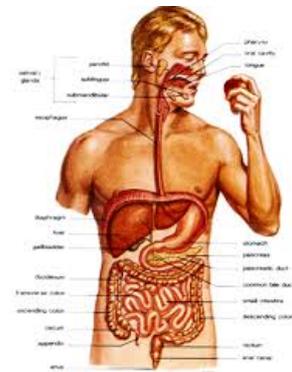


# Digestion et Absorption



# Table des matières



<b>Introduction</b>	<b>3</b>
<b>I - Physiologie de la digestion</b>	<b>4</b>
1. La digestion dans la cavité bucco-œsophagienne .....	4
1.1. La mastication .....	4
1.2. La sécrétion salivaire .....	5
1.3. La déglutition .....	8
1.4. La motricité œsophagienne .....	10
2. La digestion au niveau de l'estomac .....	10
2.1. Structure de l'estomac .....	11
2.2. Sécrétions gastriques .....	12
2.3. Mouvements de l'estomac .....	14
2.4. Digestion gastrique .....	15
2.5. Vidange de l'estomac .....	16
3. La digestion au niveau de l'intestin grêle .....	17
3.1. Structure de la paroi intestinale .....	18
3.2. Les sécrétions responsables de la digestion intestinales .....	19
3.3. La digestion intestinale .....	22
4. La digestion au niveau du gros intestin .....	24
4.1. Structure du gros intestin .....	24
4.2. La digestion dans le côlon .....	25
5. Résultats de la digestion .....	25

# Introduction

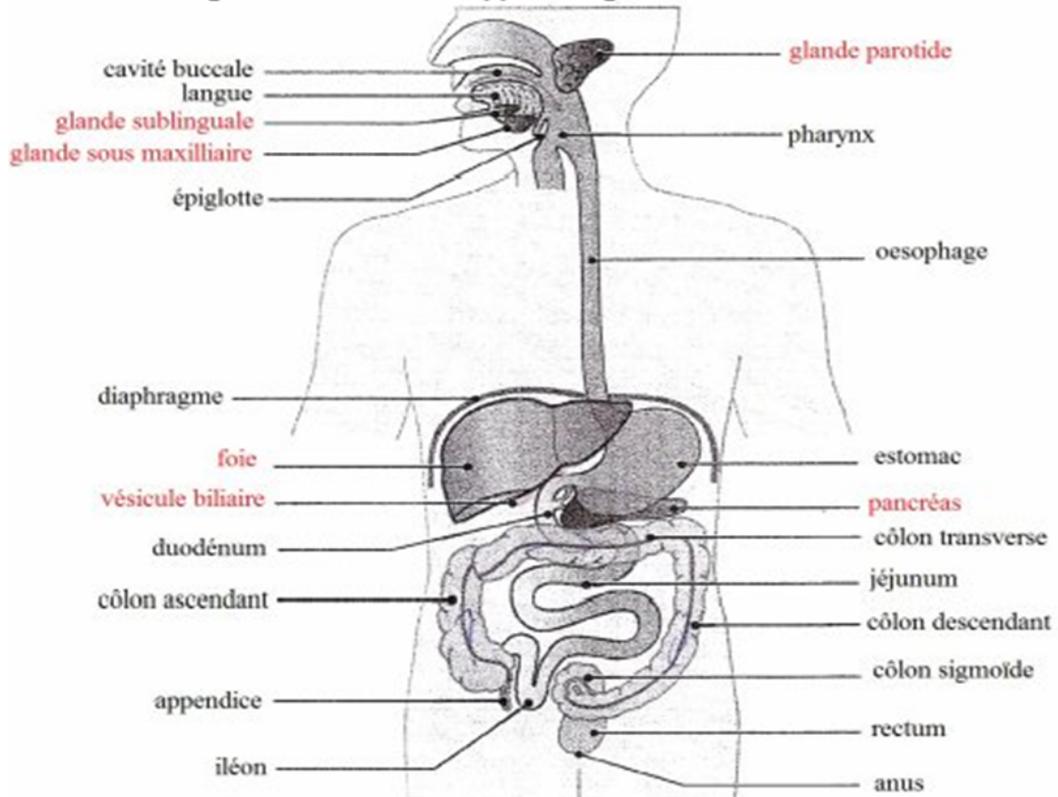
La digestion est un mode de transformation mécanique et chimique des aliments en nutriments assimilables ou non par l'organisme.

Par définition, la digestion est un processus présent chez tous les organismes hétérotrophes. Cette digestion se réalise dans un système digestif qui peut correspondre à une simple vacuole digestive d'une eubactérie, ou se spécialiser comme c'est le cas des mammifères ruminants (vache,...).

L'élément principal de l'appareil digestif est un tube, ouvert à ses deux extrémités. On peut distinguer: un pôle supérieur, la cavité buccale, véritable vestibule du tube digestif, par laquelle pénètrent les aliments; et un pôle inférieur, le rectum, qui contrôle la défécation par l'orifice anal. Entre ces deux pôles, le tube digestif se différencie en quatre segments: une région de passage, représentée par (Figure 1)

- le pharynx, puis l'œsophage ;
- l'estomac, où prédominent les phénomènes mécaniques;
- un long tube pelotonné en anses, l'intestin grêle, où s'effectuent les transformations chimiques principales et l'absorption des aliments;
- enfin un conduit large, relativement court, le gros intestin ou côlon, qui déshydrate et digère les résidus alimentaires, les concentre en matières fécales (Figure 1).

Figure 1 : Schéma de l'appareil digestif



# Physiologie de la digestion



La digestion dans la cavité bucco-œsophagienne	4
La digestion au niveau de l'estomac	10
La digestion au niveau de l'intestin grêle	17
La digestion au niveau du gros intestin	24
Résultats de la digestion	25

## 1. La digestion dans la cavité bucco-œsophagienne

La digestion commence par la préhension des aliments dans la cavité buccale suivie par la mastication puis la déglutition .

### 1.1. La mastication

C'est le premier acte mécanique de la digestion. Le rôle de la mastication est,

- d'une part, de fragmenter les aliments, grâce aux dents, augmentant ainsi leur surface et
- d'autre part, d'assurer un mélange intime de ces aliments avec la salive. Ces deux phénomènes transforment la forme originelle des aliments en une forme favorable à la déglutition.

## 1.2. La sécrétion salivaire

### 1.2.1. Origine de la salive

La salive est le mélange des sécrétions de toutes les glandes salivaires. Celles-ci comprennent: trois glandes principales paires, la parotide, la glande sous-maxillaire, la glande sublinguale; des glandes pariétales de taille moyenne; de nombreuses petites glandes dispersées dans la muqueuse de la cavité buccale (Figure 2).

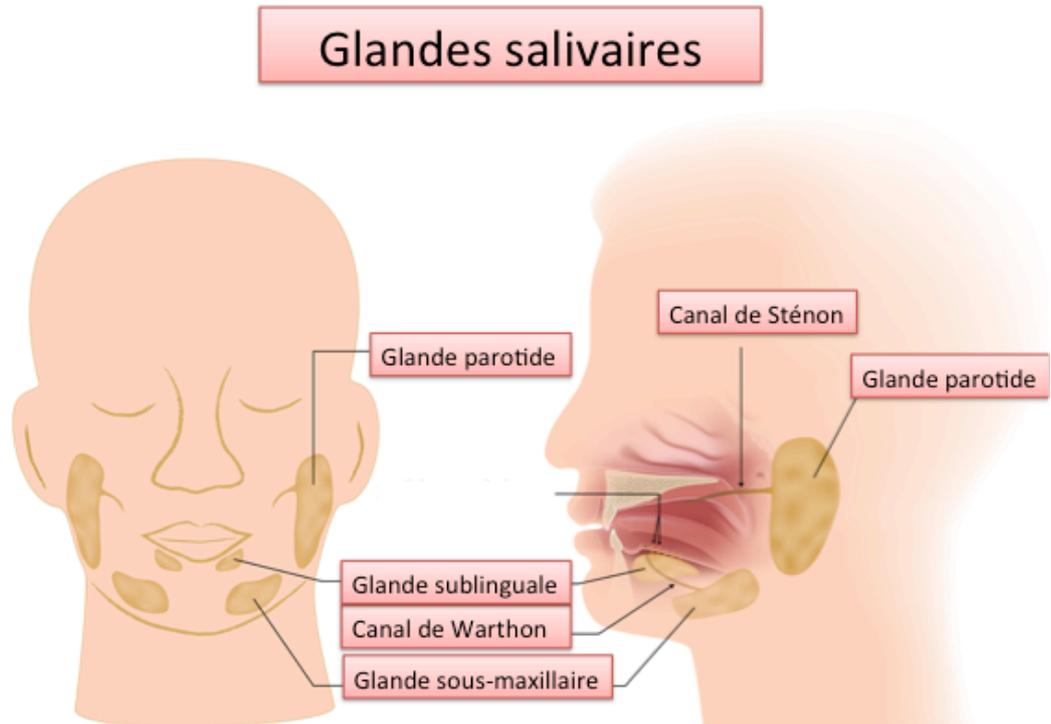


Figure 2: Glandes salivaires

### 1.2.2. Propriétés physiques

- Débit : le débit salivaire est de 700ml/24h en dehors du repas, peut atteindre 1500ml/24h lors de la mastication
- Viscosité : Le pH de la salive humaine est habituellement neutre ou faiblement acide; chez les animaux domestiques au contraire le pH de la salive est toujours alcalin.

### 1.2.3. Composition de la sécrétion salivaire

La salive est constituée de 98% d'eau, d'électrolytes et de protéines

- Les électrolytes sont :

Du point de vue de sa teneur en ions minéraux, la salive des animaux domestiques contient essentiellement des chlorures, des phosphates et des bicarbonates de potassium, de sodium et de calcium ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ). Elle contient moins d'électrolyte, c'est une solution hypotonique, comparée au sang. Les composants inorganiques de la salive ont une importance particulière chez les ruminants; ces espèces diffèrent des autres espèces par la forte teneur de leur salive en électrolytes.

- Les protéines :  
on en trouve les enzymes, les glycoprotéines et l'immunoglobuline.
  - \* L'amylase : Amidon
  - \* La Ptyaline : Glycogène
  - \* Lipase :
  - \* Lysosyme:

La salive de l'homme contient des quantités importantes de ptyaline ( $\alpha$  amylase). Dans la salive de la plupart des animaux domestiques cette enzyme n'existe pas ou bien en quantité tellement faible qu'elle ne joue aucun rôle dans la digestion de l'amidon.

Notons que chez les ruminants la salive est relativement riche en azote (65-70% sous forme d'urée).

- Glycoprotéines : la viscosité de la salive
- Immunoglobulines : IgA (Rôle anti-inflammatoire)

### 1.2.4. Rôle de la salive

Elle joue un double rôle d'humidification des muqueuses et de préparation des aliments pour leur digestion. La salive des animaux domestiques a avant tout, sauf chez les ruminants, un rôle mécanique. Grâce à sa teneur élevée en eau, elle permet aux animaux de préparer leurs aliments à la déglutition.

Pendant la mastication, il se produit une hydratation et une imbibition des particules alimentaires en même temps qu'une extraction de certains principes solubles. \* d'une part parce qu'il assure une fragmentation complète des aliments, \* d'autre part en provoquant une sécrétion accrue de suc gastrique.

Son activité est optimale à une concentration déterminée en ions chlore et entre des valeurs de pH comprises entre 4 et 9.

Chez l'homme et d'autres mammifères, elle contribue directement à la digestion de l'amidon dans la bouche sous l'action de l'amylase salivaire; l'enzyme est capable de transformer rapidement l'amidon en maltose en passant par un corps intermédiaire, la dextrine.

Chez l'homme et d'autres mammifères, elle contribue directement à la digestion de l'amidon dans la bouche sous l'action de l'amylase salivaire; l'enzyme est capable de transformer rapidement l'amidon en maltose en passant par un corps intermédiaire, la dextrine.

Le séjour des aliments dans la cavité buccale étant assez bref, la dégradation de l'amidon n'est qu'incomplète; l'amylase conserve cependant son activité pendant un certain temps dans l'estomac car les aliments y sont disposés en strates et ce n'est qu'au bout d'un certain délai que le pH va diminuer, lorsque l'acide chlorhydrique arrivera dans la zone cardiaque de l'estomac.

Chez l'homme, l'attaque de l'amidon peut se poursuivre pendant 15-30 minutes dans l'estomac mais ici aussi, dans les meilleures conditions, une partie seulement de l'amidon est décomposée.

### 1.2.5. Régulation de la sécrétion salivaire

- La sécrétion salivaire est exclusivement sous la dépendance du système nerveux autonome (sympathique et parasympathique)
- La prise de la nourriture entraîne l'activation des mécano-récepteurs de la cavité buccale (par mastication) et des chémorécepteurs des papilles gustative (par l'acidité, le salé, le sucré et l'amertume) et entraîne une stimulation de la sécrétion salivaire.
- La transmission de l'information vers le SNC est assurée par le nerf lingual V et glosso-pharyngien IX.
- La stimulation centrifuge est assurée par le nerf facial VII et le glosso-pharyngien IX qui sont les nerfs sécrétoires des glandes salivaires.

### 1.2.6. Déclenchement de la sécrétion salivaire

A coté du contact avec les muqueuses buccale et la mastication, les stimuli sont, notamment l'odeur et le goût des aliments. Les réflexes conditionnés peuvent aussi jouer le rôle. (Comme par exemple le bruit des assiettes avant un repas, nausée, ingestion d'aliment irritant).

### 1.3. La déglutition

La déglutition est le processus par lequel les aliments préparés dans la cavité buccale sont amenés dans l'estomac en passant par le pharynx et l'œsophage.

Le déplacement des aliments dans l'œsophage a lieu grâce à des mouvements péristaltiques. Une onde péristaltique commence par la formation d'un étranglement par contraction des muscles œsophagiens au dessus du bol alimentaire; elle se poursuit en direction de l'estomac en poussant devant elle la boule d'aliments (Figure 3).



Figure 3: Fermeture de l'épiglotte lors de la déglutition

Le relâchement de la musculature en dessous du bol alimentaire facilite son déplacement vers l'estomac. Les liquides traversent rapidement l'œsophage en état de relâchement jusqu'au cardia ou bien ils sont comme injectés jusqu'à ce niveau; ils y séjournent plus ou moins longtemps avant d'être envoyés dans l'estomac par des ondes péristaltiques énergiques.

Le sphincter situé dans l'embouchement de l'œsophage dans l'estomac (sphincter du cardia) et séparant la cavité stomacale de la lumière œsophagienne (Figure 4) se trouve normalement en état de contraction tonique; il s'ouvre soit pour la déglutition soit pour le vomissement.

Classiquement on la devise en 3 étapes:

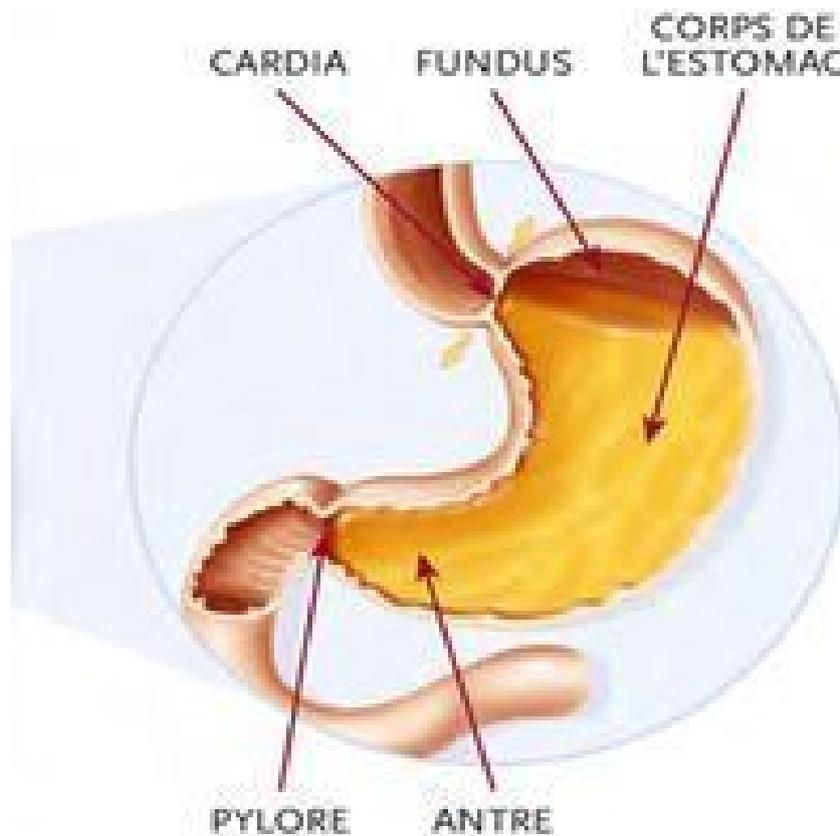
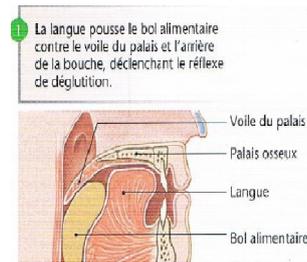


Figure 4: Jonction gastro-œsophagienne (Cardia)

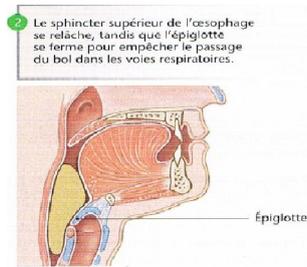
### 1.3.1. Le temps buccal

Une fois le bol alimentaire formé, il est déposé sur le dos de la langue qui le pousse d'avant en arrière vers le pharynx en le pressant contre le voile du palais.



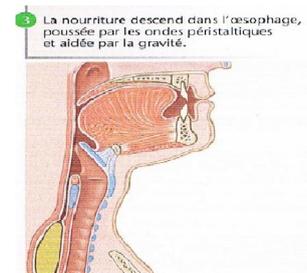
### 1.3.2. Le temps pharyngien

Le contact de l'alimentation avec le voile du palais, déclenche un réflexe qui le propulse vers l'œsophage entraînant un arrêt de la respiration en apnée inspiratoire. Le bol alimentaire en descendant fait basculer l'épiglotte de 180° en renforçant la fermeture de la trachée. Ouverture du sphincter supérieur de l'œsophage, et progression du bol vers l'œsophage sous la triple influence de la base de la langue, de la pression latérale des constricteurs moyens et inférieurs de l'aspiration pharyngé-œsophagienne.



### 1.3.3. Le temps œsophagien

Arrivé à l'extrémité supérieure de l'œsophage le bol alimentaire progresse très rapidement vers le cardia entraîné par des ondes péristaltiques (10S)



## 1.4. La motricité œsophagienne

- Le péristaltisme œsophagien

Le segment œsophagien d'amont propulse le bol alimentaire par une contraction de la couche circulaire et une relaxation de la couche longitudinale (œsophage. retourne à sa longueur initiale).

Le segment d'aval est réceptif avec relaxation de la couche circulaire et contraction de la couche longitudinale (qui raccourcit l'œsophage d'aval et rapproche le bol).

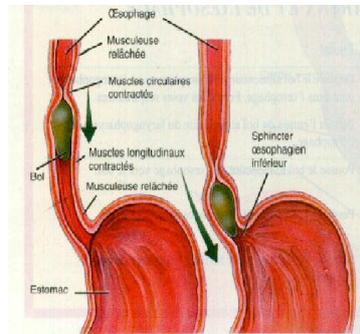


Schéma du péristaltisme dans l'œsophage (vue d'antérieur)

- Le sphincter inférieur de l'œsophage

Rôle primordial contre le reflux. Il a une activité motrice double:

-*Phasique*: ouverture (enclenchée par X ou stimulation  $\beta$  adrénergique).

fermeture (enclenchée par stimulation  $\alpha$  adrénergique).

-*Tonique*: permanente (stimulée par innervation cholinergique intrinsèque et extrinsèque(X), par déglutition).

## 2. La digestion au niveau de l'estomac

Est un réservoir en forme de « J ». C'est une cavité ou une poche extensible d'une capacité de 1,5 jusqu'à 2l (alimentation forcée). Avec une partie verticale qui est prédominante, et une partie horizontale qui s'amointrit en son diamètre comme un entonnoir.

## 2.1. Structure de l'estomac

L'estomac est la portion du tube digestif compris entre l'œsophage et l'intestin. Le 1er organe digestif intra-abdominal, dans lequel les aliments subissent un arrêt plus ou moins prolongé. L'estomac possède une triple fonction:

- Une fonction motrice: rôle de chambre d'admission des aliments
- Une fonction sécrétoire exocrine: pepsine, HCl, facteur intrinsèque-
- Une fonction sécrétoire endocrine: sécrétion de gastrine Possède une capacité de 1 à 1,5 litre, divisée en :
  - Une portion supérieure: fundus Et corps occupé par des cellules à mucus, cellules pariétales et principales.
  - Une portion inférieure: antrum occupé par les cellules G (Figure 6).

3 couches musculaires lisses:

- Superficielle : longitudinale
- Intermédiaire : circulaire
- Profonde : oblique

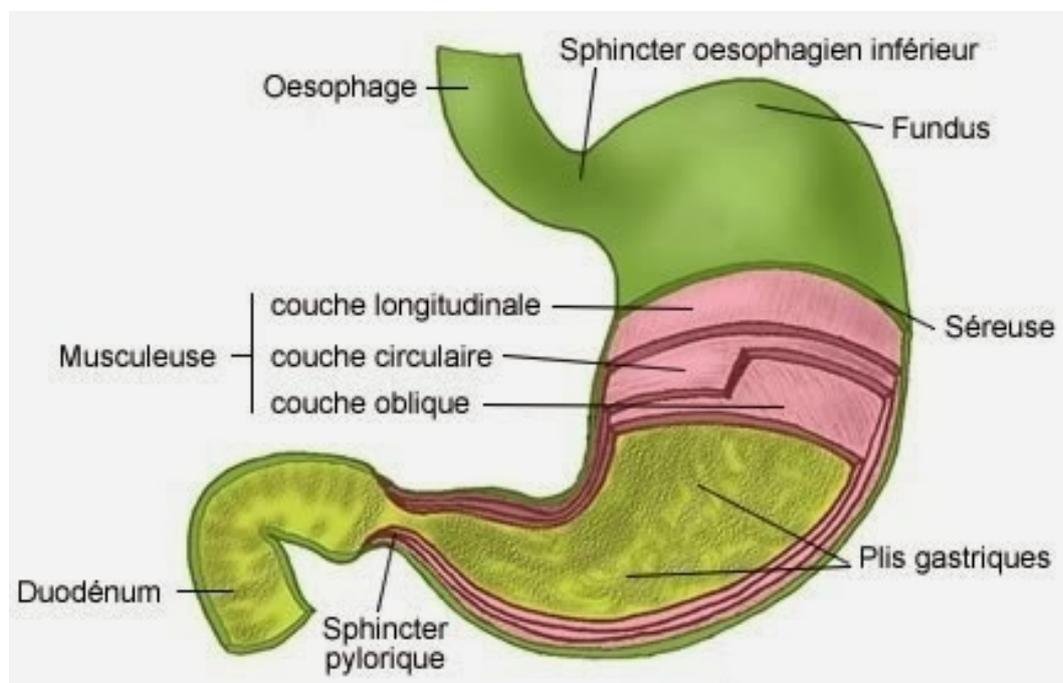


Figure 5 : Structure de l'estomac

- La muqueuse gastrique

1 à 2 mm d'épaisseur présente de nombreuses invagination les cryptes au fond, on trouve les glandes gastriques, qui contiennent:

- Cellules à mucus : sécrètent un mucus qui assure la protection de la paroi
- Cellules pariétales ou bordantes: sécrètent HCL, Facteur intrinsèque, les électrolytes et HO
- Cellules principales : fabriquent la pepsine
- Cellules endocrines : 5 types différents dont les Cellules G : sécrètent la gastrine
- Cellules sécrétrices : Lipase gastrique

## 2.2. Sécrétions gastriques

Le suc gastrique est le produit de sécrétion des glandes gastriques; c'est un liquide incolore, transparent, très acide. Les sécrétions gastriques contiennent du mucus, des pepsinogènes, de l'acide chlorhydrique et le facteur intrinsèque; toutes ces sécrétions proviennent des cellules de la muqueuse gastrique. L'activité de sécrétoire de cette muqueuse varie selon les régions de l'estomac: la partie centrale qui représente 75% de la muqueuse totale, sécrète de l'HCl et le pepsinogène, la partie inférieure (l'antré et le pylore) sécrète la gastrine; le mucus est sécrété par toutes les parties de l'estomac.

### 2.2.1. Le suc gastrique

- Electrolytes: Solution isotonique :  $H^+$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Cl^-$ ,  $HCO_3^-$
- Mucus: Glycoprotéines et GAG (gel visqueux qui tapisse la muqueuse) Protection de la paroi gastrique
- Enzymes: Lipase gastrique (rôle modeste), Pepsinogène (hydrolyse protéique)
- Facteur intrinsèque: Glycoprotéine qui rend possible l'absorption la vit B12 au niveau intestinal.

### 2.2.2. Mise en jeux de la sécrétion gastrique

Le débit de la sécrétion du suc gastrique est de 1 à 1.5 L / 24 h.

- En dehors des repas: débit sécrétoire faible (cellules muqueuses).
- Au moment des repas: débit sécrétoire important (cellules pariétales).

On distingue 3 phases :

#### Céphalique

Odeur, goût, évocation, des facteurs qui stimulent le Nerf X via hypothalamus qui ont une action sur la sécrétion des glandes

#### Gastrique

La sécrétion gastrique est stimulée par le nerf X, distension locale de l'antré et par la présence des protéines. Elle est inhibée par la vidange de l'estomac.

#### Intestinale

Action principalement inhibitrice

Acidification du duodénum: stimule la sécrétion de la sécrétine, CCK (cholécystokinine), GIP (gastric inhibiting peptide)

### 2.2.3. Mécanisme de la sécrétion gastrique

*l'acide chlorhydrique (HCL)*

Parmi les substances inorganiques du suc gastrique, le plus important est l'HCl; il est selon toute vraisemblance élaboré par les cellules bordantes (pariétales) des glandes fundiques de l'estomac.

- Le rôle de l'HCl de l'estomac est d'activer le pepsinogène et de provoquer une imbibition des protéines; il a en même temps une forte activité antiseptique. La formation d'HCl se fait par l'intermédiaire de la pompe ( $K^+/H^+$  = échange). Le  $H^+$  provient de :  $CO_2$  (contenu dans le sang) +  $H_2 \rightarrow H^+ + HCO_3^-$  (le  $HCO_3^-$  passe dans le plasma)
- et le  $Cl^-$  provient du KCl par échange entre le  $K^+$  et le  $H^+$  (dans la membrane plasmique) donne du HCl.

- Le HCl ainsi formé, passe dans la lumière gastrique.

La formation d'HCl se fait par l'intermédiaire de la pompe (K<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> = échange).

- Le H<sup>+</sup> provient de : CO<sub>2</sub> (contenu dans le sang) + H<sub>2</sub>O → H<sup>+</sup> + HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (le HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> passe dans le plasma)

- et le Cl provient du KCl par échange entre le K<sup>+</sup> et le H<sup>+</sup> (dans la membrane plasmique) donne du HCl. Le HCl ainsi formé, passe dans la lumière gastrique.

La liaison de l'histamine, de la gastrine, et d'Ach aux récepteurs membranaires de cellules pariétales déclenche une série de mécanisme intracellulaire (système second messenger) qui aboutissent à la sécrétion HCL dans la lumière de l'estomac. Des ions H et HCO<sub>3</sub> sont produits par la dissociation de l'acide carbonique. Au fur et à mesure que les ions H et cl sont pompés vers la lumière. Le pompage de HCO<sub>3</sub> se fait vers l'espace interstitiel en échange d'ion cl (Figure 6).

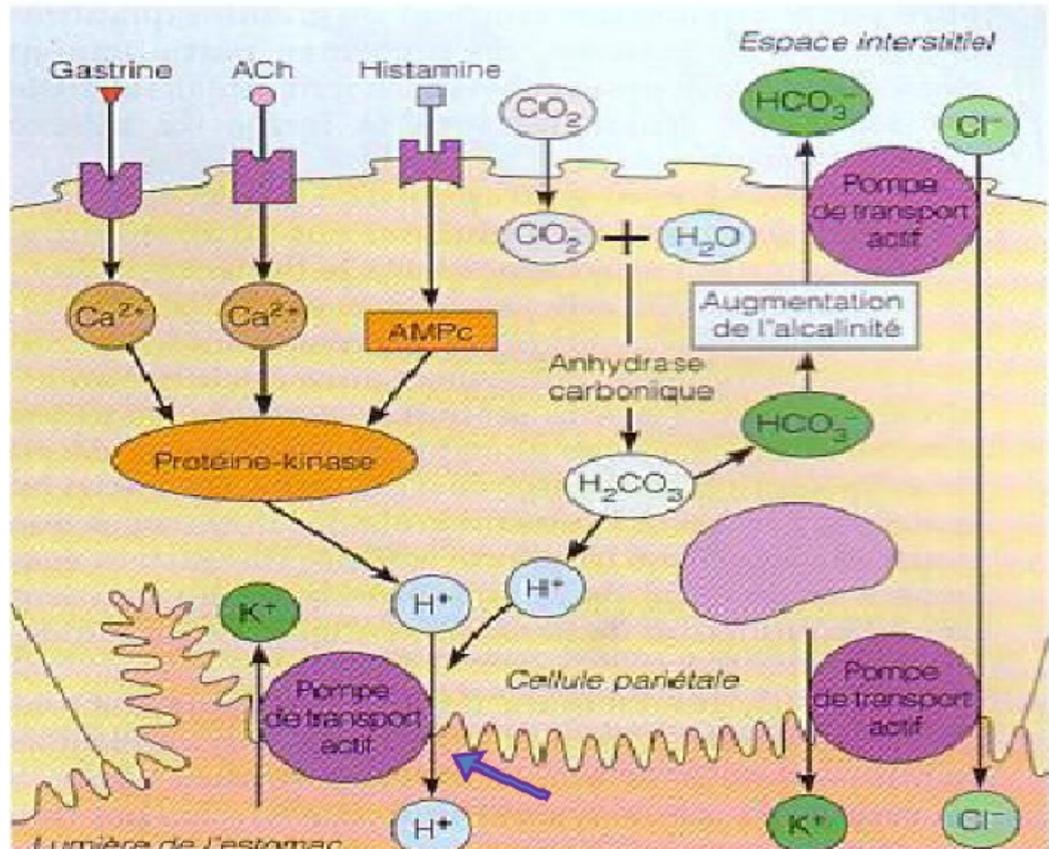


Figure 6 : Schéma du mécanisme de sécrétion de HCL

La pepsine est la plus importante des enzymes élaborées par la muqueuse gastrique et elle confère au suc gastrique une activité protéolytique prédominante. Elle est produite sous forme de pepsinogène par les cellules principales de la région fundique. Sous l'action de l'acide chlorhydrique un corps inhibiteur est détaché du pepsinogène qui est transformé en pepsine: enzyme active. La pepsine formée transforme à son tour le pepsinogène en pepsine (processus autocatalytique).

La vitesse de dégradation des divers protides dépend de leur composition en acides aminés; les protéines riches en tyrosine et en phénylalanine sont en particulier plus rapidement décomposées. Elle dégrade les protéines en polypeptides.

L'optimum d'activité de l'enzyme se situe à des valeurs particulièrement acides. La pepsine trouve donc dans l'estomac des conditions favorables car le pH du suc gastrique est très acide (pH partie ventrale de l'estomac: 1; pH de l'antré: 3; pH du duodénum: 4.

A côté des enzymes protéolytiques, le suc gastrique posséderait une activité lipasique.

- *Le mucus gastrique*

Le mucus est sécrété par les cellules du collet des glandes gastriques; il adhère à la surface et protège celle-ci contre l'action des sucs gastriques. Il a des propriétés lubrifiantes qui permettent au chyme de se déplacer à la surface de la muqueuse.

- *Le facteur intrinsèque*

Les cellules pariétales produisent également une protéine de grande importance, le facteur intrinsèque, qui se combine à la vitamine B12 des aliments et favorise l'absorption de celle-ci par l'épithélium iléal. Ce facteur est en fait le seul élément du suc gastrique essentiel à la vie.

- *La gastrine*

La gastrine est sécrétée par les cellules G qui sont des cellules arrondies situées dans la zone antrale de l'estomac. La gastrine est transportée par le sang aux cellules pariétales et est le plus fort stimulus connu pour la sécrétion d'HCl. La gastrine est dégradée par la pepsine et la trypsine.

## 2.3. Mouvements de l'estomac

L'estomac comprend 2 unités fonctionnelles:

- une unité correspondant au Fundus et au corps qui a une fonction de réservoir.
- une unité représentée par l'antré dont la fonction est de broyer et mélanger les aliments.

Le pylore est un dispositif de régulation de la vidange gastrique.

### 2.3.1. Remplissage et dilution gastrique

Du point de vue mécanique, l'estomac peut être divisé en deux parties: "une hotte" de stockage au pôle supérieur, une partie inférieure où s'effectue le brassage.

- La partie supérieure est capable de contenir des quantités considérables de nourriture.
- La partie inférieure hache et mélange les aliments aux sécrétions gastriques pour former le chyme, mélange semi- liquide, grâce aux contractions rythmiques du muscle lisse gastrique.
  - Arrivée des fractions de repas dans l'estomac qui se déposent en couches (non agitées car peu de mouvements du corps gastrique au début)
  - Apparition d'ondes de contractions : pétrissage des aliments (sont mélangés au suc gastrique, ce qui va donner une dilution du bol alimentaire (chyme))

### 2.3.2. Données électromyographiques

Fréquences d'ondes lentes (OL) 3 à 6 fois par minutes d'une durée de 6 à 10 sec.

- Les ondes lentes définissent le Rythme Electrique de Base (REB)
- Origine: le pacemaker de l'estomac situé dans une zone électrogénique située sur la grande courbure (cellules interstitielles de Cajal).
- l'excitation se propage par les jonctions communicantes à l'ensemble du corps jusqu'au pylore.

### 2.3.3. Origine du rythme électrique de l'estomac

- Le pacemaker gastrique génère des ondes lentes propagées vers le pylore
- Les ondes lentes peuvent être surchargées d'activités électriques rapides qui déclenchent une activité mécanique.

### 2.3.4. Mouvement péristaltique de l'estomac

Du point de vue mécanique, l'estomac peut être divisé en deux parties: "une hotte" de stockage au pôle supérieur, une partie inférieure où s'effectue le brassage.

- La partie supérieure est capable de contenir des quantités considérables de nourriture.
- La partie inférieure hache et mélange les aliments aux sécrétions gastriques pour former le chyme, mélange semi- liquide, grâce aux contractions rythmiques du muscle lisse gastrique.

L'estomac vide n'est pas en état de repos absolu; toutes les 1-3 heures peuvent être enregistrées des périodes d'activité motrice et sécrétrice qui durent environ 10-30 minutes. Ces périodes d'activité s'étendent à tout le tube digestif.

- Les mouvements péristaltiques apparaissent 5 -10 min après ingestion du repas. L'anneau de contraction qui part de la partie moyenne et qui se déplace vers le bas.
- Les ondes se succèdent toutes les 5 à 10 sec (mélange du bol alimentaire), au début, le pylore reste fermé. Lorsque la pression sur le versant gastrique est  $>$  pression duodénale, il y a le passage du chyme dans la partie duodénale.

## 2.4. Digestion gastrique

L'estomac n'est pas un organe important pour la digestion enzymatique ni pour l'absorption; son rôle principal est le stockage temporaire des aliments, ce qui permet d'en avaler plus rapidement qu'il ne peut en passer dans l'intestin grêle.

Une fois dans l'estomac, les aliments sont mélangés au suc gastrique et libérés en petites quantités dans le duodénum.

Le processus de contraction est plutôt lent; de ce fait le chyme, lorsqu'il se trouve au milieu de l'estomac, est encore à un pH de 5 après 1 à 2h. Ceci signifie que l'action de l'amylase salivaire se prolonge dans l'estomac.

### 2.4.1. Glucides

L'amylase salivaire continue son action tant que le pH reste élevé (1 h). L'hydrolyse des glucides se fait de 20 à 40 % de l'ensemble glucidique. Il n'y a pas d'absorption par l'estomac

### 2.4.2. Protéines

Pepsine agit sur les protéines: 10 % des protéines sont hydrolysées en AA et peptides (Mais, baisse tardive du pH n'est pas favorable (transformation du pepsinogène))

### 2.4.3. Lipides

Digestion lipidique négligeable, la lipase linguale continue sa faible action. HCl et pepsine détruisent les émulsions naturelles

## 2.5. Vidange de l'estomac

La vidange de l'estomac est un processus continu et le chyme passe peu à peu dans le duodénum, aussi longtemps que le contenu duodénal n'exerce pas un effet inhibiteur.

Elle commence dès qu'une certaine quantité de son contenu est suffisamment "fluidifiée" pour pouvoir franchir le pylore (Chez l'homme de petites quantités du contenu stomacal sont évacuées toutes les 20 secondes environ); elle se fait de façon rythmique grâce à la différence de pression qui se produit entre l'estomac et le duodénum à la suite d'une série de contractions de l'antré, du sphincter et du bulbe duodénal.

Les excitations chimiques d'origine duodénale responsables de l'inhibition de la vidange de l'estomac provoquent une chute du tonus de la paroi stomacale et de l'activité péristaltique et diminuent ainsi la différence de pression observée au cours de chaque cycle de contractions. Les graisses inhibent la motricité gastrique aussi bien lorsqu'elles sont dans l'estomac que si elles sont dans le duodénum ou les portions antérieures du jéjunum.

- Évacuation gastrique d'un repas composite :

La phase liquide s'élimine plus rapidement que la phase solide. Le pylore «trie» les aliments 3 h après ingestion.

- La *nature du repas* influence l'activité motrice gastrique :

Les contractions de l'antré sont moins intenses avec un repas liquide qu'avec un repas solide «morceaux»

- L'évacuation des liquides est régulée par le *fundus* et celle des solides est régulée par l'*antré*

### 3. La digestion au niveau de l'intestin grêle

#### *Définition*

Intestin grêle est une sorte de tube torsadé serpentant à l'intérieur de l'abdomen sur plusieurs mètres. Sa longueur diffère d'une espèce à une autre, selon le régime alimentaire. Chez l'homme, l'intestin grêle mesure de 6 m de long et 3 cm de diamètre. L'intestin grêle se loge dans la cavité abdominale en dessinant des anses. Il commence à la sortie du sphincter pylorique et se termine au niveau de la valvule caecale du côlon. Il est mobile dans la cavité péritonéale mais relié à la paroi dorsale par le mésentère. Il est situé entièrement dans l'étage sous-mésocolique.

L'intestin grêle se répartie en 3 segments successifs : Le duodénum, le jejunum et l'iléon (Figure 7)

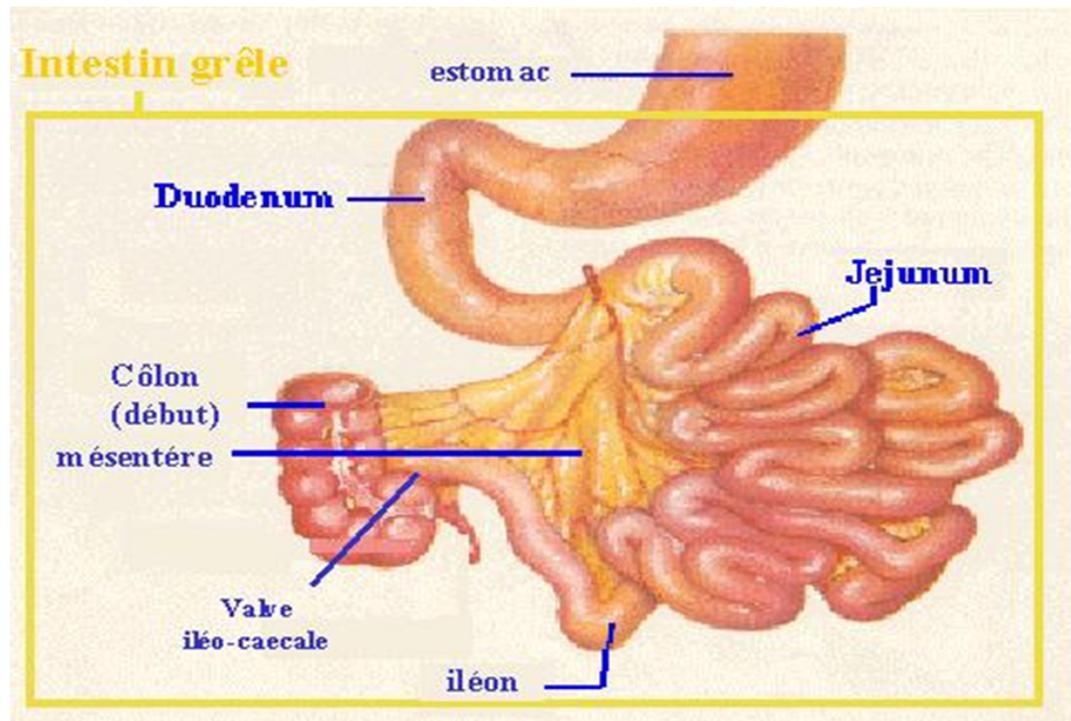


Figure 7 : Division anatomique de l'intestin grêle

### 3.1. Structure de la paroi intestinale

La paroi externe de l'intestin grêle: - Elle montre de nombreux plis circulaires dont l'activité musculaire permet de faire tourner le chyme sur lui-même. - La paroi intestinale contient de nombreuses fibres musculaires lisses, involontaires, qui assurent le brassage et la progression du chyme tout au long de l'intestin grêle. • La face interne de l'intestin grêle, la muqueuse, très particulière, est très repliée sur elle-même. Ces replis sont sous forme d'ondulation (Figure 8) qui présente des milliers de saillies d'environ 1 mm, les villosités intestinales, qui lui confèrent un aspect duveteux et multiplient cinq à six fois la surface interne :



Figure 8 : Muqueuse repliée de la face interne de l'intestin grêle

Chaque villosité est le siège de microvillosités (Figure 9), visibles uniquement au microscope électronique. La densité des villosités diminue entre le jéjunum et l'iléon, à mesure que l'on progresse vers le côlon. Entre les villosités des dépressions, cryptes, qui s'enfoncent dans la muqueuse

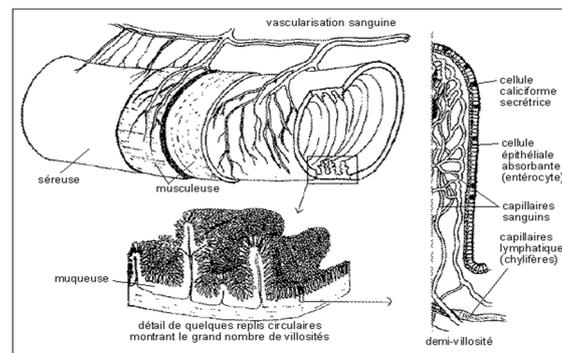


Figure 9: Détails des villosités et de microvillosités





### Complément

Tableau récapitulatif des principales enzymes pancréatiques			
Enzyme	Mode d'action	Substrat	Produits
Chymotrypsine	Endopeptidase coupe après lysine et arginine	Protéines	
Trypsine	Endopeptidase coupe après tyrosine, tryptophane et phénylalanine	Protéines	
Carboxypeptidase	Exopeptidase détache l'acide aminé C terminal	Protéines et peptides	
Amylase	Hydrolyse des liaisons a 1-4		
Phospholipase A2	Hydrolyse de la liaison ester en position 2 des glycérophospholipides		
Phospholipase A2 Ribonucléase	Hydrolyse des liaisons ester en position phosphate 5' de l'ARN (à condition que la base liée en 3' au ribose soit pyrimidique)		
Désoxyribonucléase	Hydrolyse des liaisons ester phosphate 5'		
Collagénase tissu conjonctif	Hydrolyse préférentiellement les peptides à chaîne latérale aliphatique de petite taille		
Elastase	Hydrolyse des liaisons peptides		

### 3.2.2. Le foie et le système biliaire

Le foie est l'organe métabolique le plus important de l'organisme. Il reçoit du sang de deux façons: environ 80% provient du lit capillaire intestinal, entre dans le foie avec du sang provenant de la rate par la veine porte; ce sang est pauvre en oxygène mais riche en substance qui viennent d'être absorbées par l'intestin. Les 20% qui restent, sont du sang artériel normal provenant de l'artère hépatique et donc riche en oxygène. Les hépatocytes sont des cellules qui donnent au foie ses propriétés particulières; ils ont une structure complexe car leurs surfaces sont en contact soit avec le sang, soit avec les canalicules biliaires.

Chez l'Homme, le foie synthétise environ 700ml de bile par jour. Elle est composée d'eau, de sels minéraux, de mucus et de cholestérol. Son pH est de 8. Elle contient en outre : -des sels biliaires, taurocholate et glycocholate de sodium. Ces molécules présentent une partie polaire et une partie apolaire, ce sont donc des surfactants qui émulsifient les lipides et permettent l'action de la lipase. Ils possèdent aussi une action antiseptique.

La bile contribue aussi à la neutralisation de l'acidité du chyme et par là même à l'action des enzymes intestinales et pancréatiques dont le pH optimum d'activité se situe autour de 7. Elle solubilise les acides gras et les vitamines liposolubles. Elle a un rôle important de vecteur d'excrétion de substances exogènes comme les médicaments, les toxiques, et de substances endogènes telles que les pigments et le cholestérol.



### 3.3. La digestion intestinale

Dans l'intestin grêle, le chyme acide provenant de l'estomac est mélangé aux sécrétions alcalines du pancréas, du foie et des glandes intestinales. Les enzymes de ces sécrétions sont responsables de la majeure partie du processus de digestion. L'absorption se produit également en grande partie dans l'intestin grêle.

Les mouvements de brassage de l'intestin grêle assurent le mélange du chyme provenant de l'estomac avec les diverses enzymes de l'intestin grêle. Ces mouvements de brassage consistent en mouvements péristaltiques non propulsifs, en mouvements de segmentation rythmiques et en mouvements pendulaires; ces derniers sont des contractions locales qui déplacent le contenu vers une autre partie de l'intestin. Les villosités de l'intestin se contractent et se relaxent au cours de la digestion; ces mouvements ont une double fonction; • présenter la face externe des villosités au nouveau chyme • et faire circuler la lymphe sur leur face interne.

En fin de digestion, un péristaltisme propulsif pousse le contenu dans le colon; une série de contraction balaie presque totalement le contenu de l'intestin grêle. Le transfert des aliments de l'intestin grêle vers le côlon débute environ quatre heures après l'ingestion et est terminée en dix heures approximativement. La motilité persiste après vagotomie (section du nerf vague); pour cette raison, on pense qu'il s'agit d'une propriété des réseaux nerveux locaux (principalement le plexus myentérique). Le péristaltisme propulsif est toujours dirigé vers l'anus.

#### 3.3.1. Particularité de la digestion des lipides

La digestion des lipides présente des particularités liées au caractère hydrophobe des lipides car le milieu intestinal est aqueux. Cela explique deux différences majeures avec la digestion des glucides et des protéines : 1) La digestion des produits hydrosolubles comme les protéines et les glucides ne pose pas de problème particulier dans un milieu aqueux, en revanche, leur absorption devra se faire de façon active car les anthérocytes ne laissent pas pénétrer facilement des produits hydrosolubles 2) Pour les lipides, on aura une situation inversée: la digestion intraluminal est complexe, à cause du caractère lipophile des molécules qui se trouvent dans un milieu aqueux. En revanche, l'étape d'absorption par les entérocytes se fera par simple diffusion.

#### 3.3.2. Principe de la digestion des lipides

Ce principe repose sur les actions complémentaires de la lipase pancréatique et la bile La lipase est une protéine hydrosoluble (action lipolytique, c'est la plus importante des enzymes lipolytiques du suc pancréatique (phospholipase) (herbivore) La bile: les sels biliaires est l'élément essentiel dans la bile pour la digestion des lipides. Les molécules des sels biliaires possèdent des régions polaires et non polaires (Figure 10)



Figure 10: Schéma d'une molécule d'acide biliaire

#### Rôle de la lipase et de la bile

- La lipase a une action lipolytique, la lyse des lipides, qui ne s'effectue qu'à pH alcalin (6 à 8)
- La bile solubilise les acides gras et les vitamines liposolubles, elle Contribue aussi à la neutralisation de l'acidité de chyme permettant ainsi à l'action des enzymes intestinales et pancréatiques

## Action de la lipase et de la bile

*Quel est la difficulté dans la dégradation des lipides?*

La dégradation des lipides est sous l'action des enzymes lipolytiques (Lipases). Alors que Les lipides, les Acides gras, triglycérides sont peu solubles dans l'eau, les enzymes lipolytiques (lipase) sont hydrosolubles. Les lipases et les lipides sont, donc, deux molécules miscibles (qui ne se mélangent pas), ce qui rend leur interaction difficile. En plus de ça, la présentation des lipides sous forme d'agrégats, empêche l'accès des enzymes aux molécules des lipides. La digestion des lipides est rendu plus efficace grâce au processus d'émulsification (Figure 11) transformant les agrégats lipidiques en micelles de faible diamètre (2 à 3 nm).

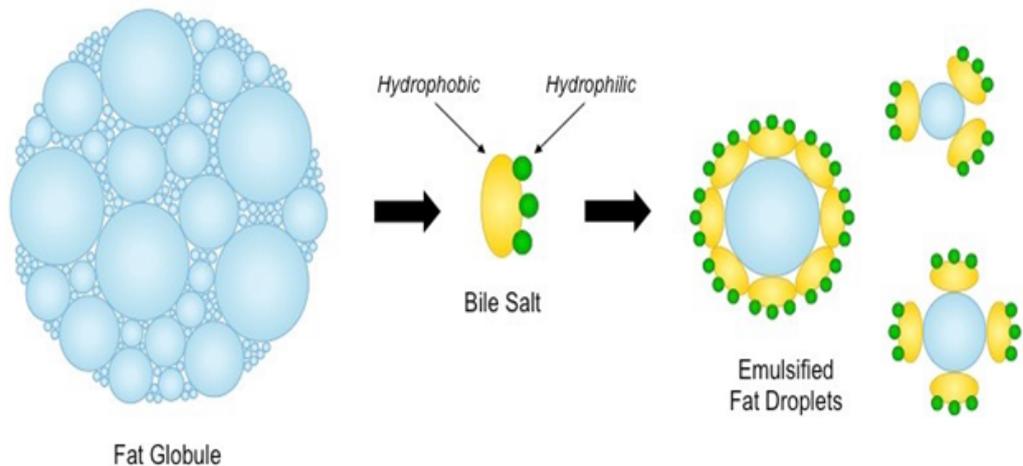


Figure 11: Schéma d'un micel dans un un milieu aqueux

La lipase Pour agir sur les lipides, il faut que celles-ci (les lipides) se présentent sous forme de microgouttelettes (dispersées) et ceci n'est possible que par une émulsification de ces lipides. L'émulsification a pour but de disperser les gouttelettes (désagrégation) par brassage mécanique que subit le bol alimentaire qui Commence dans l'estomac, complété dans l'intestin auquel s'ajoute l'action des sels biliaires.

Les sels biliaires vont Stabiliser cette émulsion produite par le brassage en maintenant la division physique des micelles par adhérence des sels biliaires aux lipides par leur région non polaire (hydrophobe). La région polaire des sels biliaires dirigée vers la phase aqueuse établissent des attractions avec l'eau et se repoussent. Cet état émulsifié des lipides permet l'action de la lipase. La lipase se fixe dans la phase liquide entourant le globule gras ce qui lui permet d'attaquer les molécules lipidiques (Figure 11)

## 4. La digestion au niveau du gros intestin



### Définition

finalement au bord anal. Sa paroi musculaire est importante et lui donne son aspect boursoufflé.

Le gros intestin ne contient pas de glandes. La partie terminale lisse constitue le rectum.

Le gros intestin est segmenté en 3 parties :

Côlon droit dont on distingue le le caecum et le côlon ascendant

Côlon transverse : oblique en haut et à gauche et étendu de l'angle colique droit à l'angle colique gauche

Côlon gauche :- côlon descendant ou côlon iliaque (Figure 13 )

A noter que c'est au bas du côlon droit, sur le caecum que se trouve l'appendice.

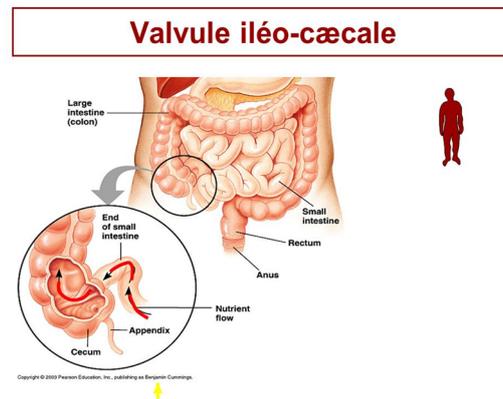


Figure 12: la soupape ileocecal

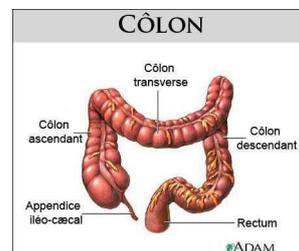


Figure 13 : Division anatomique du gros intestin

### 4.1. Structure du gros intestin

Il est composé de plusieurs couches, de l'intérieur vers l'extérieur (Figure 18):

- une muqueuse, sans valve ni valvule ;
- une sous-muqueuse très vascularisée et innervée ;
- des muscles lisses circulaires (internes) et longitudinaux (externes) ;
- une enveloppe séreuse (péritoine).

## 4.2. La digestion dans le côlon

Bien qu'il existe d'importantes différences entre les côlons de différents organismes, son rôle est principalement de stocker les déchets, de récupérer l'eau, de maintenir l'équilibre hydrique et d'absorber certaines vitamines, telles que la vitamine K.

Le côlon est en charge de la digestion des nutriments n'ayant pas été absorbés par l'intestin grêle. Il s'agit surtout de fibres alimentaires qui subissent l'action de la flore bactérienne présente dans le côlon, c'est la digestion microbienne.

L'activité du côlon a donc pour objet l'achèvement de la digestion et de l'absorption des produits de dégradation, la concentration du contenu par l'élimination d'eau et la formation de fèces. Jusqu'à un  $\frac{1}{2}$  litre du contenu de l'intestin grêle pénètre chaque jour dans le côlon où il est concentré par réabsorption des électrolytes, d'eau et des vitamines hydrosolubles. Cette réabsorption est faible comparée à celle survenant dans l'intestin grêle.

Le brassage dans le côlon se fait par un péristaltisme lent et non propulsif et par une segmentation rythmique. Un péristaltisme propulsif peut se produire 2 à 3 fois par jour. Des résidus de nourriture demeurent dans le côlon pendant au moins 12 heures et jusqu'à trois jours.

Au niveau du côlon, le pH varie entre les limites normales de 4,5 et 7,5 chez l'adulte. C'est dans le côlon que l'absorption de l'eau et des électrolytes est sous le contrôle nerveux et hormonal. Le système nerveux contrôle les sécrétions tout le long de la digestion

## 5. Résultats de la digestion

