

Le mythe des protéines

Massimo Nespolo, DrSc

Professeur à l'Université de Lorraine, Nancy, France

L'une des principales objections portée contre un 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. Le fait que les protéines animales sont au bout du compte obtenues par transformation, via l'organisme de l'animal, des protéines végétales, devrait aussi montrer l'absurdité d'une telle objection, car si d'un côté il existe bien dans la nature des animaux carnivores, l'homme n'en fait pas partie, étant tout au plus omnivore – ou plutôt « adaptivore » [1]. Pourtant, dans l'imaginaire collectif, continuellement nourri par les lobbies de l'agroalimentaire, les protéines sont indissociables de la chair animale ou au moins d'une origine animale (lait, œuf). Nous allons montrer l'origine et les raisons de ce mythe afin de le démonter une fois pour toutes.

Les besoins en protéines

Les besoins en protéines sont largement inférieurs à ce que l'industrie veut nous faire croire. Le tableau 1 le montre sans ambiguïté. Ce tableau 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 la seule différence suivante : nous avons exprimé les besoins énergétiques en kilocalories (unité de mesure de l'énergie beaucoup plus familière au lecteur) et non en kiloJoules (l'unité de mesure officielle). Pour les tranches d'âge concernant 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 étant plus variable que celui des enfants, on peut 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 ainsi les besoins en grammes. Au centre du tableau, on trouve les besoins en énergie 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. Un premier mythe est mis à mal, celui selon lequel les sportifs auraient besoin de plus de protéines que les sédentaires du même poids. Sachant qu'un gramme de protéines apporte 4 kilocalories, on obtient le besoin en protéines exprimé comme pourcentage en calorie. On voit 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 montre la teneur en protéines de différents aliments, exprimée en grammes de protéines pour 100 grammes d'aliments, en ordre décroissant. On voit que les treize premiers aliments par richesse

protéique sont des végétaux¹. On comprend aisément que c'est virtuellement impossible de ne pas satisfaire les besoins protéiques tant qu'on satisfait les besoins caloriques. Pour subir une carence en protéines, il faut soit être en forte carence calorique (populations souffrant de famine, cas pathologiques comme les anorexiques), soit consommer 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 les 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 les risques de carence protéique ne concernent certainement pas les pays développés, qui souffrent plutôt d'un grand excès protéique.

Tableau 1. Besoin en protéines et énergie en fonction de l'âge et de l'effort physique. g/k = grammes de protéine par kilo de poids; % = pourcentage en protéines.

	Homme						Femme											
	Homme			Femme			Activité légère		Activité modérée		Activité intense		Activité légère		Activité modérée		Activité intense	
Âge (ans)	poids (kg)	g/k	g protéines	poids (kg)	g/k	g protéines	Kcal/Kg	%	Kcal/Kg	%	Kcal/Kg	%	Kcal/Kg	%	Kcal/Kg	%	Kcal/Kg	%
0,5	7,5	1,12	8,4	7	1,12	7,8			601	5,6%					569	5,5%		
2,5	13,5	0,75	10,1	13	0,76	9,9			1123	3,6%					1038	3,8%		
5	18,5	0,69	12,8	18	0,71	12,8			1393	3,7%					1312	3,9%		
10	32	0,75	24,0	32	0,74	23,7	1782	5,4%	2103	4,6%	2409	4,0%	1606	5,9%	1897	5,0%	2180	4,3%
15	56	0,71	39,8	52	0,69	35,9	2610	6,1%	3078	5,2%	3547	4,5%	2113	6,8%	2399	6,0%	2859	5,0%
18-29	70	0,66	46,2	70	0,66	46,2	2710	6,8%	3062	6,0%	3848	4,8%	2359	7,8%	2660	6,9%	3346	5,5%
30-59	70	0,66	46,2	70	0,66	46,2	2593	7,1%	2928	6,3%	3681	5,0%	2192	8,4%	2476	7,5%	3112	5,9%
>60	70	0,66	46,2	70	0,66	46,2	2175	8,5%	2459	7,5%	3095	6,0%	2008	9,2%	2259	8,2%	2844	6,5%
18-29	50	0,66	33,0	50	0,66	33,0	2235	5,9%	2533	5,2%	3179	4,2%	1900	6,9%	2151	6,1%	2701	4,9%
30-59	50	0,66	33,0	50	0,66	33,0	2247	5,9%	2533	5,2%	3179	4,2%	1936	6,8%	2187	6,0%	2749	4,8%
>60	50	0,66	33,0	50	0,66	33,0	1816	7,3%	2055	6,4%	2581	5,1%	1721	7,7%	1948	6,8%	2450	5,4%

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

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

Levure de bière	47,90	Soja	38,20	Pois carré	33,10	Beurre de cacahuète	30,80	Graines de lin	30,70
Germe de blé	28,70	Graine de tournesol	26,50	Cacahuète	25,30	Pavot	23,80	Mungo vert (ambérique)	23,60
Haricot rouge	23,60	Lentille	23,40	Mungo noir	23,10	Camembert	23,00	Pois jaune	22,90
Jambon de porc	22,50	Dindonneau	22,40	Amande douce	22,10	Brie	22,10	Porc (filet)	22,00
Porc (muscle)	22,00	Bœuf (muscle)	22,00	Thon	21,50	Veau (muscle)	21,30	Bœuf (filet)	21,20
Foie de mouton	21,20	Haricot blanc	20,90	Sésame	20,90	Haricot de lima	20,60	Filet de mouton	20,40
Pois d'Angola	20,20	Agneau (muscle)	20,08	Saumon	19,90	Poulet pour rôtir	19,90	Truite	19,50
Sardine	19,40	Maquereau	18,70	Pois chiche	18,60	Hareng	18,20	Carpe	18,00
Cabillaud	17,70	Sole	17,50	Langouste	17,20	Merlu	17,20	Noix	17,00
Jaune d'œuf	16,10	Noix du Brésil	16,00	Amarante	15,80	Graines de chia	15,60	Foie de veau	14,90
Quinoa	14,80	Épeautre	14,20	Noisette	14,10	Fromage blanc	13,50	Œuf de poule, entier	12,50
Orge	11,20	Blé	11,40	Sorgho	11,10	Blanc d'œuf	11,10	Avoine	10,70
Millet	10,60	Sarrasin	9,77	Seigle	9,50	Huître	9,00	Mais	8,66
Riz	7,78	Petits pois verts	6,55	Cèpe	5,40	Bolet rude	4,70	Noix de coco	4,62
Chou vert	4,30	Feuilles de persil	4,43	Yaourt 3,5 %	3,80	Figue séchée	3,54	Lait de vache entier	3,31
Épinard	2,81	Pousses de bambou	2,50	Haricots verts	2,39	Chanterelle	2,38	Poireau	2,14
Pomme de terre	2,04	Avocat	1,90	Patate douce	1,63	Céleri-rave	1,55	Panais	1,31
Banane	1,15	Lait maternel	1,11	Orange	1,00	Carotte	0,98	Tomate	0,95
Cerise	0,90	Fraise	0,82	Pêche	0,76	Mandarine	0,70	Citron	0,70
Raisin	0,68	Pamplemousse	0,60	Rhubarbe	0,60	Pomme	0,34		

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 être scindée en

acides aminés qui la composent : ceux-ci sont ensuite absorbés et utilisés pour synthétiser des nouvelles protéines.

Il existe des centaines d'acides aminés différents, mais seulement 22 rentrent dans la structure des protéines. Neuf parmi ces 22 sont dits « essentiels » car notre organisme ne peut pas les synthétiser : histidine, isoleucine, leucine, lysine, méthionine, phénylalanine, thréonine, tryptophane et valine². Contrairement aux mensonges qu'on lit et qu'on entend un peu partout, y compris sur le site officiel du PNNS (Programme National Nutrition Santé) français, tout aliment contient l'ensemble des acides aminés, y compris bien évidemment les essentiels [5]. Le terme de « protéine incomplète », utilisé par les lobbyistes pour indiquer une protéine qui manquerait d'un ou plusieurs acides aminés essentiels (voir la figure ci-dessous) 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 il y est bien présent : la protéine « incomplète » n'existe que dans les mensonges des lobbyistes.

The screenshot shows the website 'MANGER BOUGER' (Programme National Nutrition Santé). The navigation bar includes 'BIEN MANGER', 'BOUGER PLUS', 'POUR QUI?', 'PNNS', and 'LE MAG'. A newsletter sign-up button is also present. The main content area is titled 'Lexique' and features a search bar with 'A C D F G H I L M N O P S V' and a 'Légumineuses' entry. The entry text states: '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.' A sidebar on the right lists 'PNNS' topics like 'Le PNNS c'est quoi?', 'Les objectifs de santé publique', 'PNNS 2011-2015', 'Les outils', and 'Lexique'. At the bottom, there is a 'BOUGEZ PRÈS DE CHEZ VOUS' button.

Copie d'écran du site « mangerbouger.fr » qui affirme que les légumineuses « manquent de certains acides aminés, notamment essentiels ». Ce qui est complètement faux.

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.

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 trouvé du pain béni pour leur propagande dans le concept de « qualité » des protéines. Pas parce que la qualité des protéines dans les végétaux serait insuffisante, mais tout simplement à cause des repères pris à l'aube de la nutrition en tant que science pour évaluer cette qualité. Peu importe que ces repères aient été abandonnés depuis longtemps, ils servent bien à la propagande de l'industrie agroalimentaire 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 fausse idée.

Aussi surprenant qu'il 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, publiées dans un article en 1914 [6] où les chercheurs – qui à l'époque étaient en quête de la nature et de la composition des protéines – avaient trouvé que les rats grandissaient mieux avec la caséine (protéine du lait) qu'avec la zéine (protéine du maïs). C'est la découverte qui a ouvert la porte au mythe des protéines végétales comme protéines de qualité inférieure. Or, le moins qu'on puisse dire est que 1) nous ne sommes pas de rats; et 2) nous consommons des aliments, pas des protéines isolées.

Après ces premières indications, qui datent désormais d'il y a un siècle, la recherche s'est orientée vers l'obtention d'une mesure quantitative de la qualité des protéines et pour cela 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 d'un aliment ingéré à faire partie des protéines de l'organisme. Ces indices ont fait l'objet de critiques répétées car difficiles à obtenir de façon non biaisée et car leur transposition d'une espèce à l'autre – notamment, leur utilisation dans l'alimentation humaine – n'est pas immédiate.

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.

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 tant que 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 expliciter 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 trois ingrédients (le pain, la purée d'amandes et la confiture) on est à neuf (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 protéines animales : il suffit de choisir une protéine animale comme référence pour que, par voie de conséquence, les protéines animales apparaissent comme de meilleure qualité. Or, comme nous l'avons vu, les expériences sur les rats nourris avec des protéines isolées, qui dataient d'il y a plus d'un siècle, suggéraient justement que la caséine était de qualité supérieure : aucune surprise donc que les protéines du lait de vache, composées par de la caséine à mesure d'environ 80%, aient été prises comme référence, pendant une certaine période. Ensuite, l'œuf 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 mais aussi que la référence n'était pas tout à fait pertinente.

La composition en acides aminés de la protéine de référence est donnée dans le dernier rapport FAO/OMS/UNU [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. Puisque ces valeurs sont exprimées par gramme de protéine, elles sont indépendantes de la quantité de protéine dans l'aliment : il ne faut donc pas confondre qualité et quantité. Un aliment peut contenir des protéines ayant un indice chimique très élevé mais être pauvre en protéines. Vice versa, on peut avoir un aliment très protéique mais ayant un indice chimique inférieur – c'est-à-dire qui s'éloigne davantage 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 minimales : 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.

Tableau 3. Comment calculer l'indice chimique d'un aliment. Première et deuxième colonne : quantité d'acides aminés essentiels dans la protéine de référence OMS/FAO/UNU 2002 (mg par gramme de protéine). Troisième et cinquième colonne: quantité d'acides aminés essentiels (mg par gramme de protéine) dans le lait de vache entier et dans les pois chiches. Quatrième et sixième colonne: rapport entre les deux valeurs. Le plus petit rapport ainsi obtenu est l'indice chimique de l'aliment.

		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

L'indice chimique des aliments

Dans le tableau 3 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 *par gramme de protéine* ; la deuxième colonne, cette valeur divisée par la valeur correspondante dans la protéine de référence. La valeur la plus faible parmi les neuf ainsi obtenues est l'indice chimique de l'aliment. On voit que l'indice chimique du lait est de 1,72, celui des pois chiches de 1,32. Dans les deux cas, la valeur est bien supérieure à 1 : l'acide aminé limitant n'est donc pas défini et les acides aminés essentiels sont complètement utilisés dans les deux aliments.

Le tableau 4 donne l'indice chimique pour les mêmes aliments montrés dans le tableau 2, dans la même séquence (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 donné à côté de l'indice chimique.

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 = leucine ; Il = isoléucine ; Ly = lysine ; S = acides aminés soufrés (méthionine + cystéine).

Levure de bière	1,19	--	Soja	1,11	--	Pois carré	1,56	--	Beurre de cacahuète	0,77	Ly	Graines de lin	1,05	--	Germe de blé	1,28	--
Graine de tournesol	0,75	Ly	Cacahuète	0,97	Ly	Pavot	1,30	--	Mungo vert (ambérique)	1,58	--	Haricot rouge	1,34	--	Lentille	0,91	S
Mungo noir	0,41	S	Camembert	1,58	--	Jambon de porc	1,54	--	Pois jaune	1,59	--	Dindonneau	1,27	--	Amande douce	0,58	Ly
Brie	1,54	--	Porc (filet)	1,48	--	Porc (muscle)	1,48	--	Bœuf (muscle)	1,50	--	Thon	1,69	--	Veau (muscle)	1,50	--
Boeuf (filet)	1,58	--	Foie de mouton	1,33	--	Haricot blanc	1,07	--	Sésame	0,68	Ly	Haricot de lima	1,21	--	Filet de mouton	1,48	--
Pois d'Angola	0,68	S	Agneau (muscle)	1,43	--	Saumon	1,51	--	Poulet pour rôtir	1,52	--	Truite	1,55	--	Sardine	1,58	--
Maquereau	1,63		Pois chiche	1,33	--	Hareng	1,63	--	Carpe	1,50	--	Cabillaud	1,58	--	Sole	1,24	--
Langouste	0,87	Le	Merlu	1,42	--	Noix	0,58	Ly	Jaune d'œuf	1,72	--	Noix du Brésil	0,58	Ly	Amarante	0,93	Le
Graine de chia	1,31	--	Foie de veau	1,72	--	Quinoa	1,07	--	Épeautre	0,55	Ly	Noisette	0,60	Ly	Fromage blanc	1,69	--
Oeuf de poule, entier	1,58	--	Orge	0,77	Ly	Blé	0,74	Ly	Sorgho	0,52	Ly	Blanc d'œuf	1,48	--	Avoine	1,03	--
Millet	0,59	Ly	Sarrasin	1,14	--	Seigle	0,94	Ly	Huître	1,48		Maïs	0,64	Ly	Riz	0,86	Ly
Petits pois verts	1,60	--	Cèpe	0,19	Il	Bolet rude	0,19	Ly	Noix de coco	0,72	Ly	Chou vert	0,99	Le	Feuilles de persil	0,42	S
Yaourt 3,5 %	1,56	--	Figue séchée	0,67	Le	Lait de vache entier	1,71	--	Épinard	1,26	--	Pousses de bambou	0,89	S	Haricots verts	0,99	Le
Chanterelle	0,36	Ly	Poireau	0,87	S	Pomme de terre	1,11	--	Avocat	1,05		Patate douce	0,87	Le	Céleri-rave	0,65	S
Panais	0,69	S	Banane	0,43	S	Lait maternel	1,72	--	Orange	0,50	S	Carotte	0,73	Le	Tomate	0,38	S
Cerise	0,43	S	Fraise	0,44	S	Pêche	0,57	Il	Mandarine	0,44	Le	Citron	0,44	Le	Raisin	0,25	Il
Pamplemousse	0,38	S	Rhubarbe	0,61	S	Pomme	0,53	S									

Aucun aliment n'a d'indice chimique zéro, ce qui serait le cas si un acide aminé limitant « manquait », comme le PNNS voudrait nous faire croire. En réalité, la plupart des aliments végétaux ont un indice chimique proche de 1, voire supérieur. Les valeurs les plus faibles se trouvent chez les champignons, les fruits, certains légumes, dont le contenu protéique est trop faible pour être considéré comme une source protéique significative. Les aliments riches en protéines ont généralement un indice chimique de 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 entre 0,7 et 1. En ce qui concerne les légumineuses (très riches en protéines) l'indice chimique varie entre 0,91 (lentille) et 1,60 (petit pois verts). Des valeurs inférieures se trouvent chez les mungos noirs et les pois d'Angola, pas vraiment courants chez nous. Même les oléagineux représentent 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 (1460 mg pour 100 gramme de pavot), largement supérieur à n'importe quel fromage : assez pour regarder 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 celle que l'industrie voudrait nous faire croire.

L'indice chimique montré au Tableau 4 doit être corrigé par la digestibilité, qui prend en compte le fait qu'une fraction de l'aliment n'est pas digérée et absorbée [8]. Le résultat est que cela baisse légèrement l'indice chimique. 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 l'humain. Par ailleurs, la mesure même (iléale ou fécale) ne fait pas l'unanimité et en plus, le résultat est différent. En général, cette correction varie entre 70% (maïs) et 99% (gluten) [2], ce qui ne change pas grand chose aux conclusions tirées sur la base de l'indice chimique non corrigé. Enfin, il faut aussi prendre compte le fait que le catabolisme des muscles libère des acides aminés qui sont partiellement réutilisés, avec ceux qui proviennent de l'alimentation, pour synthétiser de nouvelles protéines.

L'origine du mythe de la supériorité des protéines animales

Comme nous l'avons vu, ce sont des expériences avec des protéines isolées données à des rats qui sont à l'origine du mythe de la supériorité des protéines animales. Mais il a 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 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 montre un exemple typique : la composition en acides aminés essentiels du haricot blanc est comparée à celle de la protéine de référence éditions 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 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 aujourd'hui a une composition en acides aminés essentiels beaucoup plus proche des protéines végétales. Mais l'industrie agroalimentaire a tout intérêt à maintenir les références utilisées il y a un demi-siècle et abandonnées depuis, car les connaissances scientifiques dont on dispose aujourd'hui vont à l'encontre de ses intérêts.

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. pdr = protéine de référence dans le rapport de l'année indiquée; ICH : indice chimique du haricot par rapport à la référence dans la colonne précédente. La teneur en acides aminés est exprimée en mg par gramme de protéine.

	Haricot blanc	pdr 2002	ICH	pdr 1973	ICH	pdr 1957	ICH	Œuf	ICH
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

Le mythe des associations

Combien de fois avez vous entendu et lu qu'il « faut » associer céréales et légumineuses afin d'obtenir une protéine « complète »? Après ce que vous venez de lire, vous devriez avoir compris que cette affirmation n'est pas pertinente dans la pratique. Tout d'abord, car tout aliment contient des protéines « complètes », c'est-à-dire composées de tous les acides aminés essentiels (et pas que les essentiels, d'ailleurs). Deuxièmement, car 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 en protéines : il suffit de consommer la ration calorique nécessaire pour se trouver systématiquement en excès protéique. Dans ce mythe complètement infondé il y a un aspect vraiment ironique : c'est l'un des personnages les plus importants et influents dans le développement du végétarisme qui est responsable de ce mythe. 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 possibles solutions, qu'elle appelle « démocratie vivante » (« Living Democracy »), est autrice des dix-huit livres dont le plus célèbre est sans doute « Diet for a small planet » [11]. Dans l'édition 1971 de son livre, l'autrice 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 permet 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

ou une protéine dont la composition en acides aminés essentiels se rapprochait beaucoup de celle de l'œuf : c'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 en vie la fausse image de la protéine animale comme quelque chose vers quoi il faut tendre. Dans la deuxième édition du livre (1981), ce conseil a disparu, remplacé par une mise au point sur les erreurs 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, anorexiques...), 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. Et dans notre société d'opulence, on ne risque certainement pas de carence calorique, c'est plutôt le contraire. Mais 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 d'abord et surtout en insuffisance d'apport calorique. Dans un tel cas, ne faudrait-il choisir des protéines à plus haut indice chimique, vue 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 la famine est transposée telle quelle à une population qui souffre du surpoids et qui aurait tout intérêt à *réduire* son apport alimentaire, y compris protéique ! Justement, « chez nous », où on consomme trop de tout, le choix des protéines n'a-t-il aucune importance, vu que de toute façon les besoins sont largement couverts ? Pas tout à fait. 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 les plus puissants 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 le risque que les foyers cancéreux, dont nous tous sommes porteurs à chaque instant, grandissent et se transforment en tumeurs. Tout autre facteur constant 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, ce qui augmente l'indice chimique et rapproche la composition en acides aminés du repas à celle de la protéine animale.

Mais il y 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 les protéines. L'homocystéine est particulièrement toxique pour l'organisme et est impliquée dans un très grand nombre de pathologies : maladies cardiovasculaires, troubles psychiatriques, cancers 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 à ce titre notamment préférables aux protéines animales.

Notes et références bibliographiques

- [1] Le terme « adaptivore » désigne une espèce animale capable d'adapter son alimentation aux différentes conditions climatiques, ce qui lui permet de coloniser des régions très différentes. L'humain est une espèce éminemment adaptivore; à l'autre extrême on trouve le koala, qui ne peut survivre que dans un écosystème offrant des feuilles d'eucalyptus. La capacité d'adaptation a toutefois un prix : le développement des pathologies typiques des sociétés riches, responsables d'environ 60% des décès, en est un exemple évident.
- [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 à l'adresse <http://apps.who.int/iris/handle/10665/4341>)
- [3] http://www.who.int/childgrowth/standards/weight_for_age/fr/
- [4] <http://www.disabled-world.com/artman/publish/height-weight-teens.shtml>
- [5] Données prise de Souci, Fachmann, Kraut, *La composition des aliments. Tableaux des valeurs nutritives*. 7ème 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. Disponible à l'adresse http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_301.pdf
- [8] G Schaafsma, 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). Disponible à l'adresse 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, pp. v + 52.
- [11] F. M. Lappé (1981) *Diet for a Small Planet* (ISBN 0-345-32120-0). traduction française : « Sans viande et sans regrets. : Un régime alimentaire pour une petite planète », édition Robert Davies, (ISBN-10: 2894620462)
- [12] FAO, rapport sur la faim 2014 (<http://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.