



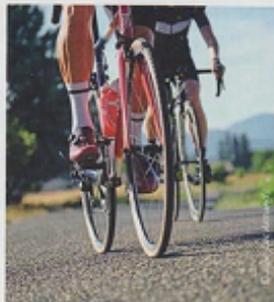
Dis, comment ça marche ?

La physiologie est une discipline scientifique qui s'intéresse au fonctionnement du corps humain. C'est donc (ce devrait être) une source inépuisable d'informations pour tout sportif qui cherche à comprendre comment fonctionne son organisme. Ainsi comprendre pour mieux gérer sa pratique, et éviter le piège des idées reçues, est essentiel.

C'est en partant du constat qu'il est nécessaire de mieux comprendre pour mieux maîtriser son sport et sa santé qu'il nous est apparu nécessaire de répondre à nouveau à cette question « Comment ça marche ? » et plus précisément :

- Pourquoi notre organisme doit-il être sollicité quotidiennement pour que nous soyons en bonne santé ?
- Comment faire pour maintenir, voire augmenter notre capital santé ?
- Et en quoi la pratique cycliste est-elle bénéfique ?

Afin de comprendre comment fonctionne notre organisme, il faut faire appel aux scientifiques qui explorent cet univers passionnant : autant les connaissances en anatomie fonctionnelle se sont quelque peu stabilisées, autant la physiologie est en perpétuelle évolution et nous réserve chaque année, voire chaque mois, de nombreuses surprises. C'est ainsi que les recherches les plus récentes viennent souvent remettre en question les précédentes sur lesquelles nous nous basons depuis de nombreuses années. L'étude de notre corps en mouvement met en jeu de nombreux mécanismes complexes. De ces mécanismes il y a plusieurs niveaux de compréhension et les décrypter de manière simple relève d'un



Notre corps en mouvement met en jeu de nombreux mécanismes complexes.

pari impossible. C'est pourtant ce que nous tentons, depuis une bonne dizaine d'années, dans les pages santé de notre revue.

Nous renouvelons ici l'initiative sous la forme de réponses à des questions (faussement naïves) que se posent les pratiquants de toute activité physique dite d'endurance et en particulier, ici, les cyclos. Afin de rendre accessibles ces mécanismes complexes, nous utilisons des métaphores et vulgarisons la terminologie. Nous nous excusons par avance auprès de ceux qui tiennent à la rigueur scientifique et à sa terminologie précise.

Nos ressources énergétiques

Dans cet premier épisode de notre série « La physio pour les nuls » nous nous intéressons à nos ressources énergétiques.

• **Peut-on comparer le fonctionnement de notre corps à celui d'une voiture ?**

Il s'agit d'un raccourci, bien évidemment. Mais cette analogie permet, malgré tout, de comprendre certains mécanismes.

• **À quoi faites-vous allusion ?**

Je pense en particulier à l'énergie nécessaire pour produire tout mouvement. En effet, pour réaliser tout mouvement humain, comme pour faire avancer une automobile, il faut, entre autres, un moteur et du carburant afin de créer et transmettre de l'énergie. Le moteur correspondrait aux muscles squelettiques qui vont mettre en mouvement l'ensemble des pièces mécaniques (les os). Pour ce qui concerne le carburant, c'est en réalité du trois en un. Nous utilisons effectivement trois types de carburants. C'est selon la demande.

• **Nous disposons en quelque sorte d'un moteur hybride ?**

En effet, la « machine humaine » a plusieurs cordes à son arc. Selon l'intensité de l'effort demandé, elle dispose de diverses solutions. Pour un effort de type cyclotouriste (plus touriste que cyclo) c'est le « carburateur » de base : celui qui, en oxydant les graisses, va produire l'essentiel de l'énergie nécessaire. Mais si une côte se présente et que nous ne voulons pas descendre en dessous de 10 km/h (la honte !) un complément en sucre (glucose) est nécessaire. Un léger essoufflement apparaît. Si nous insistons dans une bosse un peu longue, la ventilation devient... bruyante.

En effet pour oxyder les lipides (graisses) et glycogène (sucres) il faut de l'oxygène. De plus en plus d'oxygène... de plus en plus essoufflé ! Nous atteignons la limite de cette filière.

Retenons que ce premier carburateur fonctionne grâce à l'apport d'oxygène (« aérobie » terme scientifique). Il produit de l'énergie en oxydant deux types de carburants : des lipides (carburant ordinaire) et, si nécessaire, en complément, du glycogène (super carburant) - Cf. schéma ci-contre.

• **Ça c'est pour le premier carburateur. Il y en aurait donc un deuxième ?**

Exactement ! Car les choses se compliquent lorsque notre cyclo en demande encore plus. Soit parce qu'il augmente l'allure et se lance le défi de suivre « quoi qu'il en coûte » les copains plus en forme, soit parce qu'il participe à une cyclo sportive, montagnarde de surcroît. Dans ce cas, la ventilation peut atteindre son maximum et l'apport en oxygène s'avère insuffisant.

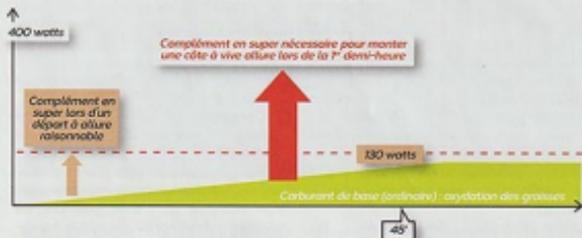
> TABLEAU SIMPLIFIÉ DES 3 « CARBURATEURS »

CARBURATEURS	BASE	COMPLÉMENTAIRE	EXCEPTIONNEL
EN LANGAGE SCIENTIFIQUE	Aérobie	Anaérobie lactique	Anaérobie électrique
CARBURANTS	« Ordinaire » : lipides (graisses) puis « Super » : glycogène (sucre)	« Super » (Glycogène)	« kéroène »
OXYGÈNE ?	Oui	Non	Non
PUISSANCE DISPONIBLE	Modérée à moyenne	Haute intensité	Explosive
STOCKS	Illimités pour les lipides importants pour le glycogène	Limités : 5 à 10 mn	Très limités : 10 à 15 secondes
DÉCHETS ?	Éliminés par la respiration	Acide lactique	Pas vraiment
	FILIÈRE DOMINANTE POUR UN CYCLOTOURISTE	FILIÈRE IMPORTANTE POUR UN CYCLO SPORTIF	FILIÈRE POUR LE SPRINT



Un effort de base type « cyclotouriste » va puiser dans le carburateur de base (lipides, glycogène).

> INERTIE DE LA FILIÈRE 1 (PAR OXYDATION DES GRAISSES ET DU GLYCÈNE)



Exemple d'un cyclotouriste de 50 ans ayant une bonne cylindrée (PMA) de 400 watts

- Ces 400 watts, il ne peut les tenir que pendant 4 à 5 minutes.

- Lors de la sortie club de 3 heures, il développe une puissance moyenne de 100/120 watts.

- Lors d'un sprint, il est capable d'un pic de 300 watts (puissance explosive).

La production d'énergie à partir du carburant ordinaire (acides gras) diminue progressivement et n'atteint son potentiel qu'après 45' (voir une heure).

Pour tout complément, il va devoir puiser dans ses réserves de super (glycogène)

D'où l'intérêt d'être patient pour économiser ce « super ».

Une côte en début de sortie, peut entamer sérieusement la réserve de super !

Le carburant « ordinaire » est une excellente base (par ce que nous n'abusons pas) base à laquelle il faudra ajouter quelques compléments en super selon les besoins.



Les sorties plus montagnardes avec cols demandent de puiser dans les réserves complémentaires.



Il est possible de sprinter même après une sortie éprouvante grâce au troisième « carburateur ».

Son organisme doit pouvoir compléter les mécanismes précédents par un complément. Et il peut le faire en mettant en route une deuxième filière sans oxygène (« an-aérobie » ou plus précisément « anaérobie lactique »). Ce mécanisme peut être qualifié de fermentation, à partir des réserves de glycogène. Phénomène bien connu des agriculteurs qui pratiquent l'ensilage du maïs sous bâches. Odeur caractéristique accompagnée de production de... chaleur. Hé oui, la fermentation produit de l'énergie !

• **Donc pas de problème, avec ces deux carburateurs notre cyclo sportif va arriver en haut du col ?**

Pas si simple ! En effet, autant la réserve de graisse est importante, autant les réserves en glycogène sont limitées (à peine 500 g). Et lors d'un effort soutenu, voire très soutenu (au-delà de 10-20 minutes) le réservoir peut se retrouver... à sec. Sans glycogène, le carburateur n°2 ne fonctionne plus. Notre cyclo devra se contenter du premier et qui plus est, avec les simples graisses. En conséquence, s'il n'y a plus de super, il lui faut terminer le parcours à l'ordinaire et alors laisser partir le groupe.

Autre sensation désagréable : les muscles « piquent ». Ce deuxième mode de production d'énergie (fermentation) produit des lactates (via l'acide lactique). Même si notre organisme est équipé pour le recycler, il lui faut réduire la puissance et donc, lever le pied. En effet, le traitement de l'acide lactique nécessite un apport suffisant en oxygène. Donc recroquer au-dessous de ce seuil correspondant à

une ventilation maximale. Toute dette se paye ! Comme pour rembourser un emprunt, il faut payer sa dette d'oxygène contractée lors de l'effort soutenu.

• **Et ce recyclage dure combien de temps ?**

Ce temps dépend beaucoup de la qualité de l'entraînement. Un sportif qui pratique souvent de l'entraînement par intervalles (IT) habitue son métabolisme à recycler rapidement les métabolites (déchets). Pour résumer : après un effort qui produit des lactates, il suffit de mettre un peu moins de puissance pendant quelques minutes, et d'en profiter pour s'hydrater. La ventilation apportera l'oxygène nécessaire pour amorcer le remboursement de la dette et réduire l'acidité. Le processus sera d'autant plus rapide et efficace que le cyclo y aura préparé son organisme par des sorties IT à haute intensité ou IT à puissance optimale (entraînement dit fractionné).

• **Comment se fait-il que, même épuisé, il soit encore possible de sprinter ?**

C'est en quelque sorte le joker : ce troisième carburateur. Nous avons en effet tous observé qu'il était possible de sprinter, même après une sortie éprouvante. Certes pas longtemps. Mais d'où vient cette débauche d'énergie alors que les réserves en carburant (ordinaire et surtout super) sont au plus bas ?

Cette énergie proviendrait d'un autre substrat, que nous appellerons « kérosène », qui reste en réserve au cœur même du muscle et qui permettrait à tout moment de produire un effort explosif (cf. tableau page 41).



Lors d'un effort soutenu et constant, les muscles qui travaillent doivent faire avec les réserves de glycogène stockées au départ, au cœur des fibres musculaires.

Il s'agit de « phosphagènes » qui peuvent développer une très grande puissance, mais pendant quelques secondes seulement. Le temps d'un sprint, par exemple, mais également, dans la vie ordinaire, pour nous dégager d'une situation périlleuse. En quelque sorte une filière énergétique de l'urgence, au service de notre instinct de survie.

• **Comment fait-on pour poursuivre la sortie, une fois les réserves épuisées ? Il nous faut sans doute trouver au plus vite une station-service ?**

C'est là qu'il faut être admiratif de la nature humaine. Pour les graisses, pas de problème de ravitaillement. Nos réserves sont largement suffisantes

pour tenir une très longue sortie. En revanche, nos réserves en glycogène seront très rapidement épuisées si nous ne les économisons pas. Mais pas besoin de nous arrêter pour une recharge... du moins partielle. C'est une question de dosage de l'intensité de l'effort. En effet, lors d'un effort soutenu et constant, les muscles qui travaillent doivent faire avec les réserves de glycogène stockées au départ, au cœur des fibres musculaires. Les cloisons sont étanches. Le glycogène est en effet le carburant exclusif du cerveau. Inutile de préciser que le système nerveux central, ce « centre de commande », ne doit pas être en rupture. Or il suffit de diminuer quelque peu la puissance demandée pour permettre la libre circulation du « super » et une restauration partielle des réserves musculaires. Et à vélo, il est des moments où nous pouvons mettre « pédale douce » et même avancer en roue libre. Attention, cette recharge rapide ne permettra pas de retrouver le stock initial. C'est un peu comme lorsque nous branchons quelques minutes notre téléphone portable, juste pour terminer un échange. La réserve de glycogène complémentaire se trouve dans le foie et quelques moments de calme permettent de déstocker (du foie vers le muscle) pour sauver la mise.

• **Pourquoi parle-t-on de fringale, quel rapport avec l'alimentation ?**

Aucun rapport direct. En effet, à la différence d'un véhicule à moteur, pour lequel le carburant arrive directement dans le carburateur (de la pompe au moteur), la nourriture doit se transformer en nutriments. Les aliments doivent être digérés et donc subir de nombreuses transformations avant de devenir carburants pour le muscle. Transformations chimiques, mais aussi mécaniques pour les aliments solides : travail préparatoire dans la bouche, si du moins nous prenons le temps de mastiquer ; l'estomac prend le relais afin de réduire la nourriture en bouillie (« chyme »), puis c'est au tour des intestins, avec quelques apports éventuels de bile et autre suc pancréatique. De là, le délicat passage à travers les parois intestinales peut s'effectuer. Et enfin, le transport jusqu'aux muscles, via la circulation sanguine. Toutes ces opérations prennent du temps, beaucoup de temps.

Ce que l'on désigne par fringale, pourrait correspondre à une forme d'hypoglycémie, phénomène qui apparaît lorsque le taux de sucre dans le sang est insuffisant. Ce peut être, en effet à la fin d'un long parcours

LE PANCRÉAS N'A FAIT QUE SON BOULOT

Notre ami Jean-Pierre était au départ d'une cyclosportive.

Comme d'habitude il s'était préparé une gourde thé/miel (bien dosée en miel) et, un quart d'heure avant le départ, avait commencé à boire à pleines gorgées cette « potion magique » qui lui permettrait, comme à chaque fois, de partir avec le groupe de tête. Pour un problème de météo, le départ a été différé de presque une demi heure. Pas de souci pensait-il, le carburant serait là et bien là dès l'attaque du premier col qui s'annonçait après seulement 10 km de faux-plat. Mais ça ne s'est pas passé comme il s'y attendait : dès les premiers 5 à 6 %, impossible de suivre les compagnons habituels. Plus de jambes, une fréquence cardiaque anormalement élevée et déjà en sueur... ! Il ne comprend pas. Et pourtant, le mécanisme est simple. Il a été victime d'une hypoglycémie dite

« réactionnelle » : sa « potion magique » chargée en sucre aurait pu lui être utile si le départ n'avait pas été retardé. Le temps que le sucre arrive dans le sang, la course aurait été lancée. Comme d'habitude. Mais dans ce cas : contretemps, le sucre arrive en excès dans le sang alors que notre cyclo est à l'arrêt en attente du départ. Et le pancréas a joué tout simplement son rôle. Pour un individu en bonne santé, l'organisme réagit au plus vite pour rétablir un taux de sucre acceptable. Et pour retrouver cet état d'équilibre, il tâtonne. Dans un premier temps, il passe du + au - (un peu comme le balancier d'une horloge comtoise). De l'hyper à l'hypo et il lui faudra plusieurs oscillations avant de se stabiliser à un état d'équilibre satisfaisant. Pas de chance, au moment du départ le balancier était dans le moins. Il ne faut pas en vouloir au pancréas, il n'a fait que son boulot !



La « petite mousse » après la sortie vélo n'est pas à exclure mais il y a mieux pour la récupération !

à bonne allure, lorsque les réserves sont épuisées. Mais, curieusement, cette fringale peut parfois apparaître en début de parcours lorsque des sucres dits rapides (gels et autres boissons sucrées) ont été avalés sans respecter l'organe clé dans la régulation de la glycémie : le pancréas (cf. encadré ci-avant). En revanche, en cours d'effort, une boisson dite énergétique ou une compote, peuvent être d'une aide

précieuse, dans la mesure où le temps de parcours bouche-muscle se trouve réduit. Dans ce cas, le taux de sucre sanguin ne va pas être excédentaire puisque nos muscles vont l'utiliser... en direct. C'est du circuit court. Du producteur au consommateur !

• **Que penser d'une « petite mousse » à l'arrivée ?**

Surtout bien fraîche ! C'est bon pour le moral et ça fait partie des habitudes ➔



Dans nos gourdes et bidons pour deux à trois heures de vélo, il suffit d'eau plate ou légèrement minéralisée.

conviviales dans certains de nos clubs. Pourquoi pas, si le degré alcoolique est raisonnable. Mais il y a mieux ! Personne n'ignore que l'éthanol (alcool) est considéré par notre organisme comme une substance à éliminer au plus vite. Autrement dit, il va s'y consacrer en priorité. Ce n'est qu'ensuite qu'il va s'occuper du reste : c'est-à-dire restaurer les réserves de glycogène, mais aussi réparer les fibres musculaires, traiter l'acide lactique, éliminer les déchets du catabolisme... De nombreuses opérations qui vont donc se trouver différées. De l'eau minéralisée, du lait fermenté nous seraient préférables. N'oublions pas qu'à l'arrivée d'une sortie épuisante nous disposons d'une « fenêtre métabolique » de 30 à 45 minutes pour apporter à notre organisme les matériaux nécessaires à sa restauration. Glucides (pour recharger en glycogène), mais aussi protéines (pour réparer les muscles). Au-delà d'une heure, c'est moins efficace, la « fenêtre » s'est refermée !

• **Et pendant une sortie longue, que mettre dans sa gourde et dans ses poches ?**

Là encore il est des habitudes qu'il nous faut interroger. Partons des besoins pour programmer ce qui va répondre à ces besoins : pour deux à trois heures, il suffit d'eau plate ou légèrement minéralisée. Pour une longue sortie de plus de trois heures, notre organisme va, en effet, avoir besoin de se restaurer. Toujours de l'eau (à raison de deux à trois pleines gorgées tous les quarts d'heure), mais également

quelques boissons légèrement sucrées ou compotes. Pour une alimentation solide, pourquoi pas lors de très longs périodes, mais à condition de bien mastiquer. Attention cependant à l'excès de sucre. En effet, dans notre tube digestif interviennent de nombreux systèmes régulateurs qui luttent contre toute rupture avec les équilibres physiologiques. Notre organisme n'accepte pas de déséquilibres trop importants sans réagir. C'est un principe de base qui s'applique en permanence : l'homéostasie. Ainsi, à la tendance de surabondance de gels ou boissons sucrées, certains capteurs indiquent à l'estomac que trop, c'est trop ! Or l'estomac dispose de deux portes « sphincters » : d'une porte d'entrée (le cardia), mais également d'une porte de sortie (le pylore). Si nous consommons trop de sucre il va fermer la sortie et attendre que l'intestin grêle accepte un nouvel apport sucré. Boisson ainsi que nourriture vont donc « rester sur l'estomac » selon l'expression, parfaitement adaptée en l'occurrence. Une solution souvent observée : rejeter son contenu (vomir) pour repartir sur de meilleures bases. Pas très agréable, mais efficace !

• **Et avant cette sortie longue, que penser d'une « pasta party » ?**

La mise en réserve du glycogène musculaire, c'est l'affaire des repas des jours précédents. Et en particulier du repas de la veille au soir. Mais attention à la « pasta party » avec des pâtes trop cuites. En effet, contrairement à une

cuisson raisonnable (al dente) avec un index glycémique modéré (surtout si les pâtes sont accompagnées de protéines et lipides) des pâtes... pâteuses vont être assimilées très rapidement. Une hyperglycémie juste après le repas : le trop plein de sucre va prendre le chemin des réserves de graisse. C'est raté ! Le riz ou bien le quinoa, avec cuisson adaptée, feraient aussi bien l'affaire.

• **Et le cœur dans tout ça ?**

Le cœur (l'ensemble du système cardiovasculaire) a bien sûr un rôle fondamental. Nous y reviendrons lors d'un prochain épisode. Mais d'ores et déjà, nous soulignons que c'est grâce à lui que la plupart des opérations de distribution et d'échange sont possibles. Et plus que tout autre organe, son dysfonctionnement fait courir un risque vital. Mais ça, c'est une autre histoire ! ■

> Daniel Jacob, instructeur fédéral

Les conseils de Vivons Vélo

Notre corps est une machine complexe, une horlogerie bien huilée qu'il nous faut comprendre, entretenir et faire fonctionner le mieux possible. C'est grâce à cela que nous pourrions préserver notre capital santé et améliorer notre pratique vélo. Nos conseils :

- Hydratez-vous au maximum avant, pendant et après vos sorties vélo et n'attendez pas d'avoir soif pour boire !
- Ayez une alimentation équilibrée et qualitative (équilibre glucide, lipide, protéine) avant la sortie et toute l'année.
- Veillez à la qualité de votre sommeil qui permet aux muscles de se réparer, de récupérer plus rapidement.
- Ne négligez pas la phase de récupération, étirements après votre sortie vélo.
- Faites régulièrement un bilan médical avec votre médecin, cardiologue, kinésithérapeute... afin d'adapter au mieux votre pratique sportive à votre état de forme.

vivons vélo

Rejoindre l'association
auvergne@vivonsvelo.com

Retrouvez
la communauté
Vivons Vélo sur

