

TD1 : Les besoins des cellules musculaires et leur approvisionnement :

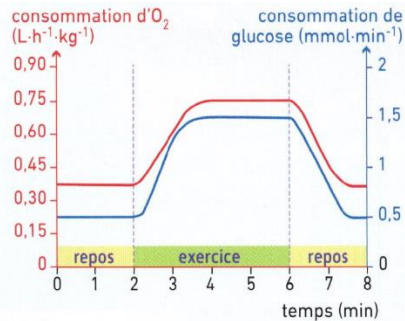
(D'après Bordas, Ed.2020, p.442-443 et Belin, Ed.2020, p.452-453)

Les cellules musculaires ont besoin de nutriments pour se contracter, principalement de glucose et du dioxygène, dont la transformation selon des voies métaboliques aérobies ou anaérobies permet de produire de l'ATP, en fonction du type d'effort fourni.

Quels sont les besoins des cellules musculaires et s'approvisionnent-elles en glucose au cours d'un effort musculaire ?

1- Activité musculaire et besoin de l'organisme :

Lors d'un effort, la dépense énergétique de l'organisme augmente. Dans les cellules musculaires, l'ATP nécessaire à la réalisation de cet effort est obtenu par des mécanismes métaboliques tels que la respiration cellulaire ou la fermentation lactique nécessitant des nutriments. On a mesuré la consommation de dioxygène et de glucose lors d'efforts physiques.

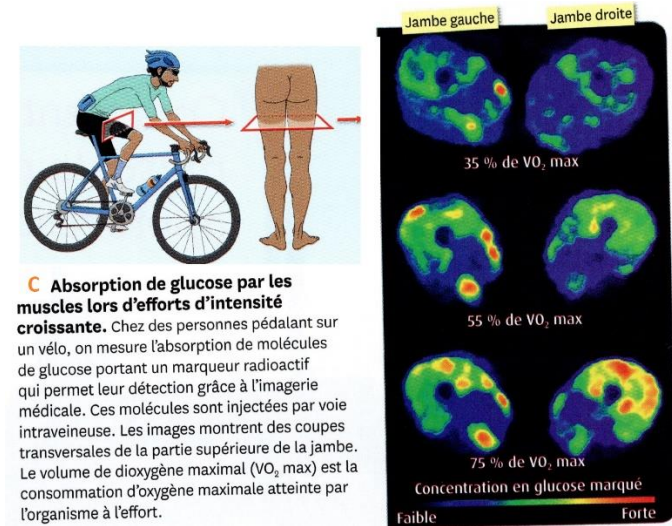


A Consommations de glucose et de dioxygène lors d'un effort physique.

(Bordas, Ed.2020, p.442)

Puissance de l'effort (en W)	Glucose utilisé (en g·min ⁻¹)	Dioxygène consommé (en L·min ⁻¹)
50	1,09	0,88
100	1,88	1,50
150	2,66	2,13
200	3,44	2,75
250	4,22	3,38

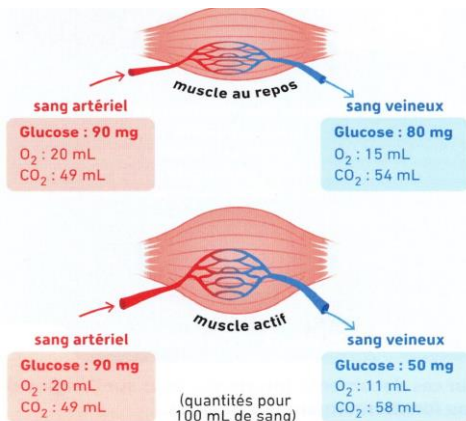
B Consommations de glucose et de dioxygène pour des efforts d'intensité croissante.



C Absorption de glucose par les muscles lors d'efforts d'intensité croissante. Chez des personnes pédalant sur un vélo, on mesure l'absorption de molécules de glucose portant un marqueur radioactif qui permet leur détection grâce à l'imagerie médicale. Ces molécules sont injectées par voie intraveineuse. Les images montrent des coupes transversales de la partie supérieure de la jambe. Le volume de dioxygène maximal ($VO_2 \text{ max}$) est la consommation d'oxygène maximale atteinte par l'organisme à l'effort.

(Belin, Ed.2020, p.452)

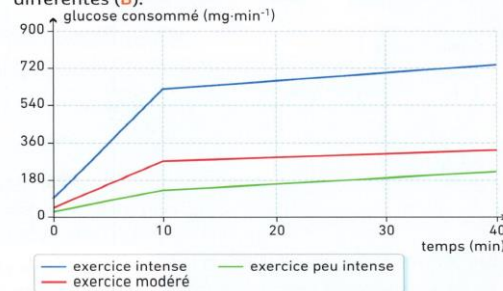
2- L'origine des nutriments consommés lors de l'activité physique :



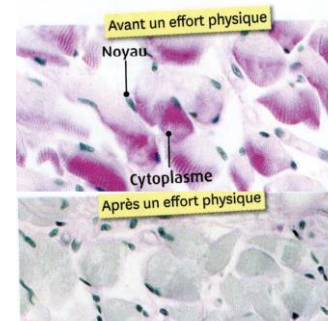
A Bilan sanguin d'un muscle au repos et en activité.

(Bordas, Ed.2020, p.442)

Afin de préciser l'origine des nutriments consommés lors d'une activité physique, on a déterminé la composition chimique du sang artériel et du sang veineux au niveau d'un muscle au repos et d'un muscle en activité (A), puis pour les muscles des jambes au cours d'efforts d'intensité différentes (B).

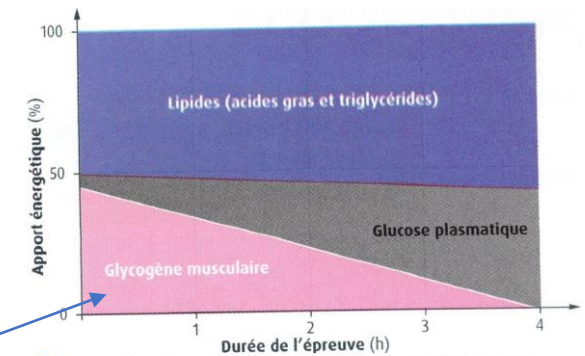


B Les muscles sont des **organes consommateurs*** de glucose sanguin.



C Observation au microscope optique de tissus musculaires avant et après un effort physique. Les coupes ont été traitées par une substance colorant le glycogène en rose et les noyaux en bleu.

(Belin, Ed.2020, p.452)

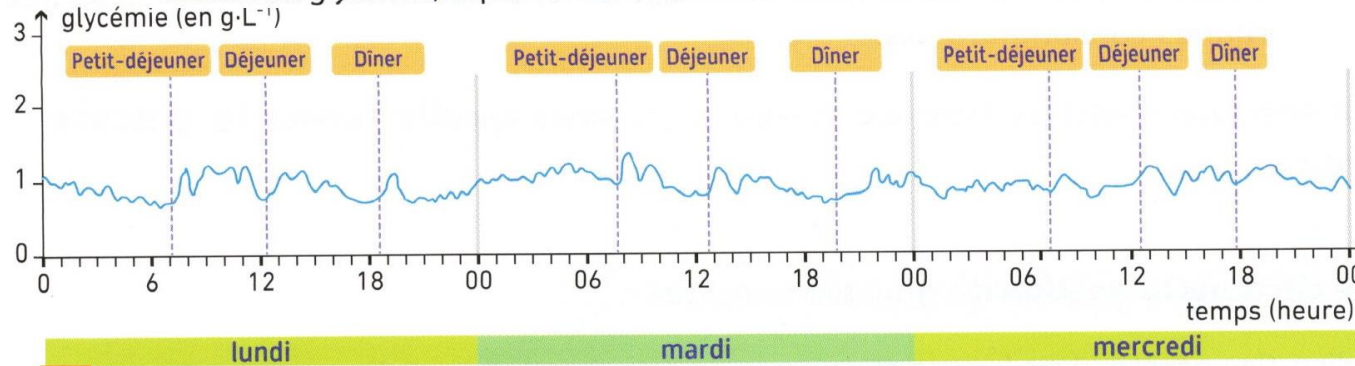


D Contribution de différents substrats à l'apport d'énergie au muscle au cours d'un effort d'intensité moyenne. L'énergie est fournie aux cellules musculaires par oxydation de différents substrats.

(Belin, Ed.2020, p.453)

3- Apport du glucose alimentaire et variations de la glycémie :

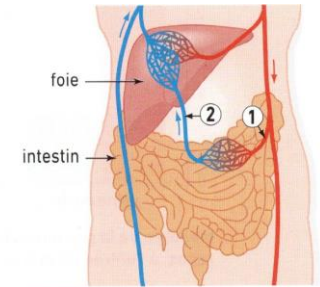
On appelle **glycémie** la concentration sanguine en glucose. Ce paramètre biologique important peut être suivi en continu à l'aide d'un lecteur de glycémie, capable de réaliser des mesures toutes les 10 secondes.



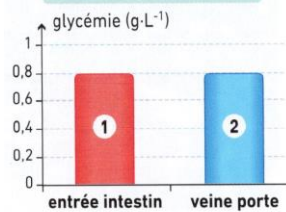
A Suivi de la glycémie réalisé chez un sujet ne présentant aucun trouble particulier, pendant 72 h.

(Bordas, Ed.2020, p.443)

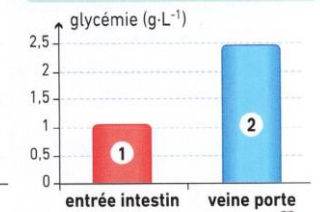
La muqueuse de l'intestin grêle, qui est directement en contact avec les aliments en cours de digestion, est richement vascularisée. Elle constitue ainsi une grande surface d'échanges permettant l'absorption des nutriments issus de la digestion.



Mesure de glycémie à jeun



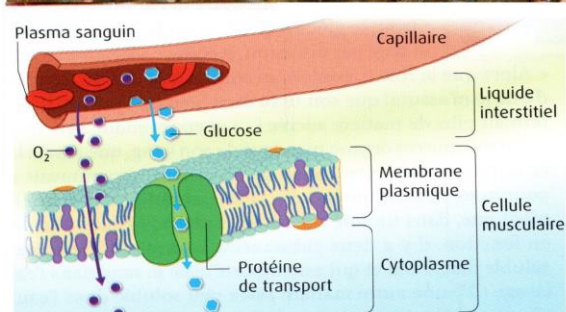
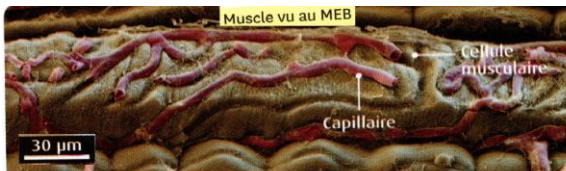
Mesure de glycémie après un repas



B Mesures de la glycémie au niveau de l'artère alimentant l'intestin ① et de la veine porte ②, chez un même sujet à jeun, et après un repas.

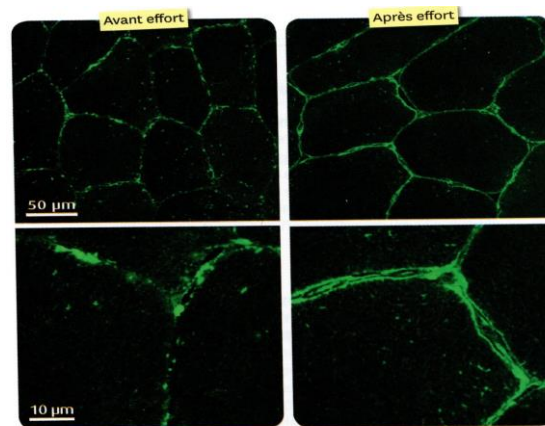
(Bordas, Ed.2020, p.443)

4- Le transfert du dioxygène et du glucose dans la cellule musculaire :



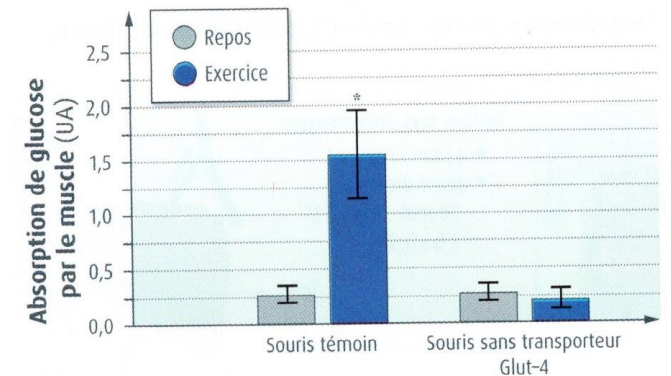
A Échanges de glucose et de dioxygène au niveau d'un muscle. Le transport de ces molécules se fait par diffusion passive ou facilitée dans le sens de leur gradient de concentration.

(Belin, Ed.2020, p.453)



B Localisation de la protéine de transport de glucose Glut-4 au niveau de la membrane plasmique de cellules musculaires avant et après effort (vues en coupe au microscope à fluorescence). On a réalisé des biopsies de muscle squelettique chez des volontaires avant et juste après un effort physique. La protéine Glut-4 émet une fluorescence verte.

(Belin, Ed.2020, p.453)



C Rôle du transporteur Glut-4 dans l'absorption du glucose lors de l'effort. On quantifie l'absorption de glucose par les cellules musculaires d'un muscle de la patte chez des souris témoins et chez des souris incapables de produire des transporteurs Glut-4. L'astérisque indique une différence significative.

(Belin, Ed.2020, p.453)

Pour déterminer quels sont les besoins des cellules musculaires et comment elles y subviennent :

- Identifiez l'effet de l'activité musculaire sur la consommation de dioxygène et de glucose, ainsi que l'origine de ces molécules
- Formulez le problème biologique posé par le suivi de la glycémie, et proposez plusieurs hypothèses explicatives
- Réalisez un schéma qui précise les sources d'approvisionnement en glucose lors d'un effort physique, la notion de flux doit apparaître.

Coup de pouce :

- * Adoptez une démarche comparative sur des données chiffrées.
- * Confrontez les suivis de la glycémie aux phénomènes qui peuvent la faire varier.