

Thèmes abordés

Métabolisme de base et dépense énergétique

Activité physique et contrôle de poids

Les graisses Les sucres les protéines

Rôle des aliments et besoins alimentaires

Alimentation équilibrée : un déterminant de la perf.

Les vitamines et Omegas

Equilibre acido-basique PRAL

Rôle et consommation de l'eau à l'entraînement,

Index glycémique et hypoglycémie réactionnelle.

Sodium Potassium : rôle et présence dans l'organisme

Les régimes sportifs : Faire le poids / Régime cétogène /

Paléo / Hyperglucidique / à Jeun / entraînement bi quotidien

NUTRITION, MICRONUTRITION & ENTRAÎNEMENT SPORTIF

INTRODUCTION

Qu'il s'agisse d'un besoin d'énergie ou de substance (vitamines, acides aminés, minéraux...), l'alimentation est indispensable à la réalisation des fonctions du vivant (3).

L'équilibre alimentaire se distingue selon ses objectifs (équilibre, santé, sport...).

On comprend tous l'intérêt d'une alimentation modifiée et accentuée pour un sportif vs sédentaire.

Les experts qui pensent « qu'il suffit de manger de tout pour être en bonne forme et couvrir l'intégralité des besoins » s'inspirent d'un à priori selon lequel **l'Homme par nature sait manger.**

Mais s'alimenter est beaucoup plus complexe.

Il existe des bases comme la **table de nutrition**, précisant la teneur des aliments en un grand nombre de nutriments.

- Possible de savoir ce qui se trouve dans nos assiettes. Mais **l'intégralité des aliments avalés sont-ils assimilés?**

Exemple du fer qui dépend également d'interactions entre plusieurs nutriments.

L'apport réalisé au cours du repas prédit finalement assez mal du statut du moment.

- Une autre difficulté tient à **la validité des tables de composition**. Il existe une variabilité entre aliments (culture, stockage...)

- Les recommandations sont variables.

Exemple de la boisson sucrée concentrée qui est décriée pour les troubles digestifs qu'elle provoque ou de l'augmentation de la portion de fruits et légumes (riches en vit. Mais également en fibres) alors que d'autres inciteront accroître la prise de produits céréaliers pour augmenter les réserves.

- **Performance ou santé ?** Les dogmes de la nutrition du sportif se réfèrent à des notions très spécifiques (augmentation des réserves en glycogène, gain de masse...). Mais ces conseils s'adapteraient ils à des sujets sédentaires, ou même à ceux qui ont un trouble cardio-vasculaire?...

- Enfin, **le soucis d'individualisation est majeur** (le vécu, les habitudes, la culture) pour définir les besoins face à des études qui sont faites pour l'individu « moyen ».

Chez le sportif :

- Pas seulement besoin de fourniture énergétique à travers l'alimentation.

L'idée de départ : des sucres lents pour le carburant, des protéines pour le muscle et éviter les graisses pour être le plus léger possible.

Rien sur les fruits alors qu'il s'agit de la clé de voute des recommandations de santé publique : équilibre acido-basique, lutte contre le stress oxydatif, riche en vitamines et minéraux...

Une questionnement de la nutrition du sportif est liée à l'approche via la performance et non pas la santé.

L'oubli des micronutriments présents en infime quantité (*milligrammes ou microgrammes*) assurant des fonctions importantes au sein de nos organismes au profit unique des macronutriments que nous avalons par dizaines ou centaines de grammes et qui nous délivrent de l'énergie, est une erreur.

Les pièces du moteur sont aussi importantes que le carburant.

L'un des enjeux majeur de la nutrition moderne est de trouver la bonne répartition entre ces macronutriments.

Quel nutriment apporte quoi? Quelle ration consommer pour quels effets?

Les recommandations classiques indiquent une ration où les glucides apporteraient 55 à 60% de l'énergie, 25 à 30% seraient fournis par les lipides et le reste via les protides.

Cet équilibre peut reposer sur une répartition entre catégories d'aliments (*Cf. Pyramide alimentaire issue du régime crétois*).

Trouver un parfait état de santé dans le contexte d'une adaptation idéale à l'entraînement (*prendre en compte les inflammations, les carences, les sur-consommations...*).

La nutrition et conduite dopante. Les croyances en certains comportements alimentaires miracles poussent certains sportifs à s'éloigner des recommandations de santé. Cette approche fait largement appel à des compléments alimentaires.

- Surdoser certains constituants « licites » de nos rations.

Conduite alimentaire dopante = contresens?

Tout ce qui vient en plus de l'assiette est-il un **ajout artificiel**? *Ou place t-on la créatine sur le plan personnel et même si elle est autorisée?*

L'étude SUVIMAX (SUpplémentation en Vitamines et Minéraux AntioXydants) a montré que l'apport en doses nutritionnelles d'un complexe de base de vitamines, minéraux et antioxydants (AO) pendant plusieurs années conduisait *(comparativement à la prise d'un placebo)*, à une diminution des risques de cancer chez l'homme.

L'étude a été faite pour savoir si l'intérêt des 5 fruits et légumes quotidiens était valable.

S'alimenter est un acte complexe et dépend de nombreux facteurs parfois à la frontière du maîtrisable.

Nutrition ou science de l'alimentation s'appuie largement sur la nutrition cellulaire, la digestion des aliments, et le comportement alimentaire (micronutriments).

Diététique ou l'art d'organiser son alimentation dans un but bien précis.

Alimentation ou l'action de s'alimenter pour permettre à l'organisme de fonctionner et de survivre.

L'idée est de reprendre des points physiologiques et expérimentaux essentiels et avérés pour trouver la conduite la plus adaptée pour la forme physique du sportif et sa santé plus généralement.

1- POSTE DE DÉPENSE ÉNERGÉTIQUE

La dépense énergétique des 24 h se répartit en trois postes d'inégale importance :

- **le métabolisme de repos** qui représente 60-75 % de la dépense énergétique totale,
- **la dépense énergétique liée à l'activité physique**, dont la part varie en fonction de la nature, de la durée et de l'intensité de l'exercice,
- **et l'effet thermique des aliments** (environ 10 % du total).

La dépense énergétique des 24 h et le métabolisme de repos varient de façon proportionnelle au poids et à la masse maigre.

Les macronutriments (glucides, lipides, protéines) qu'ils aient pour origine l'alimentation où les réserves endogènes **constituent l'unique source énergétique pour le sportif.**

Pour être utilisable, cette énergie doit être transformée en ATP, processus qui consomme de l'oxygène et produit de la chaleur.

La mesure de la consommation d'oxygène (calorimétrie indirecte) **et/ou de la production de chaleur** (calorimétrie directe) **sont les deux méthodes de mesure de la dépense énergétique.**

Les grandes fonctions (croissance, développement, maintien, reproduction...) ont un **coût énergétique** dont la somme est appelée dépense énergétique totale.

L'homme est incapable de fabriquer l'énergie. Pour couvrir ses besoins, il la puise dans le milieu extérieur ou dans ses réserves à partir des liaisons chimiques des nutriments et la transforme en une autre énergie chimique utilisable, l'ATP.

L'homme est incapable de consommer l'énergie. Il la restitue au milieu extérieur de façon immédiate ou retardée, sous une forme identique et chimique (urée, créatinine : *dégradation du phosphate de créatine dans le muscle et éliminé par l'urine, par exemple*) ou différente (mécanique et thermique).

En l'absence de variation du poids ou de la composition corporelle, **les apports énergétiques sont égaux aux dépenses.**

Les trois nutriments sources d'énergie sont les glucides, les lipides et les protéines.

Ils contribuent à la couverture énergétique de façon hiérarchisée : les glucides, les protéines puis les lipides.

Leur compartiment de **réserves** énergétiques a une capacité **nulle pour les protéines, limitée pour les glucides (300 à 600 g) et immense pour les lipides.**

2- UNE REPARTITION CLASSIQUE GPL?

Les glucides : 4 kilocalories (16,72 kJoule)/gramme.

(Combinaisons de Glucides)

1 molécule de glucose fournit 34 ATP, stocké sous forme de glycogène (foie et muscle), 400gr environ. Intervient à partir de 2' jusqu'à 1h30.

Les lipides : 9 kilocalories (37,62 kJoule)/ gramme.

1 molécule d'acide gras fournit 129 ATP, stocké sous forme de triglycérides (tissu adipeux et muscles) 6 à 10kg. Intervient à partir de 45'.

Les protéines : 4 kilocalories (16,72 kJoule)/gramme. Ces dernières ne participent à la couverture énergétique que dans certaines circonstances, leur rôle prioritaire est d'apporter de l'azote.

Nb. 1 kcal = 4,18 kJ

Les substrats énergétiques sont apportés par l'alimentation.

On distingue 3 états en fonction du temps qui sépare de la dernière prise alimentaire :

- **la période post prandiale** : elle correspond aux 8 heures qui suivent la prise alimentaire,
- **la période post absorptive** : 12 heures de jeûne (le matin à jeûn)
- **le jeûne au-delà de 16 heures.**

Concept de chrono-nutrition et techniques alimentaires périodisées.

⇒ Les substrats énergétiques ont un double rôle :

- **satisfaire les besoins immédiats d'ATP** par leur oxydation dans le cycle de Krebs. Tous les substrats peuvent être oxydés le choix préférentiel des substrats va dépendre de l'état métabolique et hormonal :
 - les acides gras sont oxydés plutôt quand leur niveau est élevé dans le sang (période post absorptive et jeûne, exercice physique),
 - les glucides sont oxydés en période post prandiale par les tissus insulino-dépendants et en permanence par les tissus non insulino-dépendants (cerveau, éléments figurés du sang),
 - les protéines sont oxydées en cas d'afflux important (foie en période post prandiale).
- **reconstituer les réserves de glycogène et de protéines.**

⇒ Substrats énergétiques circulants :

Les Glucides :

Substrats ayant un rôle dans le métabolisme glucidique.

- **Glucose venant de l'alimentation**, de la glycogénolyse (*dégradation du glycogène stocké dans le foie et les muscles pendant la période post-prandiale*) ou de la néoglucogénèse (*synthétise le glucose à partir de pyruvate, de lactate, de glycérol, d'alanine et uniquement dans le foie*) hépatique,
- **Lactate venant du métabolisme du glycogène dans le muscle** et du glucose dans les globules rouges, peut être directement oxydé dans le rein et le cœur ou converti en glucose dans le foie et le rein,
- **Pyruvate** : intermédiaire clé du métabolisme du glucose,
- **Glycérol** libéré à partir des triglycérides adipocytaires peut être converti en glucose ou en TG dans le foie.

Les lipides :

Fournit de l'énergie et constitue les cellules.

- **Acides gras** (liés à l'albumine),
- **Corps cétoniques*** formés par le foie à partir des Acides Gras (AG) lors du jeûne prolongé, peuvent être oxydés au niveau du cerveau, du rein et du muscle,

Une grande partie de l'acétyl CoA produit par la dégradation des acides gras et du glucose est oxydée dans le cycle de Krebs. Cependant, une fraction de cet acétyl CoA est transformée au niveau des cellules hépatiques en corps cétoniques. L'acétone, formée en plus petite quantité est exhalée. L'acétoacétate et le D-β-hydroxybutyrate sont transportés par le sang vers les tissus extrahépatiques (muscle squelettique, muscle cardiaque, cortex rénal) où ils sont oxydés dans le cycle de Krebs pour fournir une grande partie de l'énergie. Le cerveau, qui utilise normalement le glucose comme source d'énergie, va se servir des corps cétoniques en cas de carence en glucose (par exemple lors d'un jeûne prolongé).

- **Les triglycérides** (*AG et glycérol*) transportés soit par les chylomicrons (*Lipoprotéine*) formés dans l'intestin en période post prandiale, soit par les VLDL (*Very Low Density Lipoprotein, qui permettent le transport des lipides dans le milieu aqueux qu'est le sang*) produits au niveau du foie.

Les lipides :

- Contribue à la fourniture d'énergie,
- Est un constituant des cellules,
- On le trouve sous plusieurs formes :
 - Acides gras (AG) saturés, d'origine animale (charcuterie, viandes rouges, fromages...)
 - AG mono-insaturés, (huile d'olive, avocats, amande, viande de porc...)
 - AG poly-insaturés, origine végétale (huile de pépin de raisin, de noix, colza, poissons gras...).

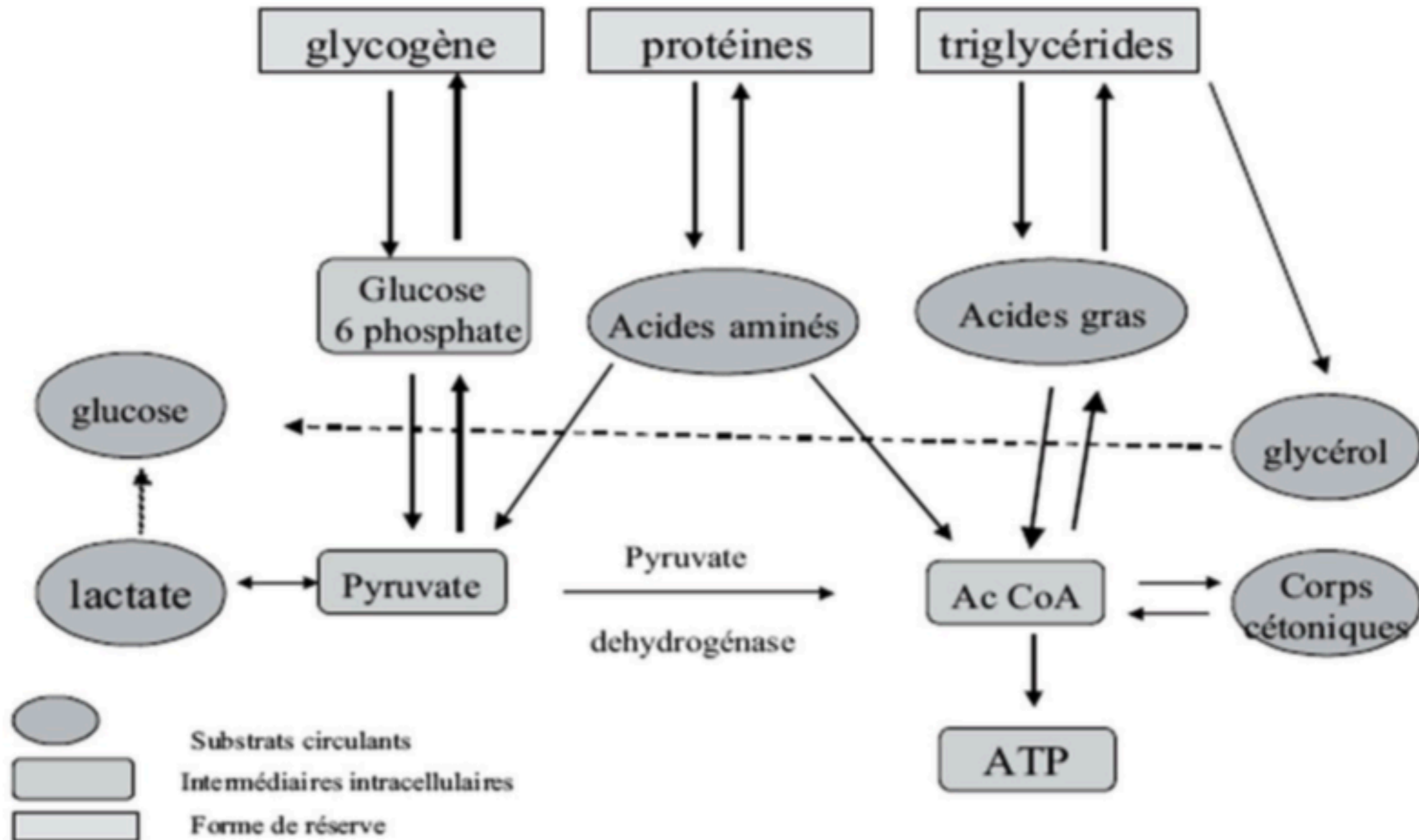
Les protéines

- Circulent sous forme **d'acides aminés**, (protéines : grands nombre d'AA, peptides : faible nombre d'AA).
 - 8 sont essentiels et nécessitent un apport exogène car le corps n'est pas capable de les produire.
 - 12 sont non essentiels.

Apports : 0,8g/j/kg de poids de corps jusqu'à 1,5 pour les sportifs

Il aide à la formation des structures tissulaires, à l'immunité, au transport de l'O₂ notamment.

Figure 1 : Interconversion des substrats énergétiques



LES ORGANES DU MÉTABOLISME ÉNERGÉTIQUE

⇒ Organes consommateurs

Cerveau

- 20 à 25 % de la production quotidienne d'ATP,
- n'a aucune forme de stockage de l'énergie,
- Source d'énergie
 - ne peut pas utiliser les AG,
 - seule source d'énergie en période postprandiale et postabsorptive : le glucose (consomme environ 5 g de glucose par heure soit 120 g/jour),
 - peut utiliser les corps cétoniques,
 - l'insuline n'a pas d'effet sur le métabolisme énergétique du cerveau.

Muscle

- 20 à 80 % de la production énergétique de l'organisme,
- Réserve de protéines.
- Réserve de glycogène pour son propre usage (le muscle ne produit pas de glucose).
- Source d'énergie
 - Glucose plasmatique (en situation post-abortive et en situation post- prandiale stimulée par l'insuline).
 - Acides gras libres circulant en situation post-prandiale, au cours du jeûne et au cours de l'exercice.

⇒ Organes de maintien

Ils permettent l'apport permanent de substrats aux différents organes par les interconversions.

Foie

- Réserve de glucose (glycogène) et en petite quantité de triglycérides.
- Peut produire du glucose à partir
 - du glycogène,
 - de précurseurs-glucoformateurs (acides aminés, glycérol, acide lactique) produits par d'autres organes.
- En cas d'excès d'apport de glucose, il stocke ce dernier sous forme de glycogène et éventuellement de triglycérides si les stocks de glycogène sont pleins.
- Source d'énergie pour le foie
 - Acides aminés pendant la période post prandiale.
 - Acides gras dans les autres circonstances.

Tissu adipeux

- Réserve de triglycérides
- Libère les acides gras lorsque l'insuline est basse
- Sources d'énergie
 - Glucose en présence d'insuline.
 - Acides gras dans les autres circonstances.

⇒ *Organes excréteurs*

Reins

- Excrète les résidus non volatiles :
 - azote sous forme d'urée.
 - acides sous forme de sels d'ammonium.
- Peut produire du glucose par la néoglucogénèse au cours du jeûne prolongé.

Poumons

- Éliminent le CO₂

Les Glucides

- Monosaccharides : sucres simples rapides,
- Disaccharides : moins rapide que les sucres simples,
- Polysaccharides : sucres lents accompagnés de minéraux, vitamines et fibres.

Le glucose traverse vite la paroi intestinale, quand il possède un IG élevé et inversement. L'index glycémique est l'échelle qui permet de mesurer l'aliment qui permet de libérer l'insuline (Cf. Partie IG / CG).

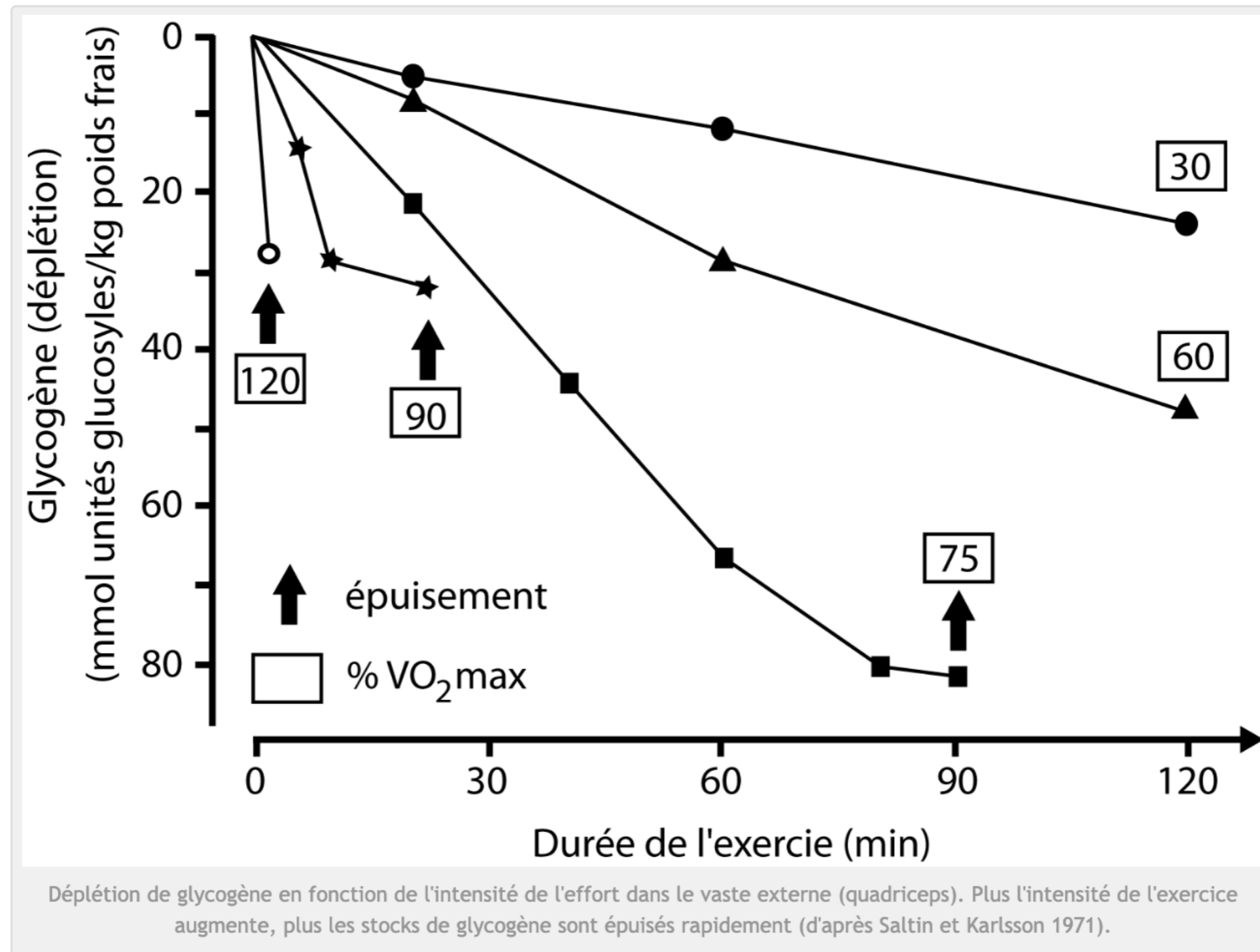
Pendant longtemps **la théorie du sportif était de se remplir de glucides** comme s'il s'agissait du simple carburant qui seul faisait avancer la machine.

Comment se gaver? Stocker? Dépenser lentement ou massivement dans de brefs délais?

À partir de là, se calquait des entraînements, et surtout une nutrition focalisée.

- Recommandations pour saturer les réserves : 8 à 10g/kg de poids de corps/ jour (700gr pour un sujet de 70kg = compliqué, si l'on veut varier son alimentation).
- Théorie qui repose sur les études mettant en avant la chute du glycogène musculaire à l'effort (et à reconstituer avant l'effort suivant).

▪



DONC :

- Peu importe la durée ou l'intensité, les glucides apportent l'essentiel des besoins énergétiques.

Les études : (D'après un article de Denis Riché Diététicien et micronutrition*)

3 gr. Test :

1- Ration alimentaire délivrant moins de 20% de l'apport énergétique en G.

2- Ration alimentaire délivrant + de 70% de l'apport énergétique en G. (1).

3- Ration alimentaire équilibrée délivrant 55% de l'apport énergétique en G.

C/C : Aucune différence entre les Gr. 2 et 3. Où les sportifs peuvent prolonger un effort modérément intense dans la durée. C'est une **fausse idée qui pousse à privilégier les rations glucidiques** pensant à garantir la saturation des réserves en glycogène musculaire.

Même si les réserves en glycogène peuvent être un effet limitant (faible autonomie du glycogène hépatique : 100gr et musculaire : 600gr). Ex du marathon.

3) Limites et intérêts du glycogène

a) En fonction des fluctuations de la ration :

- Le Quotient Respiratoire (QR) V_{CO_2} / V_{O_2} augmente quand les rations de glucides sont supérieures et inversement quand on abaisse cette part. *(Cf. Tableau et diapos suivantes).*

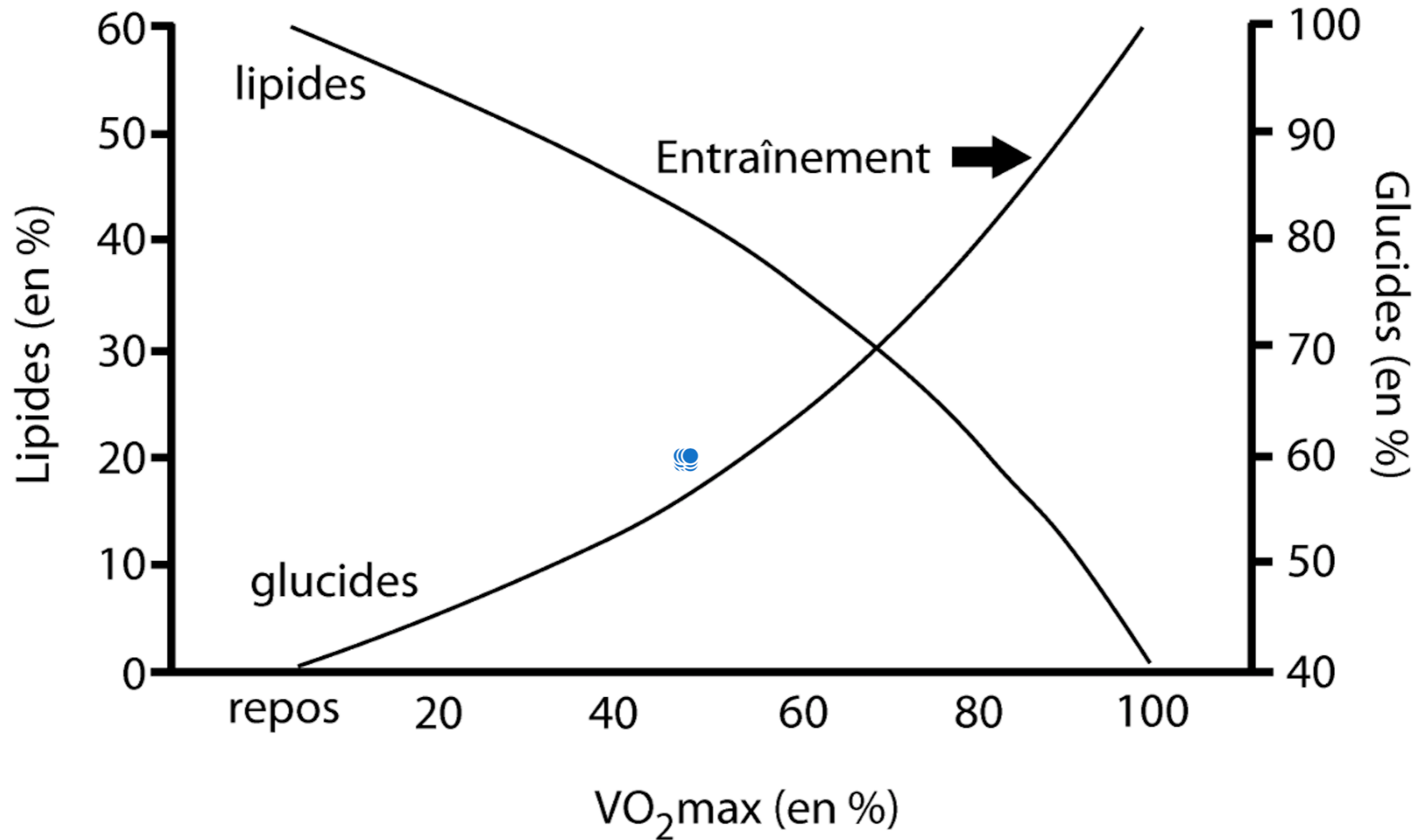
Les glucides sont plus facilement sollicitables. Elles contribuent majoritairement à assurer l'apport énergétique *(y compris dans le cadre d'efforts peu intenses où les lipides pourraient tout aussi bien convenir).*

- Si la part de la ration lipidique augmente (1,2gr/kg/j) sa participation à la couverture des besoins énergétiques augmentera également, alors la glycolyse sera réservée à des efforts intenses.

TABLE 4.1

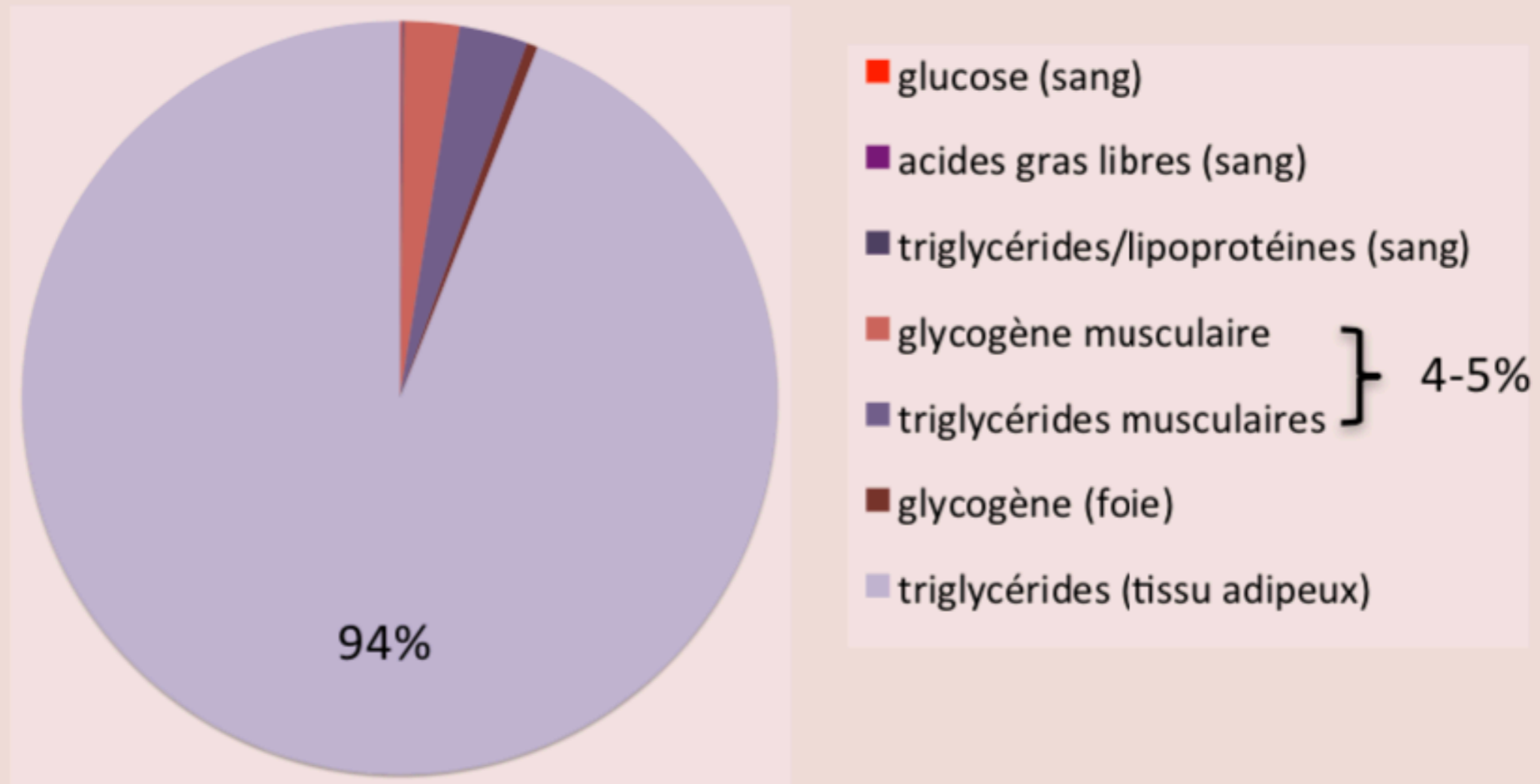
Percentage of Fat and Carbohydrate Metabolized as Determined by a Nonprotein Respiratory Exchange Ratio (R)

R	% Fat	% Carbohydrate
0.70	100	0
0.75	83	17
0.80	67	33
0.85	50	50
0.90	33	67
0.95	17	83
1.00	0	100



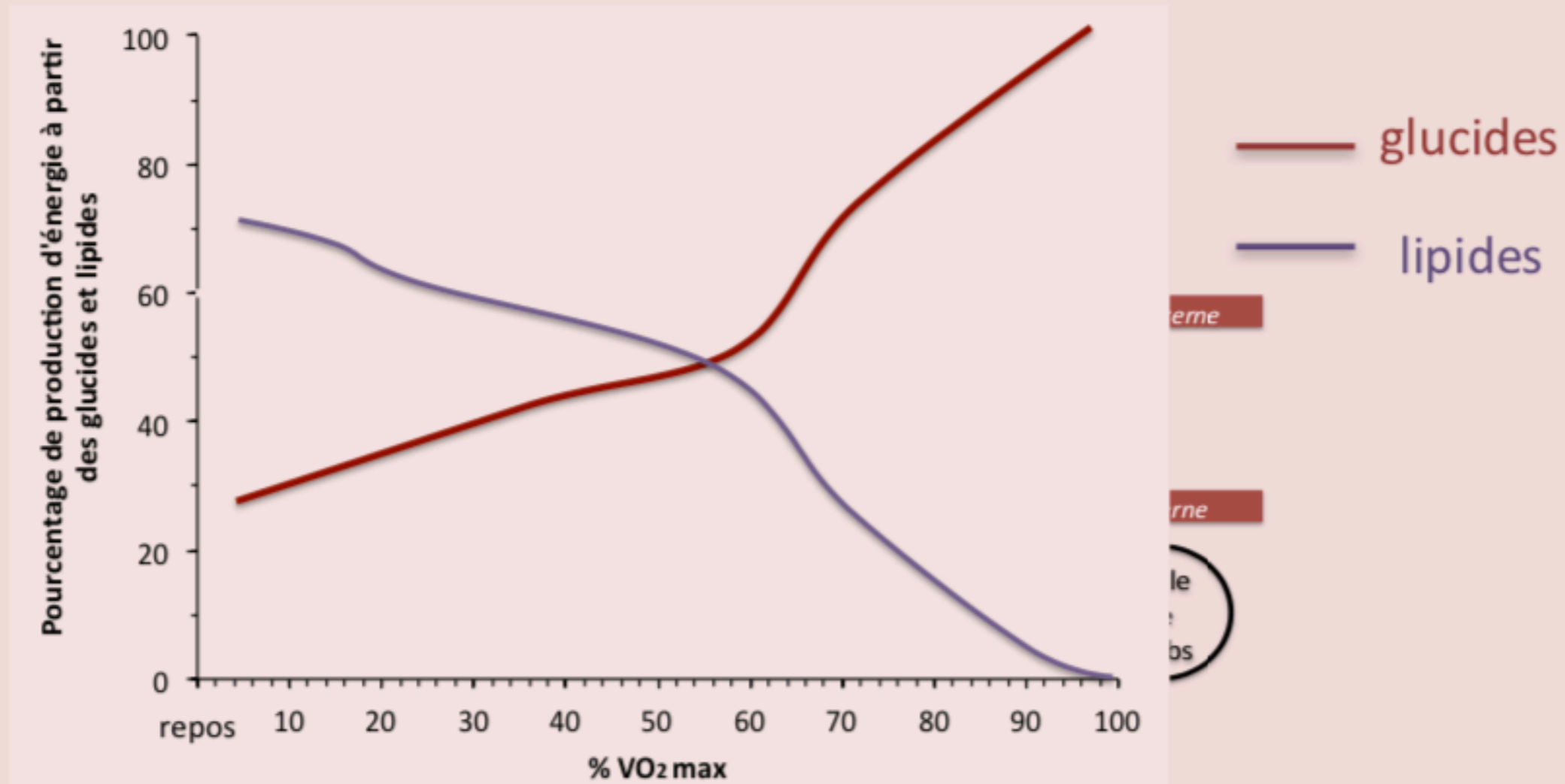
Part relative des lipides et des glucides dans la consommation d'énergie en fonction de l'intensité de l'effort : "crossover concept".
D'après Brooks et Mercier (1994).

Répartition moyenne des réserves lipidiques et glucidiques (en % du total).



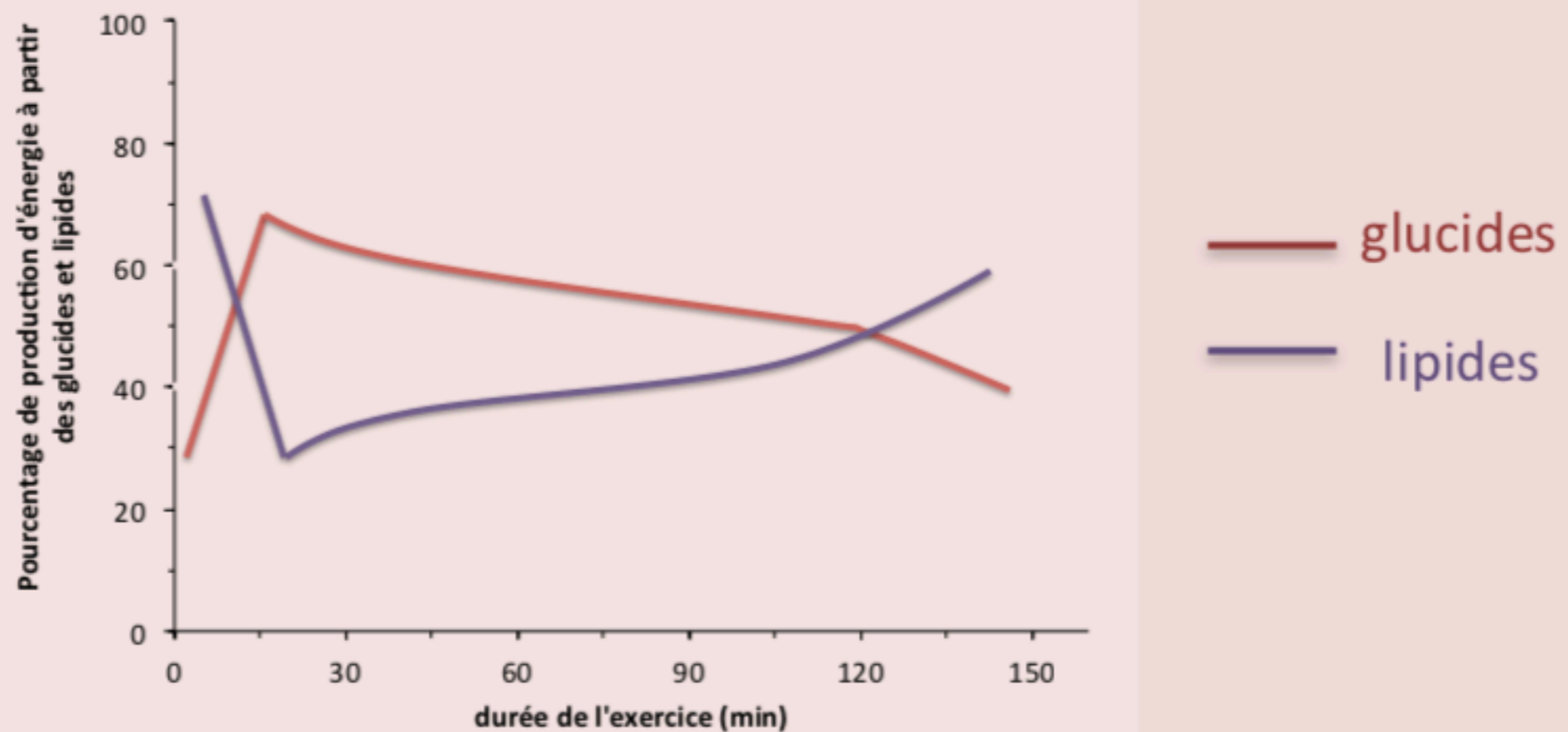
D'après Endurance Sports Nutrition, 3rd Edition, S. Girard Eberle, 2014

L'utilisation des lipides **dépend de l'intensité de l'effort** : au-delà de 65% de la VO_2 max, la contribution des lipides à la production d'énergie chute de façon importante.



D'après Egan B. et Zierath J.R. Cell metabolism, 2013

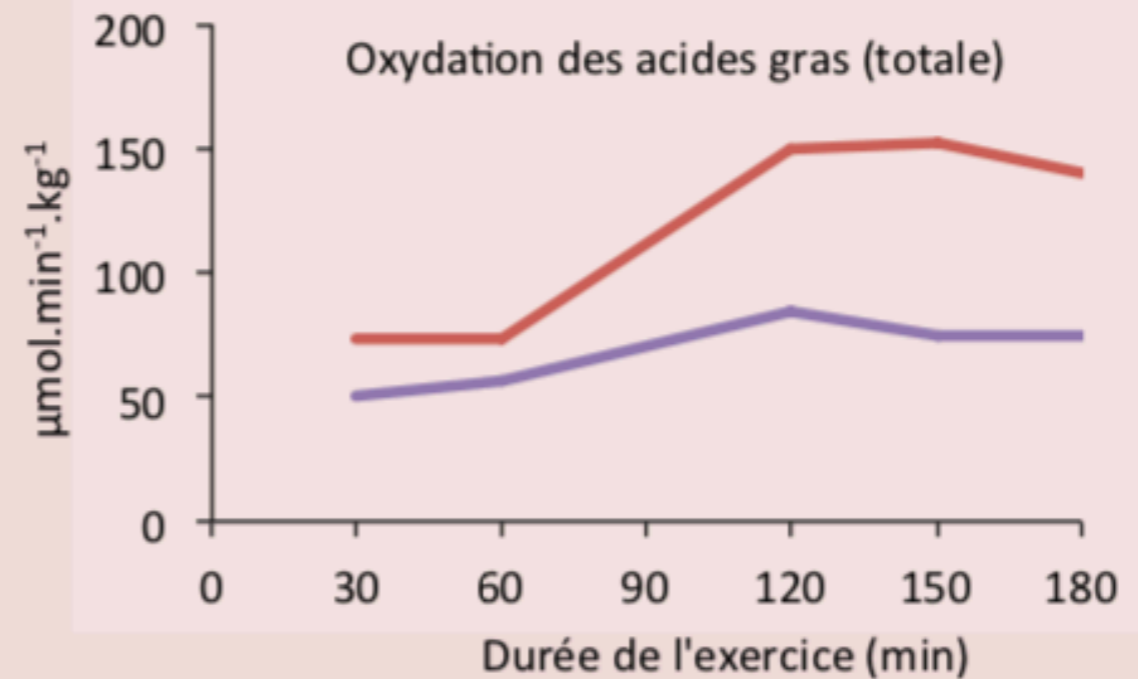
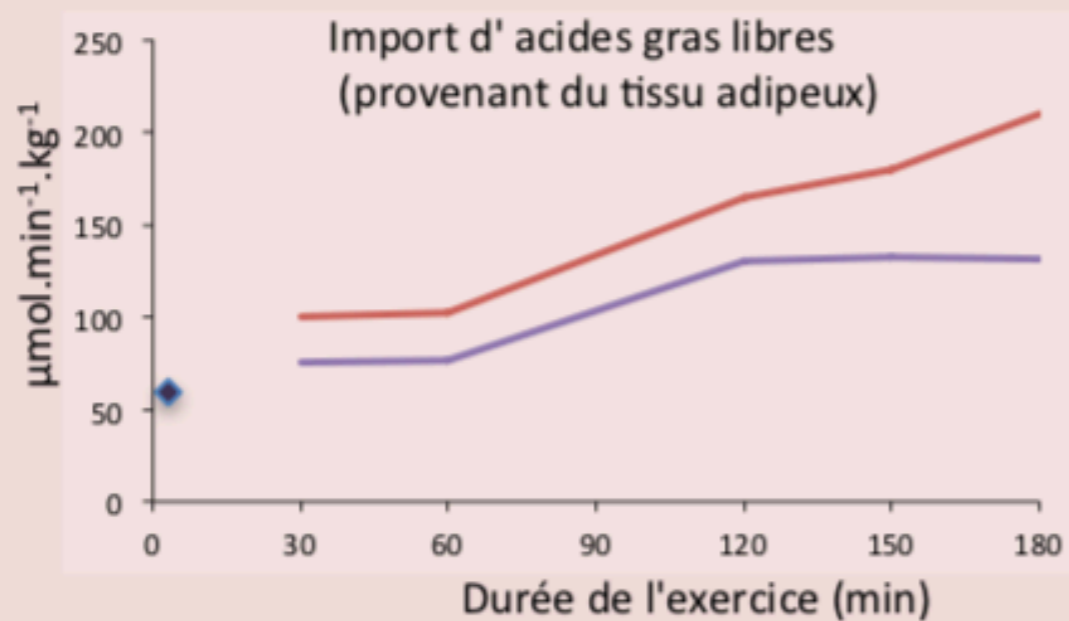
L'utilisation des lipides **dépend de la durée de l'effort** : lors d'une course d'intensité de l'ordre de 65 à 70% de la VMA, la part des lipides dans la production d'énergie augmente en fonction de la durée de l'exercice.



D'après Egan B. et Zierath J.R. Cell metabolism, 2013

L'entraînement en endurance (sorties longues à intensité sous-maximale) favorise l'utilisation des acides gras.

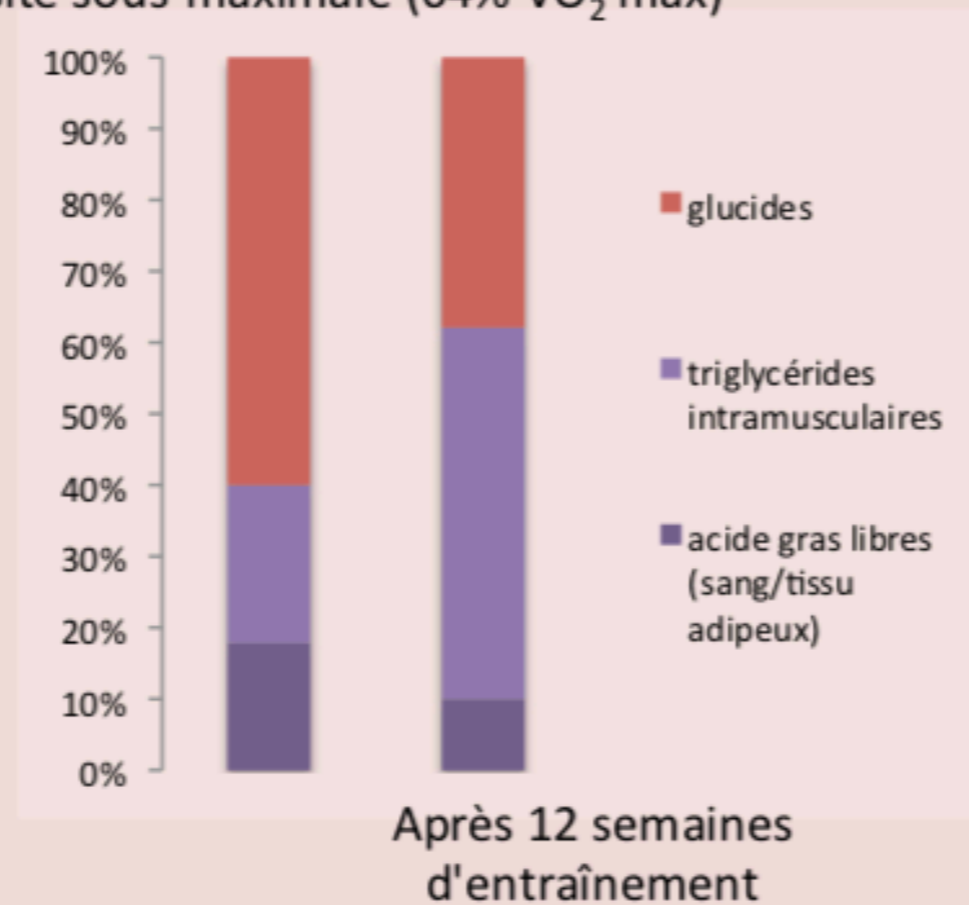
— individus entraînés
— individus non-entraînés



D'après Turcotte *et al*, Am J Physiol Endocrinol Métab, 1992

L'entraînement en endurance favorise le stockage et l'utilisation des triglycérides intramusculaires.

Utilisation des différents substrats lors d'un exercice à intensité sous-maximale (64% VO₂ max)



D'après Martin *et al*, Am J Physiol Endocrinol Metab, 1992

Résumé :

- Les **triglycérides** constituent les **réserves lipidiques** et sont majoritairement stockées dans le tissu adipeux.
- **L'utilisation des lipides nécessite un apport suffisant en O₂** et la mobilisation des réserves lipidiques dépend d'un signal hormonal (adrénaline), d'où un certain délai (20-30min) pour la production d'ATP à partir de ces réserves.
- À poids égal, **les acides gras permettent de produire en moyenne 2 à 3 fois plus d'ATP que le glucose.**

- Comme la production d'ATP à partir de lipides est plus lente qu'à partir de glucides, **les AG. sont principalement utilisés lors d'efforts d'intensité sous maximale et longs.**
- **La part relative des lipides** pour la production d'énergie **augmente avec la durée d'un exercice** à intensité sous maximale.
- L'entraînement favorise l'oxydation des lipides dans la fourniture énergétique d'exercices sous maximaux et permet d'épargner le glycogène musculaire.

- Interaction des glucides et des lipides : concept de cross-over ou l'intensité relative de l'exercice à laquelle le choix du substrat s'oriente préférentiellement vers les glucides (Entre 40 et 70% de VO2 max).
- Les facteurs qui influencent ce point :
 - Le régime alimentaire,
 - La déplétion initiale en glycogène,
 - Le degré d'entraînement,
 - Le taux relatif d'oxydation des graisses.

C/C : Beaucoup de conséquences sur l'activité : La gestion de l'entrée dans l'activité est importante pour l'économie du glycogène, des intensités de travail à l'entraînement, des prises hydriques pendant les compétitions...

Nb : Utilisation du Quotient Respiratoire (QR)

- indice de 1 retranscrit une utilisation exclusive des glucides comme substrat énergétique.
- indice de 0,7 retranscrit une utilisation exclusive des lipides.
- La mesure du QR permet de connaître l'impact des différents stimuli (type d'entraînement, intensité, type d'alimentation...) sur l'oxydation des graisses.
- Il est prouvé qu'un QR élevé proche de 1 (définissant une utilisation plus importante des sucres et moins importante des graisses) était un facteur important de l'augmentation du poids et de la masse grasse. Au même titre que la sédentarité ou encore la « malbouffe ».

- **L'intensité et la longueur d'un entraînement** sont les deux facteurs qui influencent l'oxydation des lipides. Aussi, à intensité modérée, un entraînement long oxydera plus de lipides qu'un entraînement court (pour une prise alimentaire équivalente).

Un entraînement court et intense oxydera plus de lipides (après l'effort) qu'un entraînement long et modéré.

- **Le type de fibre musculaire.** Les individus avec une plus grande proportion de fibres rapides oxydent plus de lipides à l'effort. Les efforts explosifs (sauts, sprints) et le travail avec des charges lourdes sont deux bons moyens d'augmenter sa composition en fibres rapides.

- **Une alimentation riche en graisses** et faible en glucides permet d'oxyder plus de lipides (QR plus faible) qu'une alimentation riche en glucides et pauvre en graisses. Limitez ainsi vos consommations excessives de féculents (pain, pâtes, riz, pommes de terre) et augmentez l'apport de bonnes graisses (oléagineux, huiles d'olive-de coco, oeufs...).

- **Consommer un petit déjeuner léger avant de pratiquer une activité physique le matin** permet d'oxyder plus de lipides que la même activité à jeûn. C'est ce qu'a démontré Paoli en 2011 en comparant 2 groupes étant soumis à la même activité et dont le QR a été analysé. Même si le groupe à jeûn a oxydé plus de lipides durant l'effort que le groupe ayant pris un petit déjeuner, ce dernier a maintenu un QR plus bas dans les 24 heures qui ont suivi la séance.

- **Les femmes oxydent plus de lipides que les hommes à l'effort.**

b) En fonction des adaptations métaboliques :

L'entraînement économise le glycogène. Il favorise la lipolyse (utilisation majeure des lipides par rapport au sédentaire).

Le seul fait d'être adapté à l'effort encourage à ne pas augmenter la part de glucides au-delà de la normale (55% de la ration alimentaire, ou 6gr/kg/j).

c) En fonction d'adaptations génétiques :

Une alimentation **riche en acides gras polyinsaturés** (Omégas 3, 6, 9) induit une **augmentation d'enzymes dédiée à la lipolyse** et donc une meilleure épargne du glycogène.

Donc, la capacité à faire durer son glycogène musculaire dépend également de la ration lipidique.

Selon le patrimoine génétique reçu, **la contribution maximale des lipides à la dépense d'énergie** s'approcherait plutôt quand des **efforts au seuil -80-85%**- sont atteints, plutôt que de 60% de VO₂max (**Moy. entraînement + post entraînement**). Cf. Notion d'EPOC.

Là encore, les régimes hyperglucidiques sont donc à relativiser. Voilà une **recommandation allant dans le sens de** celle faite à la population dans l'objectif de **l'optimisation de son état de santé**.

d) En fonction des adaptations cinétiques :

Travaux menés par Karin Piehl :

La resynthèse du glycogène est optimale pendant les 5 premières heures d'effort. Lorsque 50gr de glucides sont apportés toutes les 2heures, la mise en réserve est optimisée. Si l'apport est en revanche différé (pour une même prise globale sur 48h), alors la mise en réserve est amoindrie.

Plus que la quantité de glucides apportée, c'est le timing qui importe pour la reconstitution des réserves glucidiques et ce, quelque soit le type d'effort ou la nature des fibres concernées. Un apport glucidique moins important est recommandé mais dans une chronologie bien précise.

e) En fonction de l'index glycémique :

L'impact d'une portion de glucides sera **différent chez un sujet sédentaire ou débutant et chez un sportif**. L'impact défavorable d'une prise à index glycémique élevé ne se retrouve pas chez un sujet entraîné.

Après 3 j. de régime hyperglucidique, **la proportion entrant dans la lipogénèse n'excède pas 3%** du total.

À l'effort, le glucose entre dans les cellules sans présence d'insuline obligatoirement (favorisante pour les AA et les glucides en phase de récupération).

Il est donc conseillé de prendre des glucides à index élevé pendant l'effort et juste après.

f) En fonction des liens entre nutrition et immunité :

Les rations comportant des quantités excessives de glucides, sont déficitaires en autres nutriments (lipides, et micronutriments).

Les rations hyperglucidiques (supérieures à 65%) compromettent un certain nombre de processus immunitaires.

Nb Ce n'est pas le cas des boissons énergétiques pendant l'effort et en début de récupération ou certaines études montrent une baisse des défenses immunitaires consécutive à l'exercice (5).

4- Indice Glycémique /charge glycérique : facteur central de santé et des performances?

Débat incessant qui rappelle que plus l'IG d'un aliment est élevé, plus cet aliment est absorbé rapidement, et donc rapidement disponible pour l'organisme. En course d'endurance, il conviendrait de les privilégier.

Deux indices se côtoient avec deux échelles différentes : **Index glycémique et charge glycémique.**

IG : classe les aliments de 1 à 100. Ceux ayant un fort IG (sup. à 70) font augmenter grandement cette glycémie. À l'inverse ceux inférieurs à 55 auront un faible impact. Ceux entre 55 et 70 auront un faible impact. Il s'agit en réalité de la rapidité avec laquelle les sucres passent dans le sang sous forme de glucose (Inf. à 40 il s'agit de sucre lent ; sup. À 60 = sucre rapide).

CG : Concept identique avec la nuance du calibrage de la portion. Plus réaliste donc $CG = (IG \times \text{quantité de gl. Dans une portion}) / 100$.

Autre échelle donc : Faible = inf. ou égal à 10 ; Moy. = Entre 11 et 19 ; forte = Sup. À 19.

Les mécanismes hormonaux maintiennent un niveau de glycémie constant.

Limites de certaines études :

Pourtant des études menées ont mis en avant que **ni la performance, ni l'oxydation des graisses et des sucres n'étaient influencées par l'absorption de boissons à IG faible ou élevé.**

À se demander, si cet index est interprétable en matière de santé publique.

Il est actuellement utilisé dans les traitements de diabétiques (régimes avec des aliments à faible IG) pour améliorer la sensibilité à l'insuline.

Le modèle type de l'alimentation du sportif repose sur un **% élevée de sucres** dans la ration alimentaire (l'effort s'arrête quand le stock musculaire est épuisé ou presque).

En revanche, **il ne permet pas d'aller très longtemps** (1 ou 2h tout au plus). Ces stocks sont extensibles mais dans une faible proportion.

Autre inconvénient, chaque gramme de sucre est stocké conjointement avec 2-4g d'eau (poids).

On habitue le corps à les consommer plutôt qu'à utiliser les graisses.

- **Le sportif de 70kg a besoin d'environ 400gr. de glucides apportés par son alimentation** pour constituer des stocks adaptés à un entraînement assez intensif.
- On peut **privilégier les produits à haut IG pendant l'effort.**
- **Très important de reconstituer les stocks le plus tôt possible après l'effort** (voire fin de l'exercice), avec apport d'aliments à fort IG plus apport modéré de protéines.
- Nécessaire à l'entraînement comme en compétition.
- Attention car les sucres simples ont un effet oxydatif délétère sur les cellules de l'organisme. **Ceux ingérés en surdose se transforment en triglycérides et sont stockés dans les tissus adipeux.**

5- LES BESOINS LIPIDIQUES :

La restriction lipidique trouve son argumentaire dans le coût énergétique lié au déplacement de poids (éviter l'inutile).

Evident, que le surpoids augmente le coût de chaque Km.

Nb En revanche, le sujet maigre n'a pas d'intérêt à toujours maigrir davantage.

Les Acides Gras (AG) ont un rôle dans la fourniture d'énergie mais également un rôle fonctionnel.

Des perturbations fonctionnelles chez les sportifs d'endurance et leur amélioration consécutive à une majoration de la ration lipidique ont été révélées.

L'hypothèse que les sportifs d'endurance présenteraient des besoins en lipides supérieurs à ceux des sédentaires constitue une autre façon d'aborder l'apport en lipides [6].

Des publications soulignent que, sur le plan biologique, le statut en acides gras essentiels des sportifs d'endurance est très souvent inférieur à celui des Crétois [7].

Les rôles fonctionnels des AG ne peuvent être assurés que s'ils ne sont pas utilisés à des fins énergétiques.

Apports lipidiques équilibrés issus du modèle Crétois :

Min. **1,2g/kg/j**. Recommandation qui révisé souvent à la hausse ces apports (*notamment l'apport en AG « Oméga 3 » favorisant l'induction des enzymes de la lipolyse au niveau musculaire - Santé qui contribue à abaisser le LDL*).

D'autres chercheurs pensent encore, que **la portion de lipides devraient être augmentée** notamment 2 semaines avant une épreuve d'ultra endurance, ceci afin d'optimiser les réserves de triglycérides musculaires (8).

Lipoxmax : la course aux lipides

Plus l'intensité de l'effort est grande, moins les lipides sont impliqués dans la fourniture globale.

Contraintes relatives à la dégradation des lipides (présence d'O₂, quantité d'énergie libérée par molécule d'O₂ disponible).

Trouver une allure lente destinée à assurer la fonte des graisses.

Vitesse relative (variant en fonction du niveau d'entraînement : 50 à 65% de VMA) à laquelle le rapport lipides/sucres est le plus grand.

Analyse concernant le temps d'effort uniquement.

Nuances :

- La sollicitation des graisses grandit avec l'allongement de la durée de l'effort.
- Des sollicitations lipidiques égales celles des athlètes qui pratiquent des exercices en fractionnés courts et intenses. Hypothèse : conso post-effort qui leur permettrait d'utiliser plus d'énergie au repos.

Lipoxmax : la course aux lipides

Masse grasse : Poids mort pour le sportif, il est devenu un repère pour le sportif (plis cutanés, impédancemétrie).

Les coureurs d'endurance les plus entraînés : 5-6% de taux de masse grasse (Idem bodybuilding, muscu, ou vitesse).

Pas seulement par la fonte mais aussi la transformation des graisses en muscles (cf. Dopage).

Entre 10 et 20% pour les sportifs amateurs hommes et 15 à 25% chez les femmes.

Ce qui compte avant tout pour cette mesure, c'est la **mise en relation de données individuelles** avec des paramètres de santé, de bien-être et accessoirement de performance.

Courir à jeun permet de perdre des graisses et de maigrir?

L'utilisation des graisses est augmentée sur les entraînements à jeun.

L'absorption de sucres pendant l'exercice limite la stimulation de la voie d'utilisation des graisses en augmentant le taux d'insuline et de glucose. Il est **nécessaire de ne pas manger avant et pendant l'effort** pour s'habituer à épargner son stock musculaire de sucres.

Nous ne savons pas si l'entraînement à jeun permet au sportif de perdre du poids et de la masse grasse, même à plus long terme. Les résultats sont hasardeux, même si c'est une pratique courante.

La perte de poids durable passe par des modifications sociales, et comportementales auquel l'entraînement participe. Il faut donc agrandir l'angle de vue, sans se limiter à tel ou tel type de séance.

6- LES APPORTS EN PROTEINES :

Trois critères majeurs pour cet apport :

- La qualité - La quantité - La chronologie des apports.

Ex. du stress chez le sportif de HN. Apport protéique conseillé le matin au moment où le rythme biologique favorise la synthèse des catécholamines (*favorisant le passage de l'influx nerveux entre les neurones et d'autres cellules*).

Éventuelle introduction de protéines d'origine animale : oeuf, jambon... Elle vise l'optimisation de l'assimilation des acides aminés.

- Fractionner la ration protéique en trois principales prises plutôt que deux (régime alimentaire culturiste).

- Prise plus importante le matin et lors de la collation de récupération. (9) Ici l'absorption conjointe de glucides stimule la libération d'insulines, qui à son tour, favorise l'entrée dans les tissus.

Les besoins **quantitatifs** sont déterminés en partie par le niveau d'apport glucidique. Si celui-ci est trop faible l'utilisation de certains acides aminés comme nutriment énergétique va s'accroître.

En général, avec un apport compris entre **1 g/kg/j et 1,5 g/kg/j**, les besoins quantitatifs sont à *priori* satisfaits (Niveau d'apport souvent atteint spontanément par les sportifs).

La **qualité** est plus difficile à juger. Il est dit que lors d'efforts prolongés, quand la réserve de glycogène est au plus bas, les Acides Aminés (AA) «ramifiés» sont consommés en priorité par le muscle (**BCAA**, issu de l'anglais *branched-chain amino acid*).

Une baisse de leur disponibilité **peut plus ou moins affecter les défenses immunitaires**, digestives ou cérébrales en fonction des caractéristiques métaboliques individuelles de chacun.

Une combinaison de 20 acides aminés.

Une protéine est composée de plusieurs AA regroupés (quelques éléments jusqu'à plusieurs centaines).

En fonction de cet agencement, la propriété de cette protéine change.

Les AA sont au nombre de 20. 12 peuvent être élaborés par l'organisme à partir de précurseurs. Les 8 autres dits « essentiels » sont fournis par l'alimentation.

D'où l'intérêt de la variabilité de l'alimentation sur le plan protéique.

Les protéines « complètes » disposant d'un grand nombre d'AA sont apportées par les produits d'origine animale (viandes, poissons, oeuf, fromage).

Les protéines végétales : céréales, légumineuses. A mélanger au cours d'un même repas.

Petits rappels sur les protéines :

- Rôle majeur dans le fonctionnement de notre organisme.
 - Architecture de nos tissus (actine et myosine : base de nos muscles),
 - Elles entrent en petite part dans l'énergie nécessaire au mouvement,
 - Tâches fonctionnelles : construction, soutien et fonctionnement de notre édifice,
 - Renouvelé en partie chaque jour, elles ne sont pas stockés comme les graisses.

Acides aminés et performance

Les compléments chez beaucoup d'athlètes :

- Besoins accrus pour le développement,
- Lutte contre la fatigue,

Augmenter en quantité ou en part? Lors d'efforts prolongés, les AA ramifiés sont utilisés pour participer à l'apport énergétique. Cette diminution de la disponibilité augmenterait la fatigue.

- Question santé???

Résumé :

Un Apport glucidique de 6g/kg/j dans le cadre d'un entraînement est suffisant pour assurer un déroulement optimal des divers processus physio.

La chronologie est en revanche primordiale, avec des prises pendant et juste après l'effort.

Il faut apporter en général une augmentation lipidique (1,2g/kg/j) et maintenir l'apport protéique.

BCAA mode ou apport réel?

Apprendre à connaître les aliments est une nécessité pour qui s'intéresse à la nutrition.

Des aliments aux nutriments, la transition n'est pas si évidente.

Il est classique de regrouper les aliments qui présentent une parenté biochimique, une composition en nutriments voisine ou des modalités de production semblables, voici 5 catégories :

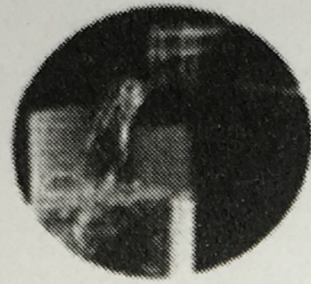
- Fruits et légumes
- Céréales et dérivés - légumineuses,
 - Produits laitiers,
 - Viandes - poissons - oeufs,
 - Boissons

7- UNE PYRAMIDE ALIMENTAIRE

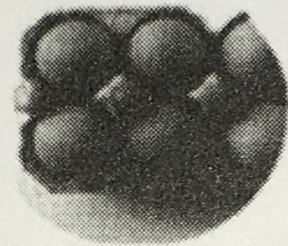
schéma.

- La base alimentaire est composée des fruits légumes (5 à 6 portions)
- 4 portions de féculents, céréales, pain, légumineuses)
- 3 produits laitiers (yaourt, fromage, lait)
- 2 portions protéines (poisson, viande, oeuf)
- 1 quantité d'eau suffisante.

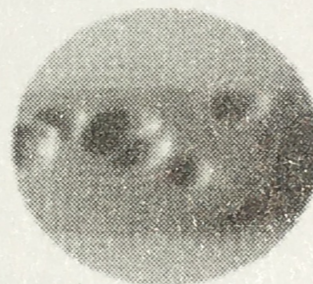
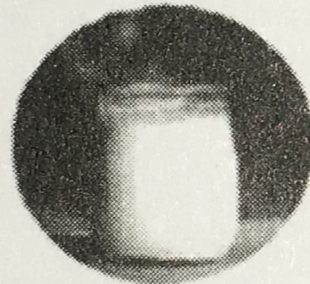
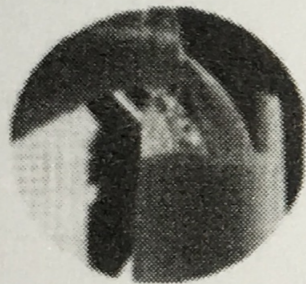
Etre positif : ajouter plutôt qu'enlever en rendant obligatoire ce qui est essentiel.



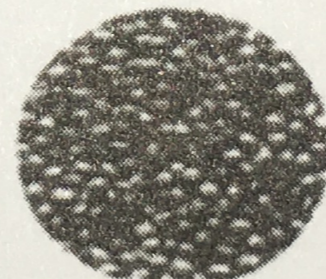
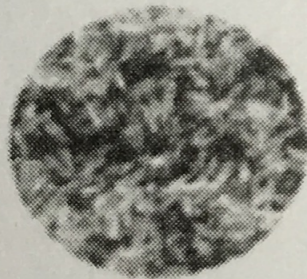
1 quantité d'eau suffisante
(environ 1,5 litre)



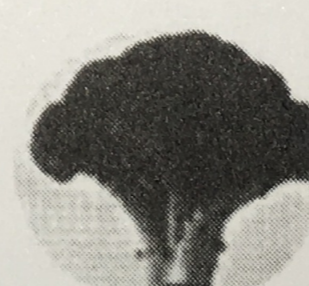
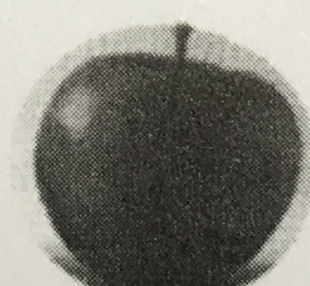
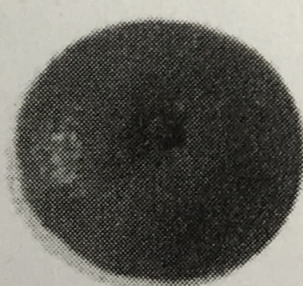
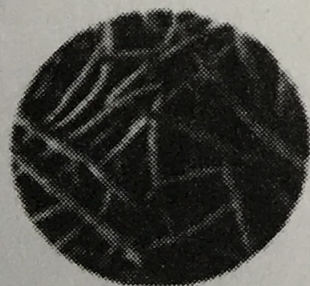
2 portions à choisir
(viande, poisson, oeufs)



3 produits laitiers à choisir
(lait, yaourt, fromage)



4 portions à choisir
(féculents, céréales, pain, légumineuses)



5 ou 6 portions
(fruits et légumes)

La place des fruits et légumes :

- **Ses apports nutritionnels :**

Les légumes se caractérisent par un apport en glucides modéré (1 à 6%).

Riche en potassium, calcium (choux), magnésium, fer et cuivre (légumes à feuilltype épinard), du soufre (choux, oignons, ail, poireaux, navets, radis)

Vitamines hydrosolubles : Vit. C (choux, légumes à feuilles et tomates) Vit. A ou bêta-carotène, et vitamines des groupe B.

La pommes de terre se distingue par sa teneur en amidon (20%), et en vit. C assez faible surtout après longue conservation. Assimilable aux aliments sources d'amidons (pâte, riz) plutôt qu'à un légume.

- Ses apports nutritionnels :

Les fruits :

Semblables au légumes mais avec une **teneur en glucides plus élevée** (fructose, saccharose, glucose, plus rarement d'amidon pour la Banane ou châtaigne).

Peu important chez les agrumes (proche de 5%), beaucoup plus dans le raisin et la banane (18 à 20%).

Un fruit apporte généralement 15 à 20g (60-80Kcal) par portion de 100g.

L'intérêt principal des fruits est l'apport en vitamines.

En **vitamines C** : les fruits acides (agrumes, groseilles, cassis, myrtille...)

En **carotène** : les fruits colorés (abricot, pêches, myrtilles, cassis...)

Calcium : seulement dans les agrumes.

Peu d'oligo-éléments : Tous riches en potassium et faibles en sodium.

Fruits secs : 73% de glucides, teneur élevée en fibres et en vitamines A et C.

Les fruits oléagineux : (noix, noisette, amandes, cacahuètes, noix de cajou) représentent un apport important de lipides (plus de 50%) et de protéines (10 à 15%). Les noix et les noisettes sont riches en acides gras insaturés (poly ou mono).

Bonne source de minéraux : calcium, magnésium, fer.

Aliment très énergétique.

Délivre des composés alcalinisants,
Assure la livraison en micro nutriments
Assure une disponibilité d'éléments protecteurs.

Quelle quantité? 3 éléments pour répondre :

- Le patrimoine génétique 2kg/j au paléolithique, contre le French paradox!
- Etudes épidémiologiques 5 fruits et légumes/j.
- Suivis et études de sportifs : seulement 20% des sportifs avalent la quantité recommandée (notamment si l'on fait un ratio à cause du discours servi sur les « sucres lents »).

Notes :

- Important de considérer les proportions et non pas les quantités simples.
- Alternance cru/cuit et modes de cuissons.
- Légumes riches en flavonoïdes soluble dans les graisses, d'où l'intérêt d'ajouter des huiles. Les flavonoïdes (protection cellulaire) peuvent être extraits du fruits grâce à l'alcool, rôle protecteur du vin (seulement le vin!) contre les maladies cardio-vasculaires.
- Au-delà de 5/6 portions, puiser dans une variété de 10-12 végétaux pour compléter parfaitement le corps en nutriments.
Ex. 1 : Avocat taux d'omega 9 élevé, glutathion (*anti oxydant efficace*), beta sitostérol (*lutte contre le cholestérol et anti inflammatoire*) et lutéine (*anti oxydant et lutte contre l'action des radicaux libres et le stress oxydatif*) les plus élevés,
Ex. 2 : la conso. de tomates a une corrélation inverse avec le risque cancer de la prostate.

La place des produits céréaliers :

En France, prioritairement le blé, le riz.

Céréales et dérivés : farines, riz, maïs, manioc, avoine, seigle

- Ses apports nutritionnels :

- ° Apport en glucides : Principalement source d'amidon (*74% dans les farines, ou dans les pâtes, 80% dans le riz, 55% dans le pain*).
- ° Protéines végétales : *Farines 10% de protéines, 8% dans le pain.*
- ° Vitamines du groupe B (B1, B2), tenue élevée dans les céréales et farines.

- ° Pas de lipides

- ° Fibres,

- ° Minéraux : pauvre en calcium, riche en phosphore surtout dans les farines complètes. Fer et magnésium mais mal absorbé.

Légumineuses :

Lentilles, haricots, pois, pois chiches...

Riches en protéines, éléments minéraux (phosphore, fer) et vitamines du groupe B. Minéraux mal absorbés (*tx d'absorption intestinale du fer : 3%, taux qui augmente en cas de déficit en fer héminique ; même si le fer non héminique représente 85% du fer alimentaire*).

Dans une alimentation variée, ils apportent 24% des protéines.

Valeur biologique moins bonne que celle de la viande, du poisson ou des oeufs et produits laitiers.

Intéressant d'y associer des céréales pour compléter le déficit en acide aminés.

Riches en fibres (12 à 25%) de leur poids sec, ce qui rend la digestion parfois difficile.

- Elle ne constitue pas la base de l'alimentation du sportif,
- Peut être supérieure à 4 portions mais pas au détriment de la base mais en plus de celle-ci pour ne pas menacer l'équilibre acido-basique.
- Dans la mesure où la base est satisfaite, et si l'entraînement est intense, il n'est pas aberrant que le sportif en ingère plus que 4 portions. Respect de l'équilibre global, et de l'apport glucidique.
- Richesse nutritionnelle : riche en magnésium, zinc, manganèse (privilégier les légumes secs et céréales complètes qui présentent d'ailleurs une charge glucidique moins importante que le riz, les pâtes ou le pain standard).
- Attention aux intolérances (gluten), remplaçable par le riz, quinoa, millet, sarrasin, polenta, pommes de terre...

La place des produits laitiers :

- Ses apports nutritionnels :

° **Protéines** (35g de protéines pour 1L de lait de vache : caséine, lactalbumine, lactoglobuline)

° **Calcium** (1200mg/L lait). Besoins journaliers chez l'adulte 900mg. Ce calcium est mieux absorbé que depuis toute autre source car il y a des éléments favorables : protéines, graisses, et acide lactique. Phosphore, vitamine D, chlorure de sodium, chlorure de potassium, un peu de soufre, du magnésium et du cuivre.

° **Vitamines** : B2 - A et D dans les produits non écrémés

° Pas de fer ni de vitamines C. Mais Vitamine A et B (B12 en particuliers). Vitamines A et D sont absentes dans le lait 1/2 écrémé.

° Apports potentiels en **lipides** (*36g par Litre de lait entier - Demi-écrémé :15g et écrémé :1g*), vraie valeur nutritive (700Kcal pour 1L).

Comporte essentiellement des acides gras saturés (65%) et mono-insaturés (32%).

Pauvre en acides gras essentiels (3%), 11 à15% d'acides gras à chaîne courte ou moyenne (C4 à C12).

° **Apport en cholestérol** : 140mg/L et 90mg pour le demi-écrémé.

° **Apport en glucides** (*50g/L de lait*). Peut occasionner des troubles digestifs, dans ce cas, à remplacer par des yaourts ou fromages.

- Un raccourci : Produit laitier = calcium et calcium = os. Le calcium étant l'élément majeur de la nutrition du squelette.

Nb Ostéoporose plus fréquente dans les pays occidentaux qu'en extrême-Orient : Paradoxe Asiatique explicable potentiellement par les taux d'ensoleillement différents.

- La richesse de la ration en potassium, en magnésium et en fruits frais correspond à une plus grande densité osseuse.

- L'acidose* exerce un effet défavorable. Avantage du régime Paléolithique qui critique l'alimentation moderne avec l'argument phare de la déminéralisation.

* Un régime riche en sel, en protéines animales (dont fromages à pâte dure tout comme l'ingestion de boissons sodées) et en produits céréaliers (occidental classique) est acidifiant.

- Par leur richesse en protéines, et pour certains fromages (en sodium), les laitages contribuent en excès à la fragilisation du squelette. Paradoxe à la vue des publicités et des messages véhiculés.

- **IMPORTANT** de choisir le nombre, la fréquence et le type de laitages consommés.

NB Les laitages allégés fournissent des graisses défavorables avec des nuances selon le type d'acides gras considéré.

- Le nombre optimal de portions journalière (3 en cas de tolérance) est à considérer en relation avec les effets « adverses » de la digestion de ces produits. Intolérance au lactose, hypersensibilité (allergies), mettent en cause la protéine laitière.

- Les réactions ne sont pas universelles, et peuvent évoluer. Pas d'éviction ni de remplacement au profit de laits fermentés. (cas par cas).

- Lait fermentés, fromages frais (plutôt brebis ou chèvre) sont à privilégier.
- Attention, même s'il contient une faible ressource en calcium, le **beurre** est issu du lait et contient **beaucoup d'acides gras** à chaîne courte ou moyenne et contient de l'acide myristique (contribuant à la formation de dérivés d'oméga 3). Il pourra donc constituer le 3ème laitage.

La place des viandes et des poissons :

- Ses apports nutritionnels :

° **Protéines** (en moy. 20%) : myosine et myoalbumine (excellente qualité) vs collagène présent dans les morceaux de 2ème et 3ème catégorie pauvre en Acides Aminés (AA).

° **Minéraux** : fer (viande, jaune d'oeuf), iode et sélénium (poisson). Riches en phosphore.

Meilleure source de fer héminique (*fer ferreux mieux absorbé que le fer ferrique des végétaux / Vit. C est un allié pour l'assimilation du fer, à contrario du calcium, des fibres ou du vin, thé ou café au moment des repas qui diminuent leur passage au travers des parois de l'intestin*)

° **Pas de calcium, et quasiment pas de vitamine C.**
Plutôt vitamines B et pour certains ingrédients comme le foie, des vit. A et D.

° **Apport potentiel en lipides**

Variant selon les espèces, l'état d'engraissement et le morceau considéré. *(De 2 à 30% de graisses).*

° Apport en cholestérol 2000mg pour 100gr dans la cervelle contre 50 à 70mg/100g dans les poissons...
Très variable donc.

- **Groupe d'aliments hétérogènes** (Viandes, oeufs, volailles et poissons).
- **Sources de fer héminique intéressante** (celui qui fait l'objet d'une bonne assimilation), ou d'autres oligo-éléments comme le zinc ou le sélénium.
- **Les idées concernant les lipides issus de cette catégorie** (mauvais « saturés » -cholestérol- des viandes et bonnes graisses tirés des poissons) sont complexes.
- Il existe des déficits en acides gras saturés et oméga 6 chez la population sportive, (réintroduire rationnellement la charcuterie, ou viandes grasses). Attention à ce genre de discussion « second couteau », dont il faut retenir qu'une place minime est à réserver à cette catégorie d'aliments « diététiquement incorrects ».

- La place de la viande rouge et son caractère acidifiant, le long délai de digestion et sa composition en graisses.
 - Corrélation de plusieurs études (11) entre conso. et risque de cancer,
 - Risque fortement majoré en cas de cuisson à trop forte température.

Nb La viande cuite plus que la viande en général.

- Volailles et poissons apparaissant plutôt protecteurs,
- Le soucis d'un apport protéique optimal, et la richesse en acides aminés soufrés* tend à un compromis avec une alternance entre les différents composés de cet étage.

*l'un indispensable, la méthionine, l'autre non indispensable, la cystéine. Ces acides aminés soufrés joueront un rôle important dans l'élimination des produits toxiques (associée à un complexe de vitamines B, est capable de produire de nombreuses liaisons soufrées) :

- dissoudre les graisses, et limite le dépôt de graisses dans le foie.
- elle réduit les inflammations, et donc soulage la douleur,
- elle stimule la formation du tissu cartilagineux (trois fois moins de soufre chez les personnes souffrant d'arthrose)

- La place des poissons et des oeufs se justifie dans la pyramide d'origine Crétoise.
- Diversité : poissons blancs, poissons gras, volailles, canard, viandes blanches, viandes rouges, oeufs, avec deux portions par jour .
- En optimisant la recherche des viandes et poissons les plus riches en omégas 3 (assurer une diversité : saumon, foie de morue, oeufs...)
- Privilégier la volaille et viande blanche et manger un oeuf/jour ne parait pas incohérent, tout comme revaloriser le poisson, (ou fruits de mer une fois/semaine, fréquence sans risque d'exposition aux métaux lourds).

La place de l'eau :

- **Aucune étude ne met clairement en avant le niveau de consommation optimal** (1,5L plutôt conviction que démonstration).
- **Son déficit expose un des dysfonctionnements** physiologiques évidents : élimination des déchets et processus digestifs.
- Mais c'est une norme **à moduler en fonction de l'apport des fruits et légumes**, du niveau d'activité et de la perte sudorale.
- Les prises doivent être **modifiées en fonction de l'activité** et au plus proche de celle-ci. L'urine claire vient contrôler la restauration de l'apport hydrique.

- La perte d'eau sur un effort comme le marathon provoque en moyenne **une perte de 2% de poids de corps** (1,4kg pour un athlète de 70kg), et **environ 20% de chute des capacités athlétiques**.
- Perte de poids et augmentation de température corporelle vont de pair. **Le déficit en eau ne permet plus de lutter efficacement contre la surchauffe**.
- Quelque soit les conditions et à l'effort (hygrométrie, intensité, durée, température), **l'irrigation des organes se modifie au profit des muscles et de la peau** (au contraire reins et système digestif moins irrigué en sang jusqu'à 10% de son niveau initial).
- **Les déchets s'éliminent moins bien** et stagnent souvent dans certains endroits comme les tendons.

- **Les calculs rénaux** se trouvent plus souvent chez les marathoniens qui s'hydratent peu.
- Le déficit en hydratation constitue la **première cause de tendinite**. Une solution glucidique favorise l'entrée d'eau dans les tissus, c'est pourquoi il est **conseillé de boire même pour les efforts de 30 min**.
- **Ses réserves en sucre épuisées le muscle puise dans le glucose sanguin**. Boire une boisson glucidique dès la première minute d'effort est pertinent.
(L'apport d'essence diminue au fur et à mesure que le réservoir baisse).

Nb Le glucose ravitaille aussi des organes essentiels indirectement à l'effort (cerveau) ou encore les globules rouges.

- **Trop boire à l'effort. Quels risques?**

Dose optimale moyenne à l'effort : 50cl/h. Équilibre à trouver avec le sel (1g/2h).

- **Les apports alimentaires couvrent en excédent les besoins en sel.** Ce surplus est davantage visible chez le sédentaire.

- Ce déficit en sel ou excédent en eau s'appelle **l'hyponatrémie** : Ingestion d'un volume supérieur aux pertes sudorales.

- **Essentiel d'évaluer ses pertes sudorales.**
- Si l'on sue à l'effort quand il fait chaud c'est un signe de thermorégulation correct.
- **Idéalement 80% du volume perdu doit être restitué au cours de l'activité**, le reste dans l'heure qui suit l'effort.
- Se peser avant et après l'effort, sans oublier de déduire la quantité d'eau absorbée.
Extrapoler 80% de cette différence, vous obtiendrez la quantité d'eau moyenne à ingérer pendant l'exercice.

- On ne boit **pas que de l'eau** par soif.
 - Le vin rouge est riche en tanins (valeur protectrice avérée contre les maladies cardio-vasculaires), mais il y a aussi de l'alcool...
 - Le jus de fruits intéressants en récupération,
 - Le thé et les boissons énergétiques pourront s'inscrire dans le cadre d'une stratégie alimentation/santé.

Boissons isotoniques (60g/l)

- **Renferme autant de particules par unité de volume que la plasma sanguin** (osmolarité), favorisant l'assimilation optimale de l'ensemble des constituants et évitant les troubles digestifs.
- Lorsque la concentration de la boisson augmente, l'organisme utilise de l'eau (libérée par les cellules intestinales) pour assimiler et rendre la boisson isotonique.
- **Les boissons hypertoniques (sup. À 60g/l) sont donc à éviter en cas de chaleur** ou de suée abondante (mais plus appropriées aux efforts dans le froid).

- **L'isotonie revient à l'idée d'osmose.**
- **De nombreuses particules sont solubles dans le sang** (sucre, minéraux, acides aminés, protéines...).
- Tout un tas de **mécanismes modulateurs** viennent équilibrer ce système afin que le nombre de particules reste constant.
- **Ce n'est pas la quantité d'une substance donnée qui importe mais le nombre de particules** pour maintenir l'isotonie.

Idée de la quantité de travail dans un poste d'aiguillage dépend du nombre de convois et non pas du nombre de wagons.

- **Les boissons hypertoniques se justifient dans le cadre d'exercices prolongés accomplis dans le froid.** La déperdition hydrique est faible et ne nécessite pas une compensation importante.
- Si dans cette situation, la boisson est hypotonique, l'athlète risque d'être en dette de glucides et donc risque une défaillance.
- **Les boissons aux polymères permettent de répondre aux deux situations.** Il s'agit de particules énergétiques d'une très grande longueur permettant à la fois d'assurer un apport calorique suffisant en maintenant une osmolarité inférieure à celle du plasma sanguin. (*convoi à plusieurs wagons*).

Boissons énergétiques :

À partir d'une heure d'effort, une boisson composée avec un mélange de sucre est conseillée.

Attention à la concentration (de 55gr à plus de 80g/L) et **à la qualité des sucres**, ainsi qu'**à la teneur en sel**, souvent insuffisante.

Attention aussi au conditionnement (souvent 500ml), ce qui peut s'avérer insuffisant en cas de chaleur.

Elles apportent généralement beaucoup de calories.

Trouver la bonne balance par rapport à l'effort fourni.

Cependant, elles sont intéressantes en période de compétition et permettent d'épargner les réserves en glycogène.

Pour un **confort de digestion** et dans le cadre d'une boisson d'attente, **diluer cette boisson** pour une concentration de 20-30g/L paraît adéquat.

Dans un autre cadre, il conviendra de trouver une concentration autour de **40-60g/L** (récupération, séance sous forte chaleur).

8- L'ALIMENTATION DU SPORTIF

Rappels

Le stock de **glycogène musculaire** présent avant l'effort est un **élément déterminant quand aux performances sportives**. L'entraînement régulier est un facteur d'augmentation du glycogène musculaire.

Une **diminution modérée de l'hydratation** induit une **forte altération de la capacité musculaire** (diminution de 1% de l'eau corporelle ⇒ diminution de 10% de la performance). La perte hydrique est habituellement de 0,5 à 2 litres/heure.

Le phénomène de **digestion** induit un **vol de la circulation musculaire** au profit de la circulation splanchnique et **induit de fait une perte de la performance** et un risque de nausées/vomissements.

L'ALIMENTATION DU SPORTIF

Repères

En pratique, il faut recommander les éléments suivants :

- Équilibre alimentaire (3 repas \pm goûter) au quotidien :
 - petit déjeuner = 25% de l'apport journalier
 - féculents à chaque repas (glycogène musculaire = substrat énergétique du muscle)
 - au moins 3 produits laitiers / jour (apport calcium et protéines)
 - au moins 5 fruits ou légumes / jour (assure la couverture en vitamines)
 - limiter les lipides avant l'effort (ralentit la vidange gastrique)

- Avant l'activité sportive, **éviter d'être en phase de digestion** en prenant son dernier repas 3h avant,
- Au cours de l'activité sportive, **avoir des apports hydriques** permettant de **compenser strictement les pertes** induites par l'effort :
 - ils sont **indispensables** lorsque l'effort physique est prolongé **au delà d'une heure**
 - il faut boire **sans attendre d'avoir soif** (lorsque la sensation de soif apparaît, il existe déjà une déshydratation modérée)
 - se peser avant et après l'entraînement pour **évaluer le niveau de correction de ses pertes hydriques**

- Avant l'activité sportive, **éviter d'être en phase de digestion** en prenant son dernier repas 3h avant,
- Au cours de l'activité sportive, **avoir des apports hydriques** permettant de **compenser strictement les pertes** induites par l'effort :
 - ils sont **indispensables** lorsque l'effort physique est prolongé **au delà d'une heure**
 - il faut boire **sans attendre d'avoir soif** (lorsque la sensation de soif apparaît, il existe déjà une déshydratation modérée)
 - se peser avant et après l'entraînement pour **évaluer le niveau de correction de ses pertes hydrique.**
 - Pour les efforts prolongés (au delà de 45' à 1h), il est préférable de consommer des boissons enrichies en glucides simples de façon à diminuer la consommation du glycogène musculaire.
ex. de boisson utilisable pour des efforts prolongés : 100 ml de jus de fruit, 2 morceaux de sucre, 1 pincée de sel dans 1 litre d'eau
- À l'arrêt de l'effort, se "resucrer" immédiatement (avec glucides simples et complexes : boisson sucrée, pain, barre de céréales) pour diminuer le temps de récupération.

Idées générales :

- Une augmentation de l'apport protéique à plus de 2 g/kg/jour n'a pas d'intérêt (risque d'insuffisance rénale). *Contre exemple des culturistes.*
- Une alimentation variée suffit à couvrir les besoins en vitamines. Il n'y a donc aucun intérêt à supplémenter les sportifs hors temps de compétition.
- Les pastilles de sel sont inutiles pour éviter les crampes
- Des carences en fer (perte par saignement digestif occulte, sueur) ou magnésium (cofacteur du métabolisme énergétique) sont à rechercher en cas de baisse de la performance, à supplémenter uniquement en cas de carence, selon dosages.
- Donner des suppléments nutritionnels à un sportif, alors qu'ils ne sont pas indiqués, risque de favoriser des conduites dopantes.

Sports et régime dans le froid

Les aliments les plus appropriés dans le froid sont d'abord ceux qui permettent au muscle de travailler. Ceux riches en glucides.

Le sportif n'a pas besoin d'être gras, s'il est bien vêtu.

Privilégier les rations de céréales, de gâteaux de semoule, ou de féculents maintiendra une diversité alimentaire suffisante dans l'apport glucidique.

Idée reçue du bienfait du gras dans des conditions froides vient de l'apport calorique majeur (9cal. Pour les lipides contre 4 pour chaque gramme de sucre). De plus, leur mise en réserve ne nécessite pas d'eau contrairement aux glucides. **L'idée du caractère isolant de la graisse** a aussi fait son chemin.

Bien vêtu, nul besoin d'être plus gras, attention toutefois à la déperdition calorique dans l'eau (bien plus conductrice que l'air).

*Nb La déperdition en chaleur (3/4 contre 1/4 pour la contraction musculaire) constitue un avantage dans les conditions froides. **Bouger contribue à la thermorégulation.***

Troubles digestifs

- **L'objectif du tube digestif** : digérer les aliments pour les rendre assimilables par l'organisme (passage dans le sang).
- **Mécanismes de digestion** : mécanique + chimique (production d'enzymes).
- **La digestion monopolise le flux sanguin**, il est donc plus compliqué de digérer pendant l'effort.

Troubles digestifs (2)

- **Très fréquent** notamment dans les sports d'endurance.
1ère cause d'abandon sur ultra-train par exemple.

- **Causes :**

Mauvaise alimentation les jours qui précèdent la compétition, pendant la course, ou traumatismes du système digestif (*microtraumatismes liés aux chocs : non prouvé*).

Troubles digestifs (3)

- **L'acidité de l'alimentation** (Cf. Partie 11 : PRAL) provoque une inflammation. Favoriser les aliments basiques (légumes). L'absorption de L-Glutamine préservant la paroi intestinale et l'équilibre acido-basique est peut-être une solution.
- **L'hydratation pendant la course** : L'apport en glucides l'alternance avec des aliments solides, manger salé pour la rétention d'eau, permet de limiter ces troubles.

La course à pied à jeun

A intensité et durée équivalente, la consommation des graisses est favorisée.

L'idée de chronobiologie différente selon les individus est avérée.

Éviter de programmer ces sorties avec un déficit en sommeil. Il convient de boire avant de partir.

Le jeûne nocturne (supérieur à 9h de privation alimentaire) s'accompagne d'une diminution des réserves de sucre dans le foie,

Il conviendra d'adopter un **rythme lent**, approprié à la consommation d'O₂ optimale pour brûler les graisses.

Il faut éviter les risques d'hypoglycémie, surtout si l'entraînement a lieu dans le froid. **La boisson énergétique** peut alors trouver un sens si l'on maintient l'effort **après une heure**.

Au retour, il conviendra d'**augmenter la part en protéines** en plus du petit-déjeuner habituel qui aura vocation à **élever le taux de sucre**.

Attention, des **périodes de fatigues** peuvent être dues à ce genre d'entraînements trop fréquents.

Régime amaigrissant

Il est incompatible avec un entraînement poussé car :

- Il convient d'augmenter l'apport en protéines (éviter les sautes d'humeur, de fatigue, ou la baisse des défenses immunitaires,
- **Maintenir un apport élevé en glucides pour faire « fonctionner la machine » (5gr/kg/j).**
- Sur le plan macro nutritionnel, **impossible de réduire de 500 cal./j. sa ration journalière.**

L'idée d'un régime efficace consiste à mobiliser davantage les réserves adipeuses de l'organisme. Pour cela, la privation de lipides saturés et sucres simples est actionnée (les sucres freinent la mobilisation des graisses).

Pour élaborer un régime sain, il faut **tenir compte des besoins énergétiques quotidiens en plus des besoins en micro nutriments** : (vitamines, minéraux, oligo-éléments) déterminant dans le bon fonctionnement de l'immunité.

Les sportifs perdent essentiellement de la masse grasse au régime. Attention toutefois à la perte de masse musculaire.

Des études sur des rameuses de niveau international suivant un régime restrictif sévère ont montré que la perte de poids peut influencer de deux façons contradictoires la VO2 max :

-Perte de masse grasse et de masse maigre.

-Les performances sont affectées jusqu'au 4ème mois.
L'entraînement de force associé à un travail aérobie habituel permet une récupération de la puissance et de l'ensemble des capacités physiques.

La perte de poids rapide :

- Certaines disciplines utilisent **le sauna pour tricher** avant une pesée et ainsi récupérer ces pertes hydriques par la suite.
- Les judokas de par leur activité ont plus de mal à maintenir un taux de graisses autour de 6-7% (efforts brefs et intenses moins propice à la combustion des graisses ; la course à allure modérée risquant de modifier les capacités explosives). **L'adjonction d'un régime est souvent utilisé.**
- **Commencer longtemps en amont, favoriser un régime hyper protéiné** en étant suivi pour ne pas subir une carence en micro nutriments et limiter la fonte de masse maigre.

Culturisme et besoin en protéine

Toutes les protéines ne provoquent pas les effets de gain de masse ou de force. (variété des AA). Il faut maintenir à un certain taux, l'ensemble des AA.

Sans dopage, le gain de masse ne peut excéder 10 à 15% de la masse maigre initiale.

Les régimes hyper protéinés peuvent provoquer des **problèmes rénaux ou tendineux (acidité)**, en plus d'accélérer le processus de renouvellement des protéines (plafonnement).

Même si chaque gramme protéique délivre 4 cal., le rôle majeur n'est pas énergétique mais plutôt fonctionnel. Elle entre dans la structure des os et des muscles, comme défenseur de l'organisme ou messenger du système nerveux.

Régime alimentaire adapté au sport en altitude

Elle provoque une augmentation de globule rouges et donc **des besoins en fer et protéines accrus**. (alimentation orientée : viandes rouge, volaille, poissons, laitages). Sans quoi les stages en altitude pourraient ne pas être profitables.

Les pertes en eau sont également accrues, (souvent invisible, par le biais de la respiration) il convient de boire davantage.

Dans le cadre de la production de globules rouges (érythropoïèse), **il convient de vérifier son apport en vitamines collaboratrices : B9 et B12**. (jus d'orange, asperges, légumineuses cuites, noix, noisettes, choux de Bruxelles...)

9- MICRONUTRITION : C'EST QUOI?

- Née de la recherche liant alimentation, santé et prévention, elle consiste à satisfaire l'individu de ses besoins en micro nutriments.
- La micronutrition comme les besoins alimentaires est un paramètre individuel.
 - Patrimoine génétique,
 - Culture alimentaire,
 - Personnalité de mangeur,
 - les goûts...

LA MICRONUTRITION : C'est quoi?

- Encore plus de sens de nos jours quand l'alimentation est régie par l'augmentation de l'apport calorique au détriment de la densité en micronutriments. Ce sont les «calories vides ».

MICRONUTRITION : C'est quoi?

- **Les macronutriments** : fournissent l'énergie et la force nécessaire à notre organisme. (GPL)

- **Les micronutriments** : Aucun rôle énergétique mais fondamental pour le fonctionnement de l'ensemble des métabolismes.

Vitamines,
Minéraux,
Oligo-éléments,
Acides gras essentiels,
Flavonoïdes,
Acides aminés,
Probiotiques...

Voilà ce qui donne la valeur nutritionnelle à nos assiettes.

MICRONUTRITION : C'est quoi?

Chacun est unique. Faire un bilan de son état de santé pour adapter l'alimentation à son profil et pas seulement sur le plan des GPL.

Même équilibré, le repas peut ne pas répondre aux besoins de chacun, à fortiori encore plus quand les besoins sont plus importants encore (Cf. Sportifs).

MICRONUTRITION : C'est quoi?

Les industries pharmaceutiques ont développé des médicaments pour lutter contre « anti... » mais on ne se défend pas seulement qu'avec des anti mais aussi avec des « pro ».

Les probiotiques sont des « *micro organismes vivants (les plus courants : les bactéries lactiques), qui lorsqu'ils sont consommés en quantité adéquate, produisent un bénéfice pour la santé de l'hôte* ». OMS, 2002.

La micro nutrition permet de répondre aux agressions quotidiennes que subissent nos organismes.

MICRONUTRITION : C'est quoi?

Quelles problématiques et quels champs d'application?

- Le surpoids,
- Le sommeil, (aliment favorisant la dopamine le matin et la sérotonine le soir)
- l'humeur,
- La santé à long terme,
- Le vieillissement,
- L'arthrose, le tendinites, (Vit. C : impliquée dans la synthèse du collagène du cartilage et du tissu conjonctif, oméga 3 et curcuma : propriétés anti-inflammatoire)

Source IEDM

Les nourritures *du sommeil*

Une alimentation équilibrée est nécessaire à l'équilibre de la balance éveil-sommeil. Certains aliments sont à privilégier afin de bien démarrer le matin (**dopamine**) et favoriser la détente et la relaxation le soir (**sérotonine**).



LE MATIN : introduire dans le petit déjeuner une **protéine** (fromage, fromage blanc, jambon, œuf, bacon, viande des grisons, saumon...) riche en tyrosine précurseur de la dopamine qui facilite le **démarrage matinal** et prévient le "coup de barre" de fin de matinée.



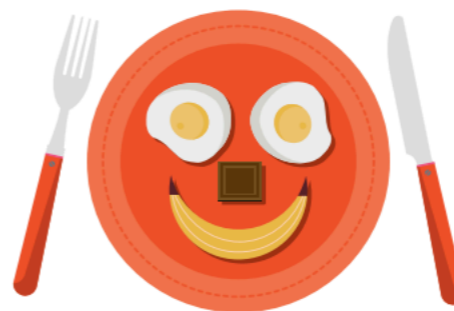
LA COLLATION : privilégier les **fruits secs** (abricots secs, figes sèches, raisins secs...) riches en **magnésium** qui contribuent à améliorer l'assimilation du tryptophane (précurseur de la sérotonine) et permettent ainsi une bonne préparation au sommeil.



LE SOIR : limiter les **viandes rouges** riches en tyrosine précurseur de la dopamine, préférer les **poissons** plus riches en **tryptophane**, précurseur de la sérotonine et n'oubliez pas les **glucides lents** (riz, pâtes, pommes de terre...) qui améliorent l'assimilation du tryptophane.



Le bonheur est dans l'assiette !



Aujourd'hui les liens entre notre assiette et nos émotions sont parfaitement établis

L'assiette anti-déprime : coaching pratique



► On fait le plein de magnésium !

En cas de stress chronique, l'augmentation de **cortisol** entraîne une **fuite urinaire de magnésium** qui va augmenter la vulnérabilité au stress : c'est le chat qui se mord la queue ! On parle de "cercle vicieux" du stress*.

|| **Où en trouver ?** Dans les fruits (bananes...) et légumes frais et secs (abricots, raisins, figues...), les oléagineux (amandes, noix, noisettes...), le chocolat noir et les eaux minérales (Rozanna, Hépar, Contrex)...



► On huile son cerveau

Les omégas 3, aujourd'hui, ont fait leurs preuves** :

- l'EPA sur les troubles de l'humeur rebelles,
- l'EPA et le DHA sur l'inflammation des cellules du cerveau.



|| **Où en trouver ?** Dans les huiles (colza, noix, cameline..), les poissons gras (sardines, harengs, maquereaux..) et les graines (lin, chia, courge...)

► On mange des protéines au bon moment !

Ce sont les **protéines** de notre alimentation qui nous fournissent les **acides aminés** nécessaires à la fabrication des neuromédiateurs (**tyrosine** et **tryptophane**).

Certains aliments sont à privilégier au **petit déjeuner** afin de bien démarrer le matin (tyrosine) et d'autres en **fin de journée** afin de favoriser la sérénité (tryptophane).



|| **Où en trouver ?** La tyrosine dans les fromages (parmesan, gruyère, emmental), œufs, viande rouge, viande blanche, cabillaud et mélanges céréales + légumineuses.

Le tryptophane dans l'agneau, le poulet, le cheddar, les noix de cajou, les graines de tournesol, la banane, l'avocat, le chocolat noir...

► On mise sur les vitamines B du "bien-être"



Les vitamines B1, B6, B9, B12 participent à la synthèse de neuromédiateurs.

|| **Où en trouver ?** Dans les légumes à feuilles vertes, les légumes secs, les fruits de mer, le foie, les germes de blé (à saupoudrer dans la salade).

► On bichonne ses intestins... avec les prébiotiques et probiotiques.

Ils permettent de restaurer l'équilibre du microbiote et favorisent l'étanchéité de la muqueuse intestinale.

|| **Où en trouver ?** Les prébiotiques dans les fruits et légumes (bananes, asperges, topinambours et oignons, salsifis cuits...). A limiter en cas d'intestin irritable ou de diverticulose.

Les probiotiques dans les laits fermentés, miso... ou sous forme de compléments alimentaires.



MICRONUTRITION : C'est quoi?

L'arthrose, ça se joue aussi dans l'assiette !

- On mise sur les fruits et les légumes riches en vitamine C.

La vitamine C est impliquée dans la synthèse du collagène du cartilage et du tissu conjonctif.



|| **Où en trouver ?** Dans la grande majorité des végétaux crus (fruits, agrumes, crudités) mais plus particulièrement dans le cassis, le kiwi, les agrumes, le persil, la mâche, le cresson, les poivrons, le radis noir...



Dans l'étude de cohorte *The Framingham Osteoarthritis Cohort Study*, la consommation de plus de 75 mg de vitamine C par jour est associée à un risque moindre de dégradation du cartilage, de douleur au genou et de progression de l'arthrose¹⁶.

- On huile ses articulations de l'intérieur.

Les omégas 3, DHA notamment, sont reconnus pour leurs propriétés **anti-inflammatoires**¹⁷⁻¹⁸.

|| **Où en trouver ?** Dans les huiles (colza, noix), les poissons gras (sardines, harengs, maquereaux..) et les graines (lin, chia, courge...).

Pour en savoir plus : les Echos n°48 : "Omégas 3 : l'alpha et l'oméga de la santé ? »



- On ose les épices...

...le curcuma et la réglisse aux vertus anti-inflammatoires.

Bon à savoir : le curcuma a besoin d'être mélangé à un corps gras et à du poivre noir pour optimiser son assimilation par l'organisme.

Le réglisse peut s'utiliser en poudre pour parfumer des crèmes et des plats en sauce (attention toutefois, il ne convient pas aux personnes hypertendues).

MICRONUTRITION : ça sert à quoi?

La prévention des maladies :

- cardio-vasculaires notamment, mais aussi l'ostéoporose,
- Troubles digestifs,

Et bien entendu :

- **L'optimisation des performances sportives** (de la tolérance à l'effort jusqu'à la récupération).

MICRONUTRITION : C'est quoi?

Il ne s'agit donc pas simplement de complémentation.

Être en parfait état de santé ne garantie pas d'être performant.

La performance implique aussi, de plus fines modifications du fonctionnement de nos tissus en réponse à l'entraînement.

MICRONUTRITION : C'est quoi?

La fine connaissance des fonctions tissulaires éclaire sur les besoins de l'individu.

Chaque fonction dépend de la quantité optimale de molécules qui y participent.

Une cellule mal nourrie développe des dysfonctionnements et autres troubles fonctionnels. En présence de ceux-ci, il est alors possible de considérer que les choix alimentaires sont inadaptés.

Modèle pratique

La micronutrition propose un **regard différent** sur les besoins nutritionnels quotidiens.

Plutôt que de parler d'apports nutritionnels conseillés, **on envisage la somme des molécules permettant de participer ou de perturber des fonctions de nos métabolismes.**

Disposer d'un outil pédagogique dans le suivi du sportif pour décrypter ses habitudes alimentaires pour les confronter à un modèle optimal.

Modèle pratique

Néanmoins auprès des sportifs, **il faut traduire les choix en fonction de portions alimentaires plutôt que de nutriments.**

Ex : Il vaut mieux aborder des « féculents » ou « produits céréaliers », plutôt que de parler de « glucides ».

Notion qui peut se vouloir abstraite, s'il s'agit de sucre lent (néologisme).

« Occupez-vous des calories, le reste suivra », affirmait Astrand au début des années 1970.

Besoins augmentés, pertes accrues, l'optimisation du statut micronutritionnel des sportifs passe par des apports accrus.

Les sportifs ne sont pas tous à considérer comme un groupe à risque de déficit. Mais il est acquis qu'**une grande fraction des sportifs d'endurance présentent des déficits nutritionnels.**

Les réflexions :

- **La complémentation à visée de santé,**
- **La recherche d'une ration à haute densité nutritionnelle,**
- **Et parallèlement, l'alimentation pour éviter les troubles fonctionnels digestifs... est indispensable.**

Plus le sportif sollicite son organisme, plus il est sujet aux carences nutritionnelles et micronutritionnelles :

- Blessures ou micro-blessures plus fréquentes,
- Moindres performances, (difficulté d'accumuler les charges de l'entraînement...)
 - Mauvaise ou moins bonne récup.
 - fragilité immunitaire...

10- Sels minéraux et oligo-éléments et vitamines :

Fer

Magnésium

Calcium

Potassium

Zinc

Cuivre

Sélénium

...

Sels minéraux et oligo-éléments et vitamines :

- 1kg de poids de corps contient 10 milligrammes de **micronutriments = très faible quantité.**
- Le corps humain ne sait pas le synthétiser, ils sont **fournis par l'alimentation,**
- **Ils n'apportent aucune énergie** mais interviennent dans de nombreux processus. Indispensable au déroulement de nombreux processus et donc à la vie cellulaire.

Les principes du suivi biologique du sportif :

- Consiste à mesurer des paramètres présents dans la sang reliés à certaines fonctions de l'organisme.
- **Analyse complexe** malgré la présence de valeurs normales et de moyennes, mais certains paramètres s'influencent l'un, l'autre. L'analyse doit donc être faite par un médecin.
- **L'altitude, les compétitions...** (CPK créatine phosphokinase)... sont des paramètres qui peuvent influencer ces valeurs individuelles.
- **Le suivi est nécessaire** car des paramètres peuvent se stabiliser sur des valeurs hors-norme, **données individuelles.**

Sels minéraux et oligo-éléments :

Sodium, Potassium, magnésium, calcium, phosphore, fer.

Mais aussi Sélénium, zinc, l'iode, le silicium...

Pas de description détaillée mais simplement les mécanismes où ils sont impliqués, et **les points essentiels à retenir dans le cadre d'une nutrition sportive.**

CUIVRE :

100gr de cuivre dans l'organisme.

- Rôle essentiel :

Co-facteur dans de nombreuses réactions : (respiration cellulaire, synthèse d'hémoglobine...).

La baisse de ce taux peut servir d'indicateur aux infections, ou à une atteinte digestive. **Révéléateur éventuel d'un surentraînement** surtout si elle est couplée à une baisse du taux de zinc et à des chutes de performances.

ZINC :

Plus de la moitié est **situé à l'intérieur du muscle.**

Idem dans le suivi que le cuivre.

SELENIUM :

Un effet **antioxydant**, (comme la vitamine E)

Localisé pour un **tiers dans le muscle**,

Prévient des destructions cellulaires.

L'origine des carences est alimentaire (noix, huitres, thon, coquillages, crevette, boeuf, canard...).

L'exercice physique ne provoque pas de perte.

SODIUM

- Rôle essentiel :

- dans les échanges d'eau à travers les parois cellulaires,
- dans la transmission de l'influx nerveux (associé dans cette mission au potassium).
- Équilibre acido-basique

Une alimentation normale couvre les besoins de ces micronutriments.

Le sportif doit **équilibrer sa consommation avec un apport hydrique** au risque de faire une hyponatrémie (présente sur environ 10% des coureurs de longue durée au départ de la course) : risque d'oedème cérébral.

MAGNESIUM

- Rôle essentiel :

- **Élément clé de la transformation de l'énergie.** Il intervient auprès d'enzymes permettant la transformation des sucres et graisses en énergie utilisable par le muscle (ATP).

- Intervient dans de nombreux tissus : muscles, système nerveux, squelette.

- **Son déficit compromet le stockage du glycogène musculaire,**

- Impliqué dans la synthèse de neurotransmetteurs, et peut induire en cas de déficit à des fatigues diurnes, ou soucis de sommeil.

Les pertes chez le sportif sont majeures (sudation notamment), donc veiller à son apport : chocolat, céréales complètes et légumes secs.

CALCIUM :

1kg de calcium dans l'organisme au niveau des os.

- Rôle essentiel :

- Participent à la charpente minérale des os,
- Rôle essentiel dans la contraction musculaire, (crampe)
- **Essentiels à la croissance, l'entretien, la solidité osseuse, et même la contraction musculaire,**

Les carences peuvent provenir :

- d'un apport insuffisant + besoins accrus,
- d'une carence en vit. D,
- secondaire à la prise de magnésium ou de phosphore.

NB La tolérance au lactose diminuant avec l'âge (différence pays scandinaves et latin), la suppression du lait de notre alimentation doit être remplacée par un laitage, plus ou moins à chaque repas. A favoriser en rapport aux fromages qui contiennent une teneur en matières grasses accrue.

CALCIUM :

- Indispensable à l'os pour régénérer sa trame osseuse et garder sa solidité.
- **Souvent insuffisant chez les sportifs,**
- Une partie du calcium est déversée dans le sang (une fraction rejetée dans les urines, l'autre réabsorbée par les reins),
- **Apport constant obligatoire surtout chez le sportif** (notamment d'endurance) car fuite probable au niveau de la cellule musculaire lors d'efforts prolongés.
- **Risque accru chez les femmes** ménopausées ou sujettes à des aménorrhées (ralentissement de la production d'oestrogènes impliquée dans l'assimilation du calcium de notre alimentation) ostéoporose.

PHOSPHORE :

600gr dans tout le corps, (80% dans les os).

S'il semble ne pas exister de carence, **l'équilibre avec le calcium semble le plus souvent problématique** (fatigue musculaire).

Les besoins en phosphore sont couverts par les rations alimentaires contrairement au calcium (présent dans les produits laitiers, certains végétaux et poissons à arrêtes).

FER :

- Rôle essentiel :

- **Intervient dans la formation de l'hémoglobine et le transport de l'O₂ dans le sang.** Raison pour laquelle toute carence conduit à l'anémie (réduction de la concentration du plasma dans l'hémoglobine).

Possible fatigue excessive, chute des performances.

Sources animales (viandes) et végétales (légumes secs, céréales), mais différentes :

- **Animales : fer héminique, plus facilement assimilé au niveau intestinal,**
- **Végétal : fer non héminique, assimilation intestinale médiocre.**

NB Ainsi la vitamine C par exemple est un allié indispensable pour aider le fer à pénétrer dans l'organisme. La consommation de fruits et légumes au cours des repas augmente fortement l'assimilation du fer contenu dans les autres aliments.

NB 1 Certains aliments diminuent son absorption : le thé ou le café par exemple, lorsqu'ils sont pris au moment du repas. D'autres éléments tels que le vin, les fibres ou le calcium semblent également freiner le passage du fer au travers des parois de l'intestin. Plus récemment, certains jus de fruits, et notamment de raisin, ont été mis en cause dans la diminution de l'absorption du fer.

NB 2 Le respect de la teneur de la portion en fer chez les végétariens exige de réelles stratégies afin de bénéficier de l'apport des aliments d'origine végétale.

FER :

- **La population sportive a des réserves en fer divisées par deux par rapport à la population normale (77,8ng/ml contre 150).**
- Les femmes ont des réserves plus faibles que les hommes (47,4ng/ml contre 80).

Les réserves :

- 3-4g (dont 2,5 dans l'hémoglobine : fer fonctionnel ; et 1g de ferritine : compartiment réserve, et 0,5 dans d'autres protéines).

Les pertes :

- Digestives, par les urines, la sueur, le remplacement des cellules de la peau. Chez les femmes, les menstruations, lactation.

Les apports :

- Via l'alimentation (auto régulation en fonction des besoins 1,5mg/j)

FER :

La ferritine (stock) et **transferrine** (transport) sont deux indicateurs utilisés dans le cadre du suivi biologique.

La ferritine donne un **indicateur fiable des réserves**. Son taux augmente en cas d'inflammation.

La transferrine (T.f.) est une **protéine qui transporte le fer**, mais également le cuivre et le zinc. Son taux augmente en cas de carence en fer alors qu'il diminue en cas d'inflammation.

FER :

Enfin quelle quantité de fer la transferrine est-elle capable de fixer? A quel niveau ce transporteur est il saturé?

Le s.T.f.R (soluble transferrin receptor) récepteur soluble de la (T.f) est un indicateur de la disponibilité fonctionnelle du fer ou de la vitesse d'élaboration des globules rouges.

Quand les stocks de fer sont suffisants, le s.T.f.R. est un marqueur de la synthèse des globules rouges.

Quand il y a déficit, il est un indicateur de l'état du fer dans l'organisme.

FER :

Les causes d'anémie :

- Apports alimentaires insuffisants,
- Mauvaise absorption,
- Augmentation des besoins (troubles digestifs et augmentation du rejet/transpiration accrue/augmentation du flux sanguin).

Les signes cliniques :

- Fatigue,
- irritabilité, perte d'attention...
- Troubles de la concentration,
- Douleurs musculaires,
- Baisse des performances,.

La complexité est d'assumer un équilibre entre les apports de ce différents minéraux.

Toute carence peut être complémentée par une supplémentation spécifique.

C'est sans compter sur les interactions entre différentes minéraux.

Ex :

- Calcium et Phosphore doivent être apportés dans des proportions données pour élaborer la trame osseuse.

- Un apport trop important de fer va agir négativement sur le zinc, dont l'action est essentielle au niveau du métabolisme des glucides, lipides et protéines.

Les suppléments ne peuvent pas être menés à l'aveugle. C'est une affaire de spécialistes.

Vitamines :

- **Au nombre de 13**, réparties dans 6 familles (A,B,C, D,E, K). Plus grossièrement 2 catégories : Les hydrosolubles (vit. B. B1, B2...) et vit. C. Et les liposolubles A, D, E, et K.
- **Intégralement fournies par l'alimentation.**
- Les carences vitaminiques sont **très souvent liées à un déséquilibre alimentaire**, et peut avoir des conséquences graves sur :
 - L'immunité,
 - le système nerveux, la communication cellulaire, la protection cellulaire vis-à-vis du stress oxydant.

Les vitamines du groupe B (6,9,12..) interviennent principalement au niveau des réactions assurant le **transformation de l'énergie** des aliments en énergie utilisable par le muscle.

Elles participent également à la **production de neuromédiateurs cérébraux**.

La vitamine C intervient dans la synthèse de certaines hormones comme les catécholamines (neurotransmetteurs). Elle contribue indirectement à l'utilisation des lipides par le muscle.

La vitamine C intervient dans le **maintien de notre immunité**, et nous rend moins sensible aux infections de toutes sortes (risques plus faibles l'été). **La vitamine C joue un rôle indirect dans la régénération de la vit. E**. Et elle favorise l'assimilation du fer non héminique par l'intestin.

La vitamine E est un antioxydant, elle protège les cellules des radicaux libres.

La supplémentation en vit. E permettra une limitation de l'hémolyse (*destruction des globules rouges favorisée par les ondes de choc en course à pied*).

- Statut vitaminique incertain de chacun d'entre nous,
- Bienfaits apportés sur la performance,
- La complémentation est compréhensible (9 sportifs de HN sur 10).

Les raisons données (sondage Insep) :

Alimentation déséquilibrée, habitude, ressenti à court terme, besoin d'autre chose pour avoir confiance (en plus de nous et de notre travail).

C/C : La densité nutritionnelle est à considérer.

En recherchant une alimentation la plus riche possible en micronutriments pour une valeur énergétique donnée,

Chercher les aliments qui élargissent le spectre nutritionnel sans augmenter l'apport calorique.

Conseils divers :

Cuisson vapeur, pas de fast-food (ou occasionnellement), eau minérale, levure et germe de blé, céréales complètes et légumes secs, varier poissons et viandes, consommer chaque jour des légumes crus, attention aux températures de cuisson trop élevées.

11- Le « PRAL » : Potential Renal Acid Load

L'équilibre Acide-base :

Garder un PH dans une marge relativement étroite est indispensable pour le sportif. L'exercice provoque une acidose et l'aptitude à faire intervenir le pouvoir tampon est un critère déterminant de la performance et de la récupération.

Un nouvel outil pour apprécier de manière plus physiologique l'impact véritable des aliments sur l'équilibre acide-base de la ration et la mobilisation éventuelle des tampons corporels pour préserver l'homéostasie.

Le « PRAL » (Potential Renal Acid Load »), permet de dresser une table de pouvoir acidifiant des aliments, rappelant par exemple celui des index glycémique.

Il nous enseigne que :

- les végétaux frais sont alcalinisants, tout comme les pommes de terre et les légumes secs,
- le lait, les yaourts et les huiles sont neutres,
- les céréales sont légèrement acidifiantes,
- les poissons et les fromages frais le sont davantage,
- les fromages à pâte dure et les viandes rouges sont très acidifiants.

Cyclisme et optimisation de la performance

PRAL, abréviation de Potential Renal Acid Load, ou « charge rénale acide potentielle ».

Cet indice, mesuré en milliéquivalents (mEq : concentration d'une solution de n/1000), évalue la charge acide d'un aliment grâce à :

- **La quantité de minéraux acides et de minéraux basiques apportée par 100 g de cet aliment en tenant compte de son coefficient d'absorption intestinale.** L'indice Pral additionne les minéraux acides et soustrait les minéraux basiques.
- **Si le nombre obtenu est supérieur à zéro, l'aliment est considéré comme acidifiant, et s'il est négatif, l'aliment est considéré comme alcalinisant, la valeur « zéro » signant la neutralité.**

Cyclisme et optimisation de la performance

L'indice PRAL de 80 aliments

L'intérêt et les limites du PRAL

Il est **conseillé de suivre un régime alimentaire plutôt alcalinisant**, c'est-à-dire majoritairement **centré sur les végétaux**, d'autant plus quand on prend de l'âge (après 40 ans).

Dans certaines circonstances (certaines alcaloses métaboliques, syndrome de Gitelman, risque de calcul rénal à base de phosphates de calcium), il peut être utile, selon le conseil du médecin, de suivre au contraire un régime acidifiant.

Dans tous les cas, vous pouvez vous aider du PRAL en sachant qu'il ne permet que d'approcher sommairement la réalité.

NUANCES :

- Il ne tient pas compte de la teneur en bicarbonates et citrates (il fait la supposition que ceux-ci sont liés au potassium).
- Il s'appuie pour les protéines sur une teneur en acides aminés soufrés moyenne, dont certains aliments peuvent s'écarter.

PRAL

L'indice PRAL mesure le potentiel acidifiant ou alcalinisant des aliments. Les valeurs positives signalent un potentiel acidifiant, les valeurs négatives un potentiel alcalinisant.

Pourquoi se préoccuper de cette valeur?

L'acidose chronique est délétère car à la longue, elle favorise de nombreux troubles :

- **les os se déminéralisent** et se fragilisent,
- **les muscles s'affaiblissent,**
- le **risque de calcul rénal** augmente,
- les tissus peuvent être **moins sensibles à l'insuline,**
- **la sensibilité à la douleur** peut augmenter,
- **la tension artérielle** peut augmenter, le système immunitaire être moins efficace, la fatigue s'installer...

Les valeurs positives signalent un potentiel acidifiant, les valeurs négatives un potentiel alcalinisant

Tous les aliments que l'on mange donnent naissance dans le sang et dans le liquide extracellulaire à des acides et des bases.

Comment éviter l'installation d'une acidose?

- **Limiter ses apports en sel** et plus généralement en chlorures.
- **Eviter les sodas**, source d'acides comme l'acide phosphorique.
- **Eviter les excès de protéines animales et de produits céréaliers.**
- **Augmenter sa consommation d'aliments basifiants**, c'est-à-dire à indice Pral négatif : les fruits et les légumes et les épices essentiellement (aussi : thé, tisane...).
- **Privilégier les aliments riches en potassium** (nutriment essentiel au fonctionnement des "systèmes tampons") et **le cas échéant prendre un complément de bicarbonate ou de citrate de potassium.**

PRAL

L'acidité ou l'alcalinité d'un aliment dépend schématiquement de trois paramètres :

- **la qualité et de la quantité de minéraux** qu'il renferme ;
- **sa teneur en citrates et bicarbonates** (souvent liés au potassium)
- **sa teneur en protéines et la part des acides aminés soufrés** dans ces protéines.

Les minéraux peuvent être classés en deux catégories :

- **Les minéraux « acidifiants »** sont le chlore (Cl) comme dans le sel de table, le soufre (S) et le phosphore (P) qui peuvent donner respectivement de l'acide chlorhydrique, sulfurique et phosphorique. On trouve du phosphore en quantité dans les aliments d'origine animale ; du soufre dans les protéines céréalières. Pendant la digestion, les acides aminés soufrés qui composent ces protéines sont oxydés et relarguent des sulfates qui vont contribuer à l'acidification via la production d'acide sulfurique.

- **les minéraux « alcalinisants »** sont le potassium (K), le calcium (Ca), le magnésium (Mg) et le sodium (Na). Les végétaux renferment beaucoup de ces minéraux.

12- La récupération par l'assiette

Thème phare car permet l'enchaînement des performances. À HN, aucun n'athlète ne double pas quotidiennement.

Les enjeux : éviter le surmenage, les carences, reproduire des performances (haut débit).

Plus précisément :

- Subvenir aux pertes en eau, protéines, aux réserves en glycogène (M. & H.), améliorer la mobilisation des réserves lipidiques.
- Résister aux agressions : radicaux libres, inflammations, destruction de fibres...

Des sucres lents, mais pas que... Il est intéressant de raisonner en terme d'IG pour calibrer la prise alimentaire après l'effort.

Privilégier des aliments à IG bas pour ne pas augmenter les réserves adipeuses, pour ne pas risquer d'hypoglycémie.

Au-delà, il s'agit de créer une barrière anti-oxydante. L'indice **ORAC** (*Oxygen Radical Absorbance Capacity* ou Capacité d'absorption des radicaux libres) permet d'évaluer la capacité antioxydante d'un aliment. (favoriser les légumes, les épices, chocolat noir...)

Récupération et restauration des réserves énergétiques

Phosphagènes :

- 30" de recup. = 70% de resynthèse
- 5' de récup. = 100% de resynthèse

Glycogène :

- Dépend du sport pratiqué (durée, intensité,...)
- Va de quelques heures à quelques jours,

Lipides :

- Déplétion lors de courses d'endurance extrêmes,
- Quelques jours.

Récupération et restauration des réserves énergétiques

Resynthèse plus lente du glycogène :

Les muscles impliqués dans la récupération active utilisent du glycogène.

Le lactate fournit de l'énergie aux muscles utilisés pour la récupération active plutôt que de servir à la glycogénogénèse (reconstitution de stocks musculaires et hépatiques en glycogène).

Bénéfices avérés de la **récupération active** (exercice à 50-60% de VMA) par la diminution de l'acidose musculaire et par tamponnement des ions H⁺.

Récupération et restauration des réserves énergétiques

**Resynthèse plus lente du glycogène :
L'alimentation sert à la reconstitution des stocks.**

Dès l'arrêt de l'effort :

- Boissons de récupération (fots IG),
- Eau gazeuse (Baisse de l'acidité).

30 minutes après l'arrêt de l'effort :

- Favoriser les aliments semi-liquides (gels)

1 heure après l'effort :

- Aliments solides : fruits secs, barres, pommes de terre vapeur.

Récupération et restauration des réserves énergétiques

**Resynthèse plus lente du glycogène :
L'alimentation sert à la reconstitution des stocks**

Éviter les aliments acidifiants lors du repas qui suit.

Favoriser la prise de BCAA pour la resynthèse musculaire et soutenir le système immunitaire avant le sommeil.

**13- Quelques régimes alimentaires en lien
avec le sport**

Le régime hyper lipidique (Cétogène) :

Propice chez les coureurs d'endurance car il est **difficile d'assurer la fourniture énergétique sur la base du seul glycogène.**

Pour rappel, l'entraînement en endurance augmente l'utilisation des lipides.

- **Optimiser la capacité du corps à utiliser les lipides,**
- **Economiser les réserves glucidiques,**
- Le glycogène reste le carburant le plus utilisé lors d'efforts intenses.
- Moins de besoins alimentaires, moins de soucis gastriques, meilleure rentabilité du flux sanguin (au détriment de la filière gastrique) au profit de la peau afin de permettre l'évacuation de la chaleur...

Expériences menés après un régime cétogène sur un effort de 3h mené à 65% de VO2 max, où la consommation de glucides est inférieure à 15% contre 40% habituellement.

Le régime hyper lipidique (Cétogène) :

Régime de 1 à 3 jours.

Résultats :

- **Diminution des stocks hépatiques et musculaires en glycogène,**
- Diminution du QR à l'exercice,
- Pas d'augmentation suffisante de l'oxydation des lipides, donc **pas de bénéfice sur la performance.**

Le régime hyper lipidique (Cétogène) :

Régime de 7 à 28 jours.

Résultats :

- Augmentation de l'oxydation des lipides à l'exercice,
- Épargne les stocks en glycogène musculaire à l'exercice,
- Augmentation significative de l'oxydation des lipides seulement après 5 jours,
- Mais pas de bénéfices systématiques dans toutes les études.

Le régime hyper lipidique (Cétogène) :

Régime alternatif : surcharge lipidique puis glucidique

Résultats :

- Durée suffisante pour augmenter l'oxydation des lipides (5 à 7 j).
- 1 à 3 jours de régime hyper-glucidique permet de restaurer les concentrations en glycogène musculaire,
- Permet une épargne de glycogène musculaire à l'exercice.

- Régimes FGHL (Faibles en glucides, Haut en lipides) :

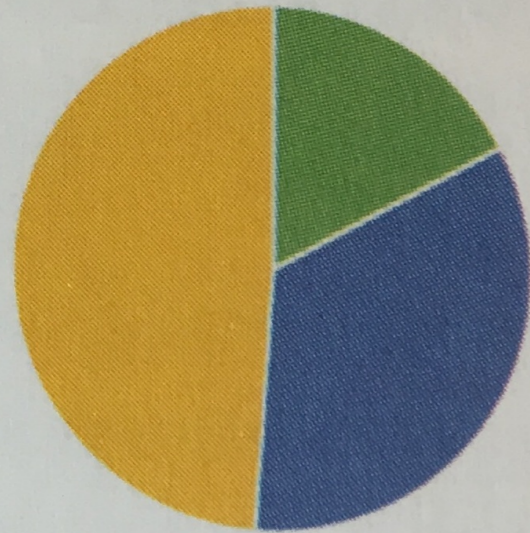
- 69-76% de lipides,
- 13-21% de protéines,
- 7-14% de glucides.

- Régimes extrêmes :

- 80% de lipides,
- 17% de protéines,
- 3% de glucides.

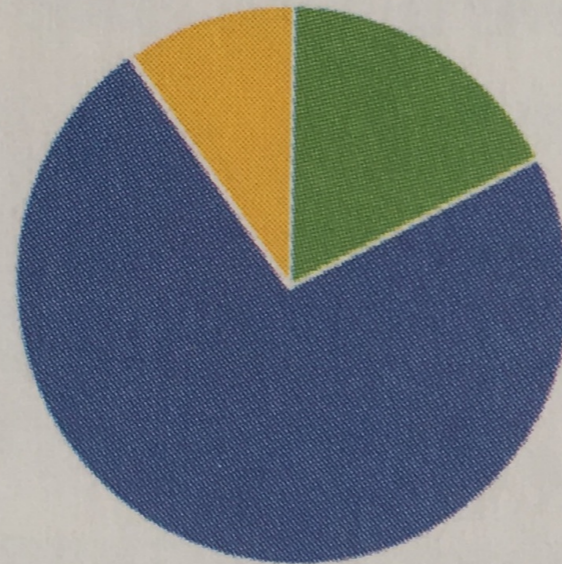
Contre 55% de l'apport énergétique habituellement apportés par les glucides.

RÉGIME NORMAL



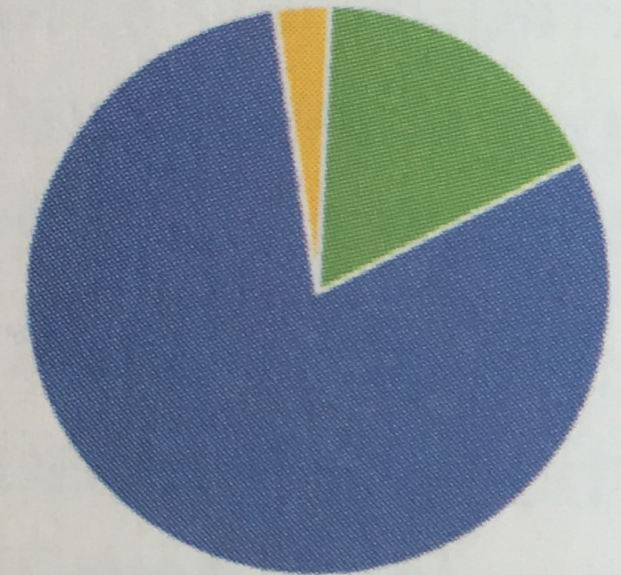
■ PROTÉINES

RÉGIME FGHL



■ LIPIDES

RÉGIME CÉTOGÉNIQUE



■ GLUCIDES

Inconvénient : Réduction de la capacité à réaliser des exercices à grande intensité.

Les régimes dissociés scandinaves

Il consiste à épuiser complètement les stocks de glycogène de J-6 à J-3 en ne mangeant pas de glucides (protido-lipidique), et en réalisant de longues phases d'entraînement.

Puis à stopper complètement l'entraînement en augmentant l'apport glucidique de J-3 au jour de la course afin de surcompenser et d'augmenter ses réserves glucidiques.

Efficacité? Les études sont plutôt anciennes et montraient que l'enzyme qui transforme le glucose en glycogène est activée lorsque les réserves du muscles sont vides.

Néanmoins, des études plus récentes montrent que la seule seconde phase suffit chez des sujets entraînés (entraînement stoppé et augmentation de la ration glucidique).

De plus, la glycogénogénèse (fenêtre métabolique permettant ce stockage) se trouve plus importante juste après l'effort. Or, le dernier entraînement avait lieu le dernier jour de la phase protido-lipidique (et une inversion du régime seulement le lendemain) donc non-optimal.

Inconvénients : Risques de contre-performance liés au surmenage lors de la phase de privation, ainsi que le risque de formation de corps cétoniques (issus de la dégradation incomplète des acides gras ; provoquant une acidose métabolique).

Cela augmente les risques de désordres intestinaux.

14 - Manipuler sa nutrition pour progresser

Le **premier impératif** pour maîtriser sa performance est de **connaître son activité**. Savoir qu'elle est :

- Sa dépense énergétique,
 - Sa propre déplétion en macro-nutriments (timing), et en eau,
 - Les possibilités offertes par l'activité pour se compléter.
- Il s'agit par exemple du « mur du marathon » pour connaître sa discipline.

Exemple du trail :

Sur le plat : 1kcal/kg de poids de corps/km parcouru.

Il faut ajouter les paramètres de dénivelés, de pentes, de nature du terrain, ou même de locomotion.

Plusieurs équations existent : $D + 0,75(D/100)$ en est une grossière mais souvent utilisée.*

Pour un trail de 160kms / 9000m de D+, on calculera une distance équivalente au plat sur laquelle nous utiliserons la première équation :

$$160+0,75*(9000/100)= 227,5\text{km}$$

Dépense énergétique pour un coureur de 70kg :
 $70*227,5=15925\text{kcal}.$

Nb : un coureur de 50kg dépensera approximativement 11375kcal.

Ce qui modifie totalement le Coaching alimentaire.

Oubli dans ce calcul : raideur de la pente, technique de course.

Nb : un sédentaire dépense 1200 à 1900 kcal/jour.

Réserves énergétiques disponibles chez un sujet masculin (70 kg dont 28 kg de masse musculaire, 15 % de masse grasse) en phase post-prandiale.

Substrats	Masse corporelle poids sec (kg)	Énergie disponible kJ (kcal)
Triglycérides	10.5	338 500 (80 980)
Protéines	6	78250 (18 720)
Glycogène		
Hépatique	0.100	1 700 (407)
Musculaire	0.500	8 500 (2 033)
Substrats circulants (glucose, acides gras)	0.023	420 (100)
PC	0.087	17 (4.1)
ATP	0.076	5 (1.2)

J.Poortmans,
« Biochimie
des APS »
(2017)



Issu du FUN MOOC 2020 : L'entraînement en Trail et ultra-trail 2.0

14 - Manipuler sa nutrition pour progresser

- Bref, ces réserves glucidiques montrent qu'un coureur de 70kg peut tenir 30-35kms, trop peu pour un ultra.

- En revanche les réserves lipidiques peuvent permettre un effort comme celui-ci, (80 000kcal environ). Une analyse simpliste pourrait faire croire que les ratios sont présents pour le confort... Mais c'est en réalité plus complexe, vous le savez depuis que vous avez vu le tableau du « Cross-over » retraçant l'évolution de la sollicitation des Glucides/Lipides en fonction de l'intensité de l'effort. Même en marchant, on puise dans ses réserves en glucides.

- La nécessité d'approvisionner est donc bien là... Comment faire? quels aliments? quelle teneur glucidique sachant que l'assimilation est limitée par heure (60gr/h pour les glucides à oxydation rapide + 30gr/h pour ceux à oxydation lente)?

Gl. à oxydation rapide : glucose, maltose, sucrose, maltodextrine, amylopectine.

Gl. à oxydation lente : fructose, le galactose, l'isomaltulose, thréhalose, l'amolyse.

Cf. Étude de Asker E Jeukendrup prétend que l'oxydation des glucides peut être augmenté en utilisant une combinaison de ces deux catégories de glucides en passant par différents transporteurs intestinaux pour leur absorption, valeur maximale 1,75g/min soit 105g/h contra 60g/h comme nous le croyions auparavant tout en maintenant une meilleure assimilation et en évitant les troubles gastro-intestinaux.

La combinaison glucose/fructose pour les sportifs d'endurance semble être un gain évident.

D'autres questions fondamentales : quelles protéines (pour refaire ou ralentir les dommages musculaires), quels micro-nutriments?

14 - Manipuler sa nutrition pour progresser

Les athlètes d'endurance sont habitués à s'entraîner en condition de forte disponibilité en glucides.

La modification de cette disponibilité pourrait alors être une stratégie potentielle pour moduler le stimulus d'un programme d'entraînement en endurance et ainsi **générer le développement de nouvelles adaptations.**

Il a été montré qu'une **faible disponibilité en glucides peut orienter la production d'énergie vers l'oxydation des lipides** assurant ainsi une production d'énergie suffisante pour la réalisation d'exercices prolongés à forte intensité.

La stratégie la plus connue et la plus pratiquée est celle de **l'entraînement à jeun.**

Plus grande oxydation des lipides à l'effort. Cependant le lien avec une amélioration de la performance reste difficile à établir.

Ainsi dans la pratique, **l'intérêt de s'entraîner sans apport de glucides afin d'augmenter les adaptations de l'entraînement n'est pas validé.**

La stratégie Sleep low :

Une nouvelle alternative est alors de **manipuler la disponibilité en glucides par la stratégie appelée train high, sleep low avec une périodisation des apports en glucides sur la journée.**

Dans ce modèle, l'athlète réalise une **session à haute intensité en fin d'après-midi avec une forte disponibilité en glucides** qui garantit une capacité de travail élevée.

À la suite de cette session d'entraînement, aucun apport de glucose n'est proposé avec notamment un repas suivant pauvre en glucides (viandes, légumes, fromages), afin de minimiser la re-synthèse du glycogène musculaire.

Après une nuit jeûnée, un entraînement prolongé sous-maximal est alors réalisé avec de faibles réserves en glycogène afin de favoriser les adaptations.

Dans la stratégie train high, sleep low, l'hypothèse considère que **retarder la récupération énergétique et s'entraîner le lendemain à jeun pourrait augmenter les adaptations induites par l'entraînement du fait d'une re-synthèse du glycogène lors de la récupération non optimale.**

Train Low Compete high

Stimuler la modification de certains gènes par la diminution de la disponibilité des glucides lors de l'entraînement.

Diminuer les réserves ou la quantité de gl. Amenés aux muscles durant l'effort :

- Entraînement Bi-quotidien,
- Entraînement à jeun,
- Régime pauvre en gl.
- Pas d'apport pendant l'entraînement,
- Pas d'apport dans les heures proches suivant l'entraînement.

Train Low Compete high

L'idée est d'alterner les entraînements avec de faibles réserves et de pratiquer les compétitions avec un niveau glucidique élevé.

Effets attendus :

- Majoration de la conso. de lipides,
- Majoration du stock de gl. ,
- Accroissement du nombre de mitochondries.

Les inconvénients :

- Les intensités élevées sont difficiles à maintenir à l'entraînement,
- Risque de blessures et infections.
- Acidose, due au régime protéiné,
- Réduit la capacité de la chaîne oxydation des gl.

ÉTUDE : HIGH OU LOW

UNE ÉTUDE RÉCENTE SUR CETTE NOUVELLE STRATÉGIE UTILISÉE DE FAÇON CHRONIQUE SUR UN GROUPE DE VINGT TRIATHLÈTES ENTRAÎNÉS NOUS DONNE PLUS D'ÉLÉMENTS.

LES SUJETS ONT PARTICIPÉ PENDANT **TROIS SEMAINES À UN PROGRAMME D'ENTRAÎNEMENT** (SÉANCE À HAUTE INTENSITÉ LE SOIR : ALTERNATIVEMENT 8 X 5 MINUTES À 85 % DE PMA (PUISSANCE MAXIMALE AÉROBIE) SUR VÉLO ET 6 X 5 MINUTES DE COURSE À PIED À ALLURE 10 KM, 1 MINUTE DE RÉCUPÉRATION ENTRE CHAQUE SÉRIE ; SÉANCE À FAIBLE INTENSITÉ LE MATIN : 60 MINUTE À 65 % DE PMA), AVEC DES CONSIGNES NUTRITIONNELLES DIFFÉRENTES ENTRE LES GROUPES.

LES DEUX GROUPES AVAIENT LE MÊME APPORT QUOTIDIEN SUR LA JOURNÉE DE 6G.KG-1.J-1 (APPORT NORMAL EN GLUCIDES) MAIS LA RÉPARTITION DES APPORTS EN GLUCIDES TOUT AU LONG DE LA JOURNÉE ÉTAIT DIFFÉRENTE.

UN GROUPE AVAIT UN APPORT RÉGULIER EN GLUCIDES TOUT AU LONG DE LA JOURNÉE ET PENDANT LES ENTRAÎNEMENTS (GROUPE APPELÉ *HIGH*). **UN AUTRE GROUPE** (LE GROUPE *LOW*) **AVAIT UN APPORT EN GLUCIDES ENTRE LE PETIT DÉJEUNER** (APRÈS L'ENTRAÎNEMENT DU MATIN) **ET L'ENTRAÎNEMENT DU SOIR.**

AUCUN APPORT DE GLUCIDES N'ÉTAIT AUTORISÉ PENDANT LES ENTRAÎNEMENTS ET EN RÉCUPÉRATION DE L'ENTRAÎNEMENT DU SOIR POUR LE GROUPE *LOW*.
CETTE ÉTUDE INCLUAIT DES MESURES DE PERFORMANCE SUR LE TERRAIN (SIMULATION DE LA FIN D'UN TRIATHLON : 40 MINUTES DE VÉLO À 70 % DE PUISSANCE MAXIMALE AÉROBIE, SUIVI D'UN 10 KM SUR PISTE).

TOUS LES SUJETS DU GROUPE LOW ONT AMÉLIORÉ LEUR TEMPS SUR L'ÉPREUVE DU 10 KM (-1 MINUTE 13 SECONDE \pm 20 SECONDES) TANDIS QUE LA PERFORMANCE DES SUJETS DU GROUPE HIGH RESTE INCHANGÉE (-1 SECONDE \pm 30 SECONDES).

CETTE AMÉLIORATION DE PERFORMANCE EST **ASSOCIÉE À UNE MODIFICATION DE LA COMPOSITION CORPORELLE**, NOTAMMENT PAR UNE DIMINUTION DE LA MASSE GRASSE.

CETTE STRATÉGIE PERMET UN TRAVAIL DE QUALITÉ SUR UNE SÉANCE À HAUTE INTENSITÉ EN ASSURANT UNE FORTE DISPONIBILITÉ EN GLUCIDES. APRÈS UNE PÉRIODE DE RÉCUPÉRATION, **UN ENTRAÎNEMENT À FAIBLE INTENSITÉ COMMENCÉ AVEC DE FAIBLES RÉSERVES EN GLYCOGÈNE MUSCULAIRE VA GÉNÉRER UN STIMULUS DE L'ENTRAÎNEMENT SUPPLÉMENTAIRE.**

DANS CETTE STRATÉGIE, LES GLUCIDES NE SONT PLUS CONSIDÉRÉS COMME DE SIMPLES SUBSTRATS ÉNERGÉTIQUES MAIS COMME DE VÉRITABLES RÉGULATEURS DE L'ENTRAÎNEMENT.

Références

- 1- Sport, santé et préparation physique : contributions techniques et éclairages scientifiques pour des pratiques optimisées. (Ed. Amphora, 2010).
- 2- Cyclisme et optimisation de la performance (Ed. De Boeck Supérieur, 2018)
- 3- Courir en Harmonie C. Gindre 2013 , (Ed.Volodalen)
- 4- L'alimentation du sportif en 80 questions, D. Riché (Ed. Vigot)
- 5- Alimentation pour le sportif, de la santé à la performance, S. Cascua, V. Rousseau, (Ed. Amphora).

Biblio

- [1] Noakes T. – Lore of running- 4th Ed. 2002, Oxford Univ. Press
- [2] Astrand P.O., Rodahl K. – Précis de physiologie de l'exercice musculaire – 3e édition. 1994, Masson Ed.
- [3] Peronnet F. – Le marathon. 1992, Vigot Ed .
- [4] Piehl K. – Time course for refilling of glycogen stores in human muscle fibers following exercise-induced glycogen depletion. *Acta Physiol. Scand.*, 1974, 90, 297-302.
- [5] Nieman D.C., Fagoaga O.R. *et al.* – Carbohydrate supplementation affects blood granulocyte and monocyte trafficking but not function after 2.5 hrs of running. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1997, 66, 153-9.
- [6] Chos D., Riché D. – Diététique et micronutrition du sportif », 2001, Vigot Ed.
- [7] Chos D., Riché D. – Apports de sécurité en lipides chez le sportif à haut niveau d'entraînement. *Sci. Sports*, 2005, à paraître.
- [8] Knechtle B., Müller G. *et al.* – Fat oxidation in men and women endurance athletes in running and cycling. *Int. J. Sports Med.*, 2004, 25, 38-44.
- [9] Decombaz J. – Protéines et acides amines dans la récupération post-effort. *Sci. Sports*, 2004, 19 (5), 228-33.
- [10] G. Millet, F. Nicot - Réussir son UTMB - Outdoor Editions, 2017.
- [11] Gerhardsson De Verdier M., Floderus B. & Coll. (1988) : Physical activity and colon cancer risk. *Int. J. Epidemiol.*
- [12] Verger et coll. 1992, Burke et coll. 2011.
- [13] <http://www.iedm.asso.fr>
- [14] Article Laurie-Anne MARQUET, doctorante Mission Nutrition au LABORATOIRE Sport, Expertise et Performance (SEP) et à l'INSEP.