

La digestion

Remis en ligne en 2019 pour les classes de 3e

Ce qui « stablyoté » est à connaître

1- Exemple de la digestion du chewin gum	page 2
2- Définitions	page 9
3- Présentation de l'appareil digestif	page 11
4- L'absorption des nutriments au niveau des intestins	page 15
5- La structure de la paroi des intestins favorise une absorption maximale des nutriments	page 16
Intermède explicatif	page 15
6- Le passage des nutriments dans le sang	page 21
Bilan schématique	page 24

1- Exemple de la digestion du chewin gum

De l'anglais « *chew* » = mâcher et « *gum* » = gomme (gomme à mâcher).

Pour comprendre visuellement ce qu'est la digestion, on choisit cet aliment dont l'essentiel de la digestion se passe dans la bouche, ce qui fait qu'on peut le recracher à tout moment.

On prend autant de chewin gums que d'élèves qui souhaitent et peuvent¹ participer à l'expérience.

On mesure leur masse avec le bol à peser et le papier d'emballage.



Pour des raisons d'hygiène. Chacun va sortir son chewin gum du papier d'emballage sans qu'il ait été en contact avec des microbes si on avait pesé (mesurer la masse) en enlevant d'abord le papier.

Photographie de la pesée (le nombre indique une masse en grammes).



¹ Allergies alimentaires ou appareils dentaires font qu'on ne peut pas participer ; si on n'aime pas le chewin gum on ne souhaite pas participer.

Tout le monde met le chewin gum en même temps dans sa bouche et on déclenche le chronomètre qui va permettre de mesurer le temps à partir duquel chacun ne détecte plus le goût du sucre dans sa bouche.

Tableaux des résultats :

Classe de 5°2

Temps à partir duquel le goût du sucre n'est plus détecté, en minutes	0	0'30	1	1'30	2	2'30	3	3'30	4	4'30	5	5'30	6	6'30	7
Nombre de personnes concernées	0	0	0	0	0	0	0	8	5	2	2	1	0	0	4

Classe de 5°6

Temps à partir duquel le goût du sucre n'est plus détecté, en minutes	0	0'30	1	1'30	2	2'30	3	3'30	4	4'30	5	5'30
Nombre de personnes concernées	0	0	0	5	2	6	3	0	2	0	0	1

POURQUOI,
POURQUOI,
POURQUOI ?



fait on ces mesures ?

Et bien nous sommes tous différents... et l'efficacité et la durée de digestion ne sont pas les mêmes pour tout le monde.

On constate qu'il y a des humains qui digèrent plus rapidement que d'autres.

Dans ce cas, qu'ils ont une amylase salivaire (l'enzyme digestive qui extrait le glucose des aliments) plus ou moins performante.

Ensuite on compare « avant / après ». D'abord l'aspect.

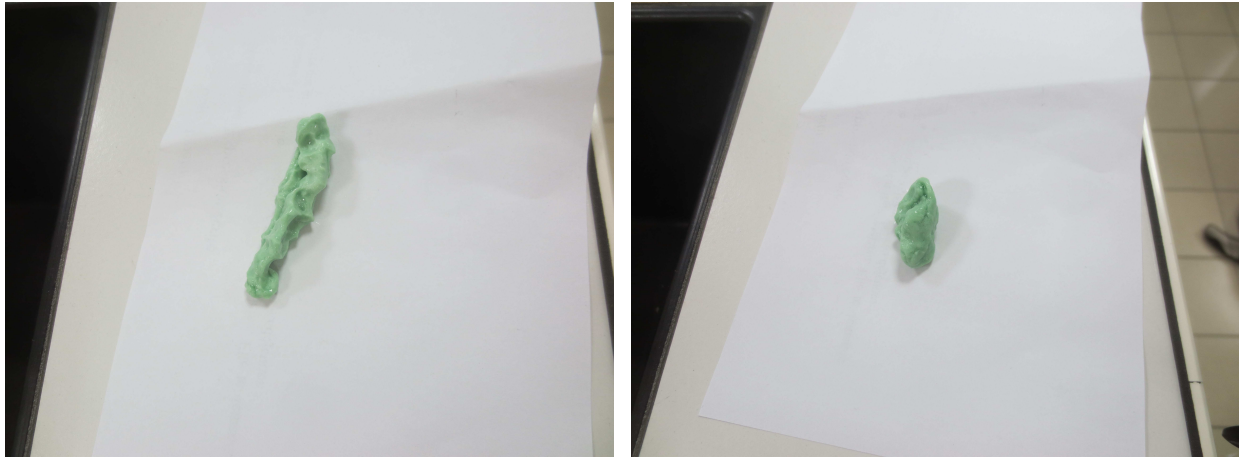
Photographie d'une plaquette de chewin gum avant qu'elle soit mise dans la bouche.



Photographie de toutes les plaquettes mises dans le récipient à peser.



Photographie d'un chewin gum après avoir été mâché (à droite il est resté un peu plus longtemps dans la bouche qu'à gauche...).



A l'évidence la forme s'est modifiée... il y a eu transformation physique de l'aliment dans la bouche.

Puis on repèse l'ensemble des chewin gums avec leur papier (qu'on a gardé).



Une élève a malaxé le chewin gum avec ses doigts avant de le remettre dans le bol à peser.



(On distingue une petite pyramide...)



A mon avis pour s'amuser un peu, dans ce cas c'est un amusement gentil qui ne gêne en rien le déroulement du cours, et même cela permet de se détendre un peu en lisant ces lignes... et de faire un peu d'histoire de l'Égypte antique ;)

Les résultats

Classe de 5^e2

Masse bol à peser + chewin gum + papier d'emballage avant la digestion en grammes	Masse bol à peser + chewin gum + papier d'emballage après la digestion en grammes
254 g	209 g

Les masses du bol à peser et des papiers étant restées les mêmes, la masse qui manque (ici 45 g) affecte forcément le chewin gum.

Classe de 5^e6

Masse bol à peser + chewin gum + papier d'emballage avant la digestion en grammes	Masse bol à peser + chewin gum + papier d'emballage après la digestion en grammes
237 g	206 g

Les masses du bol à peser et des papiers étant restées les mêmes, la masse qui manque (ici 31 g) affecte forcément le chewin gum.

Donc cette différence de masse, c'est une partie de la matière du chewin gum qui a disparu... laquelle ?...

Comme le goût du sucre disparaît dans la bouche après un certain temps, **c'est le sucre contenu dans le chewin gum avant digestion qui a « disparu »**.

On sait depuis Lavoisier qu'en chimie « rien ne se perd rien ne se crée, tout se transforme ».

Qu'est il arrivé au sucre ?

La masse du chewin gum a diminué : de la matière lui a été enlevée.¹

Le sucre a été transformé chimiquement en ses nutriments qui ont été dirigés vers l'estomac.

¹ Quelques définitions pour s'aider à comprendre.

La masse est la quantité de matière qui constitue un objet.

Le poids est la force d'attraction que la Terre exerce sur les objets.

(ces deux je pense qu'il est utile de les connaître pour comprendre leur différence)

Sur la Lune, l'attraction est six fois moins forte que sur la Terre. Voilà pourquoi les cosmonautes/astronautes qu'on a filmé sur la Lune donnent l'impression de « flotter » : ils sont moins attirés sur la Lune que sur la Terre, alors que leur masse est la même.

Lorsqu'on pèse, on contrebalance la force d'attraction de la Terre, on obtient donc (en réalité) la masse.

Pour changer la masse il faut ajouter ou enlever de la matière.

De cette expérience on en déduit la définition de la

digestion : ensemble des transformations physiques et chimiques que subissent les aliments dans le tube digestif.

La bouche fait partie du tube digestif.

Le chewing gum a changé de forme (transformation physique), et il a été transformé chimiquement (il ne contient plus de sucre).

Quelque chose a extrait le sucre de l'intérieur du chewing gum, ce quelque chose est un suc digestif : la salive.

2- Définitions.

La digestion s'effectue dans le tube digestif, grâce aux sucs digestifs fabriqués par les organes de l'appareil digestif.

Appareil digestif : ensemble des organes concernés par la digestion.

Tube digestif : ensemble des organes de l'appareil digestif qui sont creux et où circulent les aliments.

Suc digestif : liquide contenant des enzymes permettant de réduire certains aliments en nutriments.

Par exemple la salive est un suc digestif ; elle contient une enzyme appelée amylase salivaire qui réduit les aliments sucrés (comme l'amidon de la pomme de terre) en glucose.

Enzyme : protéine permettant d'accélérer une réaction chimique.

Par exemple, si on met de l'amidon dans de l'eau, l'eau va réagir chimiquement avec lui et cela va donner du glucose, mais cela va mettre longtemps. Dans la bouche, l'amylase salivaire va faire cela en moins de 5 mn.

Il existe de nombreuses enzymes dans notre corps¹ qui permettent son fonctionnement, pas seulement au niveau de l'appareil digestif.

Au cours de leur passage dans le tube digestif, les aliments peuvent devenir des nutriments sous l'effet des sucs digestifs. Il s'agit d'une transformation chimique.

Nutriment : composé chimique directement utilisable par l'organisme.

Exemples de nutriments : le glucose (qui est le sucre du sucre glace) ; le cholestérol (un lipide), le calcium (un sel minéral, remarque : il se trouve dans l'eau mais aussi dans la viande et les légumes, il doit donc en être extrait) : le porphyrane (sucre complexe qu'on trouve dans la paroi des algues utilisées dans la cuisine asiatique).

Ces nutriments sont absorbés au niveau des intestins et passent dans le sang qui va les transporter vers toutes les cellules du corps.

Ce qui n'est pas absorbé constitue les fèces ou selles.

¹ Certaines sont fabriquées par les bactéries qui vivent dans notre tube digestif.

Fèces : excréments éliminés par le tube digestif. Ils contiennent essentiellement des fibres végétales, de la bile, des microbes de la flore intestinale.

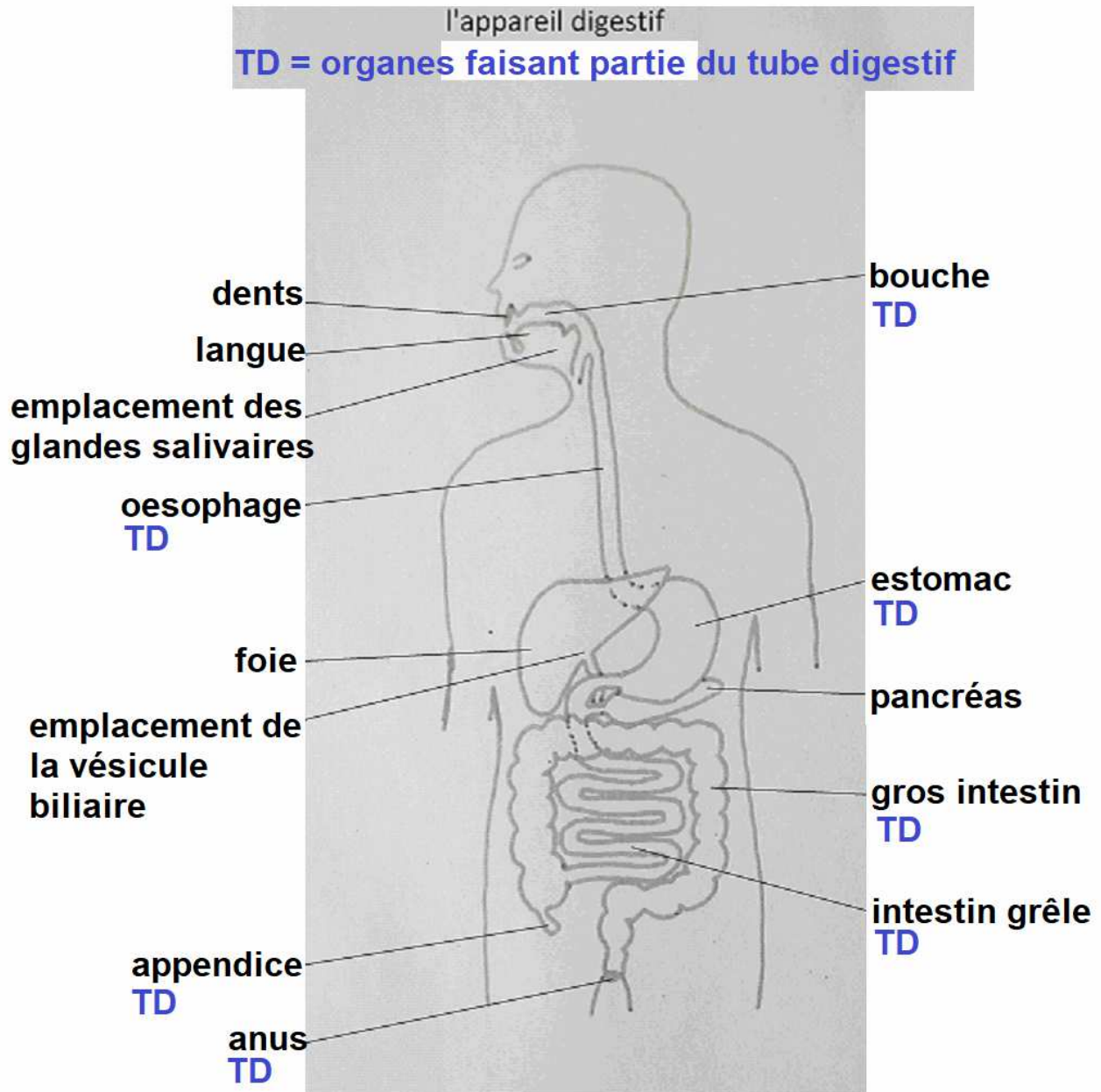
Les fèces sont les excréments éliminés par le gros intestin au niveau de l'anus. Les autres excréments sont éliminés par les reins au niveau de la vessie. Les reins et la vessie ne font pas partie de l'appareil digestif.

C'est la bile dégradée qui donne leur couleur aux fèces. Ce sont les microbes qui sont contenus dans nos intestins qui sont responsables des mauvaises odeurs des fèces.

La bile aide à la digestion des lipides ou corps gras (huile, graisse). Les corps gras ne se mélangent pas à l'eau, sauf si on ajoute du détergent, la bile joue notamment ce rôle.

3- Présentation de l'appareil digestif.

Un schéma.



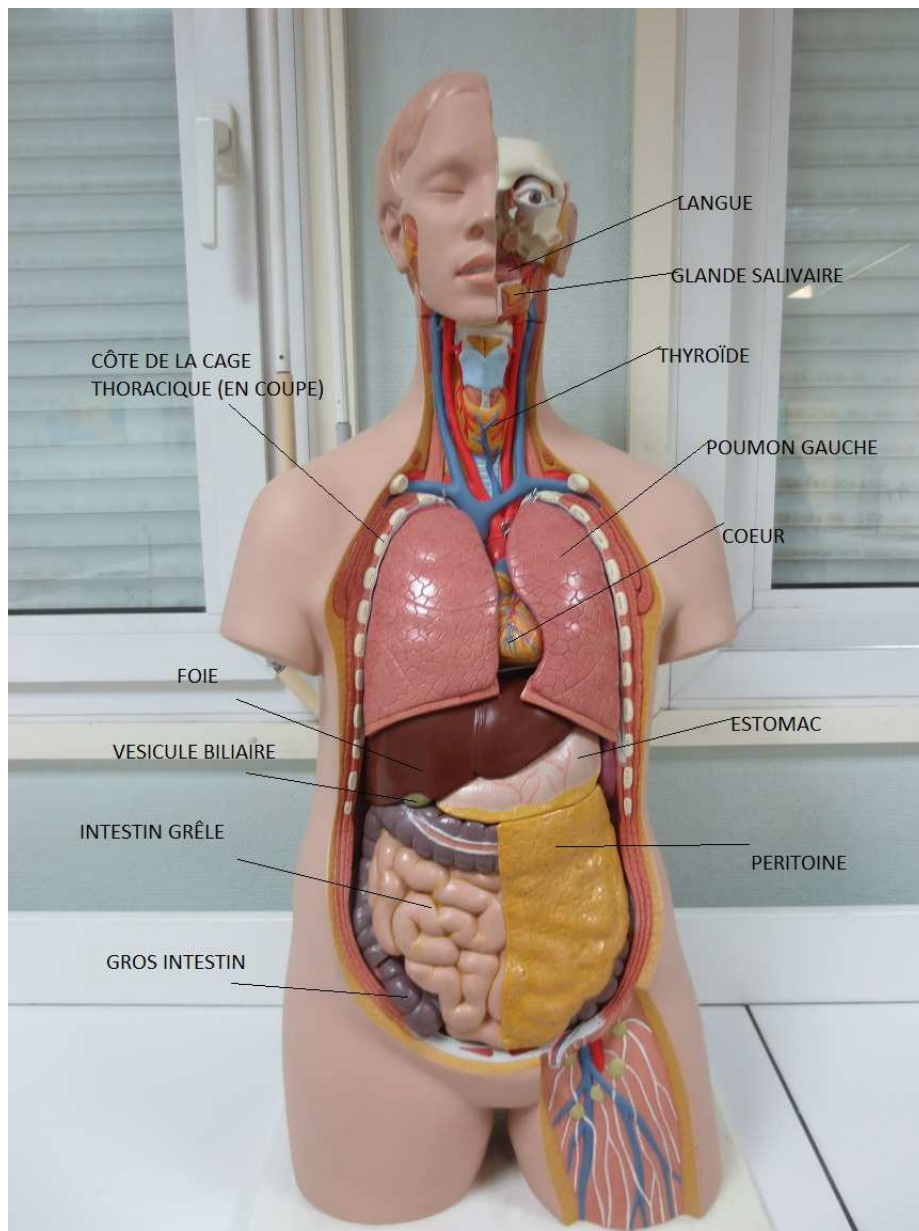
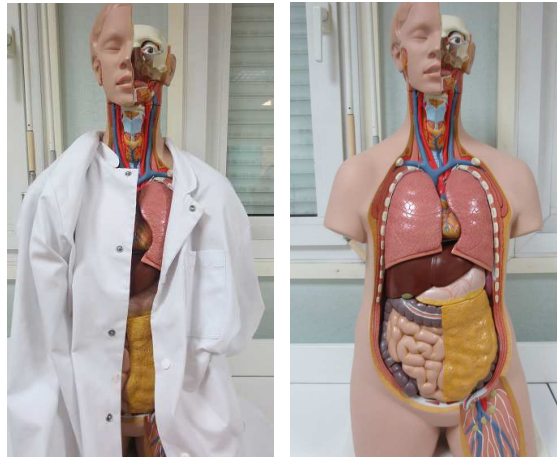
Le tube digestif commence avec la bouche et finit avec l'anuse. Sa longueur varie selon les individus entre 6 et 8 mètres. La plus grande longueur est celle de l'intestin grêle.

ATTENTION ! Ne pas confondre « appendice » et « appendicite ».

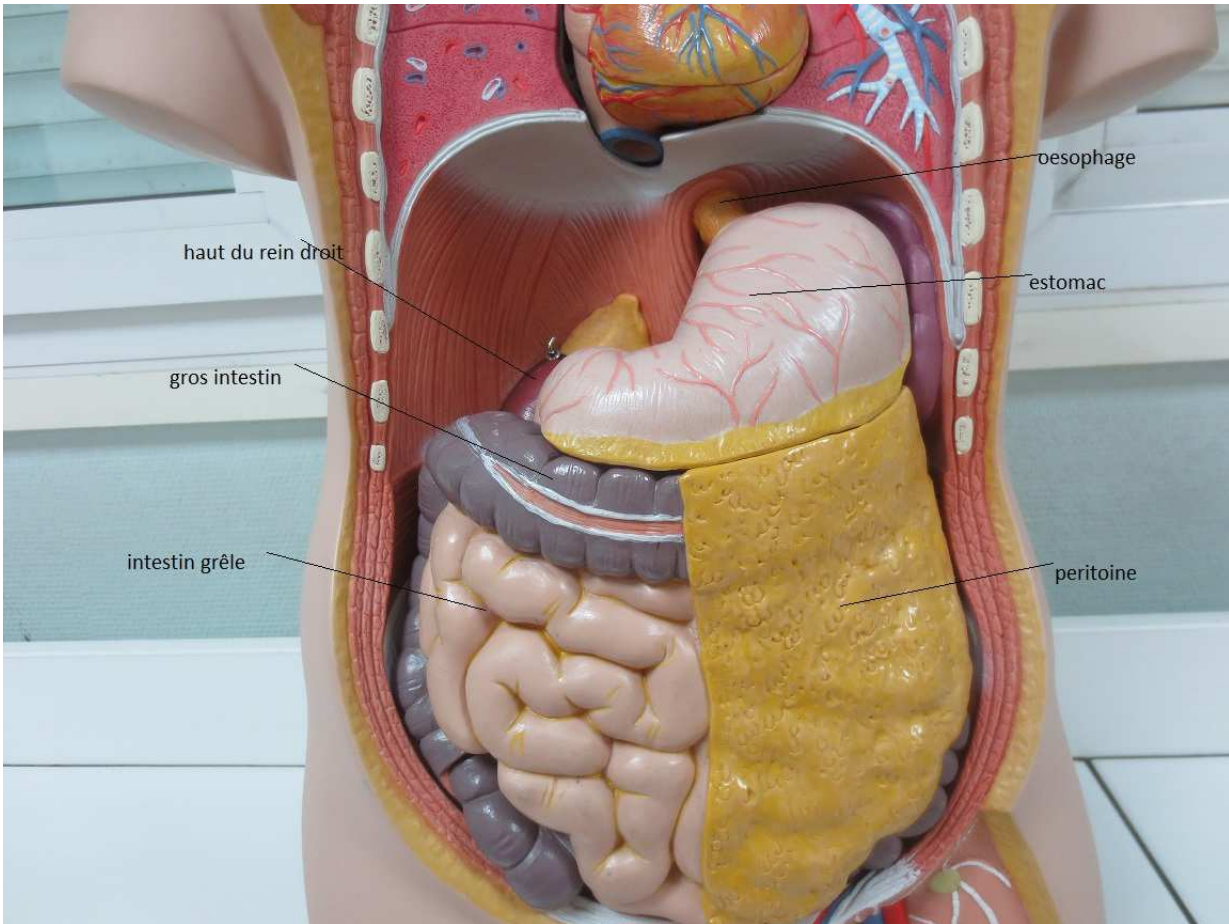
L'appendice est un diverticule du gros intestin, un organe de l'appareil digestif.

L'appendicite est la maladie de l'appendice.

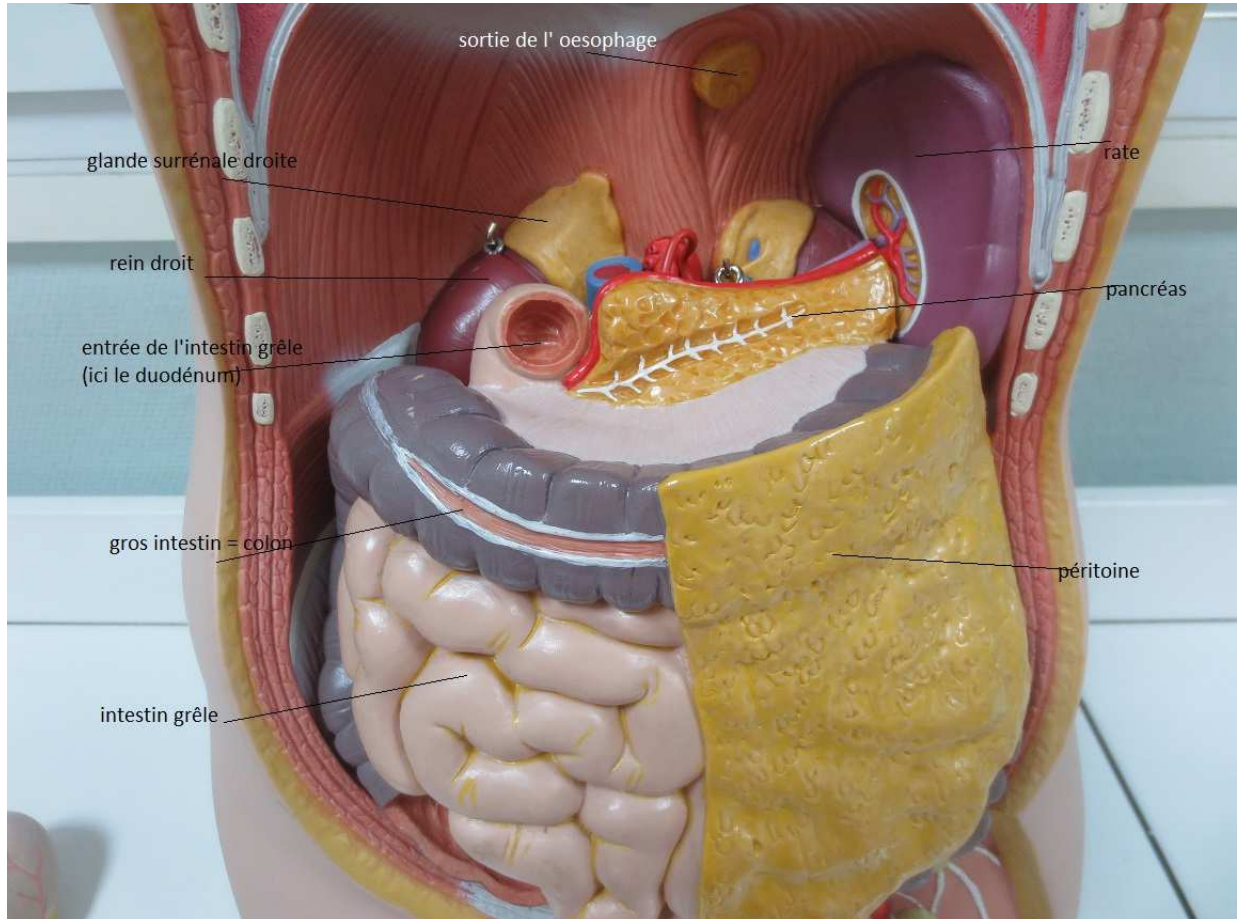
Voyons les choses de manière plus réaliste avec l'écorché du laboratoire de SVT du collège.



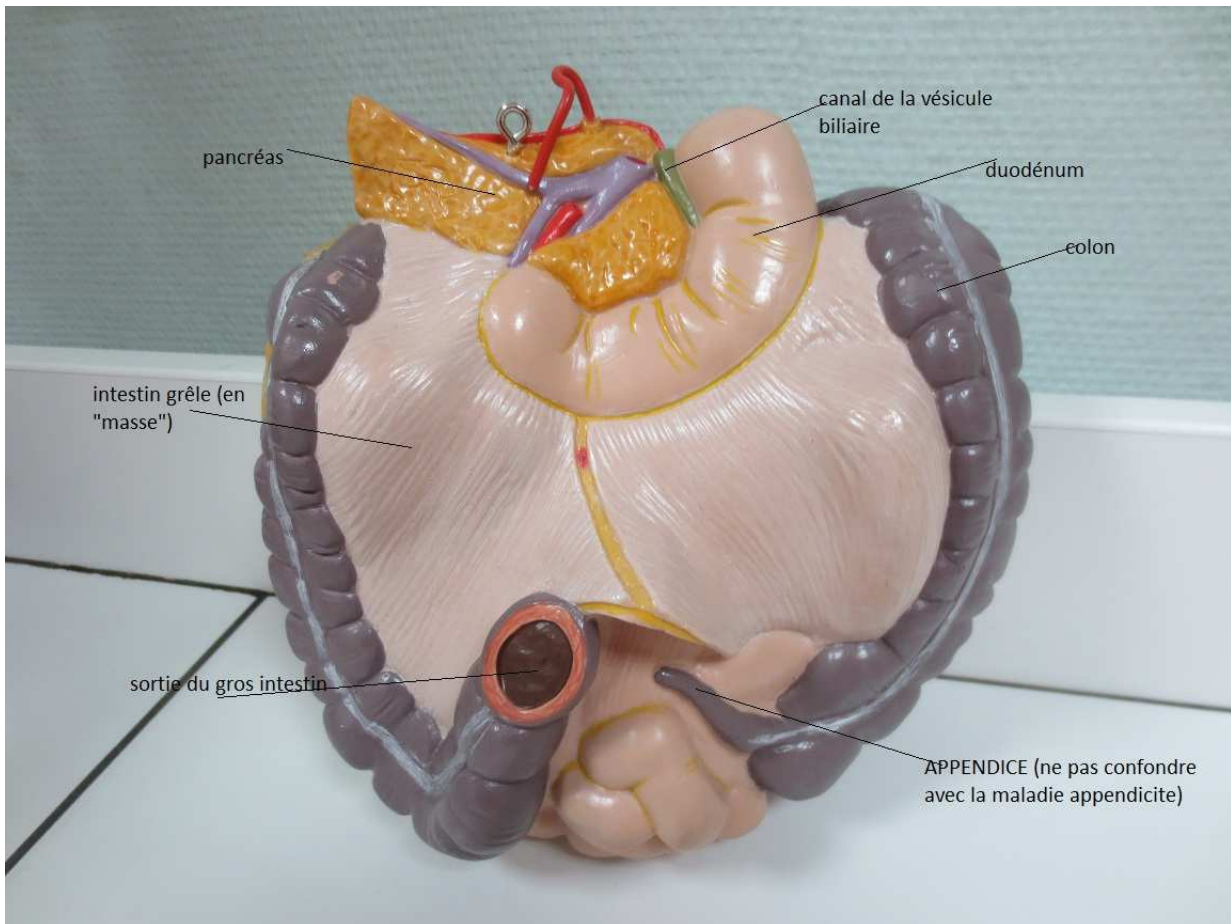
Vue sans le foie



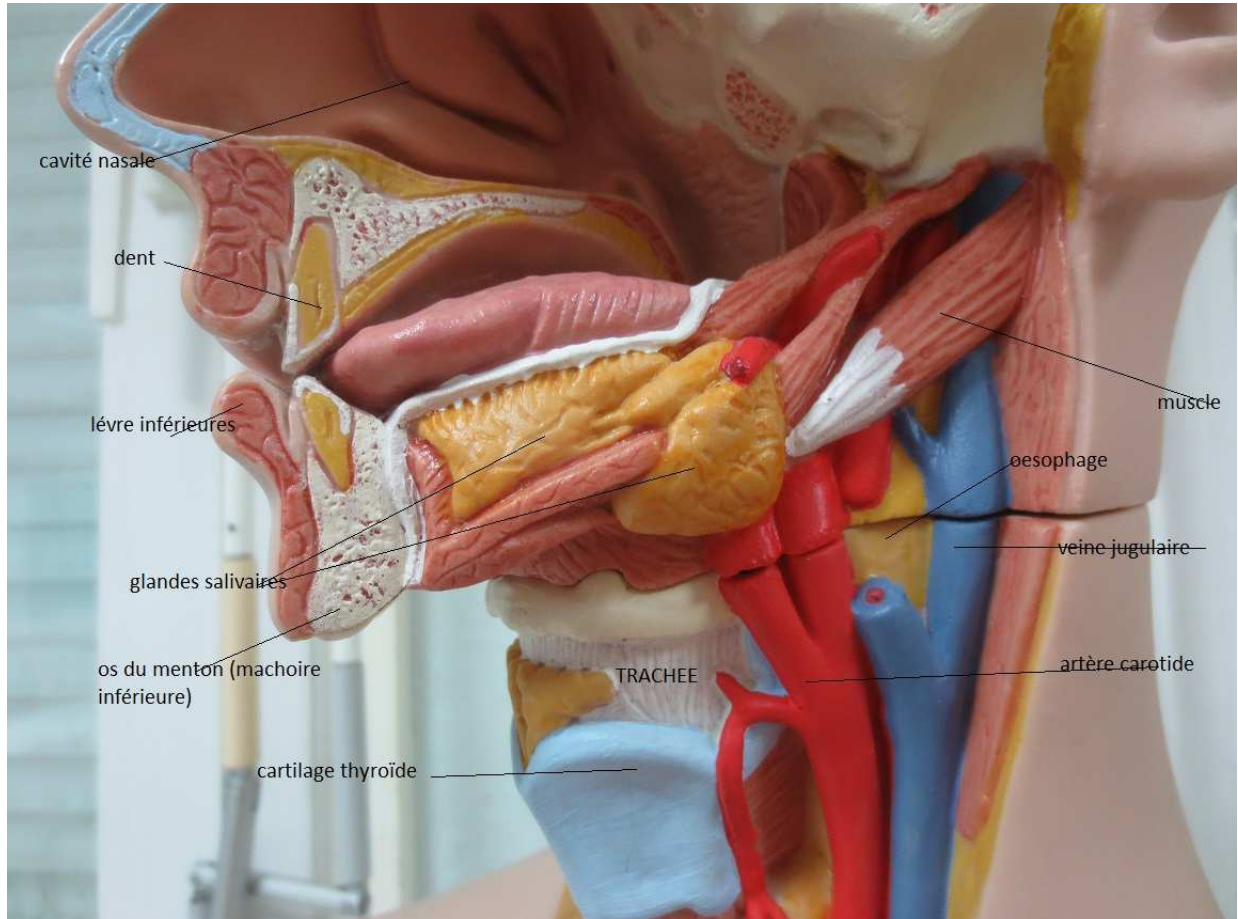
Vue sans le foie et l'estomac



Vue de « l'intérieur » du corps



Au niveau de la tête



4- L'absorption des nutriments au niveau des intestins.

Au fur et à mesure que les aliments sont digérés, transformés physiquement et chimiquement, dans le tube digestif, force est de constater qu'ils n'y restent pas.

POURQUOI,
POURQUOI,
POURQUOI ?



S'ils y restaient, notre tube digestif serait vite rempli par ces aliments et plus rien ne pourrait y entrer. De plus, aucun nutriment n'étant produit, on mourrait rapidement de... faim.

Comme on l'a constaté avec le chewingum, le sucre qu'il contient (le glucose) en est extrait par ce suc digestif qu'est la salive, qui contient une enzyme digestive : l'amylase salivaire (du grec *amyl* = amidon et *ase* = enzyme¹).

Ce glucose passe ensuite dans l'estomac puis l'intestin grêle.

Le glucose va ensuite « traverser » la paroi de l'intestin grêle et se retrouver dans le sang.

Cette absorption des nutriments à travers la paroi de l'intestin grêle vers le sang s'appelle l'absorption intestinale.

Absorption intestinale : passage des nutriments dans le sang à travers la paroi des intestins.

Remarque : il y a aussi absorption au niveau du gros intestin (par exemple de l'eau et des sels minéraux, aussi de produits médicamenteux prescrits en suppositoire²).

D'autres enzymes digestives agissent dans l'estomac, les intestins, où elles décomposent un grand nombre d'aliments en nutriments qui vont passer dans le sang.

¹ Du grec *enzym* = levain intérieur. Le levain est ce qui fait lever la pâte à pain, des levures en sont responsable. Les levures sont des êtres vivants microscopiques unicellulaires (constitués d'une seule cellule) de la famille des champignons. Ces levures commencent à digérer l'amidon de la farine, absorbent les nutriments issus de cette « digestion » extérieure et produisent du CO₂ qui va être à l'origine des « bulles » dans la mie de pain. A la cuisson du pain, ces levures sont tuées.

² L'efficacité d'un médicament dépend d'abord du fait qu'il soit absorbé au niveau des intestins, certains médicaments ne peuvent être prescrits par voie orale car l'estomac les décompose à cause de son acidité, n'existant donc plus dans l'intestin grêle, ils ne peuvent y être absorbés et passer dans le sang.

Le sang va ensuite les transporter vers les organes qui en ont besoin.

Ce qui n'est pas absorbé va se retrouver dans le gros intestin et être évacué au niveau de l'anus. Ce sont essentiellement des fibres végétales et de la bile.

La bile permet aux corps gras (huile, graisse, beurre) d'être solubilisés dans l'eau que contient l'intestin grêle, elle agit comme un détergent qui permet à l'huile et l'eau de se mélanger.

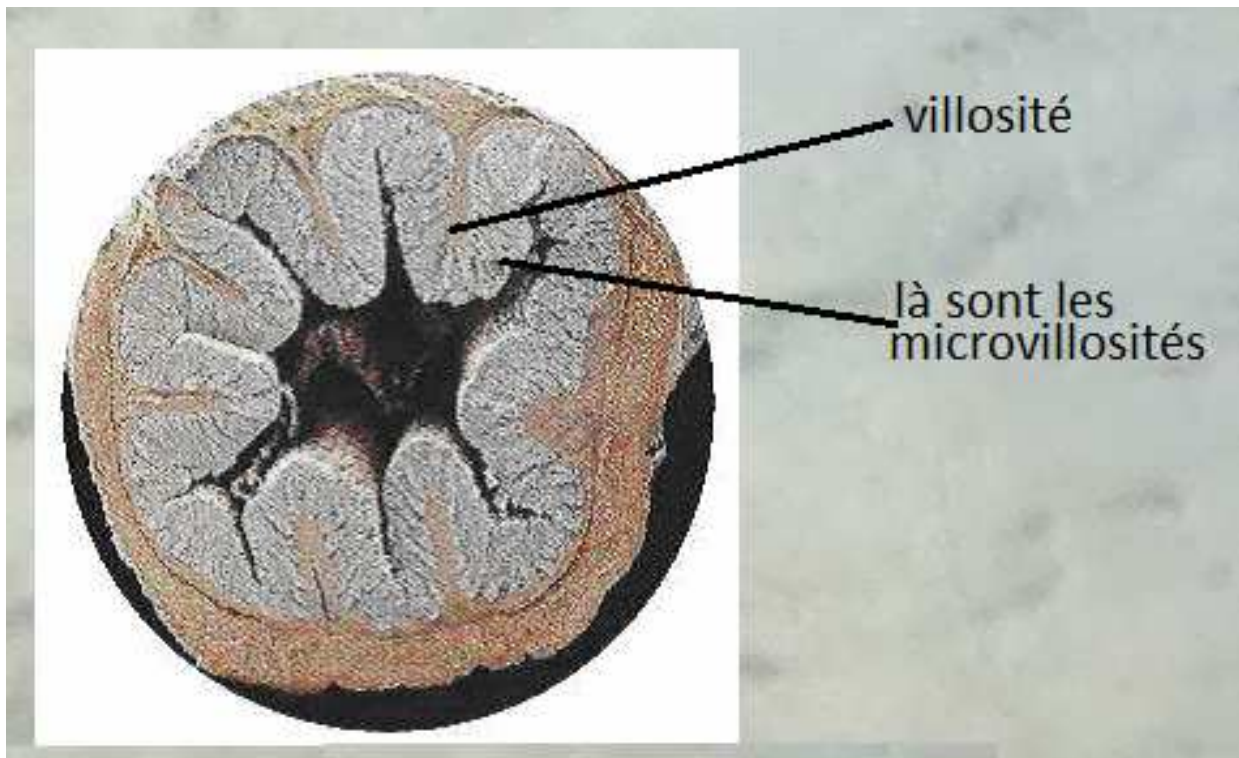
5- La structure de la paroi des intestins favorise une absorption maximale des nutriments.

Les intestins (du latin *intestin* = intérieur, intestin) ont une structure interne où l'on observe de nombreux plis et replis.

Ces plis et replis sont appelés villosités intestinales (du latin *vill* = touffu).

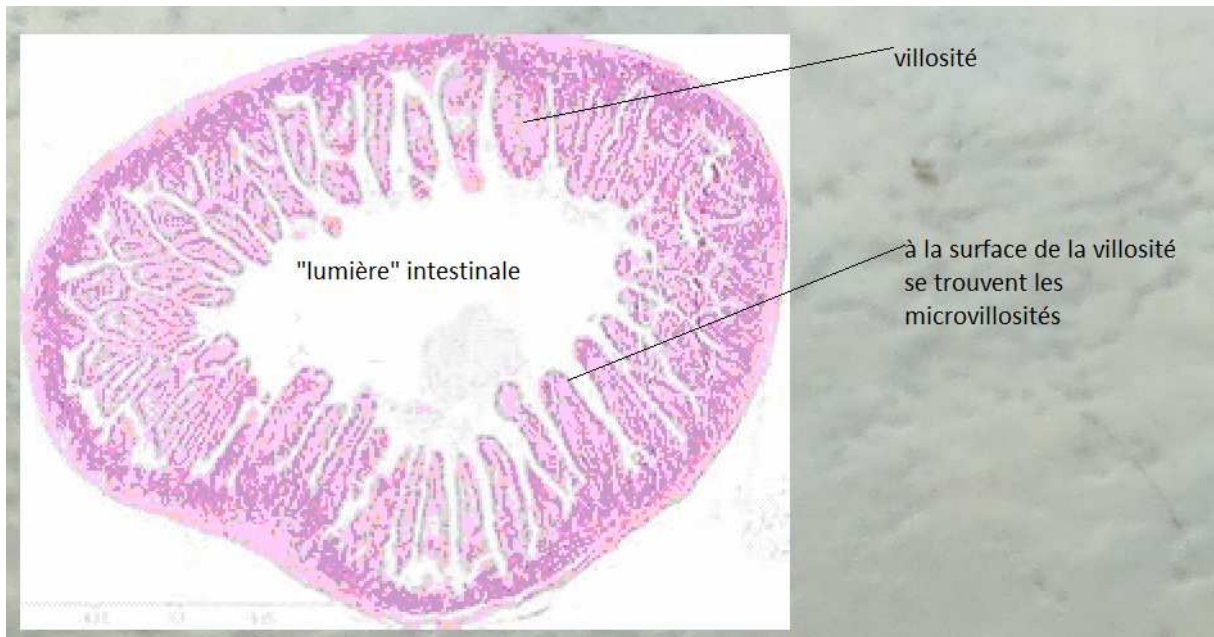
Lorsque les plis et replis deviennent invisibles à l'œil nu et seulement visibles au microscope, on les appelle des microvillosités.

Voici une photographie en coupe prise chez un animal :



(schéma Louisa Paulin sur Internet)

Une vue d'un intestin de rat en coupe prise avec un microscope après ajout d'un colorant :



La « lumière » intestinale est appelée ainsi parce qu'il s'agit de l'intérieur du tube digestif, qui est creux, et donc la lumière qui éclaire le microscope passe à travers.

Ce système de villosités et microvillosités permet d'obtenir une très grande surface dans un petit volume.

POURQUOI,
POURQUOI,
POURQUOI ?



Et bien il convient de faire un intermède explicatif.

Intermède explicatif :

Vous connaissez tous et toutes cet objet :

C'est le cylindre de carton qui est la base d'un rouleau de papier toilette.



A gauche de l'image, je l'ai découpé pour mesurer sa surface.

La surface du cylindre.

Sa longueur (L) est 11,5 cm, sa largeur (l) est 9,7 cm.

Sa surface est $L \times l$; $11,5 \times 9,7 = 111,55 \text{ cm}^2$ (c'est-à-dire qu'on peut y dessiner 111 carrés de 1cm de côté (et il reste un tout petit carré de 0,55cm de côté).

A droite on voit un cylindre dont on peut mesurer le volume. Ce volume est le produit de la surface de base (un cercle) par la hauteur.

Le volume du cylindre.

Le cercle a un diamètre de 3,5 cm.

Sa surface est diamètre x Pi, elle est donc de $3,5 \times \Pi = 11 \text{ cm}^2$.

Le volume du cylindre est donc : $11 \times 3,5 = 38,5 \text{ cm}^3$ (c'est-à-dire l'équivalent de 38 cubes de 1cm de côté et d'un autre cube de 0,5 cm de côté).

Rappelez vous que l'absorption se fait à travers la surface intérieure de l'intestin.

Si la surface de l'intestin était lisse, comme ce rouleau de carton, l'absorption serait moins efficace.

Ainsi, si nous comparions l'intestin à ce rouleau, ce rouleau d'un volume de $38,5 \text{ cm}^3$ absorberait à travers $111,5 \text{ cm}^2$.

Si on veut rendre l'absorption plus efficace, il faut augmenter la surface.

Mais **comment** loger une plus grande surface dans le même volume ?

En faisant des plis et des replis.

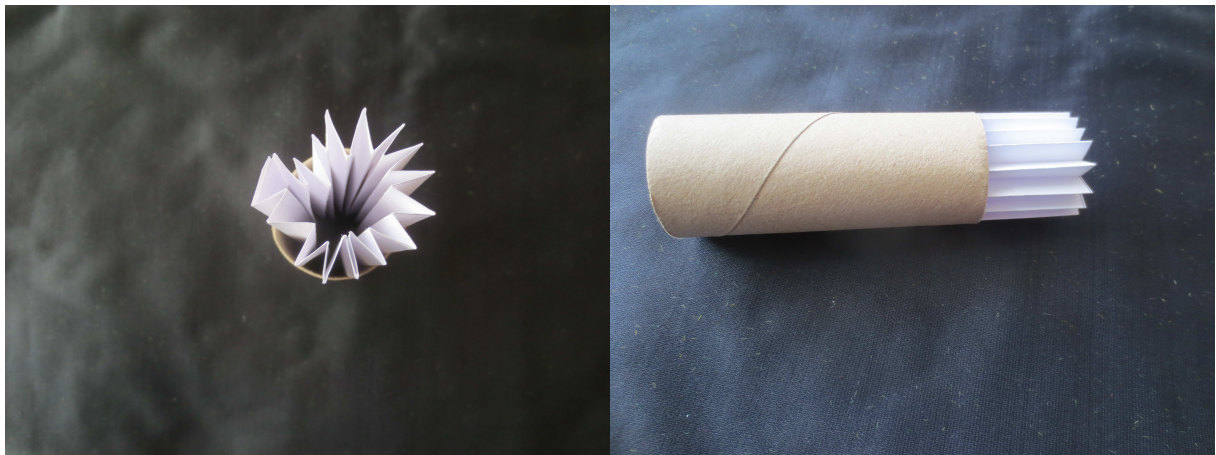
Pour l'illustrer, prenons maintenant une feuille de papier découpée pour que sa largeur face celle du cylindre en carton (9,7 cm) puis plions la plusieurs fois.



A gauche la feuille découpée, à droite le morceau de feuille plié plusieurs fois.

La surface (pliée ou pas) de la feuille est de 288 cm^2 ($29,7 \text{ cm} \times 9,7 \text{ cm}$). Elle est donc 2,5 fois plus grande que la surface plane du cylindre.

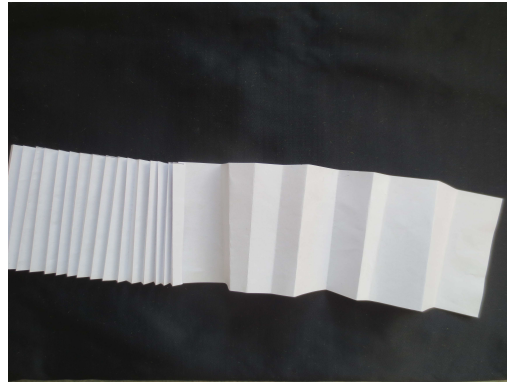
Glissons cette surface dans le cylindre.



Nous avons donc maintenant un cylindre dont le volume n'a pas changé mais dont la surface à l'intérieur est 2,5 fois plus grande et peut donc absorber 2,5 fois plus de choses.



Vous vous doutez que je peux sans soucis insérer le double de la surface de papier dans le cylindre, pour peu que je fasse de nombreux plis de plus en plus petits.



J'aurais donc une surface d'absorption cinq fois plus grande dans le même volume, et ainsi de suite (si je suis capable de faire des plis microscopiques 😊).

Voilà pourquoi si on dépliait la surface intérieure des intestins – dont la longueur fait entre 5 et 9 mètres selon les individus, on obtiendrait l'équivalent de 200 m² de surface. Un terrain de tennis fait à peu près 250 m².

Fin de l'intermède explicatif

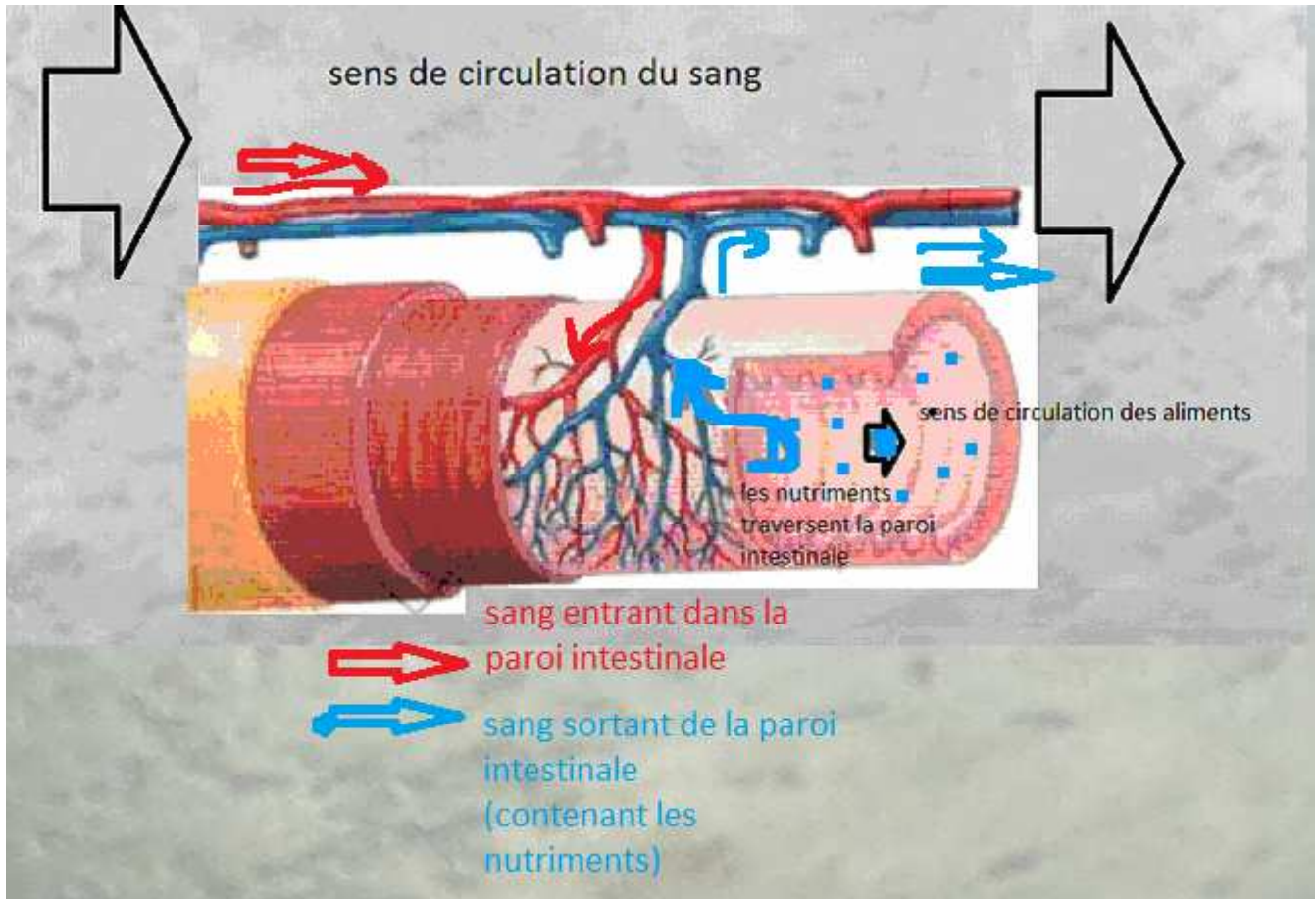
6- Le passage des nutriments dans le sang.

Comme pour les autres organes, des artères transportent le sang qui vient du cœur, des veines transportent le sang qui retourne au cœur¹.

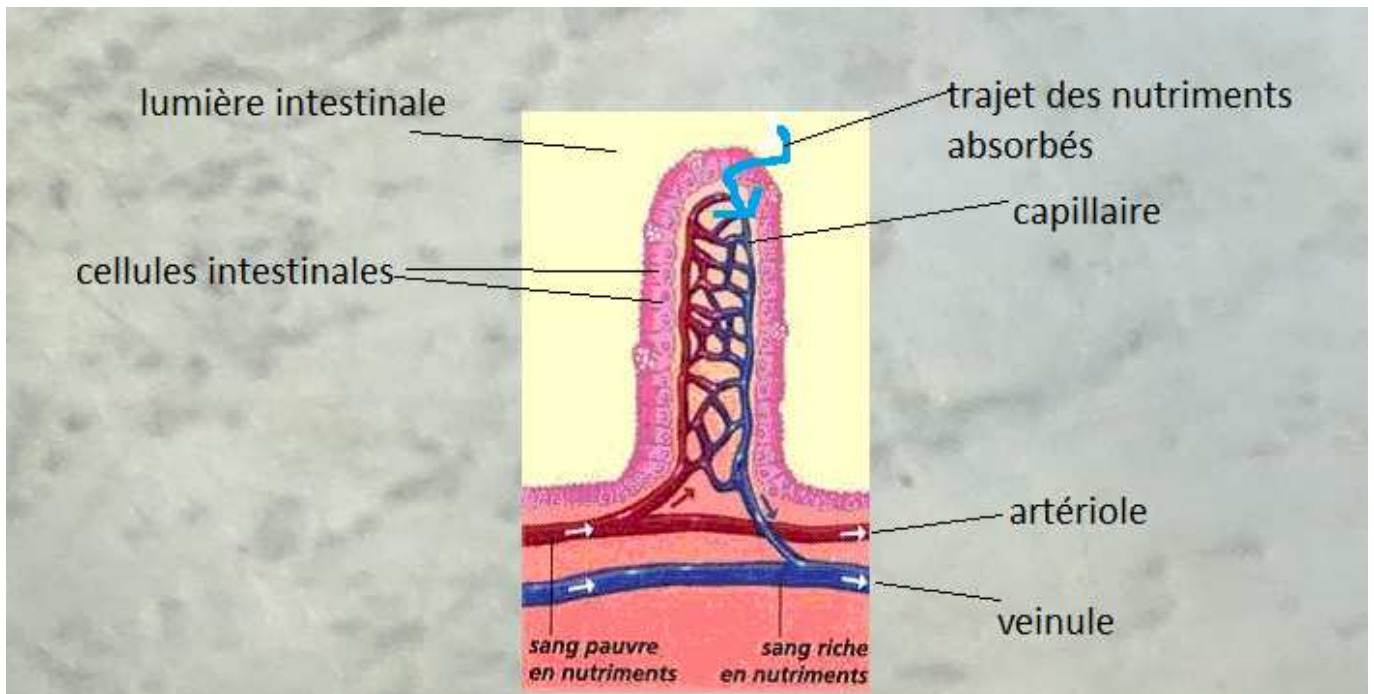
En passant par les intestins, le sang s'enrichit en nutriments. Il en profite aussi pour oxygéner les cellules intestinales qui – comme les autres cellules du corps, ont besoin de dioxygène et de glucose pour assurer leur fonctionnement.

Un schéma permet de comprendre ce qu'il se passe.

¹ Attention, nous verrons dans le cours sur la respiration et la circulation du sang que ce n'est pas forcément lié aux gaz (dioxygène ou dioxyde de carbone) majoritairement transportés par ce sang.



Un autre schéma permet de mieux comprendre ce qu'il se passe au niveau d'une microvillosité.



(schéma médian Benoit Ramiere sur Internet)

(les flèches en blanc, rouge, et bleu du schéma médian indique le sens de circulation sanguine – en rouge le sang entrant dans la microvillosité, en bleu le sang sortant de la microvillosité)

Les vaisseaux sanguins qui se situent au niveau des microvillosités sont extrêmement fins, on les appelle des capillaires car ils sont plus fins que des cheveux (*capilli* = cheveu).

Tableau de la constitution chimique en nutriments des sangs entrant et sortant des intestins (g/l = grammes par litre de sang)(remarque : l'eau et les sels minéraux ne sont pas pris en compte) :

	Sang entrant	Sang sortant
Glucose	0,8 g/l	2,5 g/l
Autres nutriments	4 à 8 g/l	30 à 40 g/l

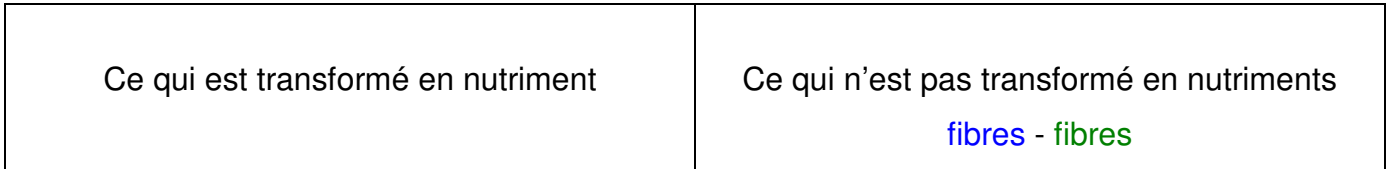
Comme cela a déjà été dit, ces nutriments vont être transportés par le sang vers tous les organes du corps.

Ces nutriments vont être utilisés par chacune de nos cellules pour se fournir en énergie (réaction chimique de la respiration) ET pour se construire. Cela s'appelle l'**assimilation**.

Assimilation : utilisation de nutriments par nos cellules pour assurer leur construction et leur besoin en énergie.

Bilan schématique

Aliment
Exemples :
banane – haricot vert



Nutriments absorbés à travers la paroi intestinale
Eau/eau – glucose/glucose – fer/fer (ou autres éléments chimiques faisant partie des sels minéraux)



Nutriments transportés par le sang



Nutriments assimilés par les cellules de chaque organe du corps



Elimination avec les excréments