

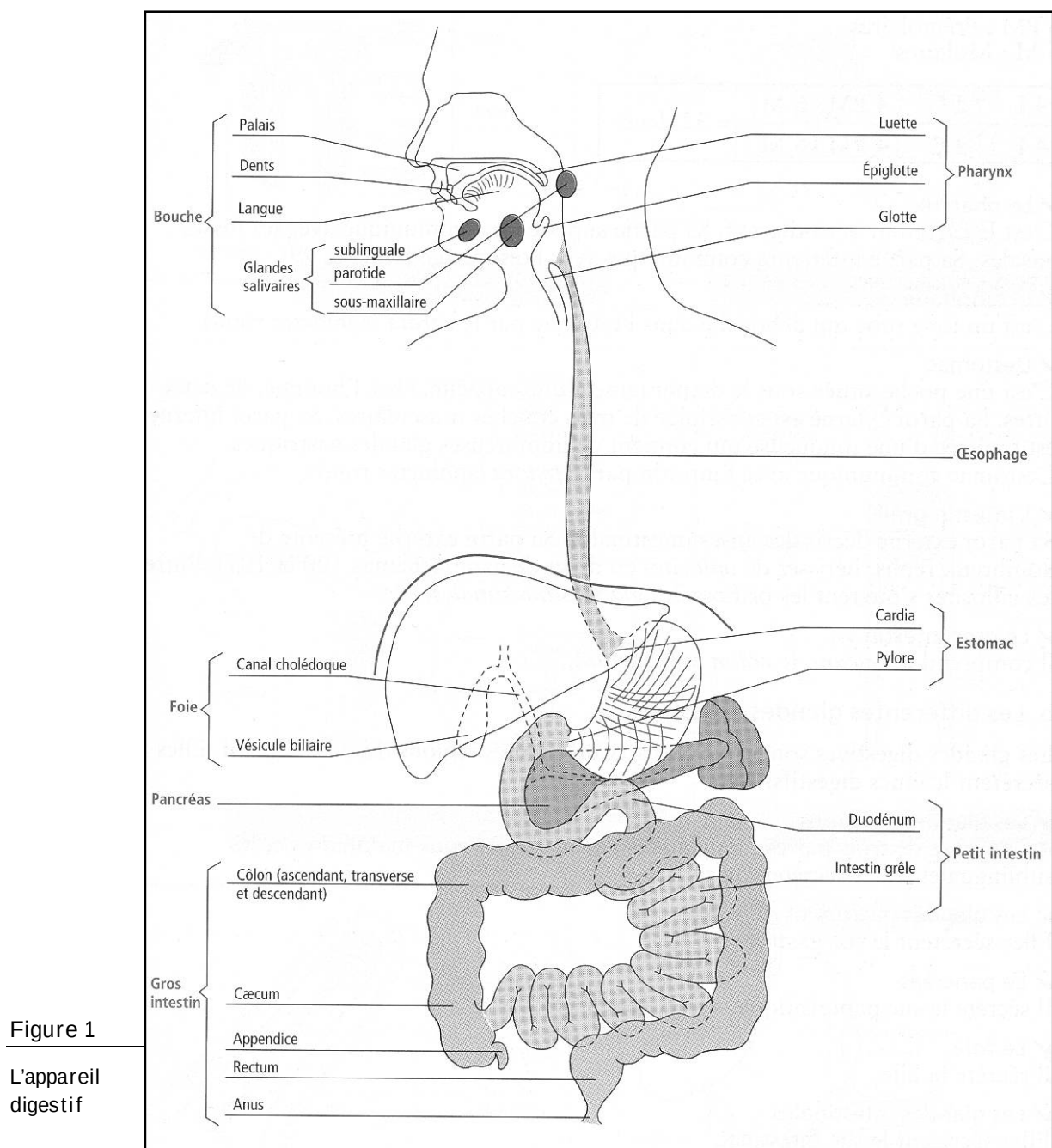
LA DIGESTION

La machine humaine doit être ravitaillée en aliments. Afin d'être utilisés par notre organisme, les aliments doivent, au préalable, être digérés, c'est-à-dire transformés en substances plus simples, assimilables. C'est dans l'appareil digestif que s'opèrent toutes ces transformations.

La digestion est le phénomène qui permet à l'organisme d'absorber et d'assimiler les matières nutritives indispensables à la vie.

I. Anatomie de l'appareil digestif

Il se compose d'un tube de 9 mètres qui s'étend de la bouche à l'anus.



1. Les organes digestifs

- La bouche

Elle présente différentes parties :

- de son plancher, se détache la langue (muscle couvert de papille et organe du goût) ;
- de son plafond se détache une cloison, le « voile du palais » avec la luette, entourée des amygdales ;
- ses parois latérales sont limitées par les maxillaires inférieur et supérieur, qui portent les dents.

- Les dents

- Anatomie de la dent

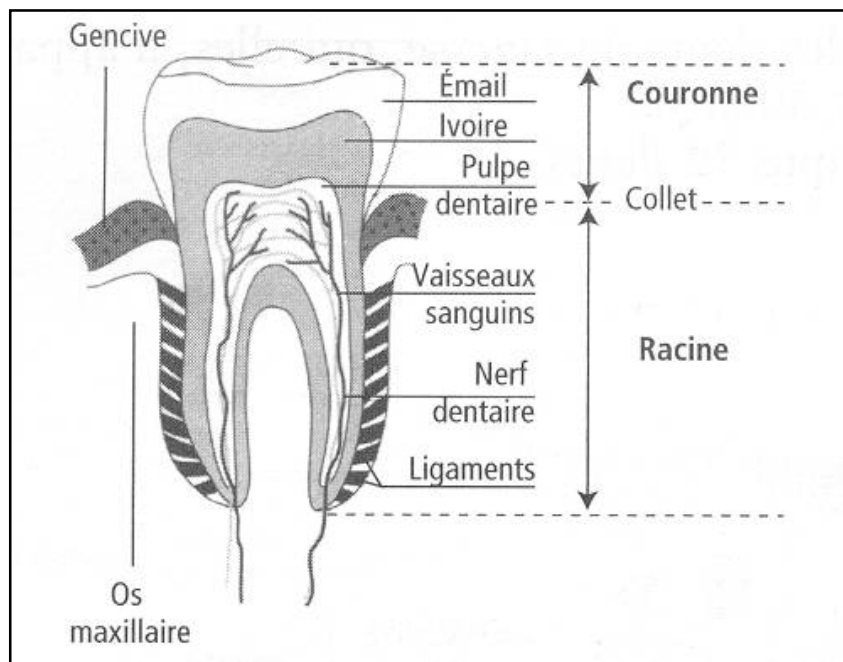
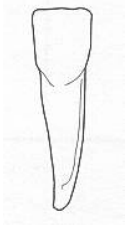
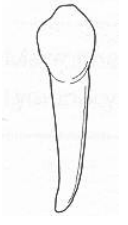
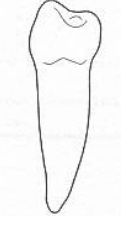
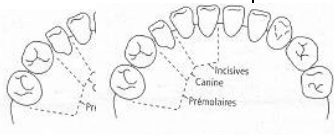


Figure 2

Anatomie de la dent

- Les types de dents et leurs rôles

La dentition se compose de différents types de dents. Chacune de ces dents a une fonction bien déterminée.

Dents					
	Incisive	Canine	Prémolaire	Molaire	Dentition de lait
Rôle	Coupe les aliments	Déchire les aliments	Broie les aliments (1 ^{er} degré)	Broie les aliments (2 ^{ème} degré)	Total des dents par 1/2 mâchoire

- L'apparition des dents

- La première dentition apparaît chez l'enfant vers 6 mois (2 incisives). Elle est complète vers l'âge de 3 ans (l'enfant a 20 « dents de lait »).
- La seconde dentition apparaît vers l'âge de 5 ans ou 6 ans. Les dents de remplacement sont semblables aux dents de lait¹. Cette dentition est pratiquement en place vers l'âge de 12 ans ; seules manquent les dents de sagesse, qui elles, n'apparaîtront que bien plus tard (entre 18 et 30 ans).

La dentition est alors complète et l'adulte compte 32 dents.

- La formule dentaire chez l'adulte

I : incisives ; C : canines ; PM : prémolaires ; M : molaires

4 I	2 C	4 PM	6 M	= 32 dents
4 I	2 C	4 PM	6 M	

• Le pharynx

C'est un « carrefour aéro-digestif ». Il fait communiquer la bouche avec l'œsophage.

- Sa partie supérieure s'appelle le rhino-pharynx ; elle communique avec le nez.
- Sa partie inférieure communique avec l'œsophage.
- Lors du passage des aliments de la bouche vers l'œsophage, la glotte butte contre l'épiglotte pour fermer la trachée. La luette ferme les fosses nasales.

¹ Principe de remplacement : la racine de la dent de lait se résorbe et, réduite à sa couronne, la dent tombe facilement.

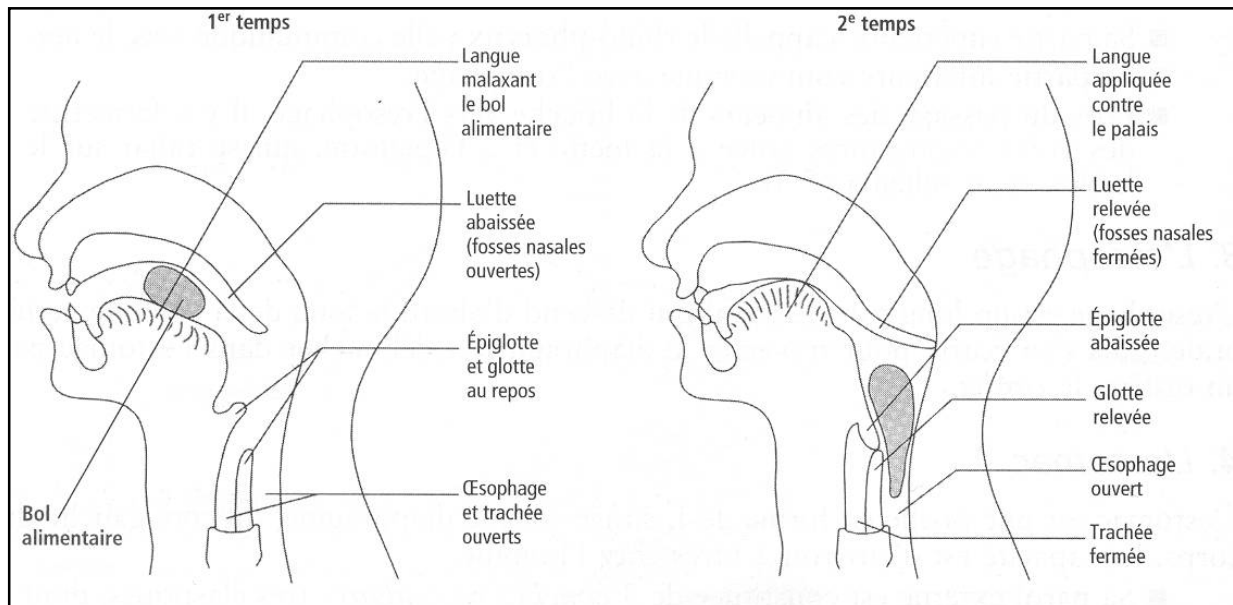


Figure 3

Le mécanisme de la déglutition

- L'œsophage

L'œsophage est un long tube (20 à 25 cm) qui descend d'abord le long de la colonne vertébrale, puis s'en écarte pour traverser le diaphragme et déboucher dans l'estomac par un orifice, le cardia (sphincter rond).

- L'estomac

L'estomac est une poche en forme de J, située sous le diaphragme, du côté gauche du corps. Sa capacité est d'environ 2 litres chez l'homme.

- Sa paroi externe est constituée de 3 couches musculaires très élastiques, dont les contractions vont permettre le brassage des aliments lors de la digestion.
- Sa paroi interne est tapissée d'une muqueuse qui contient de nombreuses glandes gastriques, qui sécrètent le suc gastrique.
- L'estomac communique avec l'intestin par le pylore, sphincter rond qui s'ouvre et se ferme lors du passage des aliments (il joue le rôle de portier).

- L'intestin grêle (ou petit intestin)

L'intestin grêle est un organe abdominal de 6 à 7 mètres de long sur 3 cm de large chez l'homme.

- Sa paroi externe décrit des anses intestinales : la première est l'anse duodénale (ou duodénum), qui se prolonge par le jéjunum puis l'iléon.

Le duodénum forme une boucle en forme de C (30 cm). C'est à son niveau que débouchent les canaux venant du foie et du pancréas. Sa paroi externe est formée de muscles puissants. Sa paroi interne forme des replis.

Le jéjunum (3m) et l'iléon (4m) constituent un tube ramassé sur lui-même avec une quinzaine d'anses. Une grande partie du jéjunum et de l'iléon forme une zone d'absorption importante.

- Sa paroi interne présente :
 - de nombreux replis, hérissés de villosités (c'est à ce niveau qu'a lieu l'absorption des aliments) ;
 - entre les villosités s'ouvrent les orifices de glandes intestinales qui sécrètent le suc intestinal.

Figure 4

Coupe de l'intestin grêle

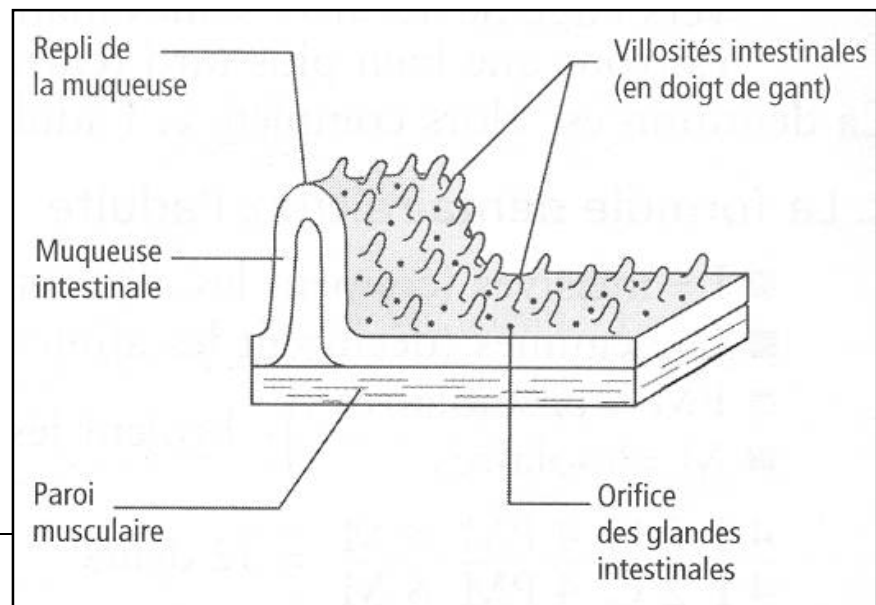
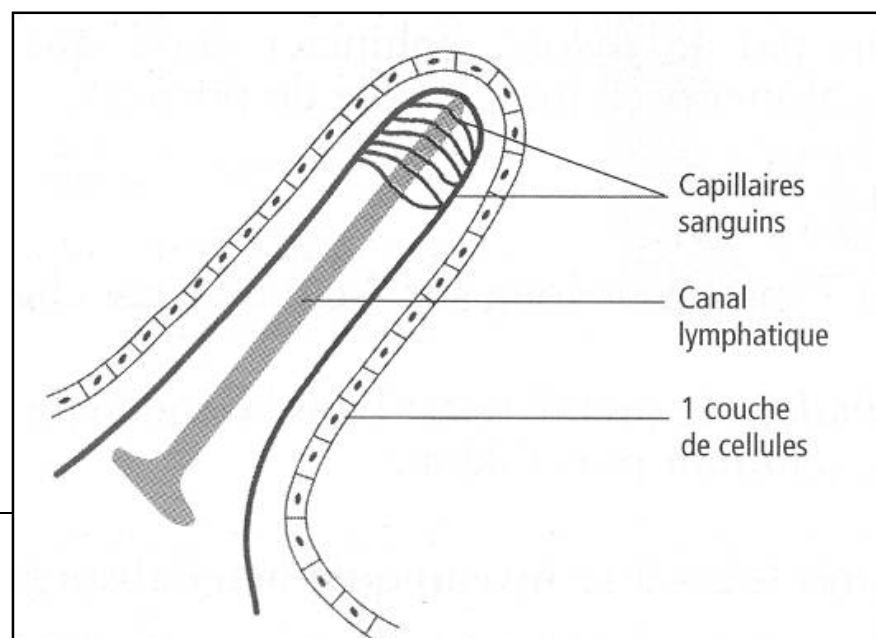


Figure 5

Détail d'une villosité intestinale



- Le gros intestin

Le gros intestin est un tube à l'intérieur duquel les déchets alimentaires vont subir l'action des bactéries et fermenter avant d'être évacués à l'extérieur.

Il présente 3 parties :

- le caecum muni d'un petit prolongement, l'appendice ;
- le côlon qui forme un grand pont ;
- le rectum qui se termine par l'anus (muni du sphincter anal).

A l'intérieur du gros intestin, les déchets alimentaires sont soumis à des contractions plus lentes.

C'est à cet endroit que les aliments incomplètement digérés vont être déshydratés, subir l'action des bactéries et fermenter avant d'être évacués à l'extérieur. Une grande partie de l'eau alimentaire est absorbée à son niveau.

Rappelons que tous les organes digestifs sont faits de muscles lisses sous le contrôle du système nerveux végétatif. Leurs contractions sont donc involontaires.

2. Les glandes digestives

Les glandes digestives sont annexées aux différentes régions du tube digestif.

- Les glandes salivaires

Elles sont au nombre de 3 paires : les glandes parotides, les sous-maxillaires et les sublinguales.

Elles sécrètent la salive (environ 1 litre par jour), qui est composée d'eau (99,5%), de sels minéraux et d'amylase (enzyme).

La salive imprègne les aliments, donc favorise la mastication. Elle constitue aussi la première étape chimique de la digestion, grâce à l'amylase. Elle protège aussi contre la carie en neutralisant les acides et en chassant, par rinçage, les débris d'aliments.

La mastication favorise l'action de la salive sur les aliments.

- Les glandes gastriques

Ces glandes tapissent la paroi de l'estomac. Elles sécrètent un suc digestif, le suc gastrique, qui transforme les aliments et constitue la 2^{ème} étape chimique de la digestion.

- Le pancréas

Cette glande a l'aspect d'une grosse grappe de raisin blanc rosé, en forme de tête de marteau. Le pancréas sécrète un suc digestif, le suc pancréatique, qui s'écoule au moment des repas dans le duodénum.

- Le foie

Le foie est la plus grosse glande (de 2 kg environ) ; il est très richement vascularisé. Il est situé sous le diaphragme.

Il accomplit des fonctions multiples et sécrète, en outre, la bile, liquide jaunâtre et amer, mis en réserve dans la vésicule biliaire et qui s'écoule au moment des repas dans le duodénum. Elle facilite la digestion des lipides.

Le suc pancréatique et la bile transforment les aliments et constitue la 3^{ème} étape chimique de la digestion.

- Les glandes intestinales

Ces glandes sont présentes dans l'intestin grêle. Au nombre de 160 millions, elles sécrètent un suc digestif, le suc intestinal, qui transforme les aliments et constitue la dernière étape chimique de la digestion.

II. La digestion des aliments

Le tube digestif est le siège de phénomènes mécaniques et de phénomènes chimiques. Ces 2 types de phénomènes sont complémentaires.

1. Phénomènes mécaniques de la digestion

- Au niveau de la bouche : la mastication

- Dès leur arrivée dans la bouche, les aliments sont coupés par les incisives, déchirés par les canines et broyés par les molaires.
- Imprégnés de salive, les aliments sont brassés par la langue qui façonne une boule, appelée « bol alimentaire ».

- Au niveau du pharynx : la déglutition

Le bol alimentaire est avalé. Ce phénomène met en jeu la fermeture des voies respiratoires (cf. figure 3).

- Le larynx se soulève ; ainsi la glotte bute contre l'épiglotte et ferme la trachée.
- Le voile du palais se relève et la luette ferme les fosses nasales. Lorsque la fermeture fonctionne mal, les aliments pénètrent dans le larynx, ce qui provoque la toux, « réflexe de rejet ». On dit qu'on a « avalé de travers ».

- La progression du contenu au niveau de l'œsophage

Les fibres musculaires de l'œsophage se contractent et poussent le bol alimentaire vers l'estomac. Ces mouvements péristaltiques² se font dans un seul sens (ce qui explique que l'on puisse avaler la tête en bas !).

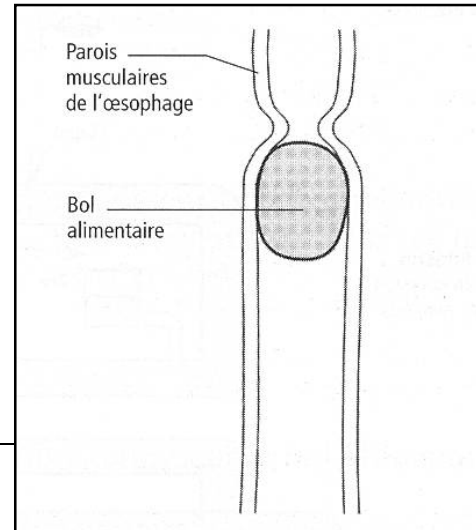


Figure 6

Passage du bol alimentaire dans l'œsophage

- Au niveau de l'estomac : le brassage des aliments

Les 3 groupes musculaires de l'estomac brassent puissamment le bol alimentaire et l'imprègnent de suc gastrique. Le bol alimentaire est transformé en bouillie appelée chyme gastrique.

La rapidité d'évacuation de l'estomac varie avec la nature des aliments ingérés (les graisses y séjournent plus longtemps, l'eau passe rapidement).

- La progression et la segmentation du contenu au niveau de l'intestin grêle

Grâce aux contractions intestinales, les contractions des muscles lisses font avancer le contenu intestinal et le segmentent.

- Au niveau du gros intestin : le ralentissement des matières et la fermentation

Les résidus de la digestion ont ici une progression plus lente. Devenus plus consistants, les déchets seront évacués par l'anus.

Au niveau du côlon, ce sont des mouvements péristaltiques qui permettent de mouler les matières fécales et de les évacuer. Le remplissage du rectum entraîne le réflexe de défécation, qui se traduit simultanément par l'intensification des contractions du gros intestin et le relâchement du sphincter lisse de l'anus. Ce phénomène est commandé par des nerfs moteurs volontaires.

² Mouvements de certains organes tubulaires dû à des contractions musculaires de leur paroi et permettant la progression de leur contenu.

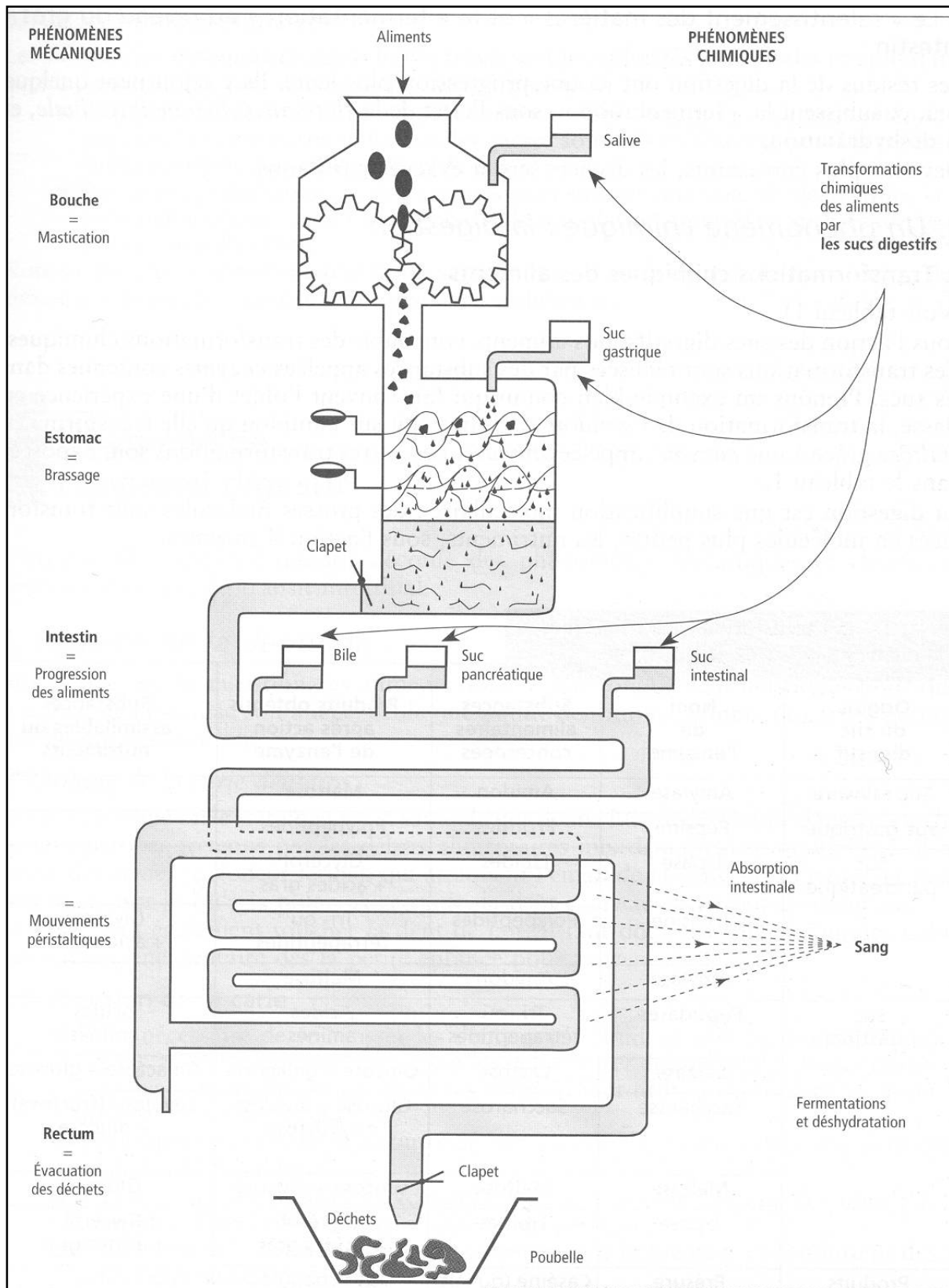


Figure 7

Schéma simplifié de la digestion mécanique

2. Phénomènes chimiques de la digestion

- La transformation chimique des aliments (cf. tableau)

Sous l'action des sucs digestifs, nos aliments vont subir des transformations chimiques. Ces transformations sont réalisées par des substances appelées enzymes contenues dans les sucs.

La digestion est une simplification moléculaire : des grosses molécules sont transformées en molécules plus petites, les nutriments, sous l'action d'enzymes, présentes dans les sucs digestifs.

- Au niveau de la bouche : la salive agit sur les aliments à la fois de façon mécanique et chimique. La mastication permet à la salive de mieux imprégner les aliments, c'est le phénomène d'insalivation. Ceci permettra par la suite aux autres sucs digestifs d'attaquer et de réduire les aliments en fines particules assimilables par nos cellules.
- La salive agit chimiquement sur un seul composé organique : l'amidon cuit. Elle contient une enzyme, l'amylase salivaire, qui transforme l'amidon en maltose. L'action de l'amylase salivaire se poursuit dans l'estomac jusqu'à ce que l'acide chlorhydrique (HCl) l'empêche d'agir.
- Au niveau de l'estomac : la paroi interne est composée d'un épithélium qui produit 2 types de sécrétions :
 - suc gastrique qui contient la pepsine : enzyme qui décompose les protéines.
 - de l'acide chlorhydrique sécrété en grande quantité quand l'alimentation est riche en protéines. Elle joue un rôle antiseptique : détruit les bactéries ingérées avec les aliments et la salive.

Dans l'estomac, existe une enzyme : la présure pour faire coaguler le lait et de permettre à la pepsine de décomposer les protéines du lait

- Au niveau de l'intestin grêle : les phénomènes chimiques ont lieu à différents niveaux :
 - le duodénum reçoit le chyme ainsi que les sécrétions du foie et du pancréas par l'intermédiaire de 2 canaux : le canal cholédoque déverse la bile fabriquée par le foie et stockée dans la vésicule biliaire et le canal pancréatique déverse le suc pancréatique.
 - au niveau du jéjunum, les transformations chimiques se poursuivent sous l'action de la bile, du suc pancréatique auxquels s'ajoute le suc intestinal sécrété par les cellules intestinales.

Le chyme devient le chyle.

- Au niveau du gros intestin : la « flore intestinale » a pour effet de transformer chimiquement, par fermentation, le chyle déshydraté en matières fécales.

- Les enzymes

Les enzymes sont des catalyseurs, c'est-à-dire des molécules qui activent certaines réactions. Dans le cas des enzymes de la digestion, on parle de catalyseur biologique. Chaque enzyme possède une affinité pour un type d'aliment : elle est spécifique.

Les enzymes peuvent soit simplifier les aliments par hydrolyse : c'est une simplification moléculaire, soit permettre la synthèse de nouveaux corps.

- Le bilan de la digestion

Le bilan de la digestion permet de répertorier les molécules résultant de la transformation chimique dans le tube digestif et celles qui étaient présentes dans notre alimentation mais qui n'ont pas été transformées.

- Les aliments qui subissent des transformations sont des aliments qui ont des molécules volumineuses et complexes : glucides, protides et lipides.

Les oses (glucose et autres sucres simples) proviennent des glucides, les acides aminés des protides, les acides gras et le glycérol des lipides.

- Les aliments qui ne sont pas transformés sont les éléments minéraux : eau, sels minéraux et vitamines, qui sont formés de petites molécules.

- Notons qu'un aliment à grosse molécule n'est pas digéré : la cellulose. L'enzyme nécessaire à sa digestion n'est pas présente dans les sucs digestifs. Elle favorise les mouvements péristaltiques de l'intestin.

- Temps de séjour des composés

Le temps de séjour des composés à digérer est variable :

- dans la bouche : 10 à 20 secondes
- dans l'estomac :
 - repas équilibré : 3 à 5 heures
 - repas glucidique : 1 à 3 heures
 - repas protéique : 3 à 5 heures
 - repas lipidique : 4 à 8 heures
- dans l'intestin grêle : 2 à 8 heures
- dans le côlon : 15 heures

Les transformations chimiques des aliments au cours de la digestion							
Niveaux	Origine du suc digestif	Nom de l'enzyme		Substances alimentaires			Substances assimilables ou nutriments
				Ingérées		Transformées	
Bouche	Suc salivaire (Salive)	Amylase	ð ³	Amidon	ð ⁴	Maltose	
Estomac	Suc gastrique	Pepsine	ð	Protides	ð	Polypeptides	
Pancréas	Suc pancréatique	Amylase	ð	Amidon	ð	Maltose	
		Lipase	ð	Lipides	ð	Glycérol + acides gras	Glycérol + acides gras
		Trypsine	ð	Polypeptides	ð	Tri ou tétra peptides	
Intestin	Suc intestinal	Maltase	ð	Maltose	ð	Glucose	Glucose
		Lactase	ð	Lactose	ð	Glucose + galactose	Glucose + galactose
		Saccharase	ð	Saccharose	ð	Glucose + lévulose ou fructose	Glucose + lévulose ou fructose
		Lipase	ð	Lipides	ð	Glycérol + acides gras	Glycérol + acides gras
		Peptidase	ð	Tri ou tétra peptides	ð	Acides aminés	Acides aminés
	Produits annexes	Présure ð		Caséine du lait	ð	Lait coagulé	
		Bile ð		Lipides	ð	Graisses émulsionnées	
	Substances non transformées			Eau Sels minéraux Vitamines			Eau Sels minéraux Vitamines

³ Agit sur.⁴ Le transforme en.

3. L'absorption intestinale

On appelle absorption intestinale le mécanisme de passage d'une substance dans la circulation en direction du cœur. Les voies d'absorption sont la circulation sanguine et la circulation lymphatique.

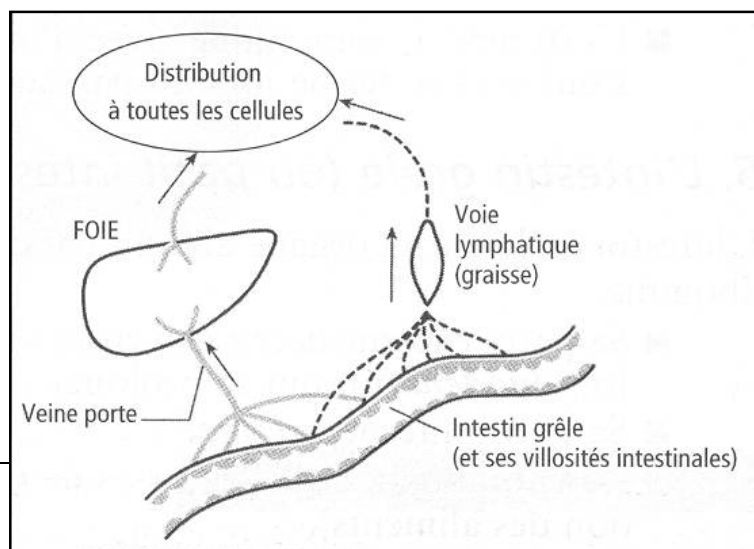
Les substances alimentaires assimilables (chyle intestinal) traversent les villosités intestinales et vont dans la circulation. Elles vont suivre deux voies différentes :

- l'eau, les sels minéraux, les sucres, les acides aminés et les vitamines hydrosolubles suivent la voie sanguine (ils gagnent la veine porte, le foie où les sucres sont mis en réserve, puis les veines sus-hépatiques, la veine cave, et le cœur) ;
- les graisses émulsionnées, les acides gras et les vitamines liposolubles suivent une voie de dérivation, la voie lymphatique, avant de rejoindre la circulation sanguine, au niveau des veines sous-clavières.

C'est l'appareil circulatoire sanguin qui va se charger de la distribution des aliments à toutes les cellules de l'organisme.

Figure 8

Absorption des matières nutritives et leur cheminement



4. Devenir des produits absorbés

- Devenir du glucose

Le glucose est directement transporté au foie. Une partie est retenue par le foie, l'autre partie passe dans la circulation générale. Dans le foie, le glucose peut être stocké en glycogène (réserve limitée) ou être transformé en lipide stocké dans le foie ou mis en réserve dans le tissu adipeux.

Le glucose est une molécule énergétique. La dégradation d'un gramme de glucose ingéré fournit dans l'organisme 17kJ.

- Devenir des lipides

Après leur absorption par la voie lymphatique, les lipides rejoignent la circulation sanguine et sont mis en réserve par les tissus. Les lipides circulent dans le sang sous forme de lipoprotéines.

Le tissu adipeux a pour fonction de stocker les lipides en quantité importante.

Les lipides sont une réserve énergétique importante pour faire face aux besoins énergétiques des cellules. La dégradation d'1 gramme de lipides ingérés produit 38kJ : 2 fois plus qu'1 gramme de glucose.

- Devenir des protides

Les acides aminés absorbés sont transportés jusqu'au foie. La majeure partie passe ensuite dans la circulation sanguine. Quand ils arrivent aux tissus, ils vont être utilisés pour la synthèse de composés azotés (protéines de structures, enzymes, hormones...). S'il y a un excès d'acides aminés par rapport aux besoins de cellules, l'organisme ne peut pas les stocker, ils sont transformés en lipides ou en glucose et dégradés en donnant de l'énergie. Cette dégradation produit un composé azoté, l'ammoniaque qui sera éliminée par voie urinaire sous forme d'urée.

- Devenir des vitamines et des sels minéraux

Ils sont transportés vers les tissus qui les utilisent selon leurs besoins. Certains sont stockés dans le foie, les reins, les os, d'autres non.

III. Hygiène de l'appareil digestif

L'hygiène de l'appareil digestif découle des phénomènes mécaniques et chimiques observés au cours du transit intestinal.

1. Hygiène buccodentaire

Afin de faciliter la digestion, les aliments doivent être longuement mastiqués pour que le transit de l'estomac soit allégé. Seule une bonne dentition, exempte de caries, permet une bonne mastication.

- Définitions

La carie dentaire est la destruction de la partie vivante de la dent. La plaque dentaire est le dépôt de tartre dentaire sur les dents.

- Evolution de la carie

Elle se développe dans la bouche où les microbes (retenus par les débris alimentaires interdentaires) se multiplient. Il se forme des acides (à l'odeur fétide), qui attaquent l'émail de la dent, puis l'ivoire, et peuvent la creuser jusqu'à la pulpe. À ce stade, la dent s'infecte et devient douloureuse.

La carie peut également toucher la dent de lait. Il faut donc prendre de bonnes habitudes d'hygiène dentaire dès la petite enfance pour prévenir les caries.

- Facteurs d'une bonne hygiène dentaire

Il est conseillé de :

- se brosser les dents matin, midi et soir (surtout après les repas), avec une brosse douce, pour les débarrasser des particules alimentaires. Si celles-ci se maintiennent entre les dents, il faut utiliser du fil dentaire pour atteindre les interstices.
- nettoyer régulièrement les appareils dentaires avec des produits adaptés ;
- consulter un dentiste au moins 2 fois par an, à titre préventif, afin de déceler les caries dès leur apparition.

Ces précautions permettent en outre de lutter contre la présence du tartre dentaire qui fait le nid des microbes.

- Il faut éviter les pressions excessives sur les dents (en cassant des noix par exemple) et les brusques variations de température.
- Il faut limiter la consommation de sucreries, qui fermentent et produisent des acides qui attaquent la dent.
- Les aliments riches en vitamine D et en calcium sont indiqués, le lait et les laitages en particulier, ainsi que les fruits et les légumes qui neutralisent l'acidité de la salive.

- Hygiène dentaire chez l'enfant

- Apprendre à se brosser les dents

L'enfant doit nettoyer ses dents matin et soir avec du dentifrice, dès l'âge de 2 ou 3 ans. Il doit avoir sa brosse à dent personnelle, qui doit être bien entretenue (savonnée régulièrement) et sécher la tête en haut. Le nettoyage des dents doit s'effectuer de haut en bas (du « rouge vers le blanc », dit-on à l'enfant) pour les dents de devant et grâce à des mouvements rotatifs pour les dents de côté.

- Recommander le fluor : une prise quotidienne de fluor en comprimés permet de renforcer l'émail des dents.

2. Hygiène de la digestion

- Des repas à heures régulières

Afin que les organes digestifs puissent se reposer de leur activité entre deux digestions, les repas doivent être suffisamment espacés et pris, si possible, à heures régulières.

- Une alimentation appétissante

La consommation d'aliments appétissants et bien présentés stimule la sécrétion des sucs digestifs (en particulier salivaire et gastrique). La vue, l'odorat et le goût sont sollicités et provoquent le désir de manger. Dès ce stade l'appétit s'aiguise et les premières sécrétions sont déjà déclenchées.

Cette stimulation est très importante pour les jeunes enfants.

- Une alimentation modérée

Les excès alimentaires fatiguent les organes digestifs. Il faut manger raisonnablement pour éviter les dilatations d'estomac, les digestions qui fatiguent le foie, ou les diarrhées et vomissements qui perturbent la santé en général.

On boira peu au cours du repas, car l'eau dilue les sucs digestifs et diminue leur activité.

- Une atmosphère calme et détendue lors des repas

Le calme et l'atmosphère chaleureuse qui entourent un repas favorisent une bonne digestion et un bon équilibre.

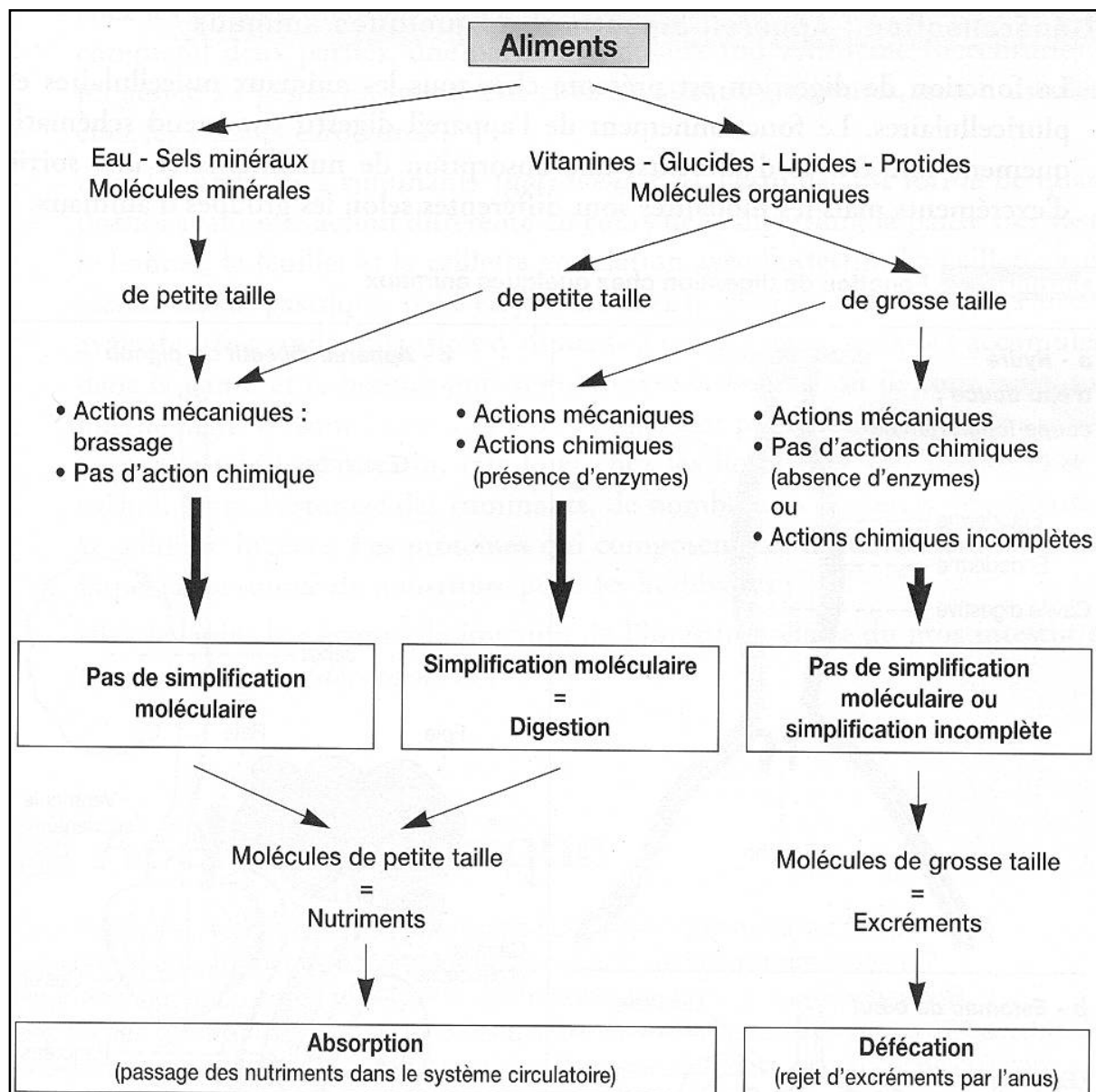
- Des précautions après les repas

Si l'emploi du temps le permet, on prendra un léger repos après le repas, de préférence au grand air, pour aider la digestion.

On évitera tous les sports, ou exercices violents, après le repas. Ils drainent une grande quantité de sang et affaiblissent ainsi le travail des organes digestifs.

On ne prendra jamais un bain froid après un repas : l'accident peut être fatal.

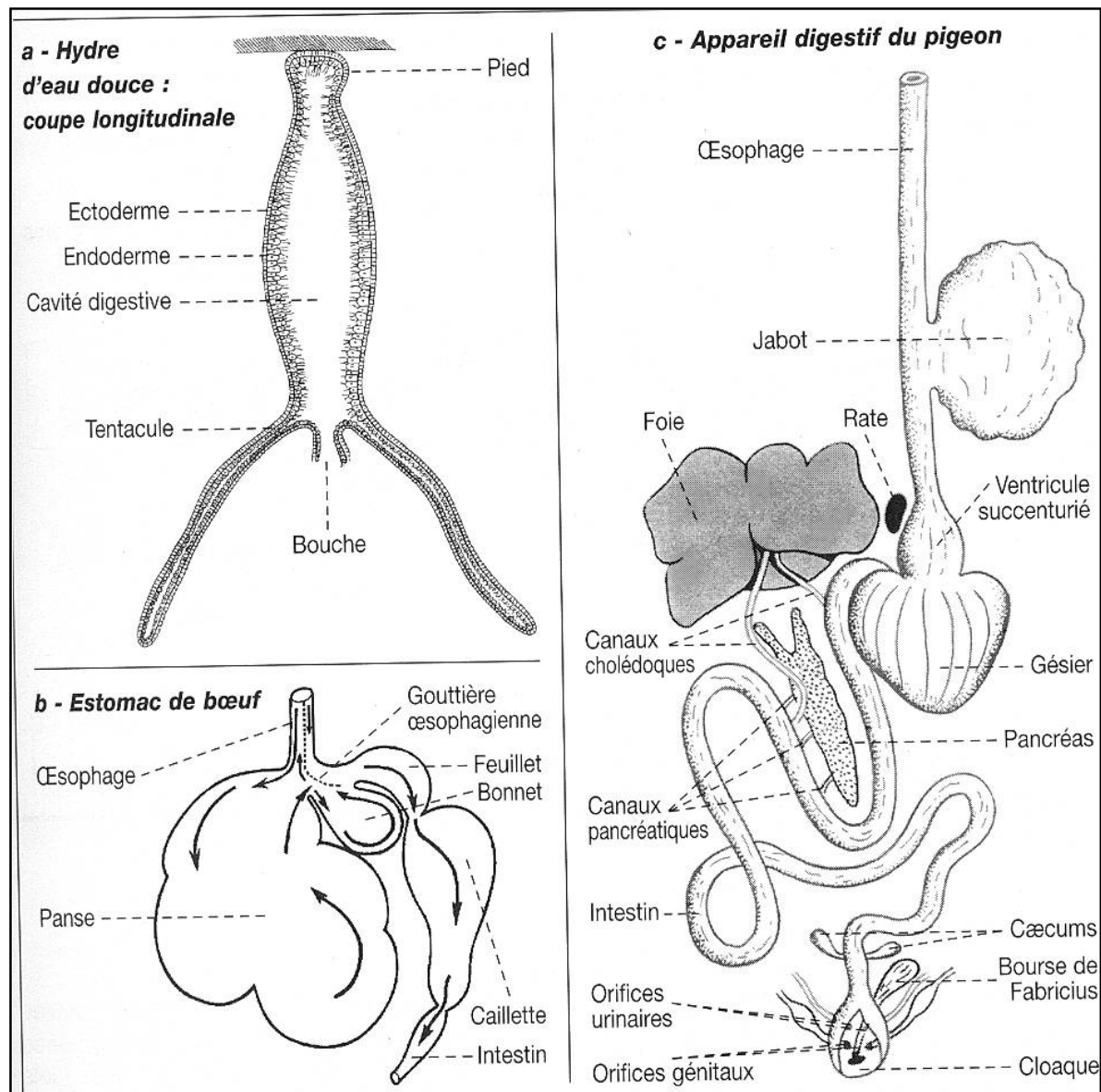
IV. Organigramme de la digestion chez l'homme



V. Appareil digestif chez quelques animaux

La fonction de digestion est présente chez tous les animaux unicellulaires et pluricellulaires. Le fonctionnement de l'appareil digestif comprend schématiquement une entrée d'aliments, une absorption de nutriments et une sortie d'excréments mais les modalités sont différentes selon les groupes d'animaux.

Chez l'hydre d'eau douce ou l'anémone de mer (cœlentérés) la bouche et l'anus constituent un seul et même orifice. L'étoile de mer (échinodermes) a, quant à elle, la particularité de sortir son tube digestif et de digérer ses proies à l'extérieur.



Chez les vertébrés, certaines adaptations en relation avec le régime alimentaire de l'animal complexifient l'anatomie du tube digestif. De manière générale, le tube digestif a une longueur variable selon que l'animal a une nutrition carnée ou végétale :

- chez les oiseaux, l'œsophage est dilaté en un jabot, l'estomac comprend deux parties, une partie glandulaire (ou ventricule succenturié) et un gésier. Le gésier est musculé chez les oiseaux granivores, non musculé chez les oiseaux carnivores ;
- chez les herbivores ruminants, l'estomac est formé de quatre poches ayant une action différente au cours de la digestion, la panse très vaste, le bonnet, le feuillet et la caillette en relation avec l'intestin. La caillette seule sécrète du suc gastrique, riche en présure chez le jeune animal. Lorsque l'animal avale de très grandes quantités d'aliments à peine broyés, ceux-ci s'accumulent dans la panse et le bonnet puis remontent à la bouche où ils sont mastiqués longuement. Ils sont à nouveau avalés et

passent par le feuillet puis la caillette avant d'atteindre l'intestin, très long chez les herbivores (50 mètres chez la vache). Dans l'estomac des ruminants, de nombreuses bactéries décomposent la cellulose ingérée. Les protéines qui composent ces bactéries sont aussi une importante source de nourriture pour les herbivores ;

- chez le lapin, le caecum à la jonction de l'intestin grêle et du gros intestin est très volumineux.