

Le système digestif

RAPPELS ET BASES

La digestion : Le système digestif fait de la digestion. La digestion est le processus par lequel la nourriture est dégradée en molécule suffisamment petites pour être absorbées par les cellules. Cette dégradation se fait grâce à des réactions d'hydrolyse. L'hydrolyse lors de la digestion chimique permet de briser les différents polymères ingérés en monomères :

- Glucides : Une ingestion de glucides mène à l'absorption de monosaccharides après la digestion chimique.
- Lipides : Une ingestion de lipides mène à l'absorption de glycérol, d'acide gras, de monoglycérides et de cholestérol après la digestion chimique.
- Protéines : Une ingestion de protéines mène à l'absorption d'acides aminés après la digestion chimique.
- Acides nucléiques : Une ingestion d'acides nucléiques mène à l'absorption de pentoses, de bases azotées et d'ions phosphates après la digestion chimique.

L'hydrolyse est un processus dans lequel l'eau est utilisée pour dégrader une substance en particules plus petites. La digestion chimique fait intervenir des réactions d'hydrolyse.

L'alimentation : L'alimentation est nécessaire pour répondre au besoin énergétique de l'organisme, pour l'anabolisme et pour l'apport de nutriments essentiels. Ainsi, l'alimentation permet de répondre au besoin d'énergie chimique nécessaire pour le fonctionnement des cellules, dont la respiration cellulaire et la production d'ATP. L'alimentation entraîne un apport de molécules qui permet l'anabolisme, c'est-à-dire, la fabrication de macromolécules nécessaire à la croissance et au maintien des tissu. Par exemple, les acides aminés sont nécessaires pour la synthèse de protéines. Finalement, l'alimentation permet un apport en nutriments essentiels, c'est-à-dire en nutriments que l'organisme ne peut pas synthétiser. Par exemple, certains acides aminés, des vitamines et les omégas3, 6 et 9.

Traitements de la nourriture : Le traitement de la nourriture se fait en quatre grandes étapes, soit l'ingestion, la digestion, l'absorption et l'élimination. Au travers de ce document, nous allons voir en détails les différentes étapes ainsi que les organes impliqués.

Anatomie du tube digestif : Le système digestif est composé du tube digestif et d'organes digestifs annexes.

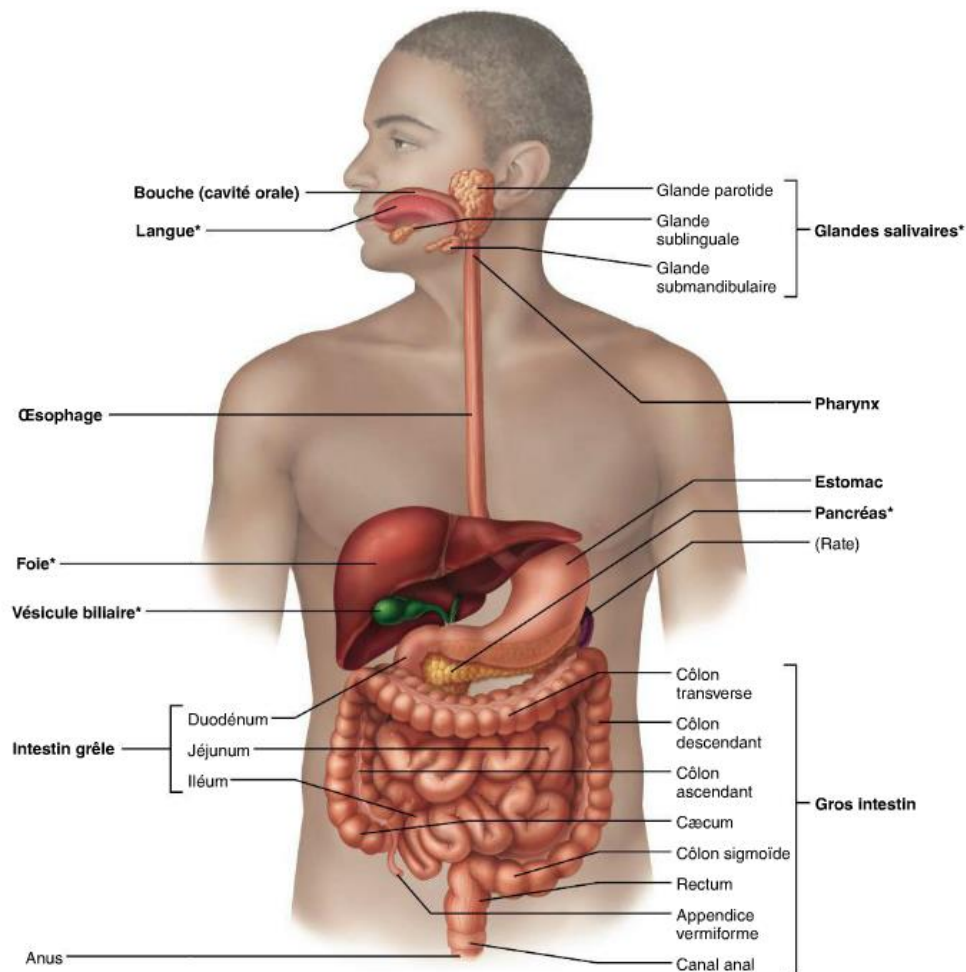
➤ Le tube digestif :

- Bouche
- Pharynx
- Œsophage
- Estomac
- Intestin grêle
- Gros intestin
- Rectum
- Anus

Les glandes salivaires, le foie, la vésicule biliaire et le pancréas ne sont pas en contact avec la nourriture. Ils produisent ou stockent des sécrétions.

➤ Les organes digestifs annexes :

- Dents
- Langues
- Glandes salivaires
- Vésicule biliaire
- Foie
- Pancréas



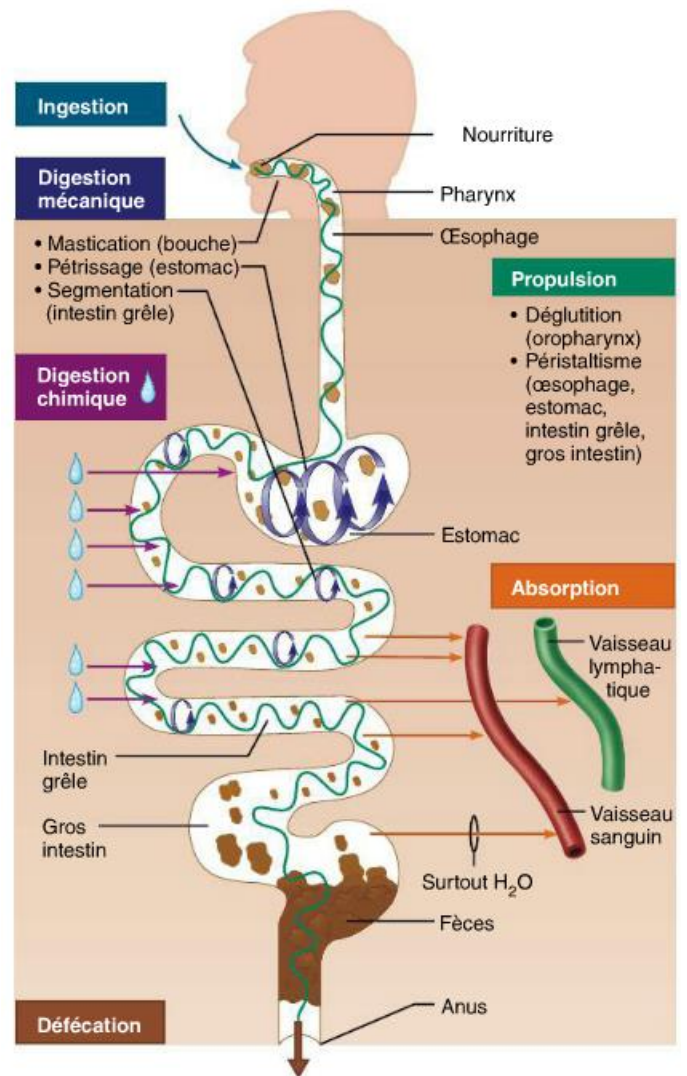
Le tube digestif : Le système digestif est constitué d'un long tube digestif qui débute à la bouche et se termine à l'anus. La nourriture présente à l'intérieur du tube digestif fait partie de l'extérieur de l'organisme. En effet, le tube s'ouvre sur l'extérieur à ses deux extrémités et, donc, il est en constant contact avec l'air. Ainsi, pour entrer dans l'organisme et se retrouver dans le sang, les nutriments doivent passer à travers la paroi du tube digestif.

Les fonctions du tube digestif :

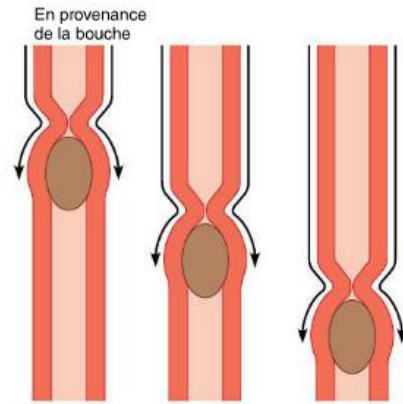
- **Ingestion :** Il s'agit de l'introduction de la nourriture dans le tube digestif. Cela se fait habituellement par la nourriture. Il s'agit d'un processus volontaire et actif.
- **Propulsion :** La propulsion mécanique est le déplacement de la nourriture tout le long du tube digestif. Elle comprend la déglutition et le péristaltisme.

- **Déglutition :** La déglutition est un processus en partie volontaire. Il s'agit de l'action d'avaler qui permet à la nourriture de passer de la bouche à l'œsophage.
- **Péristaltisme :** Le péristaltisme est un processus involontaire. Il s'agit du principal moyen de propulsion des aliments. Il met en jeu des ondes successives de contraction et de relâchement des muscles des parois des organes du tube digestif. Il permet de pousser les aliments tout au long du tube digestif en produisant un certain brassage. Les ondes péristaltiques sont si puissantes qu'une fois avalés la nourriture et les liquides parviennent quand même à l'estomac si on a la tête en bas. Son effet est donc plus puissant que la gravité.

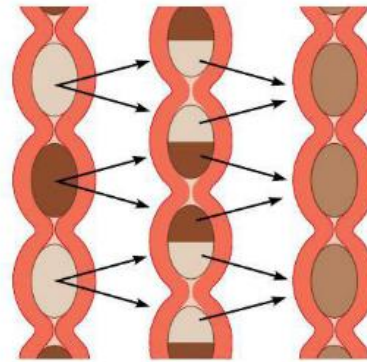
- **Digestion mécanique :** La digestion mécanique prépare physiquement la nourriture à la digestion chimique en augmentant la surface des aliments digérés. Les processus de digestion mécanique comprennent la mastication, le pétrissage et la segmentation.
 - **Mastication :** La mastication se fait dans la bouche avec les dents et la langue. Il s'agit du mélange de la nourriture et de la salive par la langue et les dents.
 - **Pétrissage :** Le pétrissage se fait dans l'estomac. Il s'agit de l'action de pétrir le bol alimentaire.



- **Segmentation :** Il s'agit de contractions rythmiques et locales de l'intestin grêle. La segmentation a pour effet de mélanger la nourriture avec les sucs digestifs et de permettre une meilleure absorption en mettant différentes parties du bol alimentaire en contact avec la paroi intestinale.
- **Digestion chimique :** Il s'agit d'une série de processus cataboliques par lesquels les grosses molécules de nourriture sont dégradés en unités assimilables. Cette dégradation est effectuée par des enzymes. La digestion chimique commence dans la bouche et est pratiquement terminée lorsqu'ils quittent l'intestin grêle. Les réactions de catabolisme sont des réactions d'hydrolyses qui permettent de transformer les polymères en monomères (ex. : polysaccharides en monosaccharides).
- **Absorption :** Il s'agit du passage des produits de la digestion, des vitamines et de l'eau de la lumière du tube digestif vers le sang (eau, vitamines, minéraux, monosaccharides, acides aminés) ou la lymphe (lipides). Cela se grâce à des mécanismes de transport actif ou passif qui leur permettent de traverser les cellules de la muqueuse digestives.
- **Défécation :** Il s'agit de l'évacuation des substances qui n'ont pas été absorbées hors de l'organisme, par l'anus, sous forme de fèces (selles). On parle des déchets, des substances non digestibles, des substances non absorbées, des bactéries de la flore intestinale du colon et des cellules du tube digestif.



(a) **Péristaltisme :** Les segments contigus des organes du tube digestif se contractent et se relâchent tour à tour en déplaçant la nourriture vers l'extrémité distale du tube.



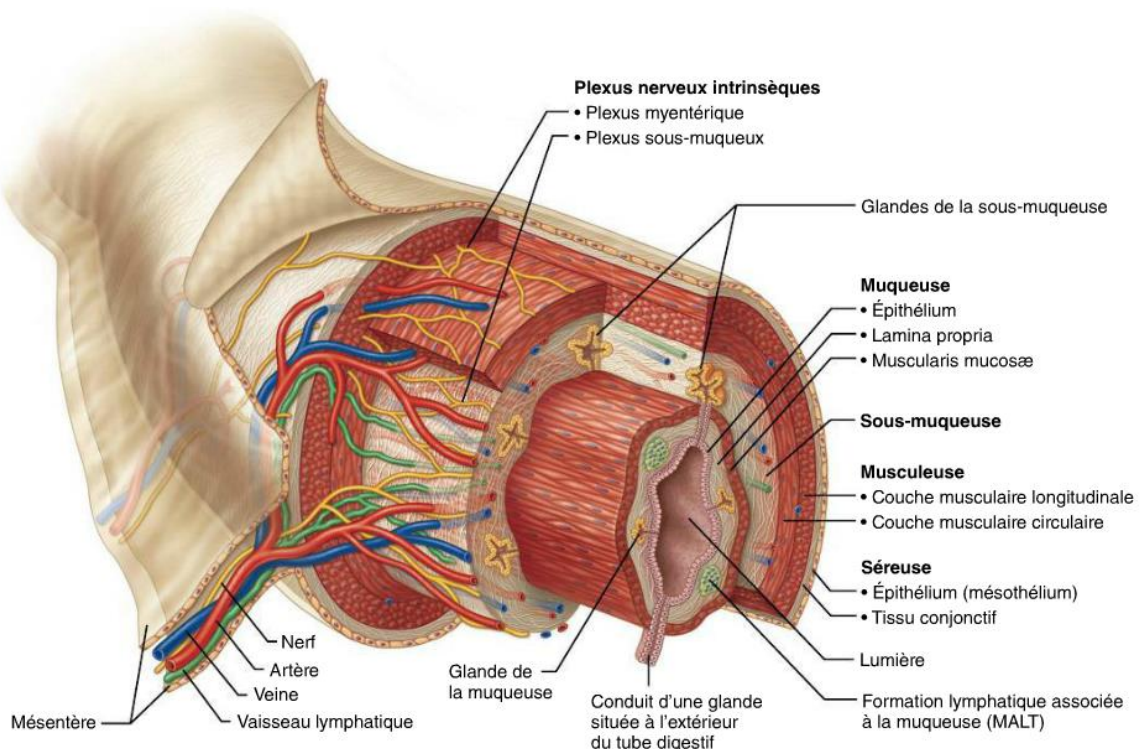
(b) **Segmentation :** Des segments non contigus des organes du tube digestif se contractent et se relâchent tour à tour, déplaçant la nourriture vers l'avant, puis vers l'arrière. Ce mouvement crée un brassage et un déplacement lent.

Processus digestifs :

Digestion mécanique	Digestion chimique
Prépare physiquement la nourriture pour une digestion chimique	Série de processus cataboliques qui dégrade les polymères de nourriture en monomères
<ul style="list-style-type: none"> - <u>Mastication</u> : Les dents broie la nourriture et la langue la mélange avec la salive - <u>Pétrissage</u> : L'estomac broie la nourriture et la mélange au suc gastrique - <u>Segmentation</u> : L'intestin grêle broie la nourriture et la mélange aux sucs digestifs. - <u>Émulsion</u> : Les sels biliaires divisent les amas de lipide en fines gouttelettes, ce qui augmente la surface de contact. 	<p>La digestion chimique est faite par les enzymes digestives produites par les glandes digestives sécrétées dans le tube digestif.</p> <p>Elle débute dans la bouche avec la salive et se termine dans l'intestin grêle avec le suc pancréatique et le suc intestinal.</p>

Histologie du tube digestif :

De l'œsophage au canal anal, les parois du tube digestif sont formées des quatre même couches principales appelées tuniques. Il s'agit de la muqueuse, de la sous-muqueuse, de la musculieuse et la séreuse. Chaque tunique comprend un type de tissu prépondérant qui



joue un rôle précis dans la digestion. De l'intérieur vers l'extérieur, on retrouve la muqueuse, la sous-muqueuse, la musculuse et la séreuse.

La muqueuse : Il s'agit de la couche la plus interne. Elle est composée d'un épithélium, de la lamina propria (lame basale) et de muscularis mucosae (cellules musculaires lisses). Ses fonctions sont *l'absorption* des produits de la digestion dans le sang, *la protection* contre les maladies infectieuses et la *sécrétion* de mucus, d'enzymes digestives et d'hormones.

- Épithélium : À certains endroits (bouche, œsophage et anus), l'épithélium est stratifié squameux pour protéger contre les maladies infectieuses et la friction. Aux autres endroits, il s'agit d'un épithélium simple prismatique riches en cellules qui sécrètent du mucus (empêche la digestion des organes et facilite le mouvement de la nourriture), des enzymes ou des hormones ou qui absorbent les produits de la digestion. Ces cellules se renouvellent rapidement, soit au 5 à 7 jours.
- Lamina propria : Il s'agit de tissu conjonctif lâche qui contient des vaisseaux sanguins (absorber les nutriments) et lymphatiques. Elle se situe sous l'épithélium. La lamina propria fixe l'épithélium à la muscularis mucosae.
- La muscularis mucosae : Il s'agit d'une couche mince de muscle lisse qui produit les mouvements locaux de la muqueuse. La muscularis mucosae permet la formation des replis de l'intestin grêle et de l'estomac. Cela leur donne une apparence plissée. Ses mouvements permettent l'exposition du bol alimentaire aux cellules absorbantes de l'épithélium.

La sous-muqueuse : La sous-muqueuse est directement sous-jacente à la muqueuse. Elle contient des artérioles, des veinules, des vaisseaux lymphatiques, des fibres nerveuses (plexus) et des glandes exocrines. La sous-muqueuse est richement vascularisée (vaisseaux sanguins et lymphatiques). Elle contient des fibres nerveuses du système nerveux entérique (plexus sous-muqueux ou de Meissner) qui permet la régulation de la sécrétion et la contraction des muscles de la muqueuse. Ses fibres élastiques abondantes permettent à l'estomac de reprendre sa forme après avoir contenu un repas copieux. Il y a un peu de glandes et de tissu lymphatique. La sous-muqueuse reçoit les nutriments. Elle fixe la muqueuse à la sous-muqueuse.

La musculuse : La musculuse est autour de la sous-muqueuse. Elle est composée de 2 ou 3 couches de fibres musculaires, soit la couche circulaire interne, la couche longitudinale externe. Dans l'estomac, il y a trois couches. Le troisième est la couche oblique. La musculuse produit la segmentation et le péristaltisme. Cela permet de déplacer et de brasser les aliments. Aussi, la musculuse contient le plexus myentérique ou d'Auerbach qui permet la régulation de la motilité. À plusieurs endroits le long du tube digestif, la couche circulaire s'épaissit et forme des sphincters.

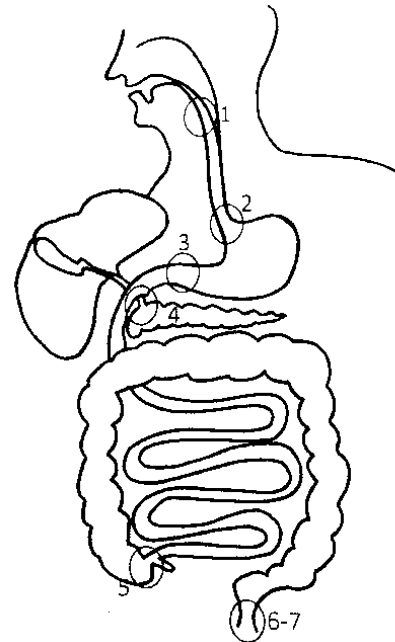
La séreuse : La séreuse est la couche la plus organes. Elle est formée par le péritoine viscéral. Elle est composée d'une couche interne de tissu conjonctif et une couche externe de tissu épithélial. Elle permet la *protection* des organes, la *lubrification*, le *mouvement* et la *fixation* des organes dans la cavité abdomino-pelvienne.

Résumé de l'histologie du tube digestif :

Paroi du tube digestif	Muqueuse	Épithélium
		Lamina propria
		Muscularis mucosa
	Sous-Muqueuse	-
	Musculeuse	Couche circulaire
		Couche longitudinale
	Séreuse	Tissu conjonctif
		Épithélium

Sphincters : Les sphincters servent à contrôler le passage de la nourriture d'un endroit à l'autre du tube digestif. Il s'agit de muscles circulaires qui entourent un orifice. Avec leur contraction et relâchement, ils contrôlent l'ouverture et la fermeture de l'orifice. Les sphincters sont formés par l'épaississement de la musculature du tube digestif. Il s'agit de valves qui permettent de gérer le passage de la nourriture d'un compartiment à l'autre et empêchent les reflux. Il existe plusieurs sphincters tout au long du tube digestif :

- Sphincter œsophagien supérieur (1) : Il se situe entre le pharynx et l'œsophage.
- Sphincter œsophagien inférieur (2) : Il se situe entre l'œsophage et l'estomac.
- Sphincter pylorique (3) : Il se situe entre le canal pylorique et le duodénum.
- Sphincter de l'ampoule hépato-pancréatique (4) : Il se situe entre l'ampoule hépato-pancréatique et le duodénum.
- Sphincter iléo-caecale (5) : Il se situe entre l'iléon et le cæcum.
- Sphincter anal interne (6) : Il se situe entre le canal anal et l'extérieur. Ce sphincter est involontaire.
- Sphincter anal externe (7) : Il se situe également entre le canal anal et l'extérieur. Il est volontaire.



Régulation de l'activité du système digestif : L'activité du système digestif est régulée par le système nerveux et le système endocrinien.

Résumé de la régulation de l'activité du système digestif : La digestion est déclenchée par un ensemble de stimulus mécaniques et chimique qui sont perçus par les récepteurs qui se trouvent dans les parois des organes du tube digestif. Ces récepteurs répondent à divers stimulus tels que l'étirement de l'organe, la présence de nourriture dans la lumière et le pH du contenu. En réponse aux stimulus, les récepteurs déclenchent des réflexes qui assurent l'activité du tube digestif :

- Activation ou inhibition des glandes qui libèrent les sucs digestifs dans la lumière du tube digestif ou des hormones dans le sang.
- Stimulation des muscles lisses des parois du tube digestif ce qui permet de mélanger le contenu de la lumière et de le déplacer.

Le système nerveux entérique (SNE) : Le système nerveux possède son propre réseau nerveux interne. Il s'agit des neurones entériques. Celles-ci assurent la régulation de l'activité du système digestif. Elle comporte deux principaux plexus nerveux intrinsèques soit le plexus sous-muqueux et le plexus myentérique.

- Plexus sous-muqueux : Il se trouve dans la sous-muqueuse des parois du tube digestif. Il régit l'activité des glandes et des muscles de la muqueuse.
- Plexus myentérique : Il est plus développé. C'est le principal réseau nerveux de la paroi du tube digestif. Il se trouve entre les deux couches de la musculature. Il régit la motilité, soit par la segmentation et le péristaltisme.

Le système nerveux entérique est relié au système nerveux central par des neurofibres viscérales afférentes et des branches sympathique et parasympathique du système nerveux autonome. De façon générale, l'action du système nerveux autonome sympathique inhibe l'activité digestive alors que le système nerveux autonome parasympathique accroît la sécrétion et la motilité et donc, l'activité digestive.

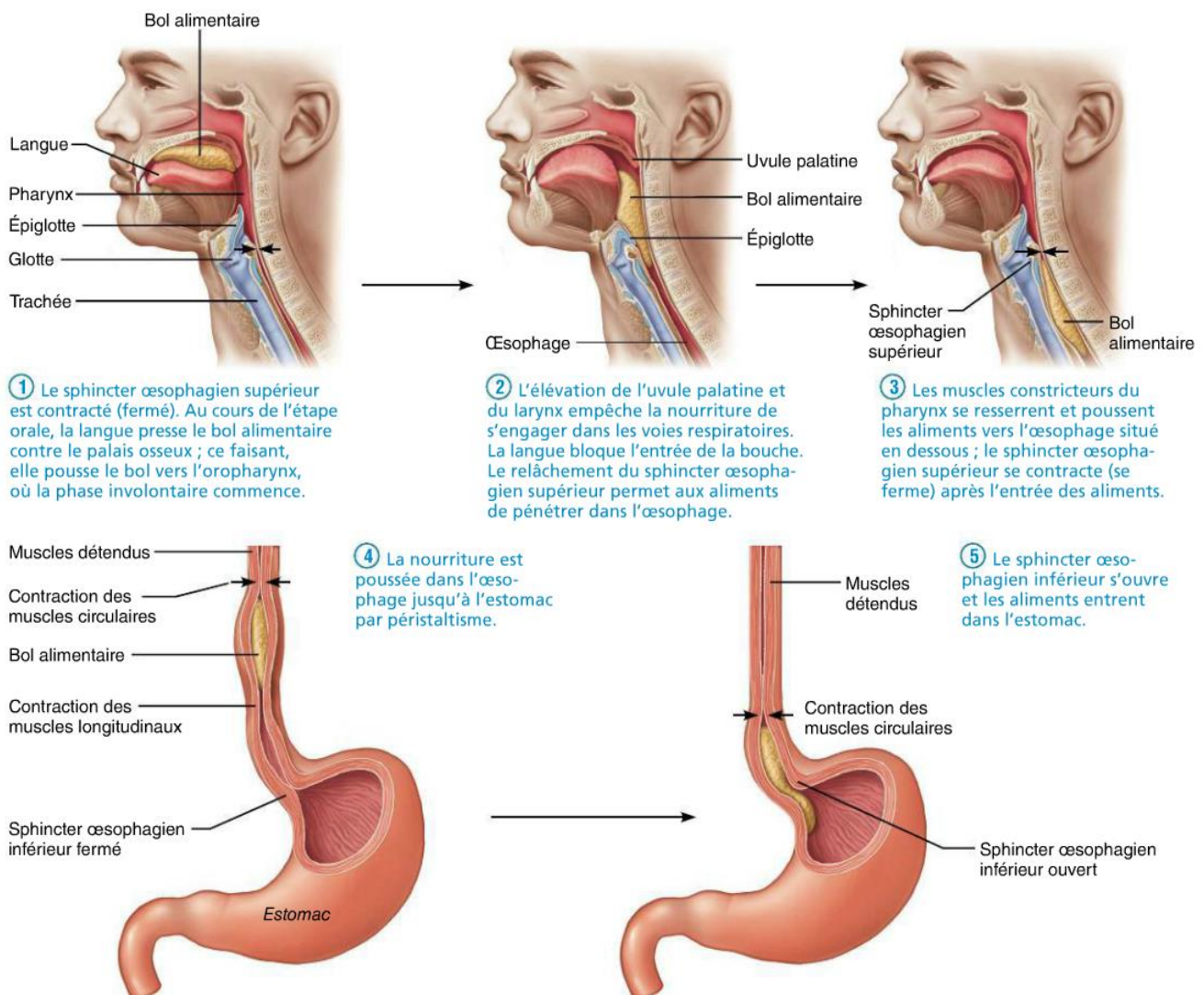
L'apport du système endocrinien : L'activité digestive est aussi régulée par la présence d'hormones. Ces hormones sont produites par des endocrinocytes de l'estomac et de l'intestin grêle. Il s'agit d'hormones à action locales.

La déglutition : Avant qu'elle passe de la bouche aux autres organes, la nourriture doit être compactée en bol alimentaire par la langue et être avalée. La déglutition permet

le passage du bol alimentaire de la bouche jusqu'à l'estomac sans le modifier. Elle se produit en deux étapes, soit l'étape orale et l'étape pharyngo-œsophagienne.

- L'étape orale (1) : L'étape orale est volontaire et se déroule dans la bouche.
- L'étape pharyngo-œsophagienne (2 à 5) : Cette étape est déclenchée par une goutte de salive ou une miette de nourriture qui atteint les récepteurs de la partie postérieure du pharynx. Cette étape est involontaire. Elle est réglée par le centre de la déglutition situé dans le tronc cérébral.

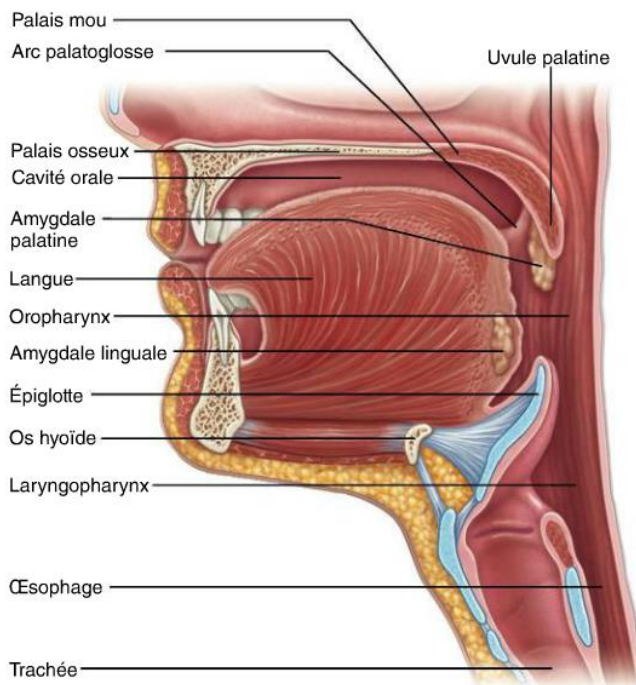
Les aliments solides et semis-solides prennent de 4 à 8 secondes pour se rendre jusqu'à l'estomac par gravité et péristaltisme. En ce qui concerne les liquides, ils prennent 1 à 2 secondes avant de se rendre à l'estomac par gravité.



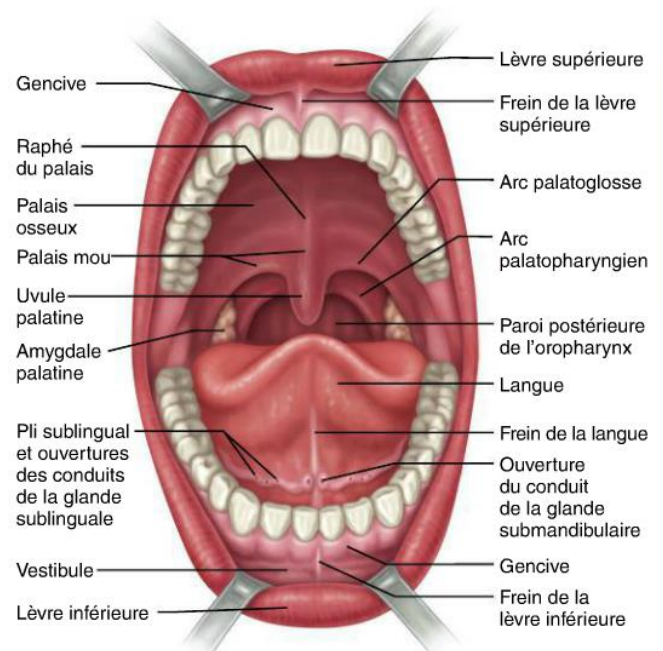
LE TUBE DIGESTIF

Comme mentionnée plus haut, le tube digestif est subdivisé en plusieurs parties soit la bouche, le pharynx, l'œsophage, l'estomac, l'intestin grêle et le gros intestin. Le tube digestif comprend aussi des glandes annexes comme les dents, la langue, les glandes salivaires, le foie, la vésicule biliaire et le pancréas.

La bouche : La bouche est la première partie du tube digestif. Il s'agit de la porte d'entrée des aliments. Elle permet l'*ingestion* des aliments. Elle contient la langue et les dents. Sur la langue, il y a les papilles gustatives qui permettent de goûter. Aussi, les glandes salivaires déversent la salive dans la bouche. Cela permet le début de la *digestion chimique*. Avec la mastication, il y a aussi le début de la *digestion mécanique*. Finalement, la déglutition permet de *propulser* la nourriture.

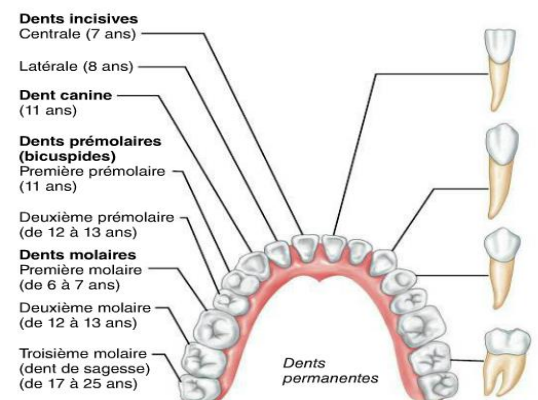


(a) Coupe sagittale médiane de la cavité orale et du pharynx

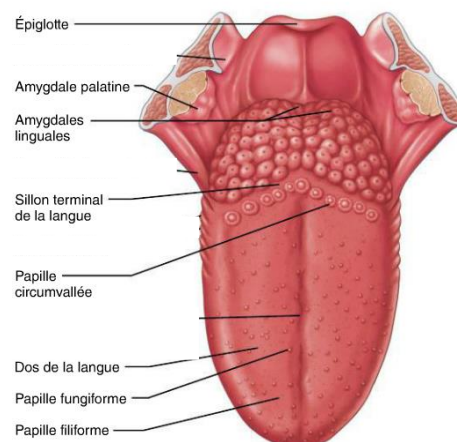


(b) Vue antérieure

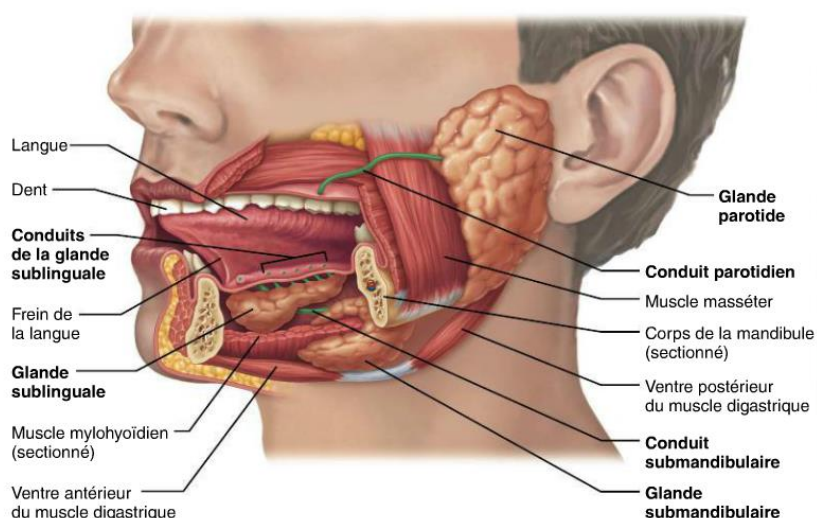
Les dents : Les dents se trouvent dans la bouche. Les dents font parties des organes annexes du système digestif. Elles servent à couper et à broyer les aliments par la mastication. Ainsi, elles permettent d'augmenter la surface de contact entre la nourriture et les enzymes. Cela facilite l'action des enzymes. Il y a quatre types de dents, soit les incisives, les canines, les prémolaires et les molaires.



La langue : La langue fait partie des organes annexes du système digestif. Au cours de la mastication, elle malaxe la nourriture et la replace constamment entre les dents. Ses mouvements permettent aussi de mélanger les aliments avec la salive. Cela forme le bol alimentaire. La langue amorce la déglutition en poussant le bol alimentaire vers l'oropharynx. Outre ses rôles dans l'activité du système digestif, la langue permet une bonne élocution et de goûter aux aliments.



Les glandes salivaires : Les glandes salivaires font parties des organes annexes du système digestif. La plus grande partie de la salive (90%) est produite par trois glandes salivaires majeurs, soit la parotide, la glande sublinguale et la glande submandibulaire. Ces glandes salivaires se situent à l'extérieur de la cavité orale mais elles y déversent leurs sécrétions. Il existe plusieurs glandes salivaires mineures qui sont dispersées dans la muqueuse orale. Ces glandes ne produisent que 10% de la salive. Toutes les glandes salivaires sont des glandes exocrines.

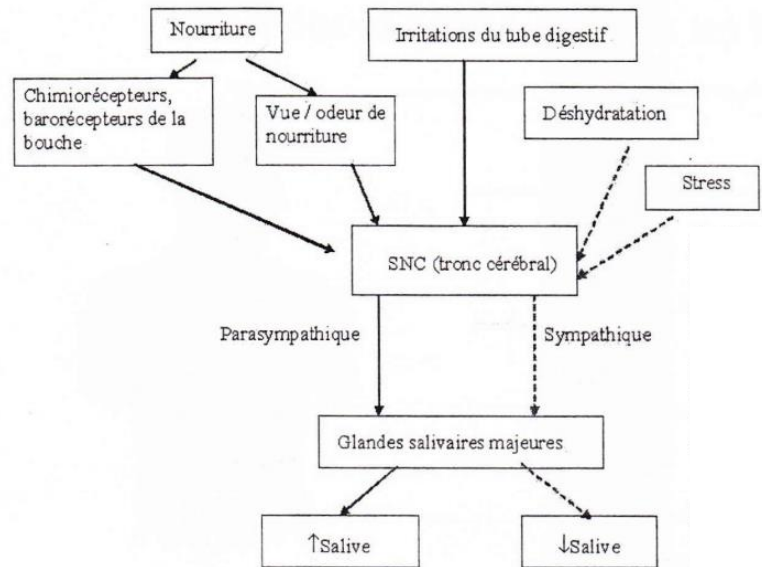


- **La salive :** La salive est sécrétée de manière continue par les glandes salivaires. Les glandes salivaires produisent entre un et deux litres de salive par jour. Cela permet de lubrifier les muqueuses de la bouche et de faciliter la déglutition. La salive a plusieurs fonctions. Elle nettoie la bouche et tamponne les substances chimiques restantes. Elle dissout les constituants chimiques présents dans la nourriture pour qu'ils puissent être goûtés. Elle humecte les aliments et contribue à la formation du bol alimentaire. Elle contient les enzymes qui amorcent la digestion chimique des féculents (amidon).
- **Composition de la salive :** La salive a un pH légèrement acide, soit de 6,75 à 7. Elle est majoritairement composée d'eau (97 à 99,5%). Elle contient des électrolytes comme Na^+ , Cl^- , PO_4^- , HCO_3^- et K^+ . Il y a, dans la salive, deux enzymes qui participent à la digestion chimique, soit l'*amylase salivaire* qui digère l'amidon (sucre) et la *lipase linguale* qui digère une petite partie des lipides. On y retrouve également de la *mucine*. Il s'agit d'un mucus qui lubrifie la bouche et humecte les aliments. Finalement, on y retrouve des *anticorps* et des *lysozymes*. Les lysozymes sont des enzymes qui inhibent la croissance bactérienne et qui prévient la carie dentaire.

➤ **Régulation de la salive :** La sécrétion de la salive est régulée par le système nerveux central. La sécrétion de salive est activée par plusieurs choses.

- La pensée de nourriture
- La faim
- La vision, l'odeur et le son des aliments
- La présence d'aliments dans la bouche
- L'irritation des voies digestives supérieur

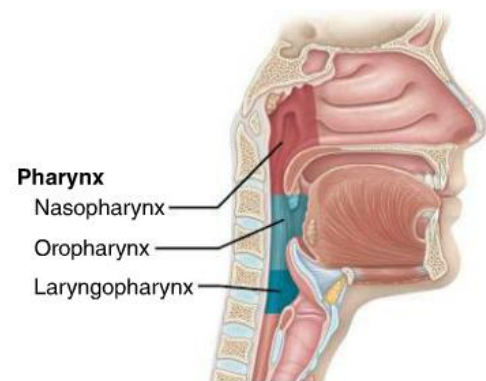
La sécrétion de salive est inhibée par le stress et la déshydratation.



Les oreillons : Il s'agit d'un déséquilibre homéostatique au niveau des glandes salivaires et, plus précisément, des glandes parotides. Les oreillons sont une inflammation des glandes parotides causée par un virus nommé myxovirus. Cette maladie se transmet d'une personne à l'autre par la salive. Elle est surtout présente chez les enfants. De nos jours, elle est plutôt rare. Cela est dû à l'administration systématique du vaccin RRO (rougeole-rubéole-oreillons). Les signes et symptômes sont des douleurs lors de la mastication et de l'ouverture de la bouche, une fièvre légère et de la douleur lorsqu'on avale des aliments acides. Chez l'homme, dans 25% des cas, les testicules sont atteints. Cela peut entraîner la stérilité.



Le pharynx : Le pharynx fait partie du tube digestif. Il se divise en trois parties, soit le nasopharynx, l'oropharynx et le laryngopharynx. Dans le nasopharynx, il y a le passage de l'air. Il ne joue donc aucun rôle dans la digestion. Pour ce qui est de l'oropharynx et du laryngopharynx, ils sont des passages communs pour la nourriture, les liquides et l'air. Les muscles du pharynx jouent un rôle dans la déglutition. En gros, le pharynx permet la *propulsion* du bol alimentaire grâce à la déglutition et au péristaltisme.



(c) Régions du pharynx

L'œsophage : L'œsophage est un tube musculéux d'environ 25 cm de long. Il transporte le bol alimentaire du pharynx à l'estomac par péristaltisme. Il a donc une fonction de *propulsion*. Il est mou et s'affaisse donc lorsqu'il ne propulse pas d'aliments. Dans l'œsophage, il n'y a pas de modification des aliments, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de digestion chimique ni mécanique. Il sert donc uniquement pour le transport du bol alimentaire. Il sécrète du mucus afin de lubrifier ses parois et de faciliter la propulsion. L'œsophage possède deux sphincters qui interviennent dans la déglutition, soit le sphincter œsophagien supérieur et le sphincter œsophagien inférieur. Ces sphincters s'ouvrent pour laisser passer le bol alimentaire. D'ailleurs, nous avons vu plus haut, leur rôle dans la déglutition.

Reflux gastro-œsophagien : Il s'agit d'un déséquilibre relié à l'œsophage. Ce trouble est dû à une mal fonction du sphincter œsophagien inférieur. Il y aurait effectivement une fermeture inadéquate de ce dernier ce qui crée un reflux de l'acide gastrique en provenance de l'estomac. Le sphincter se relâche sans qu'il y ait arrivée de nourriture dans l'œsophage. C'est pourquoi le contenu gastrique peut refluer dans l'œsophage. L'œsophage n'étant pas protégé par l'acide contenu dans l'estomac, ces reflux causent l'irritation de l'œsophage. Il y a plusieurs facteurs aggravants comme le fait de trop manger et/ou de trop boire, l'obésité, la grossesse et certains aliments comme l'alcool, le café, le gras et les substances acides. Les reflux gastro-œsophagiens sont très fréquents chez les gens ayant une hernie hiatale. Selon la gravité, on le traite avec des antiacides, des antagonistes de l'histamine ou des inhibiteurs d'acides. Les antagonistes de l'histamine bloquent la formation d'acide.

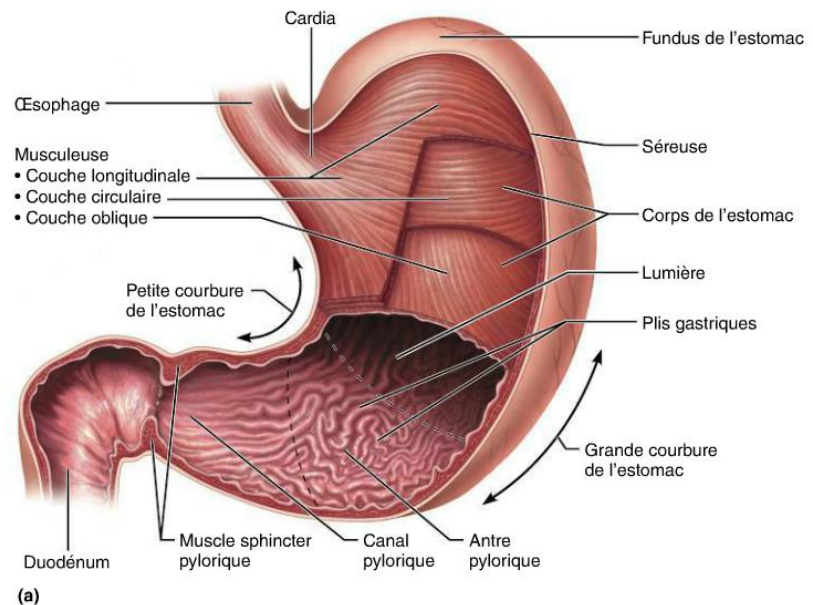
L'estomac : L'estomac fait partie du tube digestif. Il s'agit d'un réservoir temporaire où la dégradation chimique des protéines commencent et où le bol alimentaire est transformé en une bouillie crémeuse qu'on appelle chyme. L'estomac peut se distendre. Le bol alimentaire y pénètre grâce à l'ouverture du sphincter œsophagien inférieur. L'estomac participe à la *digestion mécanique* grâce à son pétrissage, à la *digestion chimique* des protéines et un peu à l'*absorption* de substances comme l'alcool, les médicaments et l'eau. Ensuite, il y a sortie du chyme acide vers le duodénum par le sphincter pylorique. L'estomac fait donc également de la *propulsion* par péristaltisme. Ainsi, l'estomac contribue à toutes les activités du système digestif à l'exception de l'ingestion et de la défécation.

Digestion chimique dans l'estomac : Dans l'estomac, c'est le début de la digestion des protéines par la pepsine. Cette enzyme a une activité maximale à un pH très acide, soit d'environ 2. La pepsine est produite à partir du pepsinogène qui est la forme inactive. Le pepsinogène, par ailleurs, est activé par le HCl et par la pepsine. Que la pepsine soit d'abord sécrétée sous forme inactive permet de protéger la muqueuse. Dans l'estomac, il y a aussi production de lipase gastrique, une enzyme qui fragmente les triglycérides du lait. Cette

enzyme dégrade 15% des lipides. Bien qu'il ait beaucoup de digestion dans l'estomac, il n'y a que très peu d'absorption. En effet, l'estomac n'absorbe qu'un peu d'eau, d'ions, d'acides gras, des médicaments et d'alcool.

Histologie de la paroi de l'estomac :

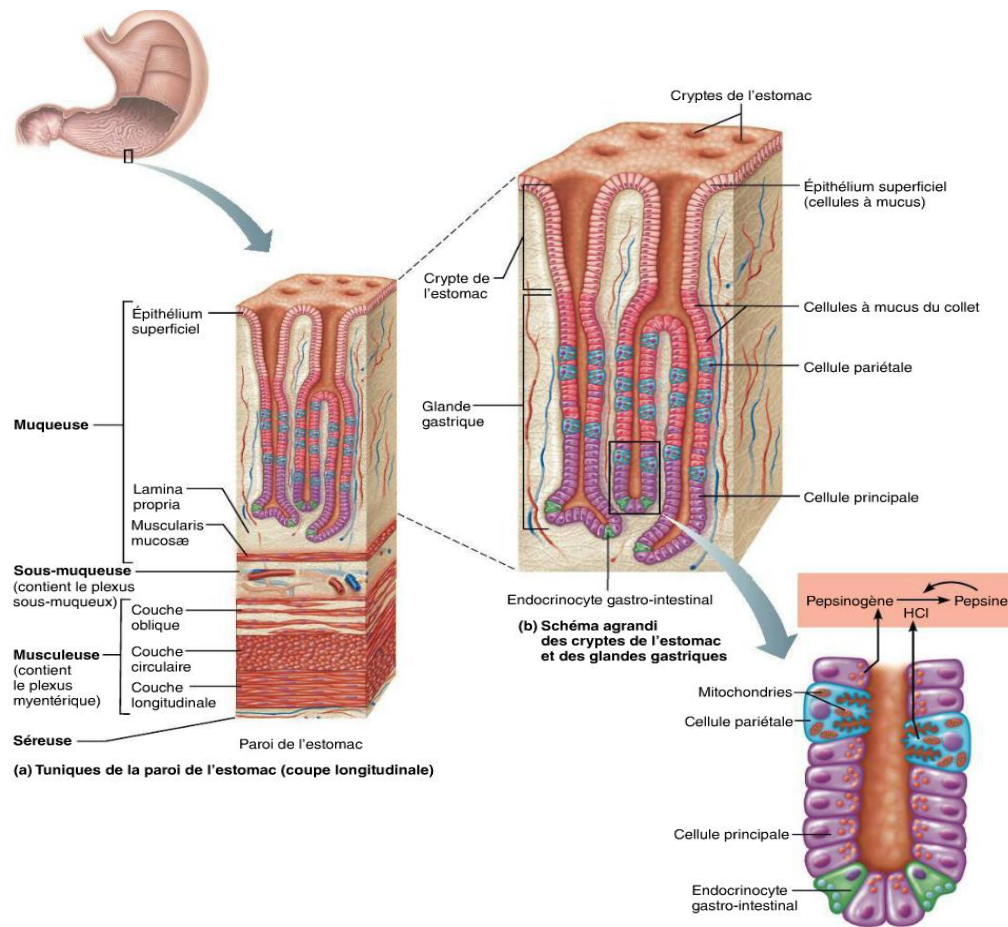
La paroi de l'estomac comprend quatre couches concentriques comme le reste du tube digestif, soit la muqueuse, la sous-muqueuse, la musculuse et la séreuse. Ce qui différencie la paroi de l'estomac est la tunique de la musculuse. En effet, cette dernière possède une couche de plus de muscle que le reste de la paroi du tube digestif. Elle comprend donc, la couche circulaire, la couche longitudinale et la couche oblique. Cette couche de muscle supplémentaire permet de remuer, de brasser, de déplacer et de pétrir le bol alimentaire. Aussi, la muqueuse de



l'estomac, comme toutes les muqueuses, comprend l'épithélium, la lamina propria (lame basale) et la muscularie mucosae. Dans l'épithélium de la muqueuse, on retrouve plusieurs types de cellules glandulaires, soit les cellules caliciformes, les cellules à mucus, les cellules pariétales, les cellules principales et les endocrinocytes gastro-intestinales.

- Les cellules caliciformes : Elles produisent et sécrètent un mucus alcalin, épais et protecteur. On les retrouve au niveau des cryptes de l'estomac.
- Les cellules à mucus : Elles produisent un mucus différent de celui des cellules caliciformes, dans le sens où il est légèrement acide. La fonction de ce mucus est inconnue. On les nomme aussi cellule à mucus du collet.
- Les cellules pariétales : Elles produisent l'acide chlorhydrique (HCl) et du facteur intrinsèque. L'acide chlorhydrique formé par ces cellules rend le pH du contenu stomacal extrêmement acide. Cela permet l'activation de la pepsine, une enzyme qui digère les protéines. L'acidité contribue aussi à la digestion en dénaturant les protéines et en dégradant la paroi cellulaire des végétaux.. En ce qui concerne le facteur intrinsèque, il s'agit d'une glycoprotéine qui rend possible l'absorption de la vitamine B12 dans l'intestin grêle.
- Les cellules principales : Elles se trouvent dans les régions les plus profondes des glandes gastriques. Elles produisent le pepsinogène, soit la forme inactive de la pepsine. Le pepsinogène est activé au contact du HCl qui se trouve dans la région apicale de la glande. Les cellules principales sécrètent également des lipases, des enzymes qui digèrent les lipides.

- Les endocrinocytes gastro-intestinaux : Elles libèrent divers messagers chimiques (hormones) dans le liquide interstitiel de la lamina propria (lame basale). Ces hormones sont, entre autres, la gastrine, l'histamine et la sérotonine.



Les hormones produites par l'estomac : Comme nous venons de le mentionner, certaines cellules de l'estomac produisent des hormones, soit les endocrinocytes gastro-intestinaux. Il y avait, notamment la gastrine, la sérotonine et l'histamine.

- La gastrine : La production de gastrine est stimulée par la présence d'aliments dans l'estomac et des influx nerveux dans les neurofibres de l'estomac par l'acétylcholine. La gastrine a plusieurs effets sur divers organes :
- *Estomac* : La gastrine agit sur l'estomac en stimulant la sécrétion des glandes gastrique. Elle stimule surtout la sécrétion de HCl par les cellules pariétales. De plus, la gastrine stimule l'évacuation du contenu de l'estomac vers l'intestin grêle.
 - *Intestin grêle* : La gastrine agit sur l'intestin grêle en stimulant la contraction des muscles lisses de sa paroi.
 - *Gros intestin* : La gastrine agit sur le gros intestin. Elle détend la valve iléo-caecale et stimule les mouvements de masse du chyme intestinal.

- La sérotonine : La production de sérotonine est stimulée par la présence d'aliments dans l'estomac. La sérotonine agit sur l'estomac en déclenchant la contraction des muscles lisses de la musculature de l'estomac. Cela provoquent l'activité motrice de l'estomac, dont le pétrissage et le péristaltisme.
- L'histamine : La production d'histamine est stimulée par la présence d'aliments dans l'estomac. L'histamine agit sur l'estomac de sorte à ce que les cellules pariétales secrètent davantage de HCl.

Le suc gastrique : Il s'agit de l'ensemble des sécrétions de l'estomac. Le suc gastrique comprend du *mucus* qui hydrate les parois de l'estomac et qui les protège de la pepsine et du HCl. Sans ce mucus, il y aurait une autodigestion de l'estomac. On y retrouve également de l'*acide chlorhydrique (HCl)*. Cela maintient le pH de l'estomac entre 1,5 et 3,5. Le HCl permet de transformer le pepsinogène en pepsine, ce qui permet le début de la digestion chimique des protéines. Aussi, le HCl est bactéricide et tue la majeure partie des bactéries. Dans le suc gastrique, il y a aussi le pepsinogène. Le pepsinogène est la forme inactive de la pepsine. Il se transforme en pepsine au contact du HCl. Finalement, le suc gastrique contient le facteur intrinsèque qui permet l'absorption de la vitamine B12 dans l'intestin grêle.

La pepsine coupe les liens peptidiques des protéines. Elle transforme donc les protéines en polypeptides.

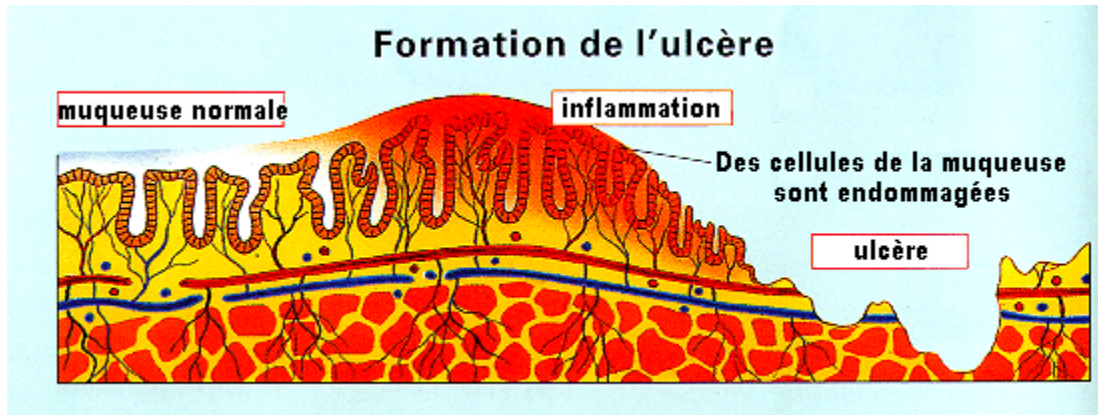
Barrière muqueuse : La muqueuse de l'estomac est exposée à des conditions qui comptent parmi les plus rudes dans tout le tube digestif. En effet, le suc gastrique est un acide corrosif et ses enzymes pourraient digérer l'estomac lui-même. C'est pourquoi l'estomac se protège en créant une barrière muqueuse composée de trois éléments.

- Une épaisse couche de mucus : Sur la paroi de l'estomac, une épaisse couche de mucus alcalin se forme. Ce mucus est alcalin, car il est riche en ion bicarbonate (HCO_3^-). Cela permet de contrer un peu l'effet acide du suc gastrique.
- Jonctions serrées : Les cellules épithéliales de la muqueuse sont reliées entre elles par des jonctions serrées. Cela empêche le suc gastrique de s'introduire dans les couches de tissu plus profondes.
- Renouvellement de l'épithélium : Les cellules épithéliales de la muqueuse qui sont endommagées sont rapidement éliminées et remplacées par la division des cellules souches. L'épithélium se renouvelle complètement tous les trois à six jours.

Déséquilibres homéostatiques de l'estomac : L'intégralité de la barrière muqueuse est extrêmement importante.

- Gastrite : Tout agent qui brise la continuité de la barrière muqueuse provoque une inflammation de la paroi de l'estomac. On appelle cette affection la gastrite. Le HCl irrite les cellules de la muqueuse gastrique.

- Ulcère : Une lésion persistante des tissus entraîne une dégradation de l'épithélium par le HCl et la pepsine.
- Perforation de la paroi de l'estomac : Si l'inflammation persiste encore, l'ulcère peut entraîner une perforation de la paroi de l'estomac. Cela peut entraîner une



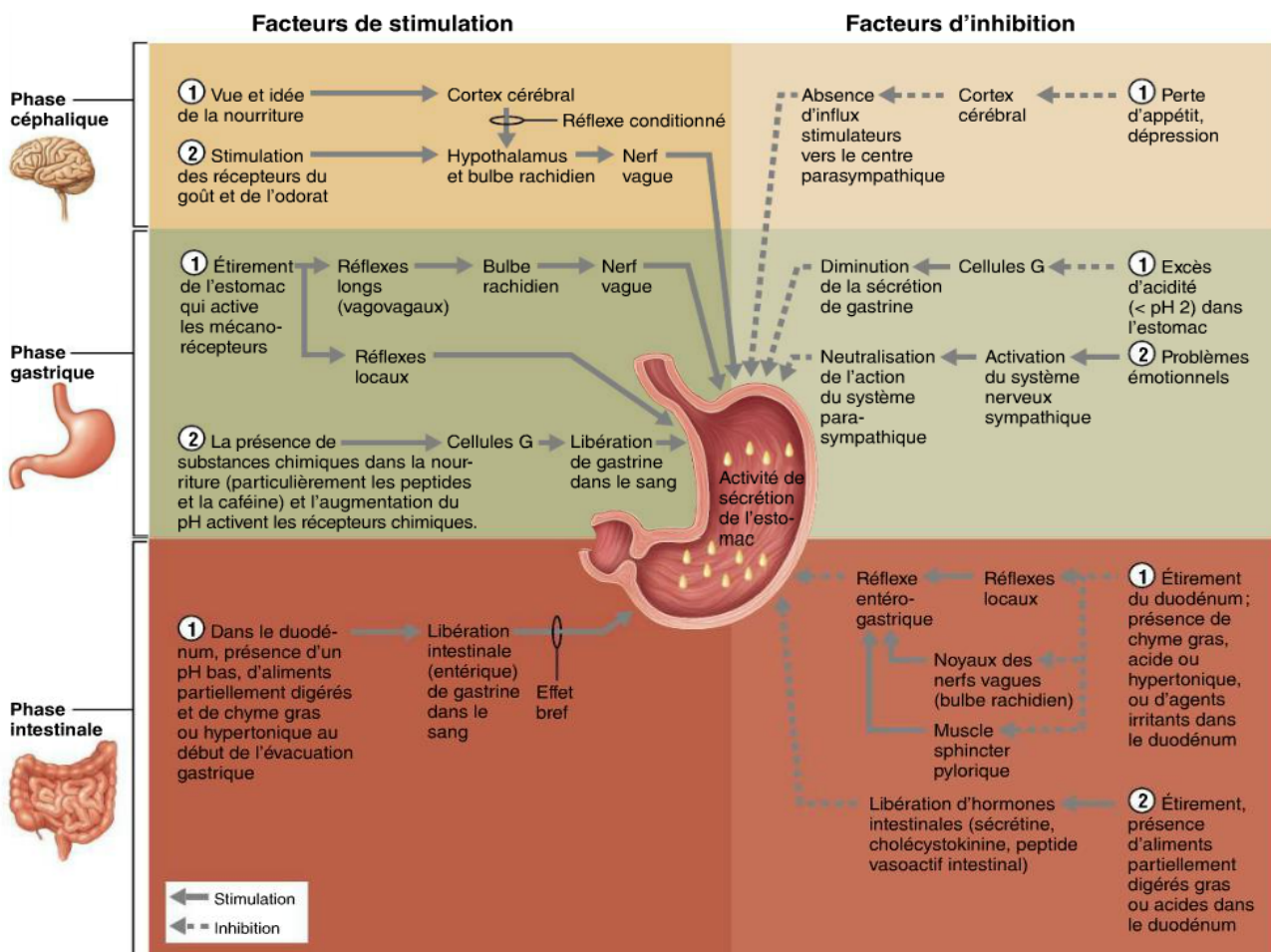
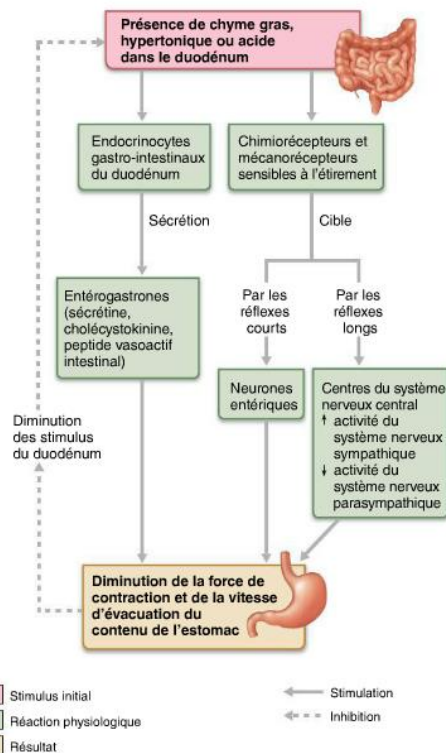
péritonite ou une hémorragie. Il y a perforation des quatre (4) couche de la paroi de l'estomac et le HCl et la pepsine se déversent dans l'estomac.

La barrière muqueuse peut être lésée lorsqu'il y a moins de mucus et/ou plus de HCl. Cela est majoritairement causé par la prise d'anti-inflammatoire non stéroïdiens comme les ibuprofènes et la bactérie *Helicobacter pylori*, mais ça peut également être causé par le stress, le tabagisme, l'alcool, etc. La bactérie *Helicobacter pylori* est une bactérie qui mange le milieu dans lequel elle vit. Aussi, elle n'est pas sensible au HCl.

Régulation de la sécrétion des sucs gastriques : La digestion chimique par la sécrétion gastrique et la digestion mécanique de l'estomac sont contrôlées par des mécanisme nerveux et hormonaux selon trois (3) phases distinctes, soit la phase céphalique, la phase gastrique et la phase intestinale.

- La phase céphalique : La phase céphalique est stimulée par le goût, l'odeur, la vue ou même la pensée de la nourriture. Il s'agit d'un réflexe conditionné.
- La phase gastrique : La phase gastrique est stimulée par la présence du bol alimentaire dans l'estomac.
- La phase intestinale : La phase intestinale est stimulée par la présente du chyme dans l'intestin. La phase intestinale se fait en deux parties antagonistes. Premièrement, lorsqu'une petite quantité d'aliments partiellement digérés passent de l'estomac au duodénum de l'intestin grêle, les cellules de la paroi sont étirées. Cet étirement entraîne la libération de gastrine intestinale dans le sang. La gastrine intestinale maintient l'activité de sécrétion des glandes gastrique. Cela augmente la sécrétion de HCl et de pepsinogène. Cet effet excitateur est bref. En effet, lorsque l'intestin se trouve étiré par le chyme, il y a le réflexe entérogastrique. Deuxièmement, le réflexe entérogastrique est un frein de l'activité gastrique qui

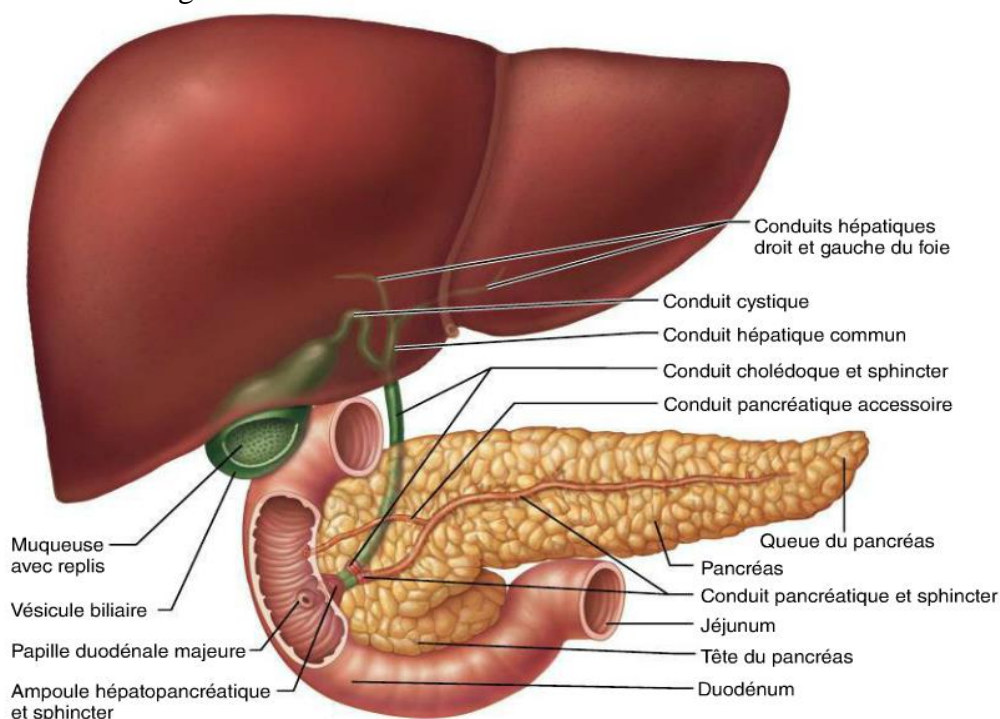
protège la muqueuse du duodénum du pH acide du chyme. Ça permet aussi d'ajuster la quantité de chyme pouvant être digéré à un moment donné. Ainsi le passage du chyme ne se fait qu'en petites quantités. Le réflexe entérogastrique entraîne trois réflexes, soit l'inhibition des noyaux des nerfs vagues dans le bulbe rachidien, l'inhibition des réflexes locaux et l'activation des neurofibres sympathiques. Ces trois réflexes resserrent le muscle sphincter pylorique. Cela empêche l'entrée de d'autre chymes, freinent la sécrétion gastrique et permet la digestion. Lorsque le chyme étire la paroi du duodénum, il y a libération de sécrétine et de cholécystokinine (CKK). Cela ralentit les contractions de l'estomac.



Le vomissement : Le vomissement est un déséquilibre homéostatique. De nombreux facteurs peuvent contribuer au vomissement mais les facteurs principaux sont les étirements extrêmes de l'estomac ou de l'intestin ainsi que la présence d'agents irritants dans l'estomac ou l'intestin comme des toxines bactériennes, l'alcool, les aliments épicés, les taux élevés d'hormones, etc. En effet, ces facteurs stimulent le centre du vomissement situé dans le bulbe rachidien. Le vomissement est un acte involontaire demandant. D'abord, il y a contraction du diaphragme et des muscles abdominaux. Cela fait augmenter la pression intraabdominale. Cette augmentation de pression entraîne le relâchement du sphincter œsophagien inférieur. Le palais mou s'élève alors pour fermer les voies nasales. Et puis, BOOM! Le contenu de l'estomac passe par l'œsophage, le pharynx et sort par la bouche.

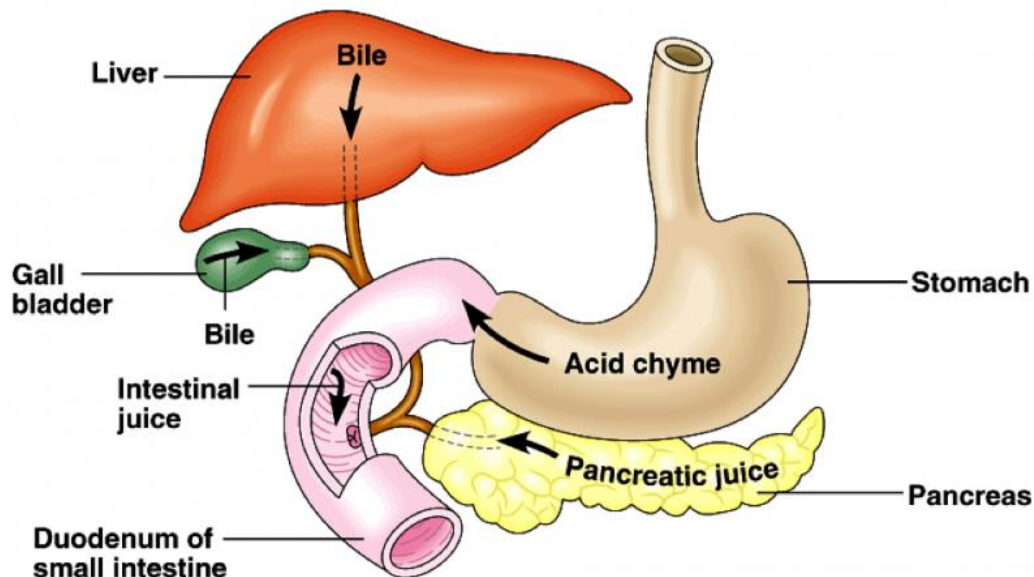
L'intestin grêle : L'intestin grêle fait partie du tube digestif. L'intestin grêle est le principal organe de la digestion.

Anatomie macroscopique : Il se trouve après l'estomac. Il s'agit d'un tube de 2,5 à 4 cm de diamètre. Il va du sphincter pylorique à la valve iléocœcale. La longueur cadavérique de l'intestin grêle varie de 6 à 7 mètres de long! Autrement, chez une personne vivante, l'intestin grêle a une longueur entre 2 et 4 mètres. L'intestin grêle comprend trois parties, soit le duodénum, le jéjunum et l'iléum. Le duodénum mesure 25 cm, le jéjunum 2,5 mètres et l'iléum 3,6 mètres. L'intestin grêle fonctionne de pair avec le foie et le pancréas. Ceux-ci déversent leurs sécrétions dans le duodénum. Il s'agit de la bile et du suc pancréatique qui permettent la digestion.



Le duodénum : Le duodénum est la première partie de l'intestin grêle. Il est le premier à recevoir le chyme de l'estomac. Il doit avoir un pH alcalin. En effet, un pH alcalin favorise l'activation des enzymes digestives présentes dans le duodénum. Un pH alcalin facilite aussi l'émulsification des graisses. Finalement, un pH alcalin empêche la formation d'ulcère dans le duodénum à cause du chyme acide. Aussi, comme mentionné plus haut, chaque contraction musculaire de l'estomac pousse une petite quantité de chyme à traverser le sphincter pylorique pour aller dans le duodénum, le début de l'intestin grêle. Le duodénum est l'endroit où la majorité de la digestion chimique se fait grâce aux enzymes digestives des glandes annexes. En effet, le duodénum reçoit les sécrétions du foie, soit la bile et les sécrétions du pancréas, soit le suc pancréatique.

L'émulsification des graisses se fait par la bile. Il s'agit de la fragmentation des graisses en plus petits amas plus facile à attaquer par les enzymes. L'émulsification des graisses permet donc d'augmenter la surface de contact.



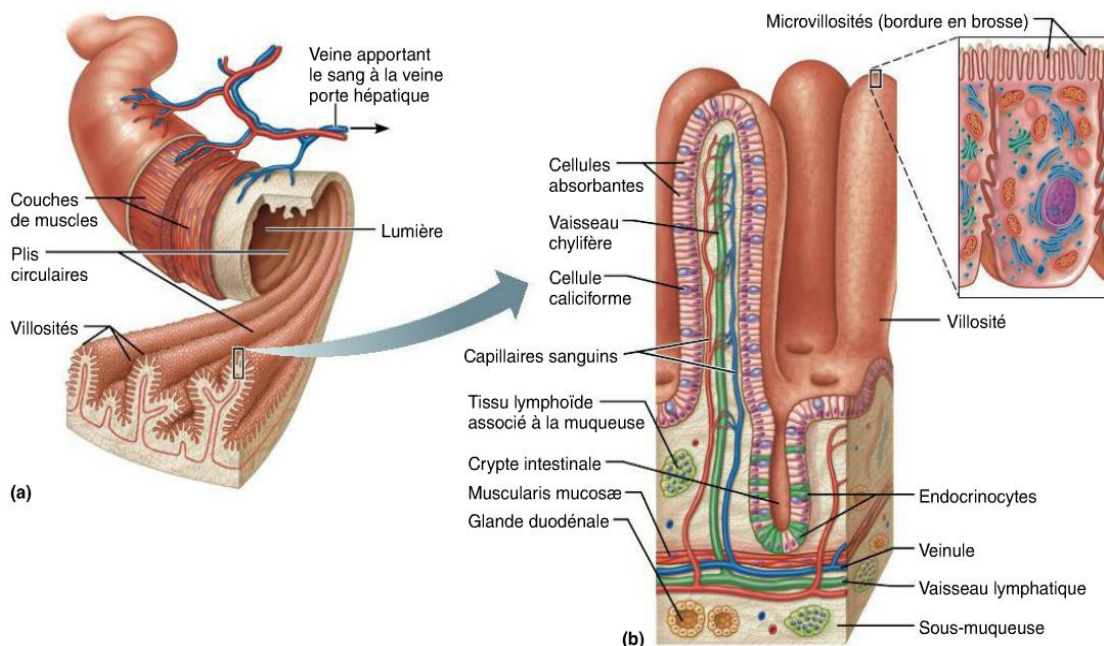
Les fonctions de l'intestin grêle : L'intestin grêle occupe plusieurs fonctions.

- Propulsion : L'intestin grêle propulse le chyme par *péristaltisme*.
- Digestion mécanique : L'intestin grêle fait de la digestion mécanique par *segmentation*. En effet, il broie et brasse le chyme. Cela favorise le mélange des sucs digestifs avec la nourriture et, donc, favorise la digestion chimique. De plus, la segmentation faite par l'intestin grêle favorise le contact entre la muqueuse et le chyme, ce qui augmente l'absorption. La digestion mécanique est également faite par le foie. En effet, le foie produit et déverse la bile dans le duodénum. La bile permet l'*émulsification* des graisses.
- Digestion chimique : Il y a également de la digestion chimique dans l'intestin grêle. La digestion chimique est faite par le suc intestinal et le suc pancréatique.
 - *Le suc intestinal* : L'intestin produit ses propres sécrétions contenant du mucus, de l'eau et des lysozymes et des enzymes digestives. En effet, les cellules de la bordure en brosse sécrètent des enzymes digestives qui

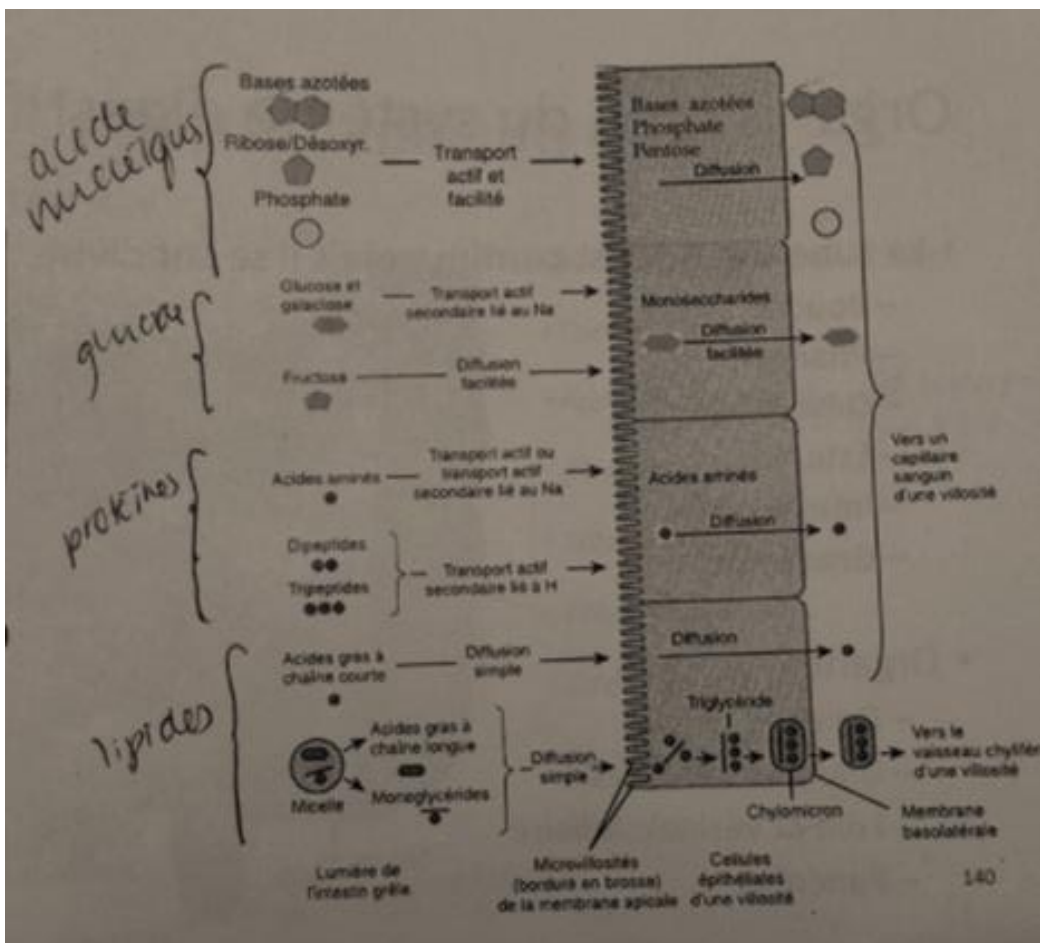
permettent la digestion de glucides, de protéines et d'acides nucléiques. Le pH du suc intestinal est légèrement basique, soit entre 7,4 et 7,8.

- *Le suc pancréatique* : Le suc pancréatique est déversé dans le duodénum par le pancréas. Le suc pancréatique contient de l'eau, des électrolytes comme l'ion bicarbonate (HCO_3^-) et des enzymes digestives qui digèrent les glucides, les protéines, les lipides et les acides nucléiques. Le suc pancréatique a un pH légèrement basique, soit de 7,1 à 7,8. Le pH alcalin permet le bon fonctionnement des enzymes ainsi que la neutralisation de l'acidité du chyme.
- Absorption : L'intestin grêle est responsable de presque toutes l'absorption des nutriments et de l'eau.

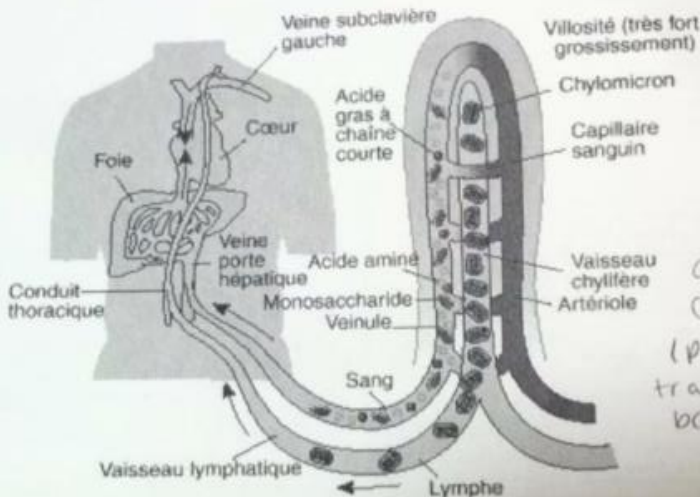
Relation entre la structure et la fonction : L'intestin grêle est parfaitement adapté à sa fonction d'absorption de nutriments. En effet, tout est fait pour augmenter la surface de contact du chyme avec les enzymes digestives et avec les cellules de la bordure en brosse. Cela a pour effet d'augmenter la surface d'absorption et la digestion. La surface de contact est augmentée grâce à quatre particularités de l'intestin grêle. Tout d'abord, il y a la *longueur* de l'intestin grêle qui fait de deux (2) à quatre (4) mètres de long. Aussi, on retrouve sur la paroi de l'intestin grêle tout plein de *plis circulaires*. Il s'agit de repliements multiples de la muqueuse. Ensuite, dans chaque pli circulaire, on retrouve plein de *villosités*. Les villosités sont également des replis de la paroi. Finalement, sur chaque villosité, on retrouve des *microvillosités*. Il s'agit de la bordure en brosse.



L'absorption :



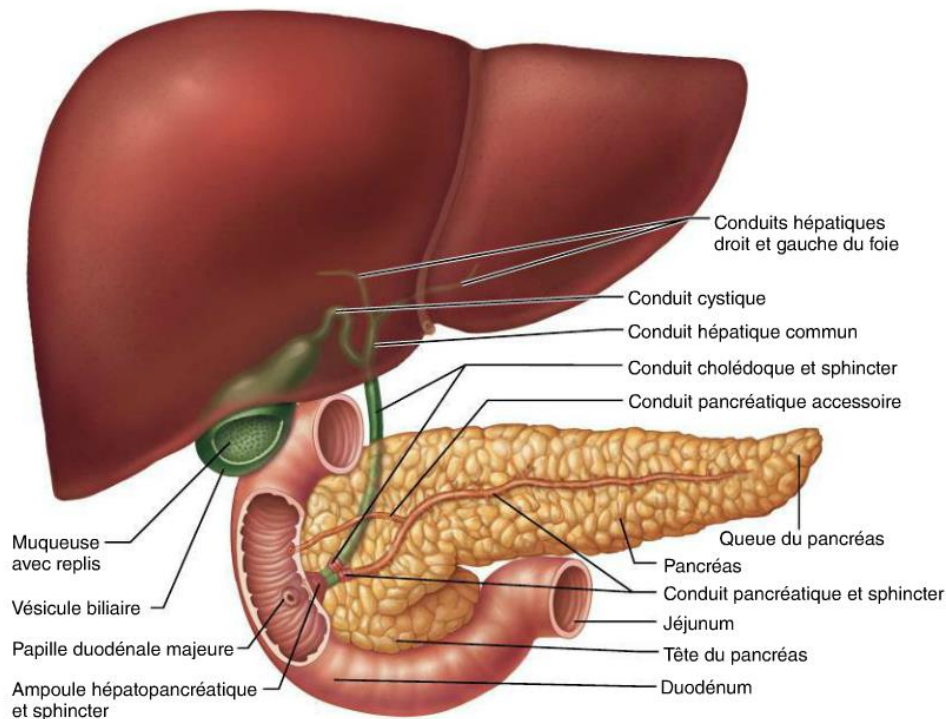
Intestin grêle - Absorption



abs. des chylomicron (protéine de transport + bcq triglycéride)

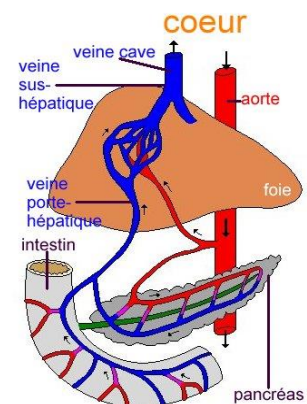
la lymphe est donc grasse → transport lipide.

Le foie : Le foie est un organe annexe du système digestif.



Les fonctions du foie : Le foie possède pleins de fonctions. Il *produit la bile* et la sécrète dans le duodénum. La bile permet l'émulsification des graisses. Il s'agit là de la seule fonction digestive. Le foie *métabolise les glucides, les lipides et les protéines*. Par exemple, il transforme le glucose excédentaire en glycogène et en graisse, il fait une mise en réserve des glycogènes et de lipide, etc. Le foie joue un rôle dans la *formation des protéines plasmatiques* telles que l'albumine, les protéines de transports, les facteurs de coagulation, les enzymes sériques, etc. Le foie *métabolise également l'alcool et les médicaments*. C'est lui qui les désactive. Il fait une *mise en réserve des vitamines et des minéraux*. Il permet *l'activation de la vitamine D* afin de promouvoir l'absorption du calcium. Finalement, il permet *l'excrétion de la bilirubine*.

Vascularisation du foie : Le foie est super bien vascularisé. C'est une des raisons que le foie possède certaines fonctions. D'ailleurs, la veine porte relie le foie à l'estomac, à la rate, au pancréas et à l'intestin grêle. Étant donné que la principale fonction du foie est de filtrer et de traiter le sang chargé de nutriments qui lui parvient, le fait qu'il soit très vascularisé est très fonctionnel.



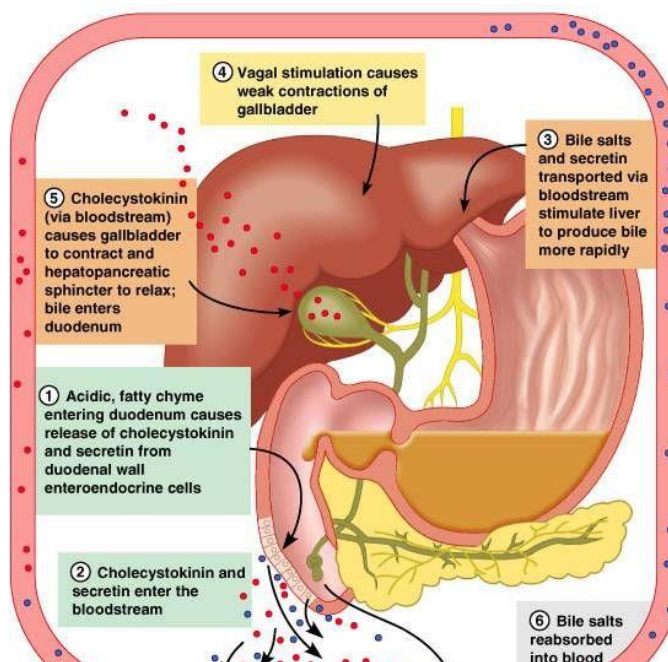
Vésicule biliaire : La vésicule biliaire emmagasine la bile produite par les hépatocytes lorsque celle-ci n'est pas immédiatement nécessaire à la digestion. La vésicule biliaire concentre aussi la bile en absorbant une partie de son eau et de ses ions. La bile est déversée dans le duodénum lorsque du chyme gras y est présent. Cela a pour but l'émulsion des graisses. La vésicule biliaire est une poche musculuse à paroi mince.

Composition de la bile : La bile est une solution alcaline vert jaunâtre qui contient des sels biliaires, des pigments biliaires, du cholestérol, des triglycérides, des phospholipides et divers électrolytes. Les substances qui composent la bile sont éliminées dans les selles sauf pour une partie des sels biliaires qui est recyclée.

- **Sels biliaires :** Les sels biliaires constituent près de 50% de tous les solutés de la bile. Ils sont fabriqués à partir du cholestérol. Ils permettent l'émulsion des graisses. Ce qui facilite l'absorption des lipides en augmentant la surface de contact pour les enzymes. Les sels biliaires facilitent également l'absorption des lipides et du cholestérol. Une grande partie des sels biliaires est recyclée et une petite partie est excrétée dans les selles. Ils sont recyclés par un mécanisme appelé cycle entérohépatique. Ce cycle comporte trois phases :
 1. Les sels biliaires sont réabsorbés dans le sang par l'iléum.
 2. Ils sont renvoyés au foie par l'intermédiaire de la circulation porte hépatique.
 3. Ils sont sécrétés de nouveau dans la bile.
- **Pigments biliaires :** Le principal pigment biliaire est la bilirubine. La bilirubine est un résidu du groupement hème de l'hémoglobine formé durant la dégradation des érythrocytes usés. La bilirubine est envoyée au foie. Le foie sécrète ensuite la bilirubine dans la bile qui se retrouve finalement dans les intestins. Les bactéries des intestins transforment la bilirubine en urobilinogène. L'urobilinogène est éliminé en petite quantité par les reins dans l'urine sous forme d'urobiline ce qui donne à l'urine la couleur jaune. La majeure partie de l'urobilinogène est éliminé par le gros intestin dans les selles sous formes de stercobiline. C'est la stercobiline qui donne aux fèces leur couleur brune.

En l'absence de la bile, les fèces sont donc d'un blanc grisâtre et elles présentent des bandes de graisses. En effet, sans bile, il n'y a pas d'émulsion des graisses ni de bilirubine.

Régulation de la sécrétion de bile :



L'hépatite : Il s'agit d'une inflammation du foie. Cette inflammation peut être aiguë ou chronique. L'hépatite est le plus souvent causée par une infection virale. Il existe différents types d'hépatites selon le virus qui en est la cause :

- Virus de l'hépatite A : Il cause une infection plutôt bénigne. C'est par transmission entérique qu'on peut l'attraper. Il y a un vaccin contre cette hépatite.
- Virus de l'hépatite B : C'est une maladie à transmission sanguine, sexuelle et verticale. Dans 5% des cas, elle est chronique. Cela peut mener à une cirrhose ainsi qu'au cancer. Il y a un vaccin contre cette hépatite.
- Virus de l'hépatite C : C'est une affection à transmission sanguine et sexuelle. Il n'y a pas de vaccin pour la prévenir. Dans 80% des cas, elle est chronique. Elle mène à la cirrhose. L'hépatite C augmente également beaucoup les chances d'avoir le cancer.
- Virus de l'hépatite D : Il nécessite la présence du virus de l'hépatite B pour devenir infectieux.
- Virus de l'hépatite E : Il a une transmission entérique. Il est plutôt bénin. Il s'agit majoritairement d'une inflammation aiguë.
- Virus de l'hépatite F : Il est peu connu.

Il y a d'autres causes comme certains médicaments, l'empoisonnement, les maladies auto-immunes et les maladies génétiques.

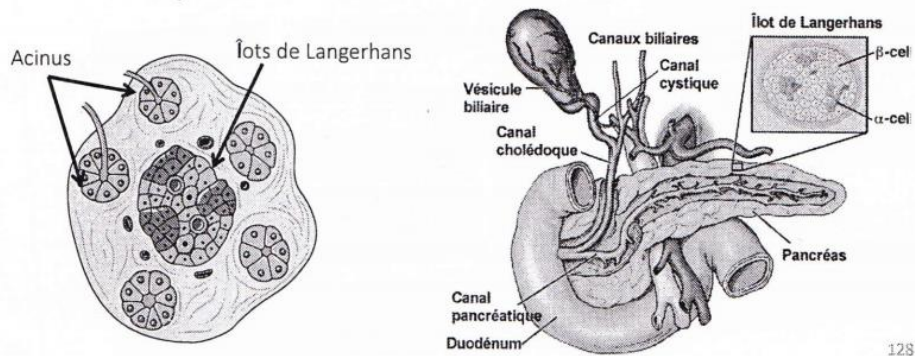
La cirrhose : Il s'agit d'une inflammation chronique progressive du foie. Cela entraîne de la fibrose; les hépatocytes détruits finissent par être remplacés par du tissu conjonctif cicatriciel. C'est donc irréversible. Aussi, ce tissu cicatriciel entraîne une diminution des fonctions du foie. La cirrhose est causée à 85% par l'alcoolisme. Les autres causes communes sont l'hépatite chronique grave (B, C ou B+D), les maladies auto-immunes, la maladie génétique et les médicaments.

Le pancréas : Le pancréas est une glande mixte. Il s'agit d'un organe annexe au système digestif. Il joue un rôle important dans la digestion, car il produit des enzymes qui dégradent tout les types de substances présentes dans les aliments.

Les fonctions du pancréas : Comme mentionné plus haut, le pancréas est une glande mixte. Il a une fonction endocrine et une fonction exocrine.

- Fonction endocrine : Le pancréas produit le glucagon et l'insuline. Cette fonction est assurée par 1% des cellules pancréatiques. Ces cellules sont regroupées en îlots pancréatiques.

- Fonction exocrine : Le pancréas produit le suc pancréatique. Cette fonction est assurée par 99% des cellules pancréatique regroupées en acinus.



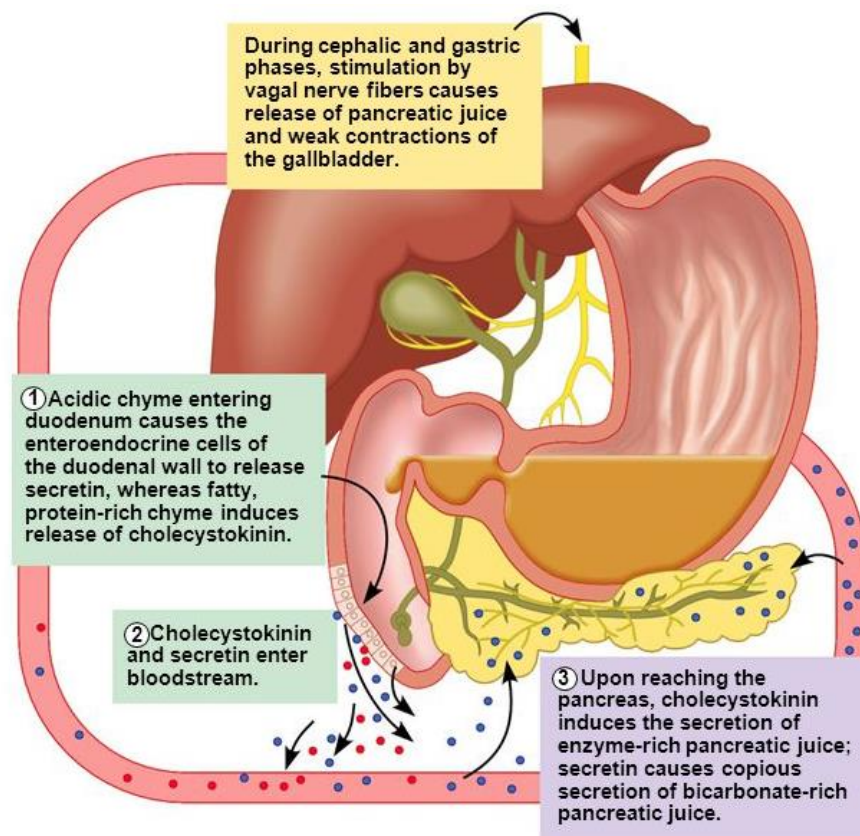
Suc pancréatique : Le suc gastrique est une solution alcaline à un pH d'environ 8. Cela permet de neutraliser le chyme acide en provenance de l'estomac dans l'intestin grêle. Les acinus du pancréas produisent entre 1200 et 1500 mL de suc pancréatique par jour. Le suc pancréatique contient des bicarbonates, de l'eau, des enzymes pancréatiques sous formes inactives et des enzymes pancréatique sous forme active.

- Eau
- Bicarbonate (HCO_3^-) : Les bicarbonates permettent de neutraliser l'acidité du chyme, car ils sont alcalins. Ils sont aussi nécessaires à l'activation des enzymes.
- Enzymes protéases sous leur forme inactives : Il y a, dans le suc pancréatiques, trois (3) enzymes pour la digestion des protéines qui sont sécrétées sous leur forme inactive. Cela permet d'éviter une auto digestion du pancréas.
- Enzymes sous leur forme active : Dans le suc gastrique, il y a trois (3) enzymes sous leur forme activation, soit l'amylase pancréatique, la lipase et la nucléase. L'activité de ses enzymes est maximale au contact de la bile.

Régulation de la sécrétion du suc pancréatique : La régulation de la sécrétion du suc pancréatique se fait principalement de manière hormonale. La sécrétion du suc pancréatique dépend du type de chyme qui rentre dans le duodénum.

- Chyme acide : L'arrivée du chyme acide dans le duodénum et le jéjunum stimule les endocrinocytes de la muqueuse du duodénum et du jéjunum à sécréter la sécrétine. La sécrétine agit sur l'estomac, le pancréas et le foie.
 - *Effet sur l'estomac* : La sécrétine cause une diminution de la sécrétion du suc gastrique et, donc, du HCl. De plus, elle diminue la vidange gastrique en diminuant la motilité. Cela fait en sorte que moins de chyme acide est déversé dans l'intestin grêle et que le chyme acide est légèrement moins acide.

- *Effet sur le pancréas* : La sécrétine entraîne une augmentation de la sécrétion du suc pancréatique riches en ions bicarbonates. Cela a pour effet de neutraliser le chyme acide.
 - *Effet sur le foie* : La sécrétine stimule une hausse de la production de la bile. La bile étant une solution alcaline cela entraîne une neutralisation du chyme acide.
- **Chyme gras** : L'arrivée de chyme gras dans le duodénum et le jéjunum stimule les endocrinocytes de la muqueuse du duodénum et du jéjunum à sécréter la cholécystokinine (CCK). La cholécystokinine (CCK) agit sur le pancréas, le foie et la vésicule biliaire.
- *Effet sur le pancréas* : La cholécystokinine (CCK) stimule une augmentation de la sécrétion du suc pancréatique riche en enzymes digestives. Il y a donc davantage d'enzymes disponibles pour la digestion chimique.
 - *Effet sur le foie et la vésicule biliaire* : La cholécystokinine (CCK) stimule la production et la libération de la bile. Elle entraîne effectivement la contraction de la vésicule biliaire ce qui mène à l'expulsion de la bile. Cela implique qu'il y a davantage de bile présente pour l'émulsification des graisses.



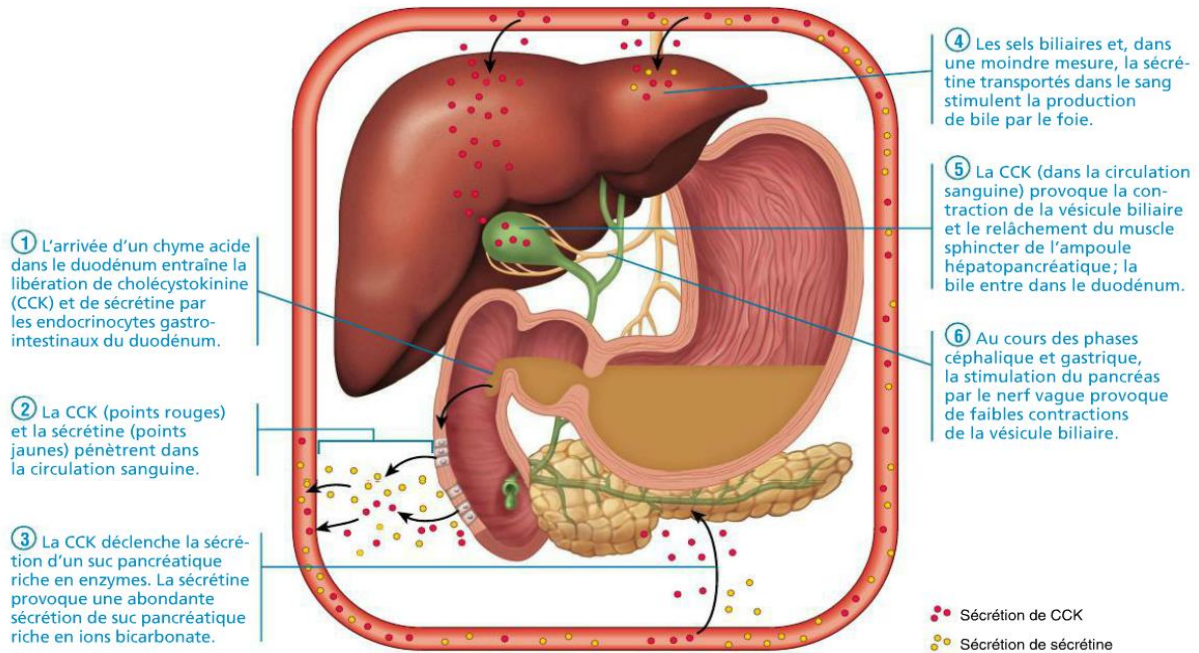


Figure 23.28 Mécanismes favorisant la sécrétion et la libération de la bile et du suc pancréatique. En l'absence de digestion, la bile est emmagasinée et concentrée dans la vésicule biliaire. L'arrivée d'un chyme acide dans l'intestin grêle déclenche plusieurs mécanismes qui stimulent la sécrétion de suc pancréatique et de bile et provoquent la contraction de la vésicule biliaire ainsi que le relâchement du muscle sphincter de l'ampoule hépatopancréatique. La bile et le suc pancréatique peuvent alors se déverser dans l'intestin grêle. La sécrétion de bile est principalement stimulée par l'augmentation de la concentration des sels biliaires dans le cycle entérohépatique.

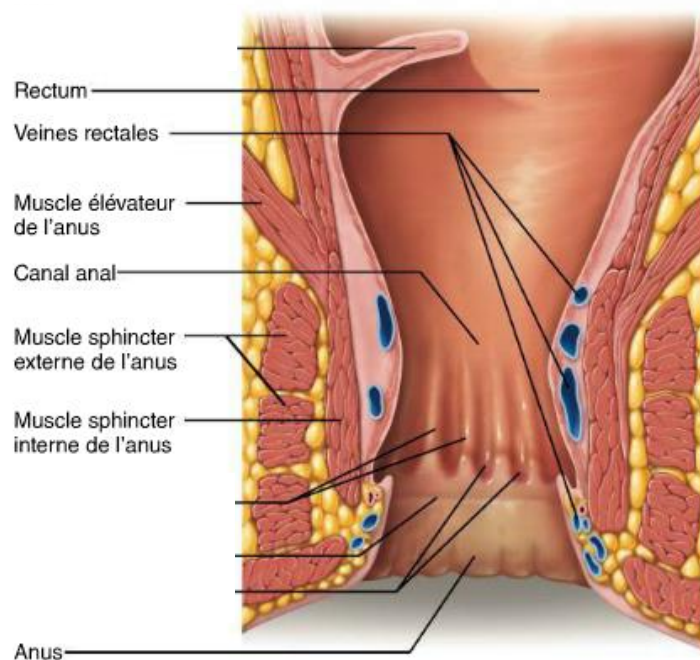
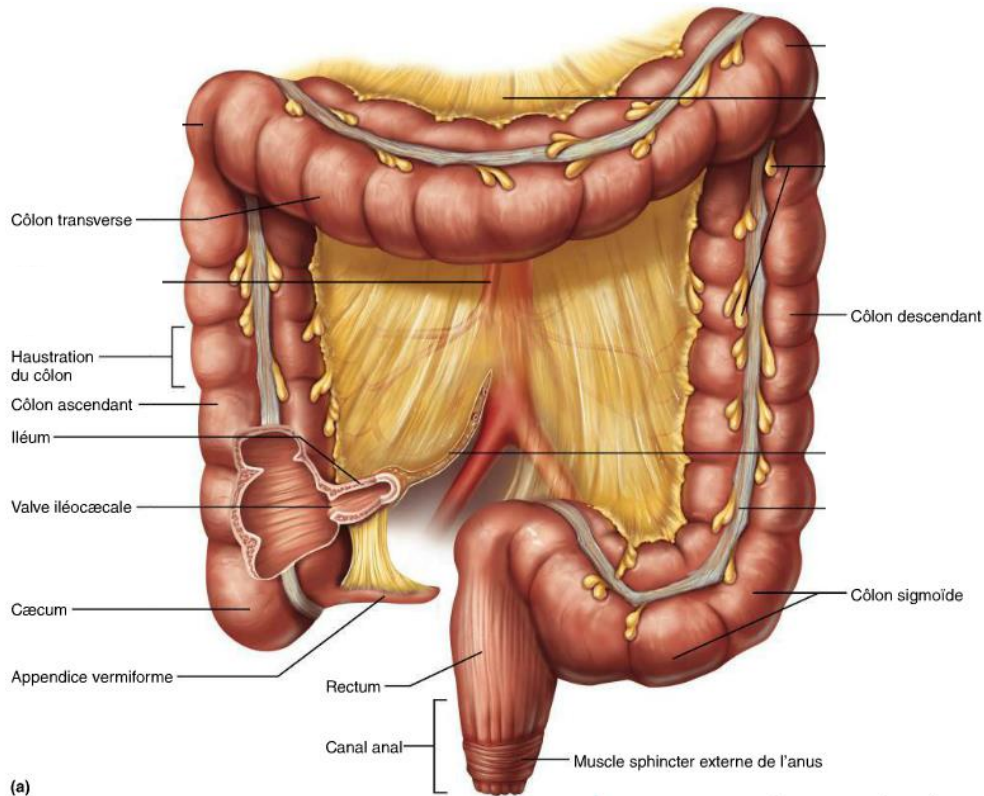
La pancréatite : Il s'agit d'une inflammation souvent liée à un abus d'alcool ou à une obstruction des voies biliaires. Les sucs pancréatiques restent donc dans le pancréas. Dans les cas graves, il y a une autodigestion du pancréas.

Le cancer du pancréas : Étant donné que le pancréas est un organe n'ayant pas de forme bien définie, il est difficile à opérer. Par ailleurs, il s'agit d'un cancer qu'on ne détecte que lorsqu'il est avancé et qu'il a métastasé. En effet, il n'y a que très peu de symptômes associés à ce cancer. Il est donc souvent mortel.

Le gros intestin : Le gros intestin entoure l'intestin grêle et s'étend de la valve iléocœcale jusqu'à l'anus. Son rôle dans la digestion consiste principalement à absorber la plus grande quantité possible de l'eau provenant des résidus alimentaires non digestibles

qui arrivent sous forme liquide, à emmagasiner temporairement ces résidus et à les évacuer de l'organisme sous forme de fèces.

Anatomie du gros intestin : Le gros intestin, aussi appelé, colon, possède un diamètre de 7 cm et une longueur de 1,5 m. Le gros intestin est formé du cæcum, de l'appendice vermiforme, du côlon ascendant, du côlon transverse, du côlon descendant, du côlon sigmoïde, du rectum, du canal anal et de l'anus.



Les hémorroïdes : Les hémorroïdes sont une dilatation des veine rectale et anale. Ils peuvent être causés par la constipation, l'embonpoint et la grossesse. Les hémorroïdes ne sont pas une affection très grave. Cependant, c'est désagréable.

Histologie du gros intestin : La paroi du gros intestin diffère par plusieurs aspects de celle de l'intestin grêle. En effet, la muqueuse du côlon ne possède pas de pli circulaire ni de villosités. Aussi, on y retrouve que peu de cellules sécrétrices d'enzymes digestives. En effet, la plus grande partie de la nourriture est absorbée avant d'entrer dans le gros estomac. Ainsi, l'intérieur du gros intestin est lisse D'un autre côté, la muqueuse est plus profonde et contient plus de cellules caliciformes. Tout ce mucus permet de protéger la paroi de l'acidité, des gaz libérés par la fermentation des bactéries. et de la friction. De plus, il favorise le passage des selles.

Les fonctions du gros intestin : Le gros intestin a plusieurs fonctions.

- Absorption : Il y a absorption de l'eau et des ions se trouvant dans le chyme. Le gros intestin absorbe aussi les vitamines synthétisées par la flore bactérienne.
- Formation des fèces : Dans le gros intestin, l'absorption d'eau et d'ions du chyme forme les fèces. La consistance des fèces est plus ou moins solide selon la quantité d'eau absorbée.
- Propulsion : Le chyme est propulsé par péristaltisme grâce aux contractions haustrales et aux mouvements de masses.
- Digestion chimique : Il continue, dans le gros intestin d'avoir de la digestion mécanique. En effet, les contractions haustrales font de la segmentation.
- Défécation : Il y a une évacuation des fèces.

Le rôle de la flore bactérienne : La flore bactérienne du gros intestin est utile et a plusieurs fonctions.

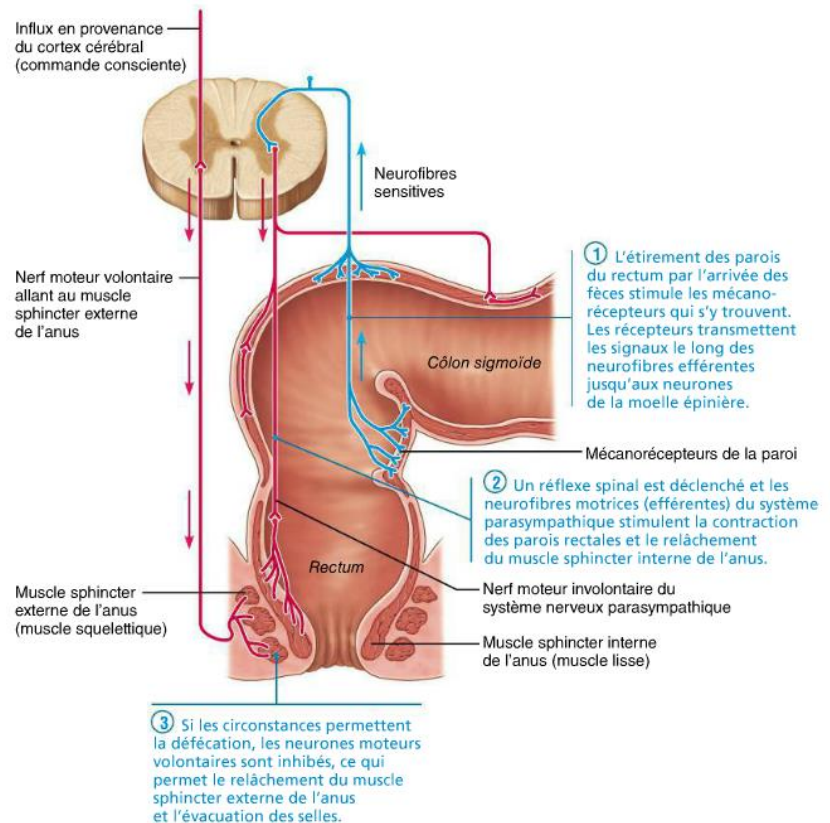
- Protection : La flore bactérienne protège contre l'envahissement de bactéries pathogènes.
- Synthèse de vitamines : Les bactéries synthétisent les vitamines B et K et absorption de ces vitamines.
- Fermentation : Les bactéries fermentent les glucides non absorbés, cela cause la flatulence.
- Décomposition de la bilirubine : Les bactéries décomposent la bilirubine en urobilinogène qui, une fois transformée, forme la stercobiline qui confère la couleur brune aux fèces.

Motilité du gros intestin : La fonction primordiale du gros intestin est de pousser les matières fécales vers l'anus et de les éliminer de l'organisme. Pour ce faire, le gros intestin fait appel à trois types de mouvements, soit les contractions haustrales, les mouvements de masses et la défécation.

- Les contractions haustrales : Il s'agit du type de mouvement du côlon le plus fréquent. Il s'agit de mouvements de *segmentation* qui durent une minute et qui se répètent toutes les demi-heures. Ces contractions entraînent le *mouvement des selles d'une haustration à l'autre*. En effet, lorsqu'une haustration se remplit de résidus de nourriture, son étirement provoque la contraction du muscle correspondant. Cela pousse son contenu dans l'haustration suivante. Ces mouvements permettent également de mélanger les résidus, ce qui *favorise l'absorption de l'eau*.
- Les mouvements de masse : Les mouvements de masse du côlon sont des ondes de contraction longues et lentes, mais puissantes. Ils parcourent de grandes sections du côlon trois ou quatre fois par jour. Ces mouvements poussent le contenu du côlon vers le rectum. Ces mouvements se produisent le plus souvent au cours d'un repas ou juste après. En effet, la présence de nourriture dans l'estomac active le réflexe gastrocolique qui assure et stimule les mouvements de masses.
- La défécation : La défécation est un mouvement de masse des matières fécales du côlon au rectum. L'arrivée des selles au rectum engendre une distension des parois du rectum. La défécation est un réflexe qu'on nomme réflexe d'évacuation. Ce réflexe possède une partie volontaire et une partie involontaire.

- *Partie involontaire :* La distension de la paroi du rectum stimule les barorécepteurs du rectum à envoyer un influx nerveux vers la partie sacrale de la moelle épinière. En réponse, un autre influx nerveux stimule les parois du rectum à se contracter et le sphincter interne de l'anus à se relâcher. Les selles parviennent alors dans le canal anal. L'influx

La présence de fibres dans l'alimentation amollit les selles et augmente leur volume. Cela permet au côlon d'augmenter la force de ses contractions et de rendre son travail plus efficace.



nerveux se rend alors au cerveau et l'envie de déféquer arrive. L'homme fait maintenant face à deux options différentes, soit il défèque, soit il retarde l'évacuation des selles.

- *Partie volontaire* : L'homme a un contrôle volontaire sur le sphincter externe de l'anus. Son relâchement permet la défécation alors que sa contraction permet de retarder la défécation. Lorsqu'il décide de déféquer, il y a relâchement du sphincter externe de l'anus, contraction du diaphragme et des muscles abdominaux afin d'augmenter la pression intraabdominale et, finalement, l'expulsion des selles par l'anus.

Le rôle des fibres alimentaires : Les fibres alimentaires sont importantes pour le bon fonctionnement du système digestif. Elles permettent d'augmenter le volume de selles, d'augmenter le péristaltisme du côlon et de diminuer le temps que les matières fécales passent dans le côlon afin de réduire l'absorption d'eau. Cela ramollit les selles et facilite extrêmement la défécation. Aussi, les fibres alimentaires contribuent au maintien d'une bonne flore bactérienne. Finalement, les fibres alimentaires permettent de prévenir l'apparition de pathologies telles que la constipation, les diverticuloses, les hémorroïdes, etc.

Diarrhée : La diarrhée est provoquée par le passage rapide des résidus de la nourriture dans le gros intestin sans que ce dernier ait eu le temps d'absorber l'eau résiduelle. Il s'agit d'une évacuation fréquente de selles liquides. Une diarrhée persistante peut entraîner la déshydratation et un déséquilibre électrolytique, soit une acidose et une perte de potassium. La diarrhée est causée par une irritation du gros intestin. Cette irritation peut être due à des bactéries, à un virus, à une maladie auto-immune, au stress, à l'alimentation, etc.

Constipation : La constipation est une difficulté à évacuer les selles. Cela est dû à une diminution de la motilité. En effet, lorsque les résidus restent trop longtemps dans le côlon, une quantité excessive d'eau est absorbée et les selles deviennent dures et sèches. Leur évacuation est donc difficile. La constipation peut être due à une alimentation pauvre en fibres, à de mauvaises habitudes de défécation (répression du besoin), d'un manque d'exercice, de perturbations émotionnelles, etc.

Appendicite : Il s'agit d'une inflammation aiguë de l'appendice vermiforme. Cette inflammation résulte d'une obstruction de l'organe par un fécalome, une torsion ou un cancer qui emprisonne des bactéries infectieuses dans sa lumière. Les bactéries prolifèrent alors. Ainsi, l'obstruction de l'appendice entraîne une inflammation de l'appendice. L'inflammation entraîne une ischémie; l'appendice vermiforme n'est plus irrigué. Il peut

alors y avoir une rupture de l'appendice, ce qui répand des selles dans l'abdomen. La présence de selles dans l'abdomen provoque une péritonite. Les symptômes de l'appendicite sont la douleur dans la région ombilicale et dans le cadran inférieur droit, une diminution de l'appétit, des nausées, etc. On traite l'appendicite par des antibiotique ou une appendicectomie dépendamment de la cause et de l'avancé de la pathologie.

Transit des aliments dans le tube digestif :

Partie du tube digestif	Durée du transit
Œsophage	Quelques secondes
Estomac	2 à 6 heures
Intestin grêle	3 à 6 heures
Gros intestin (côlon)	12 à 24 heures
Total	17 à 36 heures

DIGESTION CHIMIQUE DES ALIMENTS

Mécanisme de la digestion chimique : La digestion chimique est un processus catabolique qui dissocie les molécules chimiques en monomères suffisamment petites pour être absorbée par la muqueuse du système digestif. La digestion chimique se fait grâce à des enzymes sécrétées dans le tube digestif. Aussi, la dégradation enzymatique de tous les types de molécules de nourriture est une hydrolyse parce que chaque liaison est rompue par l'addition d'une molécule d'eau.

Digestion des glucides : Les enzymes qui digèrent les glucides sont l'amylase salivaire, l'amylase pancréatique et les enzymes de la bordure en brosse. Ces enzymes s'assurent de briser les glucides en monosaccharides.

Digestion des protéines : Les enzymes qui digèrent les protéines sont la pepsine, les protéases pancréatiques et les enzymes de la bordure en brosse. La digestion finale des protéines se fait dans l'intestin grêle.

Digestion des lipides : Les enzymes qui digèrent les lipides sont la lipase linguale, la lipase gastrique et la lipase pancréatique. De plus, les sels biliaires favorisent cette digestion en faisant l'émulsification des graisses. La forme la plus fréquente de lipides est le triglycéride. On brise le triglycéride en glycérol et trois (3) acides gras. Ces composantes rejoignent la lymphe et, éventuellement la circulation sanguine. Ils reforment ensuite des triglycérides. La digestion chimique des lipides se fait un peu dans la bouche avec la lipase linguale et un peu dans l'estomac avec la lipase gastrique. Cependant, la plupart des lipides sont digérés dans l'intestin grêle.

Digestion des acides nucléiques : Les enzymes qui digèrent les acides nucléiques sont les nucléases pancréatiques et les enzymes de la bordure en brosse.

Résumé de la digestion chimique :

	Aliments	Enzymes et source	Site d'action	Voie d'absorption
Digestion des glucides	Amidon et disaccharides	Amylase salivaire	Bouche	<ul style="list-style-type: none"> Le glucose et le galactose sont absorbés par cotransport avec des Na^+. Le fructose passe par diffusion facilitée. Tous les monosaccharides quittent les cellules épithéliales par diffusion facilitée et pénètrent dans le sang par les capillaires des villosités ; ensuite, ils sont transportés jusqu'au foie par la veine porte hépatique.
	Oligosaccharides et disaccharides	Amylase pancréatique	Intestin grêle	
	Lactose Maltose Sucrose	Enzymes de la bordure en brosse de l'intestin grêle (dextrinase, glucoamylase, lactase, maltase et sucrase)	Intestin grêle	
	Galactose Glucose Fructose			
Digestion des protéines	Protéines	Pepsine (glandes gastriques) en présence de HCl	Estomac	<ul style="list-style-type: none"> Les acides aminés sont absorbés par cotransport avec des Na^+. Certains dipeptides et tripeptides sont absorbés par cotransport avec des ions H^+ et sont transformés en acides aminés par hydrolyse dans les cellules. Les acides aminés quittent les cellules épithéliales par diffusion facilitée et pénètrent dans le sang par les capillaires des villosités et sont transportés jusqu'au foie par la veine porte hépatique.
	Gros polypeptides	Enzymes pancréatiques (trypsine, chymotrypsine, carboxypeptidase)	Intestin grêle	
	Petits polypeptides, petits peptides	Enzymes de la bordure en brosse (aminopeptidase, carboxypeptidase et dipeptidase)	Intestin grêle	
	Acides aminés (quelques dipeptides et tripeptides)			
Digestion des lipides	Triglycérides non émulsionnés	Lipase linguale (effet mineur)	Bouche	<ul style="list-style-type: none"> Les acides gras et les monoglycérides pénètrent dans les cellules intestinales par diffusion. Dans les cellules, les acides gras et les monoglycérides se recombinent pour former des triglycérides, puis sont combinés avec d'autres lipides et des protéines pour former des chylomicrons, lesquels sont expulsés des cellules par exocytose. Les chylomicrons passent dans les vaisseaux chylifères des villosités et sont transportés avec la lymphe par le conduit thoracique jusqu'à la circulation systémique. Certains acides gras à chaîne courte entrent dans le sang par diffusion facilitée au niveau des capillaires des villosités ; ils sont ensuite transportés jusqu'au foie par la veine porte hépatique.
		Lipase gastrique (effet mineur)	Estomac	
		Émulsification sous l'action des sels biliaires provenant du foie	Intestin grêle	
		Lipases pancréatiques	Intestin grêle	
	Monoglycérides (ou diglycérides avec la lipase gastrique) et acides gras			
Digestion des acides nucléiques	Acides nucléiques	Ribonucléase et déoxyribonucléase pancréatiques	Intestin grêle	<ul style="list-style-type: none"> Les unités pénètrent dans les cellules intestinales par transport actif par l'intermédiaire de protéines membranaires. Les unités pénètrent dans le sang par les capillaires des villosités et sont transportées jusqu'au foie par la veine porte hépatique.
		Enzymes de la bordure en brosse (nucléosidases et phosphatases)	Intestin grêle	
	Pentoses, bases azotées, ions phosphate			