales est telle qu'il n'y a aucune nécessité d'introduire des stratagèmes nutritionnels ou culinaires afin de couvrir les besoins physiologiques en protéines. Il suffit de consommer la ration calorique nécessaire pour se trouver systématiquement en excès protéique.

Ironie de l'histoire, c'est l'un des personnages les plus influents dans le développement du végétarisme qui est responsable de ce mythe des protéines végétales « incomplètes » : il s'agit de Frances Moore Lappé, écrivaine et activiste, co-fondatrice de trois organisations américaines qui étudient les relations entre famine, pauvreté et crises environnementales, ainsi que les solutions possibles, qu'elle appelle « démocratie vivante » (« Living Democracy »). Elle est l'auteur de 18 livres dont le plus célèbre est sans doute *Diet for a Small Planet* [11]. Dans l'édition de 1971 de son livre, elle suggère de combiner céréales et légumineuses, car l'acide aminé limitant dans les céréales (normalement la lysine) est abondant dans les légumineuses et vice versa l'acide aminé limitant dans les légumineuses (normalement la méthionine, acide aminé soufré) est abondant dans les céréales. Ainsi, cette combinaison permettrait de se rapprocher de la composition de la protéine animale. Rappelez-vous qu'à l'époque la protéine de référence était celle de l'œuf, il était donc plutôt logique d'essayer de s'en rapprocher. Aujourd'hui on sait que la référence utilisée à l'époque était complètement biaisée. Mais ce mythe perdure et maintient vivace l'image de la protéine animale comme idéal vers lequel tendre.

Dans la deuxième édition du livre (1981), ce conseil a disparu, remplacé par une mise au point sur les conséquences erronées qu'une telle idée avait produites. Voici ce que l'auteur dit elle-même dans l'édition de 1981. « En 1971, j'ai souligné la complémentarité des protéines car je supposais que le seul moyen d'obtenir suffisamment de protéines était de créer une protéine exploitable par l'organisme au même niveau que les protéines animales. Dans la lutte contre le mythe que la viande est la seule façon d'obtenir des protéines de haute qualité, j'ai renforcé un autre mythe. J'ai donné à penser qu'afin d'obtenir suffisamment de protéines sans viande, un soin considérable était nécessaire dans le choix des aliments. En fait, c'est beaucoup plus facile que je pensais ». Tout est dit.

Choisir ses protéines

Vous l'aurez compris, sauf cas particuliers (régimes extrêmes, anorexie mentale...), **il n'y a aucune nécessité de se soucier du contenu protéique de son assiette, il suffit de consommer assez de calories pour couvrir les besoins protéiques.** Dans notre société opulente, on ne souffre certainement pas de carence calorique mais bien plutôt d'excès. Ce n'est pas la même chose partout dans le monde. Entre 2012 et 2014, 805 millions de personnes étaient sous-alimentées dans le monde [12] : sous-alimentées signifie surtout carence calorique. Dans cette situation, ne serait-il pas avantageux de privilégier des protéines à plus haut indice chimique, étant donné que l'apport quantitatif en protéines est forcément limité par l'insuffisance calorique ? Effectivement, dans ce cas de figure le fameux mythe de l'association céréales + légumineuses prend du sens. Hélas, les populations sujettes à carence calorique n'ont toutefois guère le choix ! C'est très gentil de leur dire de consommer du riz avec des haricots, alors que souvent ils n'ont ni riz ni haricots mais doivent se contenter du manioc, dont l'apport protéique est très faible. On voit ici toute l'absurdité des recommandations alimentaires venant de nos autorités sanitaires : une stratégie optimale pour une population qui souffre de la famine est transposée telle quelle à une population qui souffre de surpoids et qui aurait tout intérêt à réduire son apport alimentaire, y compris protéique !

« Chez nous », où l'on consomme trop de tout, le choix des protéines a-t-il de l'importance, vu que de toute façon les besoins sont largement couverts ? En réalité, la consommation de protéines à haut indice chimique entraîne une augmentation du taux sérique d'IGF-1 (*insulin-like growth factor 1*), l'un des facteurs de croissance le plus puissant chez les mammifères [13]. Or, l'IGF-1 est exploité par les cellules cancéreuses pour se développer : plus les niveaux d'IGF-1 sont élevés, plus élevé est le risque que les foyers cancéreux, dont nous sommes tous porteurs à chaque instant, grandissent et se transforment en tumeurs.

Tout autre facteur étant égal par ailleurs, consommer des protéines animales comporte un risque accru de développer des tumeurs à cause du plus haut niveau d'IGF-1 qui en résulte. Les populations des pays développés, qui ne risquent nullement une carence protéique, ont ainsi tout intérêt à se tourner vers les protéines végétales, sans aucune nécessité d'associer céréales et légumineuses car ceci augmenterait l'indice chimique de la composition en acides aminés du repas, en le rapprochant de celui de la protéine animale.

Mais il y a encore une autre raison pour préférer les protéines végétales : leur moindre apport en acides aminés soufrés. Un intermédiaire fondamental du métabolisme des acides aminés soufrés est l'homocystéine, un acide aminé qui ne rentre pas dans la fabrication des protéines. Des niveaux élevés d'homocystéine sont toxiques pour l'organisme et sont impliqués dans un très grand nombre de pathologies : maladies cardiovasculaires, troubles psychia-

triques, tumeurs et bien d'autres [14,15]. Un moindre apport en acides aminés soufrés, en particulier en méthionine, réduit le risque d'augmentation du taux d'homocystéine avec l'âge. Les protéines végétales, et surtout celles des légumineuses – dans lesquelles l'acide aminé le moins abondant est justement un acide aminé soufré – sont ainsi à préférer aux protéines animales. ■

Références bibliographiques

1. Sur le concept d'« adaptivore », voir la fiche info « Anatomie comparée » : (www.vegetarisme.fr/boutique/fiche-anatomie-comparee/).
2. Protein and amino acid requirements in human nutrition. Report of a joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation. WHO technical report series n°935, 2007 (disponible en version PDF (http://whqlibdoc.who.int/trs/who_trs_935_eng.pdf)).
3. (www.who.int/childgrowth/standards/weight_for_age/fr/).
4. (www.disabled-world.com/artman/publish/height-weight-teens.shtml)
5. Souci, Fachmann, Kraut. *La Composition des aliments. Tableaux des valeurs nutritives*. 7^e édition. MedPharm, Taylor and Francis, 2008. Pour l'épeautre, il s'agit de la farine complète. Pour les haricots rouges et les graines de lin : (nutritiondata.self.com).
6. Osborne, T.A., Mendel, L.B. Amino-acids in nutrition and growth. *J. Biol. Chem.*, 1914:325-349.
7. Joint FAO/WHO Expert Group on Protein Requirements (1965) Report. FAO Nutrition Meetings Report Series, no 37; World Health Organization Technical Report Ser., no 301. (http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_301.pdf).
8. Schaafsma, G. The Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score. *The Journal of Nutrition* 130 (7): 1865S-1867S.
9. Energy and protein requirements. Report of a Joint FAO/WHO ad hoc Expert Committee. Geneva, World Health Organization, 1973 (WHO Technical Report Series, no 522). (http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_522.pdf). (http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/41042/1/WHO_TRS_522_eng.pdf).
10. FAO Nutritional Studies no 16. Protein Requirements. Report of the FAO Committee Rome, Italy, 24-31 October, 1955. 1957, p. v + 52.
11. Lappé, FM. *Diet for a Small Planet*. (1981), traduction française : Sans viande et sans regrets : Un régime alimentaire pour une petite planète, édition Robert Davies, 2002.
12. FAO. Rapport sur la faim 2014 (www.fao.org/hunger/fr/).
13. Allen, N.E., Appleby, P.N., Davey, G.K., Key, T.J. Hormones and diet: low insulin-like growth factor-I but normal bioavailable androgens in vegan men. *Br. J. Cancer*, 83(1):2000:95-97.
14. Carmel R., Jacobsen, D.W. *Homocysteine in Health and Disease*, Cambridge University Press, 2011.
15. Bolander-Gouaille C., Bottiglieri T. *Homocysteine: Related Vitamins and Neuropsychiatric Disorders*, second edition, Springer, 2010.