

La digestion.

La digestion, c'est la transformation des aliments en nutriments assimilables par l'organisme. Dans le tube digestif, les aliments subissent une série de dégradations mécaniques et chimiques qui découpent les éléments nutritifs. Les nutriments résultant de la digestion sont suffisamment petits pour traverser la paroi poreuse de l'intestin. Ils passent dans le sang et dans la lymphe : c'est l'absorption. Le sang apporte les nutriments à tous les organes du corps. Ils pénètrent dans les cellules où ils sont utilisés comme éléments de construction ou comme source d'énergie. Les aliments non digérés, sont rejetés sous forme d'excrément au niveau de l'anus. En fonction de la nature des aliments consommés, le processus de digestion dure entre 24 et 72 heures.



Le trajet des aliments dans l'appareil digestif.

Le cheminement des aliments dans notre organisme permet de passer en revue les différents organes de l'appareil digestif et les glandes annexes qui s'y rattachent. En suivant le parcours qui commence par la bouche et se termine par l'anus, notre nourriture est soumise à deux processus :

- Les aliments commencent à subir une transformation mécanique au niveau de la bouche et de l'estomac. Ils sont réduits en bouillie par mastication, broyage et malaxage.
- La seconde transformation est surtout chimique et se déroule au niveau de l'estomac puis des intestins. Les sucs digestifs constitués d'acide et d'enzymes jouent le rôle de ciseaux moléculaires pour produire des nutriments.



La bouche.

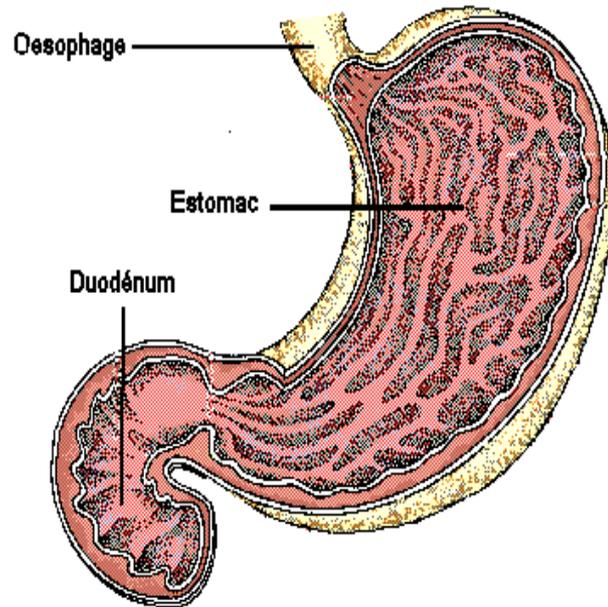
Dans la bouche les aliments sont mastiqués, coupés en petits morceaux et écrasés par les dents. Ils sont en même temps imprégnés de salive et humidifiés. Cet amalgame de bouchées liées par la salive s'appelle le bol alimentaire. Il est poussé par les mouvements de la langue vers le fond de la bouche pour être avalé.

L'œsophage.

C'est un tube creux qui relie la bouche à l'estomac. Dans la partie supérieure, le pharynx oriente et contrôle le passage des aliments. Ceux-ci descendent pendant une quinzaine de secondes dans l'œsophage par péristaltisme : les contractions progressives de la paroi de l'œsophage font avancer les aliments et contribuent à leur brassage mécanique. A la base, un clapet s'ouvre sur l'estomac.

L'estomac.

L'estomac est une poche entourée de muscles épais et puissants. Dans ce réservoir, le bol alimentaire est brassé pendant 3 ou 4 heures. Les ondes de contractions produisent un malaxage qui réduit les aliments en bouillie. En même temps, les cellules qui tapissent la paroi interne de l'estomac, sécrètent les sucs gastriques (acide chlorhydrique et enzymes). Ces sécrétions pouvant atteindre 2 litres par 24 heures provoquent une dégradation chimique du bol alimentaire dans un milieu très acide.



L'intestin grêle.

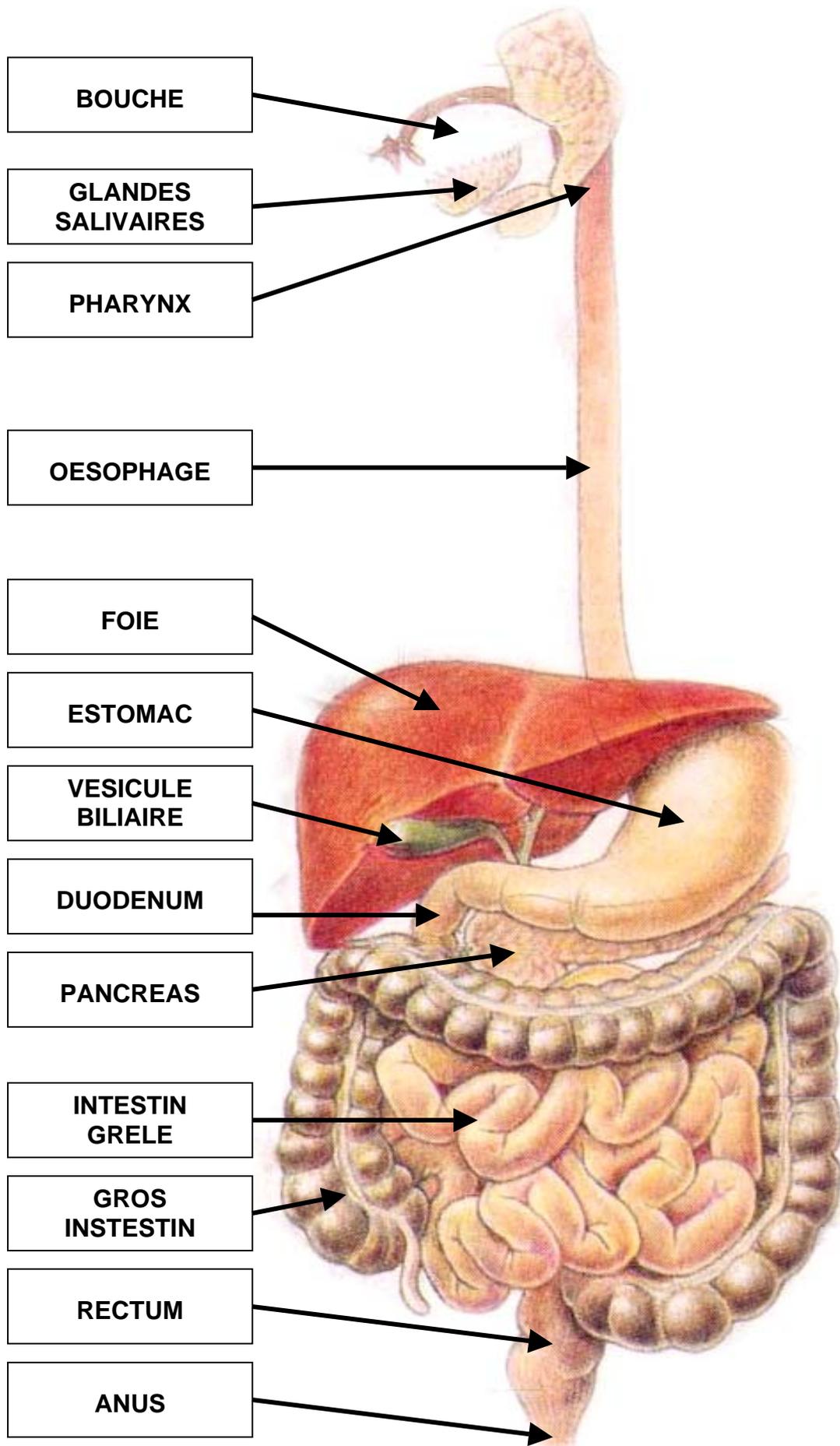
Cet intestin est un tube replié dans l'abdomen qui mesure sept mètres de long chez un adulte. Ses parois ont une structure assez proche de celle de l'estomac et la bouillie alimentaire (le chyme) est poussée en avant par péristaltisme. On distingue plusieurs segments dans ce long tube: le duodénum (≈ 50 cm), le jéjunum (≈ 5 m) et l'iléon (≈ 1 m). C'est dans l'intestin grêle que se déroule la partie la plus importante de la digestion. A la sortie de l'estomac, les cellules de l'intestin sécrètent le suc intestinal et le duodénum reçoit les sucs digestifs provenant du pancréas et de la vésicule biliaire. Les réactions chimiques de ces enzymes avec le chyme produisent les nutriments. Ces éléments passent dans le sang : c'est le phénomène d'absorption. La fine paroi intestinale interne est entièrement recouverte de micro villosités richement vascularisées. Elle offre ainsi une grande surface d'absorption pour les nutriments.



Le gros intestin.

Le gros intestin mesure 1,5 mètre de long. Il fait suite à l'intestin grêle. Ce qui n'a pas été absorbé parvient dans le colon qui renferme des milliards de bactéries. Cette flore intestinale permet la fermentation des aliments non digérables. Cette réaction produit des gaz et la réabsorption de l'eau permet la formation des matières fécales qui sont rejetées au niveau de l'anus.

LES ORGANES DE L'APPAREIL DIGESTIF



Les transformations chimiques des aliments.

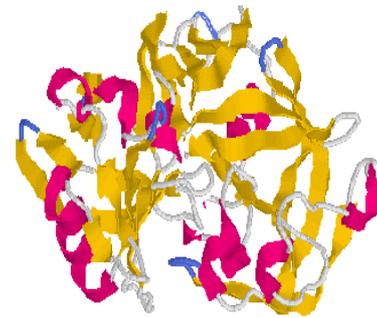


Les transformations chimiques des aliments nécessitent trois réactions:

- les protides ou protéines (polypeptides) sont fragmentés en acides aminés.
- les lipides ou graisses (glycérol + acide gras) sont émulsionnés et convertis en acides gras.
- les glucides ou sucres (polysaccharides) sont transformés en sucres simples assimilables comme le glucose (monosaccharides).

Les sucs digestifs et leurs enzymes.

Une enzyme est une protéine capable de déclencher une réaction chimique sans modifier les produits finaux. Ce sont des catalyseurs biologiques fabriqués par les êtres vivants. Les enzymes agissent à très faible dose mais on les retrouve intactes à la fin de la réaction. Elles sont actives dans des conditions plus ou moins strictes de température et d'acidité. La pepsine par exemple présente un maximum d'efficacité à 40°C dans une solution aqueuse de PH égal à 2. Une enzyme est spécifique d'une réaction chimique déterminée



et elle n'agit que sur un type de substrat. Le rôle des enzymes digestives est de découper les aliments en substances de plus en plus petites : elles favorisent une hydrolyse c'est-à-dire, une décomposition sous l'action de l'eau. Les enzymes digestives sont donc des hydrolases.

Macromolécule alimentaire + eau $\xrightarrow{\text{enzyme}}$ molécules assimilables = nutriments

La salive

Dans la bouche, la salive provenant des glandes est mélangée aux aliments. Nous produisons environ un litre et demi de salive par jour. C'est un liquide visqueux facilitant la déglutition et composé à 99% d'eau. Chez l'homme, la salive contient une enzyme appelée amylase. Elle a une action chimique sur l'amidon (polysaccharide) qu'elle scinde en deux sucres plus simples. (Disaccharides : dextrine et maltose.)

Hydrolyse enzymatique de l'amidon. $n (C_6 H_{10} O_5) + n H_2O \rightarrow n (C_{12} H_{22} O_{11})$

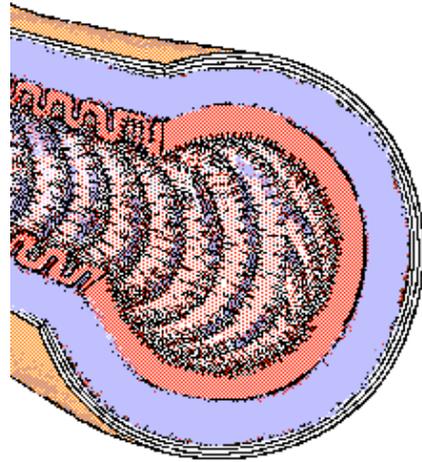
Les sucs gastriques

Le brassage énergétique des aliments dans l'estomac conduit à la formation d'une bouillie alimentaire, le chyme, contenant des éléments solides de 1 millimètre environ. La présence de nourriture dans l'estomac déclenche la sécrétion du suc gastrique et du mucus qui se mélangent au bol alimentaire. Le suc gastrique est un liquide incolore fortement acide (PH = 1) contenant de l'eau, de l'acide chlorhydrique et des enzymes qui décomposent les aliments : la lipase gastrique

agit sur les graisses (agrégation des gouttes), la pepsine découpe les grosses protéines comme l'albumine, la présure fait coaguler les protéines du lait. La pepsine et la présure deviennent actives en milieu acide. Le mucus se dépose sur les parois de l'estomac pour le protéger des acides et des enzymes. Il y a aussi une absorption d'eau, de sels minéraux et les éléments prédigérés passent graduellement dans l'intestin grêle par le pylore à la base de l'estomac.

Les sucs intestinaux.

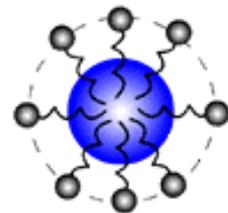
Dans le duodénum, la partie supérieure de l'intestin grêle, les éléments prédigérés déversés par l'estomac, subissent l'action de trois sucs digestifs puissants : le suc pancréatique, le suc intestinal et la bile. C'est dans cette partie du tube digestif que se déroule l'étape la plus importante de la digestion chimique et l'hydrolyse complète de la plupart des aliments. Le transit dure environ 5 heures durant lequel il y a absorption des nutriments et réabsorption d'eau.



Le suc intestinal renferme de l'entérokinase qui active des enzymes : des saccharases, des maltases, des lactases et des peptidases. La première enzyme duodénale, la sécrétine neutralise l'acidité gastrique qui permet l'action digestive du suc pancréatique. La deuxième enzyme sécrétée est la CCK qui provoque les contractions de la vésicule biliaire, la bile arrive dans le duodénum par le canal cholédoque.

Le suc pancréatique arrive à l'intestin grêle par différents canaux. La sécrétion est stimulée par la consommation de protéines et de graisses. Le pancréas est une glande annexe de l'appareil digestif qui produit environ 2 litres de suc par jour. Ce liquide incolore au PH neutre est le plus important pour la digestion. Il contient plusieurs enzymes : deux protéinases (la trypsine et la chymotrypsine) découpent les protéines, une lipase décompose les graisses, l'amylase achève l'hydrolyse de l'amidon en maltose qui sera ensuite transformé en sucres simples assimilables (glucose et fructose).

La bile est synthétisée par le foie et stockée dans la vésicule biliaire. La présence de graisse dans l'estomac et dans le duodénum provoque la sécrétion de bile dans l'intestin grêle. Les sels biliaires (glycocholate et taurocholate de sodium) jouent un rôle important dans la digestion et l'absorption des graisses. En se combinant avec les lipides, la bile forme des micelles solubles dans le sang. Sans la bile les lipides ne sont pas digérés.



La flore bactérienne.

Le gros intestin ne produit pas d'enzymes mais renferme une flore bactérienne très importante et variée qui participe à la digestion. Ces bactéries transforment l'urée en ammoniac et participent à la fermentation des glucides non absorbés au niveau de l'intestin grêle. Dans cette partie terminale du tube digestif, il y a une absorption de l'eau qui provoque une concentration des matières fécales. Après cette déshydratation des selles, il ne reste que les substances non digérées et la cellulose au niveau du colon.

La digestion des glucides.

La digestion des glucides commence dans la bouche et se poursuit dans l'intestin. L'amidon, le composant principal des féculents, est une molécule de réserve énergétique. Ce glucide complexe est une macro molécule formée de molécules plus petites (plusieurs centaines de molécules de glucose). L'amidon insoluble dans l'eau est découpé par l'amylase salivaire puis par l'amylase pancréatique pour produire des disaccharides (maltose.) Ces sucres sont encore dégradés dans l'intestin pour former du glucose soluble. (mono-saccharide) Il est absorbé par les cellules intestinales et passe directement dans la circulation sanguine. D'autres sucres comme le lactose et le saccharose, présents dans notre alimentation, sont dégradés au cours de la digestion.

Les fibres alimentaires sont aussi constituées de sucres complexes. Le principal constituant est la cellulose mais l'homme ne possède pas l'enzyme, la cellulase, pour la dégrader. Les fibres fermentent au niveau du gros intestin en produisant des gaz , des acides gras volatils nécessaires au bon état de l'intestin et elles facilitent le transit des selles.

La digestion des protéines.

La dégradation chimique des protéines qui sont constituées par de très longues chaînes d'acides aminés, débute dans l'estomac. Grâce à l'acidité, les tissus conjonctifs autour de la viande sont dissous et la pepsine, une enzyme protéase, débite les grosses molécules protéiques en peptides. En sortant de l'estomac, ces peptides sont hydrolysés dans le duodénum par les enzymes du suc pancréatique : les peptidases découpent les peptides en acides aminés ou peptides plus petits. La caséine par exemple est une protéine du lait. Elle est hydrolysée par la trypsine, la pepsine et la chymotrypsine en polypeptides qui sont à leur tour hydrolysés en acides aminés par les peptidases.

La digestion des lipides.

Les lipides de l'alimentation humaine sont en grande partie constitués de triglycérides, de phospholipides et de stérols. Les lipides ont la propriété d'être hydrophobes, ils sont très peu solubles dans l'eau. Leur absorption au niveau de la barrière intestinale est résolue de manière particulière : ils doivent être émulsionnés comme les gouttes d'huile dans une vinaigrette pour être assimilées par l'organisme. Dans le duodénum, la digestion permet de former des micelles, c'est-à-dire des gouttelettes minuscules de 0.5 micron en suspension dans le milieu aqueux du tube digestif. Cette émulsion est amorcée par brassage mécanique et les sels biliaires assurent la formation complète des micelles de triglycérides. Les lipases et les phospholipases produites par le pancréas hydrolysent ensuite les lipides avec un maximum d'efficacité. La réaction catalysée par la lipase se fait par étapes :

Triglycéride + eau → diglycérides + acide gras

Diglycéride + eau → monoglycérides + 2 acides gras

Monoglycéride + eau → monoglycérides + 3 acides gras

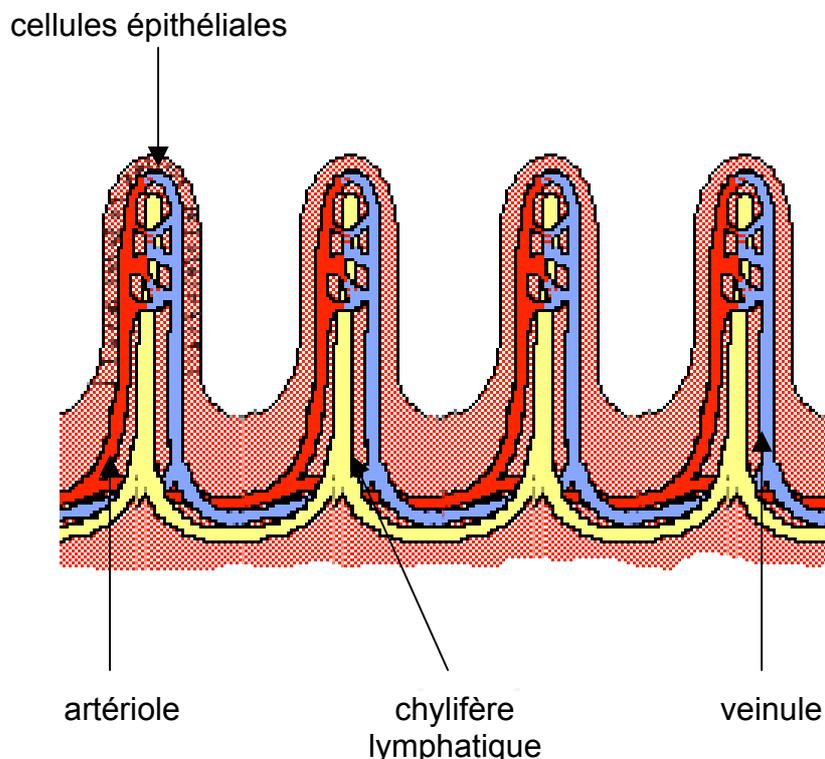
Les monoglycérides, sous l'action de la lipase, se décomposent en glycérol et en acide gras. La digestion des lipides aboutit dans l'intestin à un mélange de monoglycérides, de di et de triglycérides non encore complètement hydrolysés, de glycérol, d'acides gras, de phospholipides et de cholestérol. Lorsqu'elles sont suffisamment petites, les micelles sont absorbées par les parois de l'intestin.

L'absorption des nutriments.

L'intestin grêle est l'organe principal de l'absorption des nutriments. Ce processus est facilité par la longueur de l'intestin grêle et par les villosités qui développent une surface d'échange très importante estimée à plus de 250 m². Un réseau très dense de vaisseaux sanguins et lymphatiques est présent dans les micro villosités. Les cellules de la paroi intestinale permettent le passage des produits de la digestion vers le milieu interne de l'organisme.

L'absorption peut se faire de manière spécifique vers le système sanguin ou vers le système lymphatique. Le sang draine tous les nutriments solubles dans l'eau comme les minéraux, les vitamines, les sucres simples, les acides aminés, le glycérol, les acides gras à chaîne courte. Les vaisseaux lymphatiques transportent les molécules solubles dans les graisses.

MICROVILLOSITES



Le passage de l'eau et de certains ions minéraux se fait de manière passive mais le transport se fait de manière active pour le glucose, les acides aminés, les ions sodium. L'absorption est plus ou moins sélective en fonction des besoins de l'organisme.

Les membranes cellulaires de nature lipidiques sont hydrophobes et imperméables à la plupart des molécules polaires (chargées électriquement.) Grâce à cette propriété, elles empêchent la plupart des composants hydrosolubles de s'échapper de la cellule. Pour ingérer des substances nutritives essentielles et excréter les déchets métaboliques, les cellules ont dû développer des systèmes particuliers pour transporter des molécules hydrosolubles à travers leurs membranes.

Ce transport actif de molécules hydrosolubles à travers la membrane cellulaire est possible grâce à des protéines transmembranaires spécialisées. Les ions, les oses, les acides aminés, les nucléotides utilisent chacun des protéines de transport membranaires particulières. Ces molécules transporteuses utilisent de l'énergie par dégradation de molécules d'ATP.

Le transport actif permet ainsi au glucose de passer à travers la paroi du tube digestif même si sa concentration dans l'intestin est très faible. Les molécules de sucre doivent entrer dans les cellules de la membrane et les traverser pour en sortir. Le glucose utilise son transporteur moléculaire spécifique qui lui permet de traverser la membrane en même temps que deux ions sodium. Ils entraînent le glucose contre son gradient de concentration tant que la concentration en sodium dans la cellule demeure inférieure à celle dans l'intestin. Le glucose qui a pénétré dans la cellule avec le sodium en ressort de l'autre côté par transport passif. Le transport passif se fait par la différence de concentration entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule. Les glucides pénètrent dans les vaisseaux qui les conduisent vers le foie.

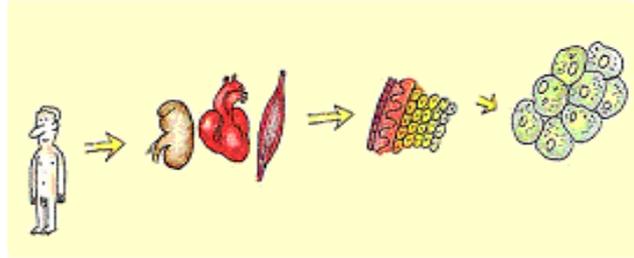
Pour les lipides, les micelles ont une enveloppe formée par les sels biliaires et elles contiennent au centre les composés lipidiques insolubles. Ainsi structurées dans le duodénum, les micelles sont absorbées dans le jéjunum par endocytose, un mécanisme de transport complexe de grosses molécules vers l'intérieur de la cellule. Les micelles une fois endocytées sont désorganisées. Les acides gras à courte chaîne, relativement hydrosolubles, sont déversés dans le sang où ils sont associés à l'albumine pour être véhiculés jusqu'aux cellules. Les produits moins hydrosolubles comme les acides gras à longues chaînes rentrent dans les cellules épithéliales (milieu interne), perdent les sels biliaires et vont être réorganisés en vésicules lipoprotéiques qui sont des modules de transport des lipides hydrophobes. Ils sortent ensuite de la cellule pour rejoindre les capillaires lymphatiques où ils forment avec l'eau un liquide laiteux. Ces lipides rejoignent le système sanguin au niveau de la veine cave supérieure.

Les sels minéraux et les vitamines indispensables ne subissent aucune transformation. En solution dans l'eau, ils sont absorbés intacts et passent dans le sang. Une grande quantité d'eau est nécessaire pour la digestion : 7 litres d'eau doivent circuler chaque jour dans le tube digestif. Comme nous buvons en moyenne un litre et demi d'eau par jour et que les selles en contiennent peu (0,1 litre) une grande partie est réabsorbée et réutilisée dans les processus digestifs.

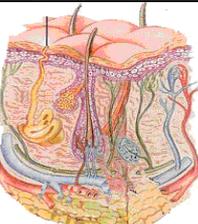
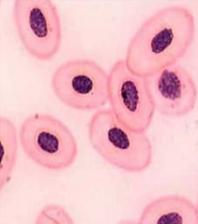
Quelques repères sur l'échelle du vivant.

Le corps humain est une unité fonctionnelle très structurée, constituée de nombreux systèmes travaillant en constante interaction. A la manière des poupées russes, chaque niveau se combine dans un ensemble englobant les niveaux précédents.

Les éléments de construction d'un organisme sont, en allant du plus complexe vers le plus simple : L'organisme, les systèmes ou appareils, les organes, les tissus, les cellules. La cellule est l'unité élémentaire de vie.



Différents niveaux d'organisation structurale.

Moyen d'observation	Structure organique	Ordre de grandeur
 œil	 système	Entre 1 et 10⁻¹ mètre L'appareil digestif est l'ensemble des organes qui assurent une fonction de digestion. Il comprend le tube digestif et les organes indispensables à la digestion : glandes salivaires, pancréas, vésicule biliaire et foie.
 loupe	 organe	Entre 10⁻¹ et 10⁻² mètre Un organe est une structure anatomique constituée de différents tissus, qui exerce une fonction organique ou physiologique déterminée. Par exemple, l'estomac est un organe et sa fonction est la digestion.
 microscope	 tissus	Entre 10⁻³ et 10⁻⁴ mètre Un tissu est formé par des cellules différenciées et constitue une association locale et fonctionnelle. La peau est un organe composé de plusieurs tissus : épiderme, derme, endoderme...
 microscope	 cellule	Entre 10⁻⁵ et 10⁻⁶ mètre La cellule est la plus petite unité capable de manifester les propriétés du vivant : elle se nourrit en utilisant les éléments du milieu extracellulaire, elle croît, se multiplie et meurt. Toutes les cellules contiennent le matériel génétique (ADN).

FICHE D'ACTIVITE

Thème

L'APPAREIL DIGESTIF ET LA DIGESTION

Niveau

Cycle II (CP, CE1) et Cycle III

Objectifs

Reconstituer le trajet des aliments dans l'organisme.
Connaître le nom des organes de l'appareil digestif.
Connaître les grandes étapes de la digestion.

Matériel

Document n°1 : Schéma du trajet des aliments.
Document N°2 : Les organes de l'appareil digestif.
Document N°3 : Tableau récapitulatif des étapes de la digestion.

Prolongements

Recherches et visites de sites sur la digestion :

<http://musibiol.net/biologie/cours/digest/chimiq/chimiq.htm>

<http://christian.combettes.free.fr/delatome/organ/organismeA.htm>

http://www.inrp.fr/lamap/scientifique/corps_humain/essentiel/syst_digest/systeme_digestif.htm

<http://biologieenflash.webheberg.com/exercices/digestion/systdigestif.html>

<http://seconde.euro-bioweb.com/supportcours/galerie.digestion/index.html#4.html>

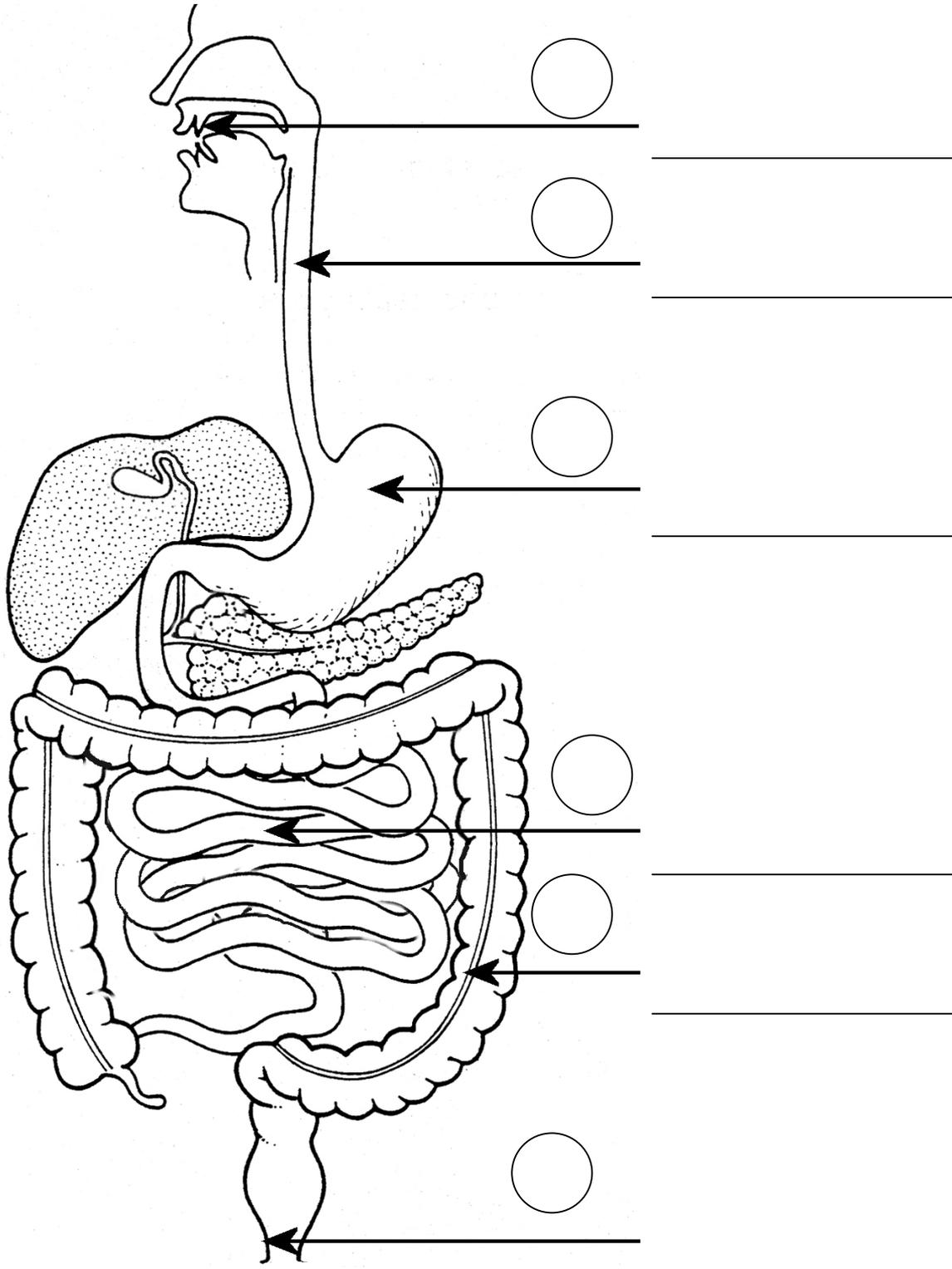
<http://www.worldlinks.bf/karim/wb5%201dsvt24.htm>

<http://www.uvp5.univ-paris5.fr/CAMPUS-NUTRITION/cycle1/Poly/0200faq.htm>

Document n°1 :

Le trajet des aliments dans le tube digestif.

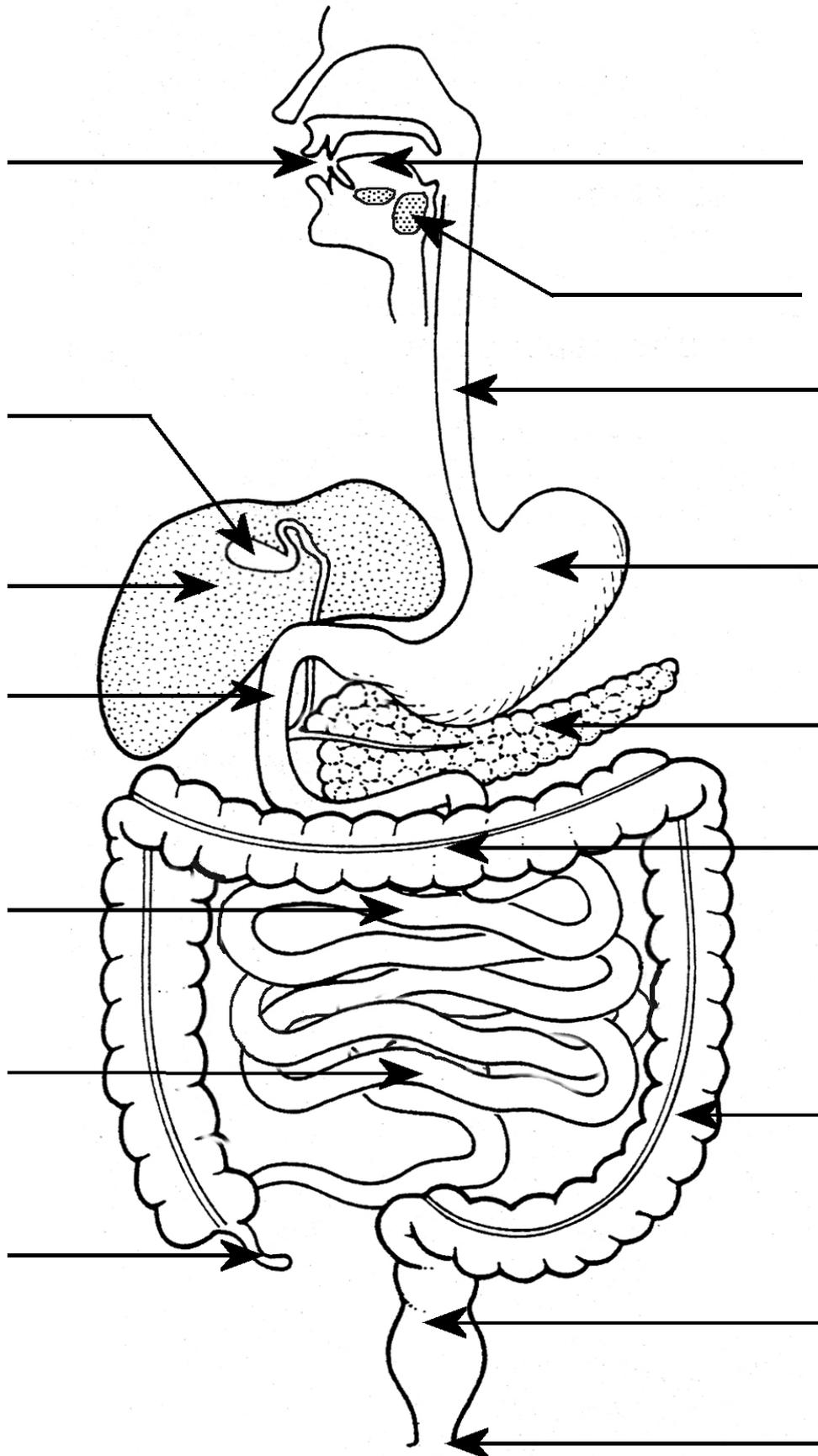
Numéroter les étapes du trajet des aliments et indiquer l'organe concerné.
Colorier chaque organe d'une couleur différente.



Document n°2 :

Les organes de l'appareil digestif.

Légender le schéma.



Les étapes de la digestion.

Découper et coller les vignettes dans les cases du tableau ci-dessous.

ESTOMAC	BOUCHE	GROS INTESTIN	INTESTIN GRÈLE	OESOPHAGE
MECANIQUE :	MECANIQUE :	CHIMIQUE	CHIMIQUE	MECANIQUE :
CHIMIQUE	CHIMIQUE	Suc gastrique	Péristaltisme	Broyage
Salive	Malaxage	Flore intestinale	Suc intestinal Bile Suc pancréatique	Saccharase Lactase Petidase
Sels biliaires	Bactéries	Acide chlorhydrique Mucus	Lipase, pepsine, présure.	Protéinases Lipase amylase
Chyme	Bol alimentaire	Amylase	Dégradation :hydrolyse amidon → maltose.	15 Sec
Fermentation des fibres alimentaires, acide lactique, acides gras	Dégradation : hydrolyse Des sucres, des graisses, des protéines.	Dégradation : hydrolyse des graisses, des protéines. Coagulation des protéines.	7 à 8 H	15H
Réabsorption d'eau. Absorption sels minéraux	Emulsion des lipides	Coagulation des protéines.	Quelques secondes	2 à 8 H

TABLEAU RECAPITULATIF DES ETAPES DE LA DIGESTION.

ORGANE	PROCESSUS PHYSICOCHIMIQUES ET SECRETIONS	PRODUCTION ET ENZYME	DEGRADATION CHIMIQUE	DUREE	
		/			
					EXCREMENTS



