

LE SPORT EST BON POUR LA SANTÉ ! OUI, MAIS...

Patrice Bray, Noël Baffier, Jean-Claude Bernier

D'après l'article *Effets de l'exercice physique et de l'entraînement sur la neurochimie cérébrale : effets sur la performance et la santé mentale* de Charles-Yannick Guezennec publié dans l'ouvrage « La chimie et le sport » EDP Sciences, 2011, ISBN : 978-2-7598-0596-9

On dit souvent que faire du sport fait du bien et peut même être addictif. On dit aussi qu'une pratique intense peut conduire à un surentraînement. Ce qu'on sait en tous cas aujourd'hui, c'est que l'activité physique conduit à des modifications biochimiques, qu'elle influe sur la neurochimie cérébrale et probablement, en conséquence, sur le comportement. Comment l'activité physique et les modifications biochimiques qu'elle entraîne agissent-elles sur les comportements ?

QUELQUES EFFETS POSITIFS D'UNE PRATIQUE MODÉRÉE DU SPORT

Des études épidémiologiques montrent que lorsque les gens sont actifs tout au long de leur vie, leur état mental s'améliore. Une des relations les mieux établies est qu'une activité physique régulière diminue l'état d'anxiété : elle a une action sur les états dépressifs et les névroses. En somme, quand on pratique une activité physique régulière, on se sent mieux (voir encart « Effets de l'exercice physique sur les comportements »). Cette sensation de bien-être correspond d'ailleurs à la définition du terme « santé » par l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

La pratique du sport joue aussi probablement un rôle dans l'amélioration des fonctions du cerveau. En effet, lors d'un exercice physique, le débit cardiaque augmente : il peut atteindre 25 L/min contre 5 L/min au repos. Cette augmentation modifie la circulation du sang dans le cerveau, ce qui joue un rôle sur l'amélioration des fonctions du cerveau. Il a par ailleurs récemment été mis en évidence une augmentation des facteurs de croissance neuronaux sous l'effet

Effets de l'exercice physique sur les comportements

Une étude longitudinale portant sur 19 288 personnes âgées de 10 à plus de 60 ans, suivies par questionnaire de 1991 à 2002, montre que ceux qui pratiquent régulièrement des activités physiques avec une certaine intensité sont moins anxieux, moins névrosés, plus extravertis, plus à la recherche de sensations et plus impulsifs que les non sportifs [1].

[1] De Moor M.H., Beem A.L., Stubbe J.H., Boomsma D.I., De Geus E.J. (2006). Regular exercise, anxiety, depression and personality: a population-based study. *Prev. Med.*, 42: 273-279.

de l'exercice, augmentant le nombre de connexions entre les neurones [1].

Une activité physique pratiquée tout au long de l'existence a enfin un effet anti-vieillesse et l'exercice musculaire ralentit notablement le déclin cognitif lié à l'âge, probablement en jouant sur la plasticité neuronale, la neurogenèse¹ et la vascularisation cérébrale [2].

L'intensité de l'activité nécessaire ou minimale pour produire des effets est cependant encore très discutée.

QUELQUES EFFETS NÉGATIFS D'UNE PRATIQUE PLUS INTENSE

Depuis les années 1980, on sait que l'excès d'activité physique peut produire des effets tout à fait

1. Ensemble des processus conduisant à la formation d'un neurone.



Figure 1. Chute inexplicable du niveau de performance malgré la poursuite de l'entraînement, besoin de sommeil accru, jambes lourdes, perte du « goût » de l'effort, baisse de la capacité de concentration, anémie progressive... autant de symptômes du surentraînement qui aboutissent à une dégradation de la santé mentale du sportif.

négatifs sur les comportements. On a ainsi observé que l'effet de l'activité physique sur la santé mentale peut être décrit par une courbe en U. S'il pousse trop loin ses efforts, le sujet souffrira du syndrome de surentraînement, une dégradation des performances physiques, malgré la poursuite de l'entraînement, associée à une dégradation de la santé mentale : augmentation de l'anxiété, états dépressifs, troubles du sommeil, troubles du comportement alimentaire... le tout associé à des douleurs musculaires, une sensation de fatigue, des modifications cardiovasculaires et des perturbations du système immunitaire. Ces effets négatifs apparaissent à partir d'un certain seuil (Figure 1). Voici quelques mécanismes permettant de l'expliquer.

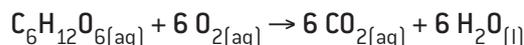
Une pratique sportive intensive a en premier lieu une action directe sur les neuromédiateurs, mis en jeu dans le métabolisme périphérique. Celui-ci est défini comme l'ensemble des réactions biochimiques (3) qui se produisent dans le corps humain, par opposition au métabolisme cérébral. Les muscles tirent préférentiellement leur énergie du métabolisme du glucose (voir encadré « le métabolisme du glucose »). Celui-ci est majoritairement stocké, dans les muscles et le foie, sous forme de glycogène, obtenu par polymérisation des molécules de glucose. Sous cette forme, le glucose peut être stocké en grande quantité sans déséquilibre hydrique. Il peut réciproquement être hydrolysé à tout moment pour disposer de glucose.

Or, la répétition d'exercices physiques intenses plusieurs jours d'affilé entraîne une diminution de la concentration en glycogène¹ dans le muscle. Le manque de glucose (4) pousse alors l'organisme à utiliser des lipides et des protéines comme source d'énergie. Or, le métabolisme des protéines libère dans l'organisme des acides aminés dont le trypto-

1. Le glycogène est le polymère sous la forme duquel est stocké le glucose dans notre corps.

Le métabolisme du glucose

Le glucose de formule brute subit des transformations chimiques successives en présence de dioxygène qui vont conduire à la formation de dioxyde de carbone et d'eau selon l'équation-bilan suivante :



Il s'agit d'une équation de combustion. L'énergie libérée au cours de ce type de transformation est stockée dans l'organisme sous forme d'adénosine triphosphate (ATP) utilisée par les muscles.

Le glucose sera utilisé préférentiellement par l'organisme car son métabolisme est plus simple à mettre en œuvre que celui des lipides et des protéines.

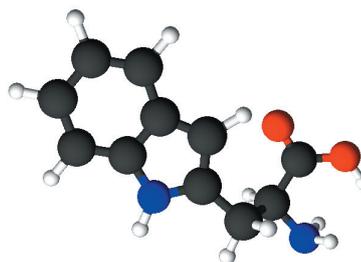
© P. Bray

phane. Lors d'efforts intenses et répétés, le passage du tryptophane du sang dans le cerveau augmente la production de sérotonine. Cette molécule est un neuromédiateur (voir Figure 2). Elle est impliquée dans la régulation de nombreux comportements, dont l'humeur, l'appétit ou le sommeil. Son augmentation pourrait exercer un effet anorexigène et anxiogène (voir encadré « Du tryptophane à la sérotonine » et Figure 3).

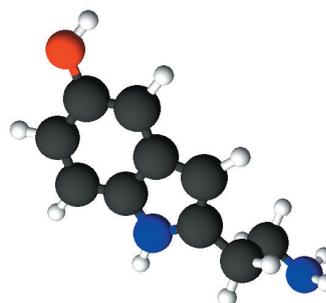
Du tryptophane à la sérotonine

Le tryptophane va être utilisé par l'organisme pour synthétiser la sérotonine.

Tryptophane $C_{11}H_{12}N_2O_2$



Sérotonine $C_{10}H_{12}N_2O$



© P. Bray

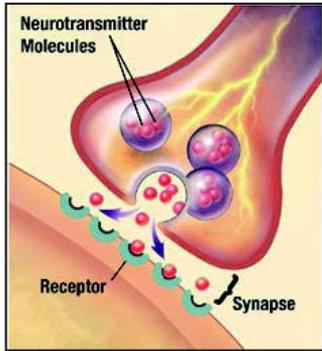


Figure 2. Les neuromédiateurs (comme la sérotonine, l'adrénaline, la dopamine...) sont libérés au niveau de la synapse et vont se fixer sur des récepteurs post-synaptiques. C'est ainsi que se transmet l'information de neurone en neurone.

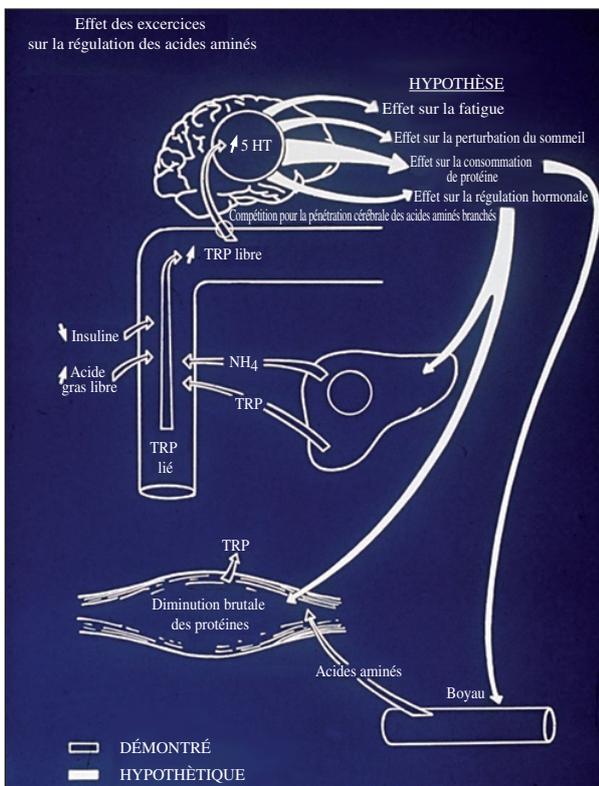


Figure 3. Effet de l'exercice dans la régulation d'acides aminés. La baisse de l'insuline, l'augmentation des acides gras libres et de l'ammoniac (NH_4) résultant de l'exercice musculaire conduiraient à une disponibilité accrue en tryptophane [TRP] libre, ce qui favoriserait la synthèse cérébrale de sérotonine [5HT]. Cette observation a permis de proposer la théorie sérotoninergique de la fatigue.

L'exercice physique agit aussi sur la régulation d'hormones impliquées dans le comportement. C'est le cas des hormones stéroïdiennes : baisse de la concentration en testostérone chez l'homme et des hormones ovariennes chez la femme. Le taux de cortisol, hormone du stress, est en augmentation constante durant l'exercice physique.

Les mécanismes exacts restent cependant encore à expliciter. Les hypothèses proposées ci-dessus reposent en effet sur des procédés biochimiques complexes dont l'étude est délicate. La production de sérotonine lors d'efforts intensifs répétés est une certitude, il a été montré qu'une quantité importante de cette sérotonine avait un impact sur le comportement de rats en laboratoire. Il est plus délicat de prouver son effet chez l'humain car il semblerait que notre cerveau s'habitue à une exposition importante de sérotonine (Figure 4).

Trois contraintes principales semblent cependant aboutir au surentraînement : le déficit énergétique, le stress psychologique et les perturbations du rythme veille-sommeil. Pour un même sujet, le risque de surentraînement sera donc significativement augmenté lors d'une activité physique si l'on réduit l'apport alimentaire. Des méthodes nutritionnelles plus adaptées valent mieux que l'emploi de substances pharmaceutiques pour contrer la fatigue (5).

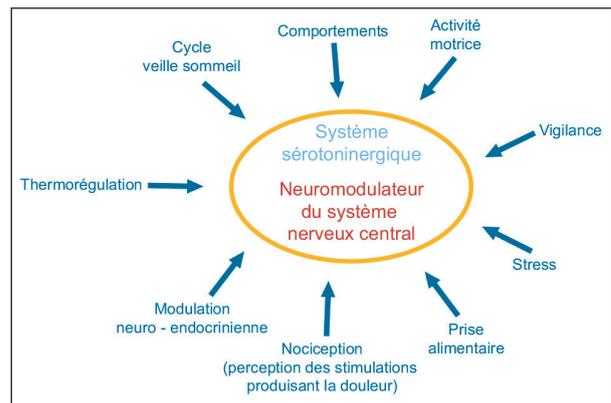


Figure 4. La sérotonine agirait en fait comme un neuromodulateur à la base de nombreuses fonctions, et non comme un neuromédiateur. À la différence de ce dernier, qui assure la transmission de l'influx nerveux via des récepteurs des neurones, un neuromodulateur est une substance chimique qui agit directement sur des neuromédiateurs pour modifier leur libération ou sur leurs récepteurs afin de modifier leur sensibilité.

LA TENTATION DU DOPAGE

L'excès d'exercice physique engendre une sensation de fatigue et des effets secondaires, en particulier sur le mental ; afin de supprimer ces maux, se doper est une tentation. Beaucoup d'individus mal informés pensent même que le dopage leur permettra d'accroître leurs performances tant physiques qu'intellectuelles.

Historiquement, le dopage (6) a malheureusement été largement utilisé et valorisé, notamment pendant

certaines périodes de crise. À tel point que la plupart des anglais pensent que pendant la bataille de Londres, il y a eu plus de morts chez les pilotes de la Royal Air Force à cause des amphétamines que du fait des Allemands (ces derniers étaient larges utilisateurs d'une métamphétamine, la pervitine, appelée « pilule de Göring »).

La question qui se pose est : peut-on proposer des molécules stimulantes pour permettre d'aller au-delà de la fatigue, jusqu'à l'épuisement ? Aujourd'hui, il n'existe pas de molécules susceptibles de maintenir le sujet éveillé pendant une période relativement longue et qui soit dépourvue d'effet(s) secondaire(s) notable(s) [7].

POUR EN SAVOIR PLUS

(1) L'imagerie fonctionnelle cérébrale

<http://www.mediachimie.org/node/1070>

(2) Sport et cerveau

<http://www.mediachimie.org/node/1057>

(3) La chimie des récepteurs des neurotransmetteurs

<http://www.mediachimie.org/node/1067>

(4) Séparation de quelques sucres

<http://www.mediachimie.org/node/848>

(5) Y a-t-il des interactions entre les médicaments et l'alimentation au quotidien

<http://www.mediachimie.org/node/1738>

(6) Le dopage

<http://www.mediachimie.org/node/1059>

(7) Produits stupéfiants et criminalistique

<http://www.mediachimie.org/node/1817>

Noël Baffier, professeur honoraire d'université, ancien directeur des Études de l'École d'Ingénieurs de Chimie Paris-tech, spécialité de recherches : science des matériaux

Jean-Claude Bernier, professeur émérite de l'Université de Strasbourg, ancien directeur scientifique des sciences chimiques du CNRS

Patrice Bray, professeur de physique chimie

Grégory Syoën, professeur agrégé, chef de projet Mediachimie-Fondation de la maison de la chimie