

COURS GÉNÉRAUX

« Moniteur Sportif Entraîneur »

THÉMATIQUE 3

**Facteurs déterminants de l'activité
et de la performance**

MODULE 4

**Optimisation des facteurs
nutritionnels de l'activité et de la
performance sportive**

Cours généraux de la formation « Moniteur Sportif Entraîneur »

Thématique 3 : Facteurs déterminants de performance et de l'activité

Module 4 : Optimisation des facteurs nutritionnels de l'activité et de la performance sportive

CARPENTIER Alain, Centre d'Aide à la Performance Sportive (CAPS), ULB
acarpentier@ulb.ac.be

Dr STEVENS Luc, Coordinateur de la cellule médico-sportive des sportifs de haut niveau de la Fédération Wallonie-Bruxelles
docteur.stevens@skynet.be

Fédération Wallonie-Bruxelles, Administration Générale d'Aide à la Jeunesse, de la Santé et du Sport, Direction Générale du Sport (Adeps), Service « Formation de cadres ».
adeps.formationdecadres@cfwb.be

⇒ **RESUME :**

L'alimentation peut grossièrement être comparée au carburant de la machine humaine. Il est aujourd'hui communément admis que l'alimentation occupe (ou devrait occuper ...) une place importante parmi les facteurs de la performance sportive.

Ce module de formation est le prolongement du module *CG1_Th3_Mod2_Recommandations de base pour une bonne pratique physique*.

Les connaissances des besoins alimentaires des sportifs ont fortement évolué ces dernières années. Les étapes du bilan nutritionnel et la définition d'un régime alimentaire adapté requièrent une attention et nécessitent des compétences particulières. Seuls des médecins nutritionnistes et des diététiciens qualifiés peuvent s'occuper de ces 2 étapes.

Il appartiendra donc à l'athlète de se conformer aux exigences prescrites par ces spécialistes. L'entraîneur et l'entourage de l'athlète auront pour mission de l'encourager et de le « superviser » pour qu'il respecte ses besoins nutritionnels tant quantitativement que qualitativement, mais aussi les moments opportuns pendant lesquels s'alimenter.

L'objectif de ce module est d'informer et faire comprendre aux candidats « moniteur sportif entraîneur » les bases du bilan nutritionnel, du régime alimentaire mais aussi les actions à mener pour suivre leurs sportifs au quotidien.

⇒ **METHODOLOGIE :**

- Exposé magistral
- Exercices interactifs
- Etudes de cas
- Séance « questions-réponses »

⇒ **SUPPORTS DE COURS :**

- Syllabus
- Foire aux questions (FAQ)
- Présentation assistée par ordinateur (PAO)

⇒ **NORME D'ENCADREMENT :**

- Exposé magistral et exercices interactifs en salle de classe ou auditoire
- 100 candidats par session de formation et chargés de cours

⇒ **MODALITES D'EVALUATION :**

- Evaluation de type sommative / certificative
- Forme : Questionnaire à choix multiple (QCM)
- Pondérations :
 - La Thématique 3 « *Facteurs déterminants de l'activité et de la performance* » représente 40 % dans le cursus de formation des cours généraux du niveau MS Entraîneur ;
 - Le Module 4 « *Optimisation des facteurs nutritionnels de l'activité et de la performance sportive* » représente 20 % de la thématique 3 ;

⇒ **CHARGE THEORIQUE DE TRAVAIL POUR LE CANDIDAT :**

- En présentiel :
 - 2 heures de cours magistral
 - 20 minutes d'évaluation
- En non présentiel :
 - 6 heures d'étude indépendante et personnelle en guise de préparation à l'évaluation

Ce module de formation apportera des réponses aux questions suivantes (liste non exhaustive) :

Au niveau de l'apport énergétique :

1. De quoi sont composés les glucides ? **(p. 4)**
2. Peut-on manger avant un effort ? **(p. 6)**
3. Y-a-t-il un intérêt à consommer des produits énergétiques pendant l'effort ? **(p. 7)**
4. Sous quelle forme, et en quelles quantités consommer des produits énergétiques pendant l'effort ? **(p. 8)**
5. Comment connaître les besoins énergétiques d'un athlète ? **(p. 9)**
6. Comment gérer l'apport énergétique glucidique sur la journée ? **(p. 12)**

Au niveau de l'apport en protéines :

7. Que sont les acides aminés branchés ? **(p. 14)**
8. Utilisons-nous nos protéines pendant l'exercice ? **(p. 14)**
9. Faut-il manger rapidement après un exercice, et de quoi doit se composer la ration ? **(p. 14)**

Au niveau des micronutriments :

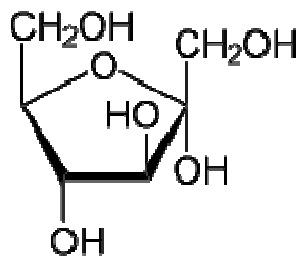
10. Que sont les micronutriments ? **(p. 16)**
11. Leur rôle est-il important pour le sportif ? **(p. 16)**
12. Les besoins en micronutriments sont-ils différents pour les sportifs ? **(p. 17)**
13. Comment déterminer un apport adéquat en micronutriment : le rôle de la prise de sang et de l'analyse nutritionnelle ? **(p. 17)**
14. Comment prescrire des compléments alimentaires ? **(p. 20)**

A. L'apport énergétique :

1. De quoi sont composés les glucides¹ ?

La classification des glucides se fait selon la longueur de la chaîne carbonée :

- Les monosaccharides :

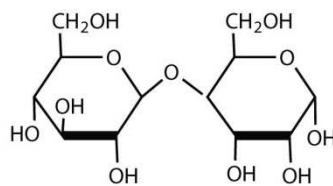


Ils sont composés d'une seule molécule, ils sont dits simples. Les plus importants sont le glucose, le fructose et le galactose. Les mécanismes de transport au niveau intestinal permettent à ces sucres simples de parvenir rapidement au niveau de la circulation sanguine. Ils sont appelés de ce fait rapides.

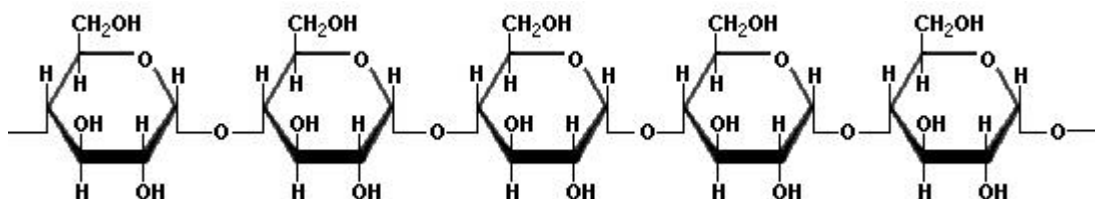
Le fructose occupe une place particulière car son absorption n'entraîne pas de sécrétion d'insuline.

- Les disaccharides :

Ils sont formés de deux monosaccharides. Il y a le saccharose, le maltose, le lactose et le sucrose, ou sucre de table



- Les polysaccharides :



¹ Pour rappel, voir aussi CG2_Th3_Mod2_La "machine humaine" à l'effort

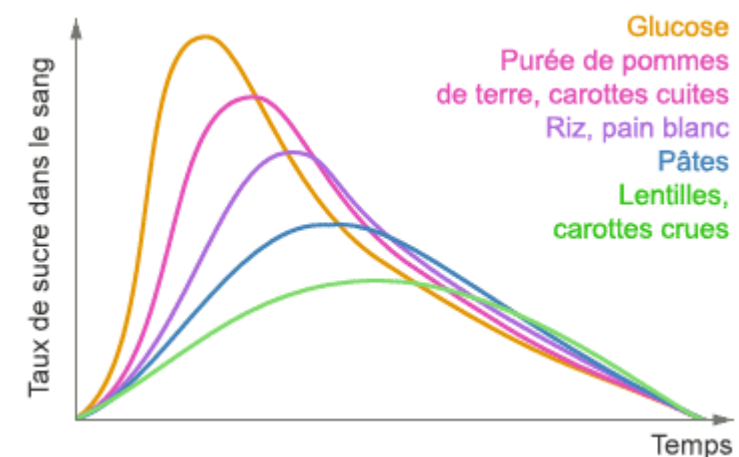
Ils sont composés d'un nombre élevé de sucres simples. L'amidon est la molécule de réserve pour les végétaux, et le **glycogène est la forme de stockage de ces sucres dans notre organisme**. Pour parvenir dans notre organisme, ils doivent être préalablement hydrolysés dans notre tube digestif pour être absorbés sous forme de sucres simples. C'est pour cette raison qu'ils sont appelés lents.

La notion d'index glycémique :

Plus que la notion de rapidité d'apparition des sucres simples au niveau du sang, **c'est la variation quantitative dans le temps de la glycémie (concentration du glucose au niveau sanguin) qui est importante**. Car c'est cette variable qui affecte la réponse de sécrétion de l'insuline.

On a donc établi les valeurs pour chaque aliment pris isolément, en prenant comme référence 100 gr de glucose, que l'on compare aux autres aliments.

Cependant, l'intérêt de cet index perd de sa valeur car il ne tient pas compte du fait que les résultats varient quand les aliments sont pris ensemble et il ne tient pas compte de la quantité de glucide dans les aliments.



Plus l'index glycémique d'un aliment est important, plus la sécrétion d'insuline est importante, et donc plus sera important l'effet anabolisant (*Anabolisme : synthèse de molécules complexes à partir de molécules simples et d'énergie*)

Il permet cependant d'avoir une idée qualitative de la réponse insulinaire.

Avant l'exercice, il faut privilégier des aliments avec index glycémique bas, et après le sport avec un index glycémique haut.

2. Peut-on manger avant un effort ?

Après un repas, sous l'influence de l'élévation de la glycémie, mais également sous l'influence directe de la présence des aliments dans le tube digestif, la sécrétion d'insuline est stimulée, ce qui permet le stockage du glucose.

Mode d'action de l'insuline :

- Sur le métabolisme des glucides :
 - ↑ de la formation de glycogène.
 - ↑ de l'assimilation de glucose dans les cellules musculaires et adipeuses.

L'insuline induit donc le STOCKAGE des sucres.

Mais au-delà de cette action de stockage, elle a aussi une action sur la synthèse des protéines.

- Sur le métabolisme des protéines :
 - ↑ de l'assimilation des acides aminés par les cellules.
 - ↑ de la synthèse de protéines.

En résumé, l'insuline est l'hormone qui permet le rétablissement des réserves énergétiques et la régénération musculaire. Alors qu'elle est incompatible avec la réalisation d'un exercice !

Sa concentration sanguine diminue pendant l'effort et augmente après un repas sur une période qui varie en fonction de la quantité du glucide du repas, mais qui peut durer de une à trois heures.

C'est pour cette raison qu'il ne faut pas manger durant cette période de trois heures avant un exercice.

Cependant, si les quantités absorbées sont peu élevées, d'autant que les aliments auront un index glycémique bas, la sécrétion d'insuline sera peu importante en intensité et dans le temps.

C'est la ration d'attente, qui peut être prise jusqu'à une heure avant le début de l'exercice.

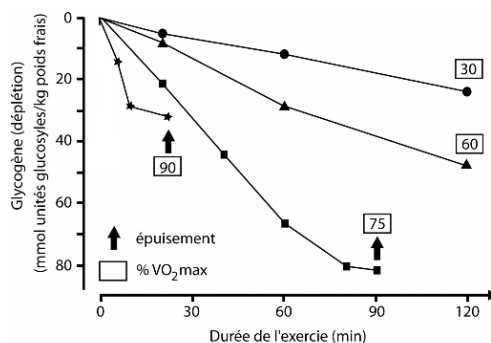


La prise de glucides pendant l'effort n'entraîne pas d'augmentation de l'insuline si :

- L'intensité de l'exercice est suffisamment élevée (>65% Vo₂max)
- Les quantités ne sont pas trop importantes.

Nous définirons plus loin les quantités autorisées.

3. Y-a-t-il un intérêt à consommer des produits énergétiques pendant l'effort ?



Comme on le voit sur ce graphique, les réserves glycogéniques musculaires s'épuisent dans le temps en fonction de l'intensité de l'exercice.

Les réserves utilisables peuvent être estimées à 1.200 Kcal (lire calories), avec pour répartition :

- Glucose circulant : 25 Kcal
- Glucose hépatique : 300 Kcal
- Glucose musculaire : 800 Kcal

Le glucose circulant dans le sang et le glucose hépatique sont utilisables pour l'ensemble de la musculature, mais le glucose musculaire ne peut être utilisé que dans les muscles où il est stocké.

La proportion de la musculature utilisée peut varier en fonction du sport, mais pour la plupart où l'effort combine l'action des membres supérieurs et inférieurs, estimons que 75% de la musculature est mise en action.

Soit $75\% \times 800 \text{ Kcal} = 600 \text{ Kcal}$ auxquelles on ajoute les réserves hépatique et sanguine, le total peut donc être estimé à 950 Kcal.

En fonction de l'intensité de l'exercice, et plus l'exercice sera intense, plus ce seront les réserves de glucose qui seront utilisées, le sportif aura de l'énergie pour 1 à 2 heures, en cas d'effort continu.

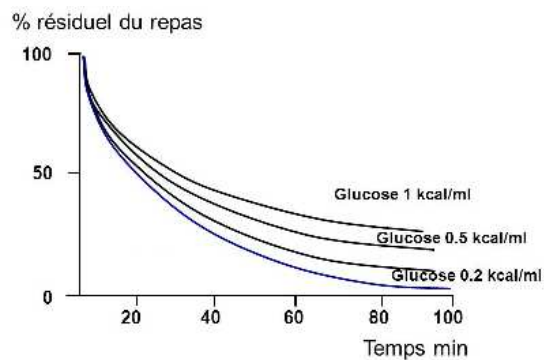
On peut voir ainsi, que pour beaucoup de sports, mais pas tous, les réserves sont suffisantes, à la condition extrême qu'après chaque entraînement, les réserves soient restaurées.

Cependant, la relation s'inverse souvent pour l'entraînement, où bien souvent les réserves seront insuffisantes.

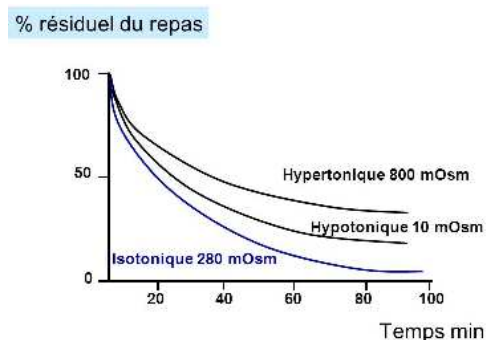
4. Sous quelle forme, et en quelles quantités consommer des produits énergétiques pendant l'effort ?

Au repos et à l'effort, l'estomac joue un rôle essentiel de régulateur du transit alimentaire. De la rapidité de la vidange gastrique dépendra la vitesse à laquelle les substances ingérées seront apportées au sang, puis aux muscles. Plusieurs facteurs influencent cette vidange gastrique.

- Le volume ingéré : plus le volume ingéré est élevé, plus la vidange est rapide, avec un maximum d'environ un litre par heure. Cependant, en fonction des individus, au-delà de 0.5 litre par heure, une partie du liquide peut rester dans l'estomac, et donc entraîner une gêne abdominale. A chaque individu de trouver son volume idéal.
- La température : une boisson froide ralentit la vidange, tout comme une boisson chaude. Une boisson tempérée est idéale.
- Le contenu calorique : la richesse énergétique du contenu gastrique tend à diminuer la vitesse de vidange gastrique. Au-delà de 150 Kcal / heure, la vidange se ralentit et donc il n'y a pas d'intérêt à augmenter la ration calorique. Le fructose n'entre pas en considération car il ne provoque pas de ralentissement de la vidange gastrique.



- L'osmolarité : les solutions isotoniques sont celles qui sont évacuées le plus rapidement.



La boisson optimale de l'effort aura donc comme caractéristique :

1. **Un osmolarité inférieure à 280 mOsm/l, donc isotonique.**
2. **Une concentration en glucides comprise entre 5 et 7.5 %**
3. **Un apport glucidique sous forme de polysaccharide.**
4. **Une adjonction de fructose.**

Les boissons énergétiques du commerce correspondent à ce canevas, et en cas de prise de ces produits, cela correspond à un bidon de ½ litre par heure de sport.

5. Comment connaître les besoins énergétiques d'un athlète ?

Ils se font selon la formule :

$$\begin{aligned} \text{Besoins énergétiques} &= \text{Métabolisme de base} \\ &+ \text{Les besoins liés aux gestes de la vie quotidienne} \\ &+ \text{Les dépenses liées à l'exercice} \end{aligned}$$

A cette valeur, on peut également devoir tenir compte de besoins particuliers :

- Besoins de thermorégulation
- Besoins liés à la croissance

a. Métabolisme de base :

Le métabolisme basal (*BMR: Basal Metabolic Rate des anglo-saxons*) est la quantité d'énergie utilisée, à jeun et dans des conditions normalisées de neutralité thermique, par un individu éveillé mais au repos psychologique et physique complet. Le métabolisme basal dépend : du poids corporel, de l'âge, du sexe.

De nombreux chercheurs ont établis des formules plus ou moins complexes afin d'estimer pour chaque individu son métabolisme de base.

Par exemple :

$$\text{REE (MJ/d)} = 0.047 \times \text{weight (kg)} + 1.009 \times \text{sex} - 0.01452 \times \text{age (y)} + 3.21$$

FFM, fat-free mass; FM, fat mass. For sex, female = 0 and male = 1.

World Health Organization

(La valeur obtenue doit être multipliée par 238 pour obtenir la valeur en calories)

b. Besoins liés aux gestes de la vie quotidienne :

On utilise le système NAP : le niveau d'activité physique (NAP ou PAL des Anglo-saxons).

Partant du métabolisme de base de chaque individu qui donne l'indication des besoins au repos strict, il permet de donner une estimation plus réelle des besoins, en fonction des occupations journalières.

Le NAP s'exprime par un coefficient. En multipliant ce coefficient par le métabolisme de base, on obtient la valeur des besoins énergétiques de l'individu.

Il vaut 1 quand l'individu dort, et on a déterminé pour chaque activité une valeur à ce coefficient.

Besoins énergétiques = métabolisme de base x NAP

Valeur du NAP simplifiée :

	<i>homme</i>	<i>femme</i>
<i>Activité domestique</i>	1.4	1.4
<i>Activité légère</i>	1.55	1.56
<i>Activité moyenne</i>	1.78	1.64
<i>Activité lourde</i>	2.1	1.81

Activité domestique : soit sédentaire, avec tout ce que l'on fait sur une journée, manger, se laver, regarder la TV, rester assis.

Activité légère : travail assis, peu de déplacements.

Activité moyenne : travail debout, déplacements plus importants

Activité lourde : travail lourd, porte de charges

Exemple : une femme dont le métabolisme de base est 1.600 Kcal, avec un niveau d'activité moyenne : $1.600 \times 1.64 = 2.624$ Kcal, soit 110 Kcal par heure.

c. Les dépenses liées à l'exercice :

Nous connaissons les besoins énergétiques d'un individu en fonction de ses activités journalières, reste à estimer ses besoins énergétiques liés au sport.

Nombreuses sont les références chiffrées définies en fonction du type de sport, que l'on peut trouver dans la littérature. Vous trouverez un exemple à la fin de ce document.

A titre de réflexion, envisageons l'équivalent métabolique d'un effort physique ou MET des anglo-saxons :

Son avantage est de donner une valeur qui tient compte des caractéristiques de taille et poids de l'athlète. En effet le MET exprime le ratio entre la consommation d'énergie au cours de l'effort et la consommation d'énergie au repos. La consommation d'énergie pendant une activité ou un effort physique est donc exprimée comme un multiple de la consommation d'énergie au repos et ce multiple est la valeur MET.

On a ainsi défini pour toutes les activités sportives une valeur en MET selon le type de sport.

Par exemple, le tennis à l'entraînement a une valeur de 8 MET. Donc la dépense calorique d'une heure de tennis vaut $8 \times$ la dépense énergétique au repos de l'individu.

Pour un individu de 75 Kg pour 1.80 mètre, on obtient ce tableau général :

BESOINS ENERGETIQUES		
Intensité de l'entraînement	Calories	
	MET	Kcal / h
	3	204
léger	4	271
	5	339
modéré	6	407
	7	475
soutenu	8	543
	9	611
vigoureux	10	679
	11	746
très intense	12	814

Ainsi on possède les valeurs MET pour différents sports. L'inconvénient est que ces valeurs sont des valeurs moyennes, et en fonction du niveau du sportif, et de son engagement, il peut y avoir de variations notables.

Par contre, ce système permet une certaine systématisation.

6. Comment gérer l'apport énergétique glucidique sur la journée ?

Il est utilisé pour les sportifs un système de Points Calories (les Pcal) des aliments glucidiques qui leur permet de gérer l'apport des aliments glucidiques.

Grille des aliments énergétiques glucidiques :

	Pcal
<u>Aliments à dominante glucidique</u>	
1 bol de céréales	2
1 tranche de pain	1
1 portion de féculents du repas chaud	2
1 verre de limonade	1
1 Fruit	1
1 verre de jus de fruits	1

Aliments à présence glucidique

1 collation classe 2	0,5
1 collation classe 4	1
1 collation classe 6	1,5

Produits pour sportifs

1 boisson énergétique (500ml)	1,5
1 barre énergétique	1,5
1 gel énergétique	1
1 boisson énergétique - protéinée (500ml)	1,5

Exemple: un bol de céréales (2 Pcal) + un fruit (1 Pcal), soit 3 Pcal, peuvent être remplacés par 2 tartines (2 x 1 Pcal = 2 Pcal) + un jus de fruit (1 Pcal), soit aussi 3 Pcal

Avec ces deux tableaux complémentaires :

TEq1	Une tranche de pain =
1	miche ou un sandwich au lait
1	10 cm de pain français ou 1/4 sandwich
2,5	biscottes
4	craquottes ou crackers

TEq2	1 portion de féculents du repas chaud =
	5 PDT (taille d'un œuf)
	1/2 sachet de riz (6 c-à-s riz cuit)
	6 c-à-s de semoule ou de quinoa
	60 gr pâte (poids cru) (150 gr cuit) (1/2 assiette)

L'organisme est capable de stoker de l'énergie pour +/- 2 heures de sport. L'alimentation doit donc veiller en permanence à compléter ces réserves pour 2 heures de sport, même les jours où il n'y a pas d'entraînement (si ce jour est isolé).

Les objectifs à atteindre sont donc toujours donnés avec un entraînement de 2 heures/jour (= Bes Jour 2H).

Si l'entraînement dépasse deux heures, il faut dès lors augmenter les apports : les besoins sont ensuite donnés par heure de sport supplémentaire /jour (= Bes / H sport).

REGLES DE GESTION DE L'APPORT ENERGETIQUE	
Si 2 heures de sport ou moins :	Bes Jour 2H
Si plus de 2 heures de sport :	Bes Jour 2H + n fois Bes/ H sport

ou « n » représente le nombre d'heure(s) supplémentaires

De façon simplifiée, pour avoir une estimation de Bes Jour 2H en Pcal, en faisant ce calcul : (besoins énergétiques de l'individu + besoins pour deux heures de sport) Kcal - 200 Kcal, puis divisé par 200.

Par heure de sport supplémentaire, en fonction de l'intensité, de 1 à 2.5 Pcal / heure de sport doivent être ajoutés.

Exemple :

Besoins énergétiques du sportif : 2.400 Kcal

Besoins pour deux heures de sport : 2 x 600 Kcal

Soit 3.600 Kcal - 200 Kcal = 3.400 Kcal

Soit 3.400 Kcal / 200 = 17 Pcal

TOTAL Aliments + Produits pour sportifs	17
---	----

<u>Aliments</u>	Total	15,5
-----------------	-------	------

bol(s) de céréales	2
tranche(s) de pain	1
portion(s) de féculents du repas chaud	2
verre(s) de limonade	1
Fruit	1
verre(s) de jus de fruits	1
1 collation classe 2	0,5
1 collation classe 4	1
1 collation classe 6	1,5

DEJ	AM	DIN	PM	SOU	SOI
-----	----	-----	----	-----	-----

1					
2		4			
				1	
				1	
1	1		1		
1					
					1

<u>Produits sportifs</u>	Total	1,5
--------------------------	-------	-----

boisson énergétique (500ml)	1,5
barre énergétique	1,5
gel énergétique	1
boisson énergétique - protéinée (500ml)	1,5

	1				

B. L'apport en protéines

Les protéines sont les briques de construction de notre organisme.

Elles sont constituées par les acides aminés, dont certains sont dits essentiels, car notre organisme ne peut en faire la synthèse, et donc nous devons les trouver dans notre alimentation.

Notre alimentation étant suffisamment riche en protéines, il est quasiment impossible, dans nos pays, d'avoir un déficit alimentaire pour ces acides aminés essentiels.

7. Que sont les acides aminés branchés ?

Leur nom provient de leur structure, car ils possèdent une chaîne latérale carbonée.

On les appelle les « BCAA », branched-chain amino acid.

Ce sont la valine, isoleucine et leucine.

8. Utilisons-nous nos protéines pendant l'exercice ?

Plusieurs facteurs permettent de moduler le niveau d'oxydation (=d'utilisation) des acides aminés au cours de l'exercice prolongé.

Ainsi, leur utilisation est fonction de l'intensité de l'exercice, majorée par la déplétion en glycogène musculaire, et augmente avec la durée de l'exercice.

Dans les conditions standards d'exercice, la production d'énergie à partir de l'oxydation des acides aminés reste faible, variant de 3 à 10 % de l'énergie totale, selon les études.

Parmi les acides aminés, la leucine, un des acides aminés branchés tient un rôle particulier. La relation entre l'oxydation de la leucine et le niveau de consommation d'oxygène à l'exercice est linéaire. Par ailleurs, une relation a pu être proposée entre la déplétion de la leucine et l'apparition de la fatigue.

9. Faut-il manger rapidement après un exercice, et de quoi doit se composer la ration ?

A l'issue de l'exercice commence la période de récupération, marquée par une reprise des synthèses protéiques. L'anabolisme protéique de fin d'exercice et de récupération dépend fortement de la disponibilité des acides aminés et de l'efficacité des différents messages hormonaux actifs sur le tissu musculaire (insuline, catécholamines, cortisol, facteurs et hormone de croissance, ...).

Les synthèses protéiques musculaires augmentent dès 10 min après la fin de l'exercice et restent élevées 60 minutes après la fin de l'exercice.

Les apports en acides aminés favorisent la reprise des synthèses protéiques de fin d'exercice. **Cet effet de l'apport protéique semble plus important après l'exercice que lors d'une ingestion au repos.**

La prise des acides aminés peut se faire pendant l'effort, ou après.

Les glucides jouent aussi un rôle dans l'état du bilan azoté (= bilan entre l'utilisation et la production de protéines) **en récupération d'un exercice.** Le bilan azoté est en effet amélioré par la consommation de glucides pendant la phase de récupération d'un exercice, ce qui conduit à conclure que **les glucides majorent les effets anabolisants de l'exercice.**

De nouveau, les acides aminés branchés, et plus particulièrement la leucine jouent un rôle important.

Une prise d'aliments ou une prise de compléments alimentaires doivent apporter des glucides et des protéines, selon une estimation de 1 g par Kg de poids corporel pour les glucides et 0,4 g par Kg de poids corporel pour les protéines, pour permettre de créer un environnement hormonal favorable à l'anabolisme musculaire (élévations initiale de l'insuline, et retardée de l'hormone de croissance).

Il y a lieu de consommer préférentiellement des acides aminés branchés, et plus particulièrement de la leucine, soit sous forme de compléments alimentaire. En cas de prise alimentaire, les acides aminés branchés étant largement répandus, ils seront automatiquement pris en suffisance.

10. Que sont les micronutriments ?

Ce sont les vitamines et les oligoéléments (Fer, Zinc, Cuivre,..).

Tous ces éléments doivent se trouver impérativement dans notre alimentation en quantités bien définies par rapport aux exigences du sport

11. Leur rôle est-il important pour le sportif ?

Il l'est déjà pour tout individu, mais le sportif, par ses exigences métaboliques a des besoins supérieurs et combien nécessaires.

A titre d'exemple, la formation des globules rouges nécessite plusieurs de ces éléments. Voyons ensemble lesquels.

a. La vitamine A :

Les isomères de la vitamine A agissent comme des hormones pour affecter l'expression des gènes et influencent ainsi de nombreux processus physiologiques : ils se lient à des régions régulatrices des chromosomes. De cette manière, la vitamine A, peut interagir pour influencer la transcription de gènes.

Grâce à la stimulation et de l'inhibition de la transcription de gènes spécifiques, la vitamine A joue un rôle majeur dans la différenciation cellulaire, notamment dans la formation des globules rouges.

b. La vitamine D :

L'action de la vitamine D est synergique à celle de la vitamine A : elle permet la différenciation cellulaire, donc indispensable à la formation des globules rouges.

c. La vitamine C :

Facilite l'absorption du fer d'origine végétale au niveau intestinal.

d. Le cuivre :

Il est nécessaire à la formation de la céruloplasmine, protéine indispensable au transport du fer vers la moëlle où sont formés les globules rouges.

Le cuivre est aussi nécessaire à la mobilisation du fer des réserves.

e. Le fer :

C'est l'élément constitutif des globules rouges. Son déficit est donc directement responsable d'une insuffisance de production. D'autant que le fer a aussi une action directe sur la multiplication cellulaire nécessaire à la synthèse des globules rouges.

Comme on peut le constater, une synthèse adéquate des globules rouges ne dépend pas uniquement d'une éventuelle prise de compléments de fer et du recours aux chambres hypoxiques.

12. Les besoins en micronutriments sont ils différents pour les sportifs ?

Oui, les besoins doivent être adaptés :

- Pour les vitamines B1, B2, B3 et B6 : les besoins sont augmentés proportionnellement à l'augmentation des besoins métaboliques de l'athlète.
- Pour la vitamine B9, les besoins sont doublés.
- Pour la vitamine D, le calcium, le fer, le zinc, le cuivre, le manganèse et le sélénium, les besoins sont multipliés par 1.5.
- Pour le magnésium, les besoins sont estimés par rapport au poids.

13. Comment déterminer un apport adéquat en micronutriment : le rôle de la prise de sang et de l'analyse nutritionnelle ?

a. La prise de sang :

Considérée par l'ensemble du monde sportif et par une bonne part du corps médical comme étant le reflet des réserves de l'organisme des différents micronutriments.

Ce n'est que très peu le cas, la prise de sang étant en fait surtout le reflet d'une homéostasie de l'organisme (recherche d'un équilibre des compartiments internes de l'organisme).

	Ca	Fe	Mg	Ph	K	Na	Zn	Cu	Mn	Se
mesure sanguine réalisée en routine		√								
mesure sanguine par examens spécialisés							√	√	√	√
Réserves	√	√	√	√	√	√	non	√	10 j	non

	A	C	D	E	B1	B2	B3	B5	B6	B8	B9	B12
mesure sanguine réalisée en routine			√					√	√			
mesure sanguine par examens spécialisés	√	√			√	√	√			√	√	√
Réserves	√	60 j	√	√	15 j	non	non	non	non	non	60 j	√







Ce tableau permet de comprendre :

- Il y a peu de micronutriments qui se mesurent en routine, les autres demandant des examens spécialisés pas toujours accessibles et onéreux.
- Doser un élément qui n'est pas stocké dans notre organisme, ou pour un nombre limité de jours, donne la mesure, non pas des réserves, mais uniquement des habitudes alimentaires des jours qui ont précédés la prise de sang, et donc ne reflètent pas la moyenne des habitudes alimentaires, et donc on ne peut conclure sur la pertinence des apports.
- En tenant compte de cette analyse, persistent le fer et la vitamine D !















b. L'analyse alimentaire :

C'est elle qui joue le rôle clef, afin de savoir si le sportif a une alimentation qui lui apporte tous ces éléments indispensables.

Voici un exemple d'analyse nutritionnelle qui permet de faire une analyse de l'apport en macronutriments et en micronutriments : selon le code couleur :

	Apport inférieur à 80% de l'apport conseillé, INSUFFISANT
	Apport compris entre 80% et 100% de l'apport conseillé, limite mais acceptable
	Apport compris entre 100% et 120% de l'apport conseillé, bon
	Apport bon
	Apport supérieur au maximum autorisé
	Apport bon

Analyse nutritionnelle - Macronutriments

		Besoins	Apports	Pr Sp	Sup	Total	
Equilibre énergétique							
Energie	Kcal	3.234	2725	557	0	3282	
Protéines							
Protéines	gr	121	149	0	0	149	
Protéines (%tage Energie totale)		15%	22%			18%	
Protéines / Kg	gr	1,9	2,3			2,3	
Acides Aminés branchés	gr	27,7	27,7	0,0	0,0	28	
Leucine	gr	2,8	12,3	0,0	0,0	12	
Lipides							
Lipides	gr	108	102	0,0	0	102	
Lipides (%tage Energie totale)		30%	34%			28%	
Acides gras saturés	gr	43 max	48,4	0	0	48,4	
AGS athérogènes	gr	29 max	30,7	0,0	0,0	30,7	
Acides Gras essentiels							
A. linoléique (LA) w6	gr	14,37	11,7	0,0	0,0	11,7	
A. linoléique (ALA) w3	gr	3,59	2,1	0,0	0,0	2,1	
LA/ALA		4 max	5,7			5,7	
A. docosahexaénoïque (DHA) w3	gr	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	
Acides Gras non essentiels							
A. eicosapentaénoïque (EPA) w3	gr	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	
Cholestérol (max)	mg	300 max	378	0	0	378	
Glucides							
Glucides	gr	445	303	139	0	443	
Glucides		55%	45%	100%		54%	
Equilibre Acide Base							
PRAL	mEq		54,1				

Analyse nutritionnelle - Micronutriments

		Besoins	Apports	Pr Sp	Sup	Total	
Vit A	µg	900	762	0	0	762	↘
Vit B1 thiamine	mg	1,5	2,7	0,8	0,0	3,5	↑
Vit B2 riboflavine	mg	1,7	2,3	0,0	0,0	2,3	↗
Vit B3 niacine	NE	19,6	40,7	0,0	0,0	40,7	↑
Vit B5 Ac panthoténique	mg	5	6,4	0,0	0,0	6,4	↗
Vit B6 pyridoxine	mg	2,5	2,8	0,0	0,0	2,8	↗
Vit B8 biotine	µg	30	44,8	0,0	0,0	45	↗
Vit B9 folate	µg	400	339	0	0	339	↘
Vit B12 cobalamine	µg	2,4	8,5	0,0	0,0	8	↑
Vit C	mg	110	45	0	0	45	↓
Vit D	µg	15	4,7	0,0	0,0	5	↓
Vit K	µg	70	86	0	0	86	↗
Vit E tocophérol	mg	15	6,8	0,0	0,0	7	↓

Calcium	mg	1500	1605	640	0	2245	↗
Fer	mg	29,4	13,6	0,0	0,0	14	↓
Magnésium	mg	445,2	309	240	0	549	↗
Phosphore	mg	800	2564	0	0	2564	↑
Potassium	mg	3000	3075	360	0	3435	↗
Sodium	mg	2400	4786	138	0	4924	↑
Zinc	mg	12	18,6	18,6	0,0	37	↑
Cuivre	mg	1,4	1,4	0,0	0,0	1	↗
Manganèse	mg	2,7	3,6	0,0	0,0	4	↗
Sélénium	µg	90	98	0	0	98	↗

C'est donc bien sur ce type d'analyse que l'alimentation du sportif va pouvoir être corrigée.

14. Comment prescrire des compléments alimentaires ?

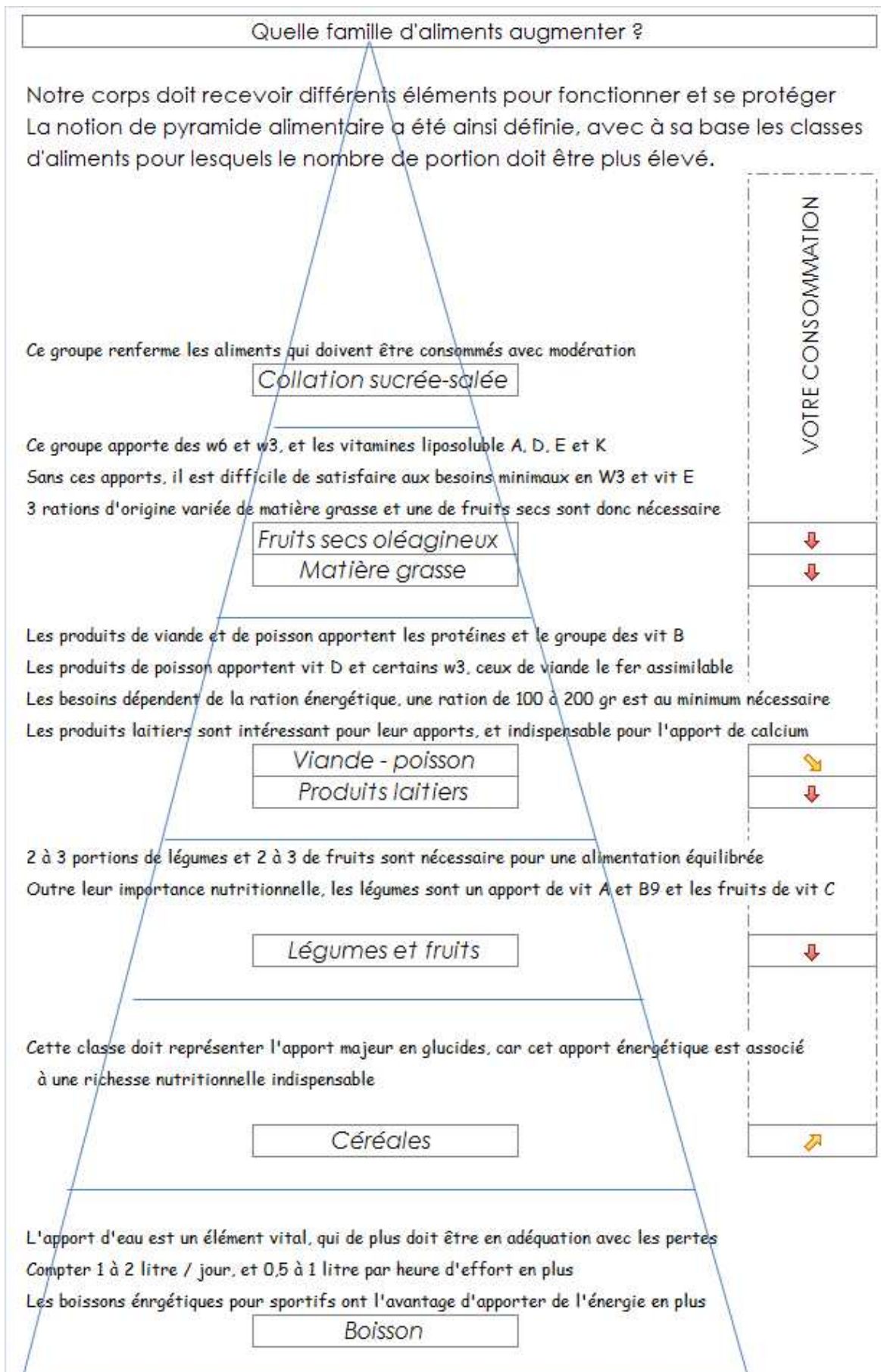
Nous venons de le voir, l'analyse nutritionnelle peut démontrer une carence d'apport en micronutriments.

On pourrait être tenté d'effacer les carences par une prise de compléments. Mais c'est là oublier que les aliments apportent un ensemble complexe d'éléments indispensables à notre organisme : des acides gras essentiels, en passant par les polyphénols des plantes et d'autres, c'est la richesse par la diversité de l'alimentation qui doit être poursuivie.

Pour y parvenir, le principe de la pyramide alimentaire² est un mode simple pour améliorer l'alimentation du sportif. Son application ne nous empêchera pas d'avoir recours aux compléments en micronutriments.

² Pour rappel, voir aussi CG1_Th3_Mod2_Recommandations de base pour une bonne pratique physique

Voici de nouveau l'exemple de l'analyse qualitative pour notre sportif :



➤ Tableaux :

Table sportive de Kesterer et Knipping

Course à pied	Kcal/h
Vitesse	500
Demi-fond	930
Fond	750
Marathon	700
Cyclisme	
Sur piste	220
Derrière entraîneur	330
Sur route	360
Sur route avec vent debout	600
Ski	
Fond	750
Alpin	960
Tennis simple	800
Tennis double	350
Lancers	460
Saut	400
Aviron	500
Lutte	900
Boxe	600
Haltérophilie	450
Escrime	600
Natation vitesse	700
Natation fond	450
Patinage artistique	600
Patinage vitesse	720
Basket-ball	600
Football	400
Water-polo	600
Hand-ball	500
Rugby	500