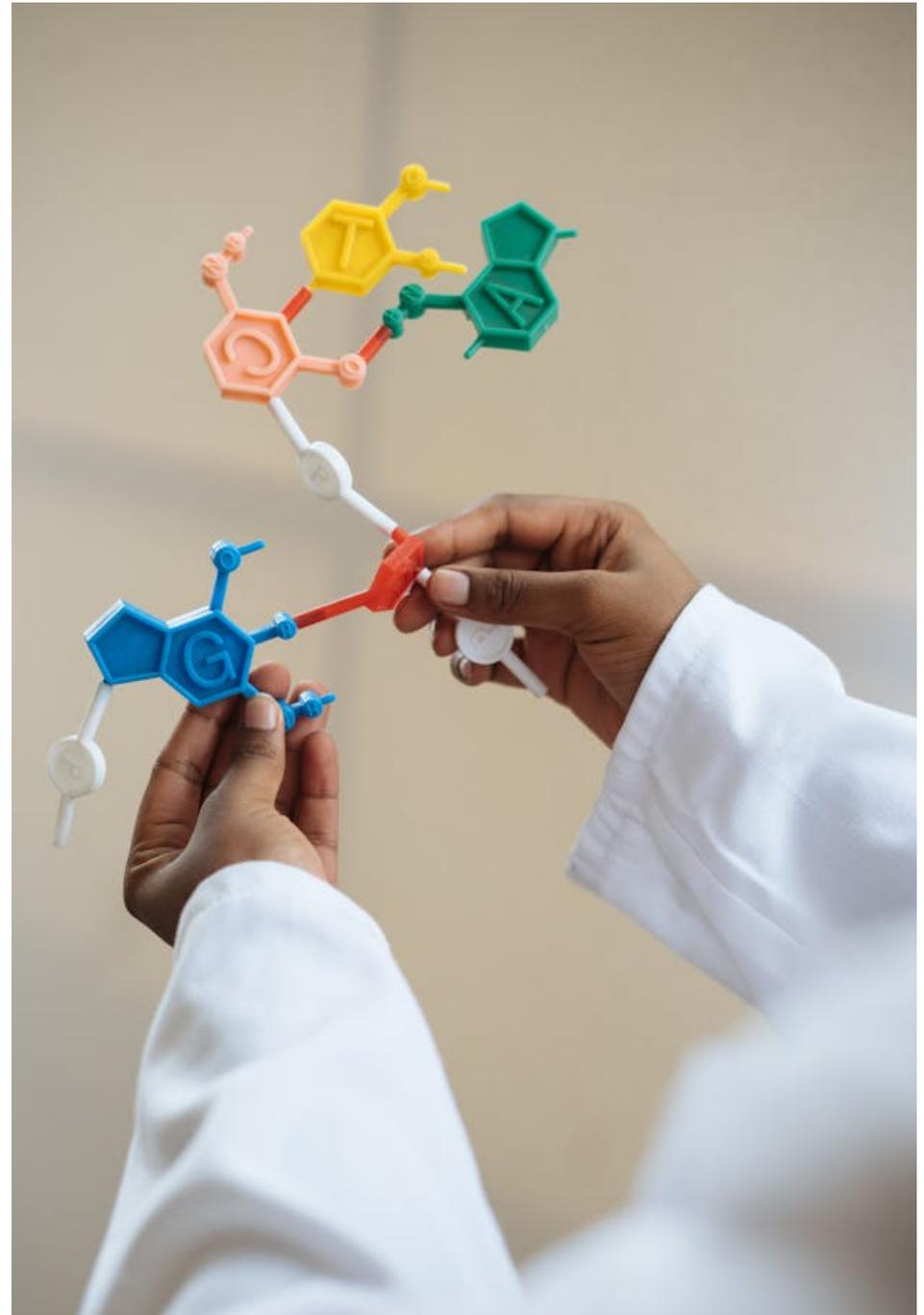


Les Protéines



Rappels Biochimiques



Définitions

Les protides, communément appelées protéines par abus de langage, constituent l'un des trois groupes de macronutriments (avec les glucides et les lipides) indispensables à notre organisme.

Les protides sont en réalité une grande famille au sein de laquelle on peut distinguer, par ordre de taille croissante

- **Les acides aminés** : Constituants de base, ce sont les maillons « élémentaires ».
- **Les peptides** : Ensemble de deux à quelques dizaines d'acides aminés.
- **Les protéines** : Enchaînement d'un grand nombre d'acides aminés pouvant aller jusqu'à plus de 30 000 !

Lorsque l'on parle de protéines, on utilise aussi le terme de composés azotés. En effet, un des éléments essentiels de la composition structurale des acides aminés est l'azote. Dans le langage courant, on utilise les termes « protides » et « protéines » de manière indifférenciée.

Dans cette séquence, nous aborderons les notions de quantités et de qualités protéiques, et nous ferons quelques rappels physico-chimiques.

Les Acides aminés

CATÉGORISATION BIOCHIMIQUE

Il y a deux manière de catégoriser les acides aminés qui nous intéresse. Le première catégorisation est biochimique.

Biochimique

- ▶ **Les acides aminés libres** : Ce sont des acides aminés qui ne sont pas liés à d'autres molécules, comme ils peuvent l'être dans une protéine. Ces acides aminés circulent librement dans l'organisme. Ils sont présents dans les aliments. On dénombre plus de 500 acides aminés libres.
- ▶ **Les acides aminés naturels** : Ce terme est souvent utilisé de manière interchangeable avec acides aminés protéinogènes. Il s'agit des 20 acides aminés qui composent la quasi-totalité des protéines des êtres vivants. Ils sont codés dans l'ADN et incorporés dans la chaîne polypeptidique des protéines lors de la traduction de l'ARNm.

Les Acides aminés

CATÉGORISATION NUTRITIONNELLE

La seconde catégorisation est nutritionnelle. Elle se base principalement sur la capacité de notre organisme à les synthétiser.

Nutritionnelle

- ▶ Les acides aminés « **accessoires** ». L'organisme est capable de les synthétiser (fabriquer) en cas de déficit alimentaire. Il les produit à partir d'autres acides aminés ou produits du métabolisme. Ce sont des acides aminés dont le rôle est plus ou moins important au niveau physiologique.
- ▶ Les acides aminés « **essentiels** » (AAE) ou « **indispensables** » (AAI). Ils sont au nombre de 9. Ils sont indispensables car notre organisme ne sait pas les synthétiser seul. Il faut donc les apporter de manière externe.

◆ Valine

◆ Histidine

◆ Phénylalanine

◆ Isoleucine

◆ Lysine

◆ Tryptophane

◆ Leucine

◆ Méthionine

◆ Thréonine

Les Acides aminés essentiels

LES ACIDES AMINÉS CONDITIONNELLEMENT INDISPENSABLES.

Parmi les AAE, il y a des petites nuances. En effet, certains acides aminés sont dits conditionnellement indispensables.

Ce sont des acides aminés qui deviennent indispensable du fait de certaines circonstances physiologiques. Chez le nouveau né, tout particulièrement le prématuré, certaines fonctions sont immatures. Cette immaturité ne permet pas une synthèse suffisante de certains AA. C'est le cas pour la cystéine et la taurine. Pour d'autres acides aminés, la glutamine par exemple, la synthèse est lente et dans certains cas (chez une personne pratiquant le sport de façon intensive), la synthèse est plus lente que la dépense de cet acide aminé. Dans de telles situations, un apport exogène de ces acides aminés est indispensable.

Les Acides aminés essentiels

EN CAS DE DÉFICIT D'APPORT

Un déficit en acides aminés essentiels, même léger, peut avoir des répercussions importantes sur l'organisme.

Les acides aminés sont les éléments de base des protéines. Ce sont des molécules essentielles à toutes les fonctions de l'organisme. Elles ont une influence sur la croissance, la réparation des tissus, la production d'enzymes, d'hormones, d'anticorps... Les protéines étant construites comme des chaînes d'acides aminés, si un seul acide aminé essentiel manque, la synthèse de protéines est ralentie ou stoppée.

Un tel déficit peut avoir des conséquences très graves.

- **Ralentissement de la croissance** : Chez les enfants et les adolescents, un apport insuffisant en acides aminés essentiels peut entraîner un retard de croissance.
- **Perte de masse musculaire** : Les muscles étant principalement composés de protéines, un déficit en acides aminés peut donc conduire à une atrophie musculaire.
- **Fatigue et faiblesse** : Les protéines sont impliquées dans la production d'énergie. Un déficit peut donc provoquer une sensation de fatigue et de faiblesse.
- **Altération du système immunitaire** : Les anticorps, qui protègent l'organisme contre les infections, sont des protéines. Un déficit peut donc affaiblir le système immunitaire.
- **Troubles cutanés** : La peau est un organe en constante régénération. Un manque d'acides aminés peut entraîner des problèmes cutanés comme des éruptions, des desquamations ou un retard de cicatrisation.
- **Autres troubles** : Selon l'acide aminé déficient, d'autres symptômes peuvent apparaître, comme des troubles de l'humeur, des troubles du sommeil ou des problèmes digestifs.

Les Acides aminés essentiels

VIGILANCE POUR LES VÉGÉTALIENS

Bien que les protéines végétales soient une excellente source de nutriments, elles ne contiennent pas toujours tous les acides aminés essentiels (AAE) dans les proportions idéales pour l'organisme humain.

En effet, certaines protéines végétales sont dites « incomplètes ». Ces protéines sont déficientes en un ou plusieurs AAE essentiels que l'on appelle « Facteur limitant ». Pourtant l'organisme a besoin de tous les AAE pour assurer ses fonctions vitales. Une carence en un seul AAE peut entraver la synthèse des protéines et avoir des conséquences sur la santé.

Pour éviter les carences, les végétaliens doivent donc veiller à combiner différentes sources de protéines végétales. Cette pratique est appelée complémentarité protéique.

L'apport exogène

L'apport en acides aminés doit donc pour partie être exogène. L'alimentation est donc une source d'acides aminés prioritaire dont la quantité varie selon l'alimentation et les besoins de chacun. Mais la quantité d'acides aminés absorbées et utilisable est différente de la quantité consommée. IL faut donc réussir à comprendre le mécanisme d'absorption protéique.

Les AA, issus de la digestion des protéines alimentaires, sont absorbés au niveau de la paroi de l'intestin grêle. Ils vont à cet instant passer dans le sang et notamment dans la veine porte. Le sang riche en nutriments est ensuite acheminé vers le foie qui est le premier organe à recevoir ces AA. Il en extrait une grande partie.

- Environ **20 % des AA sont utilisés par le foie** lui même. Avec ces AA il va synthétiser de nombreuses protéines essentielles comme l'albumine ou les facteurs de coagulation ou les protéines du complément... Les protéines qui sont ici produites jouent un rôle crucial dans le maintien de l'homéostasie de l'organisme.
- Près de **50 % sont directement éliminés** sous forme d'urée et ne seront pas utilisés par l'organisme. L'urée, est un déchet azoté qui est éliminé par les reins. Cette étape est essentielle pour éliminer l'excès d'azote provenant de la dégradation des protéines.
- Les **30 % restants sont relâchés dans la circulation sanguine** pour être distribués dans les tissus périphériques qui les utiliseront. Cette catégorie est principalement pourvue d'AA essentiels. Ils sont ainsi distribués, car ils ne peuvent être synthétisés par l'organisme et doivent donc être apportés par l'alimentation.

Le foie a donc la capacité de sélectionner les AA les plus utiles pour lui même et pour l'organisme. Il sait ensuite comment les redistribuer vers les tissus qui en ont besoin. En contrôlant les concentrations plasmatiques des AA, le foie contribue à maintenir un environnement interne stable et donc l'homéostasie. Le foie sait aussi s'adapter aux besoins de l'organisme. En fonction des besoins de l'organisme, le foie peut donc moduler la synthèse des protéines mais aussi l'uréogénèse et la distribution des différents AA.

Synthèse de novo et turn over

Tous les acides aminés non essentiels peuvent être directement synthétisés par l'organisme sans avoir à les apporter par l'organisme. Cependant, il est important de nuancer cette affirmation. En effet, même si l'organisme peut synthétiser les acides aminés non essentiels, cela nécessite souvent la présence d'autres nutriments, d'autres acides aminés qui servent de précurseurs dans les voies de biosynthèse. La capacité de synthèse de l'organisme peut donc être limitée dans certaines conditions. C'est le cas lors de la croissance ou en présence de certaines pathologies ou d'une malnutrition.

La synthèse des acides aminés passe par ce que l'on appelle le « turn-over » protéique qui est un processus continu qui permet de renouveler les protéines. En effet, toutes les protéines ont une durée de vie limitée. De ce fait, elles doivent être régulièrement être remplacées pour assurer le bon fonctionnement des cellules et des tissus. Lors de la dégradation et de la resynthèse des protéines, l'organisme s'adapte aux variations de ses besoins.

Par exemple, en cas de jeûne, les protéines musculaires peuvent être dégradées pour fournir de l'énergie. Enfin, l'organisme effectue un contrôle de la qualité des protéines.

Chaque jour, notre organisme catabolise environ 400g de protéine. Dans ces 400g figurent les protéines endommagées qui sont immédiatement éliminées. A l'aide des acides aminés libres, le foie resynthétise des protéines qui remplacent les protéines endommagées par de nouvelles protéines fonctionnelles. L'objectif de ce renouvellement est d'avoir constamment des protéines de bonne qualité.

Les principaux fournisseurs de protéines pour le « turn-over » sont les muscles. En effet, en cas de besoin, les protéines musculaires peuvent être dégradées pour libérer des acides aminés qui seront utilisés pour synthétiser de nouvelles protéines dans d'autres tissus.

Les métabolismes

Les acides aminés sont influents au cours de différents métabolismes.

- **Le métabolisme hépatique.** Le foie est l'organe central du métabolisme des acides aminés. Il y joue de nombreux rôles. Le foie synthétise une grande quantité de protéines, tant pour son propre fonctionnement (enzymes, protéines structurales) que pour celui de l'organisme (albumine, facteurs de coagulation). Le foie joue aussi le rôle de cataboliseur. Il dégrade les acides aminés en excès et ceux dont on n'a plus besoin. Enfin, selon les besoins, le foie peut transformer certains acides aminés en d'autres. Il peut aussi les utiliser pour produire du glucose ou des corps cétoniques selon les situations.
- **Les métabolisme digestif.** Le tube digestif, et plus particulièrement l'intestin grêle, est le siège de la digestion des protéines alimentaires. Les enzymes digestives dégradent les protéines en peptides puis en acides aminés. Une fois ce processus fini, les AA sont ensuite absorbés par les cellules intestinales afin d'être distribués par la veine cave.
- **Le métabolisme musculaire.** Le muscle squelettique est à la fois un réservoir et un consommateur d'acides aminés. Le métabolisme musculaire influence considérablement celui des acides aminés sur le plan quantitatif et qualitatif. L'ensemble des muscles squelettiques représente près de 40 % du poids du corps chez l'homme et contient environ 40 % de protéines corporelles. La quantité de protéines synthétisées dans les muscles représente environ $\frac{1}{3}$ de celles synthétisées dans le corps entier. Les protéines musculaires ont une durée de vie très longue et servent donc de réserve. Une autre particularité du métabolisme des acides aminés dans le muscle concerne principalement sa capacité à dégrader les acides aminés. La dégradation des acides aminés est normalement peu active dans des conditions habituelles. Mais lors de carences ou d'agressions, cette dégradation peut permettre d'approvisionner l'organisme en acides aminés

Les évolution des métabolismes

Le métabolisme protéique n'est pas un processus linéaire et similaire d'une personne à l'autre. Ce métabolisme varie même au cours de la vie d'une personne. Ceci est dû au fait que certains facteurs influencent ce métabolisme. Les principaux facteurs d'influence sont donc les suivants.

- **Le sexe.** En moyenne, les hommes possèdent une masse musculaire plus importante que les femmes. De ce fait, cela influence fortement les besoins en protéines chacun. De plus, les hormones sexuelles (testostérone chez l'homme, œstrogènes chez la femme) jouent un rôle crucial dans la régulation du métabolisme protéique, notamment au niveau de la synthèse musculaire.
- **L'âge.** Le métabolisme protéique est plus élevée chez l'enfant que chez l'adulte, aussi bien au niveau de la synthèse que de la dégradation. Au cours du vieillissement, l'activité basale du métabolisme est conservée, mais les capacités d'adaptation sont différentes. La synthèse protéique diminue, notamment au niveau musculaire, tandis que la dégradation augmente. Cela contribue à la perte de masse musculaire liée à l'âge appelé la sarcopénie.
- **La gestation.** La grossesse augmente considérablement les besoins en protéines pour la croissance du fœtus. Une quantité non négligeable de protéines est retenue dans les tissus fœtaux et les tissus maternels. Les protéines seront déposées préférentiellement dans les tissus maternels pendant le 1. trimestre, puis dans ceux du fœtus durant le dernier trimestre
- **L'allaitement.** La lactation influe sur le métabolisme protéique car une partie des protéines est exportée vers le lait maternel. Cela demande donc un besoin supplémentaire en protéines.
- **L'exercice physique.** L'effet d'un exercice physique sur le métabolisme des protéines dépend de son intensité. Un exercice physique intense s'accompagne d'une stimulation importante et durable de la protéosynthèse musculaire. On justifie des apports protéiques augmentés pour les sportifs par une augmentation des pertes azotées et par le catabolisme des protéines consécutif à l'intensité de l'exercice. L'augmentation des apports aura donc pour but de favoriser un meilleur anabolisme post-effort

Acides aminés et neuromédiateurs



Acides Aminés & Neuromédiateurs

Les neuromédiateurs sont des molécules (plus d'une centaine de neuromédiateurs différents) qui agissent comme des messagers chimiques. Ils transmettent l'information entre les neurones. Ils permettent ainsi la communication au sein de notre système nerveux. Les neuromédiateurs sont impliqués dans une multitude de fonctions cognitives et physiologiques. Ces rôles vont de la régulation de l'humeur et des émotions à la coordination des mouvements en passant par le contrôle de la douleur.

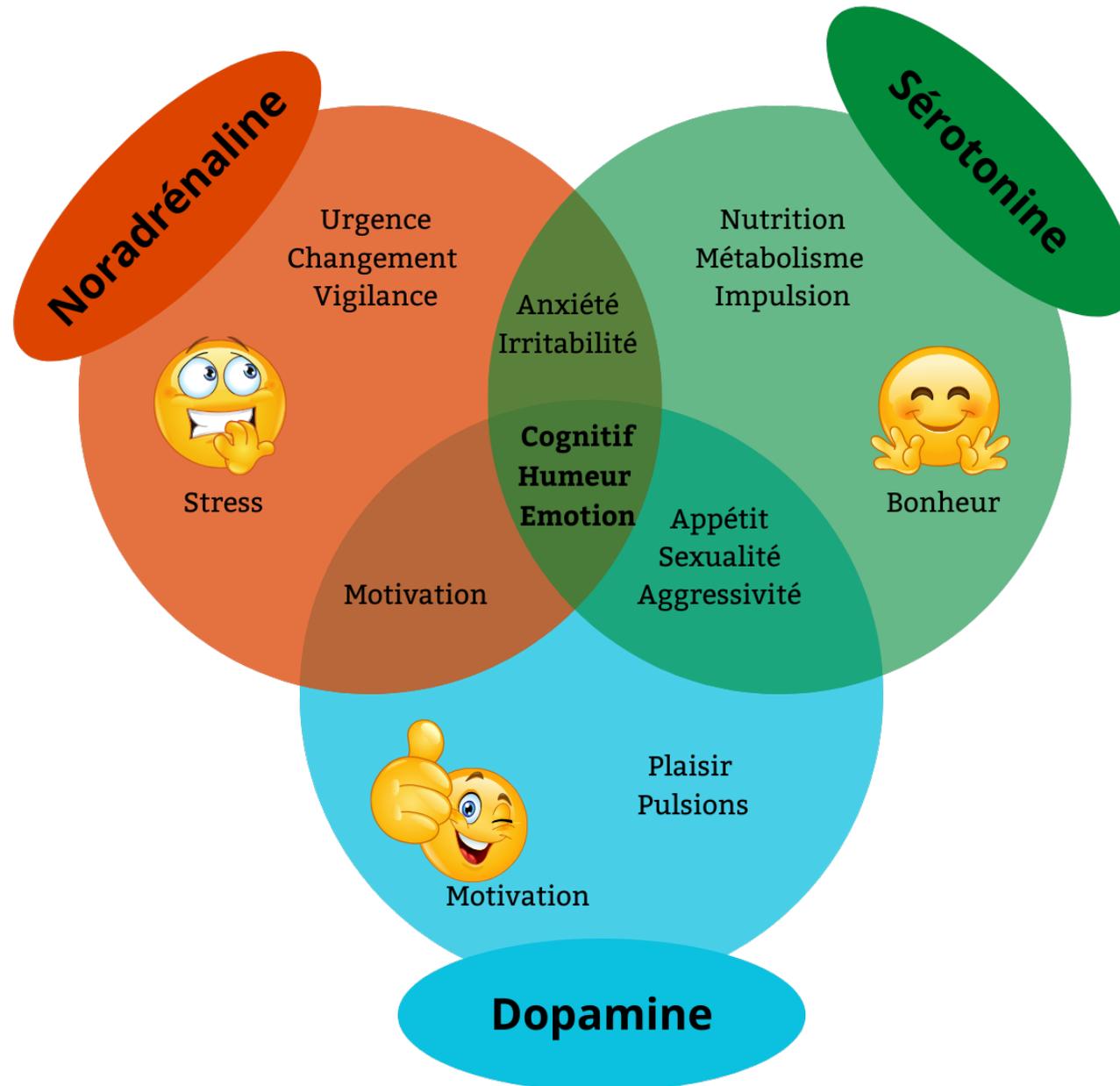
- ▶ **Humeur et émotions.** La sérotonine est souvent associée au bien-être et à l'humeur positive. La dopamine, quant à elle, est liée au plaisir et à la récompense.
- ▶ **Sommeil et éveil.** La mélatonine joue un rôle central dans la régulation du cycle veille-sommeil.
- ▶ **Apprentissage et mémoire.** L'acétylcholine est essentielle pour la formation de la mémoire et l'apprentissage.
- ▶ **Stress et anxiété.** Le cortisol, bien qu'il ne soit pas strictement un neuromédiateur, est une hormone étroitement liée au stress et à l'anxiété.

Acides Aminés & Neuromédiateurs

Dans ce tableau, certains acides aminés jouent un rôle crucial. En effet, certains AA sont des précurseurs de la synthèse des neuromédiateurs. C'est-à-dire qu'ils sont transformés par l'organisme en neuromédiateurs spécifiques. Cette relation entre les acides aminés et les neuromédiateurs est particulièrement intéressante, car elle ouvre la voie à une modulation de notre neurochimie par l'alimentation.

- ▶ **Tryptophane et sérotonine.** Le tryptophane est le précurseur de la sérotonine. Cet acide aminé essentiel est présent dans les bananes, le chocolat et les noix. Une alimentation riche en tryptophane peut donc favoriser la production de sérotonine et ainsi améliorer l'humeur.
- ▶ **Tyrosine et dopamine.** La tyrosine est le précurseur de la dopamine. Cet autre acide aminé essentiel se trouve dans les aliments riches en protéines comme la viande, le poisson, les œufs et les produits laitiers.
- ▶ **Acides aminés à chaîne ramifiée (BCAA) et fatigue.** Les BCAA (leucine, isoleucine et valine) sont souvent utilisés par les sportifs pour améliorer leurs performances et réduire la fatigue. Ils pourraient également jouer un rôle dans la régulation de certains neurotransmetteurs. Cette hypothèse est encore en voie d'exploration car les résultats scientifiques sont partagés.

Acides Aminés & Neuromédiateurs



Focus sur 2 Acides Aminés

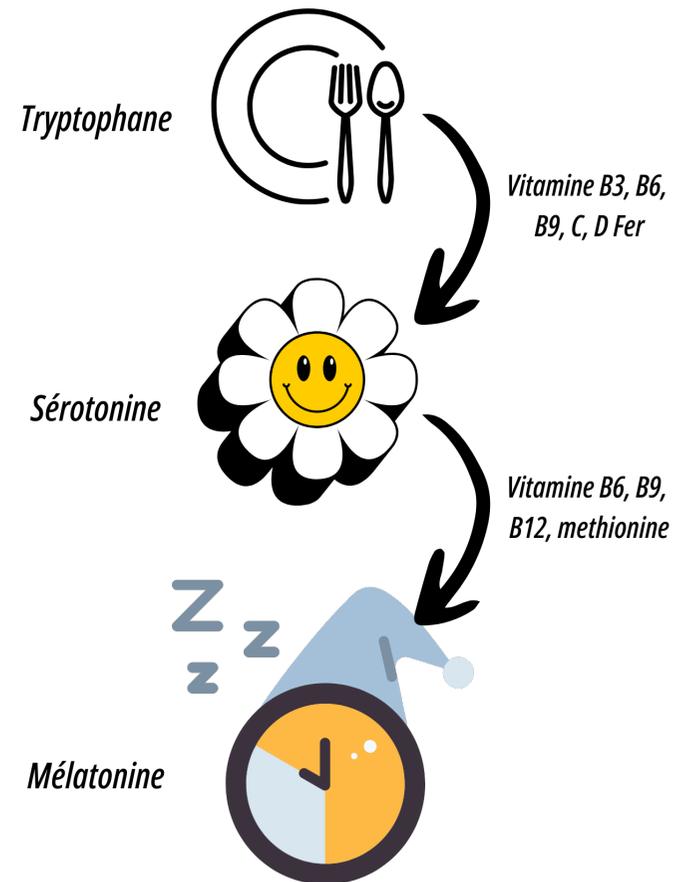
LE TRYPTOPHANE

Le tryptophane est un acide aminé essentiel apporté par les aliments riches en protéines tels que la viande, les produits laitiers, les noix, les graines, et certains fruits et légumes.

Le TRY est un précurseur crucial de la sérotonine. Une fois qu'il a passé la barrière hémato-encéphalique, il va très rapidement permettre la synthèse de la sérotonine, elle-même précurseur de la mélatonine.

Cette caractéristique particulière fait de cet AAE un allié de la chrononutrition. En effet, en appuyant sa consommation aux moments opportuns, on favorise le retour au calme, l'endormissement et un sommeil de qualité.

Au niveau alimentaire, un déficit en sérotonine favorise les grignotages et limite la satiété.



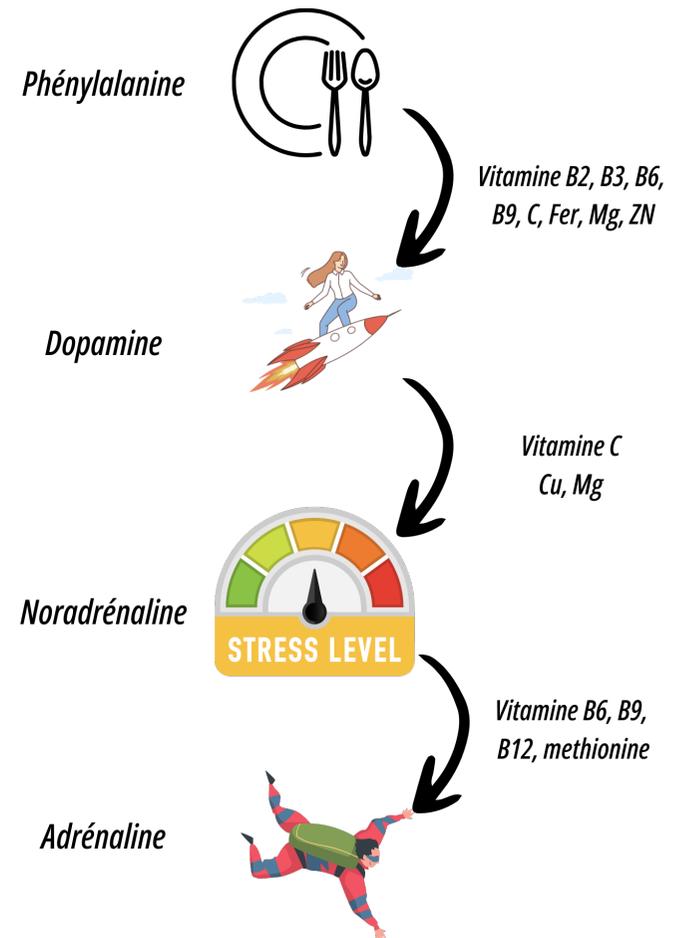
Focus sur 2 Acides Aminés

LA PHÉNYLANANINE

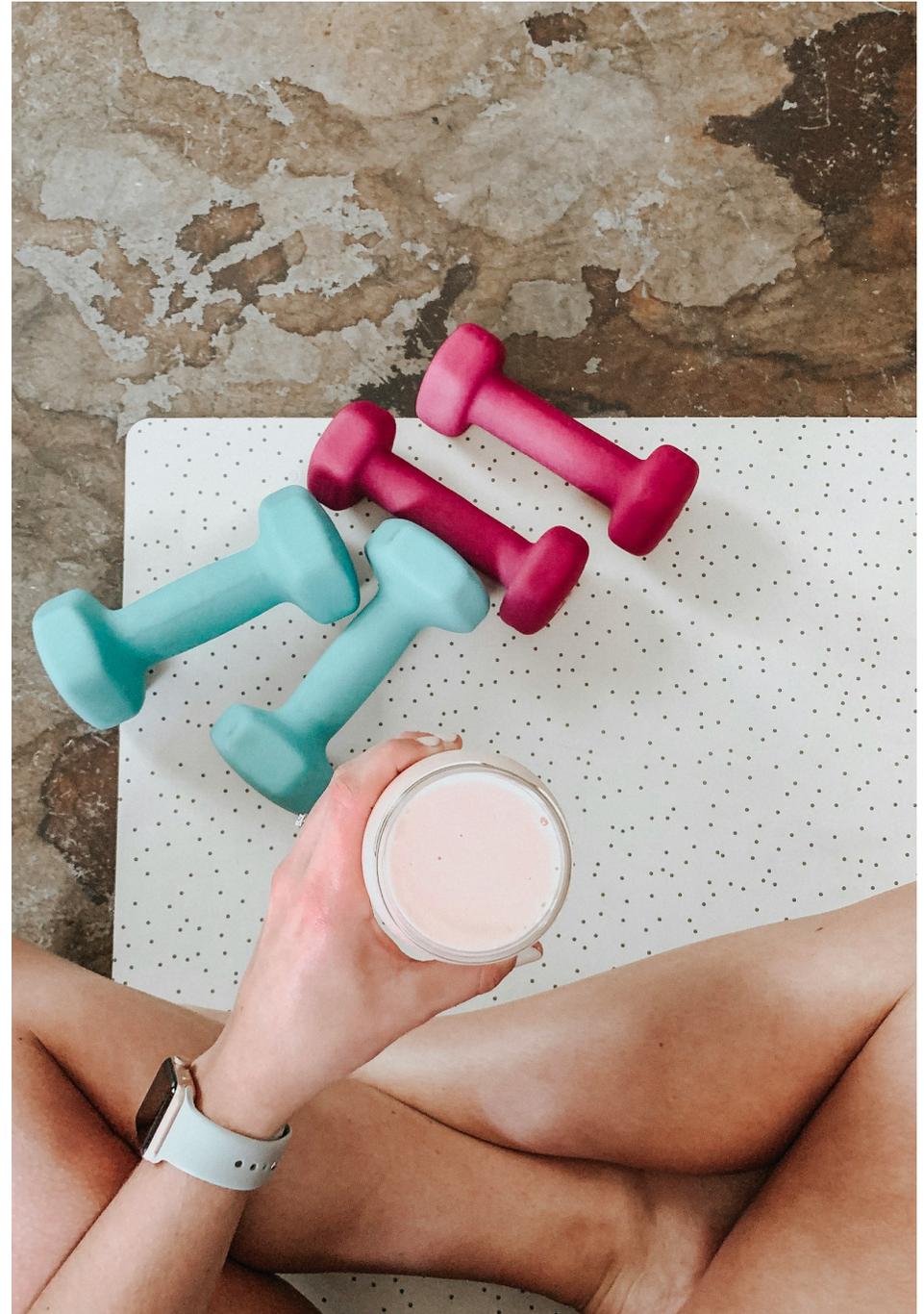
Le phénylalanine est un acide aminé essentiel apporté par les aliments riches en protéines tels que la viande, le poissons, les produits laitiers, les oeufs, les légumineuses et les dérivés du soja.

La PHE est un AAE essentiel car précurseur de la dopamine (via la sécrétion de tyrosine), un neurotransmetteur essentiel à la vie quotidienne. La dopamine est un NT lui aussi précurseur de la Noradrénaline et de l'Adrénaline. Elle est donc à la base du système fight or flight qui est un booster d'énergie pour le corps humain.

Ces caractéristiques en font un AAE qui est intéressant d'apporter dès le matin pour lancer la journée ou au cours d'activités nécessitant un niveau d'attention élevé.



Rôles des protéines



Rôles

Les protéines jouent de très nombreux rôles dans l'organisme. Il y a plus de 10 000 types de protéines différentes qui auront bien sûr des rôles très différents.

- **Enzymatique.** L'une de leurs fonctions les plus importantes est leur rôle en tant qu'enzymes. Les enzymes sont des catalyseurs biologiques. Ces molécules accélèrent considérablement la vitesse des réactions chimiques qui se produisent dans les cellules, sans être elles-mêmes consommées dans le processus.
- **Structural.** Les protéines jouent un rôle fondamental dans la structure de nos tissus. En effet, elles sont les véritables "matériaux de construction" de notre organisme. Les protéines peuvent servir à créer et maintenir une unité dans les tissus humains. Le collagène est une protéine que l'on retrouve dans la structure de nombreux tissus tels que les os, les tendons, les articulations. La kératine est elle-même une composante des cheveux. Elle permet à la structure des cheveux d'être solide et élastique à la fois. Les protéines ne se limitent pas à former des structures solides. Elles jouent également un rôle essentiel dans l'organisation interne des cellules au travers de cytosquelettes et de membranes cellulaires. Enfin, certaines protéines jouent un rôle protecteur en formant des barrières physiques ou en participant à la réponse immunitaire.
- **Mouvement.** Les protéines jouent un rôle fondamental dans le mouvement. Cela se passe à toutes les échelles, de la cellule à l'organisme entier. Elles sont les véritables moteurs qui nous permettent de nous déplacer, de respirer, de digérer et de penser. Les protéines contractiles sont les acteurs principaux du mouvement. L'actine et la myosine sont les protagonistes de la contraction musculaire. Elles forment des filaments qui glissent l'un sur l'autre, raccourcissant ainsi la cellule musculaire. Ce mécanisme est à la base de tous nos mouvements, des plus simples aux plus complexes.

Rôles

- ▶ **Contrôle et régulation.** Les protéines ne se contentent pas de construire nos tissus et de nous faire bouger. Elles jouent également un rôle primordial dans la régulation de nombreux processus biologiques, assurant ainsi l'homéostasie de notre organisme. Des protéines telles que l'insuline ou le glucagon ont des rôles extrêmement importants dans la régulation de la glycémie. Elles sont sécrétées selon les besoins et agissent sur plusieurs métabolismes pour augmenter ou baisser la glycémie. D'autres hormones agissent sur l'appétit. La leptine (produite par les adipocytes) influence le cerveau pour diminuer l'appétit et augmenter le métabolisme alors que la gréline (produite par l'estomac) stimule l'appétit. D'autres exemples pourraient être donnés sur la régulation de la croissance, ou de la reproduction. Les protéines ont un rôle à jouer dans tous les mécanismes de contrôle du corps humain.
- ▶ **Transport.** Certaines protéines servent de moyen de transport à différentes molécules dans le corps. L'hémoglobine est une de ces protéines transporteuses. L'hémoglobine fixe l'oxygène qu'elle doit acheminer aux organes périphériques dans le sang. Ainsi l'oxygène peut circuler dans tout le corps. La transferrine est une autre protéine de transport sanguin qui transporte le fer du foie à la moelle épinière. Mais les protéines transporteuses sont également des protéines spécialisées qui sont enchâssées dans les membranes cellulaires. Elles agissent comme des gardiens. Elles sélectionnent les molécules spécifiques qui peuvent passer à travers la membrane. Ce transport se fait en suivant les gradients de concentration ou alors, en réponse aux signaux cellulaires.

Rôles

- ▶ **Défenses immunitaires.** Les protéines jouent un rôle absolument crucial dans notre système immunitaire. Elles agissent comme les soldats d'une armée qui défendent notre organisme contre les envahisseurs que sont les bactéries, les virus... Les anticorps et les immunoglobulines sont des protéines circulantes qui servent à défendre notre organisme contre les attaques d'agents pathogènes. Ces protéines sont essentielles dans notre système de défense. Les protéines jouent donc un rôle essentiel dans toutes les étapes de la réponse immunitaire. Elles permettent la reconnaissance de l'antigène mais aussi l'activation des cellules immunitaires, l'élimination des pathogènes et la régulation de la réponse immunitaire. Les dysfonctionnements de ces protéines peuvent conduire à des maladies auto-immunes, des allergies ou des déficits immunitaires.
- ▶ **Reconnaissance.** Les membranes cellulaires sont des véritables frontières entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule. Ces membranes sont parsemées de protéines appelées **récepteurs**. Ces protéines jouent un rôle crucial dans la communication cellulaire, en détectant des signaux provenant de l'environnement et en déclenchant des réponses spécifiques à l'intérieur de la cellule. Chaque récepteur a un rôle particulier qui engendre une cascade de réponse qui lui est propre. Les récepteurs protéiques sont donc des molécules essentielles à la communication cellulaire et à la survie de l'organisme. Leur diversité et leur spécificité permet aux cellules de répondre de manière adaptée à leur environnement et de maintenir l'homéostasie.
- ▶ **Stockage.** De nombreuses protéines jouent un rôle de stockage dans l'organisme. Par exemple, la myoglobine est une protéine spécialisée dans le stockage de l'oxygène au sein des cellules musculaires. Elle joue un rôle crucial dans les tissus musculaires à forte activité tel que le cœur, en fournissant une réserve d'oxygène rapidement disponible pour la respiration cellulaire. Mais de nombreuses autres protéines jouent un rôle de stockage dans l'organisme. L'albumine est une source importante de protéines pour le développement de l'embryon, la caséine est la principale protéine du lait qui constitue une source de nutriments essentielle pour les nouveau-nés., la ferritine permet de stocker le fer dans les cellules.

Qualité des protéines



Le CUD

Toutes les protéines n'ont pas la même qualité. La qualité d'une protéine ne se résume d'ailleurs pas uniquement à sa quantité. Elle dépend de sa composition en acides aminés essentiels, de sa digestibilité et de sa biodisponibilité.

- **La biodisponibilité.** C'est la capacité d'une protéine alimentaire à fournir les acides aminés nécessaires à la synthèse des protéines corporelles. Cela correspond donc à la proportion de la protéine absorbée qui est effectivement utilisée par l'organisme pour ses besoins. La biodisponibilité dépend de différents facteurs tels que la qualité de la protéine. Plus une protéine sera de bonne qualité, riche en acides aminés essentiels et facilement digestible, mieux elle sera utilisée par l'organisme. Un autre facteur est l'état de santé de l'individu. Certains problèmes de santé tels que des maladies inflammatoires ou troubles digestifs peuvent altérer la biodisponibilité des protéines.
- **Le Coefficient d'Utilisation Digestive ou CUD.** C'est la quantité de protéines réellement absorbée par l'organisme. Le CUD permet de savoir quelle proportion de la protéine passe dans le sang au niveau de la barrière intestinale. Plus le CUD d'une protéine est élevé, mieux la protéine sera absorbée et plus elle fournira d'AA à l'organisme. Le CUD d'une protéine peut varier en fonction de différents facteurs :
 - La nature des protéines : les protéines végétales n'ont pas tous les AAE et sont plus compliquées à digérer
 - Les fibres alimentaires : vont diminuer le CUD
 - Les polyphénols : ils peuvent avoir un rôle antinutritionnel en rentrant en concurrence avec les protéines alimentaires
 - Les associations de certains macronutriments : la réaction de Maillard forme des complexes entre acides aminés et les oses lors de traitements thermiques poussés ce qui les rend impossible à être assimilés par l'organisme.

Le CUD

► Le calcul

$$CUD = \frac{Qté\ d'azote\ absorbé}{Qté\ d'azote\ ingéré} \times 100 = \frac{Qté\ d'azote\ ingéré - Qté\ d'azote\ rejeté}{Qté\ d'azote\ ingéré} \times 100$$

Source	CUD	Digestibilité par rapport aux protéines de références
Oeuf	97	100
Lait Fromage	95	
Viande, Poisson	94	
Maïs	85	89
Riz	88	93
Blé	96	101
Blé complet	86	90
Farine d'avoine	86	90
Millet	79	83
Beurre d'arachide	95	100
Haricots	78	82
Régime à base de céréales complètes		81
Régime à base de céréales raffinées		90

Facteur limitant & complémentarité protéinique

► Facteur limitant

Le facteur limitant protéique est un concept clé pour évaluer la qualité nutritionnelle d'une protéine. Tous les aliments protéiques n'ont pas les proportions idéales en tous les acides aminés essentiels. On appelle facteur limitant l'AAE présent en quantité insuffisante dans une protéine alimentaire, par rapport aux besoins de l'organisme. Ce dernier agit donc comme un « goulot d'étranglement ». De ce fait, il limite l'utilisation de tous les autres acides aminés présents dans cette protéine..

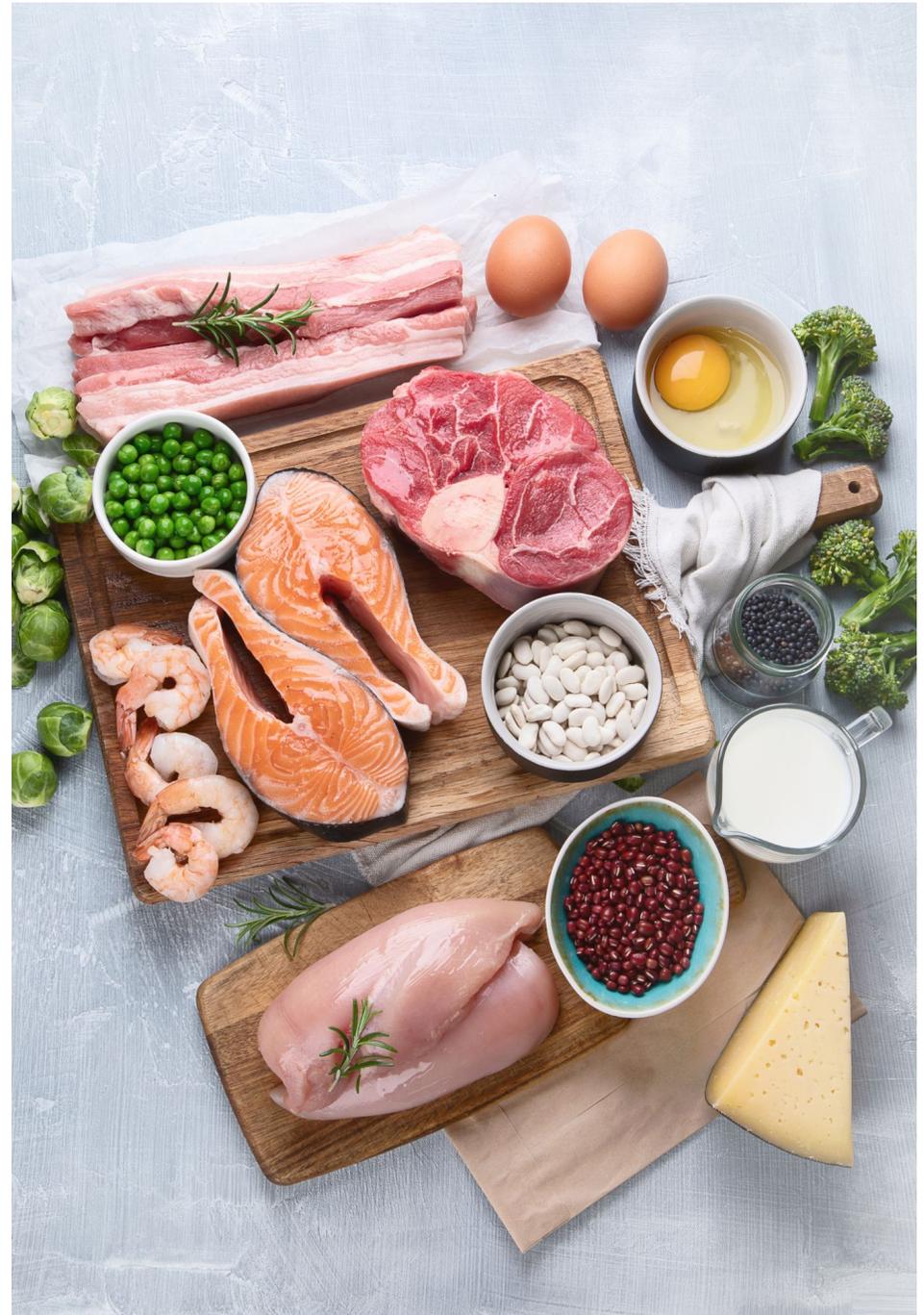
Facteur limitant	Source protéique
Lysine	Avoine, blé, millet, orge, seigle
Lysine et thréonine	Riz
Lysine et tryptophane	Maïs
Méthionine	Légumineuses

► Complémentarité protéique

La complémentarité protéique est une notion fondamentale en nutrition, surtout pour les personnes suivant un régime végétarien ou végétalien. En combinant judicieusement les aliments, il est possible d'obtenir un apport en protéines de haute qualité qui est comparable à celui apporté par les protéines animales. En connaissant les facteurs limitant des différents aliments composant notre alimentation, on sait avec quel autre type d'aliment il faut le consommer pour avoir un apport correct dans tous les AAE.

Céréales + Légumineuses
Céréales + produits laitiers

Sources de protéine



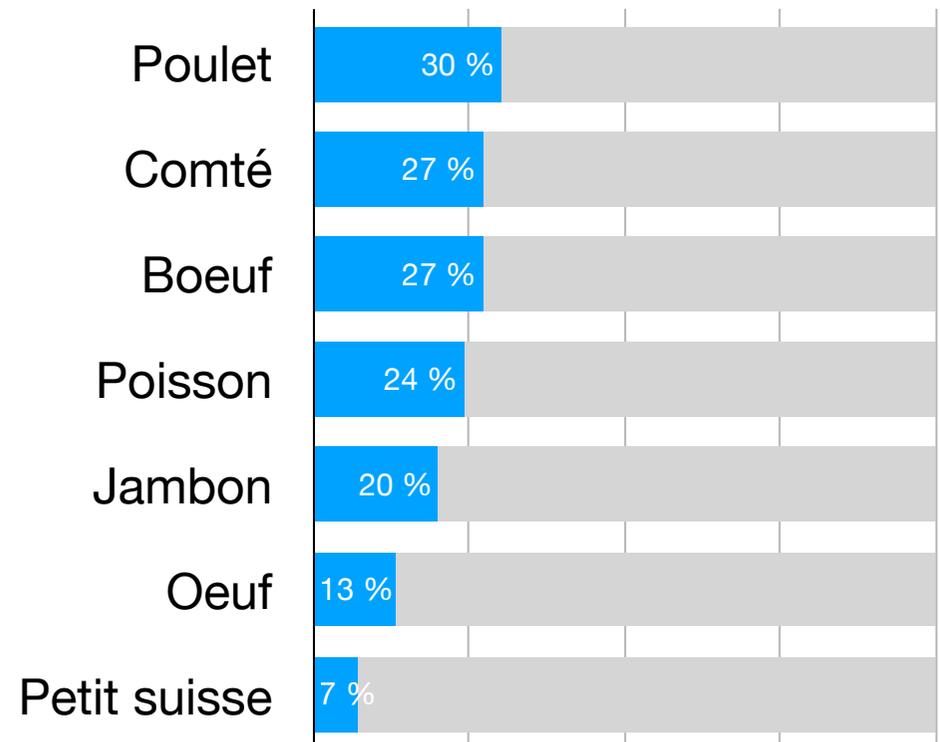
Protéines animales

Les principales sources de protéines sont animales.

Les protéines animales sont en général plus facilement digestibles et utilisables par le corps humain du fait d'un CUD élevé.

Toutes les sources animales ne sont pas égales dans leur composition. Cependant, si on prend l'exemple des oeufs, la composition en protéine est plus faible que les autres sources. Mais on sait que les protéines d'oeufs sont de meilleures qualités et plus facilement assimilables donc cela en fait une des meilleure protéine.

Il n'est donc pas nécessaire de toujours aller vers les sources alimentaires les plus riches en protéines mais il faut regarder la qualité des protéines qu'elles contiennent.



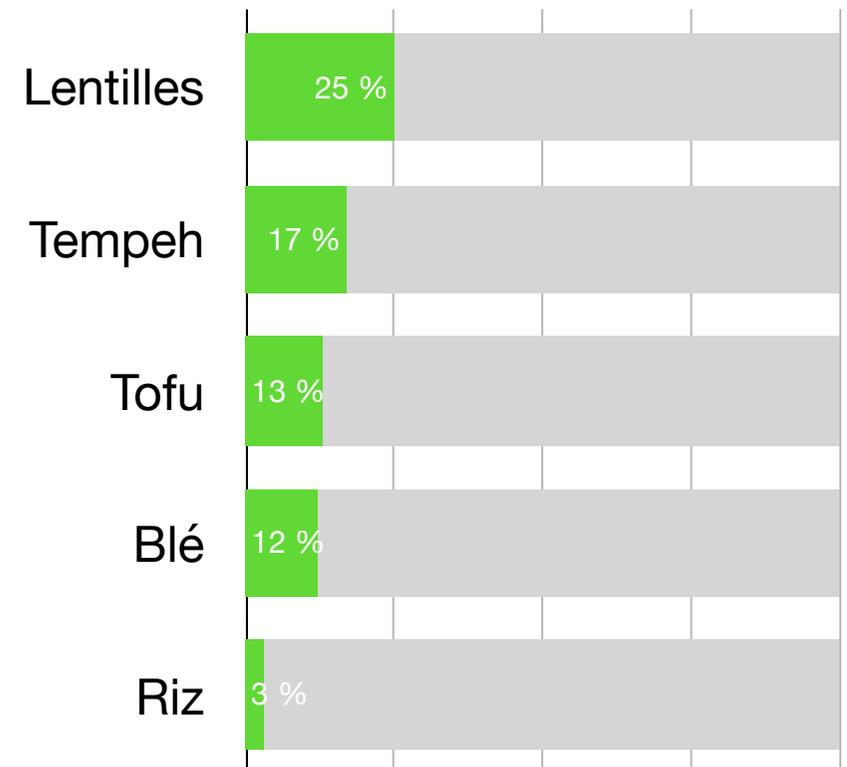
Protéines Végétales

Les protéines peuvent aussi provenir de sources végétales.

Les légumineuses sont une source très intéressante mais il conviendra de les préparer correctement pour assurer une assimilation correcte.

Les produits fermentés tels que le tempeh ou le tofu sont de très bons substituts de viande lors des repas et proposent des taux de protéines également intéressants.

Les oléagineux sont également de très bonnes sources de protéines. La limite se trouve dans la quantité consommable sans que cela ne soit trop lipidique.



Recommandations des apports en protéines



Apports protéiques

	% AET	g/kg/j
Nourrisson		2
Enfant	6% - 17%	
Adolescent	9% - 20%	1,2
Adulte	10% - 20%	0,83
Femme enceinte ou allaitante	12% à 20%	1,2
Personne âgée		1

Risques de carences

- ▶ **Faiblesse musculaire.** Un déficit d'apport en protéines oblige l'organisme à aller puiser dans ses réserves pour assurer les fonctions vitales. Les muscles, qui sont des tissus riches en protéines, sont les premières victimes de cette situation ce qui provoque une atrophie musculaire. La faiblesse musculaire est une conséquence directe de cette atrophie. Un déficit en protéines va également ralentir la récupération musculaire et augmenter le risque de blessures.
- ▶ **Fatigabilité augmentée.** Un manque de protéines dans l'alimentation peut contribuer à la fatigue par plusieurs mécanismes. Il y aura une plus faible conversion des protéines, en glucose, les neurotransmetteurs seront plus difficilement synthétisés et la fonction musculaire plus difficile à maintenir. C'est pour cela qu'une faiblesse musculaire entraîne très fréquemment une fatigue générale et une diminution de la capacité à effectuer des activités physiques. La sensation de fatigue sera beaucoup plus présente chez les personnes en carence protéique.
- ▶ **Réponse immunitaire affaibli.** Le système immunitaire qui est notre bouclier contre les infections repose en grande partie sur les protéines. Une carence en protéines limite la production des anticorps et par conséquent réduit notre capacité à combattre les infections. Cela affecte aussi la production des globules blancs, leur maturation et leur activité. Et puis, un déficit d'apport en protéines ralentit la réparation tissulaire et nous rend plus vulnérables aux infections récurrentes.
- ▶ **Changement d'humeur.** Les protéines jouent un rôle essentiel dans la régulation de l'humeur. Un déficit en protéines peut entraîner des fluctuations de l'humeur. Ce phénomène est notamment dû au fait qu'une carence en acides aminés peut perturber l'équilibre des neurotransmetteurs, entraînant des sautes d'humeur, de l'anxiété voire pour les cas les plus poussés une dépression.

Risques de surdosage

- ▶ **Surcharge rénale.** Les reins sont les organes chargés de filtrer les déchets produits par l'organisme. L'azote issu de la dégradation des protéines est filtrée au niveau des reins. Un apport excessif en protéines augmente la charge de travail des reins, qui doivent éliminer une plus grande quantité de déchets azotés. À long terme, cette surcharge peut entraîner une détérioration des fonctions rénales et augmenter le risque de développer des maladies rénales chroniques. Lorsqu'une insuffisance rénale est détectée, la quantité de protéine consommée doit être fortement réduite.
- ▶ **Perte osseuse.** Consommer en excès de protéines augmente l'acidité de l'organisme. Pour compenser cette acidité, l'organisme puise dans ses réserves de calcium, principalement stockées dans les os et provoque donc une déminéralisation. Cette déminéralisation osseuse favorise l'ostéoporose et augmente le risque de fractures (notamment chez les personnes âgées).
- ▶ **Prise de poids.** Si l'apport calorique total est supérieur aux dépenses énergétiques, les calories excédentaires sont stockées sous forme de graisse. Donc si l'on apporte une trop grande quantité de protéines, on risque d'avoir un apport calorique trop important.
- ▶ **Troubles digestifs.** Une consommation excessive de protéines, surtout lorsque les protéines sont d'origine animale, peut entraîner des troubles digestifs. Les principaux troubles relevés sont la constipation, les ballonnements et les flatulences. Ces troubles sont souvent liés à un déséquilibre de la flore intestinale et à une diminution de la sécrétion de mucus protecteur.