

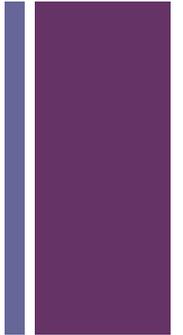
Le système digestif

Mathieu Steimer, Ostéopathe D.O.
EPSN 2017



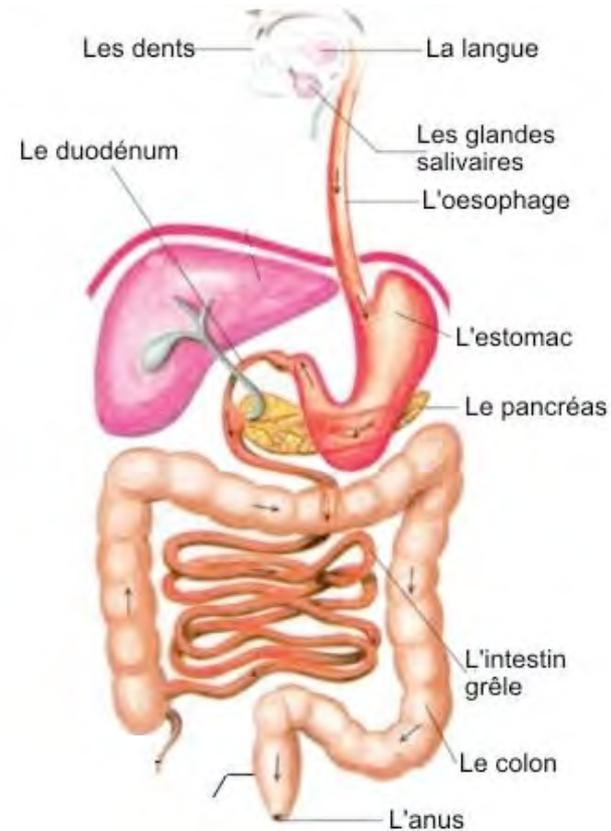
+ Programme du cours

- Nous allons chercher à comprendre les implications de la digestion chimique et mécanique
- Le cours est en rapport avec le livre de référence de physiologie *Tortora*
- Nous allons aussi aborder quelques notions de nutrition. Une autre référence importante pour cette partie de cours est le livre « l'alimentation anti-âge » des docteurs Richard Béliveau et Denis Gingras

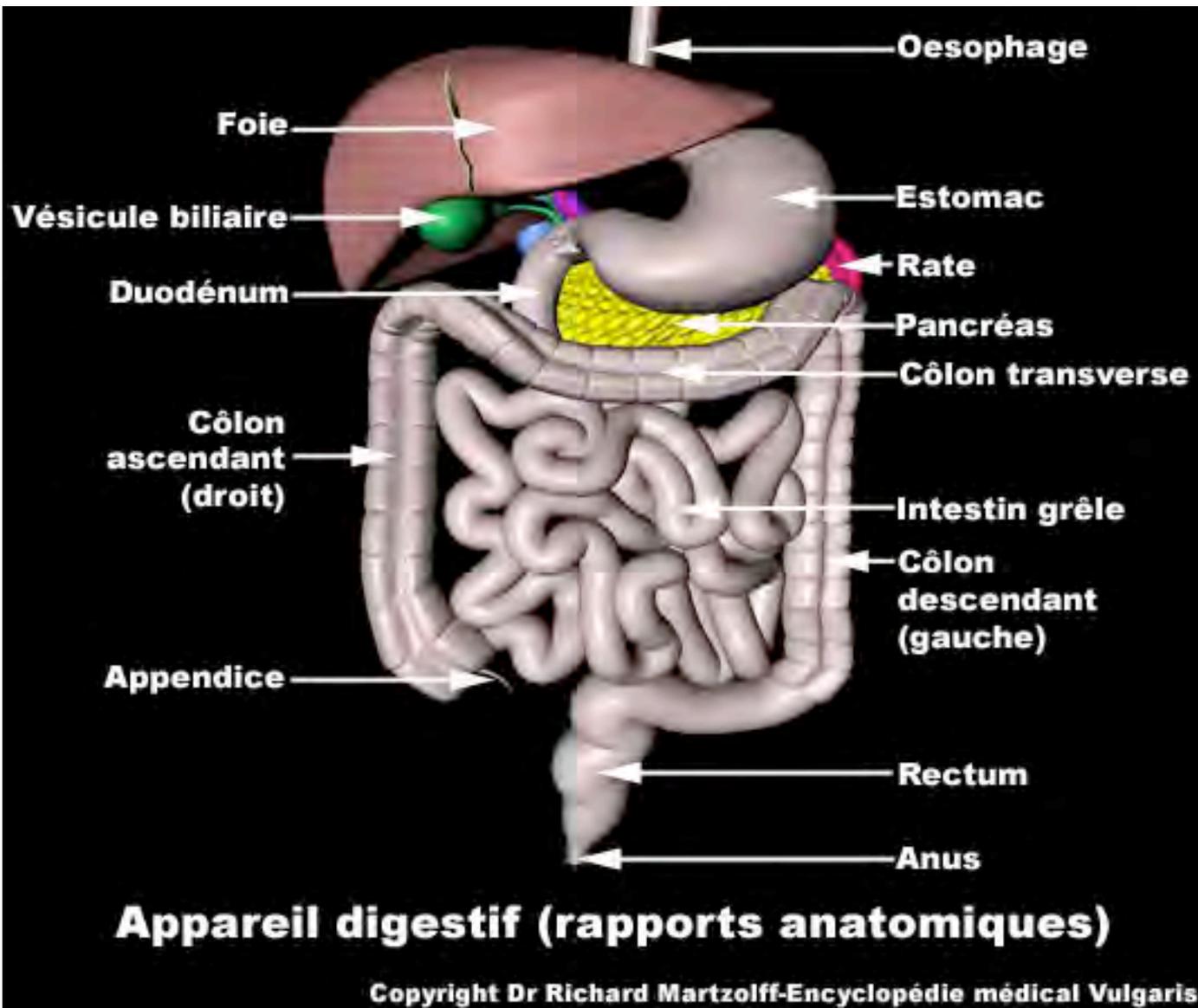


+ Physiologie digestive

- Organes principaux : Bouche, œsophage, estomac, intestin grêle, gros intestin, rectum et anus
- Organes annexes : dents, langue, pancréas, foie.
- L'intestin grêle est subdivisé en duodénum, iléon et le jéjunum
- Le gros intestin est subdivisé en caecum, le côlon ascendant, le côlon transverse, le côlon descendant et le côlon sigmoïde

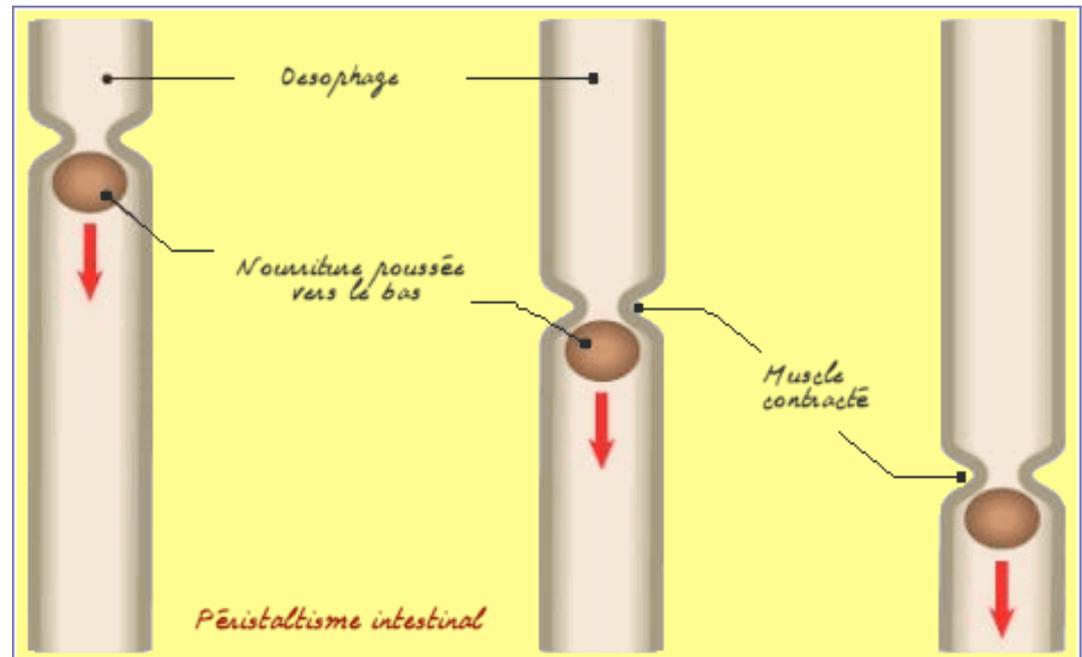


+ Anatomie digestive



+ Quelques définitions

- **Ingestion** : introduction par la bouche de nourriture
- **Propulsion** : Déglutition, acte volontaire
- **Péristaltisme** : mobilité involontaire sous contrôle du système nerveux autonome qui propulse les aliments, le long du tractus digestif. Fonction de brassage et de déplacement du bol alimentaire
- **Digestion mécanique** : préparation de la nourriture pour la digestion chimique par mastication (dents, langue), pétrissage (estomac), segmentation (intestins)





Quelques définitions (suite)

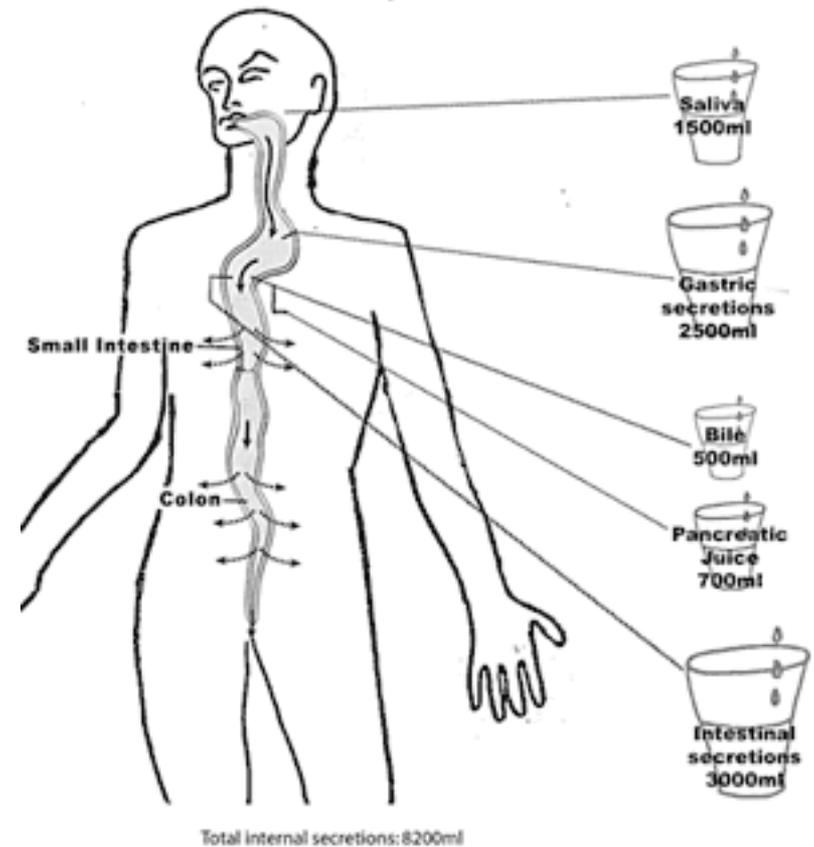


- **Digestion chimique** : processus catabolique par lequel les grosses molécules sont dégradées en monomères, absorption dans les muqueuses.
- **Absorption** : transport actif ou passif des nutriments de la lumière du tube digestif au sang ou à la lymphe.
- **Métabolisation** : processus physiologique par lequel les nutriments sont transformés pour être stockés, utilisés et dégradés par l'organisme.
- **Gastrique**: ou stomacal est l'adjectif qui se rapporte à l'estomac
- **Entérique**: est l'adjectif qui en rapport avec l'intestin



Le tube digestif: l'extérieur du corps

- Il faut se représenter le tube digestif, comme un tuyau qui travers notre corps de la bouche à l'anus
- Même si les aliments sont à l'intérieur de notre corps, ils doivent passer au travers de la muqueuse digestive pour pouvoir être assimilés
- Tout aliment présent à l'intérieur du tube est donc considéré comme à l'extérieur du corps



+ Réaction et optimisation du système digestif

Les récepteurs (chimio et barocepteurs) réagissent :

- Distension de parois du tractus digestif (quantité ingérée)
- Osmolarité (concentration des solutés, nutriments)
- Nature du bol alimentaire (riche en protéines, graisses, sucres)
- Le pH à l'intérieur du tube digestif



+ Réponses digestives

En fonction de ces différents facteurs, le système digestif va activer certaines de ses fonctions:

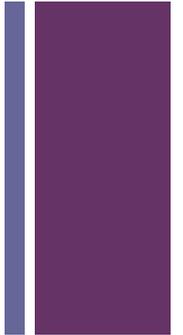
- Sécrétions de sucs digestifs
- Réponse du système endocrinien (réponse hormonale)
- Brassage du contenu
- Accélération ou ralentissement du péristaltisme





Variation du volume sanguin

- Apport sanguin: 25% du volume cardiaque est mobilisé pour la digestion après un repas
- Le système porte hépatique recueille le sang veineux, riche en nutriments pour l'acheminer vers le foie où les divers nutriments seront stockés ou métabolisés





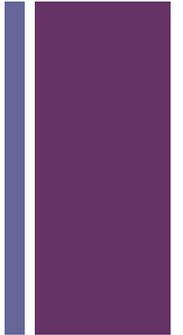
Histologie du tube digestif

- **Muqueuse** : **épithélium** humide qui tapisse la muqueuse tout le long du tractus. Cet épithélium **sécrète un mucus** qui protège les parois internes de l'acidité de l'estomac
- Cette muqueuse **empêche les bactéries** présentes en grand nombre tout le long du système digestif d'entrer dans le corps. (Les bactéries du système digestif sont 100 fois plus nombreuses dans notre organisme que le nombre de cellules vivantes dans notre propre corps, elles aident à la métabolisation de certains nutriments)
- La muqueuse est le principal **site d'absorption** des nutriments.





Histologie du tube digestif



- **Sous muqueuse** : contient les vaisseaux sanguins (apport de sang à la muqueuse et transport des nutriments jusqu'au foie) et lymphatiques, ainsi que tout le réseau nerveux, le plexus de Messner : régulation du système hormonal et contractions de la musculature lisse
- **Musculeuse** : responsable de la segmentation et du péristaltisme. Les fibres musculaires sont disposées de manière longitudinale à l'extérieur permettant le déplacement du bol alimentaire et de manière circulaire à l'intérieur pour la segmentation. Le plexus d'Auerbach se trouve entre les deux couches et constitue le principal réseau nerveux. Il gère l'ensemble du péristaltisme sous la tutelle du système nerveux parasympathique
- **Séreuse** : enveloppe externe (péritoine viscéral) qui se fixe par ses prolongements aux parois abdominales.

+ Anatomie fonctionnelle du tube digestif

La salive

- La salive nettoie la bouche et dissout les constituants chimiques pour percevoir leurs goûts
- Elle humidifie le bol alimentaire afin de le compacter et contient des enzymes (amylase salivaire) qui amorcent la digestion de certains nutriments
- Elle est composée d'eau à 97%, de protéines et de quelques anticorps permettant de limiter les entrées d'agents infectieux dans le corps
- La salivation est sous commande du système nerveux parasympathique par le 9^{ème} nerf crânien, le glossopharyngien.

+ Anatomie fonctionnelle du tube digestif

L'oesophage

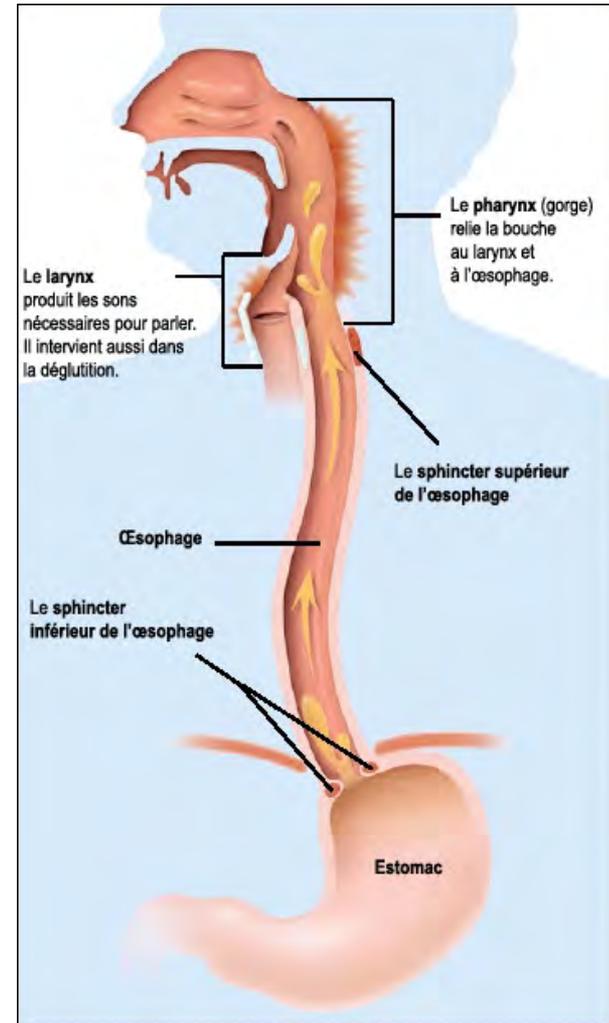
- Tube musculueux reliant la bouche à l'estomac, situé directement en arrière de la trachée, qui s'affaisse sur lui-même lorsqu'il ne propulse pas d'aliment
- Il traverse le thorax dans son ensemble pour s'aboucher par le cardia à la partie supérieure de l'estomac au travers du diaphragme (muscle principal de la respiration qui sépare la cavité abdominale de la cavité thoracique)
- Le cardia est un renforcement de la musculieuse dont le but est d'empêcher le reflux des aliments de l'estomac vers l'oesophage. Il contient les 4 couches histologiques.



+ Anatomie fonctionnelle du tube digestif

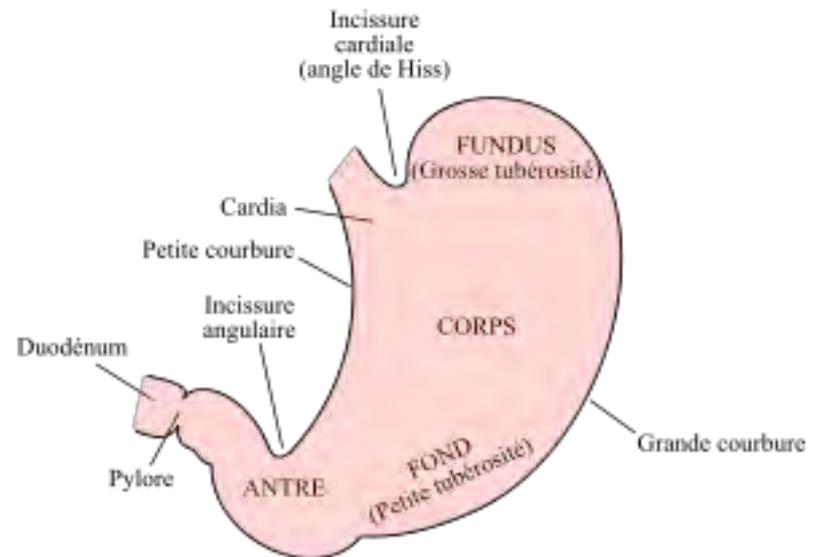
L'oesophage

- Lors de la déglutition, le palais mou bouche le nasopharynx (ouverture anatomique entre la bouche et le nez) alors que l'épiglotte recouvre l'abouchement des voies respiratoires dans le pharynx. Le péristaltisme va propulser les aliments vers l'estomac



+ L'estomac

- Une fois arrivé dans l'estomac, le bol alimentaire entame son processus de dégradation chimique. Le bol alimentaire est alors appelé le chyme
- Le péristaltisme, important dans l'estomac, malaxe le chyme afin de le mélanger aux sécrétions acides sécrétées par les glandes de l'estomac

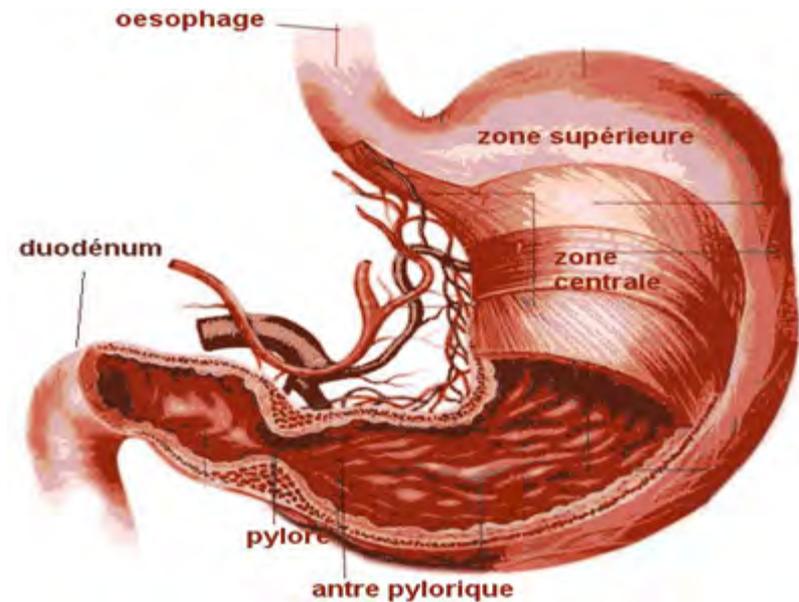




Estomac

Histologie

- Lorsqu'il est vide, l'estomac se replie sur lui-même. Les muqueuses et sous-muqueuses présentent de nombreux plis, attestant de la grande extensibilité de l'estomac
- La musculature possède en plus une couche de muscles obliques permettant un mouvement de torsion de l'organe sur lui-même favorisant ainsi la brassage du chyme
- Les nutriments ainsi mélangés sont évacués vers le duodénum par le pylore.

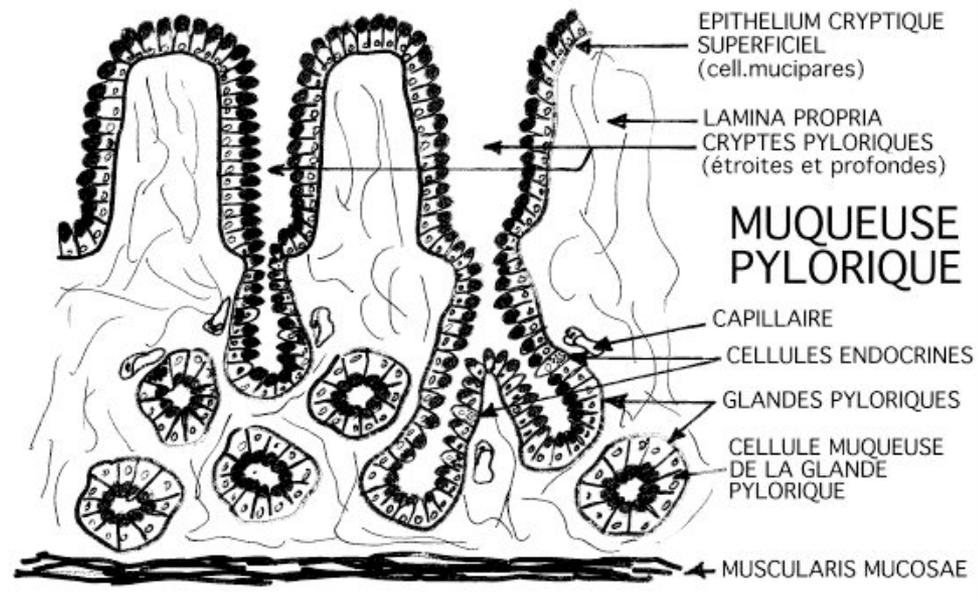




Estomac

La muqueuse

- La muqueuse est composée de cellules caliciformes, qui sécrètent un important mucus qui protège les parois stomacales de l'acidité gastrique
- Le renouvellement cellulaire y est très important
- Un lubrifiant est libéré afin de faciliter les déplacements du chyme

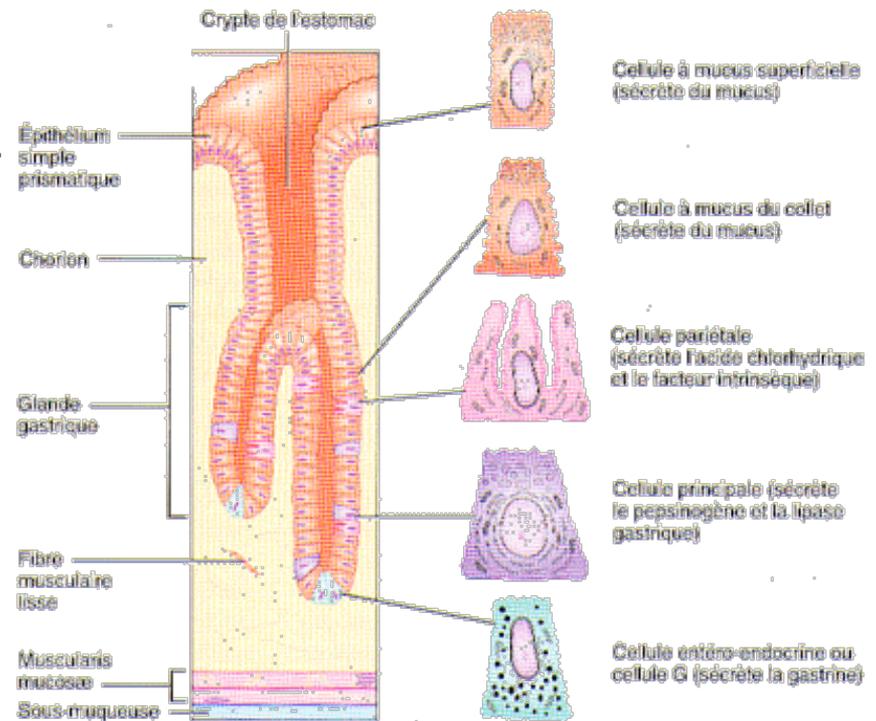




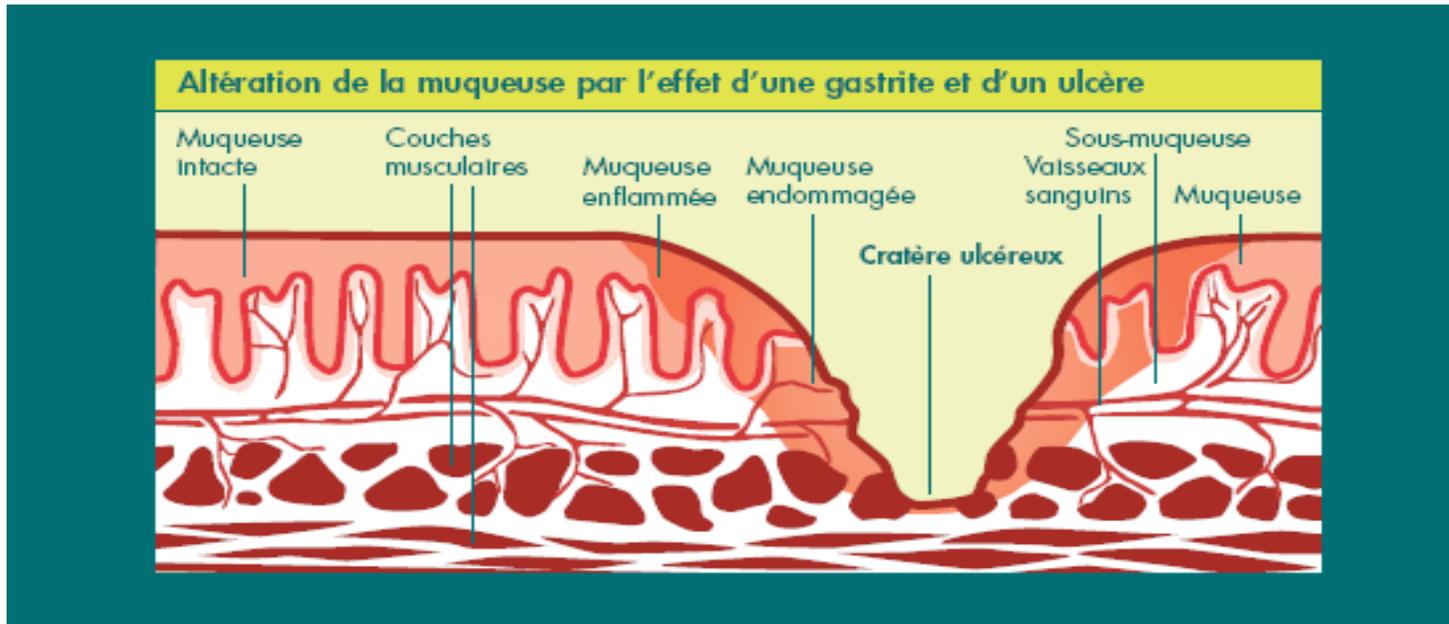
Estomac

Les parois corps de l'estomac sont recouvertes de cellules sécrétrices (glandes) :

- **Cellules pariétales** : sécrètent l'acide chlorhydrique (HCL) en masse. Le pH de l'estomac est de 1,5 – 3.5 en fonction de la nature du bol alimentaire. Fonction bactéricide et activation du pepsinogène en pepsine.
- **Cellules principales** : sécrètent le pepsinogène qui sera activé dans le milieu acide de l'estomac en pepsine.
- **Cellules endocrines** : libèrent dans la circulation sanguine les hormones qui vont influencer



+ Ulcère et inflammation gastrique



- En cas d'hypersécrétion d'HCL, l'acidité n'est plus neutralisée et attaque les parois de l'estomac, il en résulte un ulcère
- Les saignements occultes peuvent quelquefois causer le décès de la personne

+ Régulation de la sécrétion gastrique

Phase céphalique ou réflexe

- Préparation de l'estomac à l'arrivée du bol alimentaire par une sécrétion d'HCL.
- Elle est déclenchée par la vue, l'odeur ou encore l'idée de nourriture
- L'hypothalamus et les noyaux du bulbe transmettent par l'intermédiaire du nerf vague l'information aux cellules pariétales qui libèrent de l'acide chlorhydrique

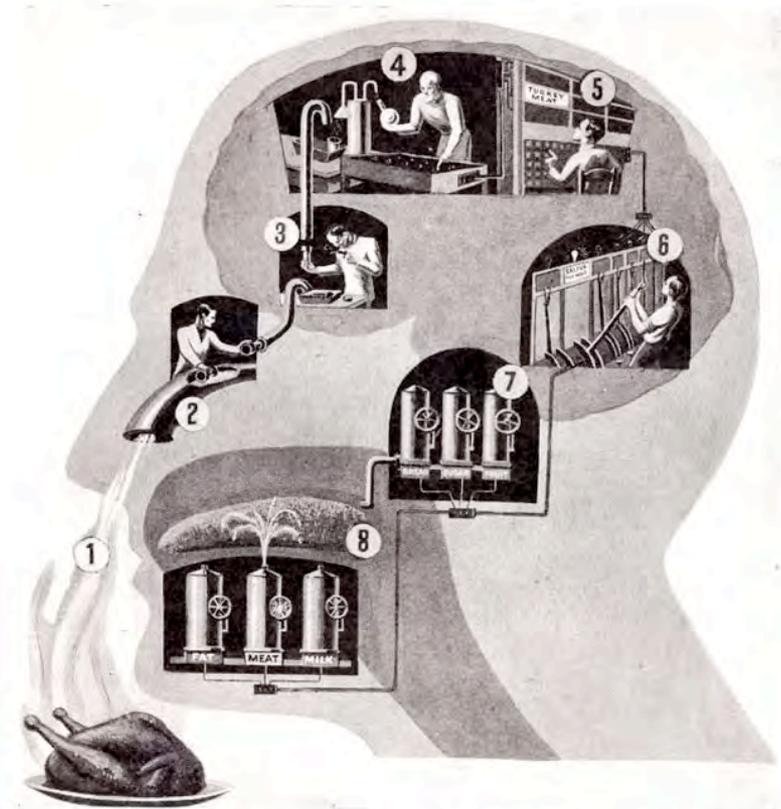


FIG. 179. The reflex mechanism of salivation. The roast odour (1) stimulates the olfactory cells of the nasal mucous membrane (2); this stimulus is passed to the olfactory centre in the brain (3). The memory centre (4) determines that the odour is that of roast fowl, and orders the gland centre (5) to switch on a salivary gland. The order is transmitted to the switchboard (6), where the required salivary gland—sublingual—out of several (7 and 8), is promptly turned on.

+ Régulation de la sécrétion gastrique

Phase gastrique – les barorécepteurs

- L'étirement de l'estomac par l'arrivée du bol provoque une activation des barorécepteurs sensible à la pression
- Il s'ensuit une suite de réflexes locaux et longs toujours par l'intermédiaire du nerf vague qui vont renseigner l'hypothalamus et le bulbe de l'arrivée du bol alimentaire et déclencher ainsi une libération accrue des sucs gastriques

+ Régulation de la sécrétion gastrique

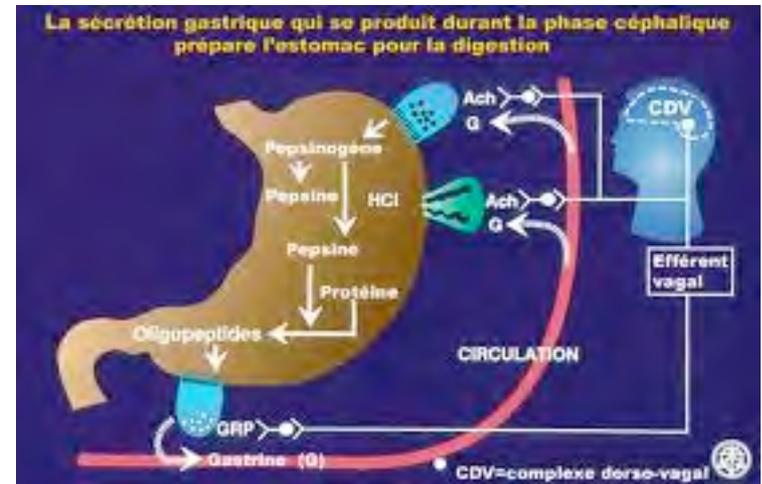
Phase gastrique – les chémorécepteurs

- Lorsque les aliments arrivent dans l'estomac, le pH augmente et devient ainsi plus basique
- Ce qui a pour conséquence d'activer les chémorécepteurs sensibles aux variations du pH
- Les chémorécepteurs vont ordonner aux cellules endocrines (réflexes locaux) de libérer de la gastrine qui va stimuler la sécrétion d'acide et diminuer ainsi le pH stomacal afin que celui-ci se maintienne dans les limites physiologiques
- Ce sont principalement les protéines qui de par leur effet tampon vont diminuer l'acidité de l'estomac. Donc, plus le bol alimentaire est riche, plus il y aura une libération importante de **gastrine** et par conséquence d'HCL

+ Régulation de la sécrétion gastrique

Phase gastrique – les chémorécepteurs

- Si le pH diminue, il y aura inhibition de la libération de **gastrine**, et ainsi un maintien toujours optimal du pH sous le contrôle des chémorécepteurs
- Les cellules pariétales sont stimulées par trois facteurs. L'activation de ces trois facteurs aboutit à une sécrétion abondante d'acide chlorhydrique dans l'estomac : l'acétylcholine (ACh) principal neurotransmetteur du système parasympathique, la gastrine sécrétée par les cellules endocrines de l'estomac et l'histamine, contenue dans les mastocytes et certaines cellules de l'estomac.



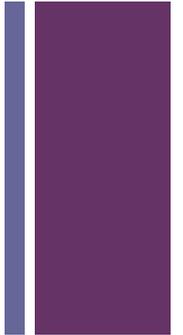
+ Régulation de la sécrétion gastrique

Phase gastrique

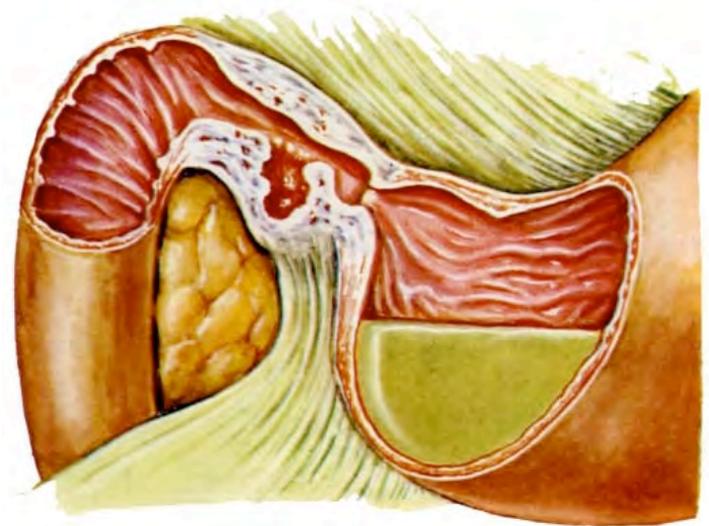
- Le système parasympathique contrôle l'ensemble des étapes de la digestion. Une grande partie de l'énergie corporelle est monopolisée pour l'absorption et la dégradation des nutriments
- Lorsque le système nerveux bascule vers une tendance parasympathique, il en résulte une certaine somnolence, le coup de fatigue ressenti après un repas riche. Si un **stress** survient pendant cette période, le système nerveux sympathique par l'intermédiaire des hormones catécholamines (adrénaline, noradrénaline et dopamine) va inhiber la fonction gastrique afin de pouvoir mobiliser l'énergie vers les muscles périphériques. Le prolongement de cette tension peut être à l'origine de douleurs importantes dans la zone abdominale



Le réflexe entéro-gastrique



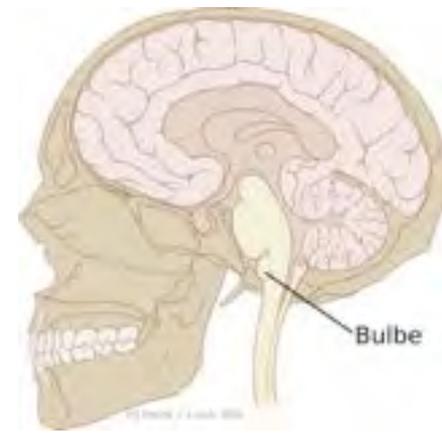
- Le remplissage de l'intestin grêle (duodénum) joue un rôle important dans la vidange gastrique. Les parois duodénales contiennent aussi des baro et des chémocepteurs
- La muqueuse de l'intestin grêle ne sécrète pas de mucus comme l'estomac le fait pour se protéger efficacement contre l'acidité des sucs gastriques. Lorsque le pH à l'intérieur du duodénum diminue, une hormone la sécrétine est libérée afin de ralentir la vidange gastrique et protéger ainsi la muqueuse gastrique





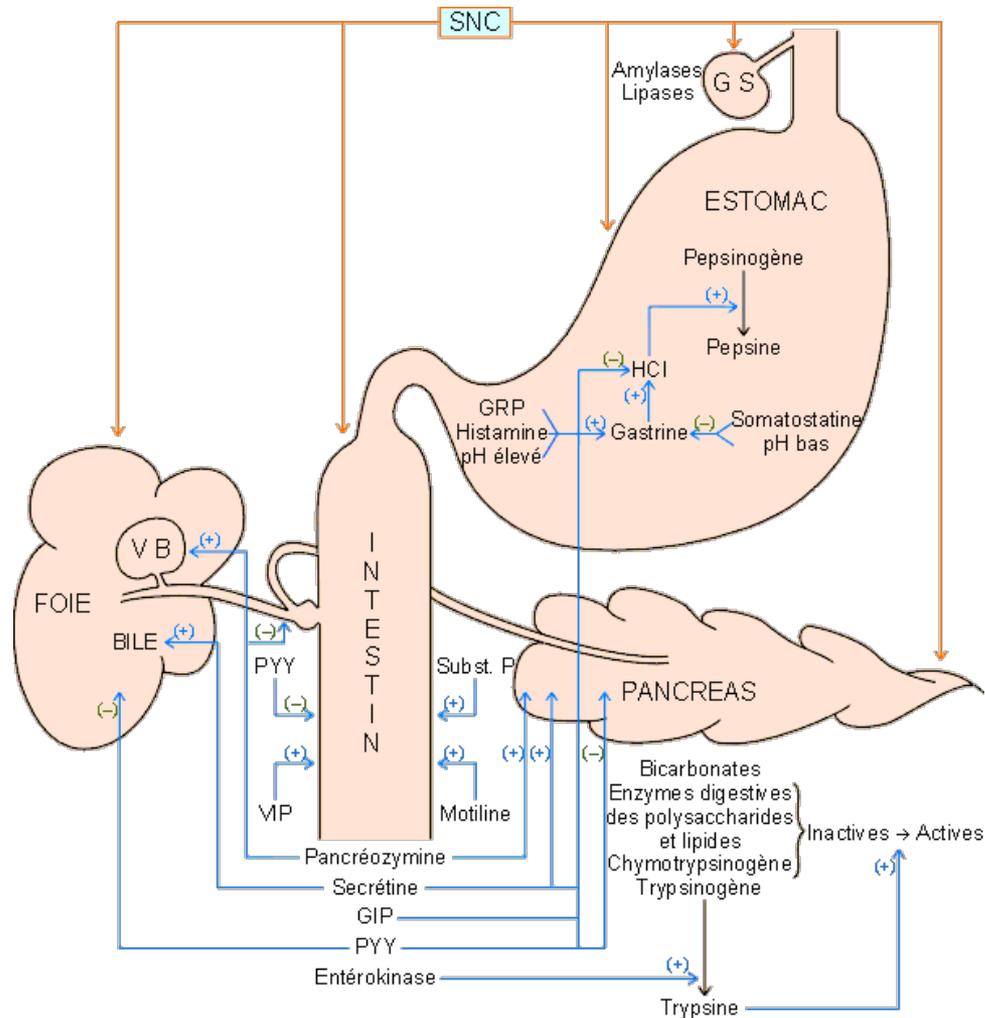
Le réflexe entéro-gastrique

- Les informations envoyées par les récepteurs chimiques et physiques (réflexe entéro-gastrique) vont inhiber les noyaux du nerf vague dans le bulbe (voie longue), les réflexes locaux, et vont activer les neurofibres sympathiques afin de diminuer les sécrétions gastriques ainsi que l'entrée d'aliments dans l'intestin
- C'est le système de protection de l'intestin qui ne peut se protéger contre l'acidité du chyme entrant et n'a pas la même capacité à se distendre que l'estomac. De même la libération de **GIP**, **sécrétine** et **CCK** va être stimulée par les mêmes voies, préparant l'intestin pour sa phase d'absorption en fonction de la nature du chyme.



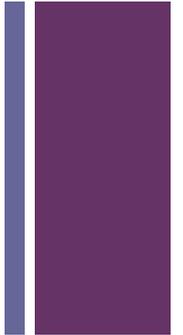
+

Schéma des influence du SNC sur le système digestif





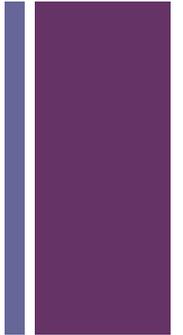
Hormones du système digestif



- **Gastrine** : elle favorise la sécrétion d'HCL dans l'estomac ainsi que la vidange gastrique et augmente globalement le péristaltisme digestif (ouverture de la valvule iléo-cæcale). Sa synthèse est stimulée par l'insuline
- **Sécrétine** : elle inhibe la motilité gastrique pendant la phase sécrétoire de l'estomac et augmente la sécrétion d'enzymes pancréatiques lorsque le chyme est riche en protéines
- **Cholécystokinine (CCK)**: elle travaille de pair avec la sécrétine et stimule la contraction de la vésicule biliaire si le chyme est riche en lipides. Elle favorise la stagnation stomacale pour augmenter l'émulsion des lipides
- **Somatostatine** : elle est la principale hormone inhibitrice du système digestif. Elle **inhibe** donc le système **parasymphatique** et **stimule le sympathique**. Ce qui a pour conséquence un ralentissement du péristaltisme, une diminution de la sécrétion de bile, gastrine, CCK, ainsi que de l'absorption
- **Autres** : **sérotonine** (agit sur la musculature), **VIP-GIP** (diminue la motilité gastrique), **histamine** (joue un rôle dans la sécrétion HCl gastrique), les **prostaglandines** (PgE2 et PgI2) stimulent la sécrétion de HCO₃⁻. Les AINS s'opposent à cette sécrétion et favorisent l'occurrence d'ulcères.



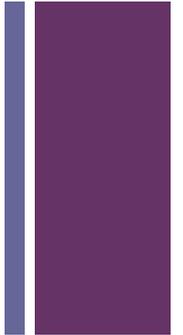
Hormones du système digestif



- Le système endocrinien est de loin le plus complexe du corps vu qu'il régule à long terme l'homéostasie de tout le corps. Je ne peux que vous citer les principales hormones interagissant avec ce système
- N'oubliez pas que tous les systèmes du corps sont sous la coupole du système nerveux autonome qui règle son action par l'intermédiaire du système nerveux pour les actions rapides et du système hormonal pour les réponses à plus long terme



Mobilité et évacuation gastrique

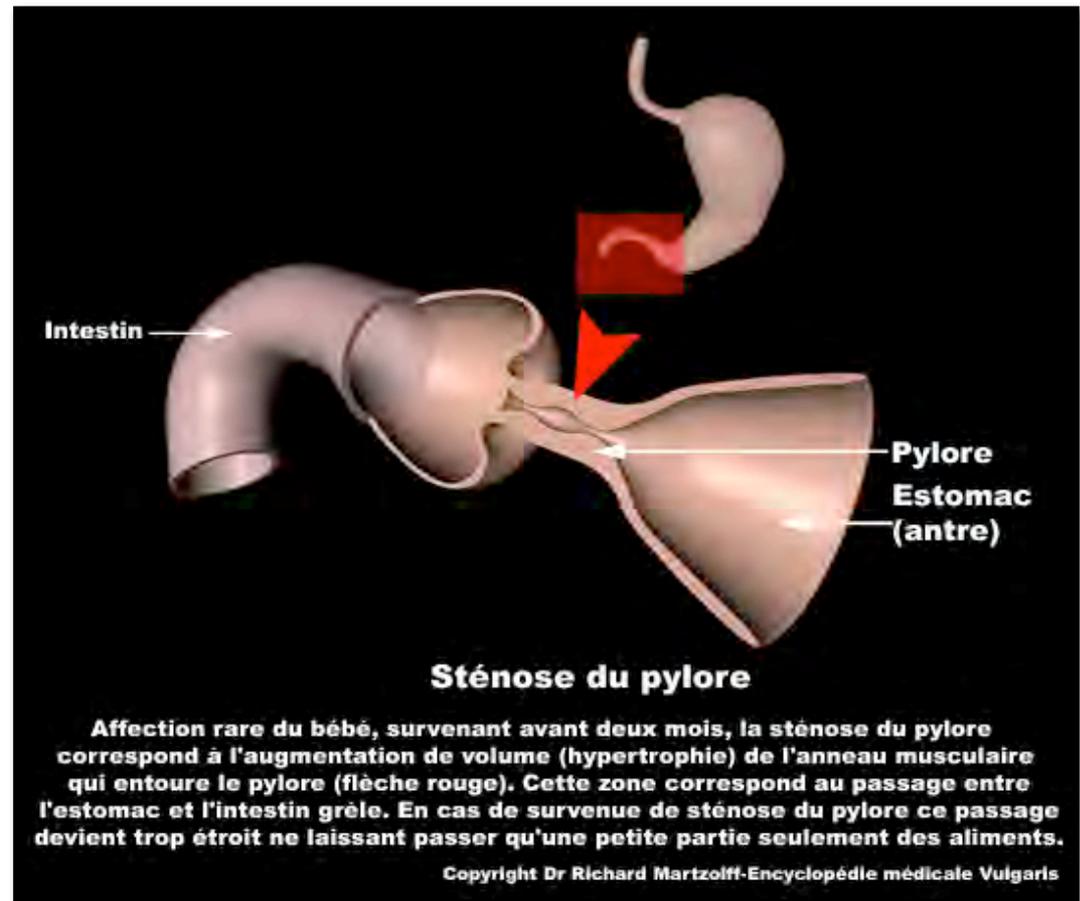


- La musculature est constituée de trois couches dans l'estomac (une couche oblique en plus)
- Le péristaltisme débute après entrée du bol alimentaire du cardia et se propage en direction du pylore
- La musculature est renforcée au niveau pylorique (sphincter), formant une chambre pouvant contenir jusqu'à trente millilitres de chyme
- A chaque contraction, 5 ml passent au travers du sphincter dans le premier duodénum. Le reste est refoulé dans l'estomac. C'est un filtre dynamique



Mobilité et évacuation gastrique

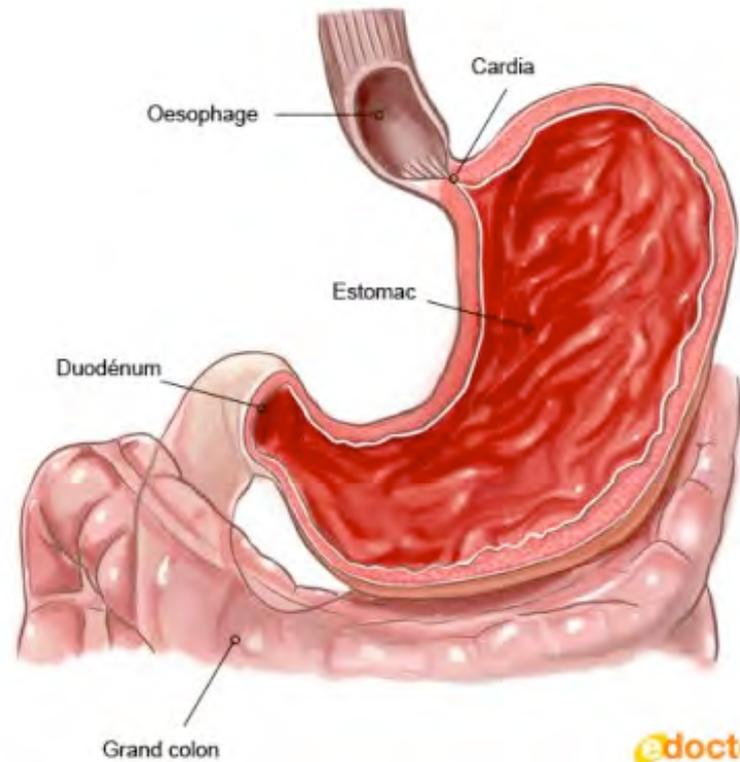
- Les cellules pacemakers contenues dans les parois gastriques donnent le départ de l'onde péristaltique. L'influx nerveux se propage dans les plexus nerveux contractant la musculature lisse au rythme de **3 contractions par minute**
- La vidange totale de l'estomac s'effectue en **> de 4 heures**





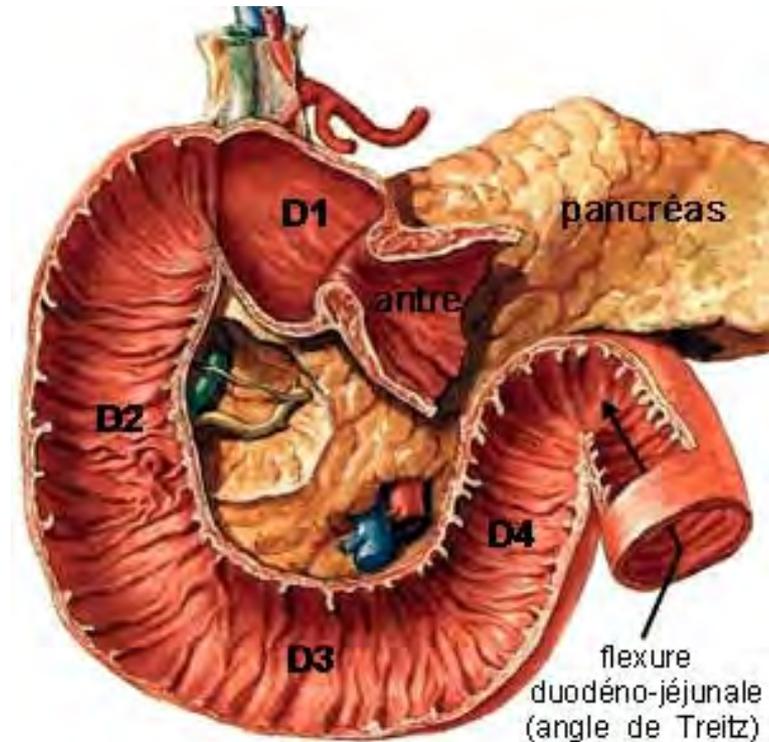
Mobilité et évacuation gastrique

- Plus la quantité de nourriture ingérée est importante, plus la distension gastrique sera grande
- Les cellules pacemakers vont augmenter la force du péristaltisme
- Le réflexe entéro-gastrique jouera le rôle inhibiteur du système.



+ L'intestin grêle

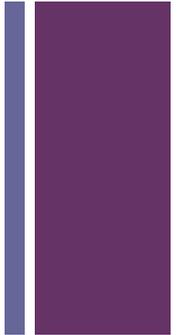
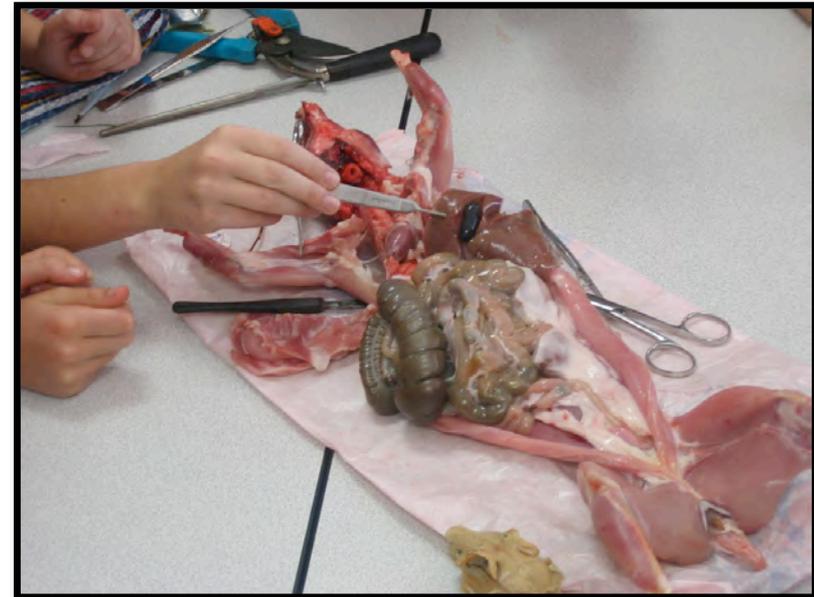
- Schéma en coupe du duodénum
- D1 à D4 correspondent aux quatre divisions anatomiques de cet organe responsable de l'absorption
- Pour ne pas créer de confusion avec les vertèbres dorsales, ces dernières sont généralement abrégées Th1-Th4 (thoracique)





L'intestin grêle

- L'intestin grêle s'étend du pylore à la valvule iléo-cæcal et se divise en trois segments : le duodénum, le jéjunum et l'iléon
- Le duodénum contient l'abouchement des canaux pancréatiques et biliaires
- Les nutriments sont dégradés afin de pouvoir être transportés de manière passive ou active à l'intérieur de l'organisme
- L'intestin grêle est l'organe principal de l'assimilation.





L'intestin grêle

Différences histologiques

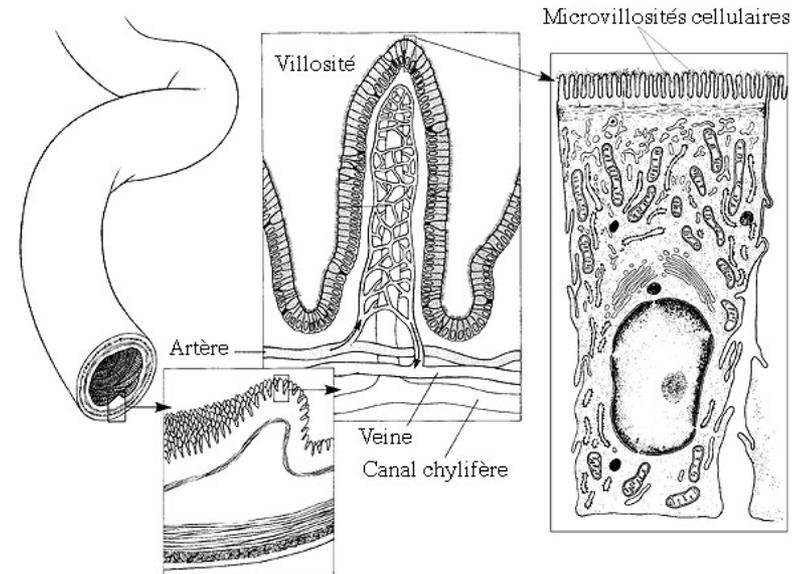
- L'intestin grêle doit augmenter sa surface d'échange afin de pouvoir capter tous les nutriments essentiels au maintien de l'homéostasie
- Il mesure 6 à 7 mètres sur cadavre et tout juste 2 in vivo. Sa surface d'échange est pourtant de 200 m².



+ L'intestin grêle

Histologie - Les principaux changements histologiques se font dans la muqueuse et la sous-muqueuse

- **Plis circulaires:** font tourner le chyme sur lui-même, facilitant le contact avec les différents nutriments
- **Villosités intestinales:** font saillie dans la lumière du tube, elles sont richement vascularisées et pulsent dans la lumière grâce à la musculature qu'elles contiennent
- **Microvillosités:** sécrètent les enzymes responsables de la dégradation des divers aliments





L'intestin grêle

Particularités histologique

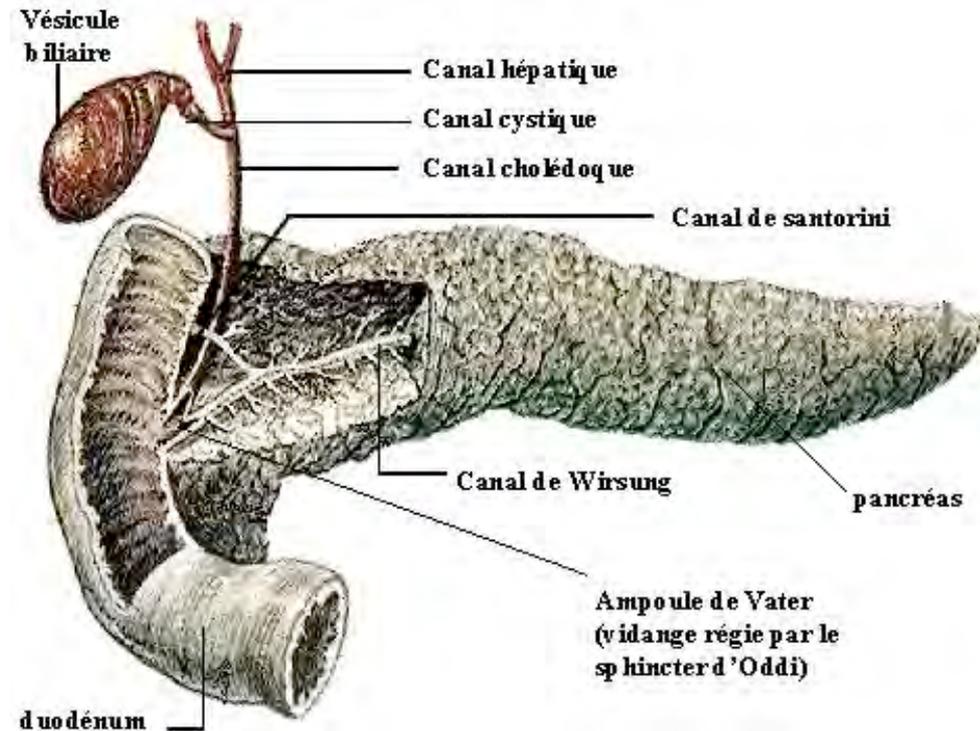
- Ces trois particularités histologiques tapissent la paroi interne de l'intestin lui donnant un important relief
- Les cellules de la muqueuse migrent vers le sommet et se spécialisent de plus en plus
- Les cellules de la muqueuse sont absorbantes et certaines sécrètent du mucus (caliciforme), des substances antibactériennes (séreuses), des hormones (endocrines), les sucs digestifs (micro villosités)





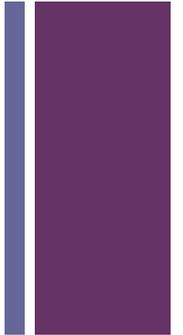
Processus digestif dans l'intestin grêle

- Mises à part les quelques enzymes de la bordure en brosse (micro villosités) aucune enzyme ne provient de l'intestin grêle
- Elles se trouvent toutes dans les sucs pancréatiques et les sels biliaires (cf: foie et vésicule biliaire, pancréas)
- Le chyme arrive en petite quantité afin de permettre un brassage important et ainsi neutraliser l'acidité gastrique par **les bicarbonates du suc pancréatique**

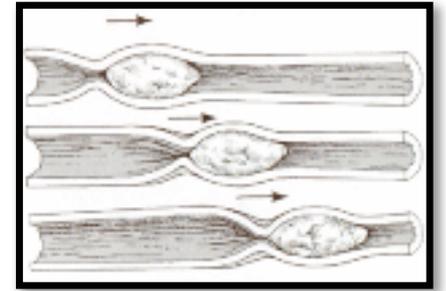




Processus digestif dans l'intestin grêle



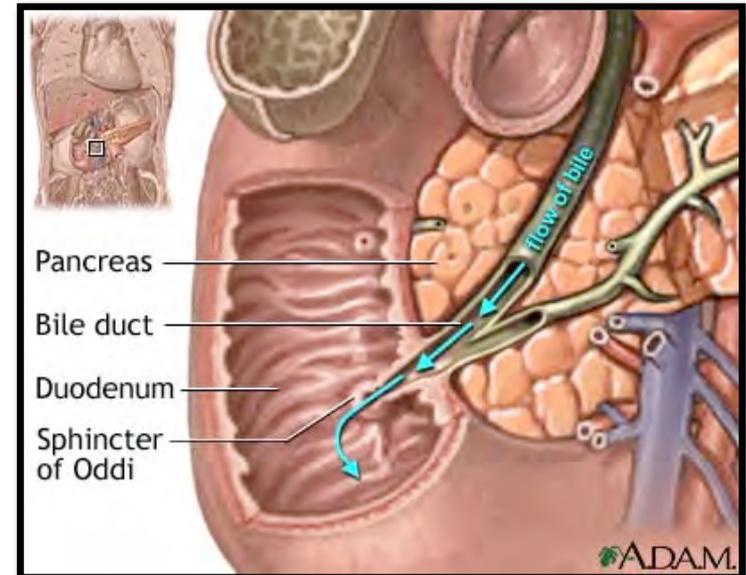
- Grâce à la musculature circulaire, des **mouvements de segmentation** sont possibles permettant de séparer le chyme et de le mettre en contact avec les villosités intestinales. **L'absorption est facilitée par les plis circulaires** qui empêchent dans un premier temps l'avancée des nutriments
- Lorsque l'absorption est complète le **péristaltisme** reprend
- À noter que certains auteurs parlent d'un péristaltisme rétrograde et pendulaire (contraction que d'un côté de la musculature) augmentant encore le temps de contact entre les nutriments et la muqueuse intestinale





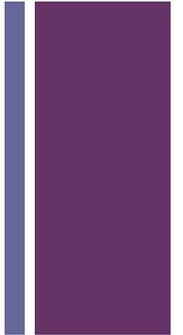
Processus digestif dans l'intestin grêle

- Lorsque le chyme passe devant **sphincter d'Oddi** et se mélange aux sucs pancréatiques et aux sels biliaires, il devient **chyle**. D'apparence laiteuse, le chyle est composé par les sucs digestifs qui sont absorbés au niveau de **l'iléon et du jéjunum**. Ce liquide spécifique contient également de la **lymphe** et des **graisses** telles que le **cholestérol** et les **triglycérides**
- La **gastrine** sécrétée en masse va permettre **l'ouverture de la valvule iléo-cæcale** et permettre le passage du chyle dans le gros intestin



+ Foie et vésicule biliaire

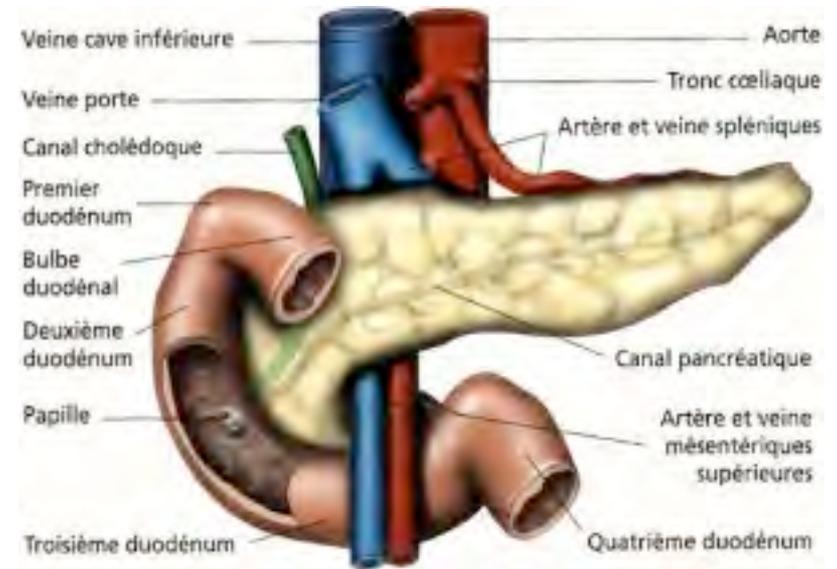
- La bile est produite par le foie et acheminée par les canaux biliaires dans la vésicule pour y être stockée. **La vésicule peut se contracter sous l'action de la CKK** pour libérer la bile dans les canaux biliaires terminaux qui s'abouchent dans le deuxième duodénum au niveau du sphincter d'Oddi
- La bile est un agent émulsionnant des graisses. Elle les brise en petites particules afin de faciliter leur digestion par les sucs pancréatiques
- Les sels biliaires (acides) sont assimilés en même temps que les graisses et sont recyclés dans le cycle entéro-hépatique





Le pancréas

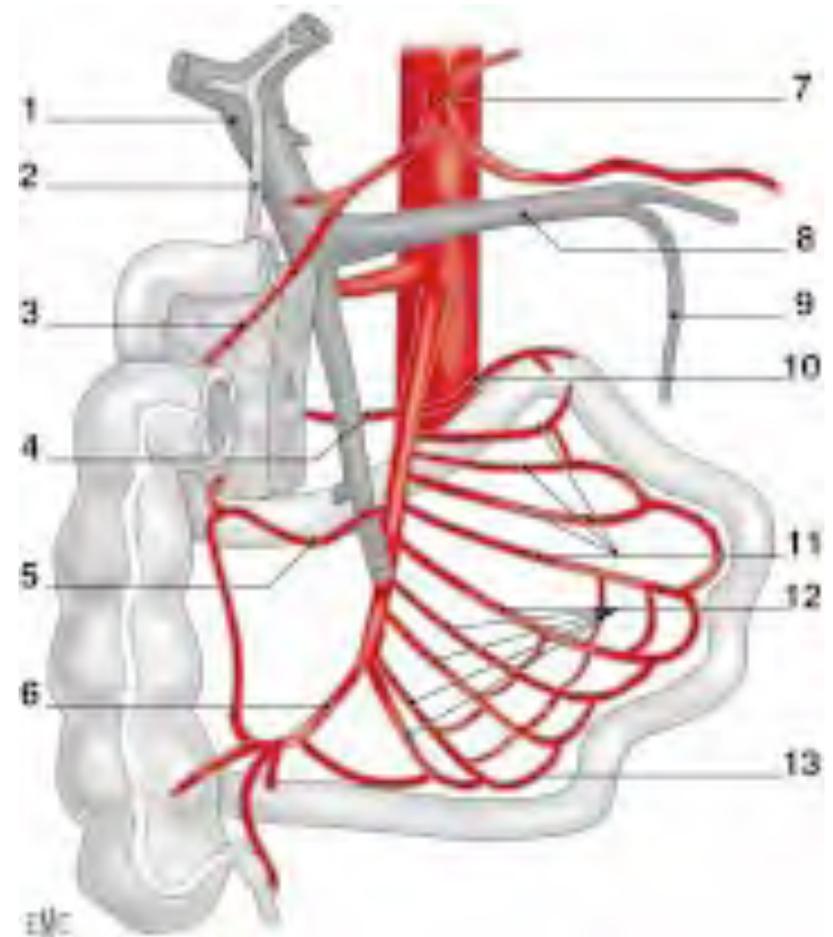
- Le pancréas est entouré par le duodénum qui imprime un relief sur son corps, comme un roue autour d'un enjoliveur
- Il est à la fois une glande exocrine, par les enzymes qu'il sécrète dans la lumière du tube digestif, et endocrine (insuline et glucagon) pour son rôle important dans le métabolisme des glucides
- Les canaux exocrines (dits de Santorini) s'abouchent dans le sphincter d'Oddi par l'ampoule de Vater



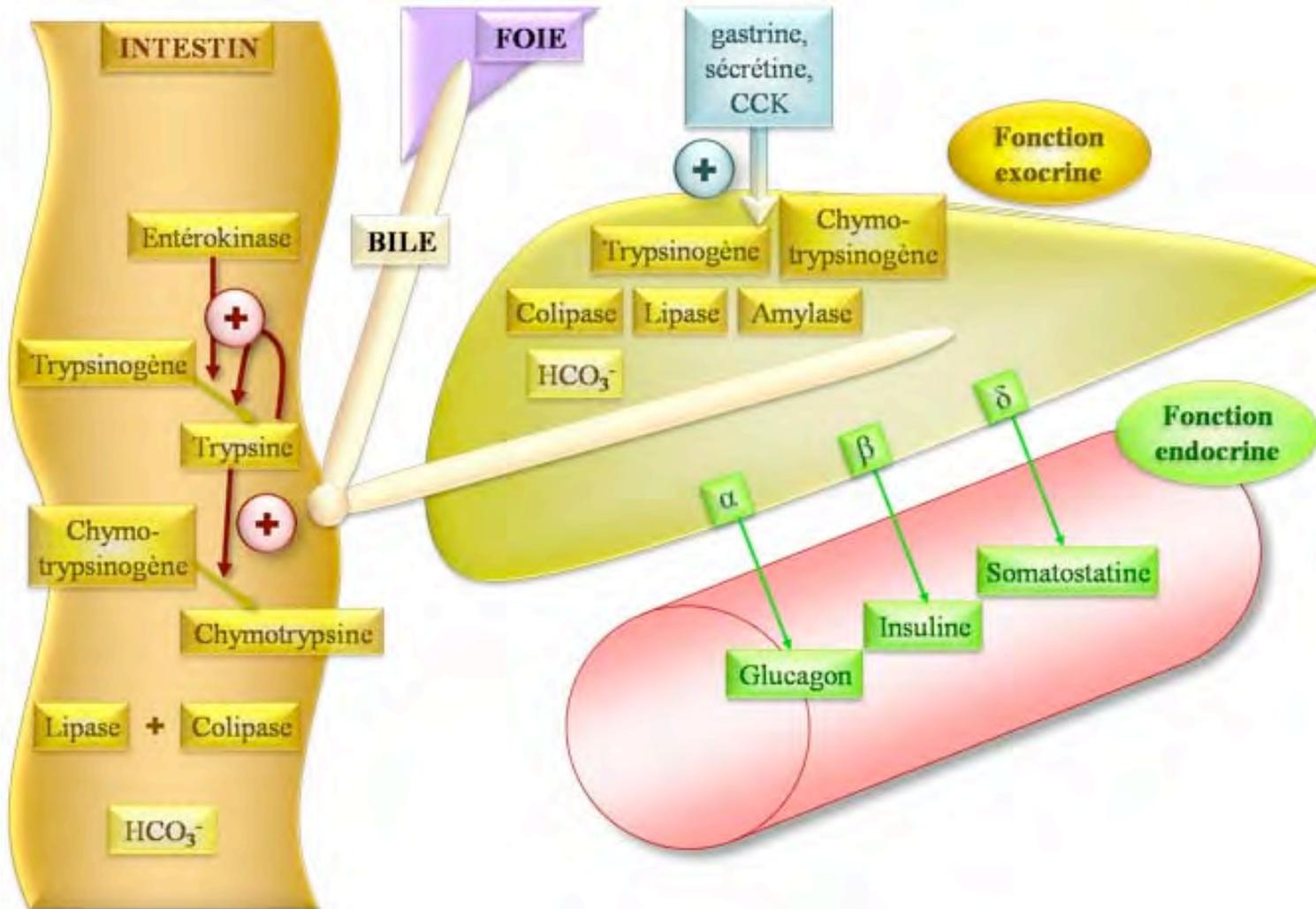


Le pancréas

- Le pancréas participe au métabolisme des glucides, des protéines et des graisses
- Le suc pancréatique contient des ions bicarbonates qui neutralisent l'acidité du chyme
- Sa libération commence, tout comme celle de l'acide chlorhydrique à la phase encéphalique
- Il existe une **balance entre les ions bicarbonates** (basique) sécrétés dans le sang par l'estomac et **les ions H⁺ (acide)**, afin que le pH sanguin arrivant au foie par la veine porte soit neutre

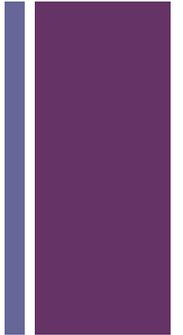


+ Pancréas endocrine et exocrine



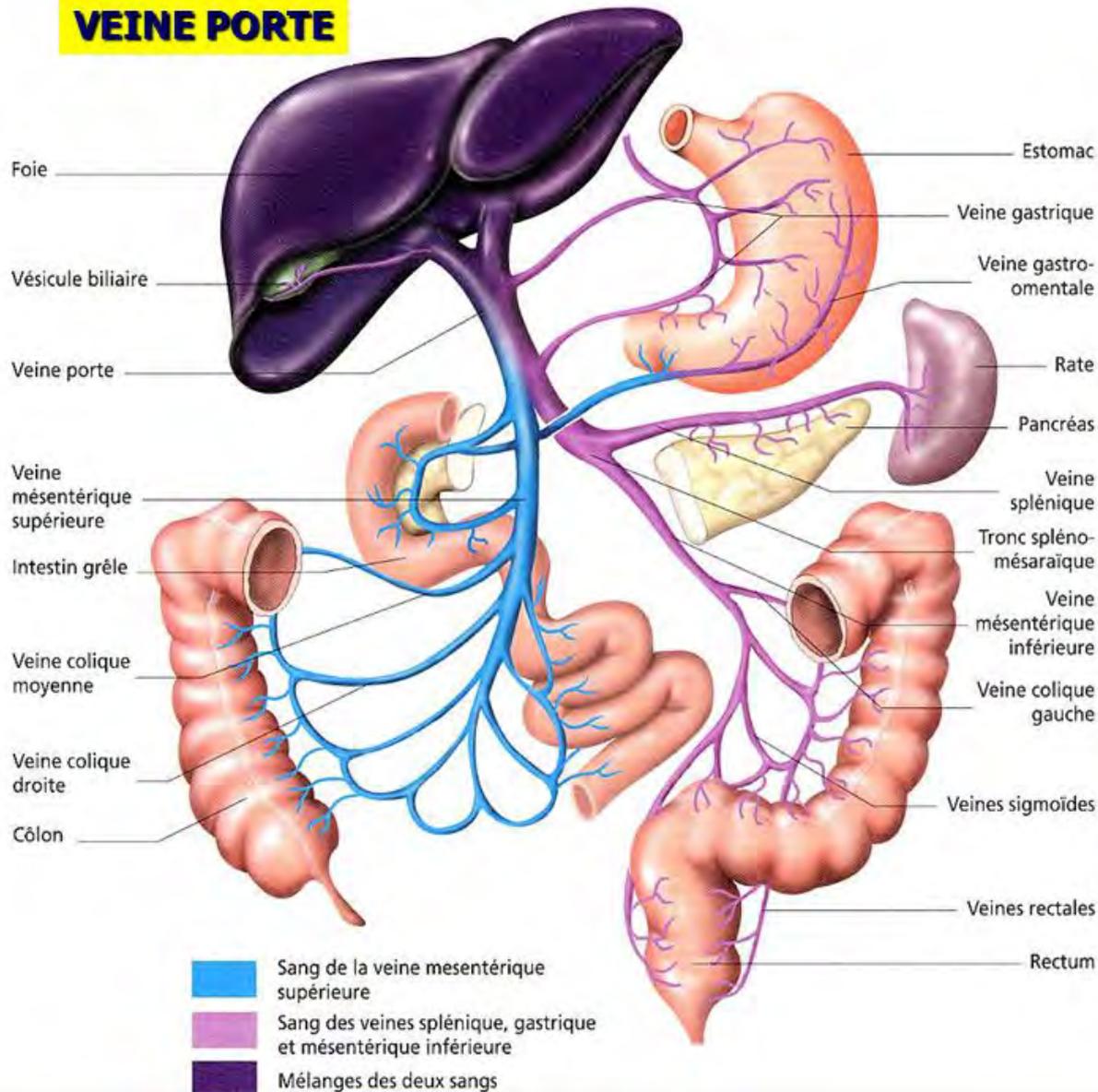
+ Système porte hépatique

- La **veine porte** est une veine qui conduit le sang provenant des organes digestifs (intestins, etc.) vers le foie, d'où il ressortira, après traitement, par la **veine sus-hépatique**. Autrement dit, le foie est situé entre deux veines (en sus de l'artère hépatique), ce qui est assez rare en anatomie des mammifères, on parle de **système porte**
- La veine porte est formée de la réunion:
 - du **tronc spléno-mésentérique** (confluent de la veine splénique et de la veine mésentérique inférieure)
 - de la **veine mésentérique supérieure**. Elle se divise en deux branches gauche et droite qui pénètrent dans le foie par le **hile hépatique**
- Les veines se jetant dans la veine porte sont:
 - la veine **gastrique gauche** (coronaire stomachique),
 - la **veine pylorique**
 - la veine cholédoque
 - le tronc gastro-colique de Henlé
 - la veine pancréatico-duodénale



+ Système porte hépatique

VEINE PORTE



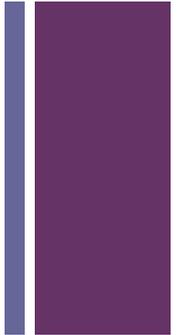
+ Veine porte

Conséquences physiologiques

- Le fait que le foie traite, dès le premier passage, le sang contenant les produits de la digestion permet une importante **détoxification des substances dangereuses**

■ Conséquences en thérapeutique

- De nombreux médicaments sont dégradés dans des proportions importantes par cet effet de premier passage hépatique.
- Afin d'éviter cette dégradation, on administre certaines substances par une voie capable de rejoindre la circulation générale sans passer par le filtre du foie. Citons la voie sublinguale et la voie cutanée.



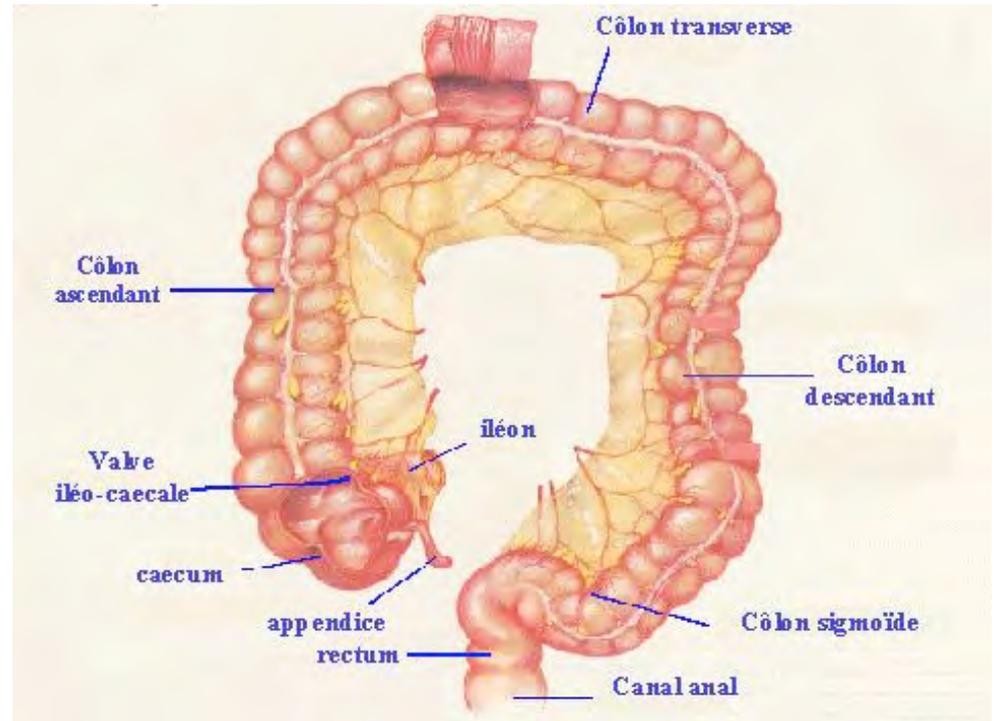
+ Le gros intestin

- Radiographie de l'abdomen avec injection de produit de contraste
- La valvule iléo-coecale est fermée empêchant le liquide d'entrer dans l'iléon



+ Le gros intestin

- Le gros intestin est la partie terminale. Il s'étend de la valvule iléo-cæcale à l'anus
- Il comprend le cæcum avec l'appendice vermiforme, le côlon ascendant, le côlon transverse, le côlon descendant, le côlon sigmoïde et enfin le rectum qui s'abouche à l'anus par deux sphincters





Le gros intestin

Histologie

- Le gros intestin ne présente pas de grandes différences. Il est recouvert de cellules caliciformes qui sécrètent du mucus afin de protéger les parois contre l'acidité et les gaz produits par la dégradation des derniers nutriments par la flore bactérienne, présente en grand nombre dans la partie terminale de l'intestin.





Le gros intestin

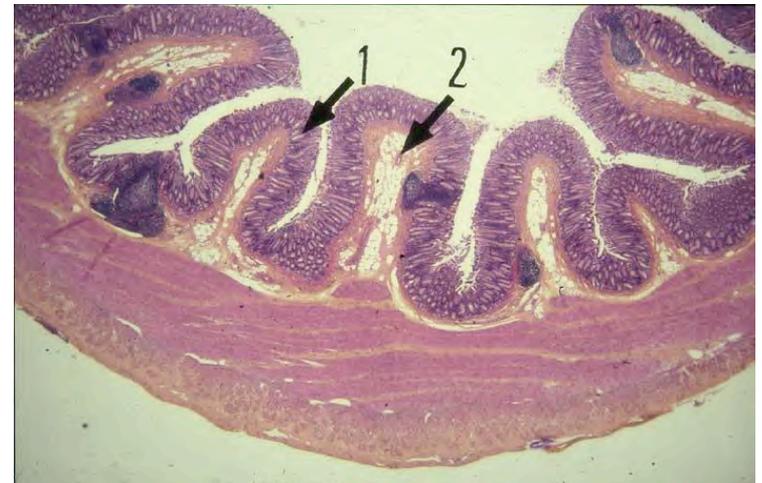
Histologie

- La flore bactérienne dégrade certains gros glucides (polysaccharides) non digérés. Cette dégradation des celluloses (fibres) facilite la progression des selles vers l'anus
- L'absorption principale s'est faite au niveau de l'intestin grêle, il ne reste plus que quelques vitamines synthétisées (B, K), des électrolytes (Na^+ , Cl^-) et de l'eau qui sont réabsorbés à ce niveau



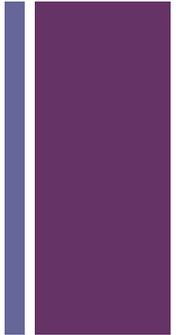
+ Le gros intestin

- Il existe des renforcements de la musculature circulaire, formant des haustrations visibles sur les parois externes et permettant une segmentation des selles
- La musculature longitudinale est puissante et permet un péristaltisme de masse trois à quatre fois par jour
- La défécation est un réflexe nerveux parasympathique par contraction du côlon sigmoïde





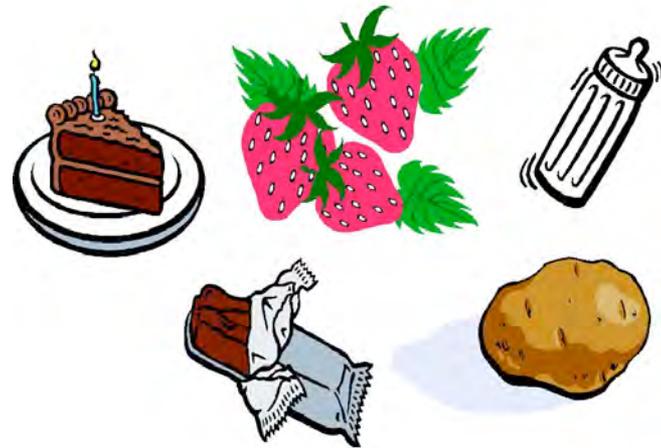
Physiologie de la digestion et chimie de l'absorption



- Tous les nutriments qui sont ingérés doivent être obligatoirement dégradés pour que l'absorption soit possible au niveau de la muqueuse intestinale
- Les grosses molécules sont transformées en monomères (molécule simple) dans un processus de catabolisme
- Sur les 10 litres absorbés quotidiennement par le corps seulement 0.5 à 1 litre arrive dans la portion terminale du gros intestin
- Tout le reste a été assimilé dans l'intestin grêle (principalement dans le duodénum et le jéjunum)
- L'iléon récupère les sels biliaires pour les renvoyer au foie
- L'eau est réabsorbée dans l'intestin grêle en même temps que les protéines (pression oncotique).

+ Les glucides (sucres)

- Peu de polysaccharides sont digestibles. Le glycogène et l'amidon sont les principaux disaccharides catabolisés en monosaccharides pour être absorbés par l'organisme
- Les principales enzymes responsables de cette dégradation sont l'amylase salivaire, l'amylase pancréatique et la dextrinase
- Il existe une enzyme particulière pour chaque sucre (lactose, saccharose, amidon, glycogène)



+ Les glucides

- Les glucides sont les principales sources énergétiques de l'organisme
- Le glucose est stocké sous forme de glycogène dans le foie et les muscles
- Ils sont dégradés dans les mitochondries pour former de l'ATP (adénosine triphosphate), principale source énergétique de la cellule.



+ Les glucides

- Les glucides sont absorbés dans le duodénum et le jéjunum au niveau de la bordure de la brosse
- Les monosaccharides digérés sont transportés activement par des protéines, puis passent dans la circulation veineuse par diffusion simple
- Seul le fructose peut passer de manière passive la muqueuse intestinale (utile pour le sport).

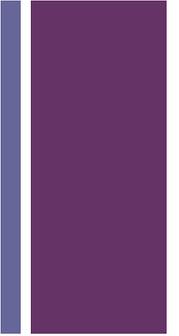




Schéma des différents sucres

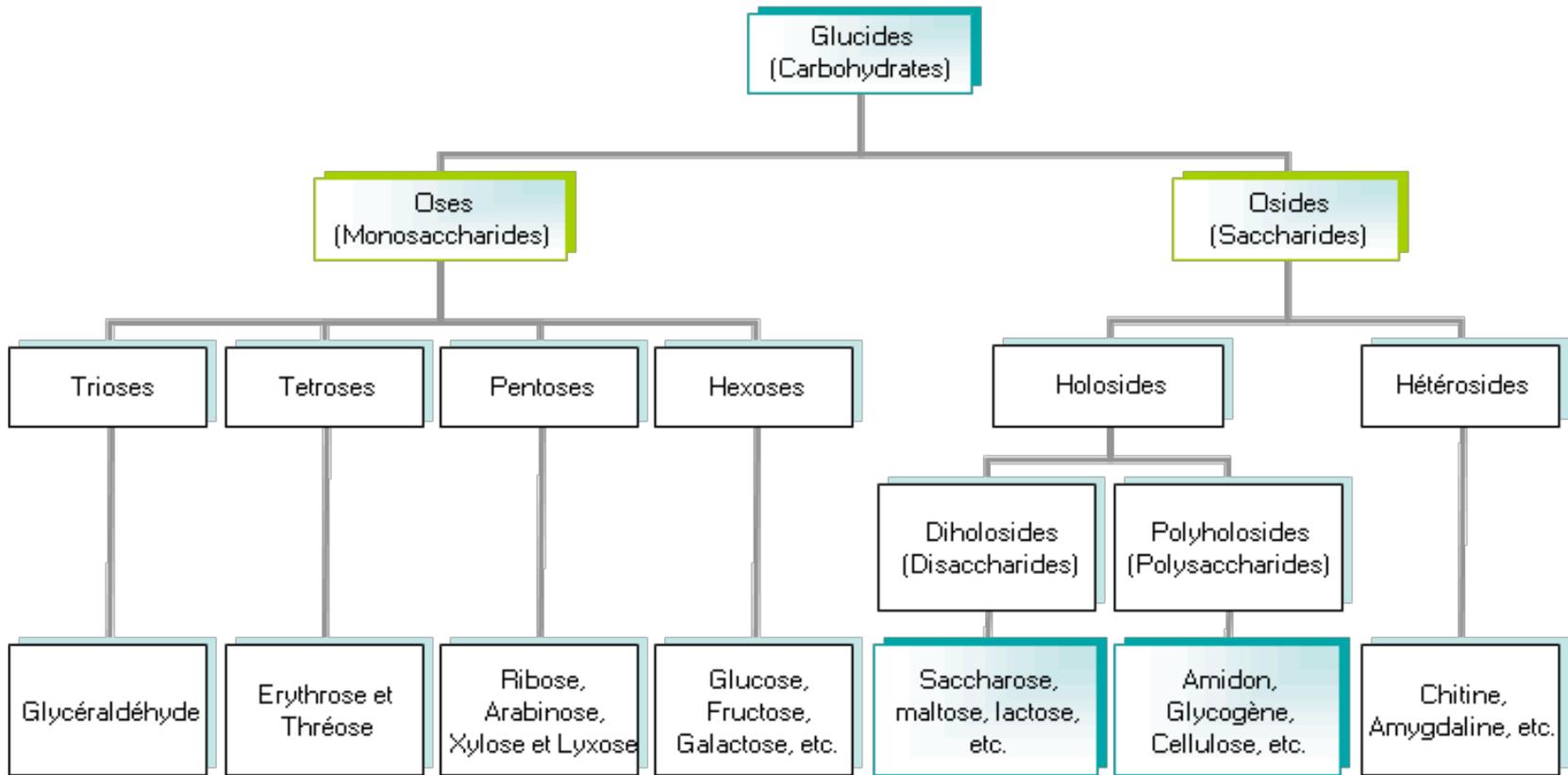
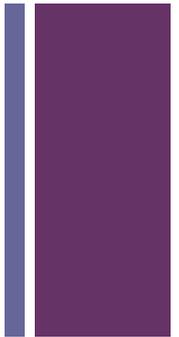


Figure 1: Classification des glucides

+ Les lipides

- Les graisses subissent une macroémulsion par le péristaltisme important de l'estomac
- Elles sont ensuite mêlées aux sels biliaires dans le duodénum et aux enzymes pancréatiques (cholestérol, estérase,...) pour être finalement assimilées sous forme de monoglycérides ou de glycérol
- Ils passent au travers de la muqueuse gastrique de manière active et se retrouvent dans la lymphe.



+ Les lipides

- Les graisses subissent une macroémulsion par le péristaltisme important de l'estomac
- Elles sont ensuite mêlées aux sels biliaires dans le duodénum et aux enzymes pancréatiques (cholestérol, estérase,...) pour être finalement assimilées sous forme de monoglycérides ou de glycérol
- Ils passent au travers de la muqueuse gastrique de manière active et se retrouvent dans la lymphe.

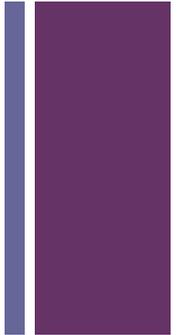


+ Les lipides

- Les lipides sont la principale source d'énergie qui peut être stockée par l'organisme
- Sur demande, les lipides vont être transformés en glucides, puis en ATP pour fournir l'énergie au corps
- Ils sont présents dans les adipocytes sous forme de triglycérides, qui sont la synthèse d'acide gras et de monosaccharides
- Ils jouent aussi un rôle de protection (loge rénale).

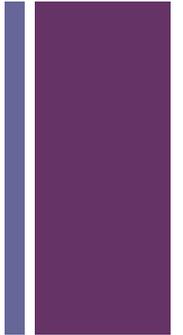


+ Les protéines



- Les protéines sont le principal constituant du corps humain (muscles, muqueuse, membrane cellulaire,...). Elles n'ont pas qu'un rôle structurel
- Elles participent activement aux transports des autres substances vitales de l'organisme (l'oxygène sur l'hémoglobine des globules rouges, protéines transmembranaires,..)
- La plupart des enzymes sont des protéines et participent aux différentes activités métaboliques de l'organisme. Ce sont des catalyseurs essentiels pour permettre certaines réactions chimiques

+ Phase de jeûne

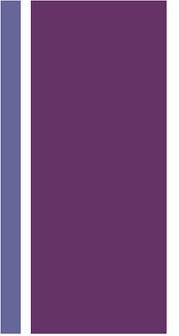


Si une phase de jeûne persiste par une diminution ou une absence d'apport alimentaire, le cerveau et tout le tissu nerveux ne peut supporter une baisse de la glycémie (concentration de sucre dans le sang). Deux solutions s'imposent alors:

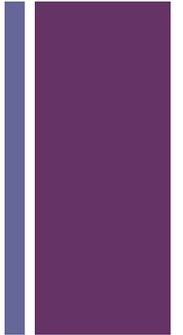
- **Déstockage** : utilisation des réserves de glycogène présentes dans le foie et les muscles (forme rapide, dégradée par hydrolyse) ou des triglycérides (forme lente) ou encore par dégradation des protéines (dégradation de certains acides aminés) pour fournir le glucose aux cellules cérébrales. Cette formation de sucres à partir d'autres nutriments se nomme la néoglucogenèse.
- **Épargne du glucose** : les acides gras dégradés en corps cétoniques vont jouer un rôle de substrats aux glucoses

+ Les vitamines

- On appelle vitamine tout constituant alimentaire nécessaire pour la croissance, la santé (maintient de l'homéostasie) et la vie. Les vitamines prennent souvent un caractère catalyseur dans les réactions enzymatiques
- Les vitamines liposolubles (A, D, E, K) passent facilement la membrane intestinale alors que les hydrosolubles sont transportées activement.



+ Les oligo-éléments



- Les oligo-éléments sont des éléments non synthétisés par le corps, essentiels au métabolisme des différents systèmes.
Ex : électrolytes (Na^+ , K^+ , Cl^-), certaines vitamines
- L'oligothérapie est utilisée depuis quelques années pour palier au carences des électrolytes responsables selon les dires des auteurs de certains développement de pathologies chroniques inflammatoires