

La diététique

Les macro nutriments



V.231

ProSportConcept
Formation aux metiers du sport

Christophe DAMIEN / Theiss BROUTARD
Formation 2023/2024

Sommaire

L'objectifs de ce cours est la connaissance de base des aliments que compose une assiete

I- Les macronutriments

- 1- Les glucides
- 2- Les protéines
- 3- Les lipides

II- Les micronutriments

III- L'hydratation



Réglementation

Vous ne pouvez pas donner de grammage sur les macronutriments.

Ce sont des conseils alimentaires !!! Manger équilibré

La balance calorique se joue uniquement sur la dépense énergétique.

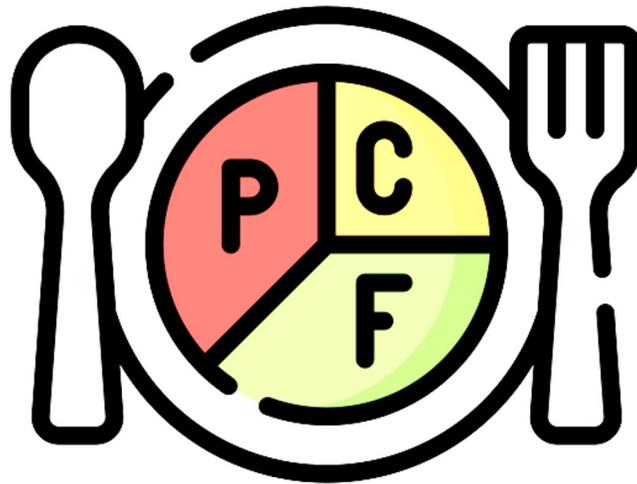
Seul grammage autorisé c'est la supplémentation !!!

I- Les macronutriments

Les macronutriments représentent la majeure partie de l'alimentation. Ils fournissent l'énergie à l'organisme sous forme de calories.

Les glucides (CARBS)

Les protéines (PROTEIN)



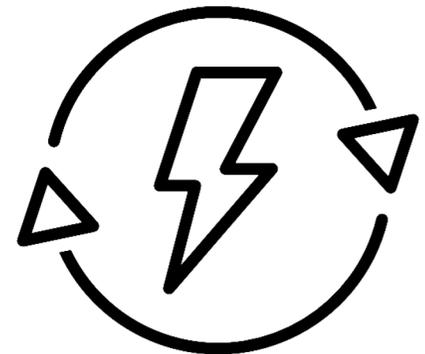
Les lipides (FATS)



1- Les glucides

Les glucides constituent la principale source d'énergie pour l'organisme : **40 à 55 %** de l'apport énergétique total.

Formule chimique des glucides : $C_nH_{2n}O_n$



a- Le rôle des glucides

1G = 4 kcal

- Énergétique : 1g de G = 4 kcal
- Fonctionnel : Glycogène dans le muscle, riboses qui interviennent dans la synthèse de l'ADN et de l'ARN ;
- Structural : Constituant des membranes cellulaires.

Il est important d'avoir un apport de glucides suffisant afin d'éviter que les protéines aient un rôle énergétique (transformation des protéines en glucides par la voie de la néoglucogenèse).



b- Les glucides simples - complexes

Les glucides sont classés par rapport à leur degré de polymérisation.

Les glucides simples :

- 1 ose : glucose, fructose, ribose, galactose ;
- 2 oses : saccharose, lactose, maltose.

Les glucides complexes:

- L'amidon.

Il y aussi des glucides non assimilables : les fibres.

La classification des glucides en nutrition est légèrement différente de celle utilisée en biochimie et fait plutôt référence à leur facilité et rapidité de digestion puis d'absorption au niveau intestinal.

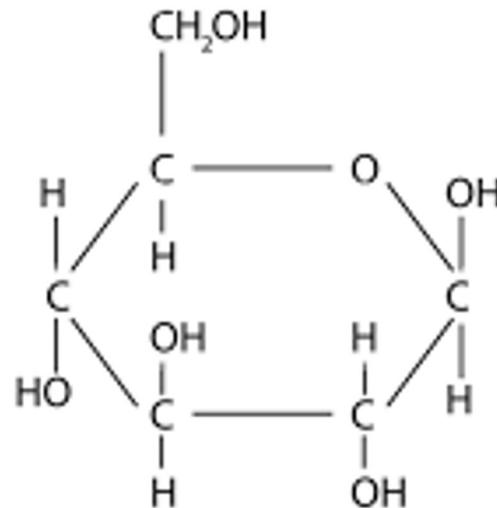
Biochimie	Nutrition
<ul style="list-style-type: none">- Oses- Diholosides	Glucides simples
<ul style="list-style-type: none">- Polyholosides	Glucides complexes

Exemples de glucides simples

Glucide à 1 ose : Le glucose

Présent sous forme libre dans certains aliments d'origine végétale comme le raisin, cerise, certains légumes, le miel.

C'est le principal ose qui circule dans notre sang. Son taux est appelé la glycémie.

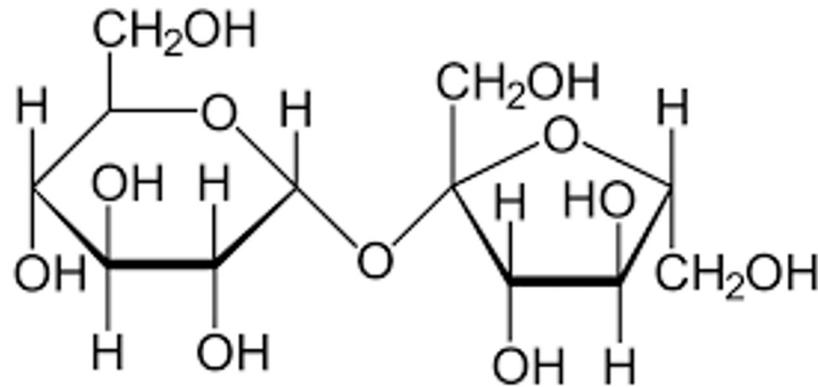


On a également :

- Le fructose : Présent dans les fruits et le miel et dans le sucre de table (saccharose = glucose + fructose) ;
- Le galactose : Présent dans les produits laitiers (lactose = glucose + galactose).

Diholoside (glucide à 2 oses) : Le saccharose

C'est le sucre de table. Il se trouve naturellement dans la betterave sucrière et la canne à sucre qui sont des matières premières des industries sucrières.



On a également :

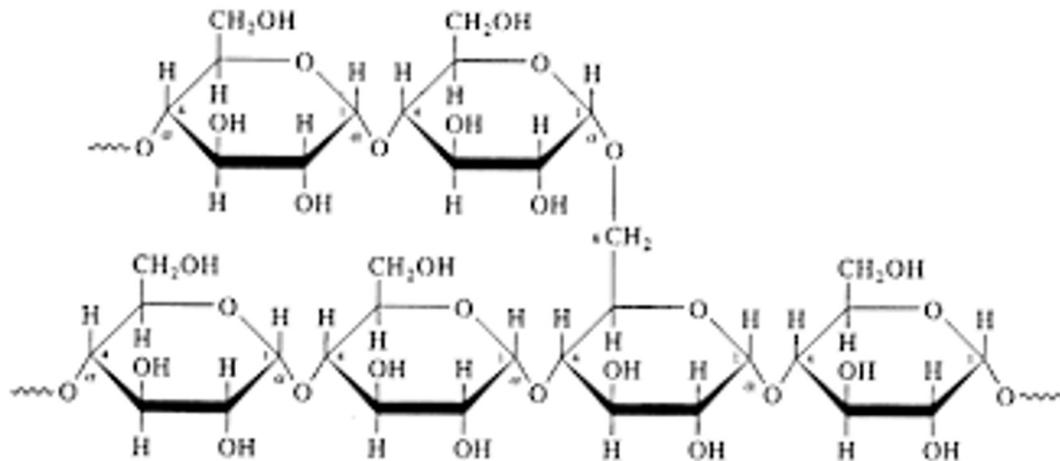
- Le lactose (glucose + galactose) : Présent dans le lait animal ;
- Le maltose (glucose + glucose) : N'existe pas à l'état libre dans les aliments. Il se forme lors de la digestion de l'amidon dans notre tube digestif ou dans des céréales en cours de germination (orge, blé et donc la bière).

Exemple de glucide complexe

L'amidon

On le retrouve dans les graines de céréales, les légumineuses, les légumes secs, les tubercules et certains fruits comme la châtaigne et la banane.

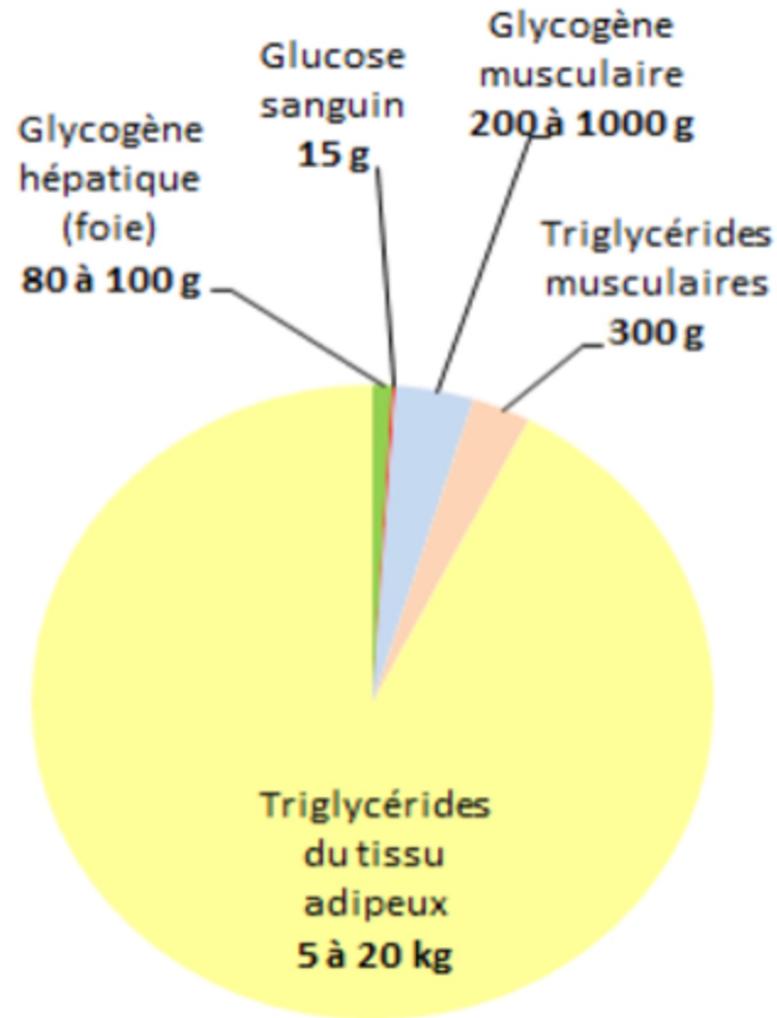
C'est un assemblage complexe d'amylose et d'amylopectine.



On a également :

- Le glycogène (environ 50 000 glucoses) : Molécule de réserve glucidique (environ 200 à 1000 g par personne) ;
- La cellulose : Constituant de la paroi des cellules végétales. La cellulose fait partie des fibres alimentaires qui se définissent comme des constituants d'origine végétale non digestive.

Répartition des réserves énergétiques



Ainsi, nous pouvons mieux comprendre la digestion des glucides simples et des glucides complexes :

- Glucides simples : Pas besoin de digestion ou 1 seule liaison à couper :
 - Absorption très rapide ;
 - Utilisés immédiatement par l'organisme.
- Glucides complexes : Long processus de digestion :
 - Absorption lente et progressive vers le sang.

c- Les sources de glucides

Les principales sources alimentaires de glucides sont **végétales** :

- Céréales crues : 75% ;
- Pomme de terre : 16% ;
- Légumes secs crus : 55% ;
- Fruits : 10% ;
- Légumes : 5% ;
- Sucre blanc : 100%.

Les **sources animales** de glucides sont :

- Le lait : 5% ;
- Les desserts lactés : 25%.



d- Le pouvoir sucrant des glucides

C'est le fait de pouvoir **développer une saveur sucrée dans la bouche.**

C'est le saccharose qui sert de référence en matière de pouvoir sucrant (Pouvoir Sucrant du saccharose = 1). Le pouvoir sucrant des autres édulcorants est obtenu par comparaison avec le saccharose.

PS fructose = 1,3

PS glucose = 0,7

PS maltose = 0,4

PS lactose = 0,2



e- Les édulcorants

Ce sont des **substances diverses** obtenues par **synthèse chimique** ou **naturelle** avec un **pouvoir sucrant peu calorique**.

Nom édulcorant	Pouvoir sucrant	Utilisation
Aspartame	200	Dans quasiment tous les produits <i>light</i>
Saccharine	300 à 400	Édulcorant de table en mélange avec d'autres édulcorants.
Acésulfame de potassium	200	En mélange avec d'autres édulcorants.
Sucralose	500 à 600	Pâtisseries
Stevia	200 à 450	Café, pâtisseries, ...
Cyclamate	30 à 40	En mélange avec d'autres édulcorants (boisson <i>light</i>)

f- Les fibres alimentaires

Ce sont des **glucides** que l'organisme ne sait ni assimiler ni digérer.

De ce fait, elle ne fournissent pas d'énergie. Elles constituent la paroi des cellules des végétaux, formant leur squelette.

Les fibres alimentaires présentent au moins l'une des propriétés suivantes :

- Augmentation de la production de selles ;
- Stimulation de la fermentation colique ;
- Diminution de la cholestérolémie à jeun ;
- Diminution de la glycémie et / ou de l'insulinémie post-repas.



Effets des fibres sur le transit intestinal

Elles régularisent le transit intestinal en augmentant le volume des selles :

- Si le transit est **rapide** (diarrhées), les fibres vont agir en le **ralentissant** (*fibres solubles*) : elles augmentent le volume des selles et la masse bactérienne présente dans le côlon ;
- Si le transit est **lent** (constipation), les fibres vont agir pour **accélérer** le transit (*fibres insolubles*) : elles gonflent dans l'eau et entraînent les déchets.



Effets des fibres sur la satiété

Les fibres alimentaires **ralentissent la vidange gastrique et augmentent le bol alimentaire** (effet sur le rassasiement). On met donc plus de temps à digérer.

Rassasiement : Diminution du nombre de bouchées lors du repas.

Satiété : Sentiment de non faim entre deux repas.

→ Limite donc le risque de sur alimentation = Prévention de l'obésité.



Effets des fibres sur les glucides et les lipides

Sur les glucides :

Les fibres solubles **diminuent l'index glycémique** des aliments en **ralentissant l'absorption des glucides**. Ce qui entraîne un pic d'insuline plus faible.

Sur les lipides :

- Accélération du transit donc **moins bonne absorption des lipides ;**
- Les gommes et pectine (fibres solubles) développent un film aqueux qui va tapisser la paroi intestinale et ainsi **limiter l'absorption des lipides.**



Les fibres solubles

Elles forment un gel au contact de l'eau ce qui occasionne un ralentissement de la digestion (favorable en cas de diarrhée) :

- Diminution du taux de cholestérol sanguin ;
- Ralentissement de la digestion des glucides ;
- Diminution de l'index glycémique ;
- Satiété favorisée.

Les sources alimentaires sont : les céréales, le son d'avoine, les légumineuses, les fruits riches en pectine (*pomme, orange, pamplemousse, fraises, poires, coing*), légumes (*asperges, petits pois, carotte*), eau de riz, céréales d'orge et de seigle, algues.



Les fibres insolubles

Elles agissent comme des éponges dans l'intestin en se gorgeant d'eau :

- Augmentation du volume des selles ;
- Stimulation du péristaltisme de l'intestin ;
- Rôle hypocholestérolémiant.

Les sources alimentaires sont : les céréales complètes, le son et céréales de blé, légumes et fruits, graines oléagineuses, légumineuses.



Fibres solubles	Fibres insolubles
<ul style="list-style-type: none">- Gel ;- Ralentissent le transit ;- Favorable en cas de diarrhée;- Diminuent le cholestérol sanguin ;- Diminuent l'absorption des glucides et donc l'index glycémique ;- Augmentent la satiété.	<ul style="list-style-type: none">- Gonflent, se gorgent d'eau ;- Augmentent le volume des selles ;- Diminuent l'absorption des toxines ;- Stimulent le péristaltisme intestinal ;- Accélèrent le transit.

Les risques liés aux fibres

Une **carence** en fibres provoque :

- Un ralentissement du transit avec constipation ;
- Des hémorroïdes et autres maladies digestives ;
- Une augmentation du risque de développer un diabète de type 2, un surpoids ou une obésité.

Une **surconsommation** en fibres peut être responsable d'un inconfort digestif : diarrhées, flatulences, ballonnement, irritations des intestins.



g- Notion d'index glycémique

L'index glycémique permet de qualifier le pouvoir hyperglycémiant d'un aliment glucidique par rapport à un aliment de référence qui est le pain blanc ou le glucose.

3 catégories d'aliments :

- **Index glycémique élevé (>75)** : Pain blanc, pâtes blanches, farine blanche, sucreries, bonbons, biscuits, dattes, pommes de terre ;
- **Index glycémique moyen (entre 50 et 74)** : Pâtes complètes, riz blanc, pain complet, légumes secs ;
- **Index glycémique bas (<50)** : Viandes, poissons, aliments riches en fibres comme les fruits et légumes.



Les aliments à index glycémique élevé provoquent une hyperglycémie rapide.

A l'inverse, les aliments à index glycémique bas maintiennent une glycémie relativement stable.

Une glycémie à jeun normale doit être entre 0,7 à 1,1 g/L.

Une glycémie après repas normale doit être mesurée 1h30 à 2h après le repas doit être inférieure à 1,4g/L.



Les facteurs de variation de l'index glycémique :

- La nature des glucides ;

Le glucose a un index glycémique élevé alors que le fructose a un index glycémique plus bas.

- La proportion d'amylose et d'amylopectine dans l'amidon : *plus la proportion d'amylose est élevée, plus l'index glycémique est bas.*

L'index glycémique du blé est plus élevé que l'index glycémique des légumes secs.

- La structure de l'aliment :

- Le broyage et le mixage augmentent l'index glycémique ;

Une purée aura un index glycémique plus élevé que la pomme de terre entière.

- Le temps de cuisson augmente l'index glycémique.

Plus les pâtes sont cuites et plus l'index glycémique augmente ≠ Pâtes *al dente*.

- La composition du repas.

Les fibres alimentaires diminuent l'index glycémique car elles ralentissent la digestion.



L'index glycémique est controversé car il ne concerne qu'un aliment alors que **l'ensemble du repas est important.**

Il est préférable de consommer des aliments glucidiques au cours d'un repas et non isolés pour **éviter toute fluctuation importante de la glycémie.**



h- Index glycémique et réponse de l'insuline

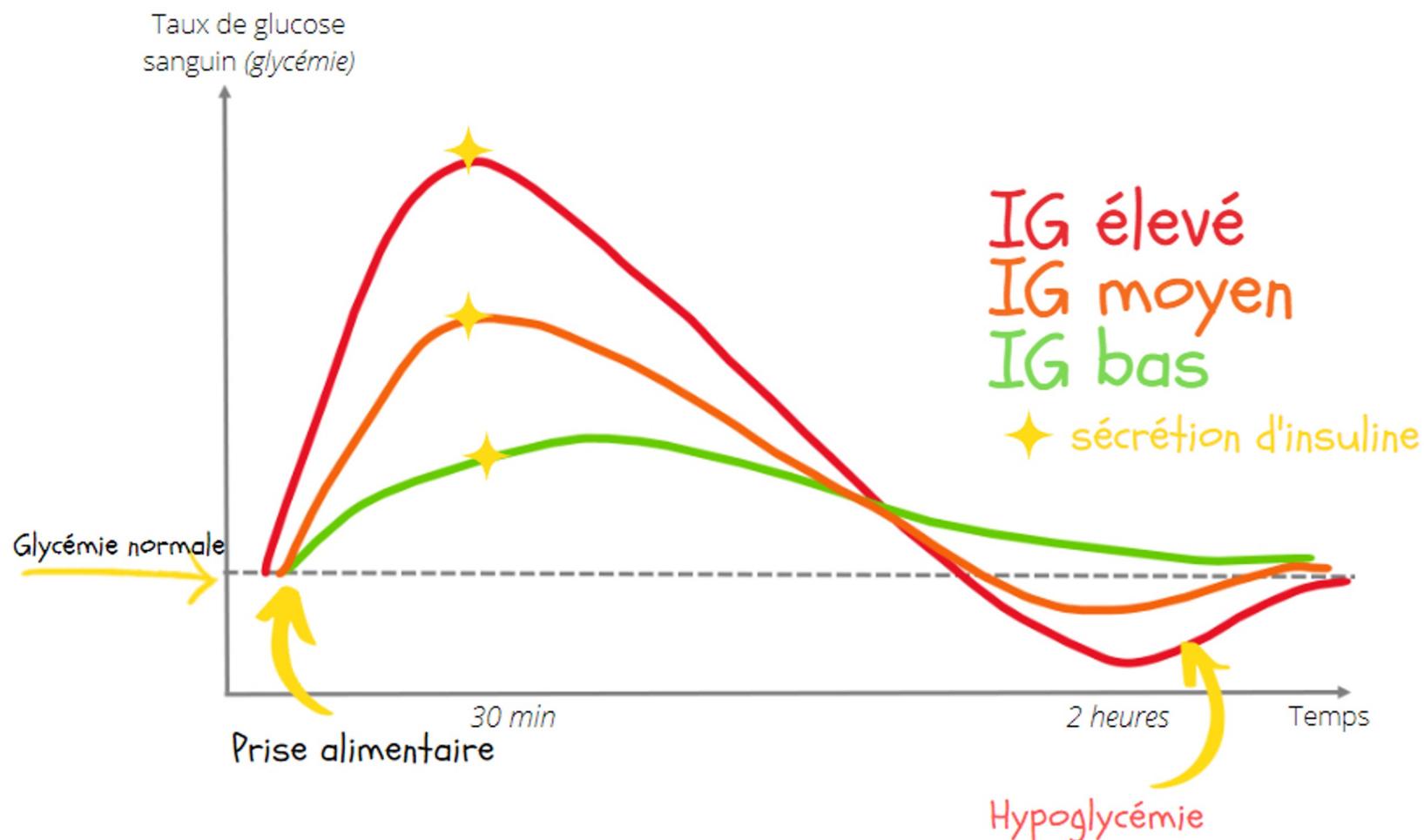
L'insuline est une hormone hypoglycémisante qui favorise l'utilisation du glucose par les cellules en cas d'hyperglycémie.

Elle est produite par le **pancréas**.

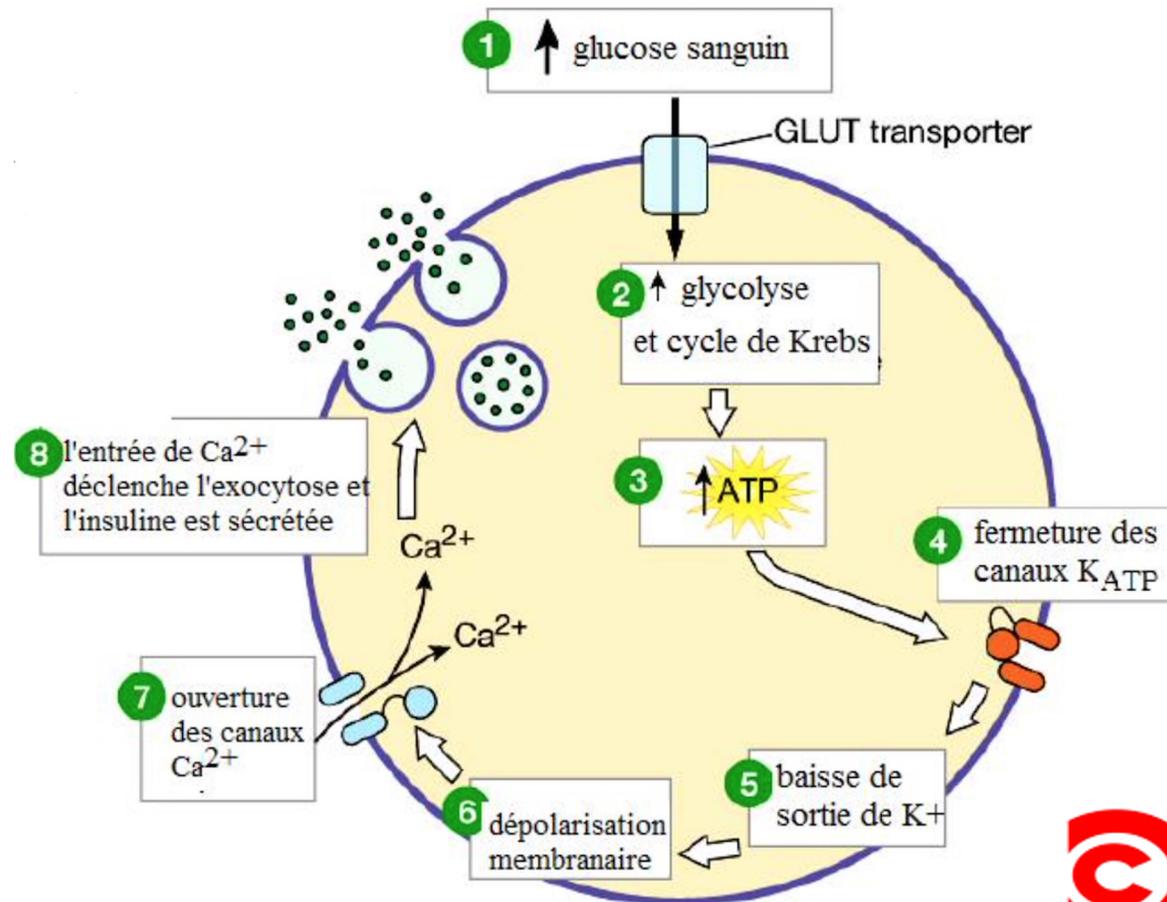
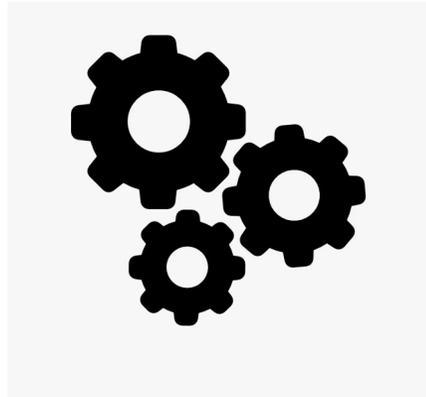
Lorsqu'on consomme des aliments à index glycémique élevé, on constate une glycémie élevée et donc une sécrétion d'insuline et potentiellement une hypoglycémie réactionnelle et un "coup de pompe".



Evolution de la glycémie en fonction de l'IG de la prise alimentaire:



Cycle du contrôle de la sécrétion d'insuline

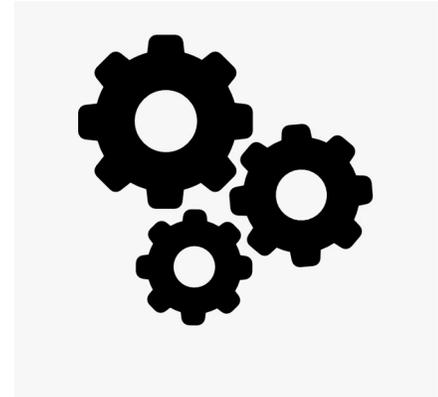


Lorsque la glycémie augmente, l'entrée de glucose dans la cellule pancréatique augmente, ce qui conduit à une augmentation de la glycolyse et du cycle de Krebs et donc de la production d'ATP.

Or, l'augmentation de la concentration intracellulaire d'ATP va provoquer la fermeture des canaux K^+ , induisant une dépolarisation membranaire.

Cette dernière va déclencher l'ouverture de canaux Ca^{2+} voltage dépendants.

L'entrée de Ca^{2+} qui suit provoque l'exocytose des vésicules de sécrétion contenant l'insuline "en attente" et donc la sécrétion d'insuline dans le sang.



En résumé

i- Les références nutritionnelles pour la population pour la consommation de glucides

Les recommandations sont de **40 à 55%** de l'Apport Énergétique Total (AET).

L'apport en **glucides simples ajoutés est limité à 10%** de l'AET.

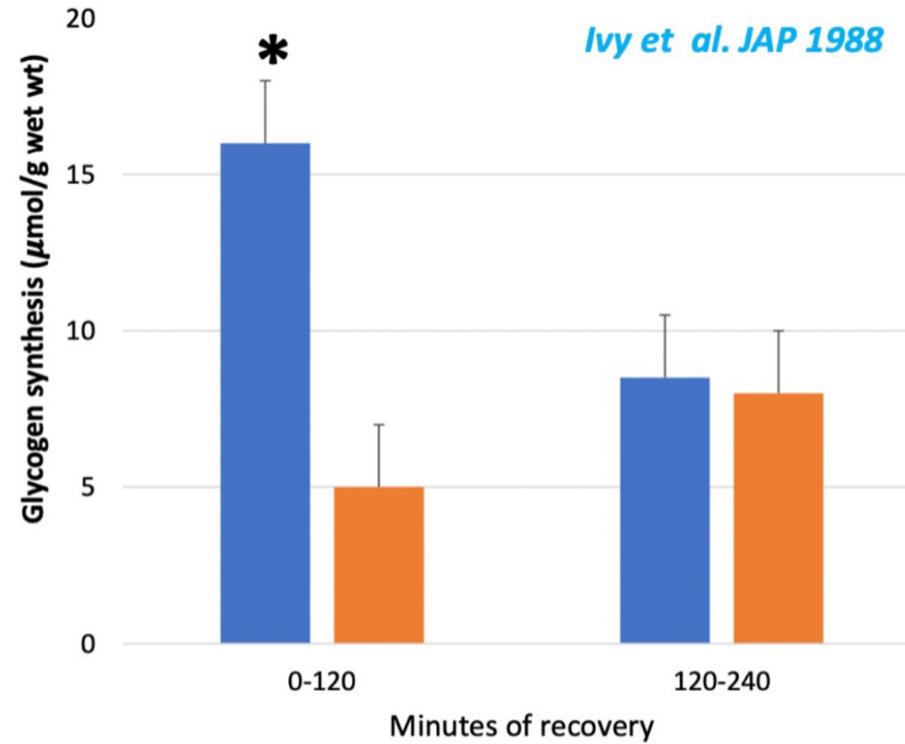
L'apport en sucres simples, hors lactose, ne doit pas dépasser les 100 g/jour.

Pour les sportifs:

- De force : 50 à 60% de l'AET pour ne pas utiliser les protéines comme ressources d'énergie;
- D'endurance : 50 à 70% de l'AET.

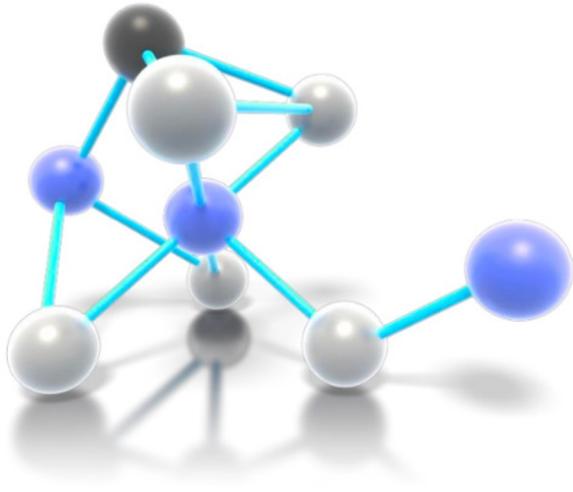
Les organes glucodépendants sont : le cerveau, le myocarde, le foie.



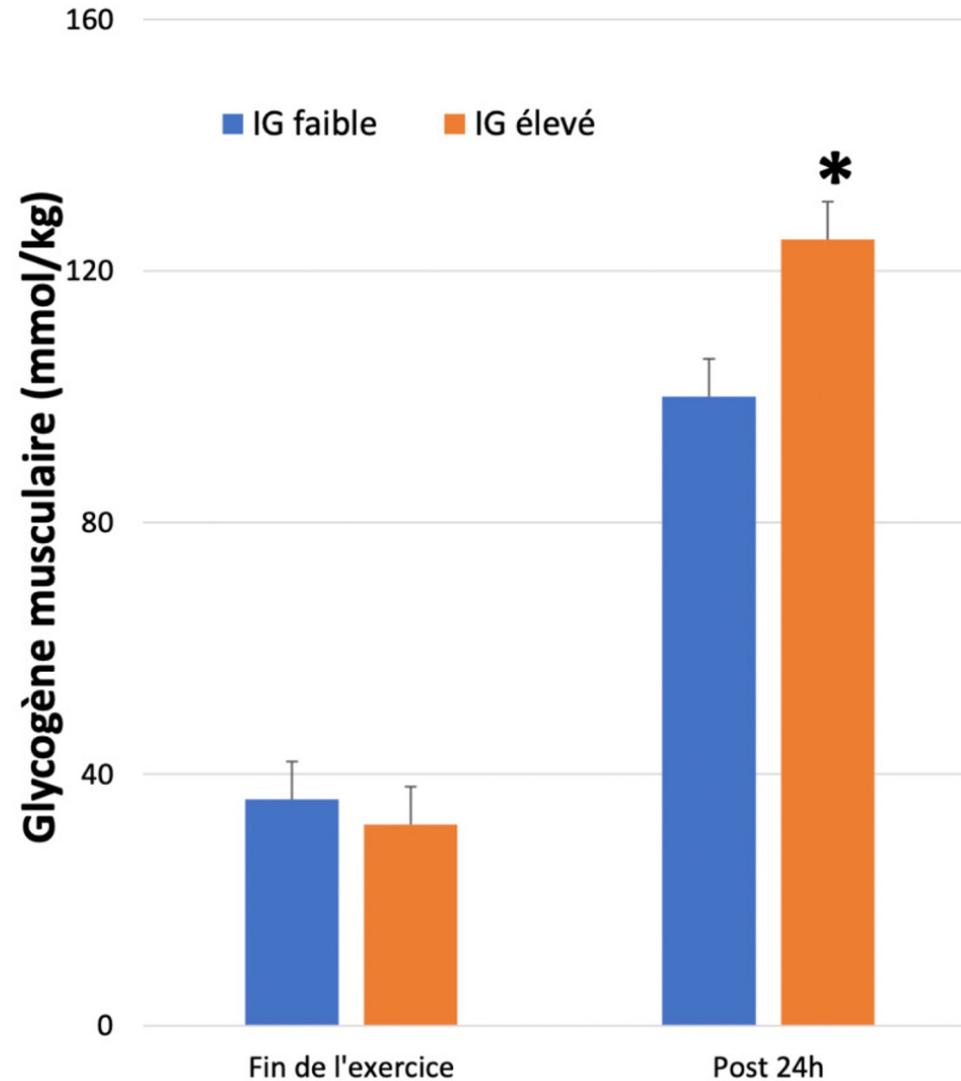


Pas de temps à perdre! Mieux vaut débuter le plus tôt possible après l'entraînement





- Mieux vaut consommer des glucides à index glycémique élevé,
- Pas de différence selon que la source de glucides soit solide ou liquide

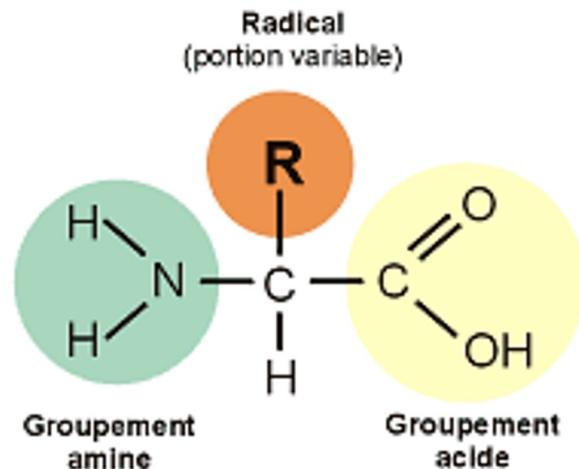


2- Les protéines

Constitution des protéines :

Monomères	Oligomères - Polymères
Acides aminés	<ul style="list-style-type: none">- Peptides (<100 acides aminés) ;- Protéines (>100 acides aminés).

Formule générale d'un acide aminé :



a- Classification des acides aminés

20 acides aminés entrent dans la composition des protéines humaines. Ils sont naturels.

On les classe en fonction de la *solubilité de leur radical variable* :

- Hydrophile : soluble dans l'eau ;
- Hydrophobe : insoluble dans l'eau.

b- Notion d'acides aminés essentiels

Parmi les 20 acides aminés, **8 sont dits "essentiels"** puisqu'ils sont **indispensables pour la synthèse de nos protéines** comme tous les autres acides aminés mais contrairement aux autres, **ils ne peuvent pas être synthétisés par nos cellules donc ils doivent être apportés par l'alimentation.**

Voici la liste :

Leucine, thréonine, lysine, tryptophane, phénylalanine, valine, méthionine, isoleucine.

Remarque :

2 acides aminés sont dits "semi-essentiels" : l'histidine et l'arginine.

→ Ils sont essentiels chez le nourrisson qui ne dispose pas encore des enzymes pour leur synthèse.

Les **protéines animales** sont plus riches en **acides aminés essentiels** que les **protéines végétales** sauf le soja. On dit qu'elles ont une meilleure **valeur biologique**.

D'où l'importance **pour les végétariens** d'**associer légumineuses et céréales** car leurs apports en acides aminés essentiels sont complémentaires (compensation de l'absence de protéines animales).



c- Rôles des protéines

1G = 4 kcal

- **Renouvellement cellulaire** : Les protéines sont ingérées et après digestion et absorption, ce sont les acides aminés qui seront utilisés par l'organisme pour synthétiser de nouvelles protéines et donc favoriser le renouvellement cellulaire ;
- **Rôle structural** : Maintien de la masse musculaire, constituant des membranes cellulaires ;
- **Rôles fonctionnels** : Immunité, cicatrisation, transport, satiété ;
- **Rôle énergétique secondaire** : Les protéines ont peu de rôle énergétique prioritaire sauf lors d'un jeûne prolongé et de manque d'apports énergétiques. 1 g de P° = 4 kcal.



L'organisme synthétise en permanence des protéines car elles sont en permanence détruites et renouvelées.

Chaque jour, l'organisme synthétise environ **300 g de protéines** (individu homme 70kgs)

La plupart des acides aminés nécessaires à cette synthèse proviennent de la destruction des protéines déjà existantes.

Pour compenser ces pertes, il faut apporter des protéines alimentaires.



d- Les sources de protéines *(pour 100 g)*

Les protéines animales	Les protéines végétales
<ul style="list-style-type: none">- Viandes : 18 g- Poissons : 18 g- Oeufs : 12 g- Produits laitiers :<ul style="list-style-type: none">- Yaourts : 3,2 g ;- Lait : 3,2 g ;- Fromages : 20 g.	<ul style="list-style-type: none">- Légumes secs : 23 g- Oléagineux : 5 à 20 g- Céréales : 8,4 g- Légumes : 1 à 1,5 g- Fruits : 0,6 g- Pomme de terre : 2 g- Pain blanc : 7 g.

e- La qualité des protéines

La notion de facteur limitant :

Une protéine alimentaire présente des facteurs limitants s'il y a absence ou insuffisance d'un acide aminé essentiel qui bloque ou limite la synthèse de nouvelles protéines dans l'organisme.

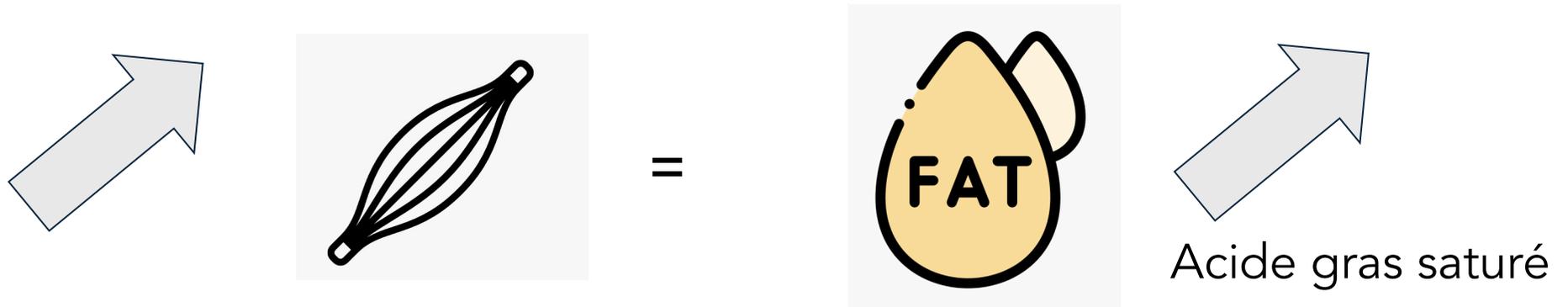
Pour y remédier, il est conseillé de réaliser une **complémentarité protéique** : on associe des protéines qui n'ont pas le même acide aminé manquant.

Exemple : Céréales pauvres en lysine et riches en méthionine avec légumes secs riches en lysine et pauvres en méthionine.



La consommation excessive en protéines animales est liée à la consommation excessive en lipides d'origine animale.

→ Il est important d'équilibrer avec les protéines végétales.



Le CUD = Coefficient d'Utilisation Digestive : (équivalent DIASS)

Il permet de déterminer le degré d'absorption d'une protéine alimentaire. Plus il est élevé, plus la protéine est absorbée au niveau de la barrière intestinale.

La valeur biologique :

Elle caractérise la capacité d'une protéine à faire de nouvelles synthèses.



L'indice chimique :

C'est la quantité d'un acide aminé essentiel d'une protéine étudiée par rapport à la quantité d'un acide aminé essentiel d'une protéine de référence. L'objectif est de comparer la composition d'une protéine à une protéine de référence.

Les **facteurs limitants** sont tous les acides aminés essentiels dont **l'indice chimique est inférieur à 100**. L'acide aminé essentiel ayant l'indice chimique le plus faible est considéré comme étant le facteur limitant primaire.



Aliments	Acides aminés (mg.g prot ⁻¹)									
	Histidine	Isoleucine	Leucine	Lysine	Méthionine + Cystéine	Phénylalanine + Tyrosine	Thréonine	Tryptophane	Valine	Teneur protéique pour 100 g
Lait de vache	29	65	109	83	35	107	48	15	72	3,33
Œuf de poule	26	72	98	70	59	108	55	18	87	12,9
Viande de bœuf										
1 ^{re} catégorie	39	58	91	108	44	92	54	13	62	21,7
3 ^e catégorie (poitrine)	38	56	88	104	38	89	52	13	60	16
Poulet à rôtir	30	64	89	102	47	84	51	14	59	20,6
Poisson osseux (diverses espèces maigres)	29	54	95	109	58	82	60	12	63	17,5
Grain de blé	23	45	77	32	43	90	37	13	53	11,5
Farine blanche	22	43	82	23	41	89	32	12	49	10,6
Grain de riz (brun)	26	47	95	42	36	103	46	12	69	7,4
Seigle	22	43	76	45	38	97	40	13	60	8,7
Maïs	30	50	143	34	38	99	46	8,7	60	9,2
Avoine	23	48	87	47	23	97	49	16	67	12,6
Soja	25	53	84	56	35	95	44	13	52	36,9
Haricot sec	33	70	106	88	23	112	54	11	76	21,3
Pois sec	34	82	102	93	35	113	67	15	79	22,9
Lentille	30	86	90	80	20	95	47	10,5	59	23,5
Pois chiche	27	57	74	69	27	82	35	8	49	19,8
Pomme de terre	20	52	70	65	25	90	45	15	65	2
Arachide	28	49	80	43	29	108	34	13	57	26
Tournesol	28	61	76	40	19	85	39	14	56	26,5
Noix	26	47	79	31	33	90	37	12	53	14,4
Amande	21	47	78	31	34	95	33	9,3	60	18,3
Noisette	23	64	74	32	27	82	33	18	73	14,1

Les chiffres indiqués ne sont pas absolus, ils reflètent seulement la composition caractéristique de chaque cas examiné. Des variations dans la composition en acides aminés existent au sein des espèces : elles sont liées aux variétés, aux méthodes culturales, aux saisons, aux degrés de maturité, aux conditions de conservation, aux technologies pratiquées, etc.

Composition des aliments en acides aminés essentiels

f- Les références nutritionnelles pour la population pour la consommation de protéines

Pour les adultes, les besoins sont de **0,8 g à 1 g de P°/kg/jour**.

On peut aussi l'exprimer en pourcentage de l'AET : **10 à 20%**.

Pour les sportifs :

- De force : 1 à 1,2 g/kg/J ou 2 à 2,2 g/kg/J si période de prise de masse musculaire (maximum 6 mois) ;
- D'endurance : 1,5 à 1,7 g/kg/J.

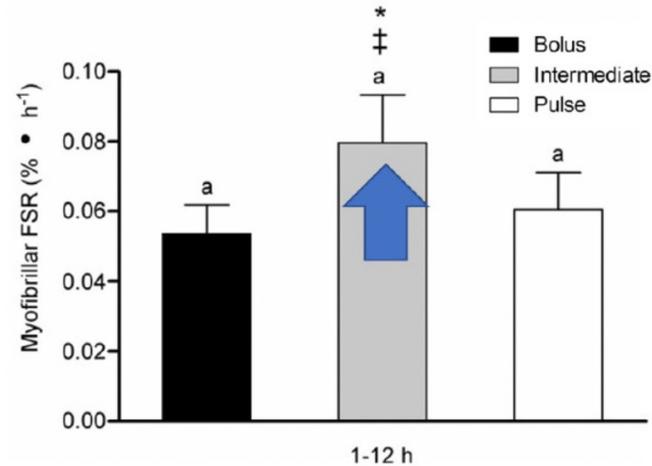
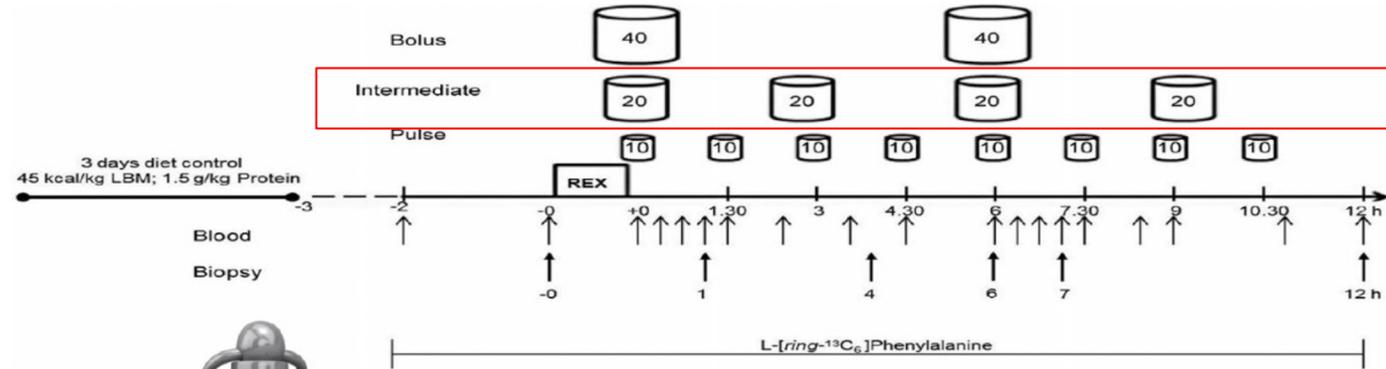


Autre méthode de calcul

Si la personne a une charge pondérale supérieure à 100kgs on peut utiliser le système de calcul suivant.

2,3 à 3,1 g de P par kg de la masse maigre
(Poids total - Masse grasse)

Distribution des apports en protéines



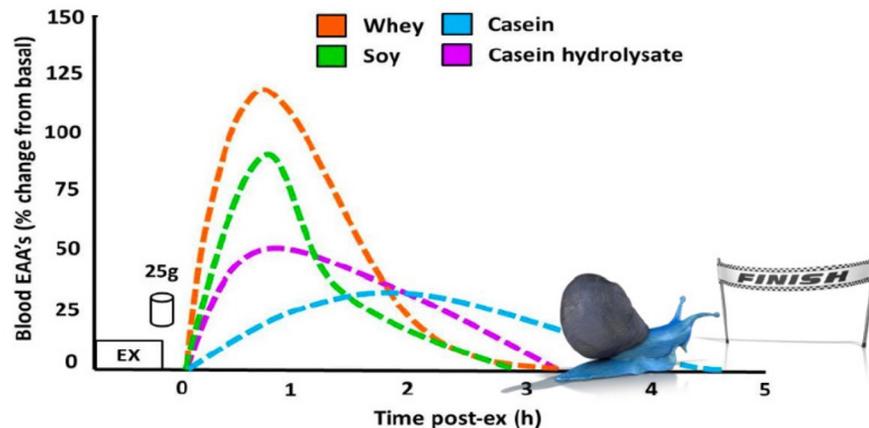
Areta et al. J Physiol 2013



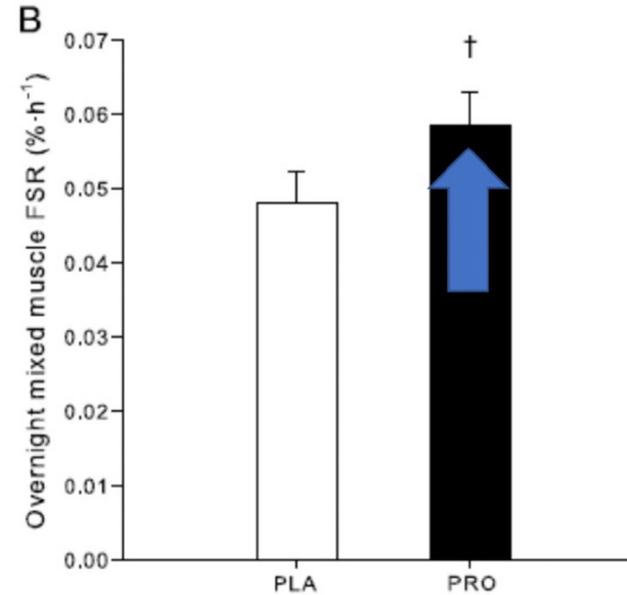
Ingestion protéique avant le coucher



- 16 jeunes adultes,
- Séance de musculation à 8:00 pm,
- 20g PRO + 60g CHO post exercice (9:00 pm),
- 30min avant le coucher (23:30h), les participants devaient ingérer une boisson contenant 40g de caséine ou une solution-placebo



Res et al. MSSE 2012



L'ingestion de caséine avant le coucher permet de stimuler les synthèses protéiques durant la nuit

g- Le métabolisme des acides aminés

Un homme adulte de 70 kg, en bonne santé, possède environ 10kg de protéines, essentiellement dans ses muscles.

Chaque jour, environ 300g de protéines usées ou devenues inutiles (enzymes régulatrices du métabolisme cellulaire, hormones, ...) sont dégradées et devront être remplacées par de nouvelles protéines. On parle de "*turn-over*" protéique.

Les acides aminés ainsi libérés pourront notamment re-servir pour la synthèse des nouvelles protéines.



Une partie des acides aminés libres dans l'organisme sert également pour la synthèse des nouvelles protéines :

- À la production d'énergie (environ 70 g/jour) ;
- À la synthèse d'autres molécules (environ 10 g/jour).

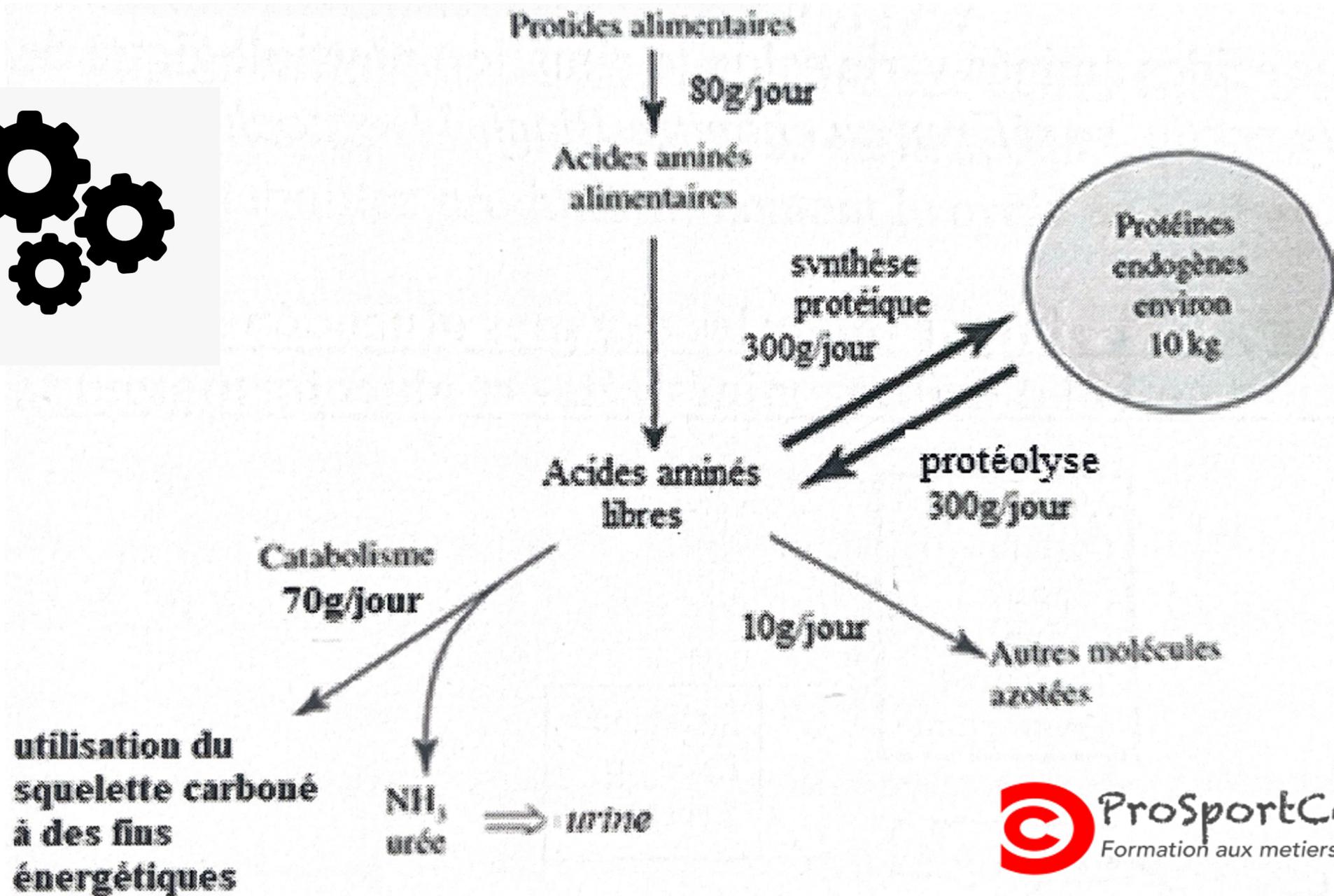
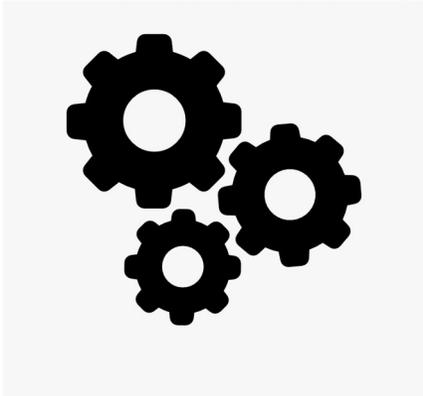
Il existe donc **une perte nette en acides aminés d'environ 80 g par jour**. Cette perte doit être **compensée par les apports alimentaires**, sous forme de protéines.

Le catabolisme (= dégradation) des acides aminés a essentiellement lieu dans le **foie**.

Il est le premier organe traversé par les acides aminés d'origine alimentaire (*via* la veine porte en provenance de l'intestin) et il utilise une partie de ces acides aminés pour son propre métabolisme énergétique.

D'autre part, en phase de jeûne, le foie est capable de convertir les acides aminés (essentiellement d'origine musculaire) en d'autres substrats énergétiques.





h- Dénaturation des protéines

C'est la **perte de la structure native de la protéine** par rupture des liaisons secondaires sans que la structure primaire ne soit touchée.

La dénaturation d'une protéine entraîne la **perte de sa fonction** car elle dépend de sa structure 3D.

Exemples d'agents dénaturants :

- **Élévation de la température** : Elle augmente l'agitation des atomes au sein de la protéine ce qui conduit à la rupture des liaisons faibles ;
- **La modification du pH** : Il peut changer les charges des acides aminés acides et basiques et ainsi conduire à la rupture des liaisons peptidiques (*dénaturation des protéines alimentaires sous l'effet du pH acide dans l'organisme*) ;
- **L'agitation mécanique** comme un fouet ou un batteur.



3- Les lipides

Les lipides constituent une famille hétérogène de molécules mais ils sont tous insolubles dans l'eau donc **hydrophobes**. Ils sont présents dans l'organisme et dans l'alimentation sous les formes suivantes :

- Acides gras libres ;
- Phospholipides ;
- Mono, di et triglycérides ;
- Stérols ;
- Vitamines liposolubles.

La diversité des acides gras dépend **de la longueur de la chaîne et du degré d'insaturation.**

Les propriétés physiques et nutritionnelles des lipides vont dépendre de la nature des acides gras. On trouve **deux grandes familles :**

- **Les acides gras indispensables ;**
- **Les acides gras non indispensables.**

a- Le rôle des lipides

$$1G = 9 \text{ kcal}$$

Rôle énergétique :

Ce sont essentiellement des **triglycérides**, les lipides de réserves se situent dans les **adipocytes**. L'organisme a une masse grasse importante. La proportion pour les femmes est plus élevée (20 à 25%) que chez les hommes (15 à 20%).

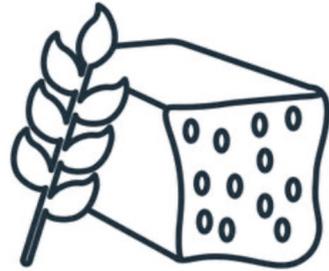
Les réserves lipidiques sont principalement utilisées pour :

- Les efforts de très longue durée ;
- Les jeûnes prolongés.

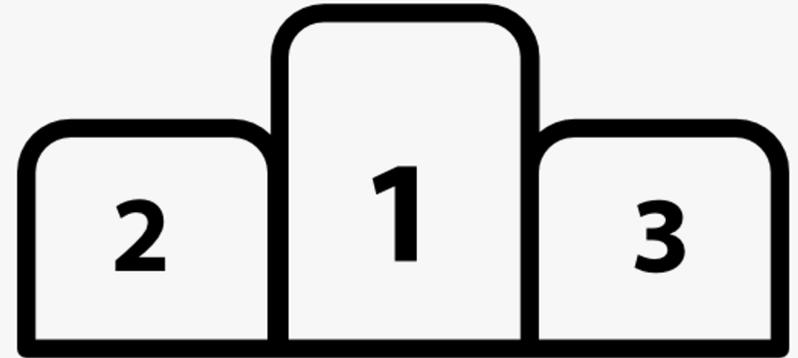
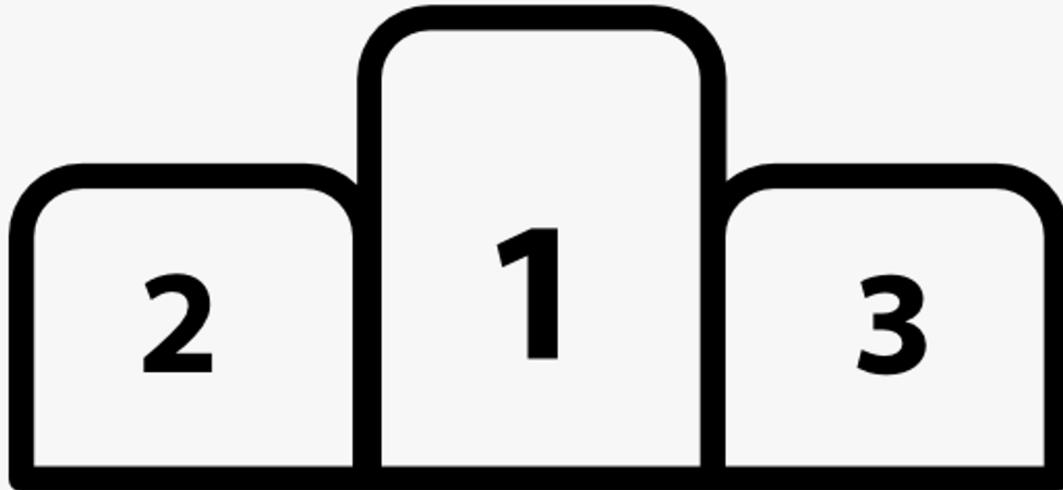
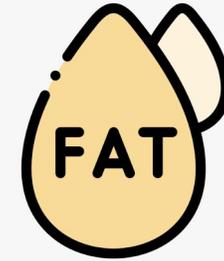
Ils sont très intéressants d'un point de vue énergétique puisque 1 g de L° = 9 kcal.



meilleur macro dans l'énergie



MAIS...



Rôle structural :

Ils participent à l'architecture des membranes cellulaires en réalisant une bicouche lipidique principalement composée de phospholipides et de cholestérol.

Cette fonction structurale conditionne également les messages cellulaires en modulant la fluidité des membranes.

Plus une membrane sera riche en acides gras polyinsaturés, plus elle sera fluide. À l'inverse, plus elle est riche en acides gras saturés, plus elle sera rigide.



Rôle fonctionnel :

Ils participent à la synthèse des médiateurs intercellulaires et d'hormones locales participant à la régulation des fonctions cellulaires. Ils sont vecteurs des vitamines liposolubles (A, D, E et K). Ce sont des exhausteurs de goût.

Autre rôle :

Le tissu adipeux joue un rôle d'isolant thermique et de maintien de la température corporelle.

b- Les acides gras indispensables

Les besoins physiologiques correspondent à un apport nécessaire pour :

- Éviter tout déficit alimentaire en acides gras indispensable et assurer un bon fonctionnement de l'ensemble de l'organisme notamment le développement et le fonctionnement cérébral. Il s'agit des **besoins physiologiques minimaux** ;
- Assurer des rôles préventifs sur le plan physio-pathologique. Il s'agit des **besoins physiologiques optimaux**.

Ils sont **essentiels à l'homme car ils ne sont pas synthétisés par l'organisme**. De ce fait, ils doivent être **apportés par l'alimentation**.

On retrouve :

- Acide linoléique : w6 ;
- Acide alpha-linolénique : w3 ;
- DHA.



c- Les acides gras non indispensables

En l'absence de données suffisantes, le besoin physiologique minimal n'a pas pu être défini.

On retrouve les acides gras saturés (AGS) : Acides laurique, palmitique, myristique qui sont athérogène en excès. Les autres AGS en particulier n'ont pas d'effets délétères connus et plutôt même des effets favorables pour certains d'entre eux

Exemple : acide butyrique qui participe à la prévention du cancer du côlon.

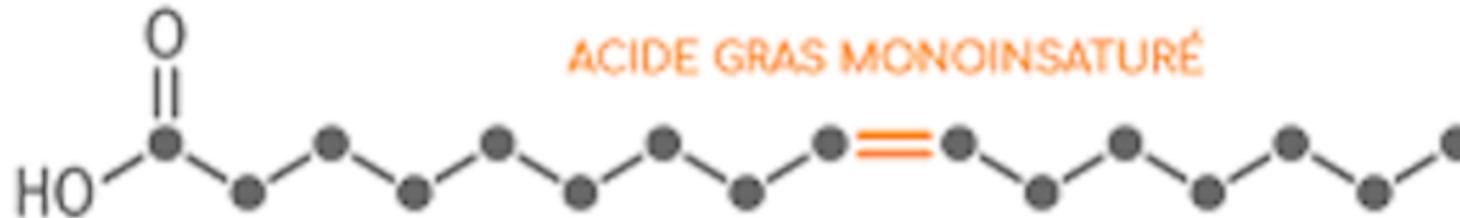


Ces acides gras sont dits « saturés » car ils ne contiennent pas de double liaison dans leur chaîne hydrocarbonée (cette chaîne est donc saturée en hydrogènes).

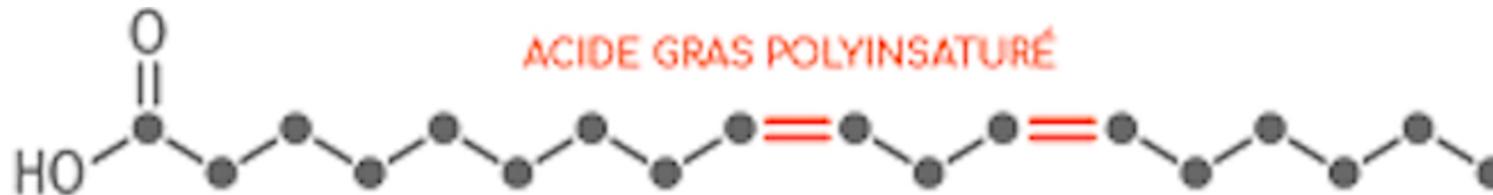


Les autres acides gras :

- Acides gras mono insaturés : Contiennent une seule double liaison ;



- Acides gras polyinsaturés : Possèdent au moins deux doubles liaisons dans la chaîne hydrocarbonée.



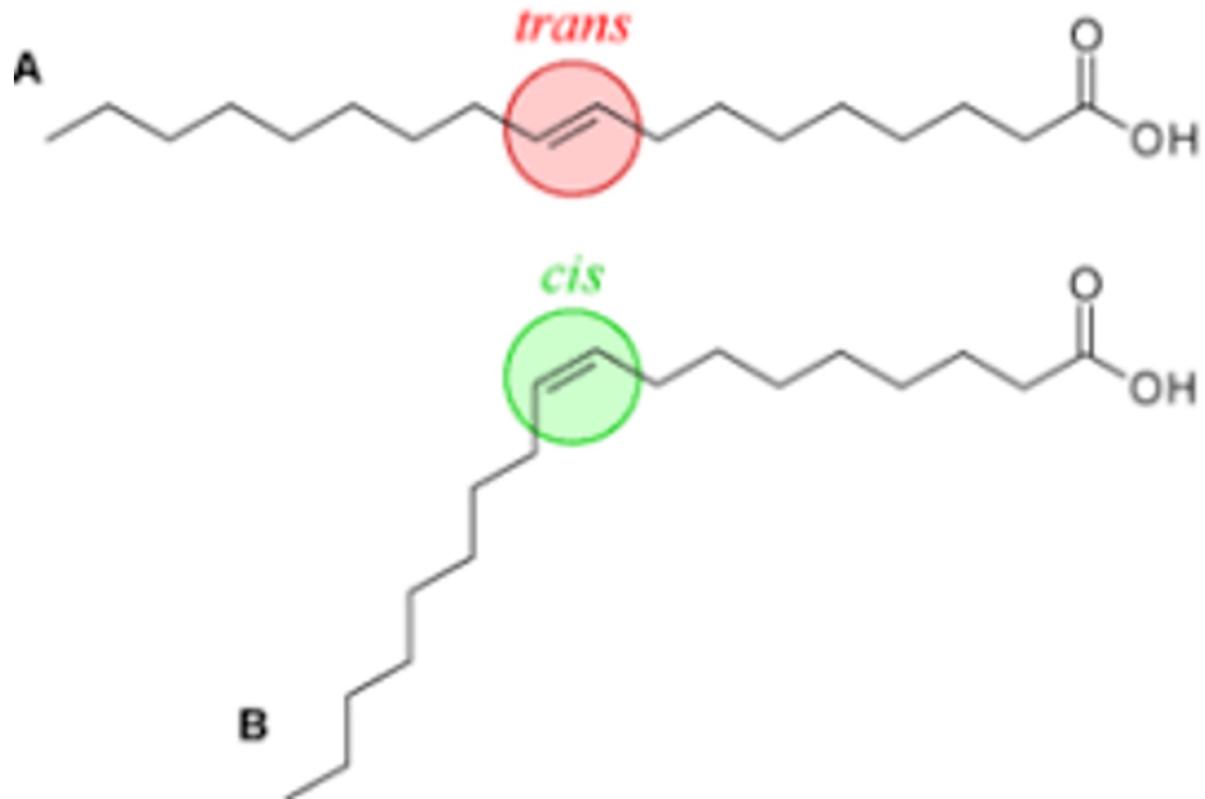
Il y a également les **acides gras trans**.

La seule source naturelle d'acides gras trans est les **produits laitiers et la viande bovine** (conséquence de l'action des bactéries présentes dans l'estomac des ruminants).

On en trouve aussi dans les **produits industriels utilisant des graisses hydrogénées** (gâteaux, margarine).

Ils se forment aussi lors du **chauffage et de la cuisson** des huiles à haute température (friture).





d- Le cholestérol

L'organisme contient environ 145 g de cholestérol dont 5 % circulent dans le sang.

Les principales fonctions du cholestérol sont :

- Précurseur de la vitamine D ;
- Intervient dans la synthèse des sels biliaires ;
- Rôle structural (membrane cellulaire et fluidité membranaire) ;
- Participe à la synthèse des hormones sexuelles et de la glande surrénale.

La cholestérolémie est dépendante à 2/3 de la synthèse endogène hépatique et pour 1/3 de l'apport alimentaire.

Ainsi, aucune restriction totale lors d'une hypercholestérolémie n'est suffisante car l'organisme compense les diminutions de l'apport.



Le cholestérol est transporté dans le sang par les **lipoprotéines** :

- **LDL** : Transport du cholestérol du foie vers les cellules utilisatrices. En excès, le cholestérol **s'accumule au niveau des artères** dû à la saturation des cellules utilisatrices. Il y aura fabrication de la **plaque d'athérome** (plaque lipidique fibreuse calcifiée). Il y a donc diminution de l'élasticité de la paroi des artères, diminution du diamètre des artères et donc ralentissement du passage du sang : c'est **l'athérosclérose** ;
- **HDL** : Transport du cholestérol des tissus vers le foie pour favoriser **l'épuration du cholestérol** en excès en le recyclant. Plus le taux est bas, plus les risques coronariens sont élevés.

C'est pourquoi le rapport LDL/HDL doit être inférieur à 3,5 pour éviter les risques coronariens.



e- Les phytostérols

Ils ont un effet **hypocholestérolémiant**. Ainsi, se produit une diminution de la cholestérolémie et surtout du LDL cholestérol.

Pour obtenir des effets préventifs, un apport quotidien de **2 g/j** est nécessaire accompagné de différents facteurs de prévention.

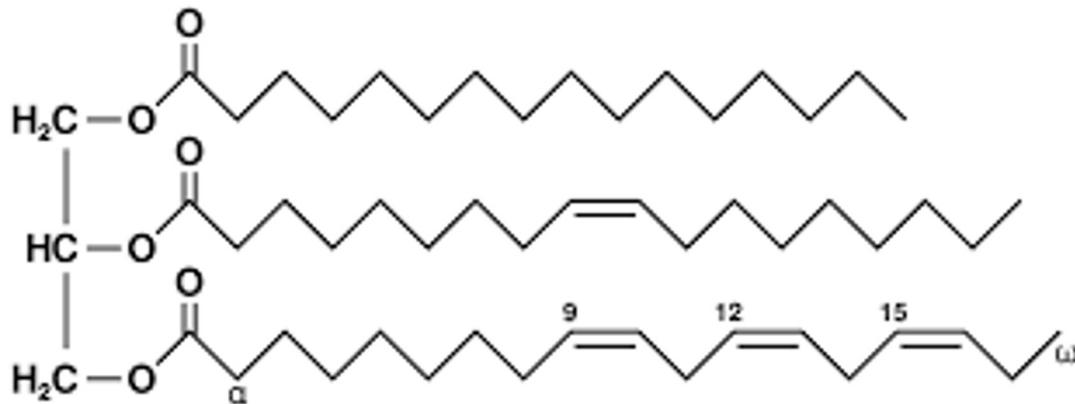
Les principales sources alimentaires sont :

- Les graines oléagineuses ;
- Les huiles végétales ;
- Les fruits et légumes.



f- Les triglycérides

Les triglycérides sont composés de **3 acides gras reliés à une molécule de glycérol**. Ils constituent la majeure partie des lipides alimentaires de l'organisme. On les trouve dans le sang où ils sont associés à des protéines spécifiques puisque les lipides sont hydrophobes et ne peuvent donc pas circuler sous forme libre dans le sang.



On parle de **lipoprotéines** :

- **Les chylomicrons** : Formés dans les cellules intestinales, ils contiennent les lipides alimentaires (triglycérides et cholestérol). Ils circulent dans le sang pour déposer les acides gras aux organes de stockage (tissus adipeux et muscles).
- **Les VLDL** : Fabriqué dans le foie, ils contiennent le cholestérol alimentaire ainsi que le cholestérol endogène fabriqué par le foie et des triglycérides fabriqués par le foie à partir des excès de nutriments glucidiques. Elles sont envoyées aux tissu adipeux et muscles pour y déposer les triglycérides en vue d'un stockage. Elles deviennent alors LDL.

L'augmentation du taux de triglycérides dans le sang est un facteur de risque de maladies cardiovasculaires.



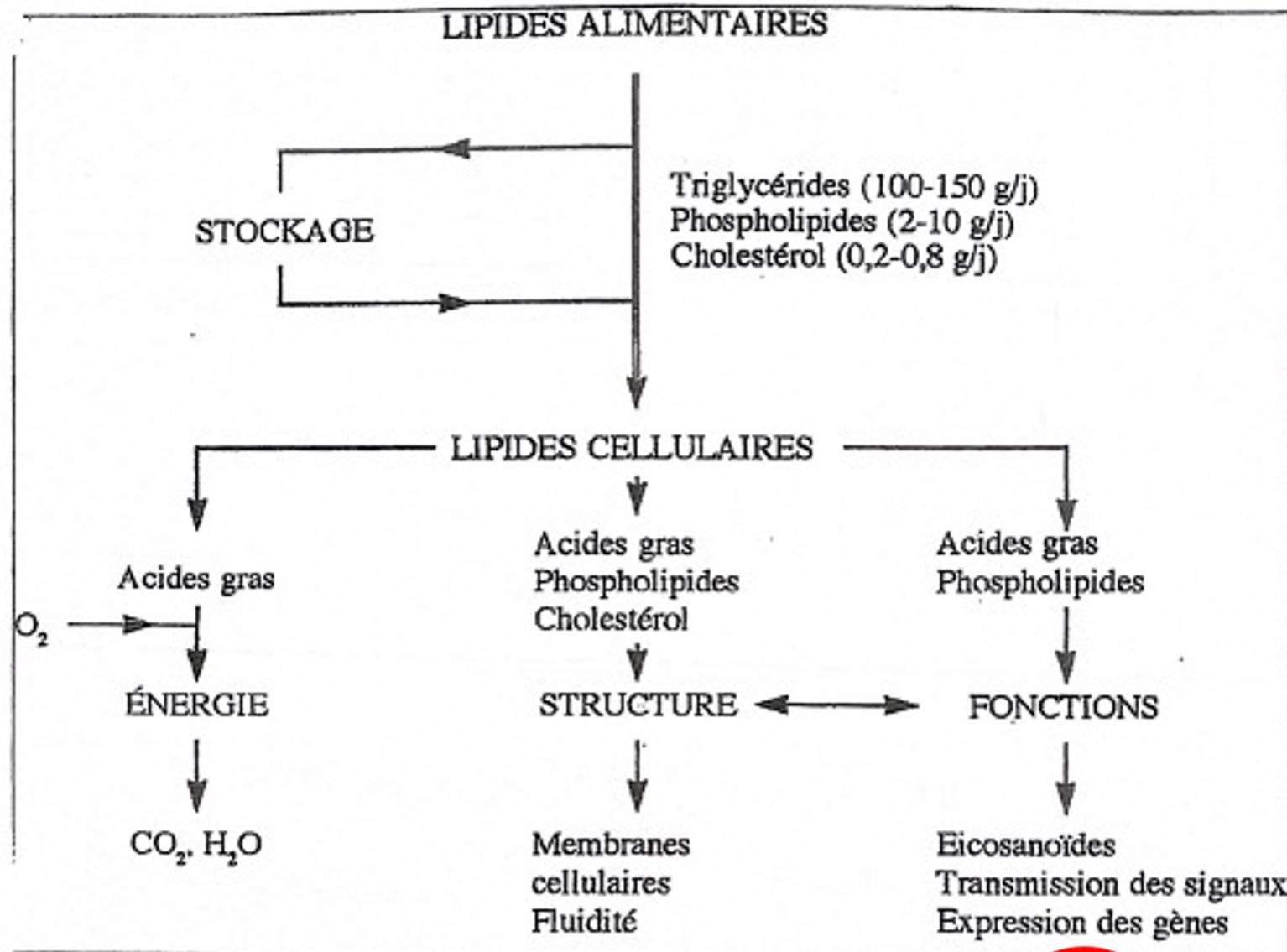
g- Les références nutritionnelles pour la population pour la consommation de lipides

Pour les besoins physiologiques minimaux et optimaux, un apport en lipides totaux de **35 à 40 %** de l'AET est conseillé chez le bien portant.

Pour les sportifs :

- De force : **30 à 35 %** de l'AET. Attention à l'apport suffisant en acides gras essentiels (oméga 6 = 10g/j et oméga 3 = 2g/j) ;
- D'endurance : **20 à 35 %** de l'AET. Utilisation importante des réserves de lipides à partir d'1h30 d'activité physique. Attention à l'apport suffisant en acides gras essentiels (oméga 6 = 10g/j et oméga 3 = 2g/j).





h- La nature des acides gras dans les matières grasses alimentaires

On peut classer les corps gras alimentaires selon leur origine :

- **Les corps gras d'origine animale :**

- o Matières grasses laitières : beurre, crème ;
- o Corps gras issu du tissu adipeux des animaux : saindoux (graisse de porc), suif (graisse de mouton ou de bœuf), graisse de canard...

- **Les corps gras d'origine végétale :**

- o Huiles fluides (*liquides à +15°C*) : huiles d'olives, colza, tournesol...
- o Huiles concrètes (*figées à +15°C*) : huiles de palme (pulpe de fruit des palmiers à huile), palmiste (noyau des fruits des palmiers à huile) et coprah (chair de noix de coco séchée).



Les corps gras sont majoritairement composés de triglycérides étant eux-mêmes composés d'acides gras.

Selon leur origine, la composition en acides gras des triglycérides des corps gras n'est pas la même : les corps gras d'origine animale sont généralement riches en AGS alors que ceux d'origine végétale sont riches en acides gras indispensables.

Exceptions : Les poissons gras sont riches en acides gras insaturés (*saumon, sardine, thon, anchois...*) et les 3 huiles concrètes contiennent plus de 50 % d'AGS.



On a :

- AGS : Huile de coco et d'arachide ;
- W9 : huile d'olive, noisettes, amandes ;
- W6 : huiles de tournesol, noix, soja ;
- W3 : huile de lin, colza, noix, soja.

i- Le point de fusion

C'est la **température pour laquelle un corps passe d'un état solide à liquide**. Il dépend du :

- Nombre de carbone dans la chaîne ramifiée : plus il y a de carbone, plus le point de fusion est élevé ;
- Nombre de doubles liaisons : plus un acide gras est insaturé et plus son point de fusion est faible.

Les AGS a plus de 10 carbones sont tous solides à température ambiante alors que les acides gras indispensables sont tous liquides à température ambiante.

La texture d'une matière grasse alimentaire dépendra donc de sa **composition en acides gras**.

Assaisonnement : colza, lin

Cuisson : beurre, olive

Friture : tournesol, arachide



j- Oxydation des acides gras indispensables

L'oxydation des acides gras indispensables est un phénomène chimique complexe qui se déclenche spontanément au **contact de l'oxygène**. Il peut être accéléré entre autres par la chaleur et la lumière.

Une oxydation conduit à un **phénomène de rancissement** qui s'accompagne d'un changement d'odeur, de couleur et de goût ainsi que d'une perte de valeur nutritionnelle.

Plus un acide gras est insaturé, plus il va être sensible à l'oxydation.



Pour retarder ce phénomène d'oxydation des aliments :

- Les corps gras les plus sensibles (ceux riches en w3) sont souvent maintenus dans des **réipients opaques** à la lumière, **étanches au gaz** et à l'**abris de la chaleur** ;
- Mettre des **antioxydants** dans les aliments riches en acides gras indispensables (vitamine E dans la margarine).

II- Les micronutriments

Les micro nutriments comprennent :

- Les minéraux ;
- Les oligoéléments ;
- Les vitamines.

Fournis en quantité suffisante par une alimentation variée et équilibrée, ils sont **indispensables à notre santé**. Ils assurent de nombreuses fonctions vitales dans notre organisme.



1- Les minéraux

Minéraux	Rôles	Sources alimentaires
Calcium	Édification et renouvellement du squelette, contraction musculaire et cardiaque, coagulation sanguine, libération d'hormones, transmission de l'influx nerveux.	Produits laitiers, légumineuses, fruits à coque, produits céréaliers, fruits de mer, légumes à feuilles (choux, blettes, épinards,...), eau.
Magnésium	Indispensable à la contraction musculaire, coagulation sanguine, anti-stress.	Oléagineux, chocolat, café, céréales complètes, mollusques, crustacés, certaines eaux.
Phosphore	Constituant du squelette et des dents, en relation avec le calcium.	Lait de vache et produits laitiers, oeufs, oléagineux, poissons, abats, viande.

Minéraux	Rôles	Sources alimentaires
Fer	Fabrication et constituant de l'hémoglobine, une protéine des globules rouges qui véhicule l'oxygène depuis les poumons jusqu'aux cellules. Constitue également la myoglobine, protéine responsable de l'oxygénation des muscles.	Foie, viandes, poissons et fruits de mer, légumineuses, noix, céréales, jaune d'oeuf, légumes à feuilles vertes.
Sodium	Maintien de l'équilibre hydroélectrolytique, régulation de la pression osmotique et de la masse hydrique de l'organisme.	Sel de table, condiments, sauces, charcuterie et fromage.
Potassium	Maintien de l'équilibre hydroélectrolytique, transmission de l'influx nerveux, excitabilité cardiaque.	Chocolat, banane, légumes, produits laitiers
Zinc	Antioxydant, activité enzymatique pour le renouvellement cellulaire, la cicatrisation et l'immunité.	Viande, abats, fromages, légumineuses, poissons et fruits de mer.
Sélénium	Antioxydant, effet stimulant sur l'immunité, contribue aux réaction de défense de l'organisme.	Poissons et fruits de mer, viande, oeufs et oléagineux.

2- Les oligoéléments

Oligoéléments	Rôles	Sources alimentaires
Chlore	Maintien de l'équilibre osmotique et acidobasique ainsi que l'activité musculaire et nerveuse.	Charcuteries, fromages, poissons fumés salés.
Chrome	Régulation des métabolismes glucidiques, lipidiques et protéiques par l'insuline.	Viande, matières grasses, pain, céréales, poisson, légumineuses, épices.
Cuivre	Qualité du cartilage, intégrité du tissu conjonctif, minéralisation osseuse, régulation neurotransmetteurs, fonction cardiaque, fonctions immunitaires et métabolisme du fer.	Abats, crustacés, mollusques, oléagineux.

Oligoéléments	Rôles	Sources alimentaires
Fluor	Prévention des caries dentaires.	Eau, thé, poissons et sels fluorés.
Iode	Synthèse des hormones thyroïdiennes, croissance et maturation cellulaire, thermogénèse, homéostasie glucidique et lipidique, modulation transcriptionnelle de la synthèse protéique.	Algues, sels iodés, poissons marins, mollusques, crustacés, jaune d'oeuf, lait.
Molybdène	Catalyse des réactions d'oxydo-réduction et intervient dans le métabolisme de certains acides aminés.	Légumineuses, céréales, produits céréaliers, abats, noix.

3- Les vitamines

Les vitamines sont des **substances sans valeur énergétique mais essentielles pour l'organisme**. À l'exception de deux d'entre elles (*vitamines K et D*), le corps humain est incapable de les fabriquer. De ce fait **leur apport par l'alimentation est primordial** pour le fonctionnement harmonieux de notre organisme.

Les vitamines sont impliquées dans de nombreuses fonctions biologiques :

- Construction de l'organisme : Croissance, développement du squelette... ;
- Fonctionnement et entretien du corps : Transformation et utilisation des macronutriments, vision, coagulation du sang, systèmes musculaire, nerveux, immunitaire, fabrication d'ADN,



Une **alimentation équilibrée et diversifiée** permet de couvrir les besoins de l'organisme. En outre, des apports adéquats en vitamines sont un prérequis dans la **prévention de nombreuses pathologies** (maladies liées au vieillissement, maladies cardiovasculaires, cancers).

Un apport trop élevé de vitamines n'améliore pas les performances d'un organisme qui fonctionne déjà normalement !

Leur surconsommation peut avoir, à moyen ou long terme, des effets toxiques. A l'inverse, un apport insuffisant entraîne des déficits, voire des carences associées à des troubles.



Treize familles de vitamines sont définies et classées en **deux** catégories :

- Les vitamines liposolubles (*peuvent se dissoudre dans les graisses*) : **A, D, E, K**. Stockées dans les tissus adipeux (*D, E*) et en quantité importante dans le foie (*A*), leur capacité à être accumulées par l'organisme entraîne un risque potentiel de toxicité en cas de surdosage;
- Les vitamines hydrosolubles (*peuvent se dissoudre dans l'eau*) : du **groupe B** (*B1, B2, B3 ou PP, B5, B6, B8, B9 et B12*) et **C**. Elles peuvent être stockées, mais les risques de surdosage sont moins élevés en raison de leur élimination dans les urines.



Vitamines	Rôles	Sources alimentaires
A – Rétinol / Bêta-carotène	Régulation de l'expression du génome, le fonctionnement du système immunitaire, différenciation des épithéliums muqueux (notamment oculaire), rôle dans la vision.	Abats, jaune d'œuf, beurre, carottes, pommes de terre douces, légumes à feuilles vertes, mangues, melons.
B1 – Thiamine	Métabolisme des glucides.	Produits céréaliers complets, viande, porcs, oléagineux.
B2 – Riboflavine	Métabolisme énergétique.	Foie, produits laitiers, œufs.
B3 – Niacine	Cofacteur d'oxydoréduction dans le métabolisme du glucose, des acides aminés et acides gras.	Foie, viandes, poisson, produits de la mer, céréales complètes.
B5 – Acide Pantothénique	Métabolisme du glucose, des acides aminés et acides gras.	Viande, pain, lait, produits laitiers.
B6 – Pyrodoxine	Métabolisme des acides aminés et synthèse des neurotransmetteurs.	Céréales, légumes, fruits autres qu'agrumes, foie.
B8 – Biotine	Synthèse des acides gras, catabolisme des acides aminés.	Foie, œufs cuits, champignons, fromages.

Vitamines	Rôles	Sources alimentaires
B9 – Acide folique	Métabolisme des acides aminés et division cellulaire.	Légumineuses, légumes à feuilles, foie, levure de bière, germe de blé.
B12 – Cobalamine	Métabolisme de la vitamine B9.	Abats, poissons, œufs, viande, lait et produits laitiers.
C – Acide Ascorbique	Rôle de coenzyme.	Cassis, agrumes, persil, poivron rouge.
D – Cholécalférol	Homéostasie du calcium et phosphore, minéralisation des tissus minéralisés (os, cartilage, dents) pendant et après la croissance.	Poissons gras, huile de foie de morue, jaune d'œuf.
E – Tocophérol	Antioxydant.	Huiles végétales, huile de foie de morue, certains fruits à coque.
K1 – Ménaquinone K2- Phyloquinone	Coagulation sanguine et métabolisme osseux.	Légumes feuilles, huiles végétales.

III- L'hydratation

L'eau est le **constituant majoritaire de notre organisme** : environ **65 % du poids d'un individu** (*variable selon le sexe, l'âge et l'adiposité*).

Elle provient des boissons, aliments solides, de certaines réactions de notre métabolisme cellulaire.

La formule de la molécule d'eau est H_2O .

L'eau est la seule boissons indispensable.



a- Les rôles de l'eau

L'eau est le solvant dans lequel tous les constituants nécessaires à la vie sont dissous et circulent dans l'organisme.

Elle est renouvelée sans cesse à un rythme rapide grâce à des entrées et des sorties qui s'équilibrent lorsque l'on est en bonne santé.

Le muscle est plus riche en eau que le tissu graisseux.



Les rôles de l'eau sont :

- **Hydratation ;**
- **Transporteur :** Nutriments et déchets mais aussi échanges entre les cellules ;
- **Thermorégulation** par la sudation ;
- **Protecteur :** Liquide amniotique ou liquide céphalo rachidien.



b- Les pertes et les entrées en eau

Nous perdons environ **2,3 L** d'eau par jour :

- Urines : 1,4 L/j ;
- Respiration : 0,5 L/j ;
- Transpiration : 0,3 L/j ;
- Selles : 0,1 L/j.

A l'inverse, nous avons des **entrées pour l'eau** :

- Eau : $\frac{2}{3}$ des apports par jour ;
- Aliments : $\frac{1}{3}$ des apports par jour.



Les entrées et les sorties sont contrôlées par la **sensation de soif** mais il ne faut pas atteindre cette sensation lors de chaleur ou d'activité intense car l'organisme peut être déshydraté.

L'homéostasie des liquides de l'organisme est capitale pour toutes les fonctions cellulaires.

Les pertes doivent compenser les apports car l'organisme doit toujours être en équilibre hydrique.



c- Les besoins en eau

1 mL = 1 kcal

Les besoins en eau d'un individu moyen se calculent à partir de ses besoins énergétiques : 1mL = 1kcal.

Au delà d'1h d'entraînement : **600 à 800 mL d'eau par heure.**

Les facteurs influençant les besoins en eau sont :

- Le capital hydrique initial de chaque individu variable selon l'âge et le sexe ;
- Les capacités de régulation de ce capital hydrique ;
- L'état physiologique (grossesse, allaitement) ;
- L'activité physique (dépend également de l'intensité, durée, ambiance générale) ;
- L'adaptation de l'individu à cette activité et à cette ambiance ;
- La nature des aliments ingérés.



Quelques chiffres

250ml toutes les 15 minutes

- **Avant l'entraînement** : normo-hydratation ;
- **Pendant l'entraînement** : 600 à 800 mL/h pour des entraînements d'1h et plus ;
- **Après l'entraînement joueur pro**: Poids perdu X 1,5.

d- La déshydratation

Elle est définie comme une **diminution des réserves en eau**. Elle entraîne une **diminution du volume plasmatique** avec des conséquences sur la fonction cardiovasculaire et une **diminution du volume intracellulaire** avec des conséquences fonctionnelles dépendantes des organes concernés.

Signes cliniques de déshydratation : confusion et conséquences musculaires.

1% de déshydratation entraîne une perte de 6 à 10% des performances.

5% de déshydratation peut entraîner un "coup de chaud" car la diminution de la température corporelle ne s'opère plus.

Remarque : Les manifestations d'hyperhydratation localisées (oedèmes des jambes) peuvent s'accompagner d'une véritable déshydratation du corps entier.



e- Les sources d'eau

Les plus riches en eau sont les boissons : **97 - 100 %**. Cette teneur diminue avec la présence d'autres ingrédients comme le sucre, les fibres ou l'alcool.

Les fruits et légumes : 95 %.

Les produits laitiers : lait (82 à 91 %) et yaourts (80 à 90 %). Les fromages contiennent de l'eau en quantités variables selon leur mode de fabrication.

Les poissons et fruits de mer : 60 à 80 %.

Les viandes : 50 à 70 %.

Les céréales : 60 à 70 %.



Sur le plan nutritionnel, les aliments riches en eau sont souvent pauvres en graisses, ils sont moins denses en énergie à l'inverse de ceux qui sont pauvres en eau.

L'eau est aussi apportée par le **mode de préparation des aliments** : lavage, trempage, cuisson.

Dans la plupart des cas, l'eau **améliore les qualités nutritionnelles et gustatives des aliments**. La diffusion des sels minéraux et des vitamines dépend du volume d'eau utilisé et de la durée de la cuisson. Aussi, il n'y aura pas de perte pour le consommateur s'il consomme l'eau de cuisson (soupe). La cuisson à la vapeur diminue la diperdition des protéines, vitamines et minéraux. En papillote, l'aliment est cuit dans sont eau ce qui permet de réduire les pertes de saveur et d'éléments nutritifs.



f- Les différentes eaux

Eaux riches en calcium : + de 120 mg/L

Hépar, Courmayeur, Contrex, Rozana, Salvetat.

Avantage pour les personnes ne **consommant pas ou peu de produits laitiers**, peuvent se tourner vers ces eaux pour compléter leurs apports journaliers.

Elles sont en revanche déconseillées aux personnes souffrant de calculs rénaux.



Eaux riches en magnésium : + de 56 mg/L

Rozana, Hépar, Ovézat, Arvie, Badoit.

Lutte contre la fatigue et le stress, participe à la **régulation du rythme cardiaque** et à la transmission de l'influx nerveux. **Lutte contre la constipation.**



Eaux riches en sodium : + de 360 mg/L

St Yorre, Vichy, Arvie, Rozana, Quézac.

Favorise la bonne transmission de l'influx nerveux, aide à maintenir une bonne hydratation du corps en retenant l'eau dans les tissus et les liquides corporels, limite l'apparition de crampes musculaires et réduit le risque de dysfonctionnement d'hypotension.

Attention aux personnes souffrant de rétention d'eau, d'hypertension artérielle, d'insuffisances rénales ou cardiaques. Il est préférable de les diriger vers de la Salveta, Perrier ou San Pelligrino.



Eaux riches en fluor : + de 1,5 mg/L

St Yorre, Vichy, Quézac, Badoit, Arvie.

Indispensable à la **solidité des dents et des os.**



Eaux riches en bicarbonat de sodium : + de 600 mg/L.

St Yorre, Vichy, Arvie, Rozana, Quézac.

Permettent de **réduire l'acidité de l'organisme.**

Particulièrement recommandées pour les sportifs. Améliore l'hydratation et diminue la fatigue musculaire.



Conseil général : Varier la consommation d'eau et ne pas toujours consommer la même eau sans recommandation médicale.



Plan hydrique quotidien

Au lever

1 grand verre d'eau

Petit déjeuner

Bol de lait, café, thé, jus de fruit

Matinée

50 cl par petites gorgées régulières

Déjeuner

2 à 3 verres d'eau

Après midi

50 cl par petites gorgées régulières

Dîner

2 à 3 verres d'eau

Soirée

Tisane ou 1 grand verre d'eau

Entraînement

150mL toutes les 15 min

Après entraînement

ex 200g perdu => 300mL



g- Boissons de l'effort (ISOTONIQUE)

Exemple :

- Eau ;
- Glucose ou saccharose (30 à 60 g/L) :
 - 4- à 6 carrés de sucre / 500 mL d'eau ;
 - ou $\frac{1}{3}$ jus de raisin dans de l'eau pure ;
 - ou 30 g de sirop de fruit / L d'eau ;
- Sel : 1 g/L max

Boissons du commerce :

- Souvent trop sucrées : 50 à 80 g/L de glucides;
- Coût parfois élevé ;
- Ne pas confondre avec les boissons énergisantes (*RedBull...*);
- Pas d'avantage majeur à la présence de vitamines et protéines.



Quelques conseils

Patabilité (assimilation d'une boisson facilitée par une meilleure sensation au goût)

Température (ambiante...)

Bière boisson de récupération... (NON !!!!!)

Vin (tanin) très bon pour les artères (NON !!!!!)

Alcool relation ADH / sulfites

Durée de l'effort	Boisson de l'effort	
< 30 min	Pas de besoin particulier Hydratation avant l'effort	
< 1h	De l'eau si la température est élevée	
1h à 2h30	Si T° > 15°C 30 à 40g de glucides/L 1g de sel/L	Si T° < 15°C 40 à 60g de glucides/L 1g de sel/L
		Si T° < 0°C 80g de glucides/L
> 2h30	Si T° > 15°C 40g de glucides/L 1,5 à 2g de sel/L	Si T° < 15°C 40 à 60g de glucides/L 1g à 1,5g de sel/L
		Si T° < 0°C 80g de glucides/L 1 à 1,5g de sel/L
+ Collation solide (Glucides + Protéines toutes les 1h30-2h)		

En savoir plus....

- Synthèse des protéines.

Synthèse de protéines

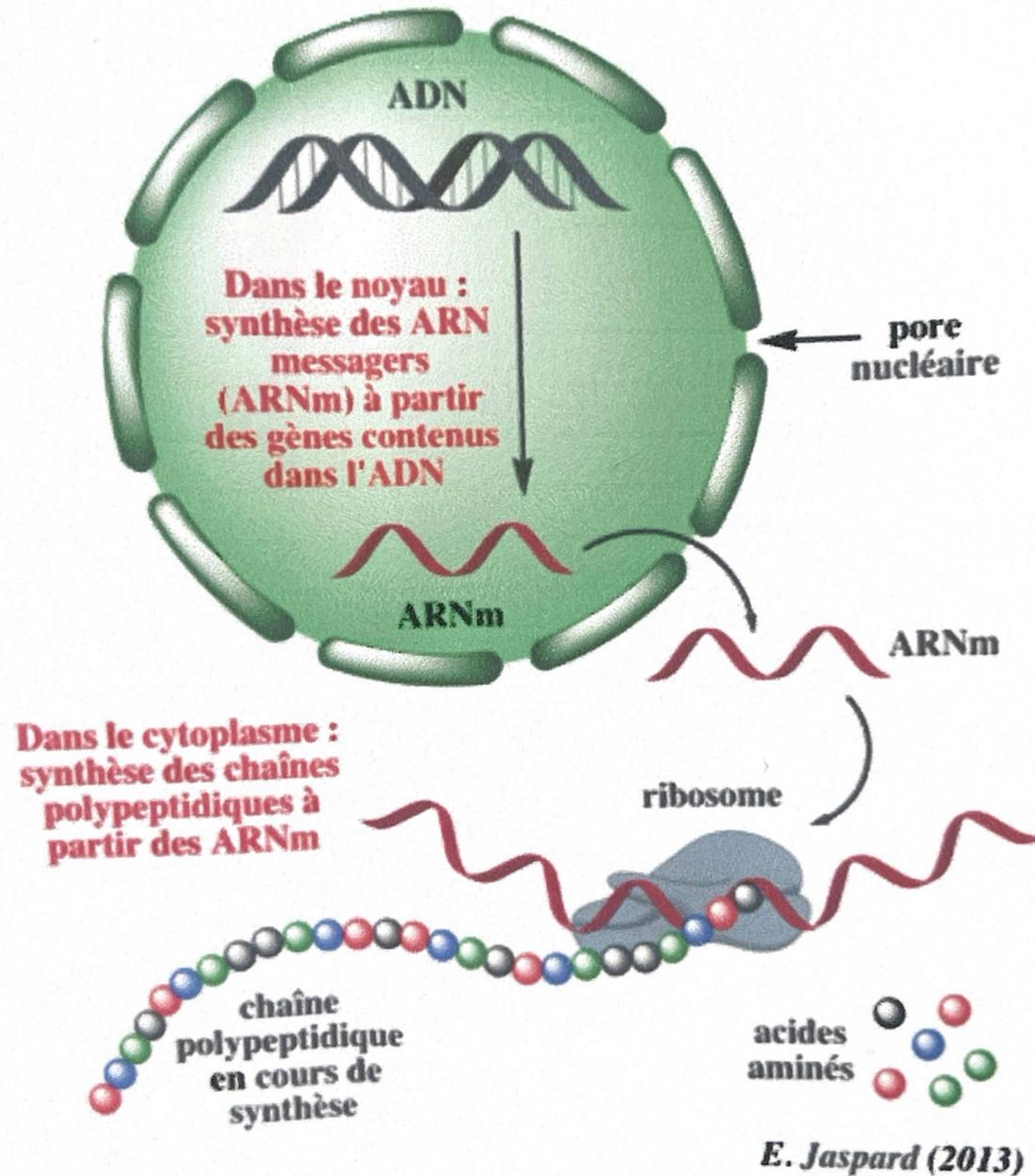
L'expression de l'information génétique :

L'expression de l'information génétique correspond à la **synthèse des protéines à partir des gènes**.

On identifie deux étapes :

- 1 : Dans le noyau, l'information portée par un gène sur l'ADN est copiée en un ARN messenger, c'est l'étape de **TRANSCRIPTION** ;
- 2 : Une fois dans le cytoplasme, le message porté par l'ARNm est décrypté pour guider la synthèse d'une protéine. C'est l'étape de **TRADUCTION**. Elle a lieu dans les ribosomes, petites "usines à protéines".





La transcription est un processus qui nécessite l'intervention d'une enzyme : **l'ARN polymérase**.

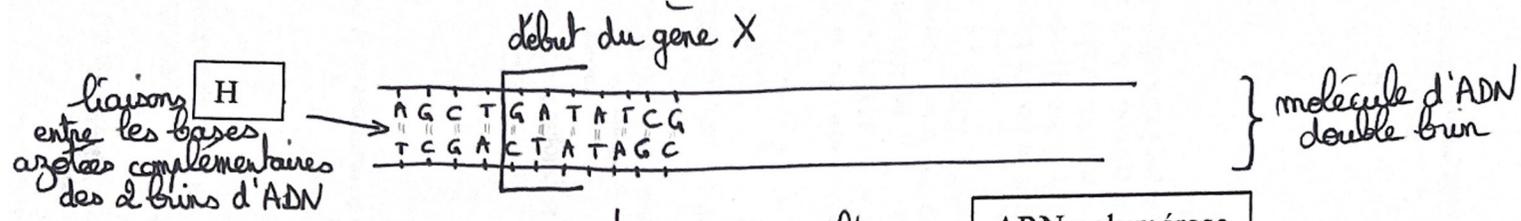
L'ARN polymérase reconnaît le début d'un gène sur une molécule d'ADN et s'y fixe, déclenchant l'ouverture de la molécule d'ADN par rupture des liaisons hydrogène.

Des ribonucléotides viennent se positionner face aux nucléotides du brin transcrit uniquement selon le principe de complémentarité ADN - ARN (T→A, C→G, G→C et A→U). L'ARN polymérase lie ces nucléotides les uns aux autres.

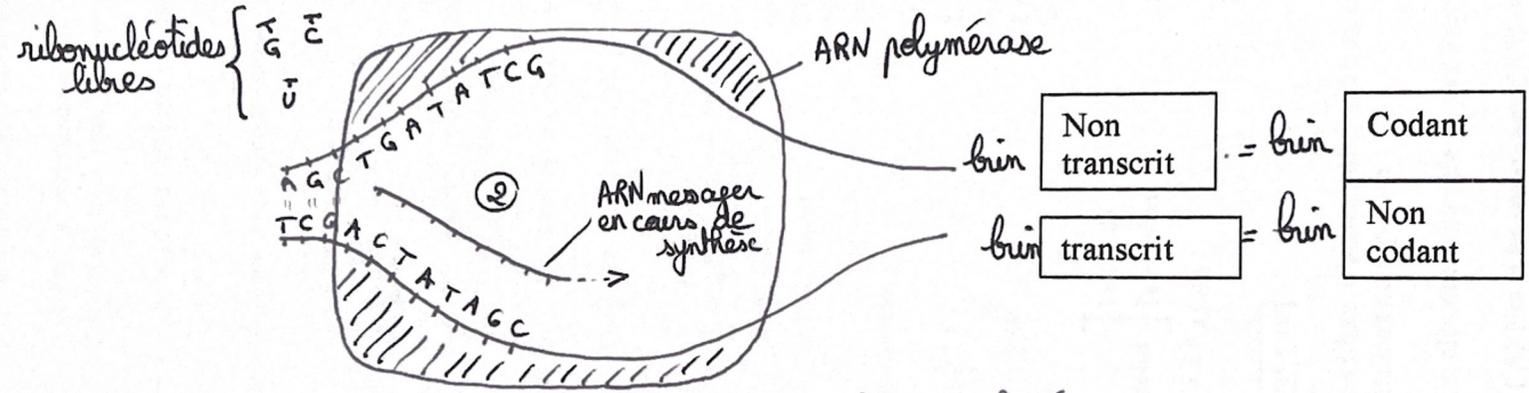
Au fur et à mesure du déplacement de l'ARN polymérase le long du brin transcrit, il y a **élongation** de la chaîne de ribonucléotides face au brin transcrit.

L'ARN polymérase se décroche lorsque tout le gène a été transcrit, libérant l'ARN messenger correspondant.

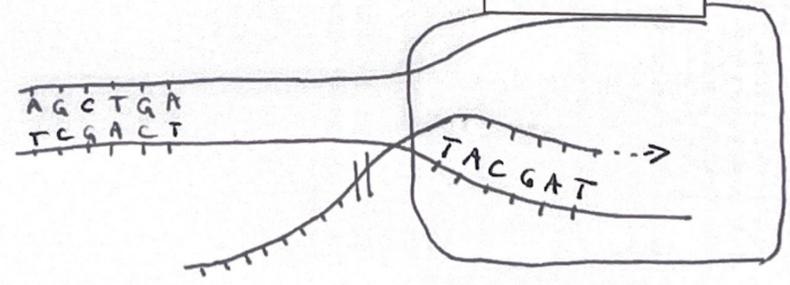




① fixation de l'enzyme ARN polymérase sur le début du gène X ⇒ ouverture de la double hélice au niveau du site de fixation



③ déplacement de l'ARN polymérase ⇒ Élongation de l'ARNm



④ arrivée à la fin du gène, l'ARN polymérase se décrochera, libérant l'ARNm correspondant au gène X

La synthèse des protéines est un processus appelé **traduction** car le langage à 4 "mots" de l'ARNm (bases azotées A, U, C et G) est traduit en un langage à 20 "mots" des protéines (les acides aminés).

Le système de correspondance ("dictionnaire") entre les séquences des bases de l'ARNm et les séquences d'acides aminés des protéines est appelé "**code génétique**".

Ce sont des séquences de 3 nucléotides qui constituent le code permettant de définir chacun des 20 acides aminés.

Remarque : Il existe 3 codons "stop" ne codant pour aucun acide aminé. Ils servent à la terminaison de la traduction.



GENETIC CODE

Second nucleotide

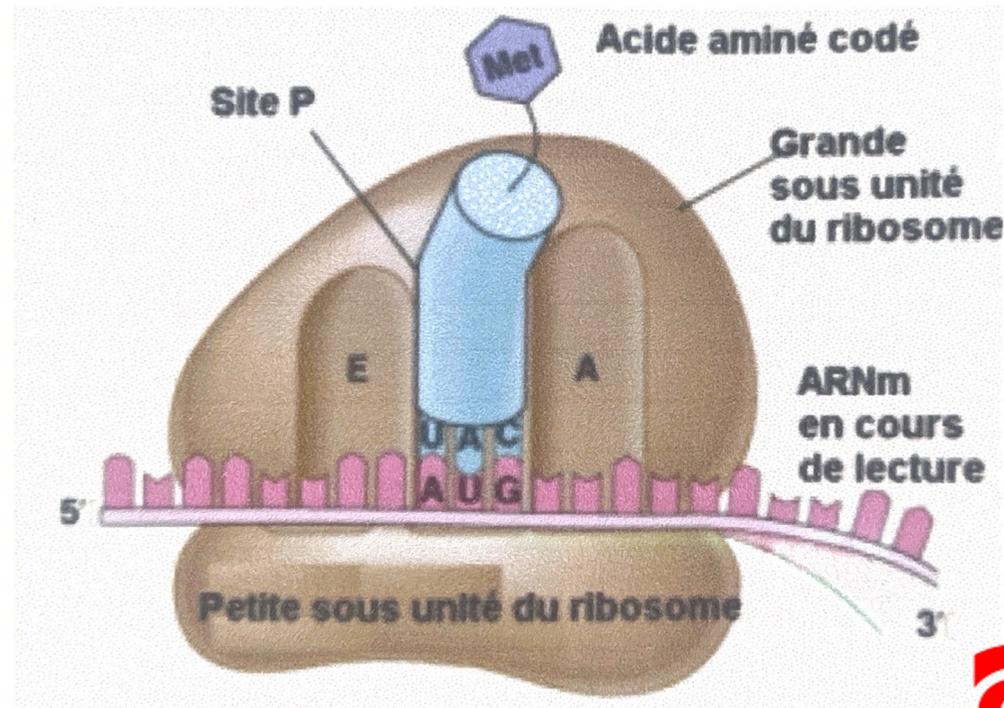
		Second nucleotide						
		U	C	A	G			
First nucleotide	U	UUU	UCU UCC UCA UCG Serine (Ser)	UAU	UGU UGC UGA UGG Tyrosine (Tyr) Cysteine (Cys) STOP Tryptophan (Trp)	U		
		UUC		C				
		UUA					A	
		UUG						G
	C	CUU	CCU CCC CCA CCG Leucine (Leu) Proline (Pro)		CAU	CGU CGC CGA CGG Histidine (His) Arginine (Arg)		
		CUC		C				
		CUA			A			
		CUG					G	
	A	AUU	ACU ACC ACA ACG Isoleucine (Ile) Threonine (Thr)			AAU		AGU AGC AGA AGG Asparagine (Asn) Serine (Ser) Arginine (Arg)
		AUC		C				
		AUA			A			
		AUG				G		
	G	GUU	GCU GCC GCA GCG Valine (Val) Alanine (Ala)				GAU	GGU GGC GGA GGG Aspartic acid (Asp) Glycine (Gly)
		GUC		C				
		GUA			A			
		GUG				G		
		Third nucleotide						

Les acteurs de la traduction :

- Le plan de fabrication de la protéine : L'ARN messager ;
- Les matériaux nécessaires à la fabrication : Les acides aminés qui se trouvent libres dans le cytoplasme et sont amenés jusqu'à l'usine de fabrication des protéines grâce aux ARNt (t=transfert) ;
- L'usine de fabrication de la protéine : Les ribosomes situés dans le cytoplasme.



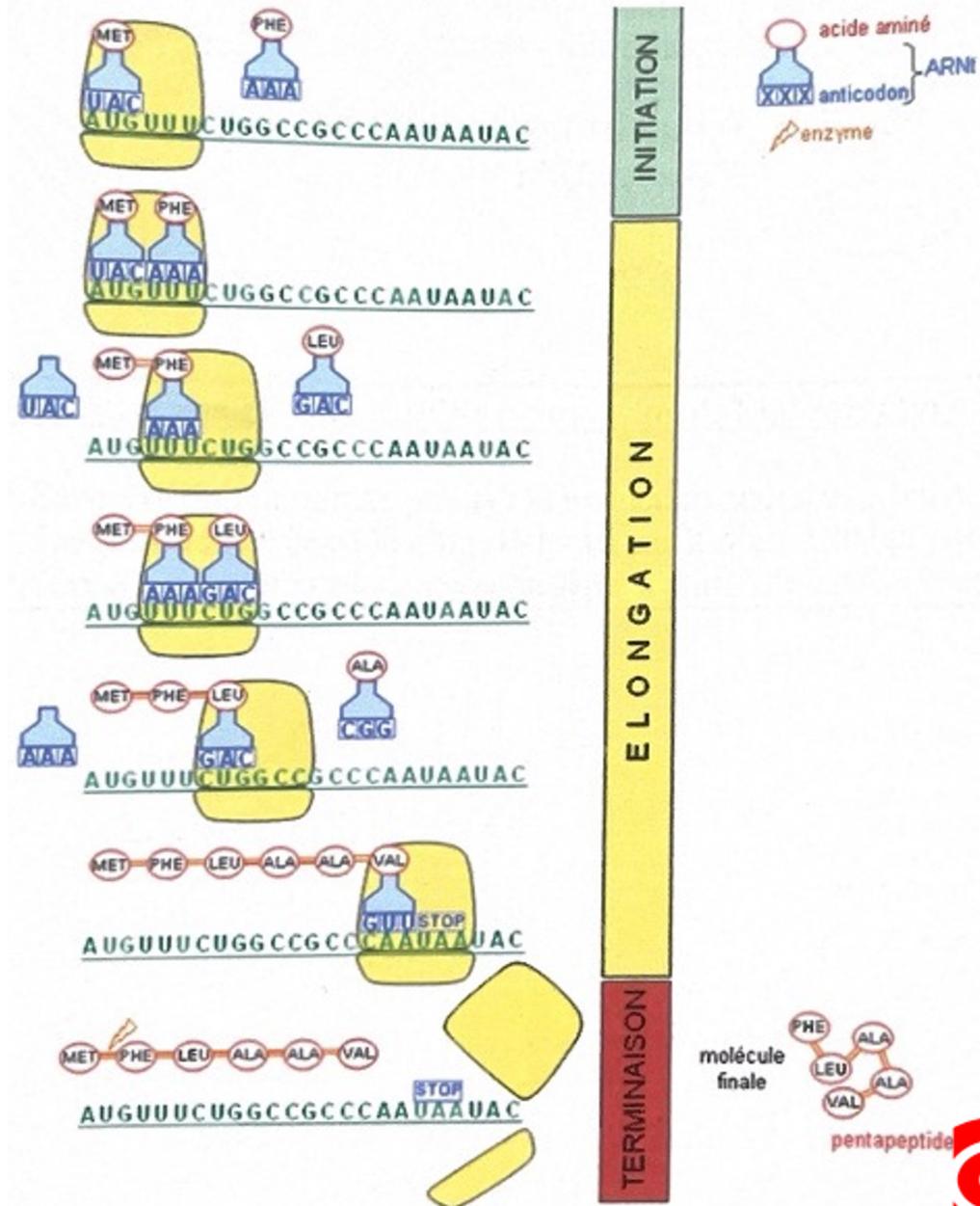
La grosse sous-unité possède une activité enzymatique importante, la peptidyl-transférase, catalysant la formation de la liaison peptidique entre les 2 acides aminés portés par les 2 ARNt présents dans les sites A et P. Voici un ribosome :



La traduction se fait en 3 étapes :

- **Initiation** : Un ribosome vient s'associer au niveau du codon d'initiation (AUG) de la chaîne d'ARNm : l'ARNt portant l'anticodon UAC complémentaire du codon d'initiation vient se positionner dans le site P. Ce premier ARNt porte obligatoirement l'acide aminé **méthionine** ;
- **Elongation** : Un deuxième ARNt vient se positionner dans le site A. Il permet ainsi le rapprochement de l'acide aminé qu'il porte avec la méthionine présente dans le site P. Il y a formation d'une liaison peptidique entre ces deux acides aminés. Le ribosome se déplace alors d'un codon vers la droite, éjectant l'ARNt présent dans le site P et désormais privé de son acide aminé. L'ARNt initialement présent dans le site A, et porteur du dipeptide fraîchement synthétisé, bascule dans le site P. Un nouveau complexe ARNt-acide aminé vient se positionner dans le site A ;
- **Terminaison** : Quand le ribosome rencontre un codon STOP (UGA), le ribosome se dissocie. La chaîne peptidique est libérée, la méthionine est hydrolysée.



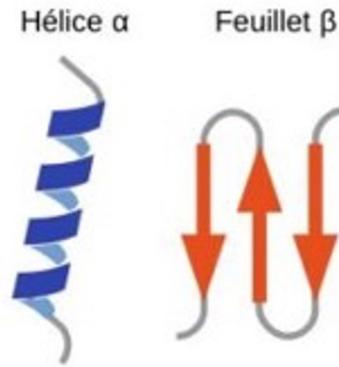


Remarque : À ce stade, seule la « structure primaire » (enchaînement d'acides aminés) a été synthétisée. La protéine adopte ensuite la structure secondaire (repliements locaux en hélices alpha ou feuillets bêta), tertiaire (repliement global grâce à 4 sortes de liaisons) et éventuellement quaternaire (association de plusieurs chaînes peptidiques) :

- Soit directement dans le cytoplasme si elles ont été synthétisées par des ribosomes libres (*cas des protéines destinées à être utilisées directement dans la cellule, comme par exemple les enzymes métaboliques ou les protéines du cytosquelette*) ;
- Soit au sein du Réticulum Endoplasmique et de l'appareil de Golgi si elles ont été synthétisées par des ribosomes fixés sur du réticulum endoplasmique (*cas des protéines destinées à être sécrétées, comme par exemple des enzymes digestives, des hormones, ou des protéines membranaires*).



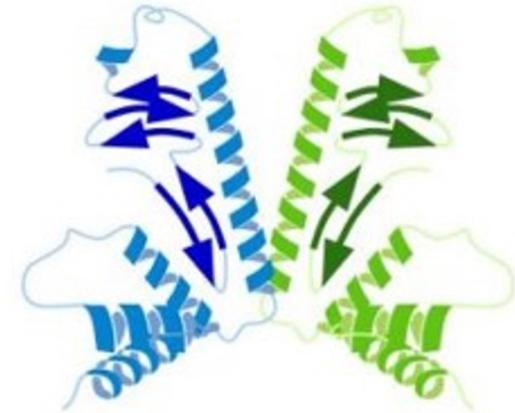
Séquence
primaire



Séquence
secondaire



Séquence
tertiaire



Séquence
quaternaire

Bilan de la transcription et de la traduction :

Séquences de bases de l'ADN du gène codant pour la synthèse d'une certaine chaîne polypeptidique

Séquences de bases (codons) de l'ARNm transcrit

Séquences de bases formant les anticodons d'ARNt qui peuvent reconnaître les codons d'ARNm correspondant aux acides aminés qu'ils transportent

Séquences d'acides aminés de la chaîne polypeptidique

