



Nutrition du sportif

Master 1 EOPS janvier/février 2024

Raphaël LECA



www.culturestaps.com

Pourquoi une bonne alimentation ?

- **Pour la santé** = « état de total bien être physique, mental et social » (OMS, 1946) → « Que ton alimentation soit ta première médecine » (Hippocrate, 5e siècle av. J.-C.).

→ De nombreuses études scientifiques confirment que nous construisons notre santé grâce à une alimentation variée et équilibrée, avec notamment des effets positifs ou négatifs envers :

- le cancer,
- les maladies cardiovasculaires,
- l'ostéoporose,
- le diabète,
- l'obésité,
- l'hypercholestérolémie.

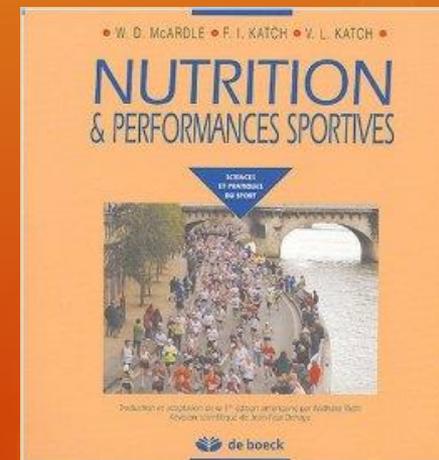


Pourquoi une bonne alimentation ?

→ chez le sportif en particulier

○ La nutrition participe à la **recherche de la meilleure performance sportive** :

- Maximiser les réserves d'énergie et notamment de glycogène.
- « Réparer » les dommages musculaires consécutifs à l'effort physique.
- Optimiser la récupération post-effort.
- Prévenir les troubles digestifs à l'effort.
- Prévenir les carences qui diminuent le rendement musculaire.
- Prévenir la déshydratation.
- Rechercher un gain de masse musculaire.
- Effet ergogénique ?

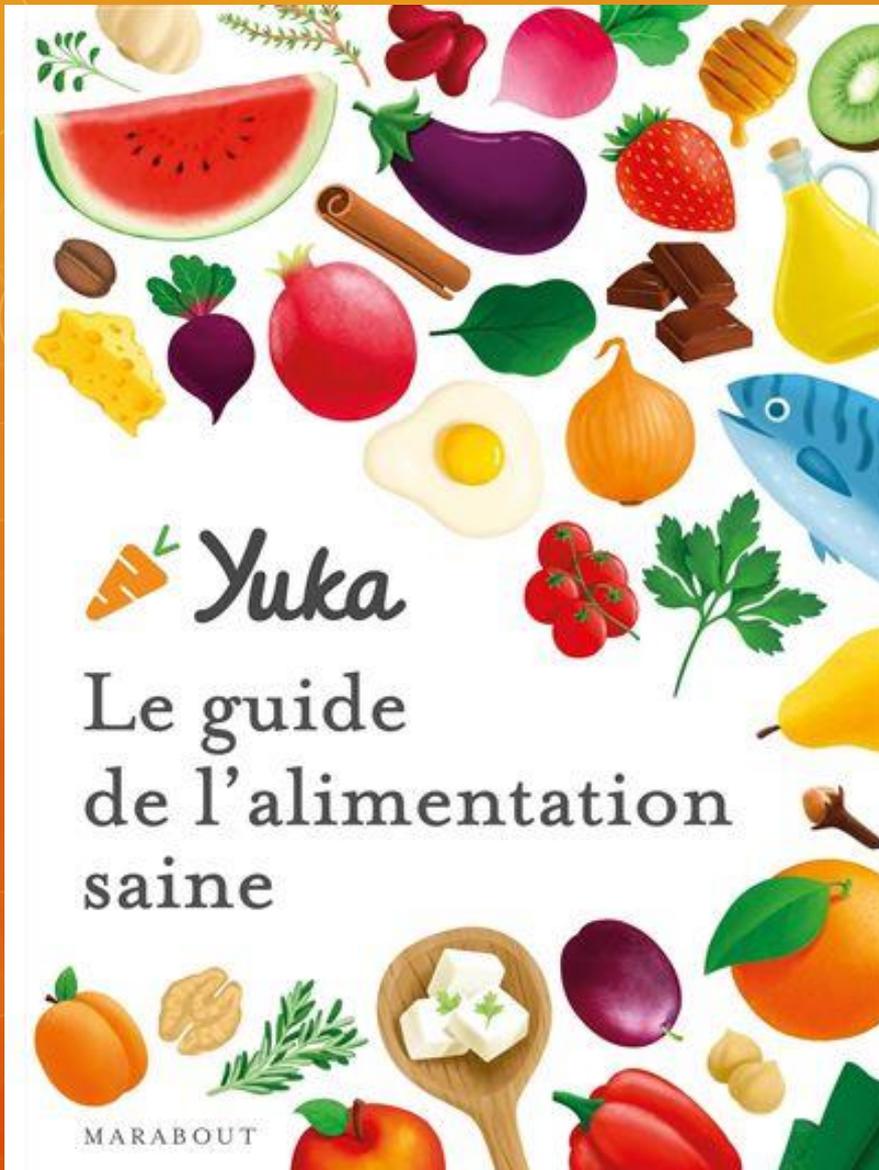


Plan du cours

1. Les nutriments
2. Les bases d'une alimentation équilibrée
3. Que se passe-t-il à l'effort physique ?
4. Les bases de l'alimentation du sportif
5. L'alimentation avant, pendant, et après l'effort
6. Compléments d'informations sur la nutrition du sportif
7. Conclusion : les principales erreurs alimentaires / la complexité de la nutrition

PARTIE 1

Présentation des nutriments



Ouvrage que je conseille pour accompagner cette première partie :

- Yuka, ***Le guide de l'alimentation saine***, Marabout, Hachette Livre, Paris, 2021.

Les nutriments

- Les aliments sont des substances complexes qui renferment des éléments de base appelés nutriments. Ces nutriments sont indispensables au bon fonctionnement des cellules (énergie, métabolisme, réparation, multiplication).
- C'est grâce aux transformations mécaniques et chimiques des aliments par la digestion que les aliments deviennent assimilables (ils passent dans le sang au niveau de l'intestin grêle).
- Il existe 7 catégories de nutriments :
 - 1. Les glucides.**
 - 2. Les lipides.**
 - 3. Les protéines.**
 - 4. L'eau**
 - 5. Les vitamines.**
 - 6. Les minéraux.**
 - 7. Les oligo-éléments**

Macronutriments (énergie)

Micronutriments (pas d'énergie)

Les glucides

- Ce sont les sucres (encore appelés **hydrates de carbone** car composés d'hydrogène, de carbone et d'oxygène). Leur rôle principal est d'apporter de l'énergie.
- Il se partagent en :

- **Glucides simples** = monosaccharides (glucose, fructose, galactose) et disaccharides (saccharose = sucre de table), lactose, maltose. Une à deux unité de base

→ présents dans les aliments à saveur sucrée = miel, confiture, bonbons, glaces, sodas, etc.

- **Glucides complexes** = amidon (abondant règne végétal) et glycogène (peu abondant règne animal). Plus de 3 unités de base

→ présents dans les céréales, féculents, légumineuses : pâtes, riz, quinoa, pain, pomme de terre, lentilles, etc.

- Entre les deux des glucides « intermédiaires » = certains **polymères de glucose** produits artificiellement comme la maltodextrine (par hydrolyse de l'amidon).

→ présents dans les boissons de l'effort.



Les glucides

ROLES DES GLUCIDES

Rôle **énergétique**

Fournir à l'organisme l'énergie nécessaire à son fonctionnement.

1g de glucose fournit 4 kcal.

Le glucose est indispensable au cerveau grand consommateur d'énergie (les cellules du cerveau ne consomment que du glucose).

Alors que le cerveau ne représente que 2 % du poids, il utilise au repos 60 % du glucose de l'organisme.

Les glucides

- Selon leur structure moléculaire (mais aussi selon leur cuisson ou leur mélange avec d'autres nutriments dans le bol alimentaire), les glucides sont plus ou moins rapidement assimilés par l'organisme.
- La notion d'**index glycémique** désigne la rapidité avec laquelle un sucre passe dans le sang, perturbe la glycémie, et déclenche la libération d'insuline (= hormone hypoglycémiante). Etalon = glucose (100).
- La plupart des glucides complexes possèdent un index glycémique bas ou moyen. Mais le fructose est un sucre simple à indice très bas (20).
- Pris en excès les glucides à IG élevé participent à la prise de poids (car notre capacité à stocker le glycogène est limitée). Les glucides à IG bas sont beaucoup moins transformés en lipides (surtout lorsqu'ils sont mélangés à des fibres).

Les glucides

- Attention : certains sucres complexes ont un indice élevé : pain blanc.
- La présence de fibres diminue l'IG (pâtes blanches / pâtes complètes) et l'absence de fibres l'augmente (jus de fruit / fruit).
- La cuisson intervient aussi dans la classification (action ++ des enzymes digestives).
- L'association des éléments entre eux joue aussi un rôle (un sucre à IG élevé absorbé en fin de repas se comporte comme un sucre lent).
- Le degré de transformation des aliments (par ex. flocons d'avoine / céréales soufflées).

Aliments	Teneur en glucides en g/100 g	Index glycémique
Sucres « rapides » : IG >70		
Glucose	100	100
Carottes cuites	14	92
Miel	77	88
Corn Flakes	61	81
Purée	22	80
Jus de pomme	15	75
Riz blanc	20	73
Pain blanc	55	72
Pomme vapeur	20	70
Sucres mi-lents mi rapides : 50<IG<70		
Sucre (saccharose)	100	65
Pain complet	50	65
Müesli	60	67
Riz complet	20	66
Banane	24	63
Spaghetti	25	51
Avoine	55	50
Sucres « lents » : IG < 50		
Pâtes complètes	25	42
Orange	12	40
Pomme	13	39
Pois chiches	20	36
Lentilles	20	29
Fructose	100	20
Germe de soja	6	15

Les lipides

- Les lipides (ou graisses) se composent d'acides gras de différentes longueurs et structures. On distingue :

- **Les acides gras saturés** (sans double liaison, solides à T° ambiante) appelés de façon simpliste « mauvaises graisses ») = **viandes, charcuterie, beurre, fromage, huile de palme, de coco, etc.**



- **Les acides gras mono-insaturés** (avec une double liaison) rôle positif sur la santé = **huiles d'olive, de colza, d'arachide, oléagineux, etc.**



- **Les acides gras poly-insaturés** qui sont des acides gras essentiels (= L'organisme ne peut les synthétiser) : les omega-3 (d'origine marine = **poissons gras**) et les omega-6 (plutôt d'origine végétale = **huile de soja, de tournesol...**).



Les lipides



- Equilibre entre Omega 3 et Omega 6 (pages 10-11) : ALA, EPA, DHA



Les lipides

ROLES DES LIPIDES

Rôle énergétique	Stockage de l'énergie sous forme de triglycérides dans les tissus adipeux 1 g = 9 kcal
Rôle structurel	Sous forme de phospholipides ils entrent dans la composition des membranes cellulaires
Rôle de précurseur	Précurseurs de molécules de régulation de fonctions physiologiques
Rôle de vecteur	Vecteurs des vitamines liposolubles : A, D, E

Les lipides

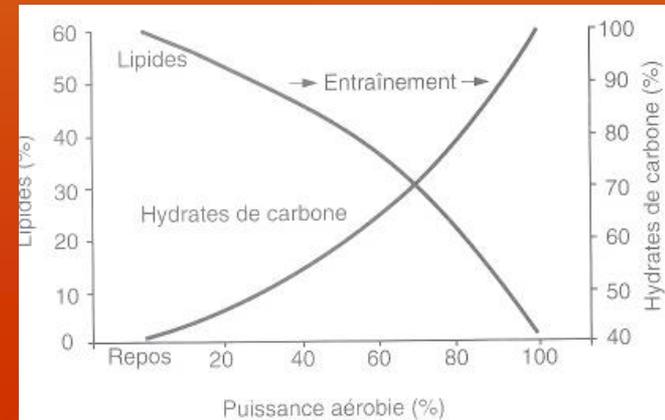
- Les acides gras essentiels (polyinsaturés) sont indispensables au bon fonctionnement de l'organisme, et notamment au fonctionnement cérébral (fabrication des neurotransmetteurs), aux réponses immunitaires et inflammatoires (précurseurs des prostaglandines), ainsi qu'à la protection du cœur.
- Il faut favoriser les oméga-3 (poissons gras, huile de colza, de lin, de noix, mâche, chou) par rapport aux oméga-6 car notre alimentation moderne est déséquilibrée au profit des oméga-6.
- Les oméga-9 (huile d'olive, huile de noisette, avocat, amande) sont aussi à favoriser (prévention du diabète et des maladies cardiovasculaires).

Les lipides

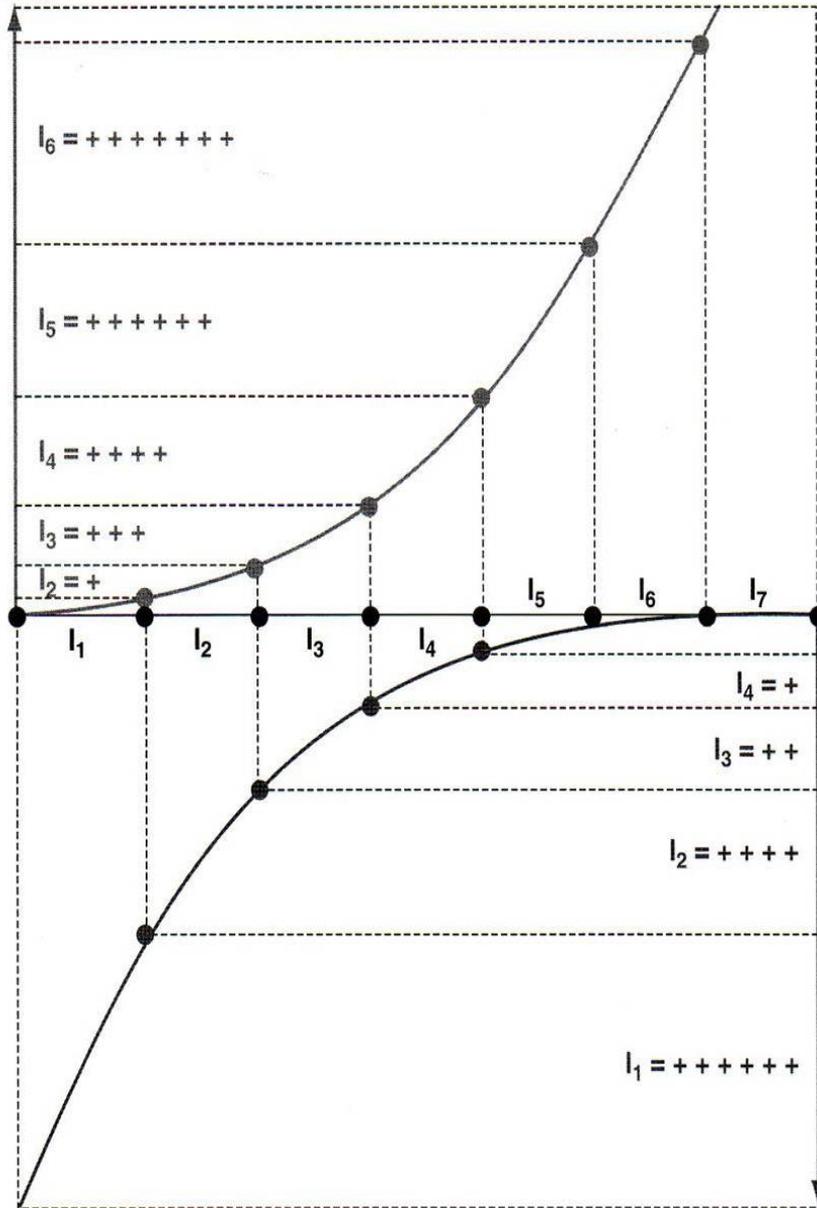
- Les lipides sont stockés dans les **adipocytes** (= cellules adipeuses). Notre adiposité minimale dépend du nombre d'adipocytes (héritage génétique).
- Chez l'adulte, l'adiposité normale est de 12 à 15% chez les hommes et de 22 à 25 % chez les femmes.
- Les sucres simples consommés en excès (surtout en présence de lipides) sont transformés en graisse (triglycérides) sous l'action de l'insuline dans les adipocytes (car le stockage sous la forme de glycogène est limité).

Les lipides

- Les lipides fournissent de l'énergie (9 kcal/g). Un kg de graisse corporelle dispose d'un potentiel de 8000 kcal.
- Les acides gras sont mobilisés à l'effort pour produire de l'énergie mais en proportion variable selon l'intensité et la durée de l'effort :
 - A intensités faibles à modérées (QR entre 0,7 et 0,8).
 - A intensité constante la lipolyse augmente avec la durée de l'exercice.
 - L'entraînement en endurance (aérobie) améliore l'utilisation des lipides à l'effort sous-maximal, pour une meilleure épargne du glycogène.



Consommation
de glycogène



Consommation de glycogène
et de lipides selon les
différentes zones d'intensité
de l'échelle d'ESIE
F. Grappe (2009).

I1 : < 75% F.C.M.

I2 : 75 à 84 % F.C.M.

I3 : 85 à 91 % F.C.M.

I4 : 92 à 95 % F.C.M.

I5 : 96 à 99 % F.C.M.

I6 : 100 % F.C.M.

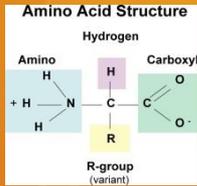
I7 : 2.5 P.M.A.

Les lipides : les « mauvaises graisses »

- **Les acides gras saturés** (produits animaux, huile de palme et de coprah) augmentent le taux de cholestérol dans le sang et les risques de maladies cardiaques.
 - Les acides gras saturés ne doivent pas être supprimés, mais se limiter à un quart des apports en lipides.
 - PS : Attention à l'huile de palme très présente dans les aliments industriels → lire la liste des ingrédients dans les produits industriels (classés par ordre décroissant de quantité).
- **Les acides gras trans** (au moins une double liaison carbone) sont plus dangereux. Ils se forment durant le processus d'hydrogénation. Ils augmentent le taux de cholestérol LDL et abaissent le taux de cholestérol HDL → aug. très imp. du risque de maladies cardiovasculaires (favorise le dépôt de plaques d'athérome dans les vaisseaux).
 - La consommation d'AGT n'est pas nécessaire et nuit à la santé.
 - Sources : margarine, pâtes à tartiner, pâtisseries et biscuits industrielles, quiches et pizzas industriels, barres de céréales, viennoiserie, biscuits d'apéritif, crèmes glacées...
 - → Lire si la liste des ingrédients comprend les termes « huile (ou graisse) hydrogénée » ou « partiellement hydrogénée ».

Les protides

- Cette famille regroupe les protéines, les peptides et les acides aminés. **Les protéines sont constitués d'un ensemble d'acides aminés disposés en chaînes.** Il existe 22 acides aminés différents qui entrent dans la composition des protéines, dont 8 sont des acides aminés essentiels (l'organisme ne peut les fabriquer, l'alimentation doit donc les apporter).



- Les sources de protéines sont essentiellement animales = viandes, poissons, fruits de mer, produits laitiers, œufs.



- Il existe aussi des sources végétales de protéines = légumineuses (lentilles, flageolets, pois chiches), soja, certaines céréales complètes (germes de blé), oléagineux (noix, amandes).

Les protides

ROLES DES PROTEINES

Rôle **structurel**

Les tissus (muscles, peau, phanères, etc.) sont constitués de protéines
→ rôle dans la croissance, le renouvellement, et la réparation des tissus.

Rôle **fonctionnel**

Enzymes, hormones, transmission de l'influx nerveux, transport de l'oxygène, défense immunitaire, etc.

Rôle **énergétique**

Les protéines peuvent aussi apporter de l'énergie, mais seulement en cas de situations « extrêmes » (effort de très longue durée, jeûne).

Les acides aminés essentiels ne peuvent être synthétisés par notre organisme et doivent être apportés par l'alimentation : isoleucine, leucine, lysine, méthionine, phénylalanine, thréonine, tryptophane, et valine.

Les protides

- Toutes les protéines ne se valent pas : la valeur biologique des protéines désigne leur richesse en acides aminés essentiels.
- C'est le blanc d'œuf (ovalbumine) qui fournit l'ensemble des acides aminés essentiels (8) aux taux les plus proches des apports recommandés.
- Viennent ensuite les chaires animales et les laitages, puis seulement les céréales (déficit en lysine), et les légumes secs (déficit en méthionine)

Teneur en protéines (en % de l'aliment)	
Chaires animales	
Thon	25
Charcuterie (sauf jambon)	23
Lapin	22
Volaille	21
Foie	20
Bœuf-veau	20
Jambon	20
Poissons (sauf thon)	18
Abats (sauf foie)	15
Œufs	
Entiers	12,8
Blanc	13
Jaune	15,8
Végétaux	
Germe de blé	29
Oléagineux	20
Germes de soja	8
Légumes secs (cuits)	8
Pain	7-8
Pâtes	2-5
Riz	2-4
Pomme de terre	2
Légumes verts	1-3
Laitages	
Fromages	16 à 40
Yaourt	4 à 8
Lait	3,5

Zoom sur les œufs

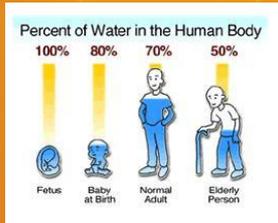
○ Les œufs sont un excellent aliment :

- Des protéines de très bonne qualité (13g / 100g) : on y retrouve les 8 acides aminés essentiels dans des proportions idéales.
- Richesse en Vitamine B12.
- Richesse en vitamine D.
- Richesse en certains minéraux et oligo-éléments (zinc, phosphore, sélénium).
- Richesse en omega-3 pour les œufs de la filière « bleu-blanc-cœur » (car alimentation des volailles riches en graines de lin, de féverole, et de pois).

Comprendre le code (sur la coquille) : Code 0 : bio
Code 1 : plein air
Code 2 : au sol
Code 3 : en cage (à bannir).

L'eau

- L'eau est le principal constituant de notre corps (60-70% du poids corporel). C'est un besoin vital quotidien.



- L'eau est impliquée dans toutes les fonctions de l'organisme et les réactions chimiques des cellules.

- Il existe des pertes quotidiennes (urines, sudation, sécrétions digestives, respiration...) voisines de 2,5 litres par jour.

- C'est pourquoi il faut boire au minimum 1,5 à 2 litres d'eau quotidiennement, le reste étant apporté par l'eau contenue dans les aliments.



L'eau

- Le sportif peut perdre beaucoup d'eau à l'effort pour « refroidir le moteur » (perte de 6 à 10 l pour une étape du Tour de France).
- Pour réguler la température corporelle la sueur est excrétée par les glandes sudoripares situées dans la peau (c'est l'évaporation de la sueur à la surface de la peau qui a un effet rafraichissant).



Le rendement physiologique est de 20 à 25 % = lorsque 25 kcal permettent de produire de l'énergie mécanique, 75% sont transformées en chaleur. Si cette chaleur n'est pas éliminée, à 42°, c'est la mort ! → rôle de la sudation.

L'eau

- Un déficit en eau peut entraîner une déshydratation aigüe ou chronique :
 - La **déshydratation aigüe** s'accompagne d'une baisse sensible de la capacité de performance (2% de perte hydrique = - 20% d'aptitude à l'effort physique) et expose à un risque de surchauffe (la sudation permet de réguler la température corporelle) pouvant aller jusqu'au coup de chaleur, voire la mort.
 - La **déshydratation chronique (ou répétée)** expose à des risques de tendinites et de calculs rénaux.



Les vitamines

- Les vitamines sont des « *substances que l'organisme ne peut pas élaborer et qu'il utilise en très petite quantité pour accomplir des fonctions spécifiques dans les cellules* » (D.Riché, 1998).
- Elles interviennent dans un grand nombre de réactions métaboliques (notamment dans le métabolisme énergétique) mais ne contiennent aucune calorie, donc ne fournissent directement aucune énergie.
- On distingue :
 - 1. Les vitamines hydrosolubles** (= solubles dans l'eau) qui ne peuvent pas être stockées dans l'organisme (excès éliminé dans les urines) = vitamines **B1, B2, B3 (PP), B5, B6, B8, B9, B12 et vitamine C.**
 - 2. Les vitamines liposolubles** (= solubles dans les lipides) qui peuvent se stocker dans le tissu adipeux = vitamines **A, D, E et K.** Leur excès peut être dangereux pour l'organisme. D et K peuvent être synthétisées.

Les vitamines

- Pour chaque vitamine il existe des **apports nutritionnels recommandés (ANC)** qui définissent des quantités minimales pour être en bonne santé.
- Néanmoins les besoins en vitamines sont différents d'une personne à une autre (morphologie, âge, sexe, activité physique...).
- En l'absence de déficit, les vitamines n'améliorent pas les performances des sportifs (aucun effet ergogénique). Les excès n'ont aucun intérêt !
- Les pertes vitaminiques sudorales, urinaires ou fécales n'augmentent pas chez le sportif. Mais chez eux les besoins en certaines vitamines peuvent être accrus en raison de l'accélération des réactions métaboliques (B1, B2, B6 et C).

Vitam	ANC	Rôles	Sources
B1		Respiration cellulaire et mécanismes de production d'énergie (cycle de Krebs)	Céréales complètes, poissons, œuf, légumineuses, levure de bière
B2		Chaîne respiratoire, mécanismes énergétiques, utilisation acides gras	Produits laitiers, viandes, poissons, œufs, abats, oléagineux, avocat
B3 (PP)		Production d'énergie par le cycle de Krebs	Foie, viande (bœuf, porc), thon, saumon, céréales complètes, amande
B5		Impliquée dans les réactions chimiques de production d'énergie	Viande, poisson, œuf, céréales, légumineuses
B6		Synthèse des protéines, mobilisation du glucose et du glycogène	Noix, poissons gras, germe de blé, levure, céréales, cacao, légumineuses
B8		Métabolisme cellulaire du glucose. Croissance cellulaire	Foie, rognon, œuf, levure, légumes secs, champignons, flore intestinale
B9		Processus de renouvellement des cellules	Légumes, foie, œuf, noix, fruits, levure, fromages, céréales complètes
B12		Synthèse des protéines, formation des globules rouges, fonctionnement du SN	Produits animaux : viande rouge, abats, œuf, poisson, crustacés
C	110 mg/j	Système immunitaire, absorption du fer, synthèse de X hormones, cicatrisation, pouvoir antioxydant	Fruits et légumes verts frais (kiwis, agrumes, cassis, acérola, fraise, chou...)
A		Acuité visuelle, expression des gènes, croissance des cellules	Foie, poissons gras, œuf, beurre, fromage, légumes, fruits
D		Antioxydant, fixation du calcium, régulation TA et santé du myocarde	Jaune d'œuf, produits laitiers, foie, poissons gras + action de la lumière
E		Antioxydant (protection de la cellule et des membranes), anti-inflammatoire	Huiles végétales, céréales complètes, beurre, oléagineux, germe de blé
K		Facteur de coagulation	Légumes : chou, brocolis, épinards, salade verte

Les minéraux et oligo-éléments

- Les minéraux et les oligo-éléments sont des substances inorganiques simples que le corps ne peut pas fabriquer, et qui sont indispensables au fonctionnement de l'organisme (mais aucune calorie).
- Ils participent notamment à la régulation de la pression artérielle, les échanges d'eau et d'ions à travers les cellules, la contraction musculaire, la propagation de l'influx nerveux, le transport de l'O₂.
- On différencie les minéraux et les oligo-éléments par leur teneur dans l'organisme :
 - **Les minéraux** sont des éléments qui représentent au moins 1/10.000 du poids corporel (0,01 %).
 - **Les oligo-éléments** sont en beaucoup plus petites quantités dans l'organisme (au plus 0,001%).
 - **Le fer** a un statut « intermédiaire » car sa concentration dans l'organisme avoisine 50 mg/kg.

Les minéraux

- Comme pour les vitamines il existe des **apports nutritionnels recommandés (ANC)** qui définissent des quantités minimales pour être en bonne santé.
- Les pertes minérales sudorales, urinaires ou fécales augmentent chez le sportif. C'est pourquoi des adaptations alimentaires sont nécessaires pour prévenir tout risque de carence.
- Mais en l'absence de déficit, les minéraux n'améliorent pas les performances des sportifs (pas d'effet ergogénique). D'autant que le surdosage en certains minéraux peut être dangereux pour l'organisme.
- Les minéraux sont : le calcium, le magnésium, le phosphore, le potassium, le sodium, et le fer.

Les minéraux

Minéraux	ANC	Rôles	Sources
Calcium (le plus abondant dans l'organisme = 1,8% du poids du corps)	950 mg (chez l'adulte)	Minéralisation du tissu osseux (→solidité), bon déroulement de la contraction musculaire : excitabilité neuromusculaire, conduction de l'influx nerveux	Produits laitiers, soja, oléagineux, légumineuses, légumes crucifères, certaines eaux minérales (mais absorption moins bonne)
Magnésium	6 mg/kg/j	Rôle dans le métabolisme énergétique, fonctionnement de la jonction neuromusculaire, équilibre nerveux	Céréales complètes, légumes secs, légumes verts (épinard), oléagineux, fruits de mer, banane, chocolat noir, certaines eaux minérales.
Phosphore	750 mg/kg/j	Processus énergétiques, composant du squelette en association avec le calcium, composant des membranes cellulaires	Viande, poisson, œuf (jaune), fromages, céréales complètes, légumes secs, oléagineux, vin
Potassium		Propagation de l'influx nerveux et contractilité des fibres musculaires, action hypotensive sur la tension artérielle (échange d'eau entre les cellules)	Levure, fruits (banane) et légumes, légumineuses (lentilles), champignon, oléagineux, chocolat, vin
Sodium	2 à 4 g/j	Echange d'eau et d'ions à travers les membranes cellulaires, retient l'eau dans l'organisme, action hypertensive	Sel de table (chlorure de sodium), présent dans presque tous les aliments + certaines eaux minérales

Les oligo-éléments

- Il existe **14 oligo-éléments** officiellement recensés : le zinc, le cuivre, le sélénium, le chrome, le manganèse, l'iode, le fluor, le molybdène, le nickel, l'arsenic, le cobalt, le vanadium et le silicium + le fer (parfois recensé parmi les minéraux).
- Il existe d'autres composés présents dans nos tissus mais qui n'exercent aucune action dans notre organisme, et qui ne sont donc pas comptabilisés comme des oligo-éléments : les contaminants de notre alimentation comme le plomb ou le cadmium.
- Suivant les doses, certains oligo-éléments sont favorables ou au contraire toxiques à notre organisme : le sélénium, l'arsenic.

Les oligo-éléments

Nous présentons ici seulement les oligo-éléments impliqués dans l'exercice musculaire

Minéraux	Rôles	Sources
Zinc	Cofacteur de nombreuses enzymes, intervient dans la respiration et division cellulaires, dans la synthèse des protéines, dans le métabolisme des lipides, glucides et protéines. Anti-infectieux antioxydant. Il renforce les défenses immunitaires	Huitres, germe de blé, viandes, foie, céréales complètes, légumineuses
Cuivre	Fabrication des globules rouges avec le fer, métabolisme des glucides et des lipides, antioxydant, entretien des os et des cartilages	Fruits de mer, foie, céréales complètes, oléagineux, pomme de terre
Chrome	Métabolisme de production d'énergie : le chrome potentialise l'action de l'insuline + métabolisme des protéines (entrée des acides aminés dans les tissus)	Jaune d'œuf, levure de bière, huiles végétales, céréales complètes, cresson
Sélénium	Antioxydant = anti radicaux libres (mais pro-oxydant en excès)	Poisson, viande, œuf, céréales complètes, levure de bière, ail, ananas
Manganèse	Cofacteur de nombreuses enzymes, métabolisme des glucides (néoglucogenèse) et des lipides, fabrication de la trame osseuse	Pain, légumes verts, banane, ananas, céréales complètes, oléagineux, thé

Le fer

- Le fer est parfois rangé parmi les minéraux, parfois parmi les oligoéléments.
- **Le fer intervient dans le transport de l'oxygène par le sang (constituant de l'hémoglobine).** Il est aussi impliqué dans le métabolisme du foie et dans la synthèse de l'ADN.
- Le fer subi des pertes accrues chez le sportif (sudorale et fécales) : pertes totales de 1,6 à 2,9 mg/j chez les hommes ; et 1,6 à 4,9 mg/j chez les femmes + pertes menstruelles (contre 1mg /jour).

Le fer

- Les déficits (carences martiales) sont fréquents chez les sportifs, notamment chez les adeptes des sports d'endurance, et surtout chez les femmes adultes non ménopausées.
- Les carences martiales peuvent conduire à une **anémie ferriprive**. Elle se manifeste par une fatigue et une baisse sensible des performances.
- Mais l'excès de fer est aussi fréquent dans la population générale (gros consommateurs de viande rouge), ce qui est également nocif à l'organisme.

Le fer

- On distingue deux sources de fer dans l'alimentation :
 1. **Le fer « héminique »** issu du monde animal viandes (rouge surtout), poissons et qui bénéficie d'une bonne disponibilité (assimilation).
 2. **Le fer « non héminique »** issu du monde végétal (légumes, fruits, céréales) et des œufs dont la biodisponibilité est relativement faible.

Principales sources alimentaires de fer

Fer héminique

(en mg / 100 g)

Boudin	20
Foie	8-10
Huitres	8
Œufs	3
Bœuf	2-4
Fruits de mer	2-4
Porc	2-3
Poisson	2
Volaille	2
Laitages	0-0,5

Principales sources alimentaires de fer

Fer non héminique

(en mg / 100 g)

Lentilles	8
Légumes secs	6-7
Germes de soja	6
Germes de blé	6
Chocolat	10
Oléagineux	3
Tofu	2
Pain complet	2
Pâtes complètes	1

Le fer

- Apports nutritionnels conseillés (ANC) selon l'ANSES 2016 :
 - **16 mg/j pour les femmes (non ménopausées)**
 - **11 mg/j pour les hommes.**
- L'absorption du fer est favorisée par :
 - La vitamine C.
 - La viande et surtout la viande rouge.
- L'absorption du fer est réduite par :
 - Les tannins du thé et du café.
 - Le son du pain complet ou des céréales.
 - L'acide phytique des pois et du soja.
 - Le zinc et le calcium.
 - Les fibres alimentaires.



Les fibres alimentaires

- Les fibres sont des constituants d'origine végétale non transformées par les enzymes de la digestion. Elles ne sont donc ni digérées, ni assimilées (= pas de valeur nutritionnelle).
- Même si elles n'apportent directement aucun nutriment, elles exercent des effets physiologiques indispensables et favorables à la santé :
 - Favorisent le transit intestinal.
 - Atténuent le pic de glycémie de nombreux nutriments.
 - Abaissent le taux de cholestérol sanguin (une partie est captée et éliminée dans les selles).
 - Abaissent l'apport calorique de la ration (une partie des lipides est piégée dans leur réseau et éliminée).
 - Elles rassasient et aident à réguler l'appétit.

Les fibres alimentaires

- Les aliments riches en fibres aident donc à lutter contre l'obésité et participent au contrôle du poids.
- Une alimentation riche en fibres alimentaires exerce aussi un effet préventif envers le cancer du colon (par limitation du contact avec les toxines).
- Certaines fibres alimentaires permettent de nourrir notre microbiote (elles sont dites « prébiotiques »).
- Notre alimentation moderne a tendance à être trop « raffinée ».
- Mais les fibres exercent aussi des effets potentiellement négatifs car elles retiennent également dans leurs mailles une partie des minéraux et oligo-éléments (calcium, zinc, cuivre, fer) + résidus dans les intestins (→ troubles digestifs à l'effort).

Les fibres alimentaires

Apports Nutritionnels Recommandé (ANR) en fibres :

- **38 grammes par jour** pour les hommes ;
- **25 grammes par jour** pour les femmes.

(notre consommation journalière moyenne est de seulement 20 g/jour)

	Teneur fibres (en g/100g d'aliment)	
C E R E A L E S	Son de blé	47,5
	Pain complet	8,5
	Flocons d'avoine complets	11,3
	Riz blanc	3,0
	Pain blanc	2,7
L E G U M I N E U S E S	Haricot blanc	25,5
	Pois chiche	15,0
	Lentille	11,7
	Petit pois	6,3
L E G U M E S	Artichaut	8,6
	Carotte	3,7
	Pomme de terre	3,5
	Chou vert	3,4
	Laitue	1,5
F R U I T S	Tomate	1,4
	Groseille	8
	Pruneau	7
	Banane	3,4
	Poire	2,4
	Fraise	2,1
	Pomme	1,4

PARTIE 2

Les bases d'une alimentation équilibrée

Les principes

- Une ration alimentaire doit être :
 - **quantitativement suffisante** pour compenser les dépenses énergétiques de l'organisme.
 - **qualitativement équilibrée** afin d'apporter dans les bonnes proportions les nutriments dont l'organisme a besoin.



Les principes

Le métabolisme de base

- Le métabolisme de base désigne les besoins énergétiques minimums dont l'organisme a besoin (besoins incompressibles pour les fonctions vitales et les oxydations cellulaires).
- Le métabolisme de base est calculé pour un individu au repos. Il est influencé par plusieurs facteurs comme le sexe, l'âge, l'activité thyroïdienne, le poids et la taille de la personne. Le métabolisme de base est moins important en avançant en âge.
- Le métabolisme basal moyen pour un homme est de **1500 calories** et de **1300 calories** par jour pour une femme.
- Estimation par l'équation de Harris & Benedict (1994):
 - **homme** : $MB = 13,707 \times \text{poids (kg)} + 492,3 \times \text{taille (m)} - 6,673 \times \text{âge (an)} + 77,607$
 - **femme** : $MB = 9,74 \times \text{poids (kg)} + 172,9 \times \text{taille (m)} - 4,737 \times \text{âge (an)} + 667,051$

<https://www.calculersonimc.fr/autres-calculs/metabolisme-de-base.html>

Les principes

- La dépense énergétique journalière (DEJ) varie en fonction du métabolisme de base, de la thermorégulation, de la digestion des aliments, et surtout de l'activité physique :
 - Environ 2400 Kcal/jour pour un homme à l'activité physique réduite (femme 1900 Kcal) = environ 30 kcal/j/kg.
 - Environ 3000 Kcal/jour si 1 heure d'activité réduite à modérée.
 - + de 5500 Kcal pour des pratiques sportives éprouvantes (jusqu'à 7000-8000 Kcal/jour pour une étape du Tour de France).

En course à pied la dépense énergétique est d'environ
1 kcal/kg/km

→ soit autour de **3000 kcal** sur un marathon pour un individu de 70 kg

Les principes

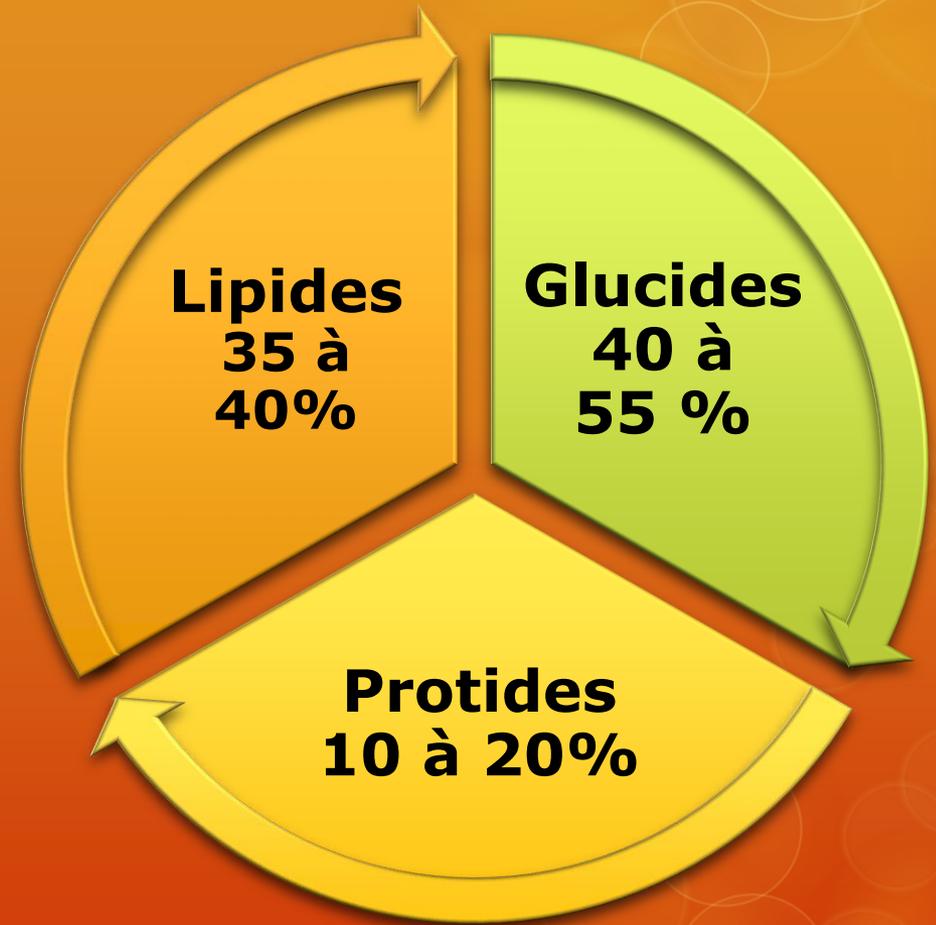
Substrats	Quantité (g)	Energie potentielle (kcal)
Glucides : 1 g de glucides → 4,1 kcal		
Glycogène hépatique	110	451
Glycogène musculaire	300	1230
Glucose sanguin	15	62
Total	375	1713
Lipides : 1 g de lipides → 9,1 kcal		
Sous cutanés	8000	72800
Intramusculaires	161	1465
Total	7961	72445
Protéines : 1 g de protéines → 4,75 kcal		

Les principes

- La dépense énergétique quotidienne est soumise à des variations interindividuelles importantes : il n'est pas possible de la prévoir exactement sur la base de la taille, de l'âge, du poids, du sexe et de l'activité physique.
- Il existe notamment des **cycles futiles** qui sont des réactions où l'organisme dilapide des calories apparemment sans raison (sous la forme de chaleur) car deux voies métaboliques opèrent de façon contradictoire
[\(https://www.denisriche.fr/2020/10/06/les-cycles-futiles-les-mal-nomm%C3%A9s/\)](https://www.denisriche.fr/2020/10/06/les-cycles-futiles-les-mal-nomm%C3%A9s/)
- C'est pourquoi la prise de poids est beaucoup plus complexe que la seule addition de l'apport énergétique des aliments.

Les principes

- Part souhaitable de la répartition des macronutriments dans l'apport énergétique (en % de l'apport énergétique nécessaire).
- Cet équilibre doit être envisagé sur une période de plusieurs jours, et pas forcément à l'échelle de chaque repas.



**Dernières
recommandations (2019)
de l'ANSES**

En pratique

- Aucun aliment n'est en lui-même interdit : les recommandations portent sur la consommation excessive de certains d'entre eux.
- Une alimentation équilibrée suppose de manger de tout en quantité modérée en puisant dans les différents groupes d'aliments :
 1. Fruits et légumes.
 2. Céréales et féculents.
 3. Légumineuses.
 4. Viande, produits de la pêche et œufs.
 5. Laites et produits laitiers.
 6. Matières grasses ajoutées.
 7. Produits sucrés.
 8. Boissons.

Nouveaux repères nutritionnels pour les adultes

1 poignée de fruits à coque sans sel ajouté



Au moins 2 fois par semaine des légumineuses

Ex : lentilles, pois chiches, haricots...
Les légumineuses peuvent être considérées comme des substituts aux volailles



Produits céréaliers complets ou peu raffinés tous les jours



2 produits laitiers par jour

1 portion = 150mL de lait, 125g de yaourt, 30g de fromage



Eau à volonté !

2 fois par semaine du poisson/fruits de mer

Limiter la consommation de viande rouge et privilégier la volaille

Se limiter à 500g de viande rouge/semaine



Limiter la consommation de charcuteries, de produits sucrés, de sodas et de sel

Se limiter à 150g de charcuterie/semaine
Privilégier le jambon blanc

Eviter les consommations excessives de matières grasses ajoutées



En quelques mots :

- diversifier son alimentation, ses modes d'approvisionnement, les origines des produits
- limiter ne veut pas dire interdire !
- éviter les grignotages
- tendre vers une alimentation durable avec des produits de saison, des circuits courts, des modes de productions respectueux de l'environnement
- le BIO peut aider à limiter l'exposition aux pesticides

Actualisation des repères nutritionnels du Programme national nutrition santé (PNNS) par l'ANSES en 2019

- Au moins 5 fruits et légumes (de préférence 3 légumes et 2 fruits) : frais, surgelés ou en conserve : → **il faut manger coloré !**
- Des légumineuses au moins 2 fois par semaine
- 1 poignée de fruit à coque sans sel ajouté
- Des produits céréaliers complets ou peu raffinés tous les jours
- 2 produits laitiers par jour
- 2 fois par semaine du poisson/fruit de mer (gras et maigre en alternance)
- Privilégier les huiles d'olive, de colza et de noix
- Privilégier la cuisine faite maison.
- Limiter la consommation de viande rouge (max 500g/semaine) et privilégier la volaille
- Limiter la consommation de charcuterie (max 150 g/semaine)
- Limiter la consommation de produits sucrés
- Limiter la consommation de sel
- Eviter la consommation excessive de matières grasses ajoutées
- Limiter la consommation de produits hypertransformés (voir classification NOVA).

Un exemple de repas

Le repas recommandé

Entrée

▶ Une salade verte avec des tomates fraîches

Plat

▶ Un filet de saumon ou une petite entrecôte (pas plus de 70 g par jour)
▶ Mélange carottes et lentilles

Dessert

▶ Fruits de saison (pomme, poire...)

Boissons

▶ Eau à volonté
▶ Un verre maximum de jus d'orange frais ou de soda par jour

Accompagnement

▶ Deux tranches de pain de seigle

Les nouvelles recommandations de 2019 : en résumé

AUGMENTER



Les fruits et les légumes



L'activité physique



Les fruits à coque



Le fait maison



Les légumes secs : lentilles, haricots, pois chiches, etc.

Les nouvelles recommandations de 2019 : en résumé

ALLER VERS →

BIO

Les aliments bio



Une consommation
de poisson gras
et maigres en alternance



Le pain complet ou aux céréales,
les pâtes et le riz complets,
la semoule complète



Les aliments de saison et
les aliments produits localement



L'huile de colza,
de noix et d'olive



Une consommation de produits laitiers
suffisante mais limitée

Les nouvelles recommandations de 2019 : en résumé

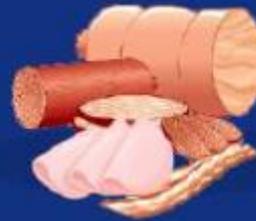
RÉDUIRE



La viande (porc, bœuf, veau, mouton, agneau, abats)



Les produits sucrés et les boissons sucrées



La charcuterie



L'alcool



Les produits avec un Nutri-Score D et E



Les produits salés



Le temps passé assis

60
millions
de consommateurs

Test : évaluez votre
consommation réelle
Poids, fatigue, diabète...
Les solutions pour
rééquilibrer son assiette

SUCRE

Comment décrocher



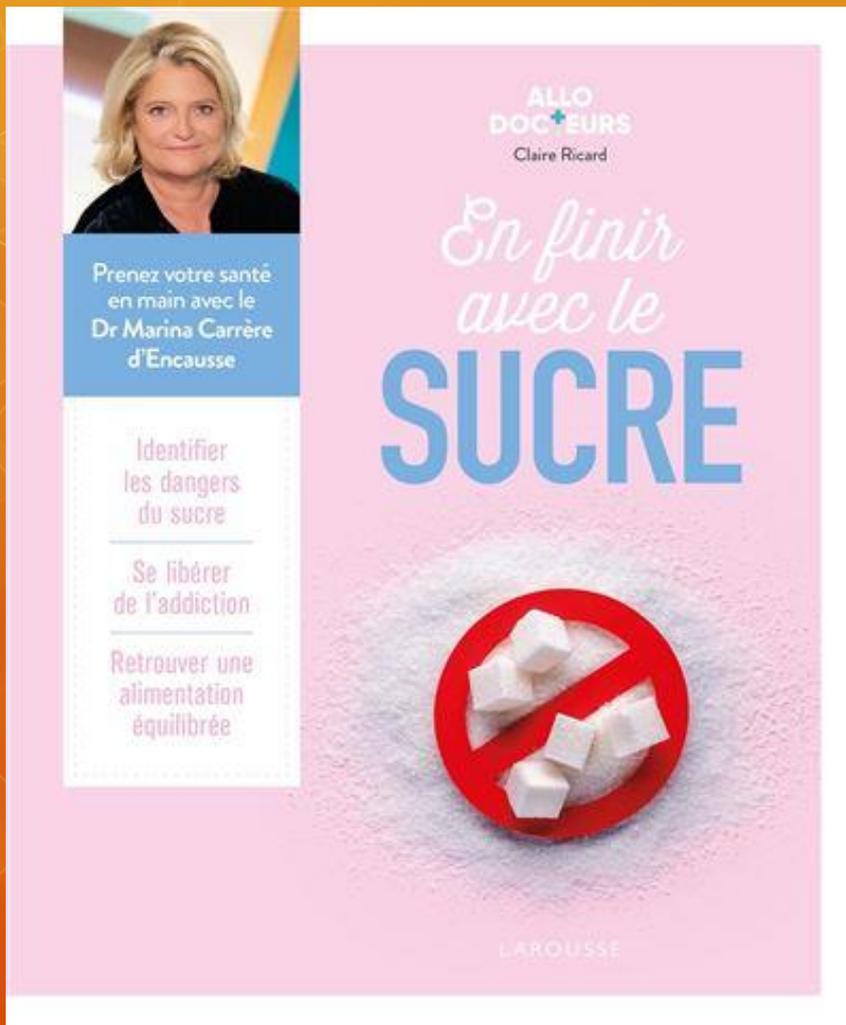
- *Quels produits choisir pour réduire la dose*
- *Sirop d'agave, sucre de coco, édulcorants... meilleurs ou pires pour la santé ?*

Nous mangeons trop de sucres !

Selon l'OMS il faudrait limiter notre apport de sucres à **10%** de la ration calorique quotidienne :

- soit environ 50g par jour (adulte ayant une activité physique normale),
- soit environ 6-7 morceaux de sucre,
- soit une cannette de soda ou 8 biscuits fourrés type Oreo.

2 ouvrages pour aller plus loin...



En pratique

1. A valeur énergétique égale, 4 prises alimentaires sont préférables à 3 : petit-déjeuner, déjeuner, goûter, dîner (mais éviter le grignotage).
2. Essayer autant que possible de se mettre à table à horaires réguliers (→ stabilité des cycles biologiques).
3. Prendre son temps pour manger (car le signal de satiété de l'estomac prend du temps pour informer le cerveau).
4. Ne surtout pas s'astreindre à ressentir une sensation chronique de faim (penser aux aliments riches en fibres pour la satiété, à ingérer de préférence en début de repas).

En pratique

5. Privilégier des modes de préparation qui préservent les propriétés nutritionnelles des aliments. Limiter en conséquence les temps de cuisson.
6. Pour chaque groupe alimentaire, il est préférable de diversifier le choix des aliments et éviter de manger toujours la même chose.
7. Limiter les produits industriels toujours trop salés, et où se trouvent souvent des sucres et des graisses « cachés » + des additifs (conservateurs, colorants...).
8. Préférer les produits de saison et si possible issus de la région de résidence (surtout pour fruits et légumes).

La densité nutritionnelle

- La densité nutritionnelle désigne le rapport entre les calories et les micronutriments bénéfiques à l'organisme qu'apporte un aliment.
- **Les aliments à haute densité nutritionnelle** sont riches en vitamines, minéraux et oligo-éléments : fruits et fruits secs, légumes, légumineuses, produits céréaliers, certains produits laitiers, les œufs, le poisson...
- **Les aliments à faible densité nutritionnelle** apportent surtout des calories ; on les appelle les « calories vides » : chips, cacahuètes, panés, friands, pizza, pain blanc, gâteaux, viennoiserie, sucreries...

La densité nutritionnelle en pratique

1. Privilégier les aliments non transformés (fruits, légumes, œufs, poisson) au détriment des plats industriels préparés ou des fast-food.
2. Favorisez les céréales complètes aux produits raffinés (pain, féculents, céréales du petit déjeuner).
3. Choisir la matière première : préférer les fruits et les légumes de saison frais et de saison + bio ? (rend possible la consommation de la peau des fruits et légumes, plus riche en éléments nutritifs).



La densité nutritionnelle en pratique

4. Structurer ses repas avec des associations alimentaires pertinentes : préférer un repas avec 1 entrée, 1 plat, 1 dessert en quantités raisonnables, plutôt qu'un seul grand plat en grande quantité.
5. Choisir un mode de cuisson à basse température qui préserve les vitamines et les minéraux : cuisson à l'étouffée, cuisson à la vapeur douce, cuisson en papillote sans aluminium (plus la cuisson est longue et à température élevée, plus les pertes en micronutriments et en enzymes sont importantes).
6. Ajouter des compléments alimentaires comme le germe de blé ou la levure de bière.

Pour faire la synthèse

A privilégier	A limiter
Poisson (2 X / semaine dont 1 poisson gras)	Viande rouge (max 70g / jour)
Fruits et légumes (5 portions / jour = 400 g hors jus de fruit)	Charcuterie (max 25g / jour)
Légumineuses	Sel
Les aliments non transformés	Aliments industriels avec graisses, sucres cachés, et additifs : viennoiseries, quiches, gâteaux industriels...
Féculents (les moins raffinés)	Sucres
Les aliments à haute valeur nutritionnelle	Les aliments à « calories « vides » = qui n'apportent que de l'énergie
Huile d'olive, de colza et de noix	Beurre (cuit), certaines margarines
Eau (1,5 – 2l / jour)	Boissons alcoolisées
Jus de fruits frais ou smoothie (mais beaucoup de sucre)	Sodas, nectar, boissons aux fruits

Pour faire la synthèse

A privilégier

Mode de cuisson à basse température

Equilibrer les prises alimentaires entre les repas

A limiter

Les fritures et les barbecues

Sauter un ou plusieurs repas

A supprimer

Les acides gras trans (graisses hydrogénées ou partiellement hydrogénées)

Certains additifs comme les nitrates de sodium (E250) et les nitrates de potassium (E252).

Les additifs

- **E100 : colorants** (surveiller notamment : E133, E150c, E150d, E171 ou dioxyde de titane).
- **E200 : conservateurs** (surveiller notamment : E202, E250 ou nitrite de sodium, E252 ou nitrate de potassium).
- **E300 : antioxydants** (surveiller notamment : E343).
- **E400 : agents de texture** (surveiller notamment : E450, E452).
- **E500 : exhausteurs de gout.**
- **E900 : édulcorants** (surveiller notamment : E950).

S'informer grâce au Nutri-Score



- Nutri-Score est un logo qui informe de façon simplifiée sur la qualité nutritionnelle d'un produit (sont concernés tous les aliments transformés).
- Il est basé sur une échelle de 5 couleurs (du vert foncé au orange foncé) associées à 5 lettres (de A à E).
- **Le score prend en compte pour 100g de produit :**
 - **la teneur en nutriments et aliments à favoriser (fibres, protéines, fruits et légumes) ;**
 - **la teneur en nutriments à limiter (énergie, acides gras saturés, sucres, sel).**
- Son application est facultative et repose sur le volontariat des entreprises de l'agroalimentaire et des distributeurs (en mai 2017, les entreprises Auchan, Fleury Michon, Intermarché et Leclerc, suivies de Danone et Mc Cain, se sont engagées à apposer ce logo sur leurs produits).

S'informer grâce au Nutri-Score

5 logos adaptés à la qualité nutritionnelle de chaque produit :



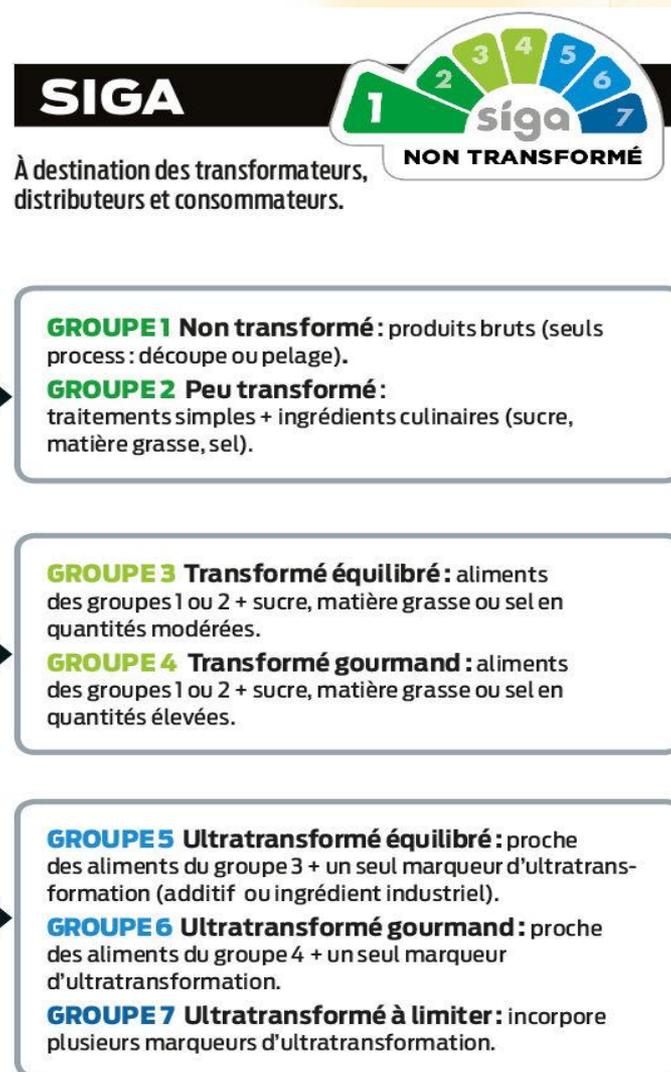
+

←—————→
Qualité nutritionnelle

-

Que vaut le NutriScore ?

S'informer grâce à NOVA



[Consommation d'aliments ultra-transformés et risque de cancer: résultats de la cohorte prospective de NutriNet-Santé](#)

[Communiqué de presse en français : Consommation d'aliments ultra-transformés et risque de cancer](#)

S'informer grâce à l'ECO-score

L'Eco-Score est un score écologique de A à E (sur le modèle du Nutri-Score) qui permet de comparer facilement l'impact des produits alimentaires sur l'environnement à partir de 15 impacts environnementaux.

Le score de référence est l'analyse de cycle de vie (ACV) des produits. Des bonus et des malus permettent d'affiner la note de chaque produit :

- Mode de production.
- Origine des ingrédients.
- Espèces menacées.
- Emballage.



Faible impact
environnemental

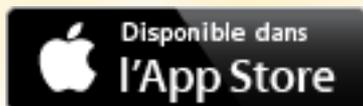


Très fort impact
environnemental

Un site utile pour s'informer sur les produit alimentaires



- Open Food Facts (association à but non lucratif) est une base de données collaborative (avec des contributeurs du monde entier), libre, et ouverte (open data) sur les produits alimentaires = faite par tout le monde, pour tout le monde, répertoriant les produits alimentaires du monde entier.
- Open Food Facts est une base de données de produits alimentaires qui répertorie les ingrédients, les allergènes, la composition nutritionnelle, le Nutri-Score, et toutes les informations présentes sur les étiquettes des aliments.
- Actuellement 761280 produits.



Une appli pour évaluer le degré de transformation des aliments industriels



UN FAISCEAU DE PREUVES GRANDISSANT EN DÉFAVEUR DES ALIMENTS ULTRA-TRANSFORMÉS.

- L'approche de Siga s'appuie notamment sur les travaux menés par de nombreuses équipes de recherches à travers le monde autour de la classification NOVA sur le sujet de l'ultra-transformation.
- Ces études épidémiologiques mettent en cause les régimes à base de produits ultra-transformés dans le développement de cancers ou de maladies chroniques (hypertension, obésité, etc.).
- A l'instar du Plan national nutrition santé (PNNS) en France, les instances gouvernementales préconisent désormais l'adoption de régimes largement végétaux et la diminution de la consommation d'aliments ultra-transformés.

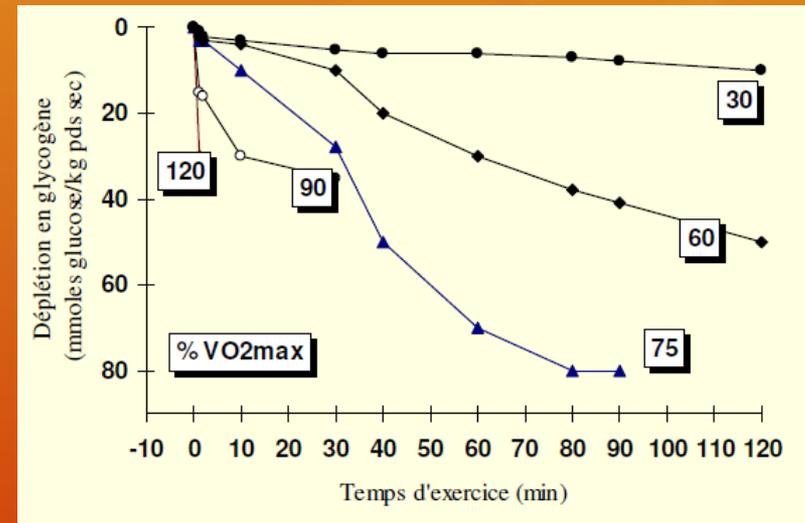
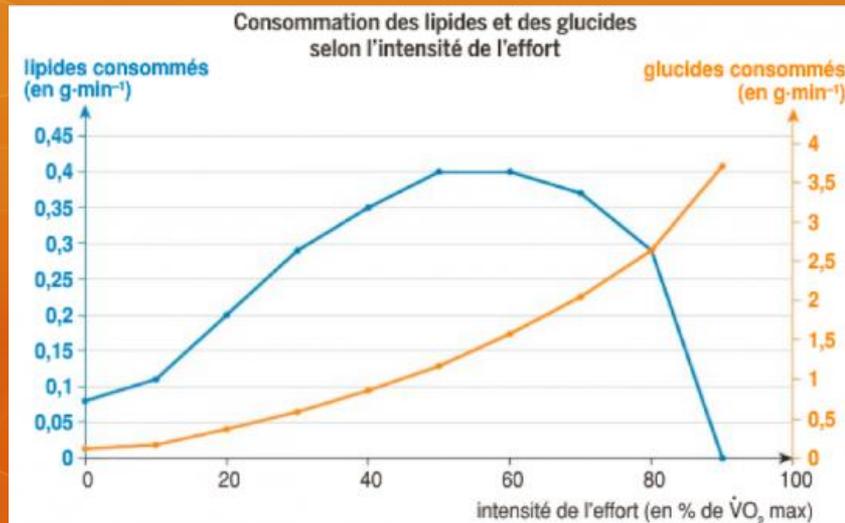


PARTIE 3

Que se passe-t-il à
l'effort physique ?

A l'effort...

1. Une dépense énergétique entraînant une déplétion des réserves en substrats énergétiques, notamment en glycogène (300g dans le muscle + 100g dans le foie), avec un risque d'hypoglycémie.

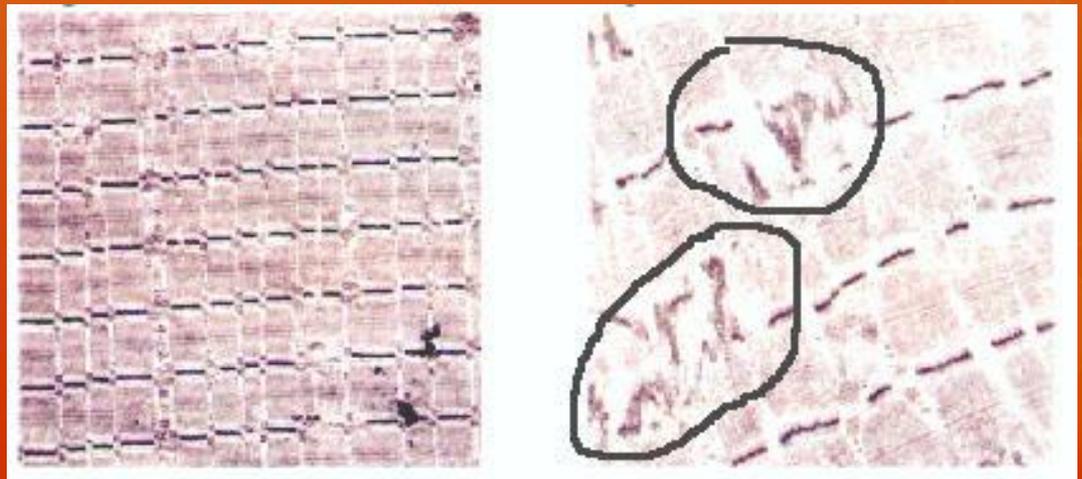


2. Cette demande en énergie entraîne parfois une dégradation + ou - importante des protéines (utilisation de certains acides aminés à l'effort).

A l'effort...

3. Des microtraumatismes musculaires dans les activités avec onde de choc (impact du pied sur le sol), surtout à la suite de contractions excentriques (course en descente) → dégradation des fibres musculaire, avec une inflammation : « *La casse occasionnée au niveau musculaire fait des marathoniens et des athlètes des sujets dont les besoins protéiques sont égaux à ceux des culturistes* » (D.Riché, 1998).

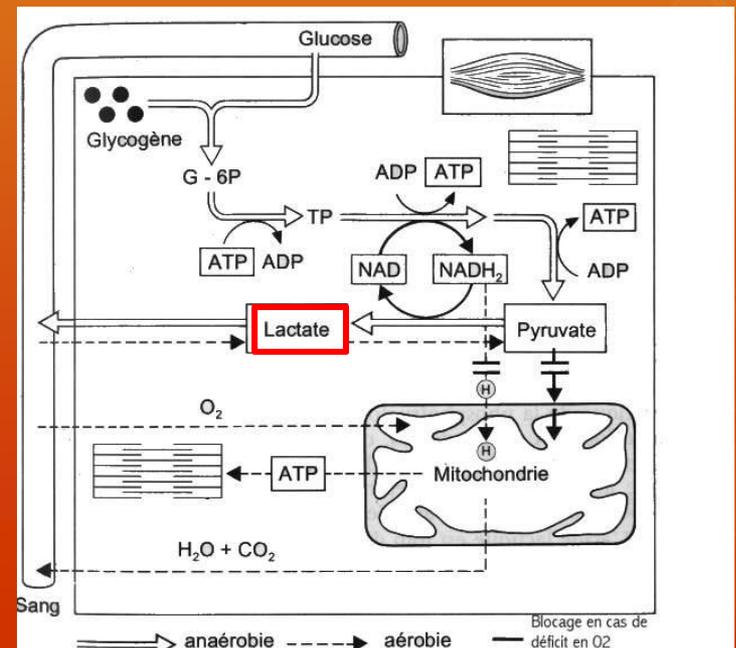
- **A gauche** tissu musculaire « normale » (photo au microscope électronique).
- **A droite** micro déchirures (cercles) à la suite d'un exercice excentrique prolongé.



A l'effort...

4. Une perturbation de l'équilibre acide-base avec une acidification + ou - importante de l'organisme (conséquence de la libération de protons H^+). Cette acidification perturbe la contraction musculaire (glissement des ponts d'actine et myosine), ainsi que l'activité des enzymes impliquées dans la fourniture d'énergie. A long terme elle peut favoriser certaines pathologies.

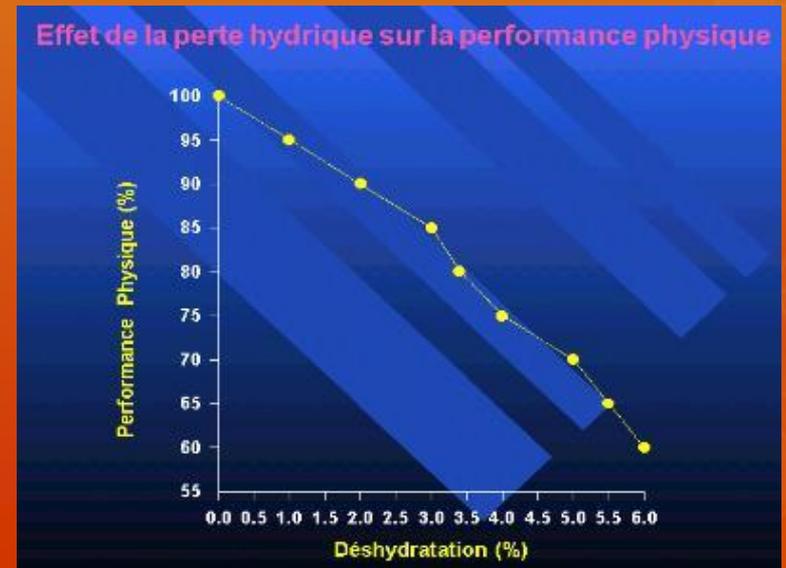
- A stade de l'acide pyruvique soit il y a suffisamment d'oxygène et il y a passage dans le cycle de Krebs et la chaîne respiratoire, soit il n'y a pas suffisamment d'oxygène et l'acide pyruvique est transformé en **acide lactique**.
- L'accumulation d'acide lactique s'accompagne d'une diminution des pH sanguin et musculaire (protons H^+).



A l'effort...

5. Un état + ou - prononcé de déshydratation selon la durée et l'intensité de l'effort, et selon les conditions climatiques (jusqu'à 2 l à 2,5 l/h en conditions extrêmes = $t^{\circ} > 30^{\circ}\text{C}$ + hygrométrie $> 75\%$). Cette déshydratation est la conséquence de la sudation qui participe au maintien de la thermorégulation de l'organisme.

- Un déficit en eau a des répercussions immédiates en diminuant la capacité de performance (- 2% du poids de corps \rightarrow - 20% d'efficacité).
- Et des répercussion différée (déshydratation chronique) en favorisant les tendinites et les calculs rénaux.



A l'effort...

6. Des pertes en micronutriments, et notamment en minéraux par la sudation + pertes en fer aussi par l'urine et les selles (notamment chez les coureurs à pieds).

La concentration en micronutriments dans la sueur varie d'un individu à l'autre, selon l'accommodation à la chaleur, la nature de l'exercice, la durée de la transpiration, et les minéraux disponibles dans l'organisme.

Composition type de la sueur

Microtriments	Concentration
Sodium	900 mg/l
Potassium	200 mg/l
Calcium	15 mg/l
Magnésium	13 mg/l
Fer	1 mg/l
Cuivre	0,5 mg/l
Zinc	0,4 mg/l
Chrome	0,05 mg/l

A l'effort... (exemple pour un marathon)

	Réserves	Utilisation	Bilan
Glycogène musculaire (membres inférieurs)	150 g	132 g	Déplétion importante
Acides gras libres	3 400 g	10 g	
Sels minéraux			
Sodium	44 g	3,7 g	Pertes mineures
Potassium	72 g	0,5 g	
Chlore	36 g	4,0 g	
Eau	Pertes 3,2 l	Apports 1,6 l	Déficit important

Marathon : Utilisation des réserves de nutriments et compensation des liquides au cours d'un marathon couru en 208 minutes (coureuse, 44 kg) (d'après *Poortmans, 1987*).

A l'effort

7. L'exercice physique s'accompagne de la production de déchets consécutifs au catabolisme des macronutriments : urée, créatinine, et surtout lors d'efforts prolongés corps cétoniques (produit de la dégradation des lipides), et ammonium (produit de la dégradation des protéines).
8. Une augmentation de la **production de radicaux libres** (molécules qui favorisent le vieillissement cellulaire).
9. Des désordres digestifs plus ou moins marqués selon la nature et la durée de l'effort.

→ **Toutes ces conséquences de l'effort physique expliquent la FATIGUE post-exercice du sportif.**



PARTIE 4

Les bases de l'alimentation du sportif

Site que je conseille pour accompagner cette quatrième partie (et au-delà tout le cours) :

○ <https://www.denisriche.fr/>

 Denis Riché

Préambule (lutter contre une idée reçue)

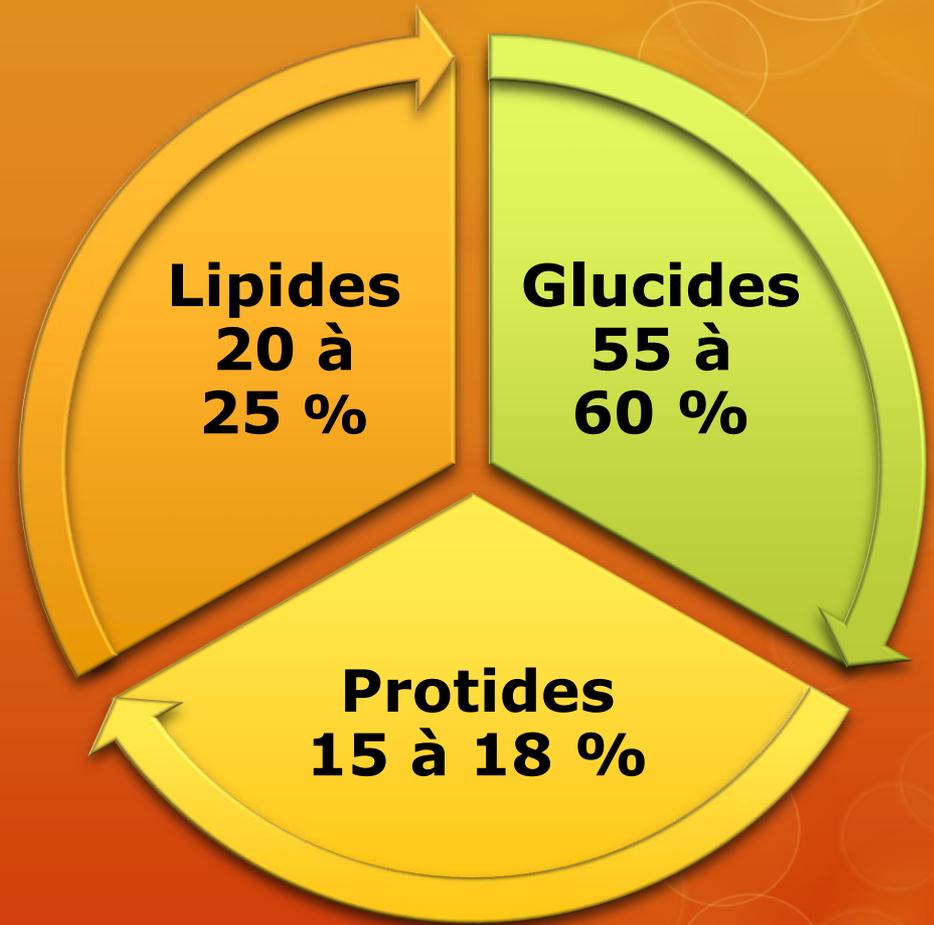
Adopter un régime alimentaire spécifique n'est pas une condition sine-qua-none à la performance. Par contre, se nourrir de façon éclairée et équilibrée l'est.

« Un mythe mérite d'être déconstruit une bonne fois pour toute : le fait qu'adopter un régime alimentaire spécifique est absolument nécessaire pour optimiser ses performances »

Denis Riché, *Sur le gril*, in VO2Run n°257, 2019.

La répartition des macronutriments

- Chez le sportif, les proportions sont modifiées en faveur des glucides et légèrement en faveur des protides.
- Cet équilibre doit être envisagé sur une période de plusieurs jours, et pas à l'échelle de chaque repas (des \neq selon proximité / éloignement de la compétition).



Les principes (D.Riché)

1. Les protéines : couvrir les besoins en acides aminés essentiels et protéines (augmentés chez le sportif, surtout dans les sports d'endurance et les sports de force : 1,2 à 2 g/kg.j selon les charges d'entraînement) avec des apports protéiques variés :

- 50% d'origine animale : volaille, viande, poisson, fruits de mer, œufs ;
- 50 % d'origine végétale : céréales complètes, légumineuses, soja.

Les principes (D.Riché)

2. Les lipides : ne pas apporter plus de 25% d'énergie sous forme de lipides, mais satisfaire les besoins en acides gras essentiels (omega-3 & omega-6).

- Privilégier les graisses d'origine végétale (notamment à proximité de la compétition).
- Préférer les yaourts pauvres en graisses aux fromages (ou les fromages blancs à 0 ou 10 %).
- Préférer la volaille, le lapin, le poisson, les fruits de mer aux autres chaires animales plus grasses, et éviter la charcuterie sauf le jambon blanc (2 à 4g / 100g).
- Consommer des poissons gras pour leur richesse en omega-3 en préférant les plus petits (pour limiter l'ingestion de polluants et notamment de métaux lourds).

○ Un aliment est dit « gras » quand sa teneur en matière grasse est supérieure à 10 g pour 100 g de produit.

Les principes (D.Riché)

2. Les lipides : ne pas apporter plus de 25% d'énergie sous forme de lipides, mais satisfaire les besoins en acides gras essentiels (omega-3 surtout).

- Eviter les sauces grasses, les fritures (max 1 fois tous les 10 jours, et jamais les 3 ou 4 jours avant une épreuve : frire idéalement avec de l'huile de coco, éventuellement de l'huile de tournesol, éviter le beurre).
- Préférer les modes de cuisson qui ne font pas ajouter de lipides : vapeur, papillotes, court-bouillon, micro-onde.
- Attention à l'huile de palme très présente dans les aliments industriels (source d'acides gras saturés).
- Attention surtout aux acides gras trans (AGT), véritables poisons pour les artères (« *matière grasse hydrogénée* » ou « *matière grasse partiellement hydrogénée* ») : la margarine moins « saine » que le beurre !

Les principes (D.Riché)

2. Les lipides : ne pas apporter plus de 25% d'énergie sous forme de lipides, mais satisfaire les besoins en acides gras essentiels (omega-3 surtout).

- Eviter les mélanges graisses - produits sucrés (crêpes au fromage, gâteaux à la pâte d'amande, desserts au chocolat, crèmes glacées, viennoiseries, la plupart des biscuits secs, les gâteaux apéritifs...) → le mélange graisses-sucres favorise les mises en réserve sous forme de graisse sous-cutanée.
- Mais surtout ne pas supprimer les graisses car elles sont indispensables au bon fonctionnement de notre organisme (il faut satisfaire aux apports recommandés en acides gras essentiels) : en consommer chaque jour, notamment en variant les types d'huile (olive, noix, colza, noisette, lin...).

Les principes (D.Riché)

3. **Les glucides**: fournir une quantité de glucides en rapport avec l'exercice physique :

- La prise régulière d'un régime enrichi en glucides complexes permet de mieux supporter les cycles d'entraînement intense en reconstituant d'un jour à l'autre les stocks de glycogène.
- Toujours adapter le volume de son assiette à la dépense d'énergie (2400 – 5000 kcal).
- Ne pas contenir trop de glucides à index élevé qui favorisent la mise en réserve dans le tissu adipeux en perturbant la glycémie, et qui abaissent la densité nutritionnelle de la ration → les réserver surtout pendant l'effort et pendant la fenêtre temporelle qui suit l'effort. Le cas échéant les ingérer plutôt en fin de repas.
- Préférer les aliments complets aux glucides trop raffinés.

Les principes (D.Riché)

4. Les micronutriments : faire face aux besoins en vitamines, minéraux et oligo-éléments (souvent accrus chez le sportif) en veillant particulièrement à la récupération post-exercice (surtout après avoir beaucoup transpiré = effort long sous la chaleur) :

- Au moins 5 portions de fruits et légumes par jour (bio si possible et le plus possible crues) + oléagineux.
- Prévoir une ration de foie par semaine pour le fer (le fer héminique, est bp mieux assimilé que celui des végétaux).
- Ne pas négliger les laitages pour le calcium (notamment les yaourts qui sont fermentés et apportent peu de graisses).
- Utiliser régulièrement des compléments alimentaires comme le germe de blé ou la levure de bière.
- Préférer les eaux minérales mais éviter celles trop riches en sodium en période « froide » (idéal=varier les eaux minérales et de source).

Les principes (D.Riché)

5. L'eau : boire proportionnellement aux pertes dues à la sudation pour éviter toute déshydratation (aigüe ou chronique) :

- Après un effort sous forte chaleur, préférer les eaux fortement minéralisées et riches en bicarbonates (*St Yorre* par ex.) pour réhydrater en reminéralisant et pour lutter contre l'acidose (= boissons alcalines).
- Ne pas abuser des boissons à pouvoir diurétique comme le café ou le thé (d'abord favoriser l'entrée de l'eau dans les cellules).

St-Yorre, une richesse minérale hors du commun :

Bicarbonates	: 4 368mg/L
Calcium	: 90 mg/L
Chlorures	: 322 mg/L*
Magnésium	: 11 mg/L
Sulfates	: 174 mg/L
Potassium	: 110 mg/L
Fluorures	: 1mg/L
Sodium	: 1708 mg/L*, soit 0,527g de sel/Litre
Minéralisation totale : 4 774 mg/l	



Les principes (D.Riché)

5. L'eau : boire proportionnellement aux pertes dues à la sudation pour éviter toute déshydratation (aigüe ou chronique) :

- Saler (raisonnablement) ses aliments car le sodium permet de fixer l'eau dans l'organisme (mais attention au sodium « caché » dans les préparations industrielles).
- Ne jamais perdre du temps dans la réhydratation : boire à l'effort, et tout de suite après l'effort.
- Mais ne pas trop boire au cours des repas (pour ne pas perturber la digestion).

Tour de France 1955 :
Louison Bobet
s'envole vers l'arrivée
au sommet du mont
Ventoux, sous une
chaleur caniculaire



Les principes (D.Riché)

6. Les fibres : concevoir une alimentation riche en fibres, mais restreindre les fibres 48 heures avant la compétition (RSR = régimes sans résidus) :

- Pour limiter les résidus présents dans les intestins lors de l'épreuve.
- Règle qui s'applique aux activités avec onde de choc : course à pied et triathlon notamment.
- Eliminer surtout les légumes et les fruits crus (sauf compotes et jus de fruits autorisés) + lait selon la tolérance individuelle.

La structuration des repas

- Rappel : 4 prises alimentaires / jour sont préférables à 3 (et a fortiori à 2).
- La structuration des repas et le contenu des rations doivent prévenir toute sensation chronique de faim.
- Equilibre des apports énergétiques :
 - **Sans collation** : 25% petit déjeuner, 50% déjeuner, 25% dîner.
 - **Avec 1 collation** : 25% petit-déjeuner, 30% déjeuner, 15% goûter, 30% dîner.
 - **Avec 2 collations (entraînement bi-quotidien)** : 25% petit déjeuner, 5% collation, 30% déjeuner, 10% collation, 30% dîner.

L'équilibre acide-base

- Lors de la digestion les aliments génèrent des résidus qui ont pour effet d'acidifier ou d'alcaliniser l'organisme → 2 catégories d'aliments = les acidifiants et les alcalinisants.

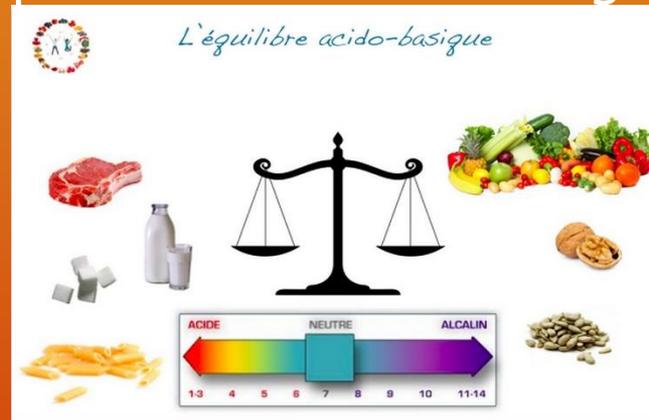


- Risque = un état d'acidose métabolique latent (AML).
 - L'état d'AML suscite dans l'organisme des mécanismes compensatoires, mobilisant des minéraux de l'os et des acides aminés des protéines musculaires, pour tamponner l'acidité et maintenir l'homéostasie.
 - L'organisme souffre des efforts fournis pour maintenir le Ph → risques accrus de tendinite, d'ostéoporose, et d'hypertension.

L'équilibre acide-base

- Les aliments sont classés selon leur **indice PRAL (Potential Renal Acid Load)** = charge acide (ou alcaline) rénale potentielle générée dans l'organisme par 100 g d'aliment, c-a-d leur effet acidifiant ou alcalifiant sur l'organisme.
- Les aliments alcalinisant contiennent des précurseurs des bicarbonates de potassium ou de magnésium.

Aliments acidifiant
= viande, fromages à pâte cuite, œufs, céréales raffinées, sucre (sodas), aliments riches en sel, café, alcool.



Aliments alcalinisant = fruits et légumes, fruits à coque, certaines eaux minérales (Quézac, St Yorre, Vichy Célestin par ex.).

Attention : le caractère acide ou basique de l'aliment n'a rien avoir avec son gout : le citron par exemple est acide en bouche mais après digestion il sera alcalinisant → les fruits et légumes sont basifiant et leur consommation quotidienne limite les risques d'avoir un terrain acide et donc le risque de tendinite et ils améliorent la récupération.

Pour les végétariens



- **Régime végétarien** = exclusion des chaires animales (parfois poisson autorisé).
- **Régime végétalien** = exclusion de tout aliment d'origine animale (œufs et laitage inclus).
- Risques :
 - Carence en certains aminés aminés (moins bonne qualité des protéines végétales).
 - Carence en fer car le fer non héminique est moins bien absorbé.
 - Carence en vitamine B12 (exclusivement contenue dans les denrées animales).

Pour les végétariens



6 conseils pour les sportifs végétariens :

1. Ne jamais concevoir de repas sans céréales ni légumes secs.
2. Pour les protéines, l'union fait la force : combiner des légumes secs avec des céréales ou du soja pour obtenir tous les acides aminés essentiels (compléter les uns par les autres).
3. Terminer les repas par un laitage (de préférence fermenté : yaourt, lait de chèvre ou de brebis).
4. Ajouter régulièrement de la levure de bière ou du germe de blé.
5. Préférer le pain complet au pain blanc (meilleure densité nutritionnelle).
6. Saupoudrez de persil ou ajouter du jus de citron les végétaux riches en fer (la vitamine C favorise l'absorption du fer).

Et le véganisme ?



Il ne s'agit pas d'une alimentation pour être performant mais une manière de considérer sa présence dans le monde = convictions éthiques.

« Même si le véganisme semble de prime abord contraire à la pratique sportive, l'athlète vegan peut, avec un suivi biologique adapté, être en très bonne santé et se révéler beaucoup plus performant qu'un athlète omnivore qui s'alimente de manière totalement déstructurée et anarchique » (VO2Run n°257).

Mais c'est beaucoup plus difficile !

PARTIE 5

L'alimentation avant,
pendant, et après
l'effort

Matériel protégé par le droit d'auteur



Collection dirigée par
Frédéric Depiesse

Xavier Bigard
Charles-Yannick Guezennec

Nutrition du sportif



3^e édition

ELSEVIER

Matériel protégé par le droit d'auteur

Ouvrage que je conseille pour accompagner cette cinquième partie :

- X.Bigard, C.-Y.Guezennec ***Nutrition du sportif***, Masson, 3^e édition, 2017.

Avant une épreuve

○ La nutrition avant une épreuve poursuit **4 objectifs principaux** :

1. Assurer la formation des réserves d'énergie optimales (= maximiser les réserves de glycogène).
2. Garantir le parfait état du tissu musculaire, et préparer à une bonne récupération.
3. Eviter tout problème digestif.
4. Prévenir les déficits minéraux et effacer toute fatigue consécutive à la préparation.

Avant une épreuve

1. Assurer la formation des réserves d'énergie optimales (glycogène).

- La proportion de glucides peut monter à 70% dans les trois jours qui précèdent une compétition.
- Valoriser les glucides complexes à IG bas ou moyen comme les pâtes, le riz, les céréales, la semoule, les légumes secs, le quinoa, le boulgour (sucres à absorption lente)...

Il existe une relation entre l'importance des réserves en glycogène et la possibilité de prolonger un effort soutenu. A une intensité proche du seuil anaérobie, les stocks de glycogène musculaire sont le principal facteur limitant la durée de l'effort.

Des recherches ont aussi montré qu'il existait une relation entre les stocks de glycogène et le débit d'utilisation, c'est à dire l'intensité lors d'efforts brefs.

→ **Disposer de stocks de glycogène élevés s'avère donc capital, même pour des efforts de courte durée.**

Avant une épreuve

1. Assurer la formation des réserves d'énergie optimales (glycogène).

Effet des régimes enrichis en glucides en préparation d'une épreuve

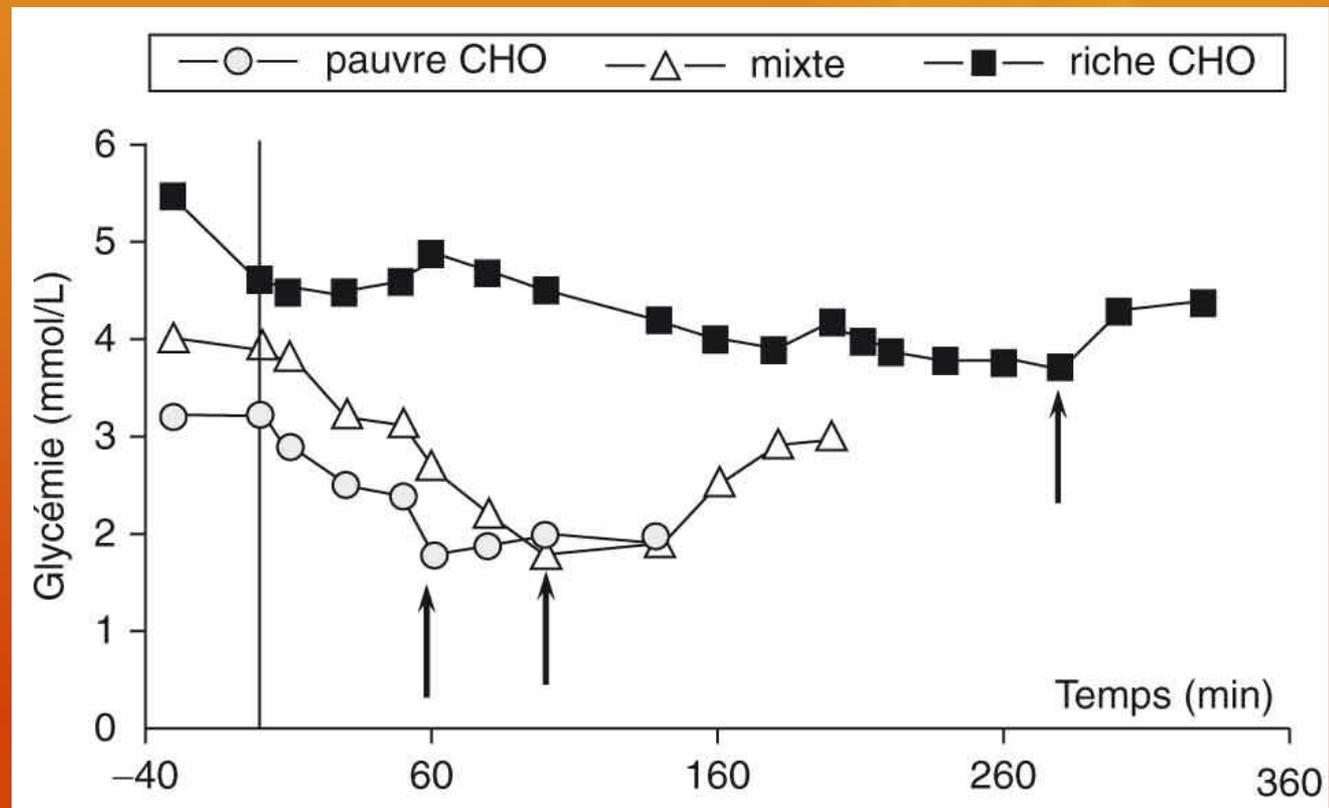
Il a été démontré que ce type de régime augmente le taux de glycogène de l'organisme, qu'il soit musculaire ou hépatique. Chez l'homme, le niveau des réserves en glycogène hépatique et musculaire dépend exclusivement des apports alimentaires en glucides. Une alimentation hyperglucidique apportant 400 à 600 g de glucides par 24 h permet d'augmenter d'environ 200 % les réserves de glycogène hépatique. Le rôle critique du niveau des réserves glycogéniques sur la performance est mis en évidence par les études de charge glucidique pendant plusieurs jours. Le temps maximal de maintien d'un exercice de longue durée est ainsi très dépendant du contenu en glucides de la ration alimentaire (figure diapo suivante) [18]. On a montré que l'augmentation de performance par la nutrition glucidique était corrélée avec celle des réserves glycogéniques musculaires et hépatiques [19].

En revanche, le niveau initial des réserves glycogéniques n'influence pas sensiblement la performance pour des efforts maximaux inférieurs à 90 min [17]. Pour de telles durées d'exercice, le taux de glycogène musculaire initial n'agit pas sur le débit de la glycogénolyse et le taux de glycogène restant dans le muscle en cours d'effort ne joue pas de rôle limitant sur la performance, dans la mesure où celui-ci n'est pas épuisé à l'issue de telles épreuves. **Pour des efforts plus longs, supérieurs à 90 min, la majorité des études confirme les résultats historiques de Bergström et de son équipe qui ont mis en évidence une amélioration de performance sous l'effet d'un régime préalablement enrichi en glucides [10].** Pour des efforts durant de 100 à 160 min, on atteint l'épuisement du glycogène musculaire et son augmentation avant l'effort, sous l'effet d'un régime hyperglucidique suivi pendant plusieurs jours, permet d'améliorer la performance [17]. L'action des régimes enrichis en hydrates de carbone sur la performance se manifeste aussi pour des efforts intermittents prolongés tels qu'ils sont observés lors de la pratique des sports collectifs. Un travail réalisé sur des joueurs de football montre qu'un régime hyperglucidique qui augmente le glycogène musculaire permet à ces joueurs d'avoir un pourcentage beaucoup plus élevé d'actions de jeu à haute intensité physique lors des 90 min d'un match [8] ; cette donnée est applicable à de nombreux sports collectifs dont la durée des matchs est suffisamment longue pour réduire les réserves endogènes de glycogène.

Avant une épreuve

1. Assurer la formation des réserves d'énergie optimales (glycogène).

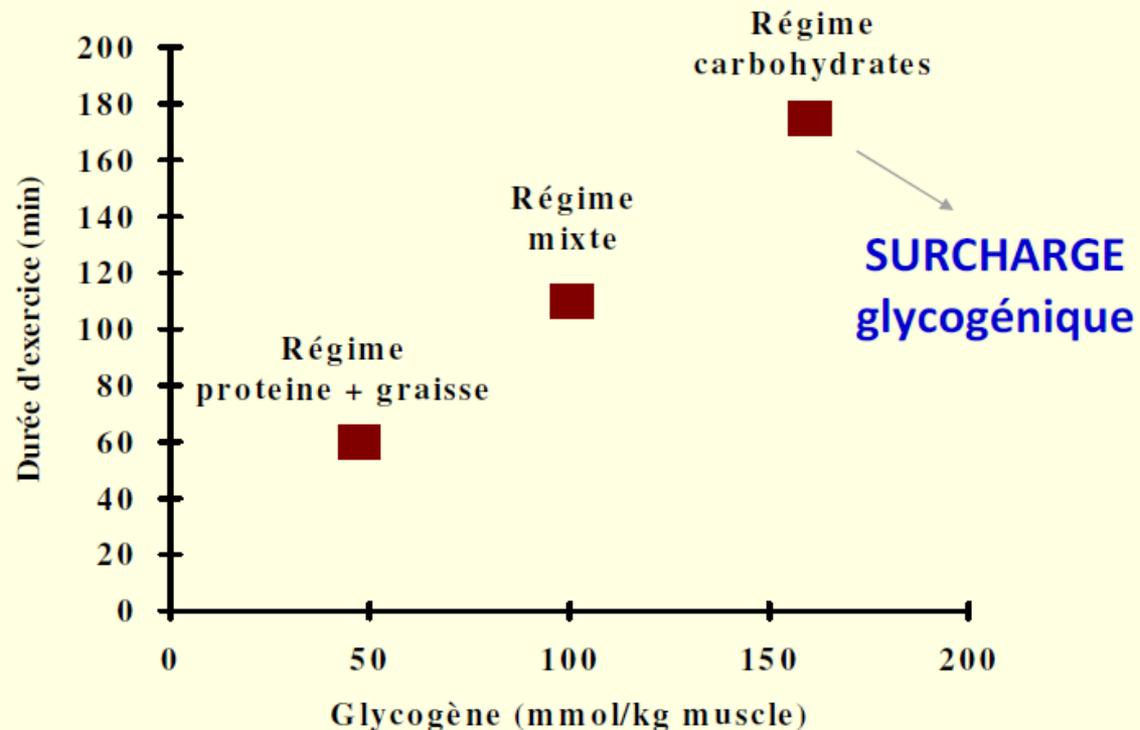
Évolution de la glycémie au cours de l'exercice à 75 % de VO₂ max, chez un sujet soumis à trois types de régimes préalables, d'après Hultman [18].
Les flèches représentent le temps de maintien de l'exercice, et montrent la relation entre l'apport alimentaire en hydrates de carbone et la performance au cours de l'exercice de longue durée.
CHO : glucides.



Avant une épreuve

1. Assurer la formation des réserves d'énergie optimales (glycogène).

Exercice à 75% de VO_2max



Avant une épreuve

1. Assurer la formation des réserves d'énergie optimales (glycogène).

- En parallèle assurer une bonne hydratation (chaque gramme de glucose nécessite 3 grammes d'eau pour être stocké sous forme de glycogène). Il est primordial de suffisamment s'hydrater lors des périodes de recharge glucidiques pour optimiser le phénomène de stockage

Avant une épreuve

2. Garantir le parfait état du tissu musculaire, et préparer à une bonne récupération.
 - Ne pas diminuer les apports de protéines (besoins en acides aminés), mais privilégier les sources peu grasses (poissons, fruits de mer, volaille, lapin, jambon blanc, légumineuses).



Avant une épreuve

3. Eviter tout problème digestif

- Opter pour les modes de cuisson qui ne font pas ajouter de lipides (vapeur, papillotes, court-bouillon, micro-onde).
- Diminuer les graisses à l'exception des huiles végétales (supprimer les aliments glucido-lipidiques) : éviter notamment les sauces grasses, les fritures (pas plus d'1 fois/10 jours, et jamais 3/4 jours avant une épreuve).
- Préférer les yaourts pauvres en graisses aux fromages (ou les fromages blancs à 0, 10 ou 20%).
- Attention aussi aux œufs à proximité de la compétition.
- Surtout pour les sports avec onde de choc supprimer les fibres à partir de la veille

Avant une épreuve

4. Prévenir les déficits minéraux et effacer toute fatigue consécutive à la préparation.

- Préférer les fruits et légumes cuits à proximité de la compétition (trop de fibres → risque de troubles digestifs). Et seulement les légumes cuits épépinés et épluchés.
- S'hydrater (eau) un peu plus (car 1 g de glycogène fixe 3ml d'eau).

Avant une épreuve (la veille)

Matin

- Muesli avec oléagineux
- Confiture ou miel ou purée d'amande ou de noisette
- Pain au levain (IG plus bas)
- Café noir ou thé vert
- 1 yaourt nature sans sucre
- 1 fruit ou 1 compote (sans sucre ajoutée)

Midi

- Salade + germe de blé
- Pâtes ou riz avec coulis de tomate bio
- Légumes verts cuits
- Poulet ou dinde
- 2 tranches de pain
- Tarte au fruit sans crème

Collation

- Muesli sans sucre ajouté
- Yaourt ou lait végétal ou œuf (pour les protéines)
- 1 fruit ou fruit sec
- 2 carrés de chocolat noir

Soir

- Potage ou crudités
- Pâtes ou riz avec emmental râpé
- 2 tranches de jambon blanc ou légumineuses
- 2/3 tranches de pain
- Compote de pomme ou salade de fruit

Erreur = se « goinfrer » la veille de la compétition !

Avant : le jour de la compétition

Trois principes :

- 1. Règle des 3 heures** = repas terminé 3 heures avant le début de la compétition (→ pas de concurrence entre la circulation sanguine pour la digestion et pour les muscles).
- 2. Repas hyperglucidique** avec glucides complexes à digestion lente, **hypolipidique** et pauvre en fibres.
- 3. Repas léger, facilement digestible.**

Avant : le jour de la compétition

Quatre formules possibles :

- 1. Substitut de repas** = préparation semi-liquide ou gâteau composé de fructose, glucides complexes et acides aminés + vitamine B1 + minéraux (2 heures avant l'effort).



Formule idéale pour efforts courts et intenses

Avant : le jour de la compétition

Trois formules possibles :

2. Formule avec 1 seule repas : type petit déjeuner « amélioré » (compétition avant 12 heures) :

- Café noir ou thé (sans lait ajouté).
- Muesli avec peu d'oléagineux ou corn flakes.
- 1 yaourt allégé ou 1 gâteau de riz ou de semoule ou pancake.
- Tartines pain + confiture ou miel.
- 1 tranche de jambon blanc.
- 1 banane ou fruit cuit ou compote.
- VIENNOISERIES INTERDITES !



Avant : le jour de la compétition

Trois formules possibles :

3. Formule avec 1 seule repas : type déjeuner (compétition avant 12 heures) :

- 1 pamplemousse sucré.
- Riz ou pâtes ou purée + huile d'olive (ou un peu de fromage râpé ou une noisette de beurre).
- Poulet ou dinde ou poisson(sans sauce) ou jambon.
- 1 yaourt ou fromage blanc 0%.
- 1 petite tarte aux pommes (sans crème pâtissière, sans frangipane).

Surtout ne pas se « goinfrer » la jour de la compétition !

Avant : le jour de la compétition

Quatre formules possibles :

4. Formule avec 2 repas : petit déjeuner + déjeuner (compétition après 14h) :

○ Petit déjeuner :

- Café ou thé (sans lait).
- Muesli avec peu d'oléagineux ou corn flakes.
- Tartines biscotte ou pain semi-complet + beurre ou purée d'amandes et/ou confiture ou miel.
- 1 banane ou 1 pomme ou 1 salade de fruits.

○ Déjeuner :

- Carottes râpées ou céleri (moins acides que tomates)
- Pâtes ou riz ou purée (portion « raisonnable »).
- Poulet ou poisson (sans sauce).
- 1 yaourt allégé.
- 1 tarte aux pommes (sans crème) ou 1 compote.

Avant : la ration d'attente

- Pour les sportifs anxieux ou stressés, une **ration d'attente** est indispensable car avant l'épreuve ceux-ci consomment un % important de leurs réserves de glycogène en activant les cycles futiles.
- Quel type de sucre apporter ? Il faut éviter les boissons riches en glucides à index glycémique élevé (highGI) susceptibles de provoquer une **hypoglycémie réactionnelle** en provoquant une sécrétion d'insuline.
- Solution : boisson légèrement sucrée avec 30-50 g/l de **fructose** en ingestion de 100 à 200 ml toutes les 30 min après le dernier repas et jusqu'à l'échauffement.
Ou avec de la **maltodextrine**.



Attention au fructose !

- Le fructose est le sucre que l'on retrouve naturellement dans les fruits.
- Il ne pose pas de problème consommé avec un fruit car il est accompagné de fibres et d'autres nutriments qui ralentissent son absorption.
- Mais consommé sous la forme de poudre (ou dans les produits industriels) le fructose est très problématique car il a tendance à s'accumuler sous la forme de triglycérides (graisses) à la périphérie du foie → syndrome du « foie gras » (stéatose hépatique).
- Donc seulement pour le sportif dans la boisson d'attente et/ou dans la boisson de l'effort (alors en association avec du glucose).

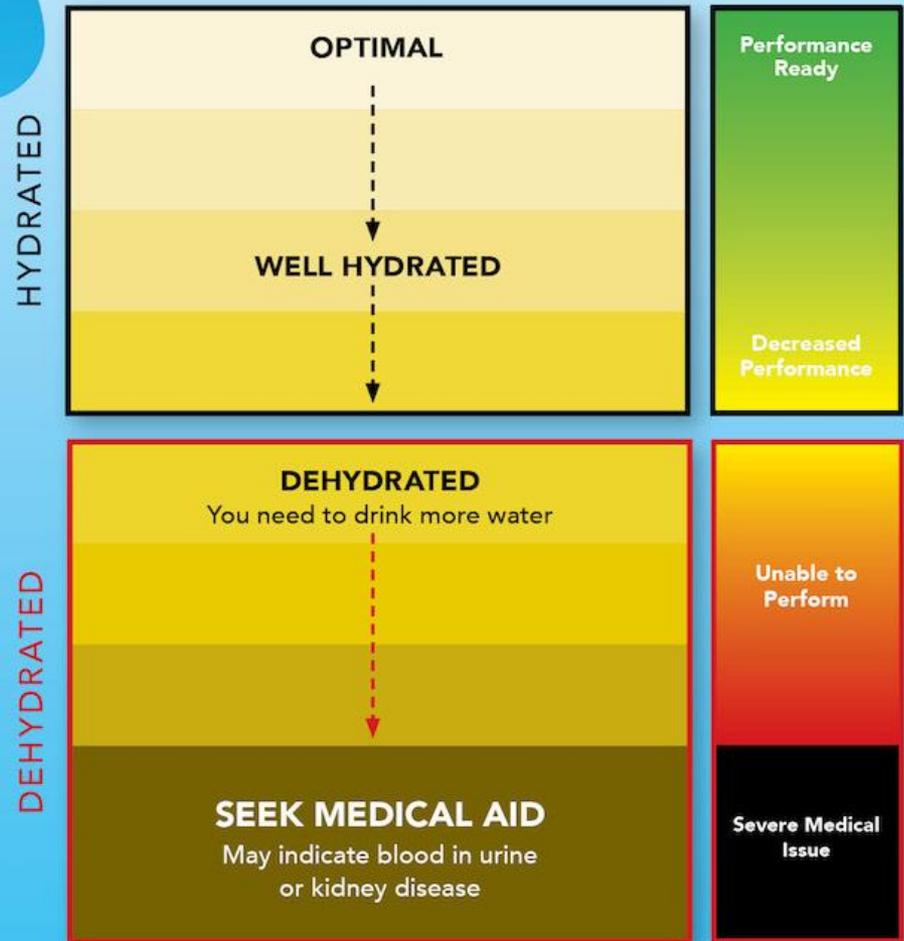
Avant : la ration d'attente

- Mais **pas d'hyperhydratation préventive.**
 - Normohydratation (boire « normalement »).
 - Contrôle de l'état d'hydratation de repas (avant l'entraînement, le matin d'une compétition...) → colorimétrie urinaire (voir diapo suivante).
 - De 3h avant la compétition et jusqu'à 15 min avant le départ :
 - Boisson à 30-50 g/L glucides à faible IG.
 - 100-200 ml toutes les 30 minutes.

Colorimétrie urinaire : contrôler son état d'hydratation



Are you hydrated?
Take the urine color test



This color chart is not for clinical use.
Some vitamins and supplements might cause a darkening of the urine unrelated to dehydration.

Pendant une épreuve

○ La nutrition pendant une épreuve poursuit **3 objectifs principaux** :

1. **Hydrater** pour prévenir ou ralentir la déshydratation
2. **Prévenir l'hypoglycémie** et retarder la déplétion du glycogène.
3. **Prévenir l'hyponatrémie.**

L'ensemble sans occasionner de troubles digestifs ce qui suppose une absorption facile.



Pendant une épreuve

1. Hydrater pour prévenir la déshydratation

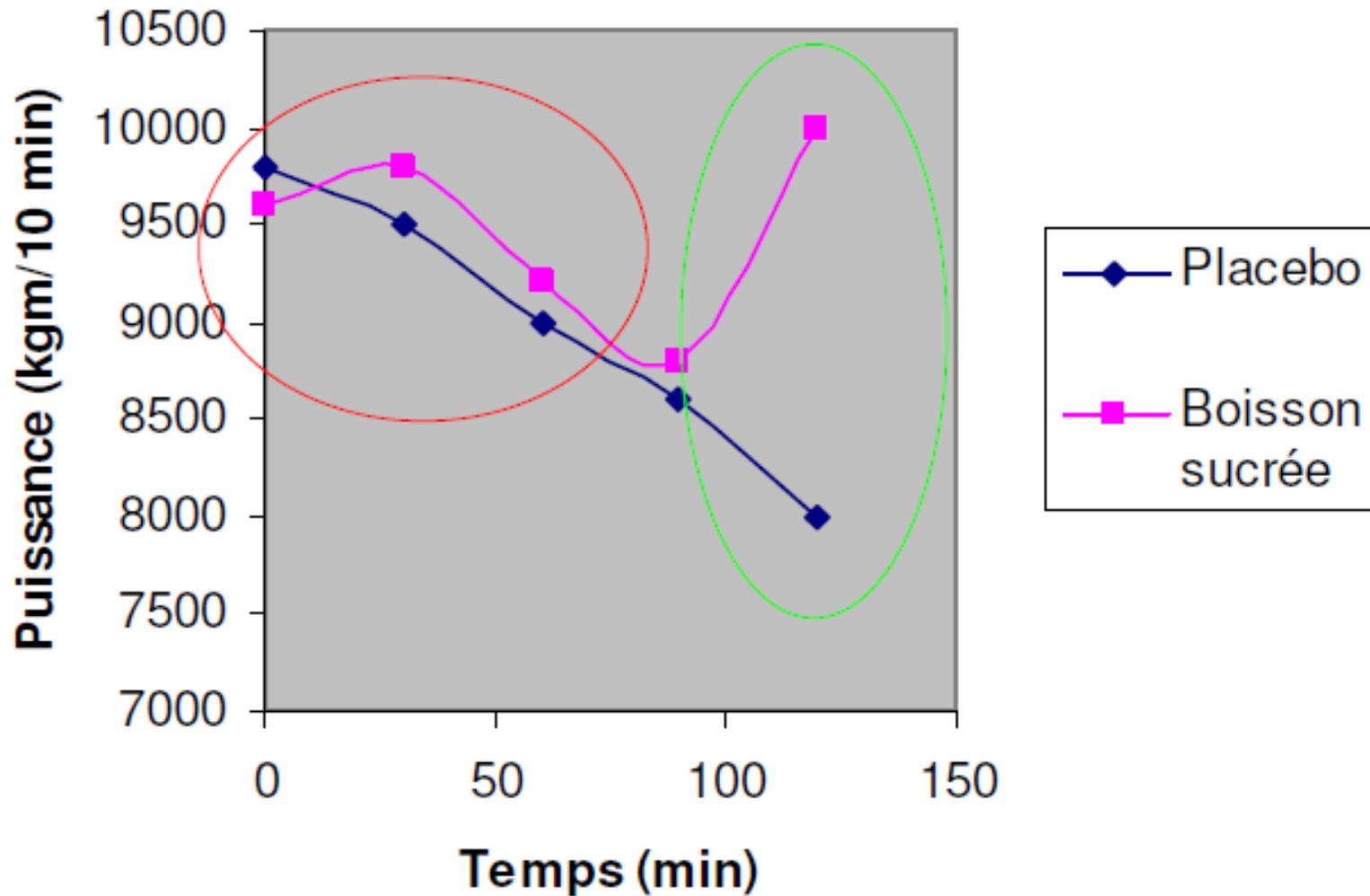
- Le sportif en cours d'épreuve est très mal renseigné sur ses besoins en eau. Lorsqu'il éprouve une sensation de soif, c'est déjà trop tard → état de déshydratation + ou - important.
- Donc hydratation indispensable dès lors que l'effort dépasse 30 minutes.
- L'eau sucrée (solution hypo- ou isotonique) est plus rapidement assimilée au niveau intestinal que l'eau pure (environ 40 à 60 g/l).
- L'hydratation à l'effort doit s'effectuer dès le début de l'exercice, puis à intervalles réguliers par petites gorgées (l'estomac ne peut ingérer en une fois un volume supérieur à 1 litre, ce qui invite aux prises fractionnées : 100 à 200 ml toutes les 15 min.).
- Température optimale entre 10 et 15° C.

Pendant une épreuve

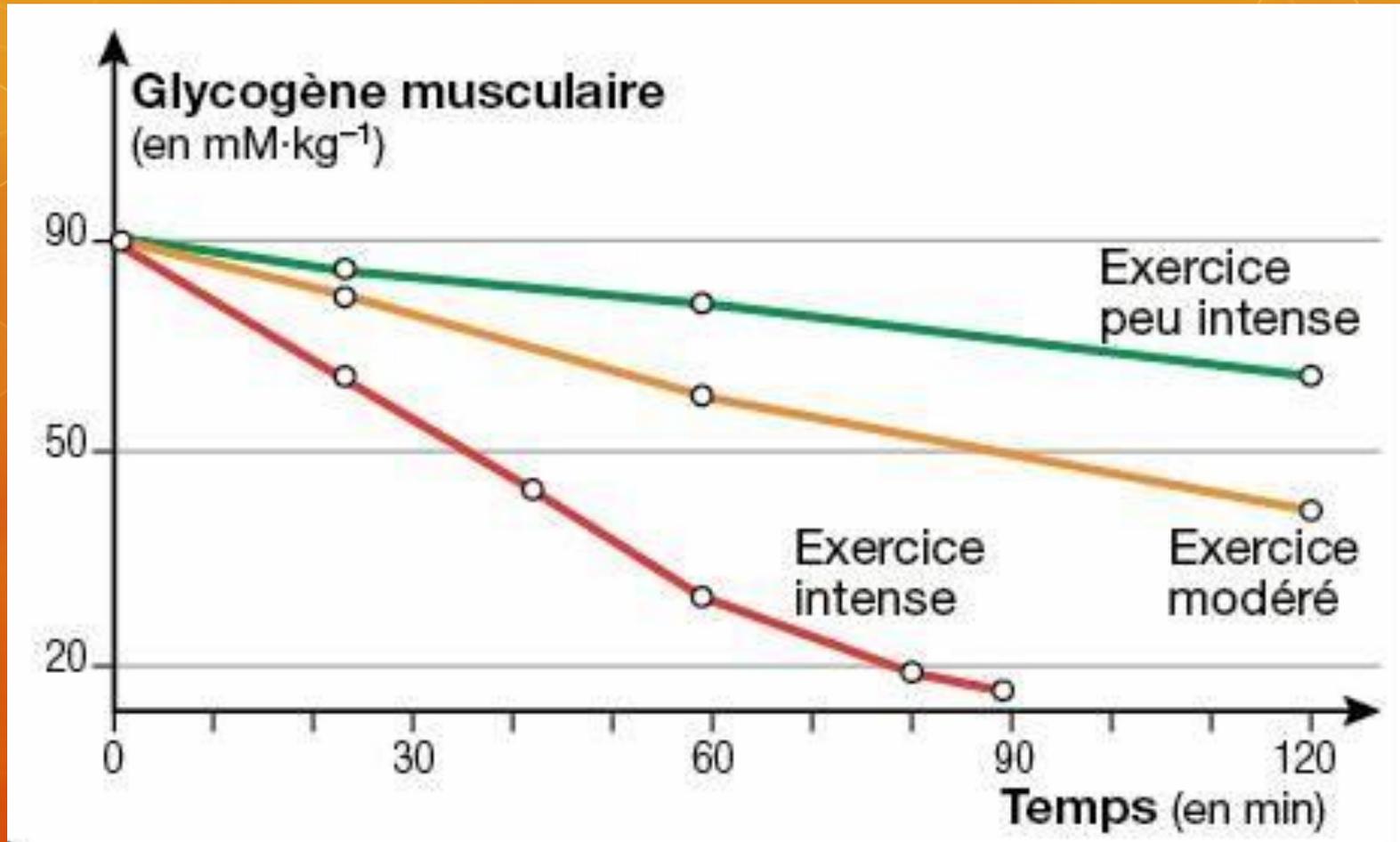
2. Prévenir l'hypoglycémie et retarder la déplétion du glycogène

- L'alimentation à l'effort doit apporter des glucides afin de constituer un carburant d'appoint et préserver les stocks de glycogène le plus longtemps possible (exercice dépassant 60/90 minutes d'effort continu ou intermittent).
- Surtout sous une forme liquide (boisson) ou semi-liquides (gel) : pas nécessaire d'ingérer des aliments solides pour des épreuves qui ne dépassent pas 2h30 d'effort.
- Boisson idéale à base de polymères de glucose = maltodextrine (mélange de glucides à base de blé ou de maïs) → présente dans toutes les boissons de l'effort (avantage = bien assimilée + goût peu sucré).
- Dosage de la concentration en sucres pour que la boisson soit isotonique et bien absorbée (autour de 50g/l). Mais adaptation selon la température ambiante : la boisson devient hypotonique en conditions de forte chaleur pour privilégier la compensation des pertes hydriques.
- Un principe = tester la boisson de l'effort avant à l'entraînement (notion de gut training).

Pendant une épreuve



Pendant une épreuve : s'alimenter selon la durée de l'effort



→ l'apport de glucides n'a de sens qu'en situation de déplétion glycogénique = au-delà de 60-90 min d'exercice.

Pendant une épreuve : le « gut training » pour réduire les troubles digestifs à l'effort

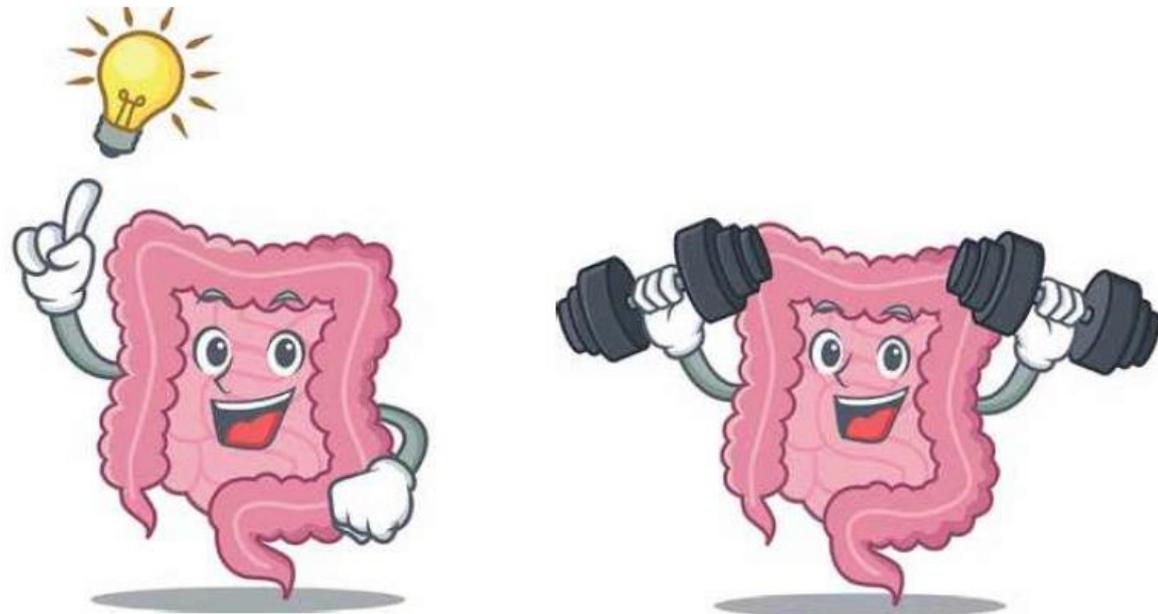
https://lesdieteticiens.be/wp-content/uploads/2021/04/2019.01_02_Le-gut-training-ou-comment-reduire-les-troubles-digestifs-a-l-effort.pdf

Le «gut training»

ou comment réduire les troubles digestifs à l'effort?

Si les sportifs d'endurance s'entraînent, c'est pour s'améliorer sur le plan locomoteur, cardiopulmonaire... et psychologique. Cependant, peu d'athlètes entraînent spécifiquement leur tube digestif à l'effort. Or, le jour de la course, c'est bien souvent ce dernier qui permet la victoire ou fait place à la défaite.

Serge Pieters, Diététicien agréé, Diplôme d'Université en Nutrition du Sportif A.F. Creff (Paris), Conventionné par l'ADEPS pour le suivi des sportifs de haut niveau. Responsable du Groupe des Diététiciens du Sport de l'UPDLF. Contact: pieters.diet@gmail.com



Pendant une épreuve : le « gut training » pour réduire les troubles digestifs à l'effort

https://lesdieteticiens.be/wp-content/uploads/2021/04/2019.01_02_Le-gut-training-ou-comment-reduire-les-troubles-digestifs-a-l-effort.pdf

Les recommandations :

Contrôle de la glycémie à l'effort



Pendant une épreuve

3. Prévenir l'hyponatrémie

- L'hyponatrémie est la chute du taux sanguin de sodium (la natrémie réglant la pression sanguine, des malaises, vertiges, éventuellement des pertes de connaissances et œdèmes peuvent en résulter) → diminution très marquée de la capacité de performance du sportif.
- En cas d'effort de plus de deux heures, il faut choisir une boisson contenant au moins 250mg de sodium (NaCl) par litre (soit environ 600 mg de sel de table).
- Les pastilles de sel ne peuvent s'y substituer (car leur arrivée dans le tube digestif crée un stress osmotique important susceptible d'accroître la déshydratation + diarrhée) → préférer le sel "soluble".

Pendant une épreuve : en pratique

L'alimentation pendant l'effort doit répondre à cinq principales caractéristiques :

1. **Surtout liquide** : pour le confort digestif (surtout dans les activités avec onde de choc) et pour réhydrater.
2. **Sucrée** : pour éviter l'hypoglycémie et retarder l'usure du glycogène (de plus le sucre favorise l'absorption intestinale de l'eau).
3. **Très légèrement salée** : pour compenser les pertes en sodium et favoriser l'absorption de l'eau (not. dans le cas d'efforts longs (> à 2h00) sous une ambiance chaude).
4. **Isotonique (froid) ou hypotonique (chaud)** : la concentration en sucre doit être inversement proportionnelle à la température ambiante (+ diluée quand on boit beaucoup sous forte chaleur, - diluée afin de privilégier l'aspect énergétique sous ambiance froide).
5. **Boire avant d'avoir soif** : dès le début de l'exercice, puis à intervalles réguliers par petites gorgées (l'estomac ne peut ingérer en une fois un volume > à 1 litre, ce qui invite aux prises fractionnées : 100 à 200 ml / 15 min.).

Pendant une épreuve : s'alimenter selon la durée de l'effort

- **Exercice à partir de 30 minutes** : une alimentation liquide sucrée (= enrichie en glucides) est nécessaire
- **Exercice ne dépassant pas 2h30** : une alimentation liquide isotonique, sucrée et très légèrement salée doit suffire. Ingérer entre 500ml et 1 l par heure selon les conditions extérieures.
- **Exercice dépassant 2h30** : consommer en plus une alimentation semi-liquide sous forme de gels, compotes à boire, pâtes de fruits. À associer plutôt avec de l'eau pure pour éviter l'hypertonie de la ration (→ ralentissement de la vidange gastrique, ralentissement du transit → nausée, déshydratation).
- **Exercice de plus de 3h30** : consommer en plus des aliments solides : barres de céréales, fruits secs, gâteaux énergétiques, pain d'épices, gâteaux de riz, cakes salés, bananes. Dès le début de la compétition par petites quantités car leur digestion est plus longue que les préparations liquides ou semi-liquides.

Importance de l'apport en glucides pendant l'effort, même à l'entraînement

Au-delà de leur rôle énergétique (ralentissement de la déplétion en glycogène), l'apport de glucides pendant l'exercice préserve un certain nombre de fonctions (D.Riché, 2011) :

- Préservation de l'immunité.
- Réduction du stress oxydatif.
- Prévention de l'inflammation.
- Diminution de l'hyperméabilité intestinale.
- Le glucose amené en cours d'activité agit sur l'expression de certains gènes (Interleukine-6 pro-inflammatoire qui se libère lorsque le glucose manque dans la cellule).
- Prévention d'un déficit en co-enzyme Q-10 (antioxydant et acteur de la chaîne respiratoire = utilisation de l'oxygène au niveau du muscle = intervention dans la vitesse du métabolisme aérobie).
- Réduction de l'utilisation des acides aminés à l'effort = protection vis-à-vis du catabolisme protéique.

Mais attention car le capital insulinique n'est pas infini (risque de diabète) : donc l'apport de glucides doit être privilégié au bon moment = **pendant et après l'effort (fenêtre métabolique)**

Pour en savoir plus, conférence de Denis Riché (2011) : [\[Vidéo\] Evolution de la nutrition du sportif | UPTv - La WebTV de l'Université de Poitiers \(univ-poitiers.fr\)](#)

Pendant une épreuve : et les protéines ?

- Les acides aminés ramifiés (BCAA) sont inutiles à l'effort (beaucoup de marketing !) et peuvent être néfastes (études : ils s'accompagnent d'une production accrue de déchets).
- Mais ils sont très importants en phase de récupération (fenêtre temporelle de 3 heures) durant laquelle plus généralement il faut apporter des protéines dans la ration (lentes + rapides).
- L'apport de BCAA peut éventuellement s'envisager dans la cadre d'efforts de très longue durée de type « ultra ».

Pour aller plus loin sur la composition de la boisson de l'effort : <https://www.nicolas-aubineau.com/boisson-energetique>

Pendant une épreuve : le cas des exercices très prolongés (> 5 heures)

En cas de besoin massif (exercice très prolongé), la disponibilité est affectée par le débit d'absorption intestinale : débit max de 1 à 1,2 g/min, soit 60-70 g/heure.

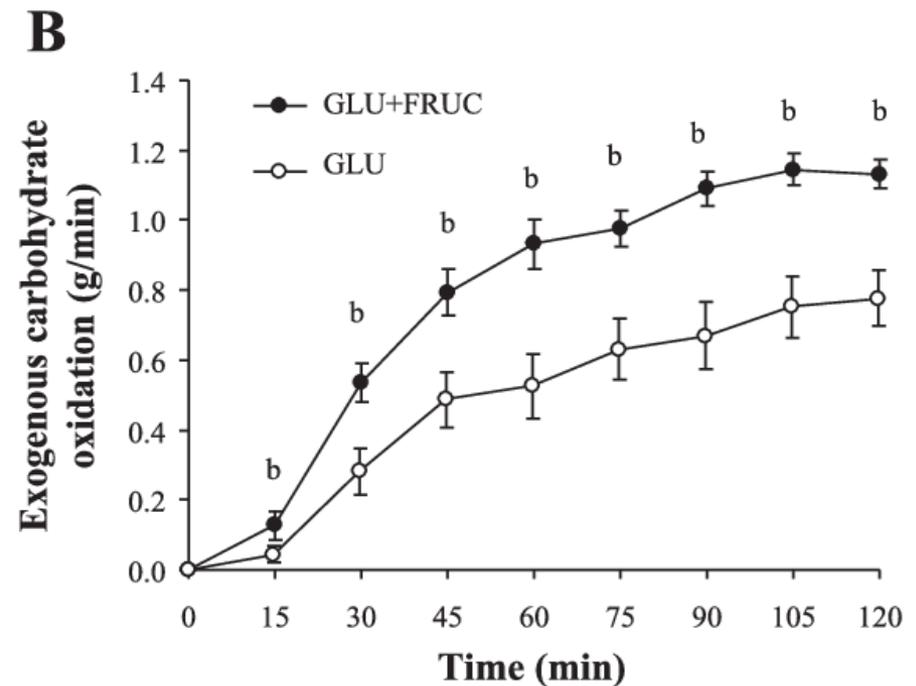
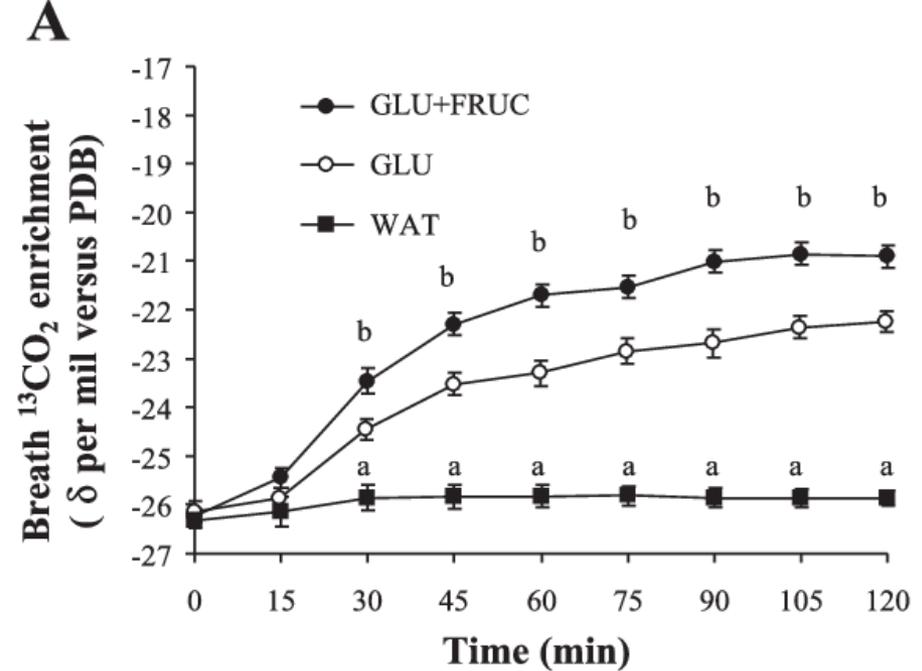
Glucides absorbés par des transporteurs intestinaux :

- Glucose absorbé par SGLT1 (sodium-dépendant), avec débit max de 1 à 1,2 g/min.
- Fructose absorbé par Glut-5, transporteur non sodium-dépendant.

→ Intérêt potentiel de l'apport de différents types de glucides, utilisant différents transporteurs intestinaux.

Pendant une épreuve :
le cas des exercices
très prolongés (> 5 h)

Intérêt de la
combinaison
glucose + fructose
(2:1 ou 3:1) par
rapport à glucose
seul ou eau seul.



1. Breath $^{13}\text{CO}_2$ enrichment (A) and exogenous carbohydrate (C)

Pendant une épreuve



Ingrédients : Maltodextrine*, arôme naturel framboise, fructose, jus de cassis en poudre*, extrait sec d'Acérola (Malpighia punicifolia L.)*, sel, vitamine B1. * issu de l'agriculture biologique.



Ingrédients : Ingrédients: dextrose*, sirop de glucose déshydraté*, arôme naturel de citron* 1%, poudre de jus d'acérola* (jus concentré d'acérola* (extrait sec 50%), maltodextrine*, sel, vitamine B1 (thiamine).

Pendant une épreuve



Ingrédients : Ingrédients: dextrose*, sirop de glucose déshydraté*, arôme naturel de citron* 1%, poudre de jus d'acérola* (jus concentré d'acérola* (extrait sec 50%), maltodextrine*), sel, vitamine B1 (thiamine).

Analyse nutritionnelle	Pour 100 g *
Energie kcal/kJ	380 kcal / 1615 kJ
Matières grasses	< 1 g
dont acides gras saturés	< 1 g
Glucides	95 g
dont sucres	56 g
Protéines	< 1 g
Sel	0,15 g
Sodium	60 mg
Vitamine B1 (thiamine)	0,6 mg (55%**)
Vitamine C	39 mg (49%**)
* = selon arôme	
** VNR = valeurs nutritionnelles de référence	

Pour un comparatif intéressant des boissons de l'effort (2023) :
<https://www.nicolas-aubineau.com/boisson-energetique-comparatif/>

Pendant une épreuve : une solution « économique »

- Fructose (IG faible) sauf si le sirop en contient déjà
- + sirop (IG élevé)
- + pincée de sel (effort long sous chaleur)



Inconvénients de cette solution « maison » : les ingrédients sont dosés de façon approximative + pas de vitamine B1.

Pendant une épreuve : les boissons énergisantes



- Le RedBull et les autres boissons énergisantes ne sont pas des boissons de l'effort. **Elles ne sont pas adaptées aux besoins du sportif.**
- « *En ce qui concerne la pratique sportive, les boissons dites énergisantes n'ont **aucun intérêt nutritionnel** en situation d'exercice (contrairement aux boissons de l'effort aussi appelées boissons énergétiques). Elles majorent les pertes en eau et en sels minéraux et augmentent le risque d'accident à la chaleur* »
<https://www.anses.fr/fr/content/boissons-%C3%A9nergisantes-quels-effets-sur-la-sant%C3%A9#:~:text=En%20ce%20qui%20concerne%20la,d'accident%20%C3%A0%20la%20chaleur>
- Il ne faut pas confondre les boissons énergisantes avec les boissons de l'effort qui sont exactement des « boissons diététiques d'apport glucidique » spécifiquement formulées pour répondre aux besoins nutritionnels dans le cadre d'une activité sportive intense : **un ratio spécifique de glucides, de la vitamine B1, et du sodium.**

Après une épreuve

○ La ration de récupération poursuit **5 objectifs principaux** :

1. La **réhydratation** et la **reminéralisation** de l'organisme (c'est l'objectif prioritaire).
2. La **reconstitution des stocks de glycogène** hépatique et musculaire (fenêtre métabolique = avidité accrue de l'organisme pour les sucres dans les 5 heures qui suivent l'effort).
3. La **réparation du tissu musculaire**.
4. Le **drainage des déchets** et la **neutralisation des radicaux libres**.
5. Le **rétablissement des valeurs normales de pH** (annulation de l'acidité post-effort).

L'alimentation après l'effort n'est pas toujours facile car la sécrétion d'adrénaline peut bloquer la sensation de faim

Après une épreuve

- **8 principes** pour mieux récupérer grâce à son alimentation :
- 1. S'alimenter (par petites gorgées) dans la ½ h qui suit la fin de l'effort afin de ne pas perdre de temps dans la restauration de l'homéostasie et éviter de surcharger le repas du soir.
- 2. Les boissons sont différenciées selon le moment de leur ingestion :
 - boissons gazeuses bicarbonatées et minéralisées (St Yorre par ex.) après l'effort pour réhydrater rapidement et tamponner une partie de l'acide accumulée dans les tissus. Ou encore des jus de fruit 100% pur jus type jus de raisin (pas de soda)
 - boissons à effet diurétique plus tard, après la phase de réhydratation (après le repas du soir), stimuler l'élimination urinaire des déchets et détoxiquer l'organisme (infusion, voire bière).

Après une épreuve

○ **8 principes** pour mieux récupérer grâce à son alimentation :

3. Ingérer des aliments sucrés liquides et solides (rapides = à IG élevé) dès que possible après l'effort (barres de céréales, gâteaux, fruits ou fruits secs...) pour reconstituer les stocks de glycogène.

4. Prévoir une portion de sucre à index bas lors du repas suivant (pâtes, riz, semoule, légumes secs...).

5. Apporter des acides aminés nécessaires à la réparation du tissu musculaire endommagé par l'effort physique : prévoir une portion de protéines pour le repas suivant :

- préférer les sources de protéines alcalines : légumes secs, soja, pâtes ou riz complet ;

- éviter notamment les viandes rouges en raison de leur caractère acide et des déchets produits.

- Une complémentation bien choisie en acides aminés ramifiés est possible (BCAA : leucine, isoleucine, valine).

Après une épreuve

- **8 principes** pour mieux récupérer grâce à son alimentation :
- 6. Prévoir dès la fin de l'effort fruits ou fruits secs (notamment en raison de leur richesse en potassium), puis crudités ou légumes ou potage et laitages au cours du repas du soir pour compenser les pertes minérales.
- 7. Saler un peu plus ses aliments en cas de transpiration abondante (sauf les plats industriels en général déjà surdosés).
- 8. Ajouter des compléments nutritionnels riches en vitamines et minéraux comme la levure de bière et le germe de blé.

Après une épreuve : zoom sur une boisson alcaline



St-Yorre, une richesse minérale hors du commun :

Bicarbonates : 4 368mg/L

Calcium : 90 mg/L

Chlorures : 322 mg/L*

Magnésium : 11 mg/L

Sulfates : 174 mg/L

Potassium : 110 mg/L

Fluorures : 1mg/L

Sodium : 1708 mg/L*, soit 0,527g de sel/Litre

Minéralisation totale : 4 774 mg/l

Mais ne pas en abuser en dehors de l'effort car c'est une eau très (trop) minéralisée.

Après une épreuve : importance de la chronologie de l'apport en glucides (notion de fenêtre métabolique)

Apports de glucides post-effort

Importance de la nutrition précoce

- 3g/kg soit 200/240g de glucides dans les 4 premières heures
 - 1,8g/kg soit 120/150g de glucides dans les 2 premières heures
 - 60-80g de glucides dans les 30 premières minutes
 - Après 3 heures apporter des glucides à index glycémique faible.
- ne pas perdre de temps pour restaurer les stocks de glycogène (profiter de la fenêtre métabolique = moment idéal pour refaire les réserves énergétiques).

Après une épreuve : zoom sur les protéines

Les protéines interviennent dans la récupération myocellulaire = réparation des microlésions induites par l'exercice (l'exercice musculaire prolongé accélère le turn-over des protéines musculaires).

Les types des protéines, lesquels privilégier :

Importance des acides aminés essentiels (isoleucine, leucine, valine, lysine, méthionine, phénylalanine, thréonine, tryptophane, histidine), not. les acides aminés à chaîne ramifiée. Pour optimiser la récupération on privilégie les protéines à 30-40% d'AA essentiels (lactalbumine, ovalbumine, caséine, soja, etc.).

D'une manière générale les protéines d'origine animale ont une valeur biologique sup. aux protéines végétales. Dans la cas d'apports de protéines d'origine végétale, il faut aug. les quantités consommées.

Notion de protéine rapide (disponibilité en acides aminés entre 1h et 3h) **et de protéine lente** (disponibilité retardée, après 3-4h), en fonction de la vitesse de leur digestion.

Le lait représente une source de protéine rapide (le lactosérum) et de protéine lente (la caséine).

« Il existe maintenant des preuves expérimentales pour considérer que les protéines du lait (caséine, et/ou lactosérum) constituent une source importante de composés azotés. Elles paraissent plus efficaces que les protéines de soja sur le flux de synthèse protéique dans la phase de récupération précoce d'exercices de force. A l'arrêt d'exercices de longue durée, la consommation de lait pauvre en graisse (écrémé ou demi-écrémé) comme boisson de récupération pourrait être proposée comme le suggèrent deux essais d'intervention » (Xavier Bigard).

Moment optimal de consommation des protéines :

Après l'exercice physique : les études démontrent l'importance de la re-nutrition protéique précoce (20-25g de protéines à haute valeur biologique dans les 30 minutes).

- Protéines rapides si proximité d'un repas qui suit (3h)
- Mixtes, ou lentes dans les autres cas

Quantité apportée : 20-30 g pour les protéines rapides, 40g pour les protéines lentes, ou d'origine végétale.

Après une épreuve



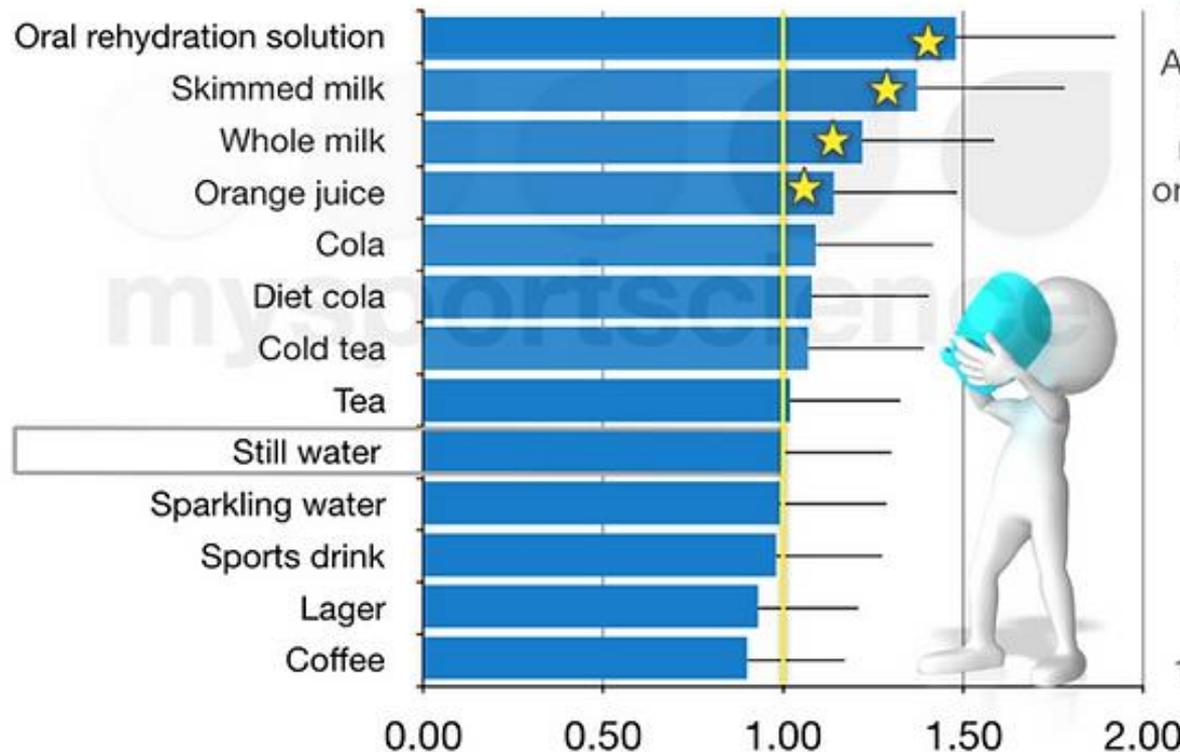
Analyse nutritionnelle	Pour 100 g de poudre
Energie kcal/kJ	357 kcal/ 1516 kJ à 360 kcal/ 1528 kJ
Matières grasses	0,9 g à 2 g
dont acides gras saturés	0,2 g à 1,1 g
Glucides	59 g à 61 g
dont sucres	50.2 g à 52 g
Protéines	25,3 g à 26 g
Sel	3,2 g à 3,33 g
Sodium	1280 mg à 1333 mg
Vitamine B1 (thiamine)	0,8 mg (73%)
Calcium	587 mg (65%)
Magnésium	203 mg (54%)
Potassium	642 mg (32%)

Ingrédients : fructose, **lait** écrémé en poudre, protéines de **lait**, sirop de glucose déshydraté, maltodextrines, protéines de lactosérum (émulsifiant : lécithines) (**lait**), arôme, carbonates de sodium, blanc d'**œuf** en poudre, citrate trisodique, sel, carbonate de magnésium, épaississant : gomme guar, carbonate de potassium, vanilline, colorant : caroténoïdes, antiagglomérant : dioxyde de silicium, vitamine B1 (thiamine).

Après une épreuve : propriétés réhydratantes de diverses boissons

Beverage Hydration Index

The higher the value, the better fluid is retained in the body




mysportscience
Unlock the Power of Science to Optimize Performance



@jeukendrup

www.mysportscience.com

After 2 h, full-fat milk, skimmed milk, ORS, and orange juice had a higher BHI than still water (all differences  $P < 0.05$)

Maughan et al
Am J Clin Nutr
103: 717-723, 2016

Pour lire l'article en intégralité :

[Hydrating properties of various drinks \(mysportscience.com\)](http://mysportscience.com)

Après une épreuve : en pratique

○ La ration de récupération en 4 étapes :

1. **Quelques minutes après la fin de l'effort** : boisson alcaline gazeuse type St Yorre ou Vichy Célestin (petit à petit pour ne pas « stresser » le système digestif).
2. **30 min. après la compétition** : boisson glucidique ou jus de raisin ou yaourt à boire ou boisson de réparation, barres de céréales ou gâteau ou biscuits sucrés non gras, fruits frais ou secs (1 g à 1,5 g de glucides/kg).
3. **Repas du soir** : *voir diapo suivante.*
4. **Dans la soirée** : boisson diurétique non excitante comme infusion (fruits rouges) ou bière pour faciliter l'élimination des déchets (→ vérifier la calorimétrie urinaire).

Après une épreuve : le jus de raisin



JUS DE RAISIN			
Analyse nutritionnelle			
Pour 100 G			
Energie kcal/kJ		62,7 kcal/ 263 kJ	
Glucides	16 g	Zinc	40 ug
dont sucres	16 g	Chrome	3 ug
Protéines	0,4 g	Fer	0,43 mg
Sodium	2,60 mg	Vitamine B1	31 ug
Calcium	13 mg	Vitamine B2	16 ug
Magnésium	8,80 mg	Vitamine B3	0,18 mg
Potassium	148 mg	Vitamine B5	49 ug
Manganèse	50 ug	Vitamine B6	22 ug
Cuivre	48 ug	Vitamine C	1,70 mg

Après une épreuve : le lait

Le lait un bon aliment de récupération post-effort :

- Réhydrate rapidement l'organisme (plus vite que l'eau).
- Apporte des protéines (mais en quantité insuffisante).
- Le yaourt à boire apporte aussi des glucides.
- Mais des controverses : certains lui préfèrent le lait de chèvre ou de brebis, ou le lait végétal...
- De préférence bio et demi-écrémé.



Après une épreuve : en pratique

Le repas du soir (70% G, 15% L, 15% P)

- 1. 1 crudité** (par ex. carottes râpées) avec salade ou **1 potage**.
- 2. 1 sucre à faible IG** (pâtes, riz, pommes de terre, semoule...).
- 3. 1 portion de protéines :**
 - un légume sec ou dérivé du soja comme pois chiches, lentilles ou haricots secs (source de protéine préférable à la viande car alcalinisante, et riche en potassium et vitamines),
 - sinon viande blanche ou poisson.
- 4. 1 laitage** (yaourt ou fromage blanc maigre).
- 5. 1 fruit** et/ou 1 dessert sucré mais pas gras (compote, gâteau de riz ou de semoule, tarte sans crème par exemple).
- 6. évent. un verre de vin rouge (20 ml) pour le plaisir.**

+ compléments nutritionnels comme levure de bière ou germe de blé et/ou (éventuellement) acides aminés ramifiés (BCAA) à mélanger dans boisson ou yaourt.

Après une épreuve : zoom sur la bière

- « *Après une course, le corps doit d'abord se réhydrater et réparer ses fibres musculaires. Or, notamment du fait de son aspect diurétique, la bière a tendance à le déshydrater et à altérer les processus de récupération musculaire. Et ce sans parler des gaz issus de la fermentation généralement peu appréciés par les systèmes digestif alors fragilisés par les nombreuses ondes de chocs liées à la foulée* » (Anthony Berthou, nutritionniste et triathlète, *Avec ou sans pression*, in VO2Run n°257, 2019).
 - Mais aspect convivial + aspect récompense : « *Après course, une bière à la main, tu débriefes, tu chambres, tu enterres la hache de guerre* » (...) « *Je pense qu'il existe un réel bienfait mental. Cela permet de récompenser ton corps après un effort intense, ça l'aide à aller toujours plus loin* » (Yoann Stuck, *Avec ou sans pression*, in VO2Run n°257, 2019).
- Plutôt après le repas du soir, une fois que le corps est réhydraté. Solution la « moins pire » = bière qui possède la plus faible teneur en alcool.

Après une épreuve : en résumé

Les objectifs de la ration de récupération	Les mesures à adopter
Réhydrater et reminéraliser	Boire rapidement après l'effort : de l'eau, du jus de fruit, du yaourt à boire, une boisson spécifique de récupération...
Reconstitution les stocks de glycogène (refaire son stock d'énergie)	Absorber des glucides à IG élevé dès la fin de l'effort et poursuivre avec des glucides à IG plus lent au repas suivant
Réparer le tissu musculaire (reconstruire les fibres)	Prévoir des protéines d'absorption facile pour le repas post-effort et le lendemain
Drainer les déchets et neutraliser les radicaux libres	Prévoir des aliments à effet antioxydant : fruits et légumes, fruits secs, oléagineux
Rétablir les valeurs normales de pH (désacidifier l'organisme)	Boisson alcaline dès la fin de l'effort + fruits et légumes ensuite

PARTIE 6
Compléments
d'informations sur la
nutrition du sportif

Le régime dissocié scandinave (RDS)

- L'autonomie des réserves de glycogène correspond, dans le meilleur des cas, sans manipulation préalable de l'alimentation ni ravitaillement à 1h30 - 2h d'effort soutenu.
- Le régime dissocié scandinave est basé sur le principe de la **surcompensation** : il cherche à installer les conditions d'une super-surcompensation en enchainant 2 phases sur un microcycle :
 - **une première phase** visant un épuisement des réserves de glycogène grâce à un entraînement approprié couplé à un régime hypoglucidique (seulement 10% de glucides dans la ration),
 - **puis une seconde phase** avec un allègement des charges d'entraînement couplé à un régime riche en glucides (80% de glucides dans la ration).
- Bien mené, ce régime permet de dépasser les limites habituelles de stockage de glycogène en constituant une réserve supplémentaire de 10%.

Le régime dissocié scandinave (RDS)

- Dans sa forme traditionnelle, ce régime comprend trois étapes :
 - 1. à J-7** un effort épuisant les stocks de glycogène ;
 - 2. de J-7 à J-4** une phase hypoglucidique (glucides = moins de 10% de l'apport énergétique total) : 3 jours d'affilée, elle est difficile à mettre en œuvre ;
 - 3. de J-3 à J** une phase hyperglucidique (près de 80% de l'apport énergétique total) qui dure au minimum 48 heures et au maximum 72 heures.

Le régime dissocié scandinave (RDS)

○ Exemple de repas pour la phase hypoglucidique :

- Salade verte + huile d'assaisonnement.
- Filet de dinde grillé sans sauce
- Haricots verts + noisette de beurre + jus de citron
- Yaourt nature sans sucre
- 1 tranche de pain.

○ Exemple de repas pour la phase hyperglucidique :

- Crudités+ huile d'assaisonnement.
- Poisson cuit en papillotes.
- Riz (ou quinoa) avec un peu de fromage râpé.
- Gâteau de semoule
- 2 ou 3 tranches de pain.

Le régime dissocié scandinave (RDS)

- Le régime dissocié dans sa forme « classique » est de – en - appliqué. On tend aujourd'hui à supprimer la phase hypoglycémique. Mais le principe général visant à provoquer une surcompensation marquée est conservé :
 1. **J-4 (mercredi)** : un effort préalable (par ex. 4 à 6 h de vélo avec quelques accélérations) ;
 2. **J-3 (repas du mercredi soir + tout le jeudi)** : une phase hyperglycémique sans entraînement : c'est cette première journée qui est la plus importante car elle coïncide avec une phase de synthèse glycogénique accélérée (d'où idéalement, l'absence d'entraînement) ;
 3. **de J-2 à J (vendredi à dimanche)** : un régime hyperglycémique avec un entraînement léger.

Le régime dissocié scandinave (RDS)

- Le principal mécanisme explicatif du régime dissocié est le **transport cellulaire du glucose**.
- Après un exercice épuisant on observe au niveau de la cellule musculaire :
 1. Une augmentation de la perméabilité cellulaire au glucose (GLUT4) → entrée accrue de glucose dans les cellules (mais seulement au niveau des muscles sollicités).
 2. Une augmentation de la glycogène synthétase;
 3. Une augmentation de la sensibilité musculaire à l'insuline.

Le régime dissocié scandinave (RDS)

○ Efficacité du régime dissocié ?

- Succès pas toujours au rendez-vous : certains sujets ne répondent pas.
- Risque de fatigue après la compétition (paiement de la « dette »).
- Exigence psychologique forte de ce type de régime (force mentale nécessaire).
- 1 à 2 fois dans l'année dans sa forme classique au maximum : risque d'habituation.
- Risque de diminution de la densité nutritionnelle et à long terme carence en certains nutriments.

Le régime dissocié scandinave (RDS)

- En cas de compétition le dimanche :
 - Si la phase hypoglucidique peut être supprimée, il faut toujours respecter la phase hyperglucidique 48 à 72 h avant la compétition (même pour les efforts de courte durée).
 - D'une manière générale, il est possible de séparer la semaine en deux :
 - **première partie de semaine** → beaucoup de légumes,
 - **et seconde partie de semaine** (= dans les trois jours qui précèdent la compétition) → beaucoup de glucides lents (pâtes, riz, pommes de terre, semoule...).

Entraînement à faible disponibilité en glucides

Effets recherchés

- Amélioration de la capacité du muscle à oxyder les graisses pour fournir de l'énergie,
- → donc « apprendre » à l'organisme à épargner les stocks de glycogène.

Effets secondaires à connaître

- Risque d'altération des défenses immunitaires.
- Synergie énergie-protéines pour le maintien de la masse musculaire (attention à ne pas « taper » dans le muscle).

Différentes situations envisageables

- Exercices à jeun (après une nuit de repos),
- Exercices 6 à 10h après le dernier repas,
- 2 séances / jour avec second exercice sans réplétion glycogénique.

Entraînement à faible disponibilité en glucides

Applications de terrain

- Alléger la charge de travail (70% de VMA ou PMA),
- Durée de l'effort courte.
- Technique de rinçage de la bouche = se rincer la bouche avec une boisson énergétique mais sans l'avaler → c'est un « leurre » pour le cerveau.
- Apports protéiques suffisants (privilégier un repas post-entraînement riche en acides aminés),
- Toujours en alternance avec des séances d'entraînement à forte disponibilité en glucides → attention aux confusions entre périodisation des apports glucidiques (alternance de séances à forte et faible disponibilité en glucides), et régime pauvre en glucides (régime « low carb » mais c'est autre chose !).

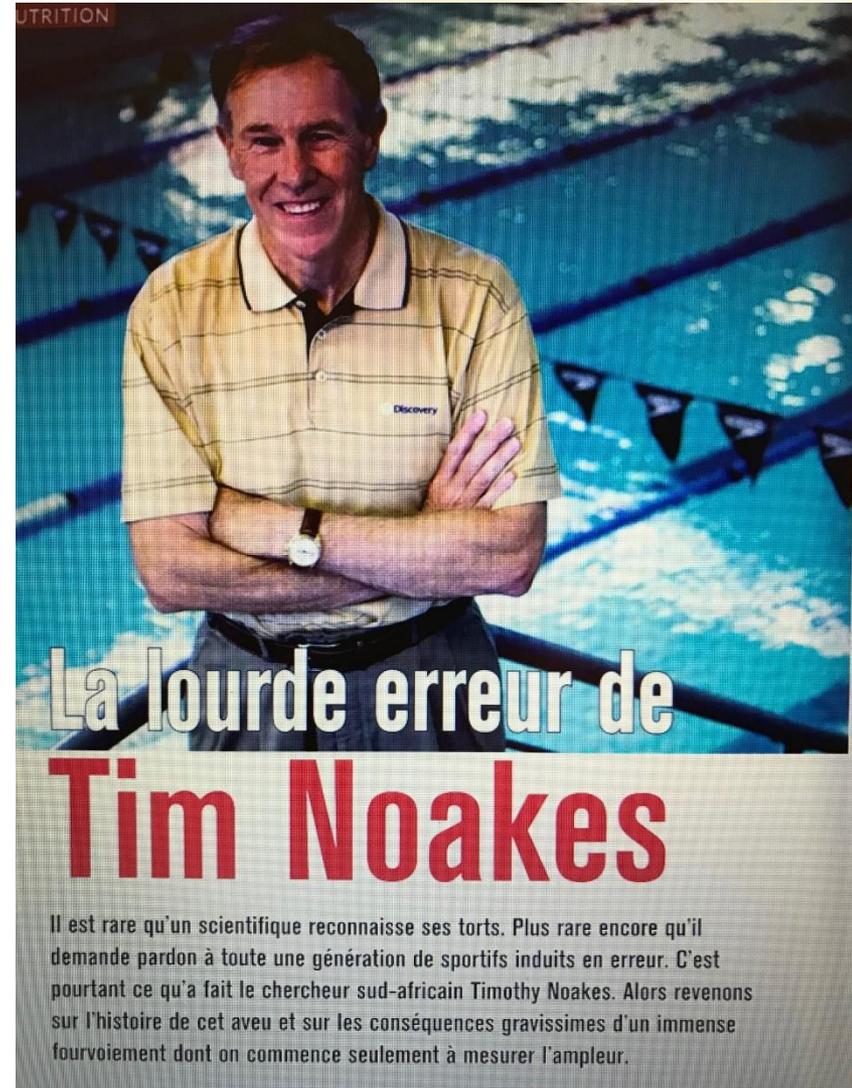
Conclusion : toujours sous contrôle, avec une grande progressivité, et avec de l'expérience.

Une remise en cause récente des glucides pour les sportifs : la diète cétogène

Le « régime » idéal pour le sportif ne serait pas riche en glucides et pauvre en graisses.

La consommation de glucides a pour effet pervers d'activer la production d'insuline par le pancréas, laquelle fait entrer le sucre dans les cellules où les excédents sont transformés en graisse.

Dans la diète cétonique à la place des glucides sont privilégiés la viande, le poisson, les fruits de mers, les œufs, le beurre, le fromage, les huiles végétale, les avocats, les légumes verts, le jus de citron...



Une remise en cause récente des glucides pour les sportifs : la diète cétogène

Adopter un tel régime suppose du temps (plusieurs semaines) pour que l'organisme puisse s'adapter et rétablir son équilibre en utilisant plus efficacement les acides gras.

Il faut néanmoins veiller à privilégier les acides gras mono-insaturés (huiles d'olive, de colza) et les acides gras poly-insaturés (huile de tournesol, de soja) plutôt que les acides gras saturés (beurre, saindoux, huile de noix, de coco, de palme) afin de minimiser les dangers cardiovasculaires (agrégation de plaques d'athérome dans les vaisseaux).

Des études semblent montrer les avantages de ce type de régime pour les sportifs (mais pas toutes !). Pour en savoir plus :

- A.MJ Sanchez, R.Candau, *La lourde erreur de Tim Noakes*, Sport & Vie n°165, 2017.
- P.Delanghe, *Le régime cétogène*, Jogging n°392, Hors-Série Marathon, 2017.
- <http://www.edouardherve-osteopathe.fr/2016/08/13/jeux-olympiques-les-cetones-le-nouveaux-carburant-de-leffort-2/>
- <http://www.sante-et-nutrition.com/regime-cetogene-sport/>
- [http://www.metabolismjournal.com/article/S0026-0495\(15\)00334-0/pdf](http://www.metabolismjournal.com/article/S0026-0495(15)00334-0/pdf)

Une remise en cause récente des glucides pour les sportifs : la diète cétogène

Christopher Froome par exemple restreint la part des sucres au strict minimum et évite tous les aliments qui provoquent une montée d'insuline. Même son petit déjeuner est composé d'œufs et d'un avocat (pas de pain, de viennoiseries, de jus d'orange non plus).

C.Froome : « *Il faut apprendre au corps à métaboliser les graisses pour fournir de l'énergie. A l'entraînement, nous faisons régulièrement un petit déjeuner low carb (pauvre en glucides) avec par exemple une omelette et un avocat, mais pas de glucides, et on roule avec ça au moins pendant les premières heures. Théoriquement, cela apprend au corps à être plus performant, ce qui fait que les jours de course, quand vous prenez beaucoup de glucides, c'est un peu comme si vous aviez une deuxième source d'énergie.*



Une remise en cause récente des glucides pour les sportifs : la diète cétogène

Le régime cétogène est pour certains un effet de mode et pour d'autres un véritable levier de performance.

Il s'agit d'un régime très restrictif en sucres qui n'autorise que 50g de glucides par jour, afin de privilégier la consommation de lipides qui représentent alors près de 80% des apports énergétiques quotidiens (5% glucides 20% protéines, 75% lipides).

But = amener les muscles à favoriser les graisses et non les glucides comme carburant énergétique. Les bénéfices recherchés sont nombreux. Que ce soit une meilleure sensibilité à l'insuline, un rendement énergétique cellulaire supérieur ou même une diminution des lactates et stress oxydant (agression des cellules par des « espèces réactives de l'oxygène ».).

Risque = conséquences délétères pour le corps sur le long terme.

- Renforcer la lipolyse fragilise la filière glucidique et majore la faiblesse immunitaire chez certains athlètes.
- piège d'une marginalisation et de rupture de l'équilibre relationnel et familial tellement il est contraignant (impact social très important).

Denis Riché : « *Le régime cétogène offre un gain marginal sur la performance au prix de conséquences qui peuvent être dramatiques (...)* Un modèle réservé pour les athlètes de très haut niveau » (2019).

Le jeûne intermittent (*intermittent fasting*)

- **Principe** : privation de nourriture pendant 12 à 16 heures (sauter un repas). Ce modèle d'alimentation ne précise pas quel type d'aliments doit être ingéré, mais plutôt quand ils doivent être ingérés.
- **Objectif** : purifier son corps en éliminant les toxines, réduire le stress oxydatif, corriger les états de fatigue, perdre du poids, voire réguler la pression artérielle, prévenir le diabète.
- **Précaution** : maintenir une bonne hydratation (bouillon possible).
- **Modalité** : pendant une semaine complète (à déconseiller en période de compétition ou d'entraînement intense), ou 1 fois par semaine.
- **Restrictions** : femmes enceintes, enfants et adolescents en pleine croissance.
- **Justification scientifique** : les effets positifs de cette nouvelle tendance de jeûne ne sont pas encore assez évalués par des essais cliniques rigoureux. A ce jour aucune étude ne démontre des avantages au niveau de la performance sportive attribuable au jeûne intermittent.

Pour en savoir plus : [Les bienfaits du jeûne intermittent pour la santé \(le-guide-sante.org\)](http://Lesbienfaitsdujeunepourlasante.org)

Conclusion

Les principales
erreurs alimentaires

Le caractère très
complexe de la
nutrition

Les principales erreurs alimentaires (G.Guillaume, 2015)

- 1. Excès de sucres à IG élevé** → risque d'hypoglycémie, de surpoids, et de diabète.
- 2. Excès de produits raffinés et d'aliments hypertransformés** (calories vides) → déficits en micronutriments.
- 3. Alimentation trop acide.**
- 4. Excès de matières grasses saturées** (au détriment des acides gras insaturés) → prise de poids et encrassement de l'organisme.
- 5. A l'inverse restriction trop grande des matières grasses** → diminution de la testostérone et des capacités d'endurance.

Les principales erreurs alimentaires (G.Guillaume, 2015)

- 6. Excès de boissons excitantes** → troubles du sommeil.
- 7. Excès de fibres avant l'effort** → irritation du tube digestif, ballonnements et flatulences + piège certains nutriments (fer).
- 8. Non respect de la règle des 3 heures minimales** → troubles digestifs.
- 9. Innovations de dernier moment en période de compétition.**
- 10. Consommation insuffisante de légumes, fruits, poissons, produits laitiers.**

Les principales erreurs alimentaires (G.Guillaume, 2015)

- 11. Hydratation insuffisante** → baisse des performances.
- 12. Grignotage** → déséquilibre de la ration alimentaire avec prise de poids.
- 13. Alimentation déstructurée** (manque de régularité dans la prise des repas avec des repas supprimés).
- 14. Usage important et anarchique de suppléments.**
- 15. Ne pas s'alimenter suffisamment** au prétexte de vouloir contrôler son poids.

La complexité de la nutrition

- Les aliments ont souvent des effets favorables et des effets néfastes (pas binaire bon / pas bon) : « Beaucoup de questions. Plusieurs réponses. Concernant la nutrition, beaucoup de « oui mais... », du « Non mais... » et du « cela dépend... » (Denis Riché, *Sur le gril*, in VO2Run n°257, 2019).
- Tous les nutritionnistes ne sont pas d'accord : exemple avec les produits laitiers.
- Trop de « recettes magiques » et de « solutions simplistes » (notamment dans les magazines féminins) : par ex. l'ananas, le pamplemousse seraient des « mangeurs de graisse ».
- Pensée très répandue selon laquelle ce sont les seules graisses (et non les sucres) qui sont responsables de la prise de poids et de l'obésité.
- Les individus sont très inégaux devant l'alimentation, et notamment devant la prise de poids (stocks d'adipocytes hérités génétiquement par exemple).

Pas une seule solution

« *La nutrition idéale est celle qui apporte aux cellules tous les nutriments pour qu'elles fonctionnent de manière optimale* »

→ La priorité réside donc dans la recherche d'un état nutritionnel stable et équilibré, avant d'espérer des miracles via l'astreinte à certains régimes ».

« *Cela passe par la réduction de son niveau d'exposition à certains « éléments délétères » sans forcément être dogmatique* »

Anthony Berthou, *Sur le gril*, in VO2Run n°257, 2019.

Conclusion

- Surtout à fuir : les régimes hypocaloriques qui exposent à un « effet rebond » → il faut apprendre (ou réapprendre) à manger sainement (modifier durablement la manière de s'alimenter).
- Les discours rationnels et scientifiques sont « parasités » par les industriels et le marketing (exemple des alicaments type « bifidus actif »). Le sportif est souvent la première « cible » de ces discours pseudo-scientifiques aux arguments fallacieux.
- Disponibilité des informations en « libre accès » sur Internet où l'on trouve tout et contraire avec des solutions simplistes « clés en main » → *« cela crée une cacophonie ambiante qui fait que les gens sont complètement perdus ! Il y a un vrai danger de vulgarisation car à force de trop vouloir simplifier, on a tendance à caricaturer... »* (A.Berthou, 2019).

Conclusion

- Discours aussi « parasités » par de l'idéologie ou des croyances (parfois religieuses) + danger des propos moralisateurs (rôle des normes sociales).
- Pour autant s'alimenter ce n'est pas seulement rester en bonne santé ou optimiser ses performances, c'est aussi une conduite, parfois même un mode de vie : exemple du véganisme qui est surtout une aspiration écoresponsable, un moyen d'être en phase avec des convictions éthiques. C'est aussi un moyen d'appartenir à une communauté, parfois un moyen de lutte ou d'affirmation de revendications. Alimentation = sphère culturelle.
- Des adaptations nécessaires et des ajustements entre l'alimentation du « quidam » et celle du sportif (et entre les sportifs selon leurs spécialités), mais pas de vraie différence de nature. La plupart des règles générales pour le sportif sont applicables à la population générale.

Bibliographie

- *Le régime champion*. Jean-Pierre de Mondenard. Paris, Amphora, 1995.
- *Nutrition, alimentation et sport*. C.Craplet, Vigot, Paris, 1996.
- ***Guide nutritionnel des sports d'endurance*. Denis Riché. Paris, Vigot, 2e édition, 1998.**
- *Comment gagner sans se doper*. D.Galtier, Chiron, Paris, 2000.
- *180 recettes performance et santé du coureur*. Denis Riché, VO2 diffusion, Paris, 2003.
- ***Nutrition & performances sportives*. MC Ardle, De Boeck Université, Paris & Bruxelles, 2004.**
- *Alimentation pour le sportif : de la santé à la performance*. Stéphane Cascua, Véronique Rousseau, Amphora, Paris, 2005.
- *Nourrir l'endurance : alimentation et nutrition des sportifs d'endurance*. M.Ryan & A.Muratore., De Boeck, Paris, 2007.
- *La nutrition du sportif : du loisir à la compétition*. F.Maton, P.Bacquaert, Chiron, Paris, 2009.
- *Nutrition*. (Les cours de L2-L3 médecine). Collège des enseignants de nutrition, Masson, Paris, 2014.
- *La diététique du coureur cycliste amateur et professionnelle et des sports d'endurance*. Gérard Guillaume, Laffont, Paris, 2015.
- *L'alimentation du sportif en 80 questions*. Denis Riché, Vigot, 2e édition revue et corrigée, Paris, 2015.
- *Nutrition du sportif*. Nancy Clark, Vigot, Paris, 2015.
- ***Nutrition du sportif*. X.Bigard, C.-Y.Guezennec, Masson, 3e édition, 2017.**
- *Epinutrition du sportif*. D.Riché, De Boeck Université, 2017.
- ***Nutrition du sport*, Heather Hedrick Fink et Alan E.Mikesky, De Boeck Supérieur, 2018.**
- ***Le guide de l'alimentation saine*, Yuka, Marabout, Hachette Livre, Paris, 2021.**

Sites internet

- *Société française de nutrition du sport* : <https://www.nutritiondusport.fr/>
- Le site de Denis Riché : <https://www.denisriche.fr/>
- Le site de Nicolas Aubineau : <https://www.nicolas-aubineau.com/conseils-nutrition-sport/>
- La nutrition (bon à manger, bon à savoir) : <https://www.lanutrition.fr/forme/sport/l-alimentation-du-sportif>