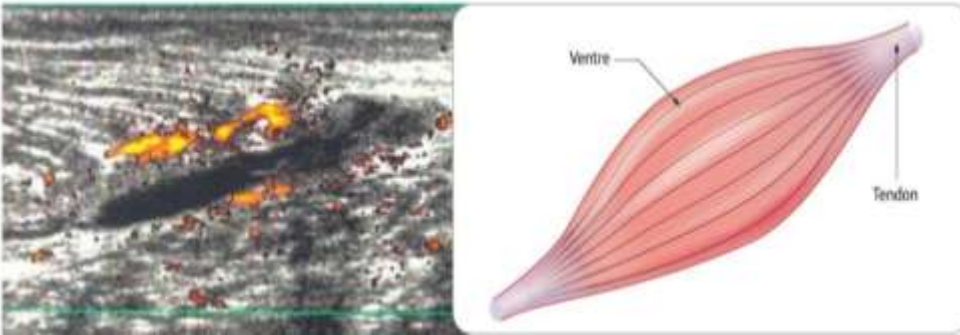


**Document 1 : quelques accidents musculaires.**

Les muscles squelettiques sont constitués de deux parties : une volumineuse région centrale, rouge, appelée « ventre du muscle » et des tendons rattachant les muscles squelettiques aux os. Les muscles sont des organes innervés et vascularisés. Les accidents musculaires correspondant à la partie charnue du muscle peuvent se classer en trois catégories : l'élongation, le claquage (ou déchirure) et la rupture.

- L'élongation est l'accident le plus bénin. Elle consiste en la rupture de quelques cellules musculaires.
- Le claquage est une déchirure musculaire bien plus importante entraînant la destruction d'un grand nombre de cellules musculaires et la rupture de vaisseaux sanguins irriguant le muscle. Il s'ensuit une douleur violente rendant la poursuite du mouvement impossible et un saignement entraînant la formation d'un hématome. Le claquage survient souvent à l'occasion d'un effort violent précédé d'un échauffement insuffisant.
- La rupture est la forme la plus grave, elle peut être partielle ou complète et se traduit par la formation d'une boule au niveau de la région musculaire lésée.

**Document 2 : IRM d'une déchirure au mollet.**



L'IRM (ou Imagerie par Résonance Magnétique) est une technique d'imagerie médicale permettant l'observation des tissus mous (muscles, ligaments) invisibles aux rayons X. On peut également y distinguer les afflux sanguins et l'activité de différents organes (comme l'encéphale par exemple).

**Document 3 : la fragilité des tendons et ligaments.**

Les tendons sont nécessaires au maintien de l'intégrité du système articulaire. Ils permettent de réaliser effectivement le mouvement en faisant pivoter les segments osseux autour d'axes variés et ce, grâce au raccourcissement des muscles lors de la contraction. Lorsque ces tendons sont trop sollicités, cela peut entraîner leur inflammation : on parle de tendinite. Parfois même une sollicitation extrême peut provoquer la rupture du tendon ou des ligaments qui maintiennent l'articulation. Ces ruptures s'accompagnent d'un bruit de déchirement, de vives douleurs à la limite du supportable et d'une impossibilité à effectuer les mouvements réalisés par cette articulation. La rupture des ligaments croisés du genou est un des accidents les plus fréquents lors d'une mauvaise réception d'une chute à ski.

**Document 4 : radiographies d'une épaule normale (à gauche) et d'une épaule luxée (à droite).**

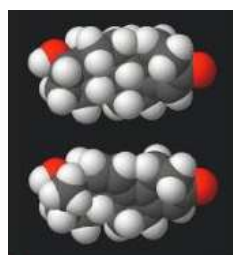


### Document 5 : les effets du surentraînement.

Le surentraînement est une des causes de pathologies associées aux pratiques sportives intensives. En effet, l'organisme nécessite toujours un temps de récupération entre deux périodes d'entraînement pour permettre l'adaptation du système musculo-articulaire mais aussi le muscle cardiaque à l'intensité de l'effort demandé. L'amélioration des performances ne peut être que progressive et ne peut se faire au détriment de l'intégrité du système musculo-articulaire. En plus du risque accru d'accidents musculaires ou articulaires, on a relevé d'autres conséquences du surentraînement : baisse notable des performances sportives, troubles du sommeil, impression de fatigue persistante, troubles cardio-respiratoires. La fréquence cardiaque relevée avant, pendant et après un effort chez des sujets surentraînés montre les effets néfastes d'une mauvaise gestion de l'entraînement :

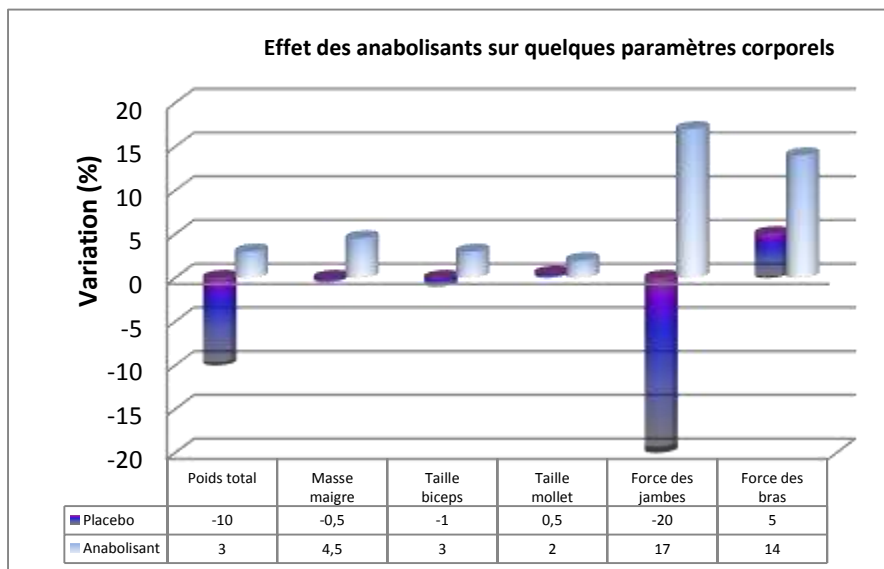
	Sujet sédentaire	Sujet entraîné	Sujet surentraîné
Fréquence cardiaque au repos (bpm).	72	50	66
Fréquence cardiaque pendant un effort intense et prolongé (bpm).	174	144	158
Fréquence cardiaque 10 minutes après l'effort (bpm).	123	68	105

### Document 6 : les stéroïdes anabolisants et modèles moléculaires de la testostérone (en haut) et du métrabolone (stéroïde anabolisant de synthèse, en bas).



Les stéroïdes anabolisants sont des molécules qui agissent comme la testostérone, principale hormone mâle qui, dès la puberté contribue au développement de la masse musculaire (anabolisme) ainsi qu'à l'apparition des caractères sexuels secondaires (pilosité, mue de la voix etc...). Depuis les années 1950, les médecins administrent des stéroïdes anabolisants à des patients souffrant d'une carence en hormones mâles ou d'une dégénérescence musculaire. L'usage de ces médicaments est aussi autorisé dans le traitement de l'ostéoporose chez les femmes et dans la lutte contre la fonte musculaire et l'augmentation de la masse adipeuse (masse grasse) chez les personnes âgées. La mise au point de stéroïdes anabolisants synthétique a permis de modifier la structure chimique de ces hormones, de réduire leurs effets masculinisants et d'accroître leurs propriétés anabolisantes sur le système musculaire. Ces molécules sont maintenant d'un usage répandu dans le milieu sportif professionnel mais aussi dans le milieu amateur. Les athlètes utilisent en général les anabolisants pendant leurs années actives de compétition et augmentent progressivement leurs doses qui dépassent de beaucoup les normes cliniques.

### Document 7 : les conséquences des stéroïdes anabolisants.



Chez un groupe d'une dizaine d'haltérophiles de sexe masculin, une moitié a reçu un traitement à la méthandienone (stéroïde de synthèse) pendant six semaines tandis que l'autre moitié recevait un placebo (substance dénuée de tout effet chimique). On a ensuite quantifié l'effet du traitement sur différentes régions du corps et sur la force musculaire.

On a également relevé les effets secondaires des anabolisants. Ces effets indésirables sont consignés dans le tableau suivant :

Hommes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atrophie des testicules, suspicion de cancer du testicule, diminution de la fertilité.</li> <li>• Développement des seins.</li> </ul>
Femmes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voix plus grave et plus rauque.</li> <li>• Développement de la pilosité de type masculine (hirsutisme).</li> <li>• Irrégularité menstruelle (dérèglement du cycle ovarien).</li> <li>• Diminution du tissu mammaire.</li> </ul>
Tous sexes confondus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agressivité, hyperactivité, irritabilité.</li> <li>• Acné.</li> <li>• Atteintes hépatiques (troubles de la circulation, risque de cancer du foie)</li> <li>• Augmentation des risques cardio-vasculaires (augmentation du taux de LDL, ou « mauvais cholestérol » et diminution du taux de HDL, ou « bon cholestérol »).</li> <li>• Suspicion d'infarctus du myocarde et d'hypertension artérielle.</li> </ul>

## **Document 8 : les amphétamines et l'EPO (source Wikipedia).**

- Les amphétamines sont des substances psychotropes qui exercent un effet psychostimulant majeur et un effet anorexigène. La méthédrine, par exemple, permit aux troupes allemandes de ne prendre aucun repos pendant les onze jours de la campagne des Balkans, en mai 1941. Enfin, les usines d'armement japonaises en distribuaient à leurs ouvriers. Ce genre de substance est toujours employé de nos jours, notamment par l'armée des États-Unis d'Amérique. L'Europe et les États-Unis autorisèrent également la diffusion des dérivés de ce produit (amphétamine proprement dite, méthédrine et le fameux Maxiton utilisé par les cyclistes). Les États-Unis en produisaient 1 000 tonnes par an pour le marché intérieur, et en 1972 environ 12 % des ordonnances comportaient une des cent spécialités contenant un dérivé d'amphétamines.
- La mort de Tom Simpson (né le 30 novembre 1937 à Haswell, mort le 13 juillet 1967 sur les pentes du Mont Ventoux, en France) lors du Tour de France 1967, et la toxicomanie engendrée entraînèrent un contrôle plus sévère en Europe et aux États-Unis dans les années 1970 et elles furent répertoriées par la convention sur les substances psychotropes de 1971. Les amphétamines furent très utilisées lors des critères de cyclisme dans les années 1980. Par nature, le dopage n'étant pas une pratique qui s'expose au grand jour, il est fort probable que les amphétamines soient toujours utilisées dans ce but, que ce soit dans le milieu du cyclisme ou d'autres sports.
- Les effets bénéfiques sont rapidement contrebalancés non seulement par les effets non recherchés, mais par des effets secondaires qui se font sentir plus ou moins longtemps : maux de tête, tremblements, céphalées (migraines), insomnie, incapacité à se concentrer, troubles digestifs, palpitations cardiaques, crampes, hypertension artérielle, effet dépressif, hyperthermie, éruptions cutanées (usage abusif et à long terme).
- L'érythropoïétine (EPO) est une hormone de nature glycoprotéique (protéine portant un glucide). Cette hormone est un facteur de croissance des précurseurs des globules rouges dans la moelle osseuse. Elle entraîne ainsi une augmentation du nombre de globules rouges dans le sang. La baisse de la pression partielle en oxygène (vie en altitude), la diminution du nombre d'érythrocytes (globules rouges) causée par une hémorragie ou par une destruction excessive, l'augmentation des besoins en oxygène des tissus entraînent une sécrétion accrue d'érythropoïétine. Au contraire, l'excès d'oxygène dans les tissus d'un organisme diminue sa sécrétion. Son action s'effectue sur les cellules érythroblastiques de la moelle osseuse (c'est-à-dire les cellules précurseurs des globules rouges) par l'intermédiaire de récepteurs spécifiques.
- Il existe de nombreuses molécules d'EPO de synthèse, qui ne diffèrent que de peu : de la longueur des chaînes glycosylées ou/et de quelques acides aminés. Ce type de molécule est appelé RHuEPO en français comme en anglais, qui signifie *Recombinant Human Erythropoietin*. La technique de fabrication consiste en l'introduction du gène de l'EPO humaine dans une lignée cellulaire animale, qui produit ensuite la protéine, appelée dans ce cas *epoetine*, qui peut être isolée. Son principal inconvénient est la fréquence des injections nécessaires pour être efficace (plusieurs fois par semaine).
- Certains sportifs (particulièrement les marathoniens et les cyclistes) cherchent à augmenter leur endurance et leurs performances en s'administrant ce type d'hormone. L'amélioration de la vitesse des cyclistes utilisant de l'EPO est parfois évaluée à environ 10%. Ce type de pratique dopante peut avoir des conséquences graves, parfois même mortelles. En effet, l'injection d'érythropoïétine synthétique augmente chez un individu la quantité de globules rouges et peut faire passer l'hématocrite de 45 % (chiffre normal) jusqu'à 65 % (chiffre beaucoup trop élevé). Au cours d'un effort physique prolongé, le sportif imprudent qui a eu recours à un tel procédé voit son sang se transformer en une pâte visqueuse et épaisse (hyperviscosité sanguine), susceptible d'entraîner la formation de caillot et de thromboses. Dans ces conditions, les accidents vasculaires cérébraux ne sont pas rares, et une défaillance cardiaque peut même survenir. Il est également possible que son usage entraîne, plus largement, différents problèmes cardiaques -ce qui permettrait d'expliquer le nombre de plus en plus élevé de morts par arrêt cardiaque de sportif de haut niveau ces dernières années (notamment en football et en cyclisme).