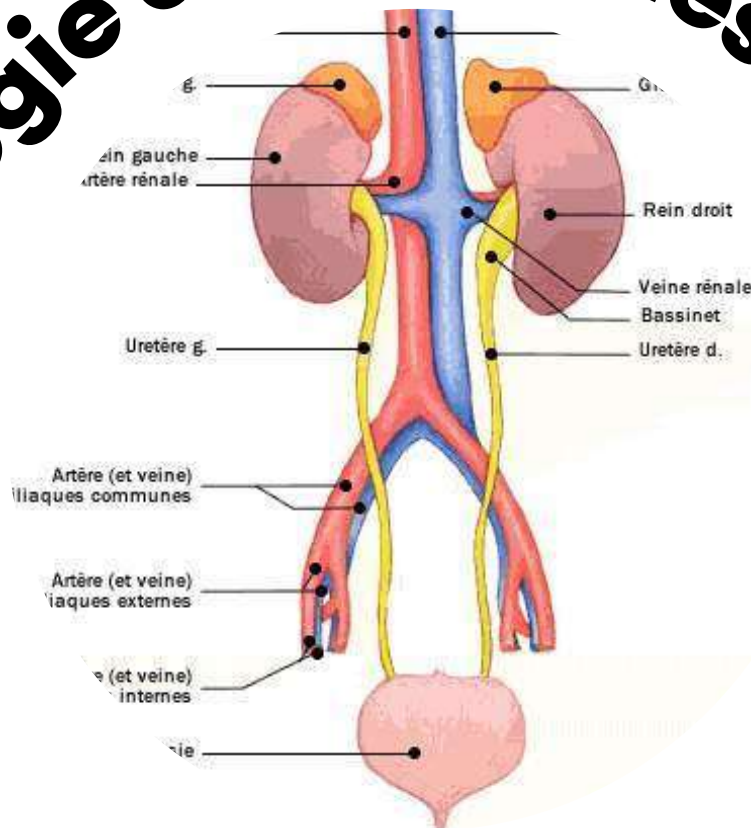


Physiologie des Grandes Fonctions



SCIENCES DE LA VIE



Shop



- Cahiers de Biologie + Lexique
- Accessoires de Biologie



Etudier



Visiter [Biologie Maroc](http://www.biologie-maroc.com) pour étudier et passer des QUIZ et QCM en ligne et Télécharger TD, TP et Examens résolus.



Emploi



- CV • Lettres de motivation • Demandes...
- Offres d'emploi
- Offres de stage & PFE

LA DIGESTION



**Département de biologie
Faculté des sciences Tétouan**

**Prof : HARTITI Sanae
Département de biologie
Filière LF/ Module : Physiologie
des grandes fonctions**

LA DIGESTION

C'est l'ensemble de phénomènes physiologiques qui assurent la transformation des aliments en nutriments.

La nourriture est nécessaire à l'organisme pour la production d'énergie, la croissance et la réparation des tissus. Chaque jour un adulte moyen consomme environ 1 kg de nourriture solide et 1-2 litres de liquide. La majorité de ce matériau est sous une forme qui ne peut pas être utilisée immédiatement par le corps pour le métabolisme cellulaire. Il devra donc être décomposé en molécules simples qui pourront être absorbées dans la circulation sanguine. C'est le tube digestif qui accomplit cette tâche. Spécifiquement, les fonctions principales du tube digestif sont les suivantes :

1. l'ingestion de la nourriture
2. le transport du bol alimentaire le long du tube digestif à un débit qui permet une digestion et une absorption optimales
3. la sécrétion de liquides, de sels et d'enzymes digestives
4. la digestion
5. l'absorption des nutriments;
6. l'évacuation des résidus que l'organisme ne peut pas assimiler (défécation).

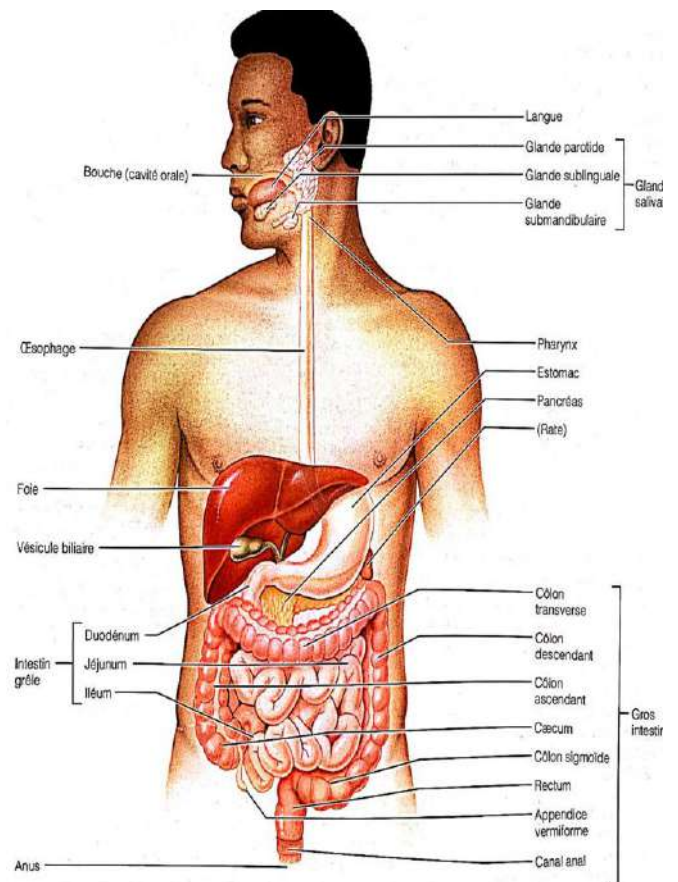


Figure 1: Tube digestif et ses organes annexes

A-STRUCTURE ET ORGANISATION DE L'APPAREIL DIGESTIF

Le tube digestif (ou canal alimentaire) est un tube allant de la bouche à l'anus. Les dents la langue, les glandes salivaires, le foie, la vésicule biliaire et le pancréas représentent les organes annexes du tube digestif

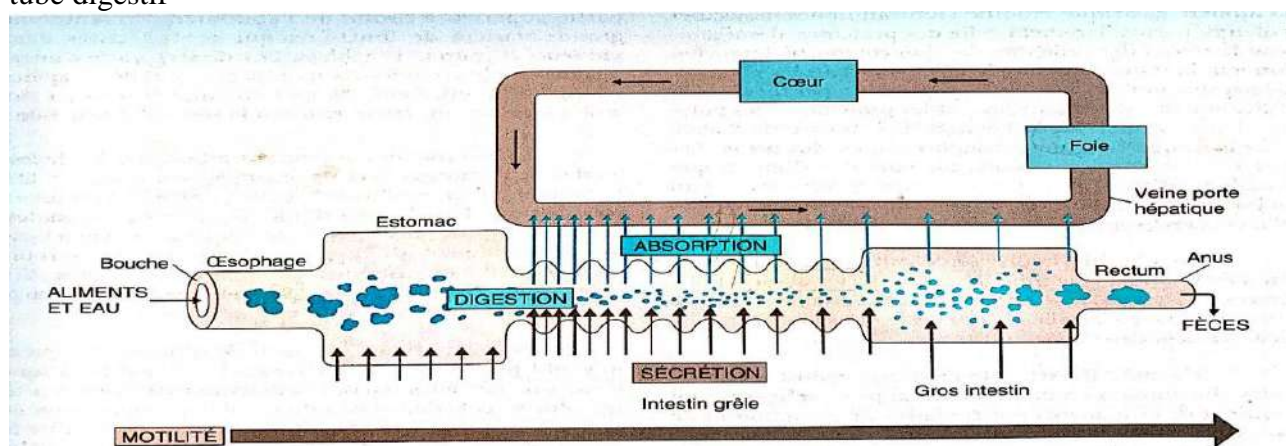


Figure 2 : Résumé de l'activité gastro-intestinale : les fonctions de l'appareil digestif peuvent être décrites par quatre processus très importants. *La digestion*: commence dans la bouche par la mastication (action mécanique) et se poursuit principalement sous l'effet de l'acide chlorhydrique, de la bile et de divers enzymes digestives, dont la plupart sont libérées par les glandes exocrines de l'appareil digestif par *sécrétion*. Les molécules résultant de la digestion quittent la lumière du tube digestif vers

le sang ou la lymphe en traversant une couche de cellules épithéliales; c'est ce qu'on appelle *l'absorption*. Les contractions des muscles lisses de la paroi du tube digestif mélangent le contenu de la lumière du tube et le poussent sur toute sa longueur, de la bouche vers l'anus; c'est ce qu'on appelle *la motilité*. **Figures 3,4 : Morphologie et Structure générale du tube digestif**

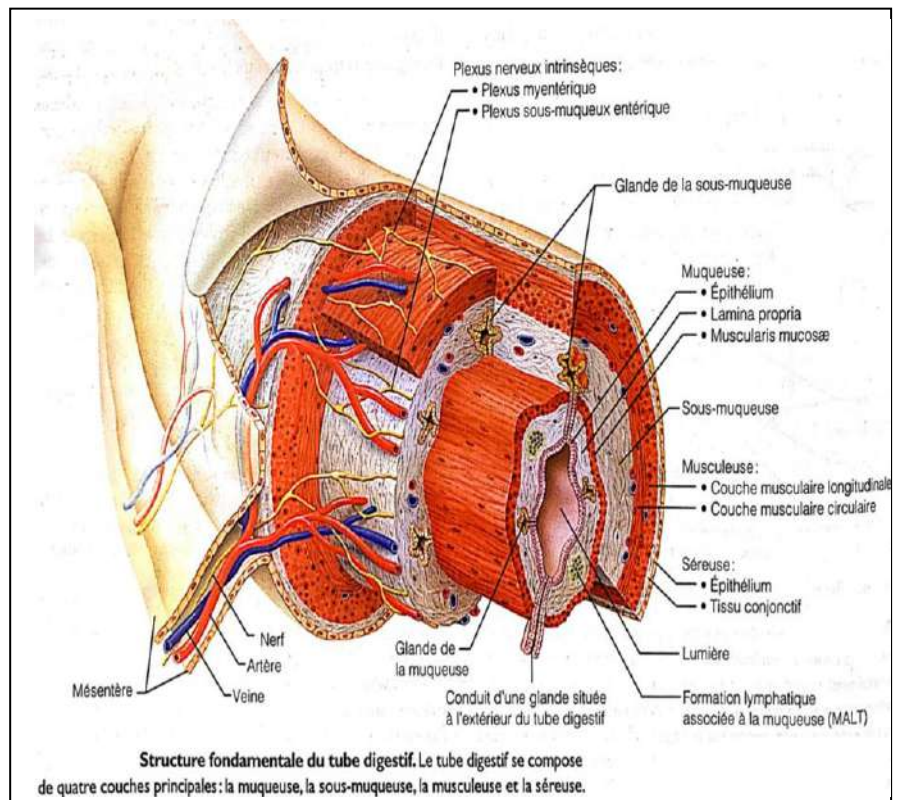
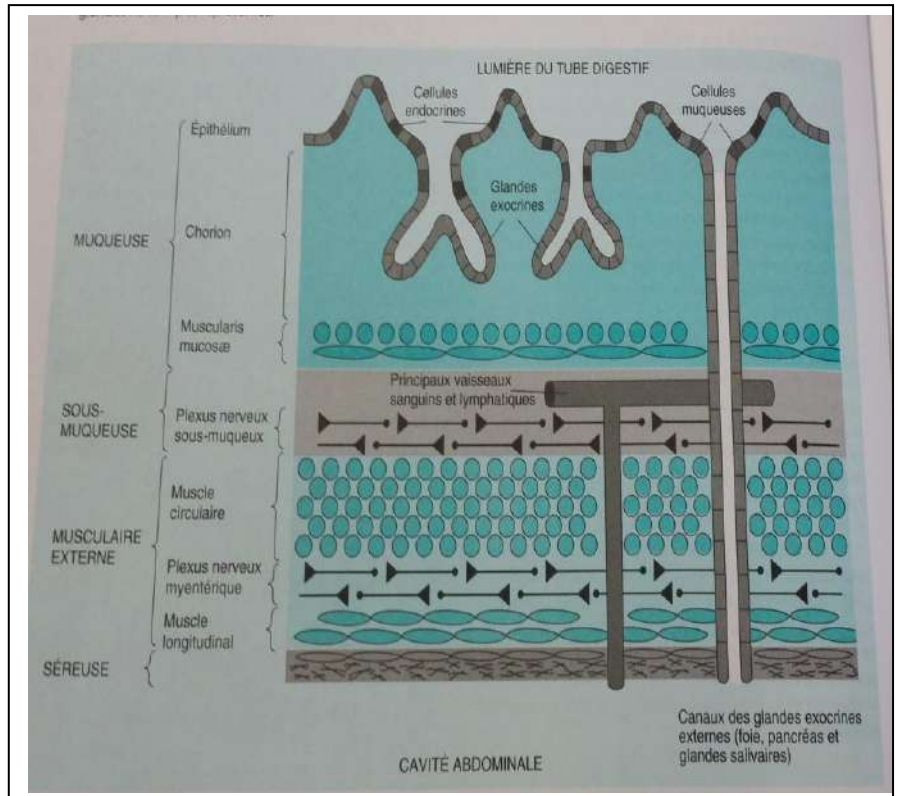
I - Morphologie et Structure générale du tube digestif

L'organisation des tissus formant les parois du tube digestif est fondamentalement la même, depuis l'œsophage jusqu'au canal anal. Les quatre couches, ou tuniques, du tube digestif de l'intérieur vers l'extérieur, **sont la muqueuse, la sous muqueuse, la musculuse et la séreuse.**

La muqueuse : est formée par un épithélium de revêtement (directement en contact avec les aliments) et le chorion ou lamina propia (tissu conjonctif). Ce dernier renferme de nombreux vaisseaux sanguins et lymphatiques en plus des fibres nerveuses; il soutient l'épithélium et le rattache à la musculuse muqueuse (couche mince de muscle lisse).

La sous- muqueuse: c'est du tissu conjonctif lâche (relie la muqueuse à la musculuse) richement vascularisé; et au niveau duquel se trouve un réseau de cellules nerveuses appelé **plexus sous muqueux (plexus de Meissner)**. **Ce plexus joue un rôle important dans la régulation des sécrétions par le tube digestif.**

La musculuse: la musculuse de la bouche, du pharynx et de l'œsophage est en partie formée de muscles squelettiques qui produisent le mouvement volontaire de la déglutition. Dans le reste du tube digestif, cette tunique est formée de muscles lisses disposés en deux couches: un anneau central de fibres circulaires et une couche externe de fibres longitudinales. Les contractions des muscles lisses sont responsables de la transformation physique des aliments, de leur mélange avec les



sécrétions digestives et de leur propulsion dans le tube digestif. La musculature renferme également les principaux nerfs du tube digestif, le plexus myentérique (plexus d'Auerbach). Ce plexus règle la motilité du tube digestif.

La séreuse : est la couche la plus externe du tube digestif ; elle est formée de tissu conjonctif et d'épithélium. Les mésentères (feuillet minces de tissu conjonctif) relient la séreuse à la paroi abdominale (voir figures 3,4)

II – CONTRÔLE DE L'ACTIVITÉ GASTRO-INTESTINALE (voir figure 5)

Deux faits importants sont à considérer: 1/ la digestion est déclenchée par un ensemble de stimulus mécaniques et chimiques. C'est dans les parois des organes du tube digestif que se trouvent les récepteurs (mécanorécepteurs, chimiorécepteurs et osmorécepteurs) assurant la régulation de la digestion. L'étirement de la paroi, l'osmolarité et le pH du contenu de la lumière constituent des stimuli très importants de ces récepteurs. Ces derniers déclenchent des réflexes qui a/ activent ou inhibent les glandes libérant des sucs digestifs dans la lumière ou des hormones dans le sang ou bien b/ stimulent les muscles lisses des parois du tube digestif pour produire des mouvements qui ont pour effet de mélanger le contenu de la lumière et de le déplacer. 2/ La digestion est régie par des mécanismes intrinsèques et extrinsèques. Les mécanismes intrinsèques résultent de l'action de plexus nerveux locaux (engendrant des réflexes courts) ou de cellules productrices d'hormones locales. Par contre, les réflexes longs qui sont déclenchés par des stimuli provenant de l'intérieur ou de l'extérieur du tube digestif font intervenir les centres du système nerveux central.

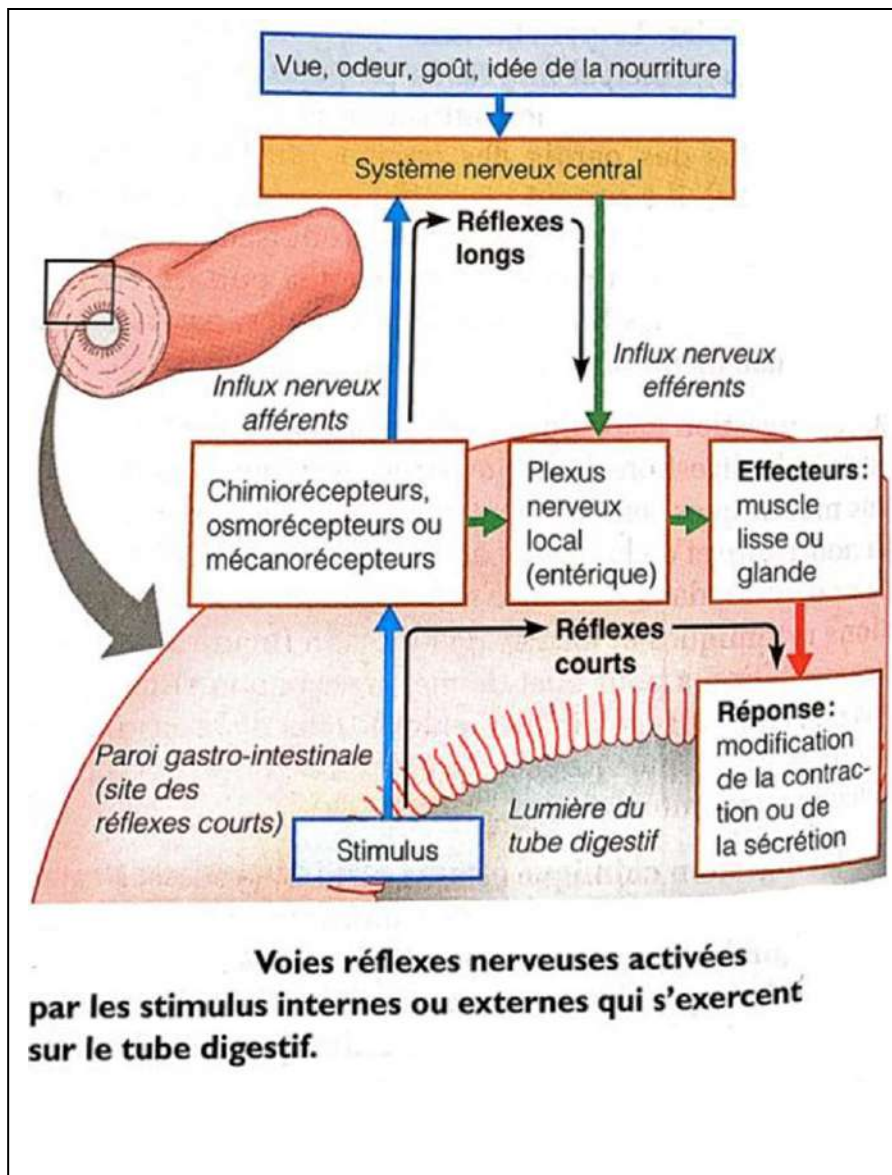


Figure 5 : Contrôle physiologique de la digestion

B-FONCTIONS DES ORGANES DIGESTIFS

I-LA BOUCHE ET L'ESOPHAGE

I-1-LA MASTICATION : Les aliments, une fois dans la bouche, sont dilacérés par la mastication, assurée par les dents, en petits morceaux qui peuvent être facilement avalés.

Les dents sont classées selon leur forme et leur fonction en : a/ dents incisives, en forme de ciseaux, servent à couper les morceaux de nourriture, b/ dents canines, coniques (semblables à des crocs) servent à déchirer, c/ dents prémolaires et d/ dents molaires bien adaptées pour broyer et écraser, avec des forces énormes, les aliments. Cette variété de dents (voir figure 6) témoigne du régime alimentaire extrêmement varié de l'homme (espèce omnivore).

I-2-LA SALIVATION: La salive est sécrétée par un grand nombre de glandes (mineures ou intrinsèques) qui tapissent la cavité orale, mais la plus grande sécrétion de la salive est produite par les glandes salivaires (majeures ou extrinsèques): les parotides, les sous-maxillaires et les sublinguales (voir figure 6). Il y'a une sécrétion continue de la salive par les glandes salivaires mineures, en quantité juste suffisante pour maintenir l'humidité de la bouche. Mais l'arrivée des aliments dans la bouche active les glandes salivaires majeures, qui y déversent alors d'abondantes quantités de salive. La production moyenne est de 1000 à 1500 ml/jour.

La salivation est essentiellement régie par la division parasympathique du système nerveux autonome. Les chimiorécepteurs et les barorécepteurs de la bouche envoient des signaux aux noyaux salivaires (voir figure 7 b). La salive contient principalement de l'eau (97 à 99.5%), des électrolytes (Na^+ , K^+ , Cr , PO_4^- et HCO_3^-) des substances organiques (l'amylase salivaire, la mucine, le lysozyme les défensines et les Ig A). A partir de cette composition on peut déduire les fonctions de la salive: elle nettoie et humidifie la cavité buccale, elle dissout les substances chimiques pour permettre leur

perception par le goût; elle amorce la digestion des hydrates de carbone par l'amylase salivaire et même la digestion des lipides par la lipase salivaire (action très limitée) ; la salive offre également une protection contre les microorganismes et inhibe la croissance bactérienne. La présence des ions fluorures offre une protection à l'émail dentaire contre les caries.

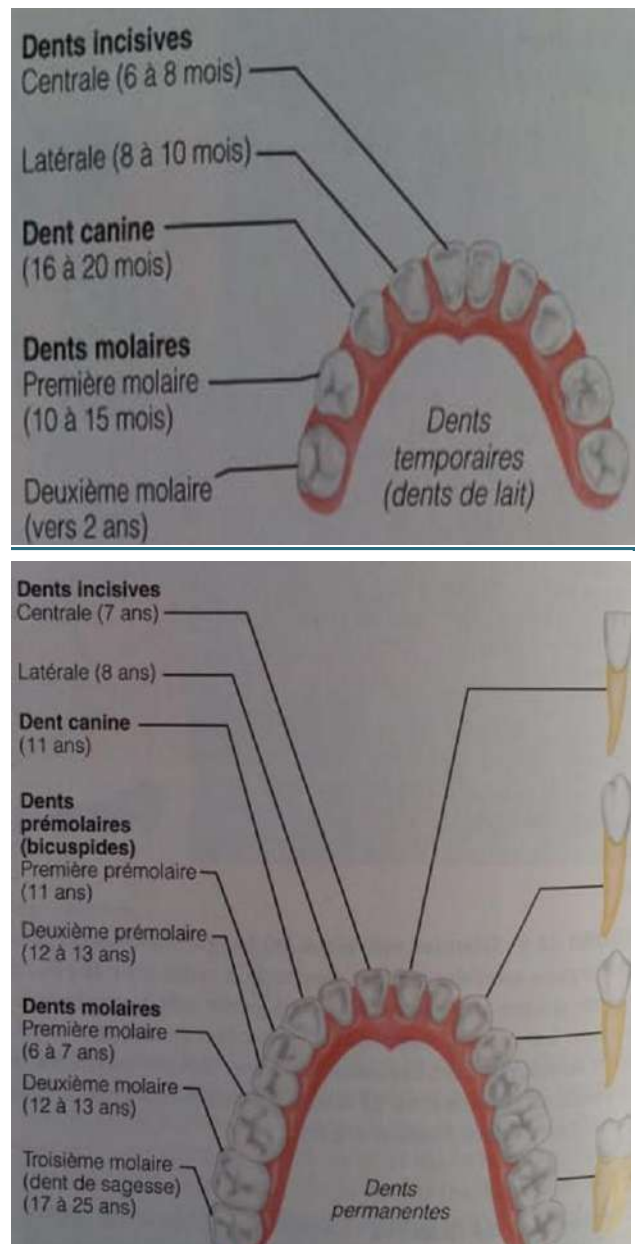


Figure 6 : Dents temporaires et permanentes de la mâchoire inférieure chez l'humain.

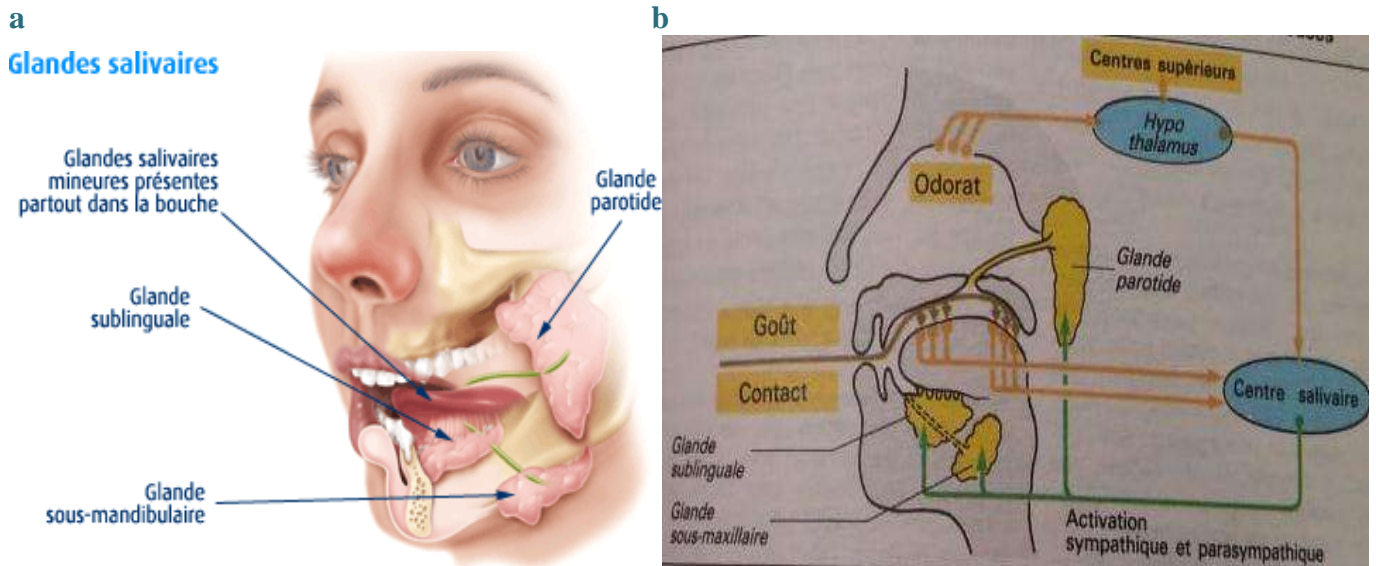


Figure 7 : a/ Glandes Salivaires, b/ déclenchement de la sécrétion salivaire.

Contrairement à leur action antagoniste sur la plupart des organes, les neurones sympathiques et parasympathiques stimulent la sécrétion salivaire. Les neurones parasympathiques ont l'effet le plus grand. Les stimuli sont notamment l'odeur, le goût des aliments, le contact avec la muqueuse buccale et la mastication, en plus de l'idée de la nourriture. Par contre le sommeil et la déshydratation inhibe la sécrétion salivaire (voir figure 7. b).

I-3-LA DEGLUTITION: C'est un processus complexe résultant de l'activité coordonnée de plus de 22 groupes musculaires différents. Les barorécepteurs (dans la paroi du pharynx), une fois stimulés par l'arrivée des aliments envoient les influx afférents au centre de la déglutition (situé dans le bulbe rachidien). Ce centre déclenche ensuite la déglutition. Elle se produit en deux étapes: pharyngée et œsophagienne. La déglutition est déclenchée de façon volontaire: Le bol est comprimé par la langue contre le palais. L'étape suivante de la déglutition s'effectue par voie réflexe (une fois la déglutition commence, il n'est pas possible de l'arrêter). Dans un premier temps (a) le palais se soulève et s'applique contre la paroi postérieure du pharynx, empêchant le reflux des aliments dans la cavité nasale (b) le centre de la déglutition ferme la glotte, inhibe la respiration, empêchant les aliments d'atteindre la trachée. (c) Après passage du bol alimentaire dans le pharynx, ce bol repousse l'épiglotte (languette de tissu) qui vient recouvrir la glotte fermée. Après passage du bol vers l'œsophage (d), la glotte s'ouvre et la respiration reprend (voir figure 8 a). Le temps œsophagien commence.

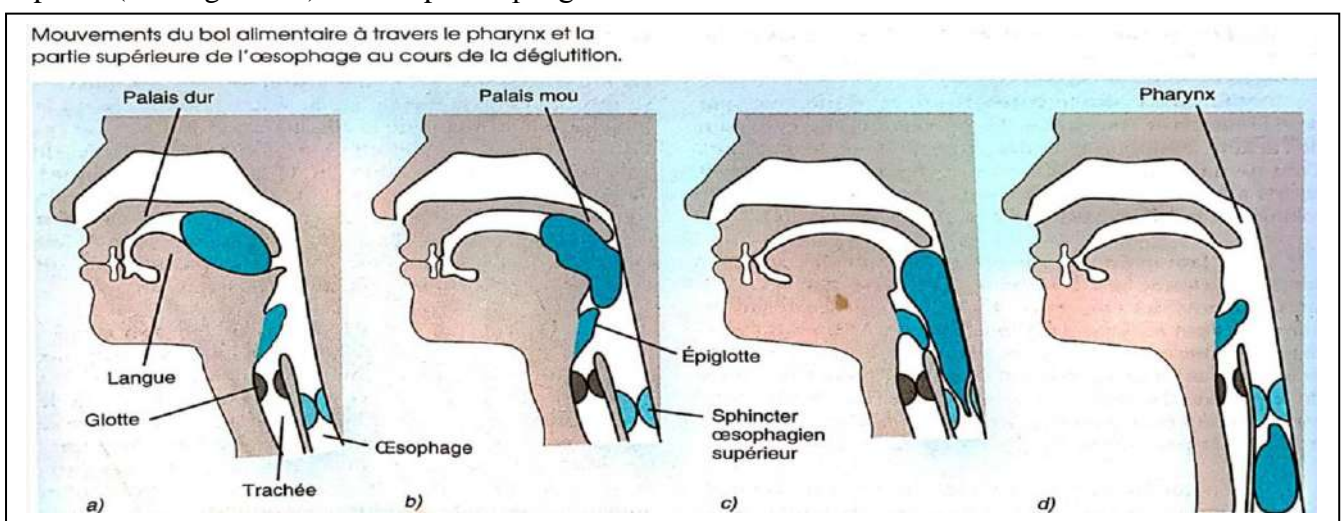


Figure 8 a/ Etape pharyngée de la déglutition

Figure 8 b/Etape œsophagienne de la déglutition.

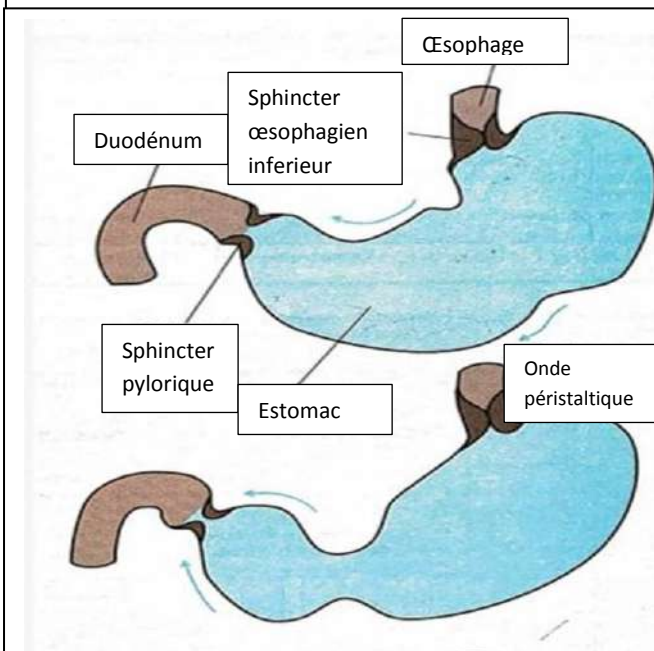
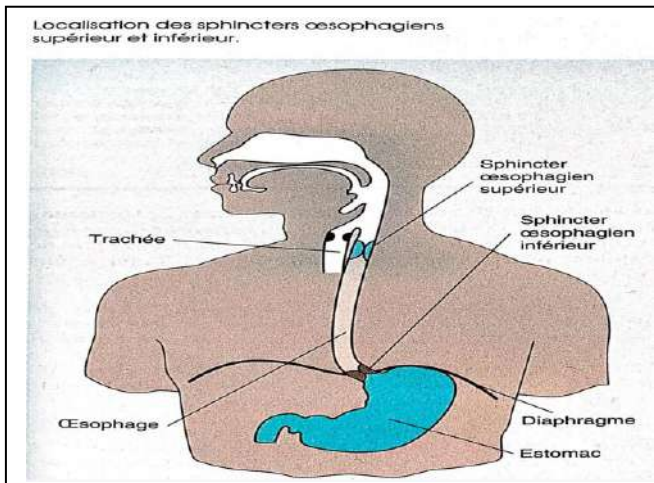
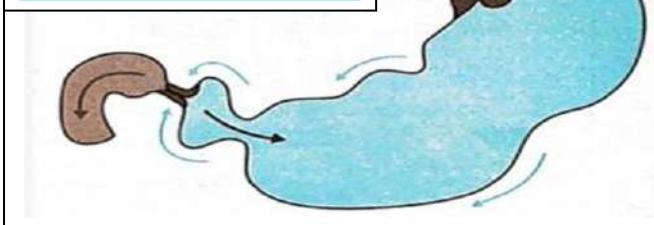


Figure 9 : Motilité stomacale



L'œsophage : est le tube qui transporte les aliments du pharynx vers l'estomac. Un muscle squelettique l'entoure dans le tiers supérieur et un muscle lisse dans les deux tiers inférieurs. Normalement, l'extrémité supérieure de l'œsophage est maintenue fermée jusqu'au début de la déglutition. Par la suite, et immédiatement après passage du bol alimentaire, le sphincter se ferme, la glotte s'ouvre et la respiration reprend. Le bol est envoyé vers l'estomac par une onde progressive de contractions musculaires: **onde péristaltique**. C'est le **péristaltisme primaire**. Le déplacement du bol est facilité par les sécrétions muqueuses. Le sphincter œsophagien inférieur s'ouvre permettant la pénétration du bol dans l'estomac. Après, il se ferme pour maintenir la barrière entre l'œsophage et l'estomac. Si un gros bol alimentaire n'atteint pas l'estomac au cours de l'onde péristaltique initiale, la distension de l'œsophage par le bol active des récepteurs qui engendrent des ondes répétées de contraction : **péristaltisme secondaire**.

II - L'ESTOMAC: Ses principales régions sont le cardia, le fundus, le corps de l'estomac et la partie pylorique. Lorsqu'il est vide, sa face interne forme les plis gastriques. En plus de son rôle dans la digestion, l'estomac joue un rôle très important, c'est le stockage temporaire des aliments, ce qui permet d'en avaler plus rapidement qu'il ne peut en passer dans l'intestin grêle. Les aliments sont stockés temporairement au niveau du fundus (région en forme de dôme au-dessus du cardia). C'est au niveau du corps de l'estomac qu'a lieu la décomposition des aliments. Ces derniers sont mélangés aux sucs gastriques et libérés en petites quantités dans le duodénum. De point de vue fonctionnel, l'estomac peut être divisé en deux parties: a/ La partie supérieure, capable de contenir des quantités considérables d'aliments sans augmentation de pression grâce à **la plasticité et l'extensibilité** du muscle lisse. b/ la partie inférieure et grâce aux

contractions rythmiques du muscle lisse gastrique, hache et mélange les aliments aux sécrétions gastriques pour former le chyme (mélange semi-liquide) (voir figures 9,10 et 11).

II - 1 - LA MOTILITÉ GASTRIQUE: Des cellules situées dans la couche du muscle lisse longitudinal (cellules entraîneurs), subissent des cycles spontanés de dépolarisation-repolarisation auxquels on donne le nom de **rythme électrique fondamentale** de l'estomac (trois ondes par minute). Ce rythme détermine la fréquence des contractions qui reste essentiellement constante; cependant, un input nerveux et hormonal sur le muscle lisse de l'antrum détermine la force des contractions et par le fait même, la quantité du contenu gastrique déversée dans le duodénum à chaque contraction (voir figures 9 et 10).

Des ondes péristaltiques parcourant l'estomac poussent une petite quantité du contenu de la lumière dans le duodénum. Quand une forte onde péristaltique parvient à l'antra, la pression du contenu de l'antra s'élève et le sphincter pylorique se ferme (sous l'effet de la contraction de l'antra). Par conséquent, la majeure partie du contenu de l'antra refoule vers le corps de l'estomac, ce qui permet deux événements extrêmement importants : a/ le brassage des différents composants du contenu stomacal (chyme partiellement digéré et sécrétions stomacales), b/seule une petite quantité du contenu gastrique passe vers le duodénum (voir figure 10).

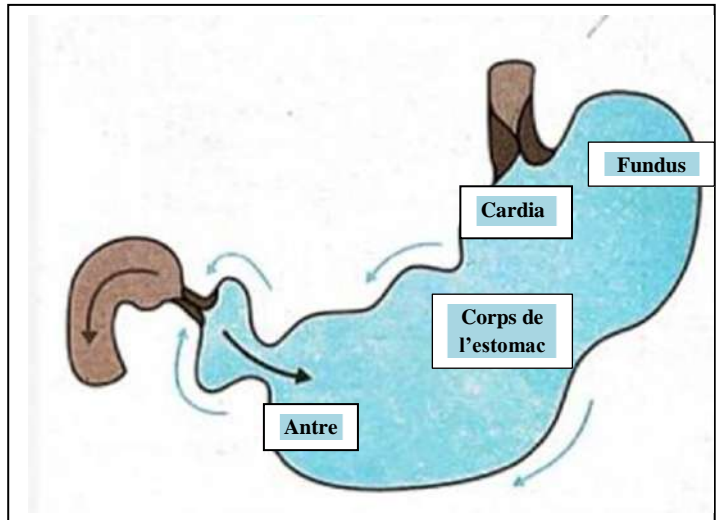


Figure 10 : Péristaltisme gastrique

1-2- LES SECRETIONS GASTRIQUES:

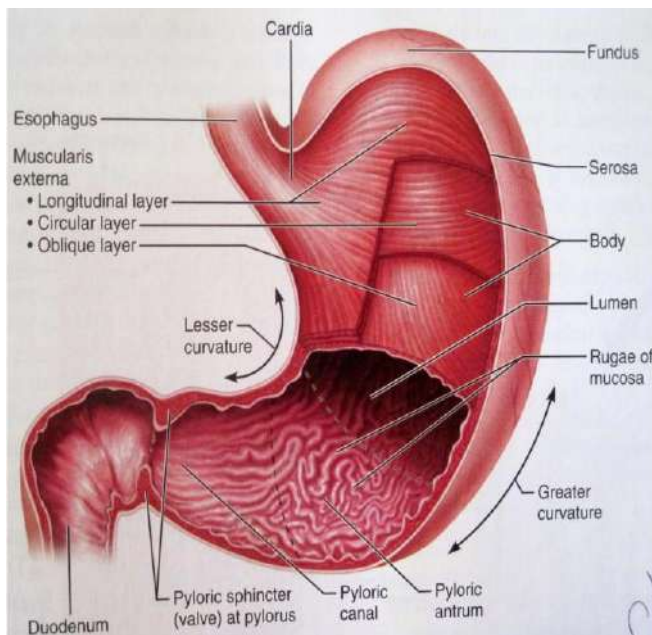
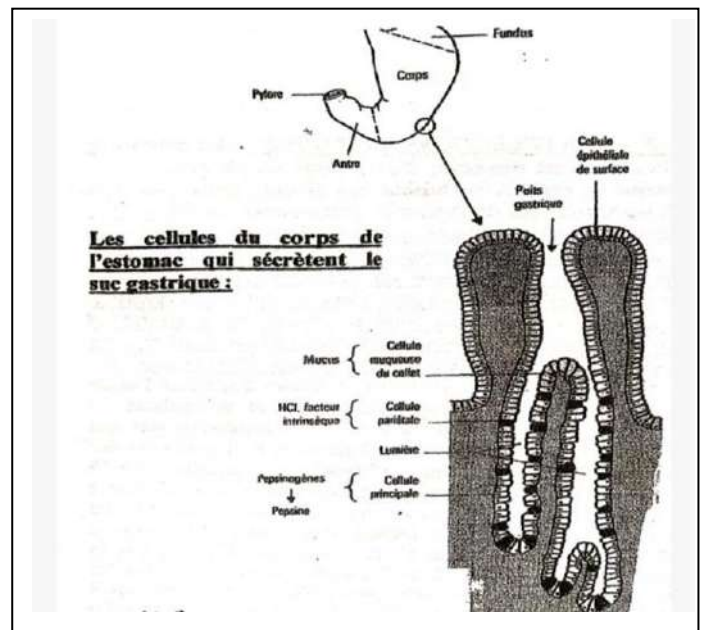


Figure 11 : les différentes cellules sécrétrices de l'estomac.



La muqueuse de l'estomac est composée d'épithélium simple prismatique parsemé de cryptes conduisant aux glandes gastriques. Les cellules sécrétrices de l'estomac comprennent **a/ Les cellules principales, qui produisent le pepsinogène (activé en pepsine en milieu acide) ; b/ les cellules pariétales qui sécrètent l'acide Chlorhydrique et le facteur intrinsèque (qui se combine à la vitamine B₁₂ et favorise son absorption au niveau de l'iléum) ; c/ les cellules à mucus du collet, qui produisent du mucus et d/ les endocrinocytes gastro-intestinaux, qui sécrètent diverses hormones.** Par exemple **les cellules G sécrètent la gastrine** : hormone qui stimule les cellules pariétales à sécréter l'acide chlorhydrique (voir figures 11, 12).

On trouve aussi les histaminocytes qui sécrètent l'histamine. Certains bloqueurs ou inhibiteurs des récepteurs histaminiques, inhibent la sécrétion d'HCl provoquée par la gastrine et réduisent celle provoquée par le vague; ce qui laisse penser que la gastrine agit sur les cellules pariétales via l'histamine, Une forte acidité inhibe la libération de la gastrine. Cette acidité est diminuée par la présence des protéines dans l'estomac (grâce à la liaison des ions H^+ aux chaînes latérales des protéines).

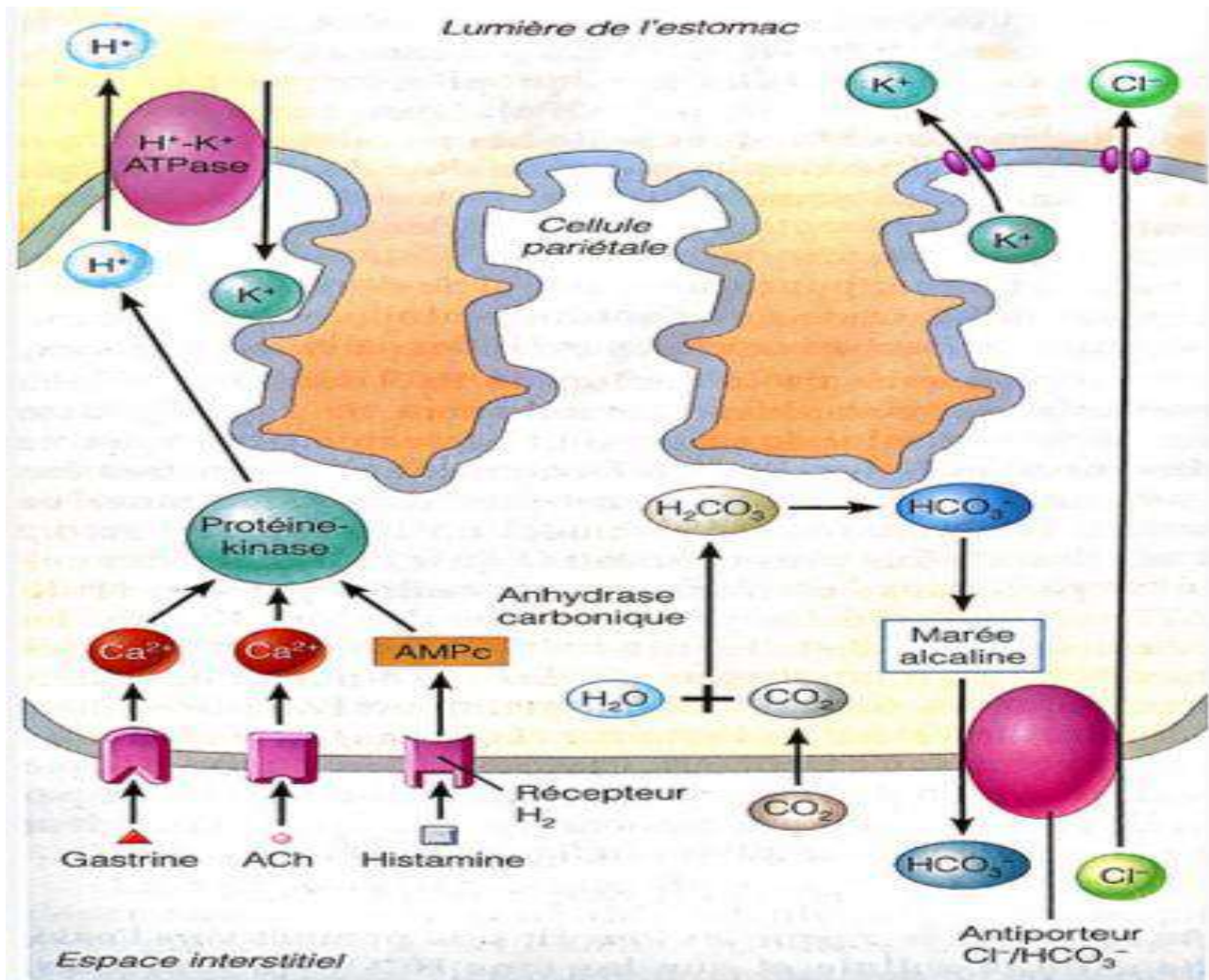


Figure 12 : Mécanismes contrôlant la sécrétion d'HCl dans l'estomac.

La liaison de l'histamine, de la gastrine et de l'acétylcholine (ACh) aux récepteurs membranaires de la cellule pariétale déclenche une série de mécanismes intracellulaires (par l'intermédiaire de systèmes de seconds messagers) qui aboutissent à la sécrétion de HCl dans la lumière de l'estomac. Des ions H^+ et HCO_3^- (bicarbonate) sont produits par la dissociation de l'acide carbonique (H_2CO_3). Au fur et à mesure que la H^+-K^+ ATPase pompe les ions H^+ vers la lumière, des ions K^+ entrent dans la cellule. Le pompage des ions HCO_3^- se fait vers l'espace interstitiel en échange d'ions chlorure (Cl^-). Les ions K^+ et Cl^- diffusent ensuite vers la lumière à travers des canaux membranaires.

C'est pourquoi on dit que les protéines déclenchent leur propre digestion. La barrière muqueuse, créée par les cellules muqueuses, protège l'estomac de l'auto digestion et des effets du HC; en effet, les cellules muqueuses sont reliées entre elles par des jonctions serrées, elles sécrètent un mucus épais et sont rapidement remplacées (voir figure 13).

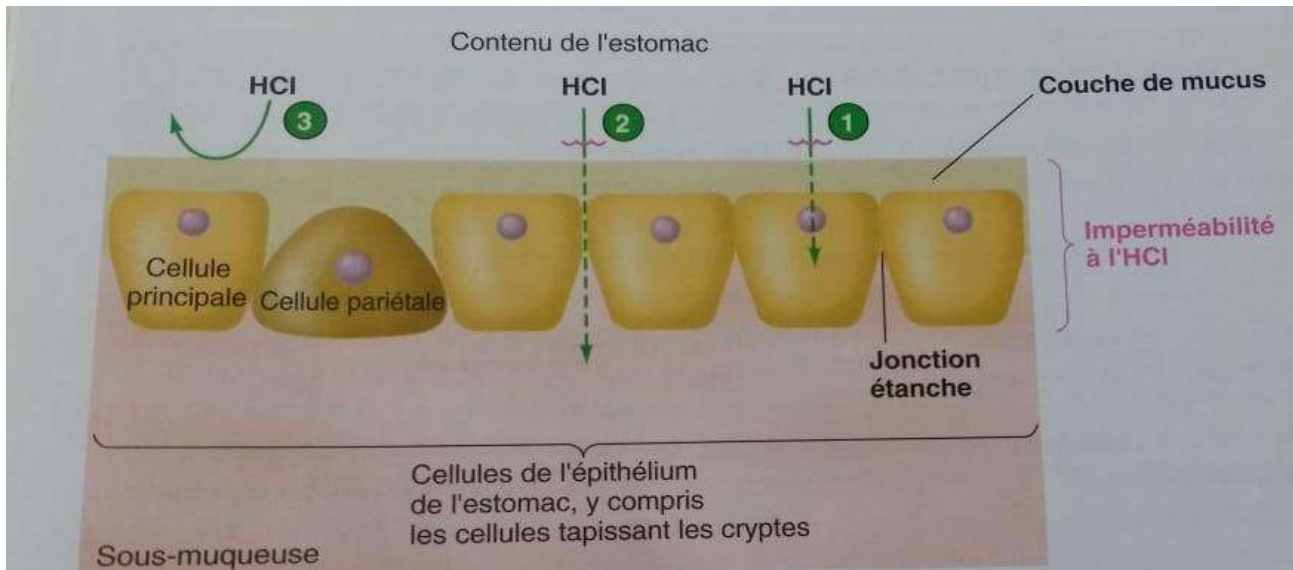


Figure 13 : L'imperméabilité de la muqueuse gastrique à l'HCl contenu dans l'estomac grâce à : (1) La membrane luminale des cellules gastriques est imperméable aux ions H^+ , (2) Ces cellules sont reliées par des jonctions serrées qui ne laissent pas passer l'HCl entre elles, (3) la couche de mucus couvrant la muqueuse est une protection supplémentaire.

REGULATION DE LA SECRETION GASTRIQUE La sécrétion gastrique est régie par des mécanismes nerveux et hormonaux, Elle présente trois phases principales 1/ phase céphalique, 2/ phase gastrique et 3/ phase intestinale (voir figure 14).

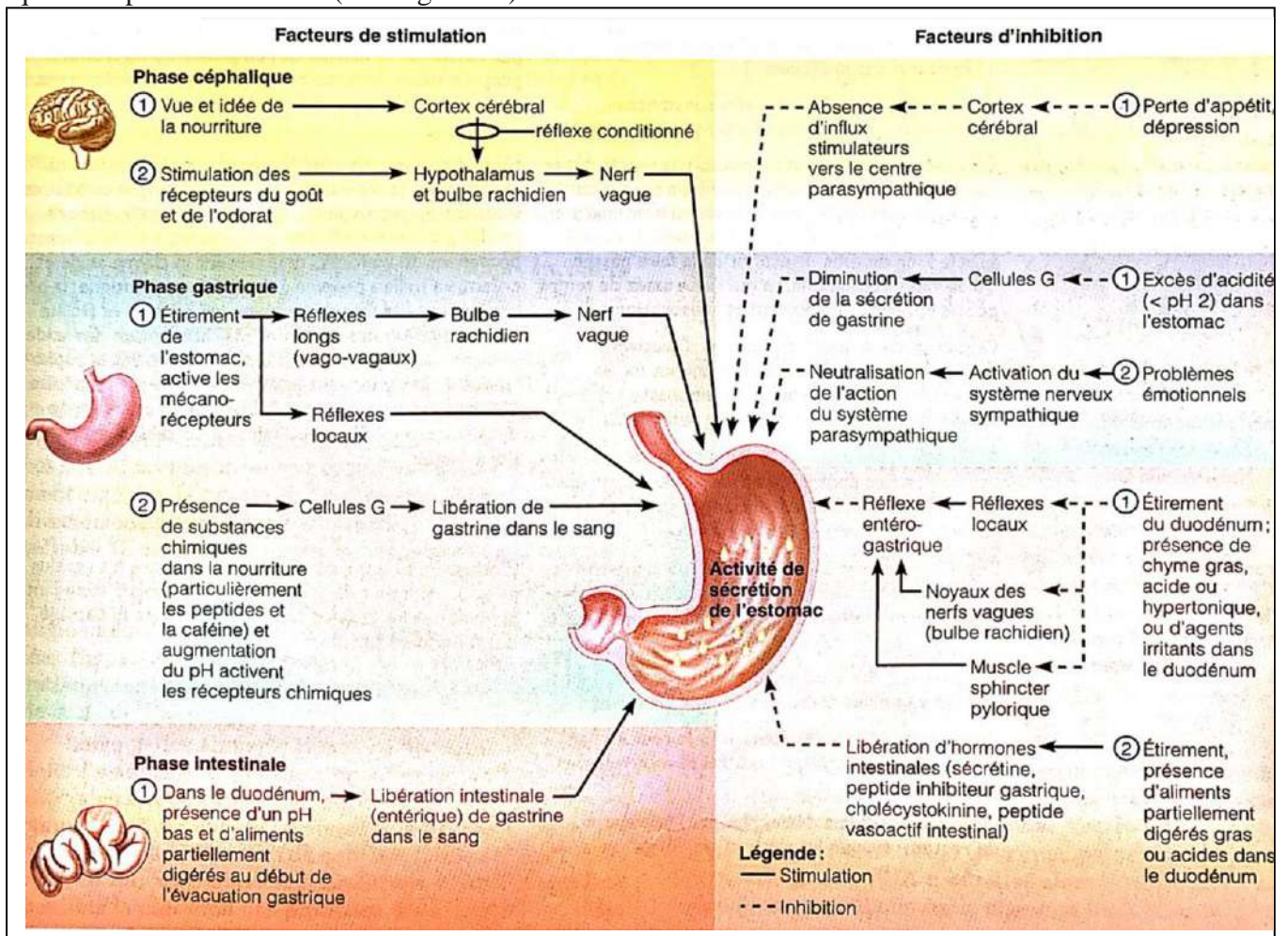


Figure 14 : Mécanismes nerveux et hormonaux réglant la libération de suc gastrique. Les facteurs de stimulation figurent à gauche et les facteurs d'inhibition à droite.

Vue d'ensemble des fonctions des organes gastro-intestinaux

Organe	Fonctions principales*	Commentaires/autres fonctions
Bouche et organes annexes associés	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ingestion: la nourriture est volontairement introduite dans la cavité orale ■ Propulsion: l'étape de déglutition volontaire (orale) est amorcée par la langue; pousse la nourriture vers le pharynx ■ Digestion mécanique: la mastication est effectuée par les dents et le mélange, par la langue ■ Digestion chimique: la dégradation chimique de l'amidon est amorcée par l'amylase salivaire présente dans la salive, qui est sécrétée par les glandes salivaires 	La bouche sert de réceptacle; la plupart des fonctions sont assurées par les organes annexes associés; le mucus de la salive contribue à dissoudre les aliments pour que leur goût puisse être perçu, et il les humidifie pour que la langue puisse former un bol alimentaire qui peut être avalé; la cavité orale et les dents sont nettoyées et lubrifiées par la salive
Pharynx et œsophage	<ul style="list-style-type: none"> ■ Propulsion: les ondes péristaltiques poussent le bol alimentaire vers l'estomac, ce qui constitue l'étape involontaire de la déglutition (pharyngo-œsophagienne) 	Principalement des passages pour la nourriture; lubrifiés par le mucus
Estomac	<ul style="list-style-type: none"> ■ Digestion mécanique et propulsion: les ondes péristaltiques mélangent la nourriture au suc gastrique et la poussent vers le duodénum ■ Digestion chimique: la pepsine commence la digestion des protéines ■ Absorption: absorbe certaines substances liposolubles (AAS, alcool, certains médicaments) 	Sert également à emmagasiner la nourriture jusqu'à ce qu'elle puisse passer dans le duodénum; l'acide chlorhydrique qu'il produit est un agent bactériostatique qui active les enzymes protéolytiques; le mucus sécrété par l'estomac le lubrifie et l'empêche de digérer ses propres tissus; le facteur intrinsèque qu'il élabore est essentiel à l'absorption intestinale de la vitamine B ₁₂
Intestin grêle et organes annexes associés (foie, vésicule biliaire, pancréas)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Digestion mécanique et propulsion: la segmentation par le muscle lisse de l'intestin grêle a pour effet de mélanger continuellement le contenu intestinal avec les sucs digestifs, de déplacer lentement la nourriture le long du tube digestif et de la faire passer par la valve iléo-cæcale, ce qui laisse assez de temps pour permettre la digestion et l'absorption ■ Digestion chimique: les enzymes digestives provenant du pancréas et les enzymes fixées aux membranes de la bordure en brosse achèvent la digestion de tous les types de nutriments ■ Absorption: produits de la dégradation des glucides, des lipides, des protéines, et des acides nucléiques; les vitamines, l'eau et les électrolytes sont absorbés par des mécanismes actifs et passifs 	L'intestin grêle présente de nombreuses adaptations qui facilitent la digestion et l'absorption (plis circulaires, villosités et microvillosités); le mucus alcalin élaboré par les glandes intestinales et le suc riche en bicarbonate provenant du pancréas neutralisent le chyme acide et créent un milieu propice à l'activité enzymatique; la bile produite par le foie émulsionne les graisses et facilite (1) la digestion des lipides et (2) l'absorption des acides gras, des monoglycérides, du cholestérol, des phospholipides et des vitamines liposolubles; la vésicule biliaire emmagasine et concentre la bile; la bile est relâchée dans l'intestin grêle sous l'effet de certains signaux hormonaux
Gros intestin	<ul style="list-style-type: none"> ■ Digestion chimique: certains résidus alimentaires sont digérés par des bactéries intestinales (qui élaborent aussi la vitamine K et certaines vitamines B) ■ Absorption: absorbe la plus grande partie de l'eau résiduelle et des électrolytes (surtout NaCl) ainsi que les vitamines élaborées par les bactéries ■ Propulsion: pousse les fèces vers le rectum par péristaltisme, pétrissage haustral et mouvements de masse ■ Défécation: réflexe déclenché par l'étirement du rectum; évacue les déchets de l'organisme 	Emmagasine temporairement et concentre les résidus jusqu'au moment de la défécation; un mucus abondant produit par les cellules caliciformes facilite le passage des fèces dans le côlon

III - L'INTESTIN GRÊLE

S'étend du sphincter pylorique à la valvule iléo-caecale. Ses trois segments sont ***le duodénum, le jéjunum et l'iléon***. C'est dans l'intestin grêle (principal organe de la digestion) que les nutriments sont finalement préparés et absorbés pour leur transport vers les cellules de l'organisme. Cette fonction vitale ne peut toutefois s'accomplir sans ***les sécrétions du foie et du pancréas***. L'intestin grêle est parfaitement adapté à sa fonction d'absorption des nutriments. Sa surface est énormément augmentée (environ 200 m²) par trois caractéristiques: ***1/ les plis circulaires***: ce sont des replis profonds et permanents de la muqueuse et de la sous-muqueuse. ***2/ les villosités intestinales***: ce sont des saillies digitiformes d'une hauteur de plus de 1mm. ***3/ En plus, les cellules épithéliales (qui forment ces villosités) présentent des microvillosités*** (saillies de la membrane plasmique), (voir figure: Modifications structurales de l'intestin grêle qui accroissent sa surface pour la digestion et l'absorption). Les microvillosités (au nombre de 2000 à 3000 par cellule) sont de minuscules saillies formées par la membrane plasmique des cellules absorbantes de la muqueuse. Elles donnent à la surface de la muqueuse une apparence duveteuse, d'où l'appellation de bordure en brosse (voir figure 15).

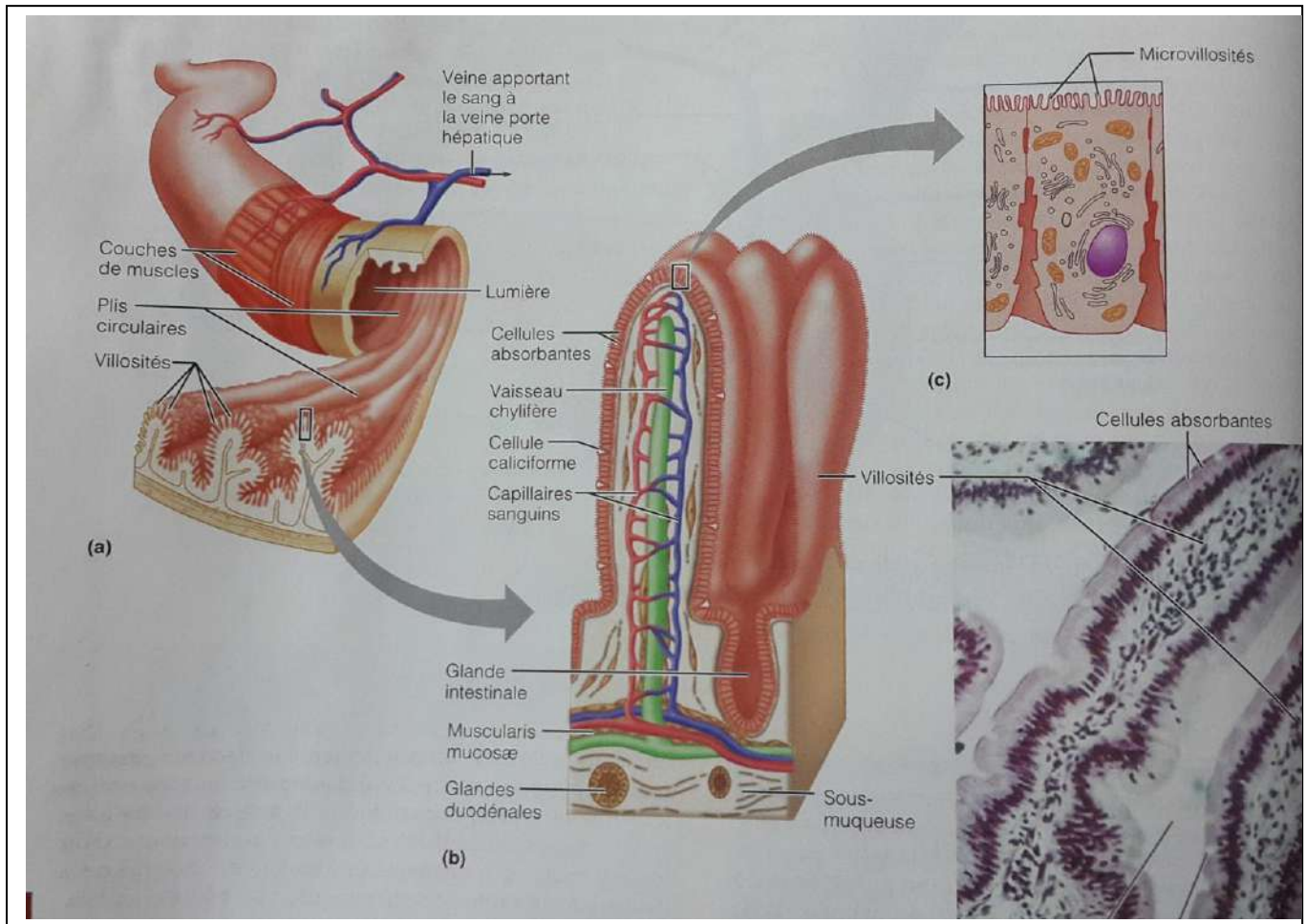


Figure 15 : Modifications structurales de l'intestin grêle qui accroissent sa surface pour la digestion et l'absorption. a/ Agrandissement de quelques plis circulaires montrant les villosités en forme de doigts qui leur sont associés, b/ structure d'une villosité, c/ deux cellules absorbantes qui présentent des microvillosités sur leur face apicale d/ photomicrographie de la muqueuse montrant les villosités (X80).

III – 1 - MOTILITE DE L'INTESTIN GRELE

A l'inverse des ondes péristaltiques qui balayent l'estomac, le mouvement caractéristique de l'intestin grêle est la segmentation: alternance de contractions et de relaxations rythmiques qui produisent une division et une subdivision continues du contenu intestinal, brassant le chyme et le mettant en contact avec la paroi intestinale (voir figure 16). Ces mouvements de segmentation sont déclenchés par l'activité électrique engendrée par des cellules entraîneurs situées dans la couche de muscle longitudinal. Le rythme diminue vers les parties distales de l'intestin (12 contractions /minute au niveau duodénal et 9 contractions/ minute dans l'iléon) (voir figure 16). Après l'absorption de la majeure partie d'un repas, les contractions de segmentation s'interrompent et sont remplacées par une activité péristaltique appelée complexe de motilité de migration.

La motilité intestinale peut être modifiée par certains réflexes: **réflexe gastro-iléal, réflexe iléo-gastrique et réflexe intestino-intestinal.**

Mouvements de segmentation de l'intestin grêle au cours desquels des segments de l'intestin se contractent et se relâchent de façon rythmique sans qu'il y ait péristaltisme. C'est le type de mouvements qui survient au cours d'un repas et qui permet le brassage du contenu de la lumière intestinale.

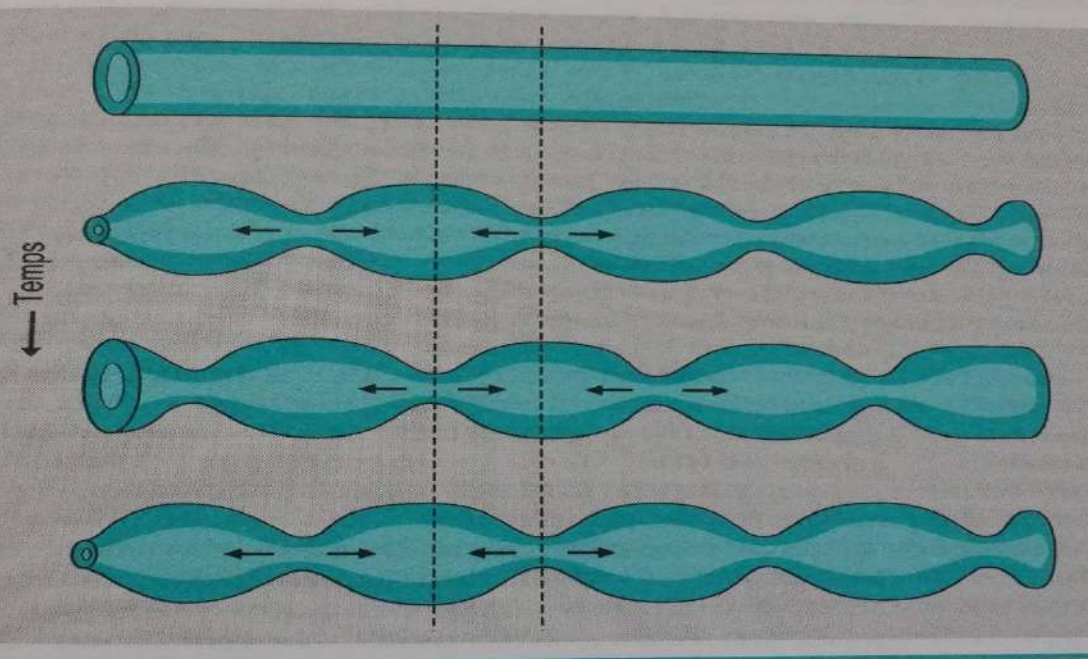


Figure 16 : Mouvements de segmentation de l'intestin grêle.

I-2-LES SÉCRÉTIONS DE L'INTESTIN GRELE

Les Sécrétions Intestinales

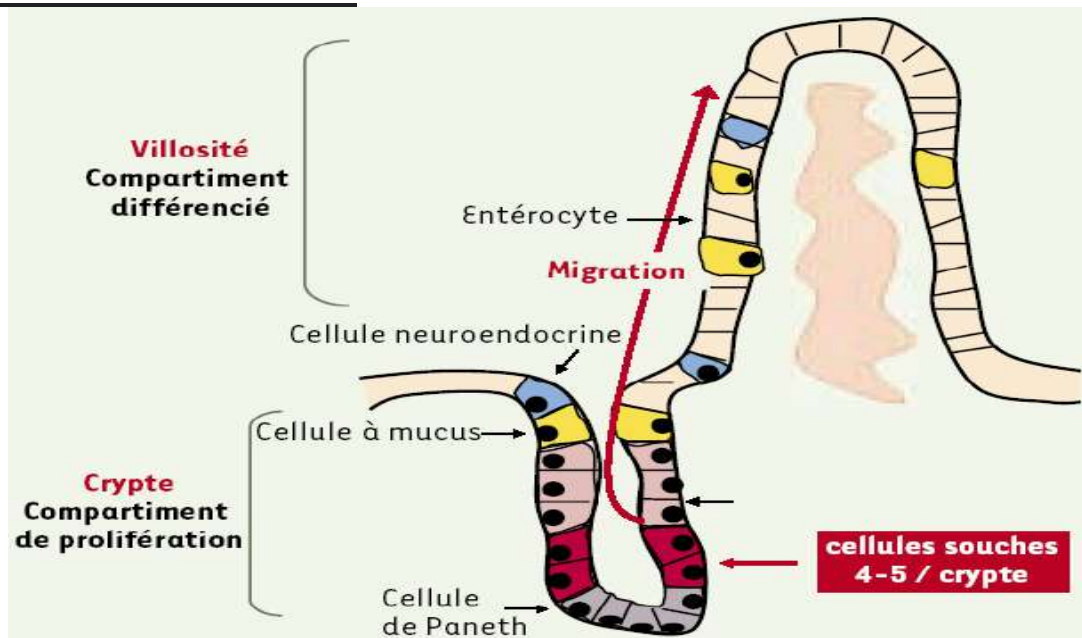


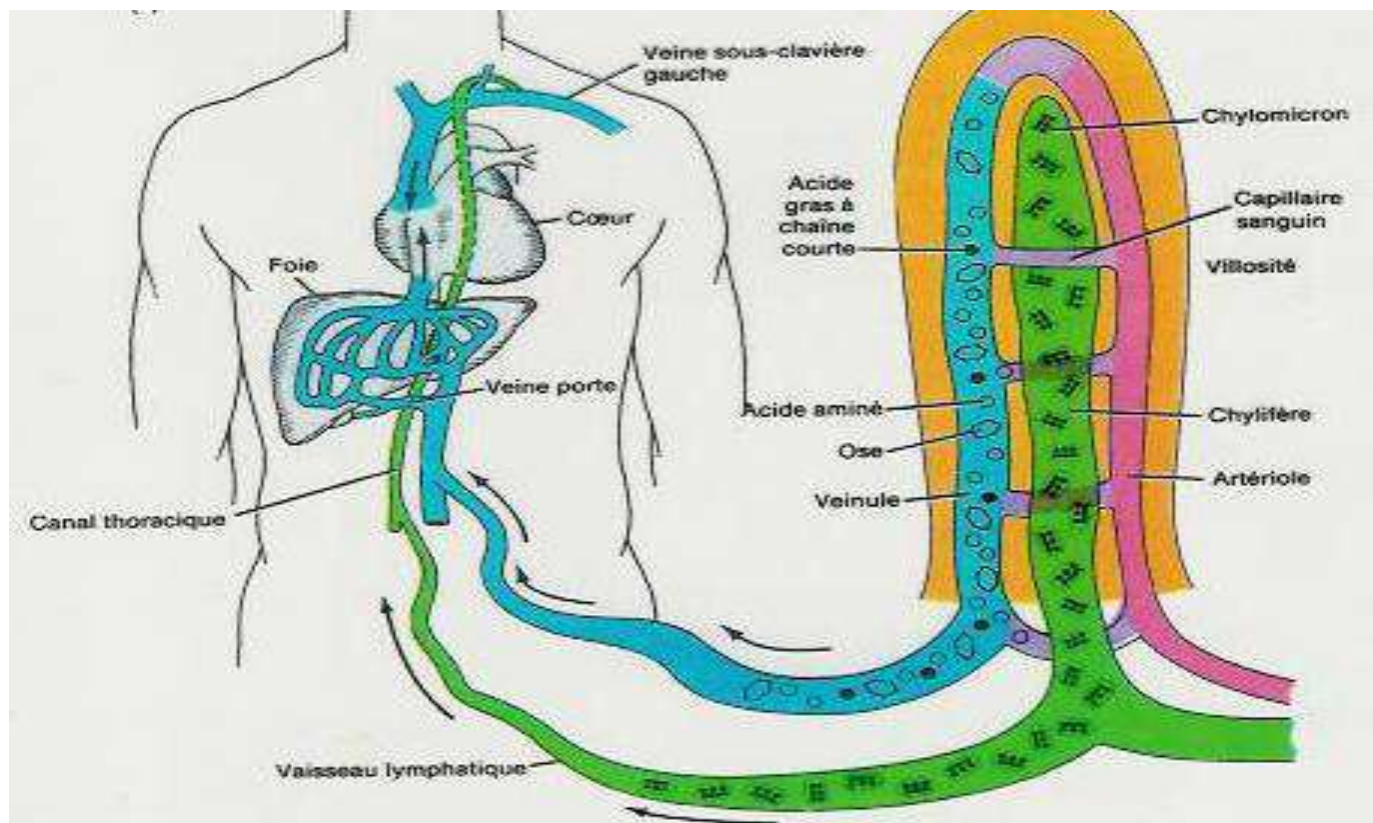
Figure 17: Organisation anatomique de l'intestin grêle. Les cellules souches potentielles apparaissent en rouge, et sont localisées au fond de la crypte intestinale. Elles entretiennent un compartiment prolifératif constitué par leurs descendants immédiats, les progéniteurs. Ces cellules donnent naissance aux quatre types de cellules différenciées, les cellules à mucus, les cellules neuroendocrines, les entérocytes et les cellules de Paneth. Au fur et à mesure de leur différenciation, les cellules épithéliales issues des progéniteurs progressent le long de la villosité vers la lumière intestinale, où elles desquament par apoptose.

La membrane plasmique des microvillosités est recouverte d'un glycocalyx portant des enzymes nommées enzymes de la bordure en brosse, qui effectuent les dernières étapes de la digestion des glucides et des protéines dans l'intestin grêle.

Entre les villosités, la muqueuse est parsemée de dépressions (*cryptes*) qui conduisent à des glandes intestinales tubulaires appelées glandes intestinales ou glandes de Lieberkühn sécrétant le suc intestinal: mélange aqueux de mucus qui sert à transporter les nutriments du chyme en vue de leur absorption. Au fond de ces glandes se trouvent des cellules sécrétrices spécialisées, les cellules de Paneth qui libèrent le lysozyme (enzyme antibactérienne qui renforce les défenses de l'intestin grêle). Les divers types de cellules épithéliales prennent naissance à partir de cellules souches à division rapide situées au fond des glandes et migrent graduellement le long des villosités, au sommet desquelles elles sont éliminées. C'est ainsi que l'épithélium des villosités se renouvelle tous les trois à six jours (voir figure 17).

En plus, les glandes duodénales ou glandes de Brunner, se rencontrent uniquement dans la sous muqueuse duodénale. Ces glandes produisent un mucus alcalin qui neutralise le chyme acide provenant de l'estomac et crée un milieu favorable à l'action des enzymes du pancréas.

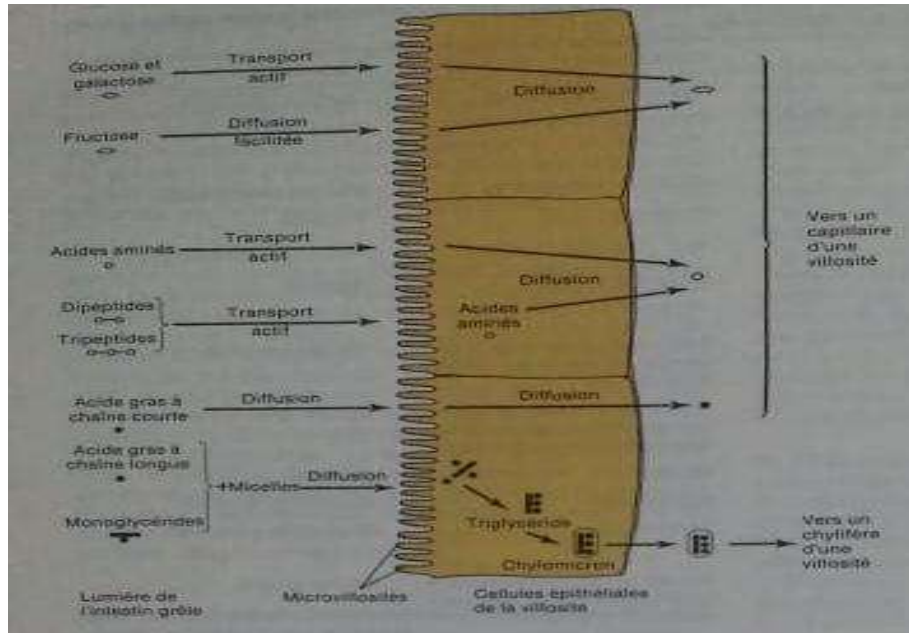
L'absorption est un processus permettant le transport des substances de l'extérieur (lumière du tube digestif) vers l'intérieur de l'organisme (le sang, la lymphe). Les mécanismes d'absorption dans le tube digestif sont similaires à ceux se produisant dans d'autres membranes de l'organisme : transport actif, diffusion passive, pinocytose ...etc. Les enzymes qu'on trouve dans la lumière intestinale sont responsables de la majeure partie du processus de digestion (voir figure 18).



a/

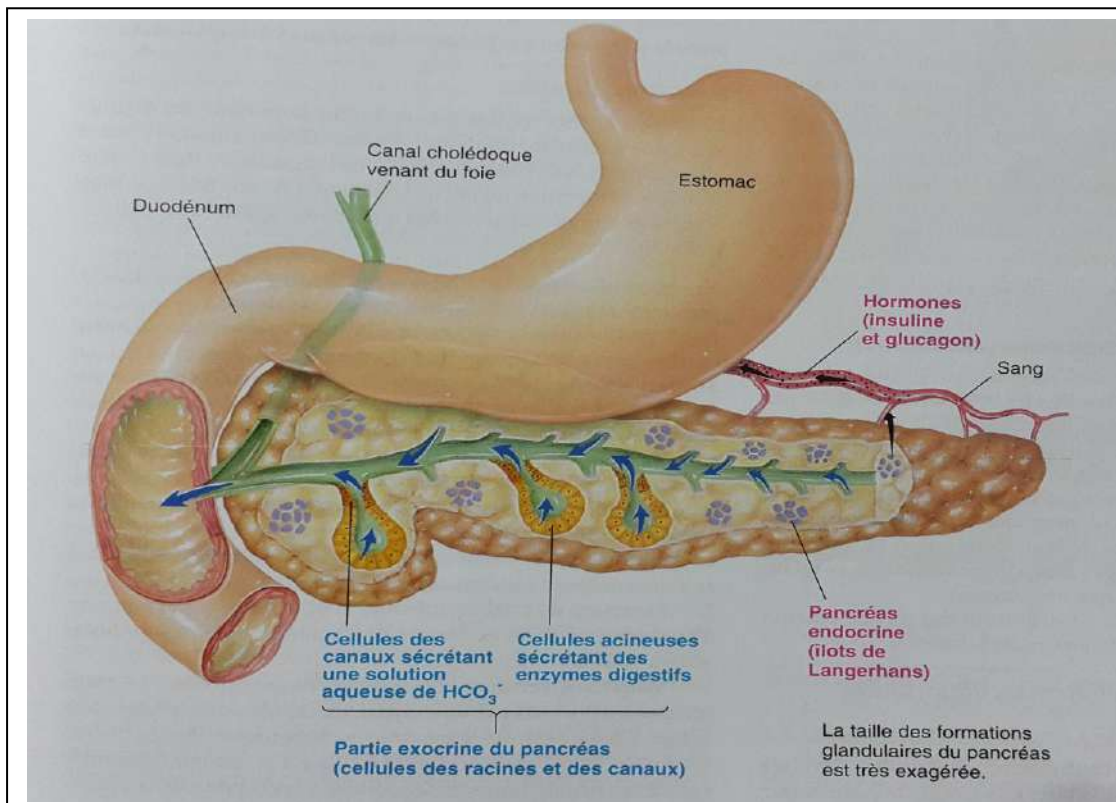
Figure 18 : Mouvements des nutriments a/ vers le sang et la lymphe b/ à travers les entérocytes.

b/



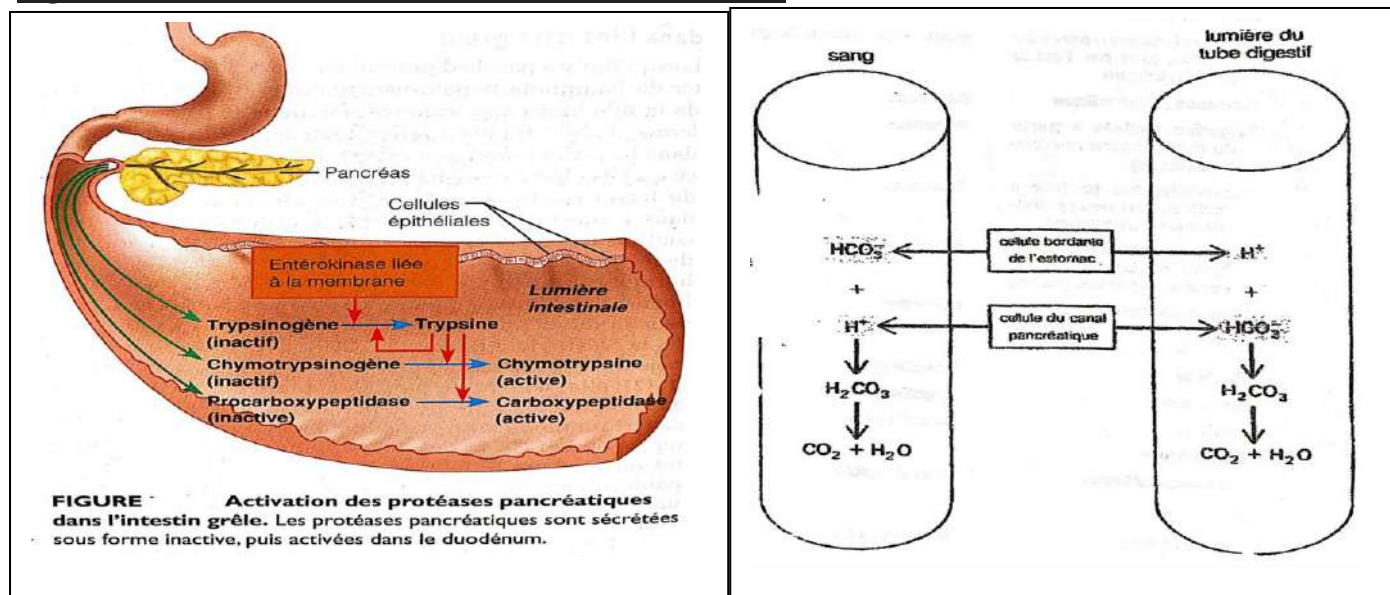
La Sécrétion Pancréatique La portion exocrine du pancréas (99 % des cellules pancréatiques) sécrète deux solutions qui participent au processus digestif; l'une contenant une concentration élevée d'ions bicarbonates et l'autre de nombreuses enzymes digestives. Cette glande est reliée à l'intestin grêle par le canal pancréatique à travers lequel le suc pancréatique est déversé dans le duodénum. Le taux basal de la sécrétion pancréatique augmente avec l'ingestion des aliments. La majeure partie de la sécrétion se produit lorsque le contenu gastrique gagne le duodénum, bien que dans certains cas, la sécrétion commence durant la phase céphalique et se prolonge durant la phase gastrique. Durant ces deux phases (céphalique et gastrique), les influx parasympathiques assurent une sécrétion principalement enzymatique. Cependant la sécrétion la plus importante a lieu lorsque le chyme pénètre dans l'intestin grêle. En fonction de la nature de ce chyme, le pancréas élabore des réponses différentes : Le suc pancréatique peut être riche en bicarbonates en réponse à une acidité élevée, ou riche en enzymes lorsque le chyme est essentiellement formé par des glucides et des protéines partiellement digérées, des lipides, des acides animés...etc. (voir figure 19)

Figure 19 :
Le pancréas
exocrine et
endocrine



Equilibre de l'acidité du sang qui traverse le tube digestif : Comme la quantité de bicarbonate sécrété par le pancréas est contrôlée de façon réflexe par la quantité d'acide qui pénètre dans le duodénum en provenance de l'estomac, la quantité de bicarbonate sécrété par le pancréas est approximativement égale à la quantité d'acide sécrété par l'estomac. Ainsi, le bicarbonate libéré dans le sang par l'estomac est normalement égal à la quantité d'acide libéré dans le sang par le pancréas. De cette façon, le sang alcalin quittant l'estomac se mélange avec le sang acidifié provenant du pancréas. Il n'en résulte ainsi, aucun changement d'acidité du sang qui retourne au cœur. **Figure 20 : Neutralisation de l'acidité du sang traversant le TD**

Figure 21 : Activation des protéases pancréatiques dans l'intestin grêle.



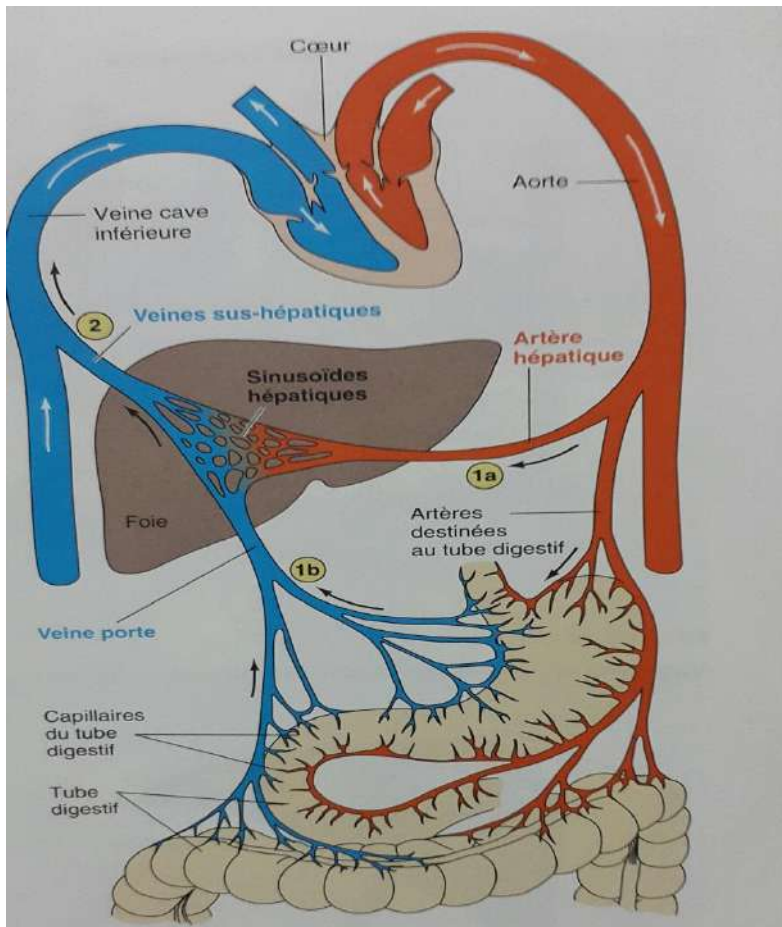
Les fonctions du foie dans la digestion

Le foie, une vraie « usine métabolique », joue un rôle primordial dans la digestion en sécrétant les sels biliaires nécessaires à la digestion des graisses. Mais en plus de ce rôle, le foie est impliqué dans plusieurs fonctions à savoir :

1. le métabolisme des protéines, glucides et lipides après leur digestion et absorption. Les nutriments nouvellement absorbés s'accumulent dans le foie. Celui-ci peut, selon les besoins de l'organisme, transformer tous les oses excédentaires en glycogène ou en graisse.
2. La fabrication de l'héparine, un anticoagulant, et la plupart d'autres protéines de coagulation (qu'on trouve dans le plasma), telles que la prothrombine, le fibrinogène de même que les protéines plasmatiques comme l'albumine.
3. Phagocyte par les cellules de Kupffer ou macrophages résidents du foie, des hématies et des leucocytes usés, de même que des bactéries.
4. L'excrétion de l'excès du cholestérol et des produits de dégradation de l'hème de l'hémoglobine (bilirubine). Aussi le foie élimine les déchets métaboliques, par exemple, lorsque les acides aminés brûlent pour libérer de l'énergie, ils laissent des déchets azotés toxiques (ammoniac) qui sont ensuite transformés en urée par les hépatocytes. Une quantité modérée d'urée n'est pas dangereuse pour l'organisme et est aisément excrétée par les reins et les glandes sudoripares.
5. Détoxification des déchets de médicaments et d'autres composés organiques : les hépatocytes contiennent des enzymes capables soit de dégrader les poisons, soit de les transformer en composés moins toxiques. Ils emmagasinent également quelques substances toxiques qui ne peuvent être dégradées ou excrétées. On trouve une grande quantité de clofénofan (DDT) dans le foie des animaux, dont celui des humains, qui mangent des fruits et des légumes qui ont été vaporisés à l'aide d'un insecticide.
6. Le foie emmagasine le glycogène, le cuivre, le fer et les vitamines A, B₁₂, D, E et K.
7. Le foie et les reins participent à l'activation de la vitamine D.

Toutes ces fonctions et bien d'autres sont réalisées par les hépatocytes, cellules polyvalentes dans leur fonctionnement grâce au développement considérable de leurs organites.

Irrigation du foie



- (1) Le foie reçoit une double irrigation :
- (a) Le sang artériel riche en O_2 et en nutriments par l'artère hépatique, destinés à être utilisés par le foie.
 - (b) Le sang veineux qui arrive du tube digestif par la veine porte et qui apporte les nutriments absorbés destinés à être traités, stockés ou redistribués aux différentes cellules de l'organisme.
- (2) Le sang quitte le foie par les veines

Figure 22 : La vascularisation hépatique

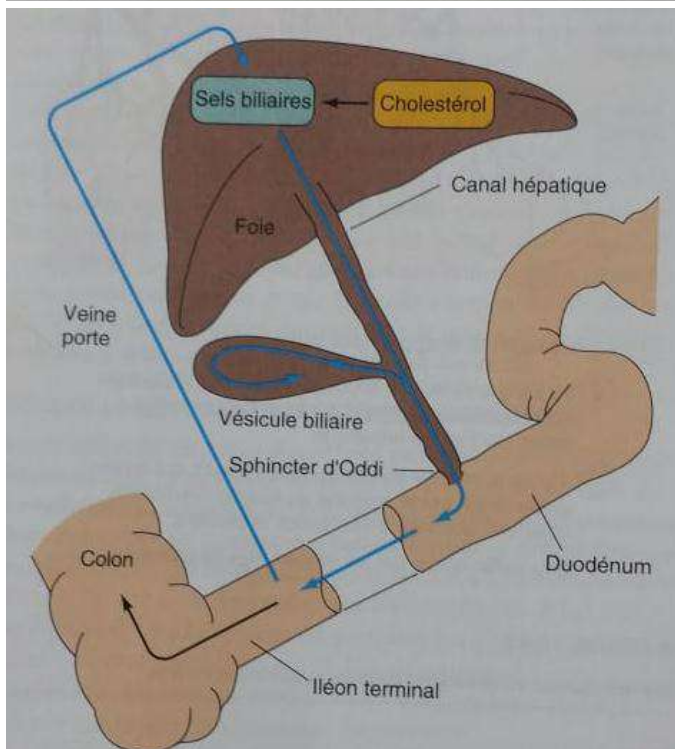


Figure 23 : Cycle entéro-hépatique des sels biliariers

La circulation entéro-hépatique des sels biliariers : La bile est principalement formée d'eau, de sels biliariers, de cholestérol, d'un phospholipide appelé lécithine, de pigments biliariers, de certains métaux à l'état de traces, des minéraux inorganiques, de sodium, potassium, chlore...etc. A partir de la composition de la bile on déduit ses fonctions :

- (1) Les sels biliariers ont un rôle dans la digestion et l'absorption des graisses. Le foie produit et sécrète la bile selon un cycle dit : **cycle entéro-hépatique** : 75% des sels biliariers sont réabsorbés par l'iléon, principalement par un mécanisme de transport actif, et retournent au foie pour y être sécrétés comme tel. Le reste est dégradé mais également recyclé. Un sel biliaire circule de cette manière trois fois au cours d'un repas (voir figures 23 et 24).

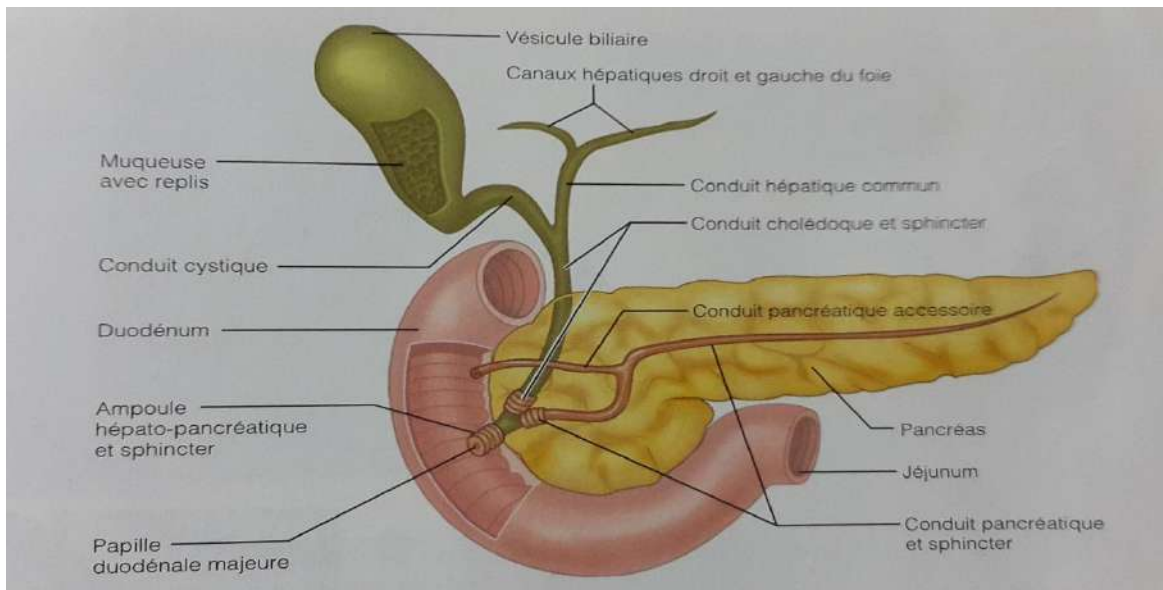
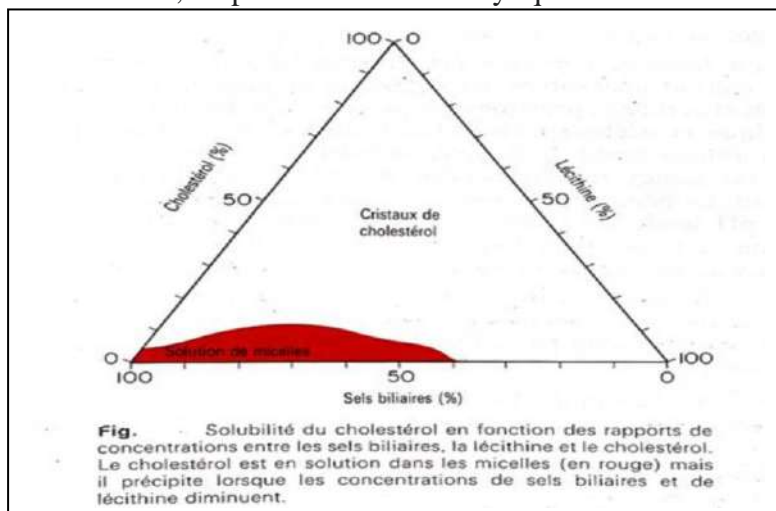


Figure 24 : Duodénum de l'intestin grêle et organes annexes.

Les hépatocytes peuvent être stimulés par des cholérétiques et par les sels biliaires eux-mêmes. Ainsi, ils régulent leur propre synthèse à partir du cholestérol dans les hépatocytes. (2) La bile agit comme une voie excrétoire, en particulier pour les substances insolubles dans l'eau qui ne peuvent être excrétées par le foie (bilirubine). Les pigments biliaires, principalement la bilirubine et la biliverdine, sont des produits de dégradation de l'hémoglobine, de la myoglobine et des cytochromes. Ils donnent à la bile sa couleur jaune-verdâtre. Ces pigments sont ensuite dégradés dans l'intestin (enzymes bactériennes) et éliminés. Certains de ces pigments sont réabsorbés dans le plasma au cours de leur passage dans le tube intestinal et sont excrétés dans l'urine, à laquelle ils donnent sa coloration jaune. La bile est aussi une voie d'excrétion pour certains métaux à l'état de traces. L'excrétion du cholestérol dépend de la formation d'agrégats de cholestérol entourés de sels biliaires (micelles). La partie soluble dans l'eau (ionisée) du sel biliaire est orientée vers l'extérieur et la partie stéroïdienne (insoluble dans l'eau) est orientée vers l'intérieur constituant, par conséquent, une sorte de membrane autour du cholestérol.

Solubilité du cholestérol Lorsque la bile contient une quantité insuffisante de sels biliaires ou de lécithine, ou lorsque le taux de cholestérol est trop élevé, le cholestérol forme un précipité et se cristallise pour former des calculs biliaires (voir figure 25). Si le calcul biliaire est petit, il chemine dans le canal cholédoque jusqu'à l'intestin sans entraîner de complications. Un calcul plus volumineux peut se déposer dans la vésicule biliaire à son point de jonction avec le canal cholédoque entraînant des douleurs. Une complication plus sérieuse apparaît quand un calcul se dépose dans le canal cholédoque (voir figure 24), empêchant ainsi la bile de s'écouler dans l'intestin. On aura donc (1) un problème de digestion des graisses avec toutes les complications résultantes; et (2) un problème d'excrétion endogène : la bilirubine qui est normalement sécrétée dans la bile à partir du sang, s'accumule dans le sang et se diffuse dans les tissus ou elle produit la coloration jaunâtre de la peau caractéristique des jaunisses ou ictères. Lorsque le foie est incapable d'éliminer la bilirubine du sang à cause d'une destruction accrue des hématies ou d'une obstruction des canaux biliaires, on parle d'ictère hémolytique et d'ictère obstructif respectivement.

Figure 25 : Solubilité du Cholestérol



Régulation de la sécrétion biliaire: La vésicule biliaire emmagasine et concentre la bile (Jusqu'à 10 fois) en attendant que celle-ci soit utilisée par l'intestin grêle. Durant le processus de concentration, l'eau et de nombreux ions sont absorbés par la muqueuse de la vésicule biliaire. La bile provenant du foie pénètre dans l'intestin par le canal cholédoque. En absence de chyme dans l'intestin grêle, **le sphincter d'Oddi** se ferme et entraîne le reflux de la bile dans la vésicule biliaire. L'arrivée du chyme stimule la libération de la sécrétine et/ou de la cholécystokinine (selon la nature du chyme) par la muqueuse intestinale. Ces deux hormones entraînent la contraction de la musculature, de même que le relâchement du sphincter d'Oddi, ce qui a pour effet de vider la vésicule biliaire. Il faut préciser, cependant, que le vrai signal déclenchant le vidage de la vésicule biliaire est la cholécystokinine (chole = bile, cysto= vésicule et kinine = mouvoir) car c'est l'hormone dont la libération déclenche la sécrétion des lipases pancréatiques; qui ne peuvent pas dégrader les lipides sans intervention préalable des sels biliaires (voir figure 26).

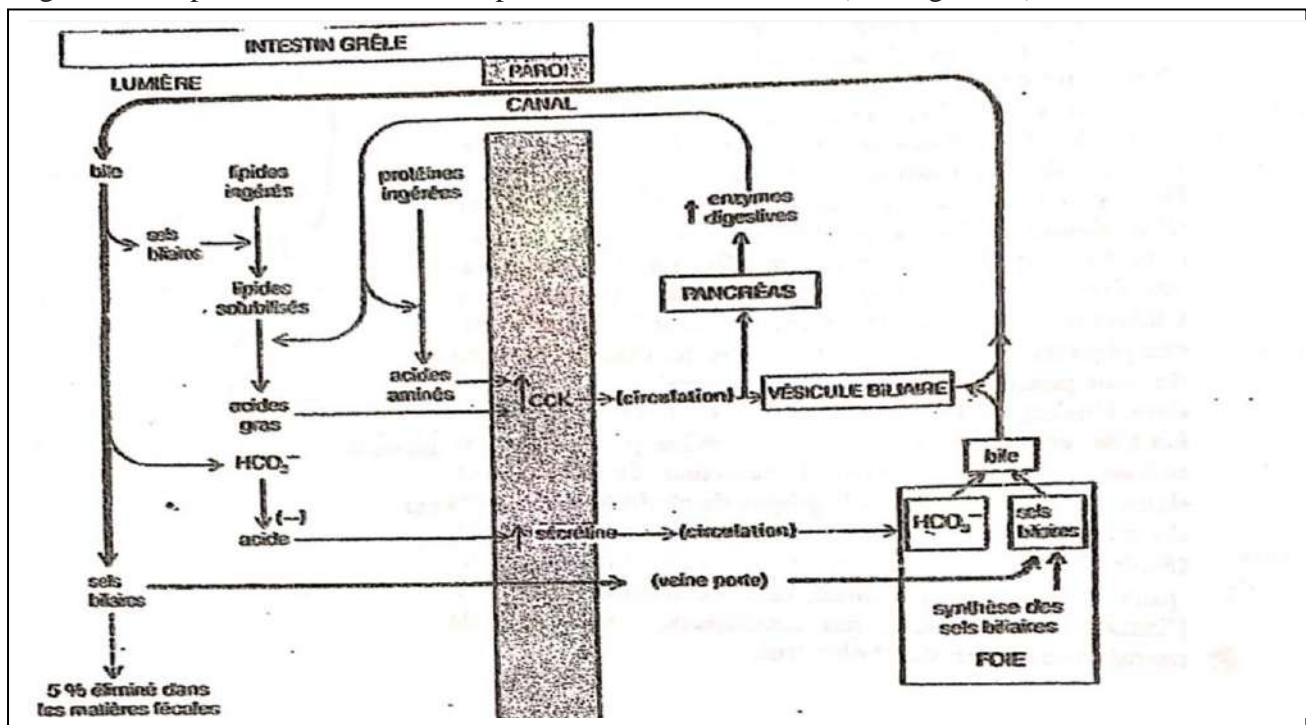


Figure 26 : Voies de contrôle de la sécrétion biliaire. Commencer en suivant les boucles débutant par les lipides et les protéines.

V-LE GROS INTESTIN

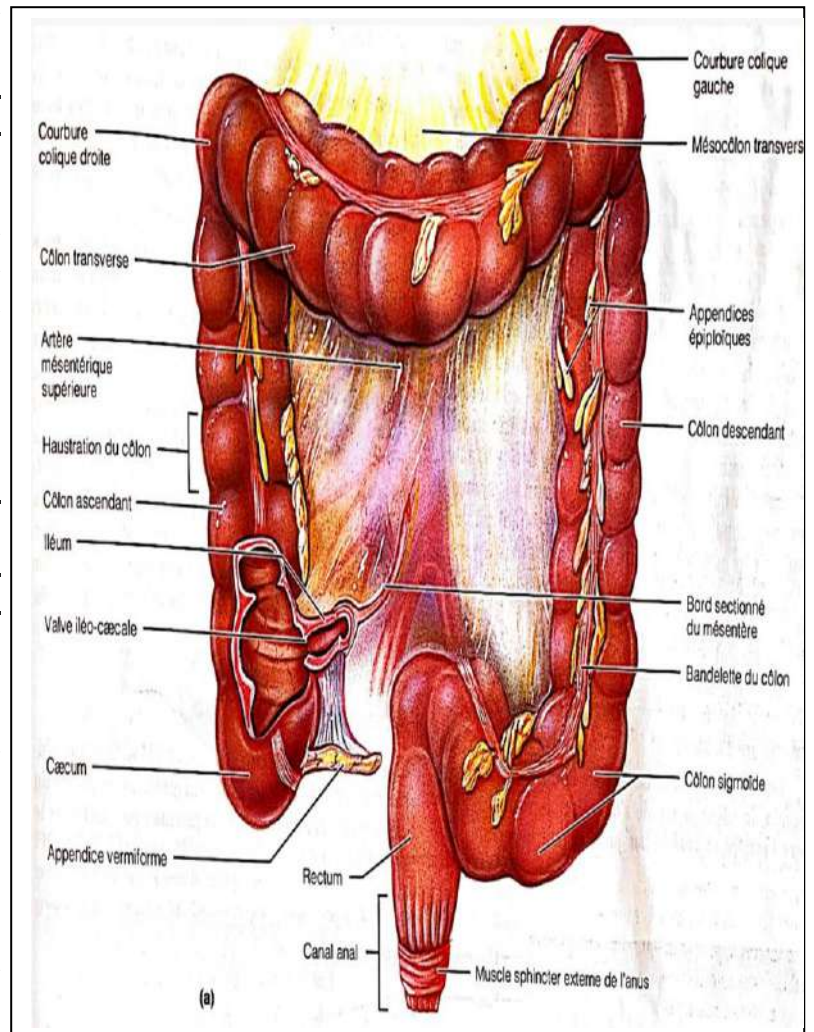
S'étend de l'iléon à l'anus, sa surface épithéliale est très inférieure à celle de l'intestin grêle : sa muqueuse est dépourvue de villosités. Il est caractérisé par la présence des formations caractéristiques appelées haustrations : une série de poches qui lui donnent son aspect bosselé. Une autre caractéristique du gros intestin est la présence marquée de tissu lymphatique et de plasmocytes surtout au niveau de l'appendice. Les sécrétions du côlon sont peu abondantes et principalement constituées du mucus. Il y'a absence totale de sécrétion d'enzymes digestives. La dernière étape de la digestion est effectuée par des bactéries, et non pas par des enzymes. A partir de cette description, on déduit facilement que le gros intestin ne participe presque pas au processus absorbant (4% de l'absorption). Sa fonction principale consiste à mettre en réserve et à concentrer les matières fécales avant la défécation : L'absorption se fait par un transport actif de sodium (de la lumière du tube vers le sang) suivi par une réabsorption osmotique d'eau. Ainsi, le gros intestin joue un rôle important dans le maintien de l'équilibre hydrique de l'organisme. Alors que l'estomac et l'intestin grêle sont presque stériles, le côlon héberge normalement diverses bactéries aérobies et anaérobies qui dégradent certains hydrates de carbone et certaines protéines. Ces bactéries, en plus dégradent la bilirubine en pigments simples. Plusieurs vitamines nécessaires aux réactions métaboliques (quelques vitamines du groupe B et la vitamine K) sont synthétisées par ces bactéries puis absorbées.

MOTILITÉ ET DEFECATION

Les contractions du muscle lisse circulaire dans le côlon produisent un mouvement de segmentation beaucoup plus lent (une contraction /30 min) que dans l'intestin grêle; ce qui laisse aux bactéries le temps de croître et de se multiplier. En plus, 3 ou 4 fois par jour (en général après un repas), une onde de forte contraction : mouvement de masse, parcourt rapidement le côlon en direction du rectum. La distension brusque des parois du rectum produite par le mouvement de masse constitue le stimulus normal de la défécation. La réponse réflexe consiste en une contraction du rectum, un relâchement des deux sphincters de l'anus (normalement fermés) et une augmentation de l'activité péristaltique dans le côlon sigmoïde. Chez les bébés, le réflexe de la défécation entraîne l'évacuation automatique du rectum; le sphincter anal externe n'est pas encore maîtrisé volontairement. Les substances éliminées par le tube digestif sont principalement: des bactéries mortes, la cellulose non digérée, les débris provenant de la desquamation de l'épithélium intestinal, et des produits de déchets éliminés par le foie (pigments biliaires, de petites quantités de sels...etc.)

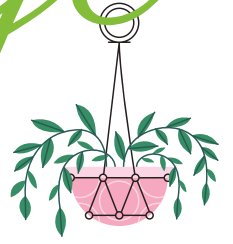
Structure du gros intestin: Du point de vue structural, le gros intestin se divise en quatre principales régions; le caecum, le colon, le rectum et le canal anal. L'ouverture entre l'iléon et le gros intestin est protégée par un repli de la muqueuse: la valvule iléo caecale. Cette valvule permet le passage des substances de l'intestin grêle au gros intestin. Le caecum (poche borgne d'environ 6 cm de longueur) pend sous la valvule iléo-caecale.

Un tube tordu, enroulé, (8 cm) est attaché au caecum; c'est l'appendice vermiculaire. Le caecum s'ouvre sur le côlon. Ce dernier se divise en côlon ascendant, côlon transverse, colon descendant et colon sigmoïde. Le rectum, les 20 derniers centimètres du tube digestif, se terminent par le canal anal (2 à 3 cm). La muqueuse du canal anal est disposée en plis longitudinaux appelés colonnes anales, qui contiennent un réseau d'artères et de veines. L'ouverture de ce canal à l'extérieur est appelée anus. L'anus est protégé par un sphincter interne composé de tissu musculaire lisse (involontaire) et d'un sphincter externe de muscle squelettique (volontaire).



Contrairement à d'autres parties du tube digestif, des portions des muscles longitudinaux présentent un renflement formant trois bandes bien visibles, que l'on appelle bandelettes longitudinales. Chaque bandelette se prolonge sur la majeure partie du gros intestin. Le côlon, sous l'effet des contractions toniques des bandelettes forme une série de poches appelées haustrations, qui lui donnent son aspect bosselé. Le brassage haustral : est une série de mouvements caractéristiques du gros intestin. Au cours de ce mécanisme, les haustrations ne se contractent pas et restent lâches pendant leur remplissage. Lorsque la distension atteint un niveau seuil, les parois se contractent et en se resserrant, poussent le contenu dans l'haustration suivante.

Bon courage



LIENS UTILES 🙌

Visiter :

1. <https://biologie-maroc.com>

- Télécharger des cours, TD, TP et examens résolus (PDF Gratuit)

2. <https://biologie-maroc.com/shop/>

- Acheter des cahiers personnalisés + Lexiques et notions.
- Trouver des cadeaux et accessoires pour biologistes et géologues.
- Trouver des bourses et des écoles privées

3. <https://biologie-maroc.com/emploi/>

- Télécharger des exemples des CV, lettres de motivation, demandes de ...
- Trouver des offres d'emploi et de stage

