

Fonctionnement de l'organisme et besoins en énergie

Plan

| | |
|--|--------|
| Énergie et être vivants | page 2 |
| Notion d'énergie | page 2 |
| La respiration fournit de l'énergie aux êtres vivants | page 3 |
| La réaction chimique de la respiration | page 3 |
| Préparer les contrôles sur les deux premières leçons | page 4 |
| Signification de quelques termes et formules chimiques | page 6 |
| Stop | page 8 |
| Fournir aux cellules la matière dont elles ont besoin : les surfaces d'échanges | page 9 |

Remarque : vous trouverez dans cette partie de cours le petit dessin suivant



Je l'ai trouvé drôle et révélateur du désarroi qu'on peut avoir lorsqu'on ne comprend pas tout, ce qui fut souvent mon cas lorsque je fus élève (mais je n'ai jamais exprimé ma détresse extérieurement comme elle est montrée avec ce dessin).

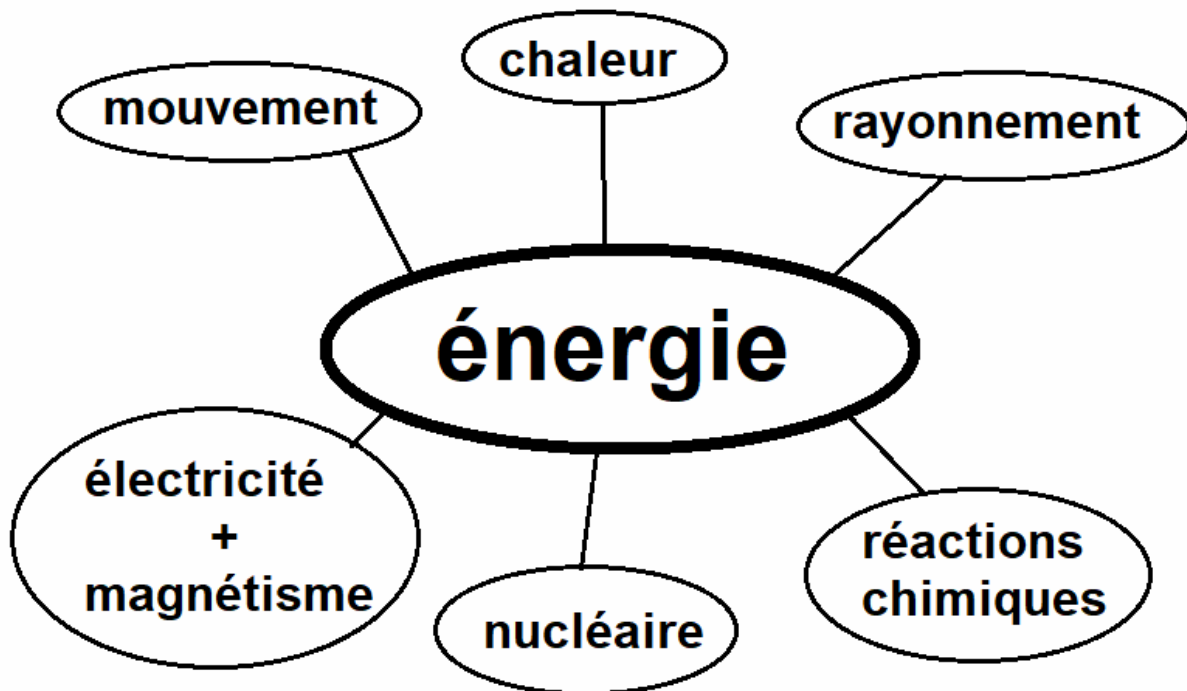
Quand j'ai pensé que ce que j'explique n'est pas forcément compréhensible immédiatement pour mes élèves, je l'ai inséré dans le cours, histoire de leur montrer qu'il ne faut pas paniquer et qu'il convient de dédramatiser... ou pas.

ENERGIE ET ÊTRES VIVANTS¹

1. Notion d'énergie.

La Vie est un phénomène complexe qui utilise et produit de l'énergie (du grec voulant dire « force en action »).

Différentes formes d'énergie :



2

Ainsi, comme on l'a vu en classe, l'électricité produit de la lumière qui produit de la chaleur (on s'en est rendu compte avec le rétroprojecteur) ; l'électricité produit du mouvement (on s'en est rendu compte avec les boules de papier qui sont attirées par une règle frottée sur du tissu) ; le mouvement produit de l'électricité (comme précédemment pour électriser la règle on l'a frottée sur du tissu, et le frottement a généré de l'électricité (dite statique)) ; le mouvement produit de la chaleur, on le sait en frottant nos mains l'une contre l'autre.

Les êtres vivants utilisent et produisent différentes formes d'énergie pour se maintenir en vie (sauf peut être l'énergie liée à la radioactivité).

Par exemple notre cerveau, notre cœur, nos muscles, produisent de l'électricité (pour le cerveau on la détecte avec une électro-encéphalogramme), utilisent l'énergie de certaines réactions chimiques, etc.

¹ Remarque : il ne faut pas confondre « être humain » et « être vivant ». Les humains sont des êtres vivants mais tous les êtres vivants ne sont pas humains.

Un chien, un poisson rouge, un pommier, un rosier sont des êtres vivants et ils ne sont pas des êtres humains.

² Ce schéma est à savoir refaire pour le contrôle, -1 point par erreur ou omission ; -0,5 par faute d'orthographe !

2. Quelle énergie pour les êtres vivants ? Celle de la respiration.

La grande majorité des êtres vivants utilisent l'énergie liée à la respiration^{1 2}.

Un être vivant qui ne peut plus respirer meurt, **la respiration est donc indispensable au fonctionnement du corps.**

Il a été vu en 6^{ème} que **se nourrir permet**

- de remplacer la matière perdue,
- de gagner de la matière et augmenter sa masse,
- le bon fonctionnement du corps.

Respirer permet de fournir de l'énergie au corps.

Le fonctionnement du corps est donc concerné par les faits de respirer et se nourrir, pour la raison suivante :

[respirer³ et se nourrir] aboutit à la production d'énergie par le corps d'un être vivant.

On observe lorsque on respire que du dioxygène (O₂) entre dans le corps, du dioxyde de Carbone et de l'eau (H₂O) en ressortent.

Le dioxyde de carbone résulte de l'utilisation d'une catégorie de matière organique dans le corps : les glucides.

Les glucides sont une catégorie de sucres.

L'un d'eux, le glucose⁴, réagit chimiquement avec le dioxygène, cela produit de l'énergie.

Cette réaction chimique s'écrit ainsi :

Réaction chimique de la respiration :

(de manière simplifiée)

Dioxygène + glucose \longrightarrow eau + dioxyde de Carbone + énergie

Voici la réaction chimique équilibrée :

6 O₂ + C₆H₁₂O₆ \longrightarrow 6 H₂O + 6 CO₂ + énergie

Une fois que cette énergie est produite par la réaction chimique de la respiration, elle va être utilisée par nos cellules pour permettre les mouvements, le dégagement de chaleur, la production d'électricité, de rayonnement, d'autres réactions chimiques.

Remarque : lorsque du sucre brûle, c'est la même réaction chimique avec une flamme en supplément énergétique car cette réaction se fait directement au contact de l'air, pas dans nos cellules. Heureusement que dans nos cellules, ça ne brûle pas...

¹ La fermentation est un moyen de production d'énergie utilisé par d'autres êtres vivants, notamment certaines bactéries.

² On a découvert en 1972 que certains microbes appelés « archées » utilisaient une forme de « respiration » particulière où le dioxyde de Soufre (H₂S) joue un rôle prépondérant pour fournir de l'énergie chimique.

³ Le mot « respirer peut avoir plusieurs acceptions/significations : ce peut être le fait de faire rentrer et sortir l'air de nos poumons (inspirer, expirer, les mouvements respiratoires), le fait d'être soulagé (« ouf, je respire »). Nous considérerons ici que c'est le phénomène qui permet de fournir de l'énergie à nos cellules.

⁴ L'autre nom du glucose est le « sucre glace ». Le « sucre en poudre » est souvent du saccharose.

Préparer les contrôles sur les deux premières leçons

Les réponses en bleu

Il convient de savoir par coeur :

- le schéma des différentes formes d'énergie, (voir le schéma page 2)
- pourquoi se nourrir, (voir les 3 raisons page précédente)
- pourquoi respirer, (pour fournir de l'énergie au corps)
- la formule de la réaction chimique de la respiration (voir page précédente ou ci-dessous).

Exemples de questions :

- 1- Quelle est la réaction chimique de la respiration ?
- 2- à quoi aboutit le fait de se nourrir et respirer ?
- 3- Ecrire la réaction chimique de la respiration.
- 4- Peut on produire de la chaleur grâce au mouvement ? Du mouvement grâce à la chaleur ?

Réponses :

1- C'est la réaction chimique entre le glucose et le dioxygène qui fournit de l'énergie au corps.

2- À fournir de l'énergie au corps.

3- **Réaction chimique de la respiration :**

(formule simplifiée¹)

Dioxygène + glucose \longrightarrow eau + dioxyde de Carbone + énergie

4- L'ancien élève de 5^{ème} Patrick Martin aurait répondu : Oui. Oui².
Mais aujourd'hui il sait qu'il faut compléter la réponse !...



Pour montrer qu'on a compris (ou pas...) ; le professeur qui corrige saura qu'il faut donner une nouvelle explication s'il constate que votre réponse n'est pas correcte.

Aujourd'hui je suis capable de compléter mes réponses (ou pas...). Par exemple, pour montrer qu'un mouvement produit de la chaleur, en frottant nos mains l'une contre l'autre (mouvement) cela produit de la chaleur.

¹ Réaction chimique équilibrée (il n'est pas obligatoire de la connaître, mais ça aide) :

$6 \text{ O}_2 + 6 \text{ C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightleftharpoons 6 \text{ H}_2\text{O} + 6 \text{ CO}_2 + \text{énergie}$.

² Peut être au hasard ?... car je n'étais pas sûr de moi. D'où l'utilité de lire ce qui suit le dessin.

Par exemple, pour montrer que de la chaleur produit du mouvement, l'air chaud s'élève (mouvement).

Cela a été dit et vu en classe, voilà pourquoi il convient d'être attentif pendant les explications.

Remarques :

- Le poisson torpille possède un système de cellules capables de générer et stocker l'électricité (du grec *elektron* qui désigne l'ambre¹ (de la résine fossilisée)). Il la décharge pour capturer ses proies ou se défendre contre ses prédateurs.



Cette électricité est produite par des cellules musculaires particulières appelées électrocytes ; à partir de leur étude, monsieur Volta mettra au point la pile électrique.

Chez d'autres poissons des systèmes électriques permettent de se localiser ou de communiquer.

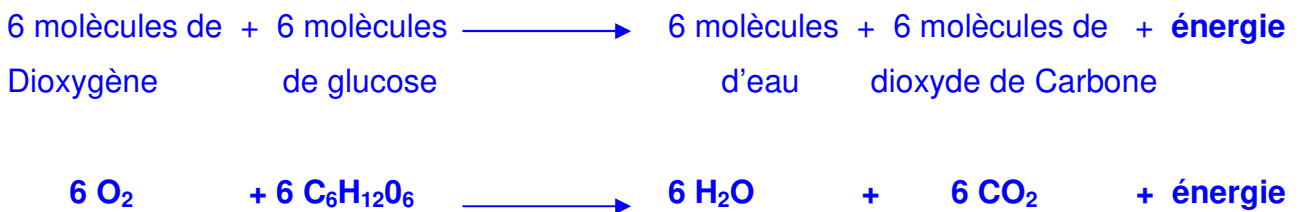
- Les ondes sonores servent aux chauves-souris et aux dauphins à se repérer et communiquer. Il faut savoir que le son se déplace à 1 500 mètres par seconde dans l'eau (300 m/s dans l'air) (5 000 m/s dans le béton !)

¹ Quand on frotte de l'ambre avec un chiffon (mouvement) cela produit de l'électricité statique. Nos ancêtres l'avaient déjà constaté bien avant l'antiquité.

Remarque - Signification de quelques termes et formules chimiques

Ce qui suit sur cette page vous est donné pour votre culture générale, nul besoin de le connaître pour les contrôles.

Dans la formule de la réaction chimique de la respiration, les symboles employés ont la « traduction » suivante :



O = symbole de l'élément chimique appelé « Oxygène »

Du grec « *oxy* » qui veut dire « acide » et « *gène* » qui engendre, qui « donne naissance à », c'est l'élément chimique qui engendre l'acidité.

Di = deux

Dioxygène = deux atomes d'oxygène. (Atome, du grec « *atom* » qui veut dire « invisible »).

C = symbole de l'élément chimique appelé « Carbone ».

Du latin qui veut dire « charbon », le charbon comme le pétrole contiennent beaucoup d'atomes de Carbone car cet élément est très présent dans la matière organique (matière qui n'est fabriquée que par les êtres vivants).

H = symbole de l'élément chimique appelé « Hydrogène ».

Du grec « *hydro* » qui signifie « eau » et « *gène* » qui engendre, qui « donne naissance à », c'est l'élément chimique qui engendre l'eau.

C₆H₁₂O₆ = formule chimique d'une molécule de glucide, ici le glucose.

Du grec « *gly* » (ou « *glu* ») qui signifie « doux, sucré » et « *ide* » qui veut dire « fils / fille de » ou aussi « qui a l'aspect de » « en forme de ». Glucide peut donc se traduire : « fils/fille du sucre ».

Une molécule est un ensemble d'atomes. Du latin « *molecul* » qui veut dire « petite masse ».

Cette molécule est donc constituée de 6 atomes de Carbone et 12 atomes d'Hydrogène et 6 atomes d'Oxygène.

H₂O = la molécule d'eau constituée de deux atomes d'Hydrogène et d'un atome d'Oxygène.

Remarque : notre corps est constitué à 70% d'eau.

CO₂ = la molécule de Dioxyde de Carbone, jadis appelée gaz carbonique.

Dioxyde = deux atomes d'oxygène.

Cette molécule est donc constituée de 1 atome de Carbone et 2 atomes d'Oxygène.

Voici la réaction chimique équilibrée :



Les indices indiquent le nombre d'atomes dans la molécule. Par exemple « O₆ » signifie qu'il y a six atomes d'Oxygène dans la molécule.

Comme on le sait depuis Lavoisier, « rien ne se perd rien ne se crée », il faut qu'il y ait le même nombre d'atomes des deux côtés du symbole de la réaction chimique (en général une flèche →).

Faites le compte il y a bien :

- 12 atomes d'Hydrogène des deux côtés (**H₁₂** & **6 H₂**) ;
- 18 atomes d'Oxygène des deux côtés (**6 O₂** + **0₆** & **6 O** + **6 O₂**) ;
- 6 atomes de Carbone des deux côtés (**C₆** & **6 C**).

STOP !

Avant de passer à la suite, un peu compliquée comme vous allez vous en rendre compte, sachez que ce que vous allez lire à partir de maintenant ne sera pas demandé aux prochains contrôles.

C'est compliqué mais c'est très utile pour comprendre les surfaces d'échanges qu'on a dans nos poumons, nos intestins, nos reins, dans le placenta, etc...

3. Fournir aux cellules la matière dont elles ont besoin : les surfaces d'échanges.

Chacune des cellules d'un organisme nécessite – à son niveau – de se nourrir et respirer.

Elle doit donc disposer – à son niveau - de la matière lui permettant de se nourrir et respirer.

Le « niveau » des cellules est microscopique.

Pour arriver à ce niveau, la matière doit d'abord entrer dans l'organisme, puis être transportée à chaque cellule. Pour les humains, ce transport s'effectue grâce à la circulation du sang.

La matière va entrer dans l'organisme par l'intermédiaire d'organes spécialisés dans la respiration et la digestion.

Exemples d'organes respiratoires les plus connus : les poumons, les branchies.

Exemple d'organes digestifs les plus connus : les intestins.

Un organisme a un volume.

C'est **dans ce volume que s'utilise la matière et que s'utilise et se produit l'énergie.**

La matière et l'énergie entrent et sortent de l'organisme à travers des surfaces.

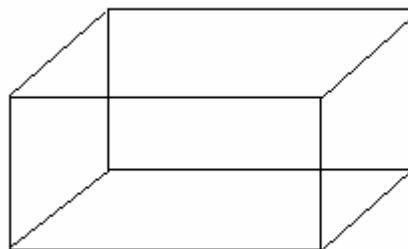
Hors cette histoire de volume et de surface va prendre toute son importance ici.

Prenons un exemple en géométrie (du grec « *geo* » = la Terre, et « *metre* » = mesure) :

Attention, ça va être compliqué pour certains... je suis concerné, *ça a toujours été « âchement dût » pour moi* 😊

Pause avant la remarque mathématique (fort importante et qui réclame toute votre attention, d'où un petit moment de détente avant de mobiliser notre cerveau sur ce qui est fort important).

Regardez cette figure :



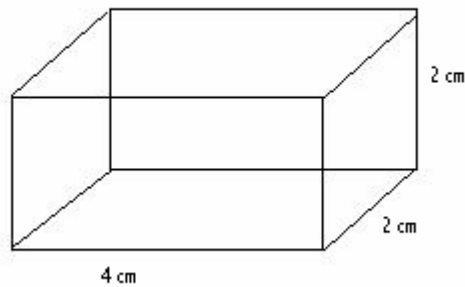
Avez-vous remarqué qu'on peut l'interpréter de différentes façons ? Soit on la « voit » avec l'avant vers la gauche en bas ; soit on la « voit » avec l'avant vers la droite en haut...

Marrant non ? C'est lié au fait que notre cerveau interprète cette surface comme étant la représentation d'un volume.

Consulter le cours sur le fonctionnement du cerveau de la classe de 4^{ème}.

Voilà, la pause est terminée.

Revenons à notre figure plane qui est sensée symboliser un volume. Donnons lui des dimensions, une longueur, une largeur, une hauteur.



Pour avoir son volume on multiplie sa longueur (L) par sa largeur (l) par sa hauteur (h). (Ça tombe bien, pour me simplifier la vie j'ai fait en sorte que la largeur et la hauteur aient la même dimension).

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= L \times l \times h \\ &= 4 \text{ cm} \times 2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm} \\ &= \mathbf{16 \text{ cm}^3} \text{ (on écrit cm}^3 \text{ pour se simplifier la vie, sinon il faudrait écrire } \\ &\quad \text{cm} \times \text{cm} \times \text{cm)} \end{aligned}$$

(autrement dit mon volume est constitué de 16 petits cubes de 1 cm de côté).

Connaître sa surface totale nécessite plusieurs calculs.



Et bien parce qu'il y a six surfaces, vu qu'il y a six côtés. Mais on remarque que j'ai trois fois les mêmes surfaces ce qui va me simplifier la vie.

$$\begin{aligned} \text{Surface} &= (L \times l) \times 2 + (L \times h) \times 2 + (l \times h) \times 2 \\ &= (4 \times 2) \times 2 + (4 \times 2) \times 2 + (2 \times 2) \times 2 \\ &= \mathbf{40 \text{ cm}^2} \text{ (c'est-à-dire que ma surface est constituée de 40 petits carrés de 1 cm de } \\ &\quad \text{côté)}. \end{aligned}$$

Supposons que mon parallélépipède rectangle (c'est le nom qu'on donne à ce qui est représenté) produise de l'énergie.

Il la produit dans 16 cm^3 mais doit la faire sortir à travers 40 cm^2 .

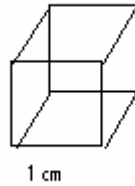
Quand on compare 16 et 40 on se dit que ça ne doit pas être compliqué.

D'où l'importance des unités de mesure ! le cm^3 et le cm^2 ce n'est pas la même chose...

Par exemple $10^2 = 100$; $10^3 = 1000$. ($10^2 = 10 \times 10$; $10^3 = 10 \times 10 \times 10$)

Et cela a des conséquences (que nous allons étudier plus loin).

Prenons cette autre figure :



Le volume est de 1 cm^3 et la surface de 6 cm^2 .

Il produit de l'énergie dans 1 cm^3 mais doit la faire sortir à travers 6 cm^2 .

Comparons nos deux figures :

| | Surface en cm^2 | Volume en cm^3 | Rapport S/V |
|--|--------------------------|-------------------------|-------------|
| | 6 | 1 | 6 |
| | 40 | 16 | 2,5 |

Supposons que ces deux volumes produisent de l'énergie.

L'énergie est produite dans le volume et s'évacue par la surface.

Le petit volume évacue (ou perd¹) son énergie plus facilement que le grand volume.

POURQUOI,
POURQUOI,
POURQUOI ?

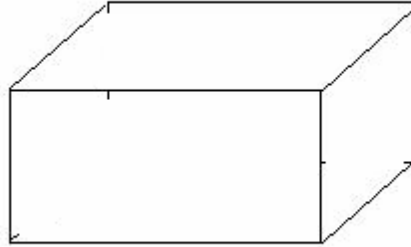


Parce que le rapport Surface/Volume est plus élevé ; pour « simplifier à outrance », il (le petit volume) évacue 6 « énergies » quand le grand volume n'en évacue que 2,5.

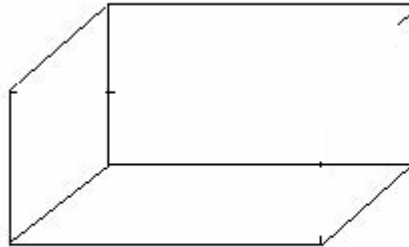
¹ Ainsi la musaraigne perd plus rapidement son énergie que l'éléphant.

Revenons à notre moment de détente maintenant qu'on a (espérons-le) compris l'essentiel¹.

On peut « voir » le volume comme ça : avec l'avant vers la gauche en bas...



ou comme ça : avec l'avant vers la droite en haut...



En plus, je ne sais pas si vous avez remarqué, mais on dirait que la 2^{ème} figure est plus « haute » que la première. Quelquefois on dirait que ce n'est qu'une partie de la boîte, qu'il manque le « devant ». Comme sur cette photo :



Ah !... le fonctionnement de notre cerveau est merveilleux, vous étudierez cela en 4^{ème}.

¹ C'est-à-dire que c'est **dans un volume que s'utilise la matière et que s'utilise et se produit l'énergie ; or la matière et l'énergie entrent et sortent de l'organisme à travers des surfaces.**

Puisqu'on parle du cerveau, avez-vous remarqué sa structure en surface ?



Il y a des tas de replis. Ces replis augmentent la surface du cerveau, de son « écorce », qu'on appelle le cortex cérébral. On appelle ces replis les circonvolutions cérébrales.

Le cerveau, qui représente un vingtième du volume de notre corps, consomme un cinquième de l'énergie de notre corps.

En gardant un volume constant, les replis permettent de mieux évacuer cette énergie en augmentant la surface.

Tous ces replis/circonvolutions ont une surface qui fait aux alentours de 2 000 – 3 000 cm².

Le cerveau ayant un volume d'à peu près 1 400 – 1 500 cm³.

Remarquons que les neurones (les cellules nerveuses) se répartissant aussi sur une surface, plus celle-ci est importante, plus le nombre de neurones est important.

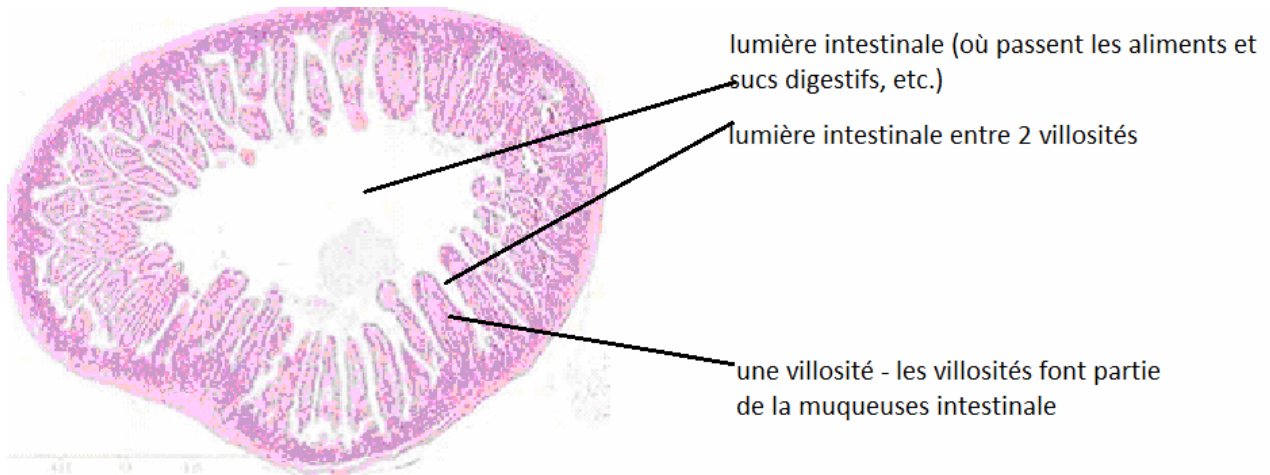
Ce n'est donc pas la « grosseur » du cerveau qui compte, mais la surface du cortex.

Un autre exemple permettant de comprendre que l'énergie produite dans un volume doit s'évacuer à travers une surface, celui du moteur : toutes ces « lames » sont comme des replis qui permettent d'évacuer au maximum la chaleur produite par le fonctionnement du moteur.



Mais pourquoi s'intéresser à cela ?

Regardons une photographie d'une coupe d'intestin grêle prise au microscope après coloration.



Comme on le voit dans le cours sur la digestion, les villosités augmentent la surface intérieure de l'intestin en faisant des plis et des replis.

En augmentant la surface on peut faire entrer/sortir davantage de matière (ou d'énergie) dans un même volume.