

# *Introduction à la physiologie digestive*

université  
PARIS-SACLAY

FACULTÉ DE  
PHARMACIE

UEM 907

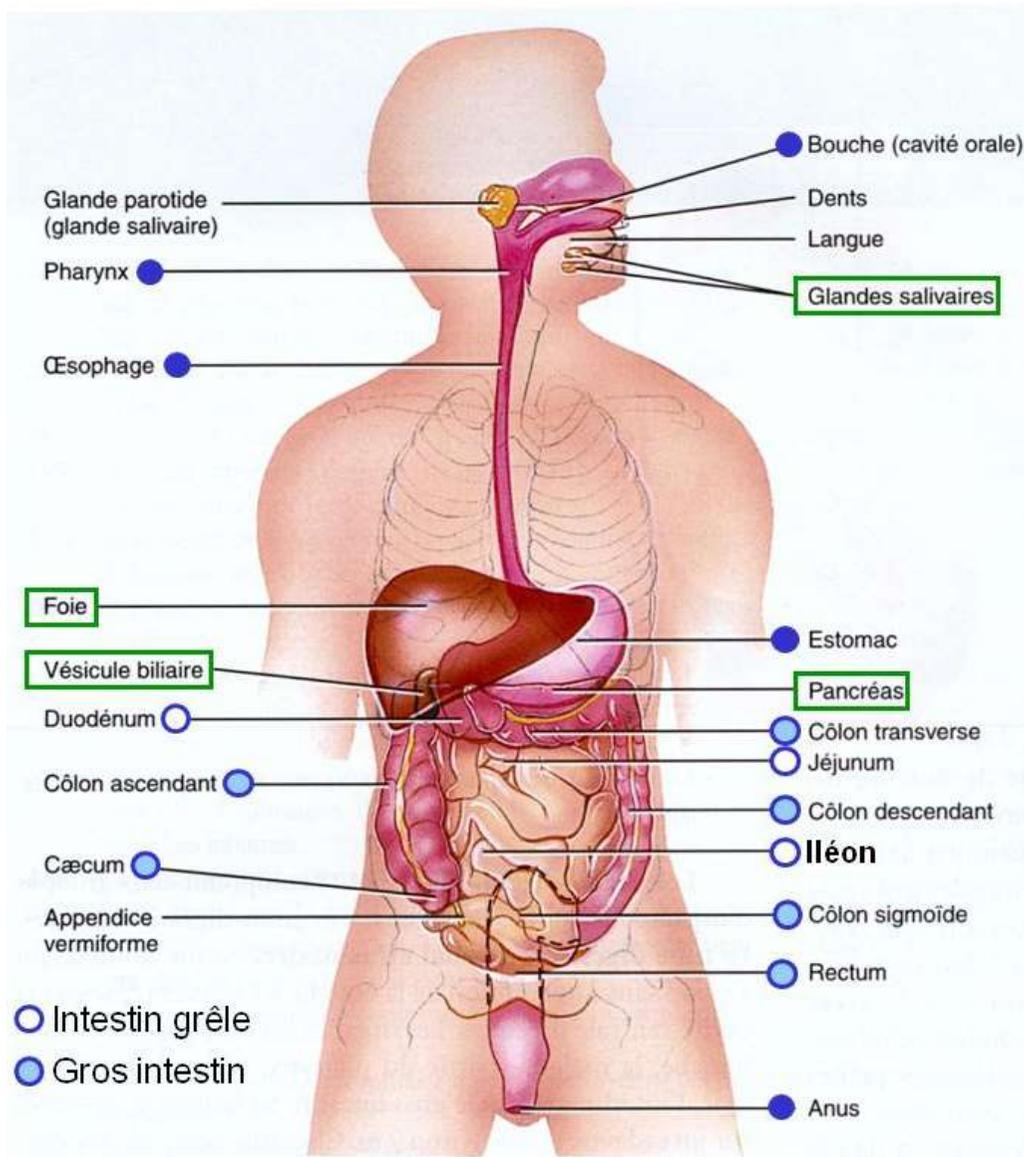
Master 1 «Sciences des médicaments et des produits de santé »



**Pr. Anne GARNIER**

Unité UMR-S 1180, Faculté de Pharmacie  
Bâtiment Henri Moissan, HM1  
[anne.garnier@universite-paris-saclay.fr](mailto:anne.garnier@universite-paris-saclay.fr)

# INTRODUCTION



## • Les éléments du système digestif

- la cavité orale (ou buccale)

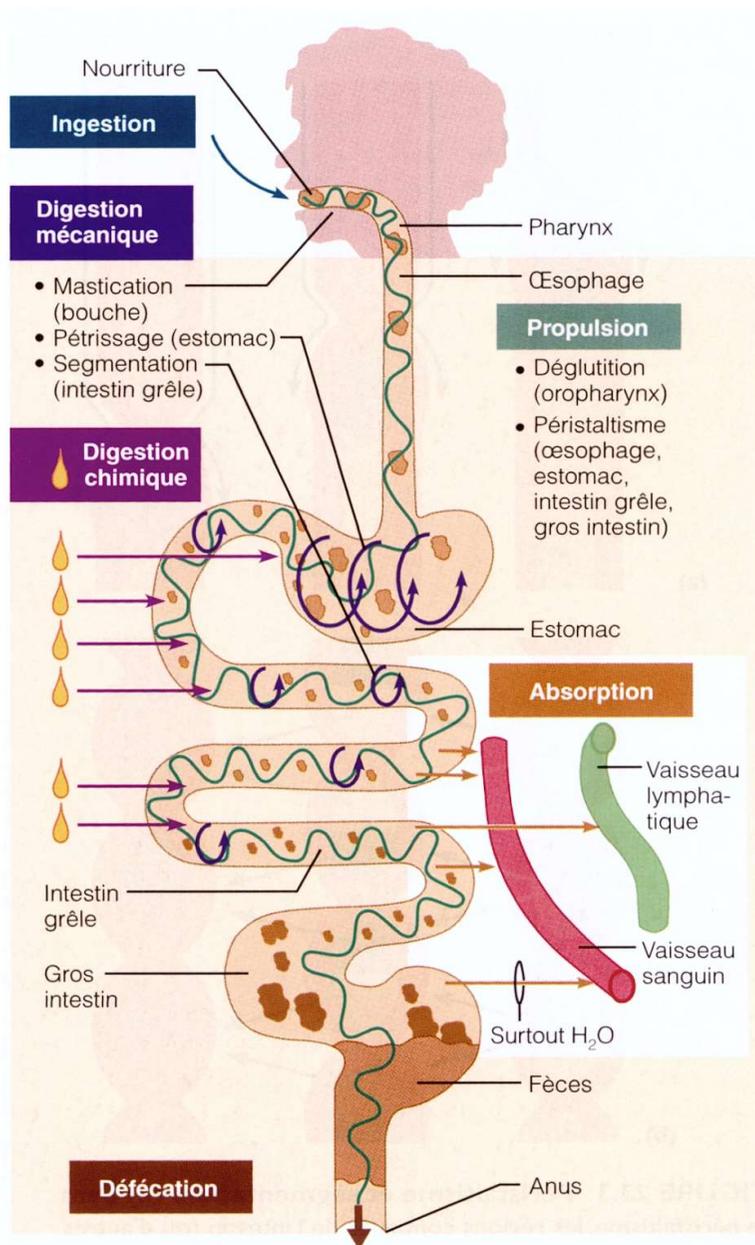
- le tube digestif

→ pharynx, œsophage, estomac, intestin grêle et gros intestin

- les glandes annexes

→ glandes salivaires, foie, vésicule biliaire, pancréas

# FONCTIONS DU SYSTÈME DIGESTIF



- **Action de prendre la nourriture dans la bouche**

- **Déplacement de la nourriture le long du TD (péristaltisme → ondes successives de contraction et de relâchement des muscles de la paroi du TD → propulsion des aliments)**

- **Préparation physique de la nourriture à la digestion chimique**  
**Dégradation de la nourriture en nutriments par des enzymes**

- **Passage des produits de la digestion de la lumière du TD au sang ou à la lymphe**

- **Évacuation hors de l'organisme des substances non digestibles ou non absorbables, sous forme de fèces**

# I. CAVITE ORALE

☞ *La cavité orale permet la formation du bol alimentaire grâce à la mastication des aliments et à la salivation.*

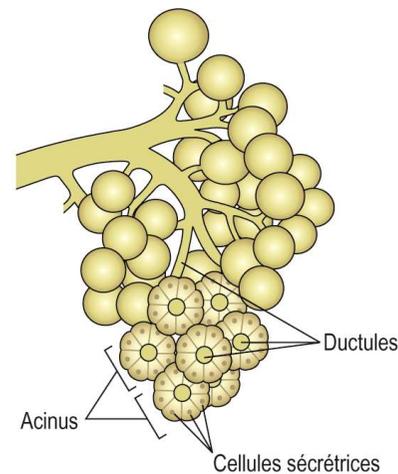
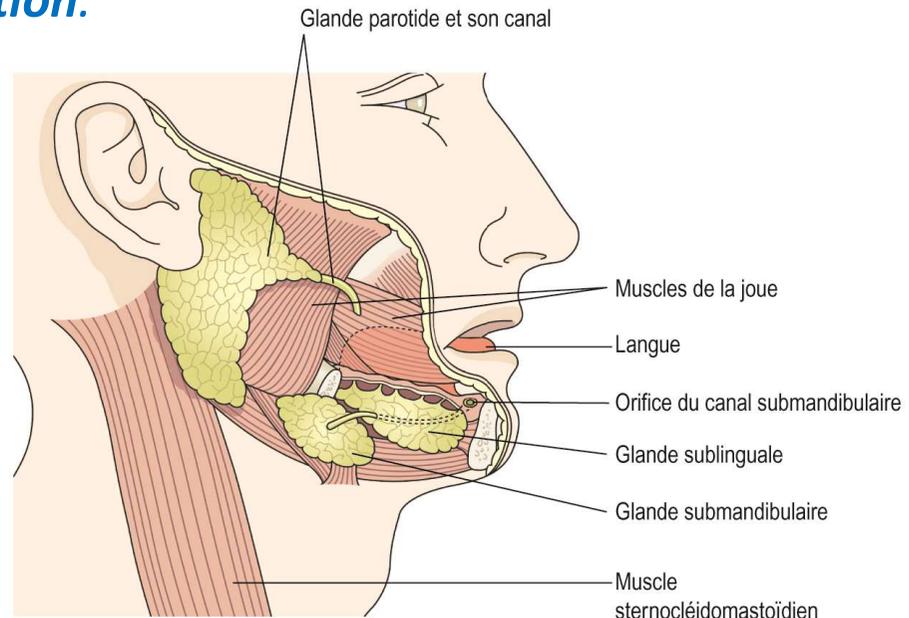
- la salivation

- glandes salivaires disséminées

- 3 paires de glandes principales (parotides, submandibulaires, sublinguales)

- glandes exocrines en grappe → **salive** ± épaisse contenant l' $\alpha(1-4)$ -amylase

- début de dégradation des sucres (car temps de passage des aliments dans la bouche limité )



## II. PHARYNX ET OESOPHAGE

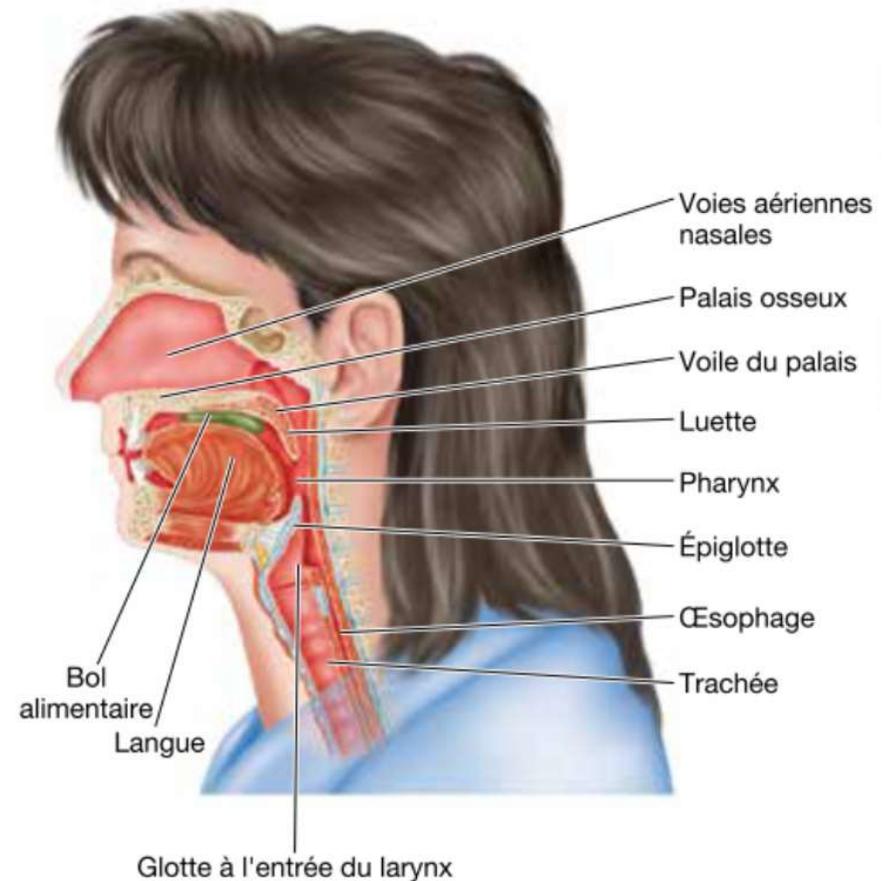
### A. Anatomie du pharynx et de l'œsophage

#### 1. Le pharynx

- **carrefour** des voies respiratoires et des voies digestives

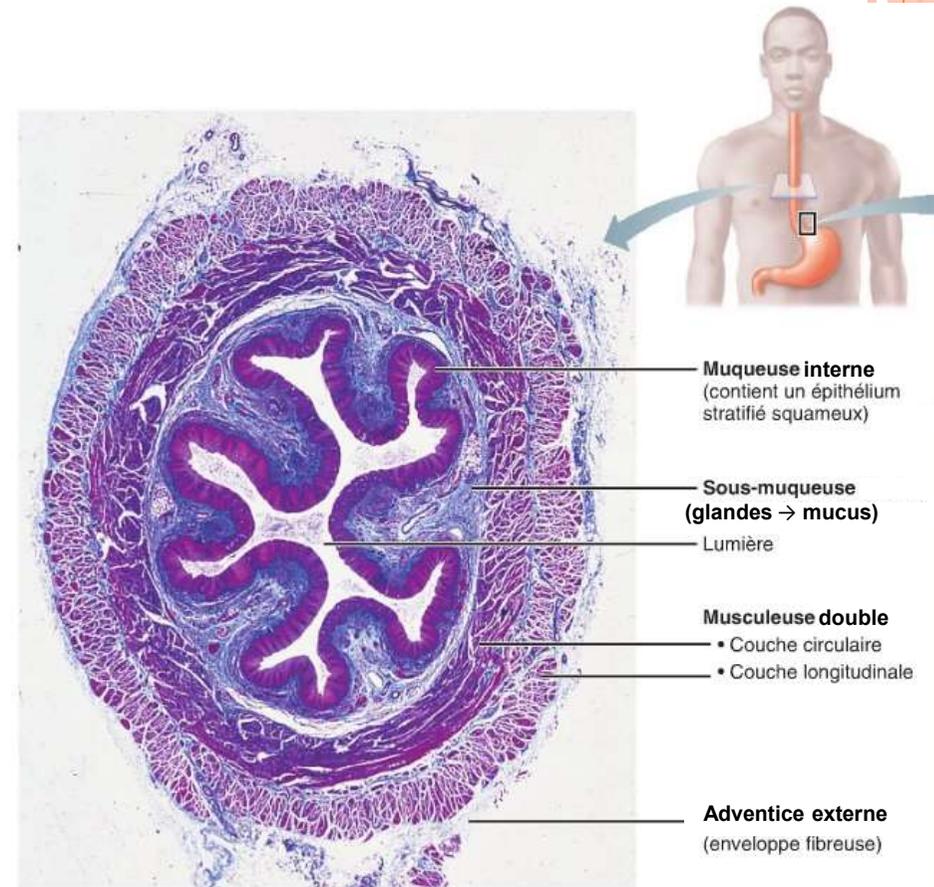
→ rôle majeur de **l'épiglotte** et du **voile du palais** pour orienter :

- le bol alimentaire vers les voies digestives
- l'air vers les voies respiratoires



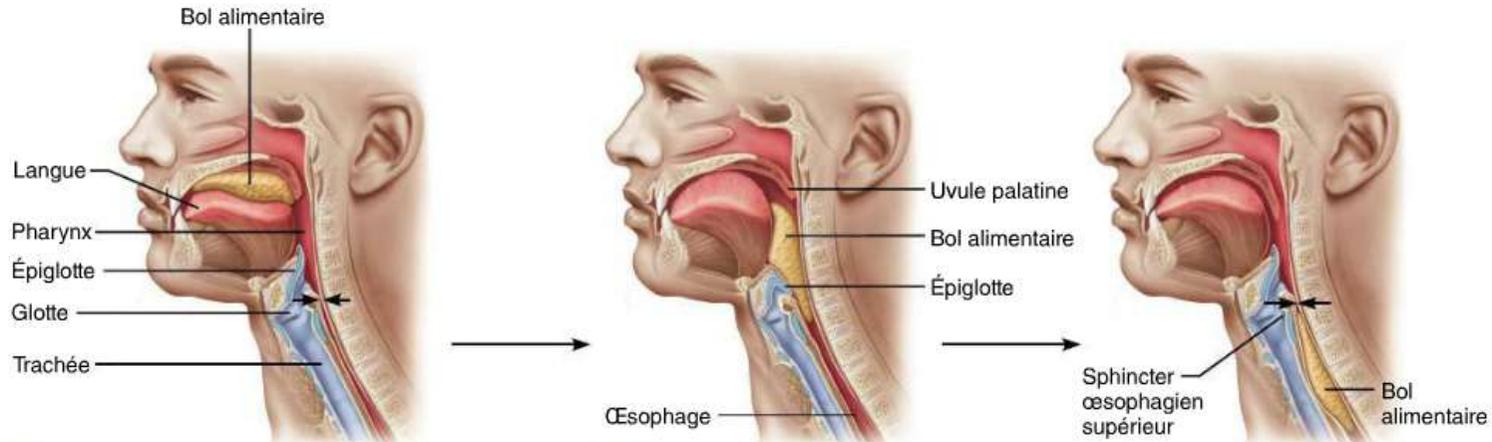
## 2. L'œsophage

- **tube cylindrique** (L 20-25 cm et  $\varnothing$  3 cm), aplati devant la colonne vertébrale et derrière la trachée
- de l'extrémité du pharynx jusqu'à l'estomac
- deux **sphincters**
  - sphincter **supérieur strié** (après pharynx)
  - sphincter **inférieur lisse** (débouché de l'estomac) → empêche le reflux du contenu gastrique acide dans l'œsophage
- **paroi** de l'œsophage
  - muqueuse, sous-muqueuse, musculuse et adventice (séreuse pour le reste du tube digestif)



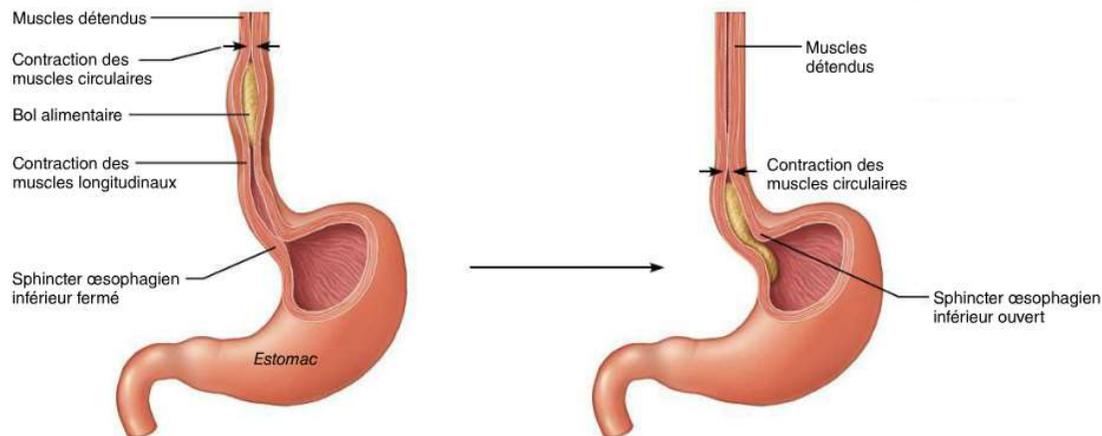
## B. Physiologie de la déglutition

☞ *La déglutition permet au bol alimentaire de passer de la bouche à l'estomac en faisant intervenir une étape **buccale volontaire** et deux étapes **involontaires**, **pharyngienne** et **œsophagienne**.*



① **étape buccale volontaire** → passage du bol alimentaire dans l'oropharynx

② **étape pharyngienne involontaire** → passage du bol alimentaire dans l'œsophage (et reprise de la respiration)



③ **étape œsophagienne involontaire** → passage du bol alimentaire de l'œsophage jusqu'à l'estomac

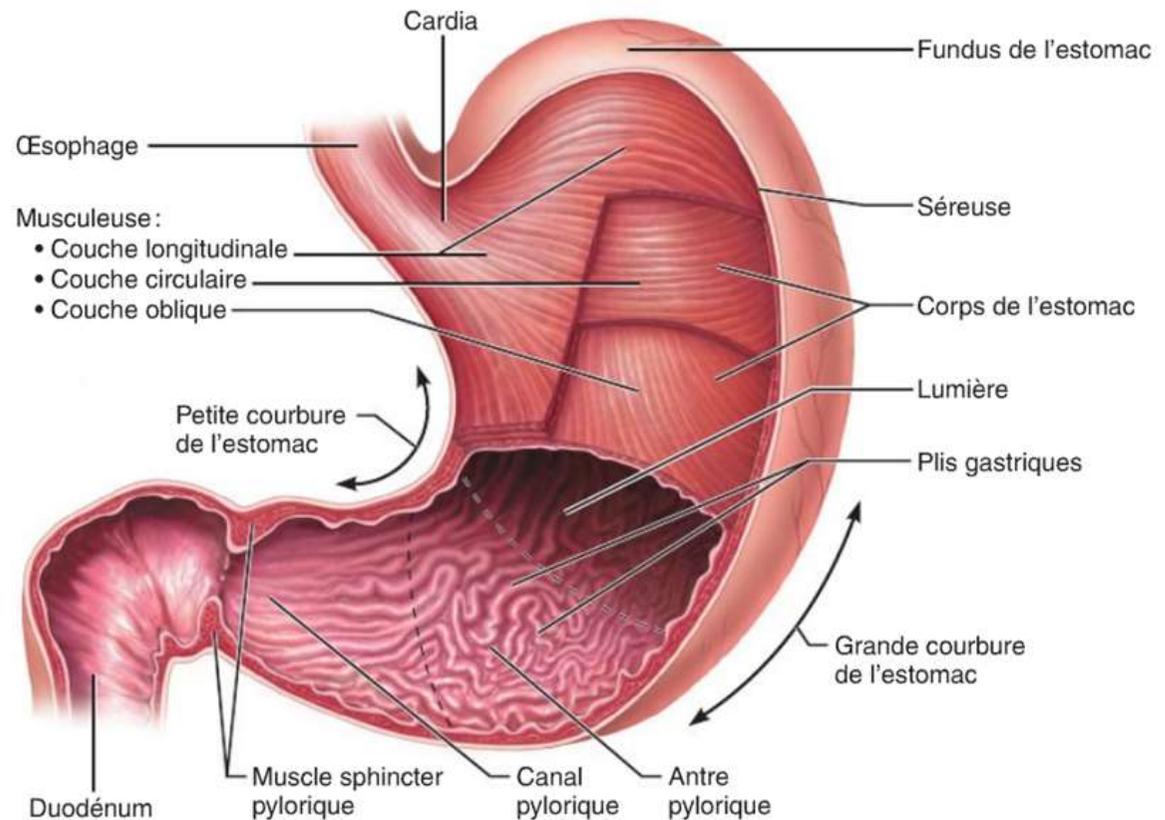
### III. ESTOMAC

#### A. Anatomie de l'estomac

##### 1. Morphologie de l'estomac

- **poche**, en forme de J (25 cm x 12 cm), capacité de 1-1,5 l
- grande **courbure externe** et petite **courbure interne** (côté foie)
- **cardia** à l'entrée
- **pylore** à la sortie muni d'un sphincter puissant
- **plis profonds** longitudinaux sur la face interne → distension de la paroi (repas)

☞ **estomac proximal** = fundus et corps → réservoir à **activité sécrétoire**

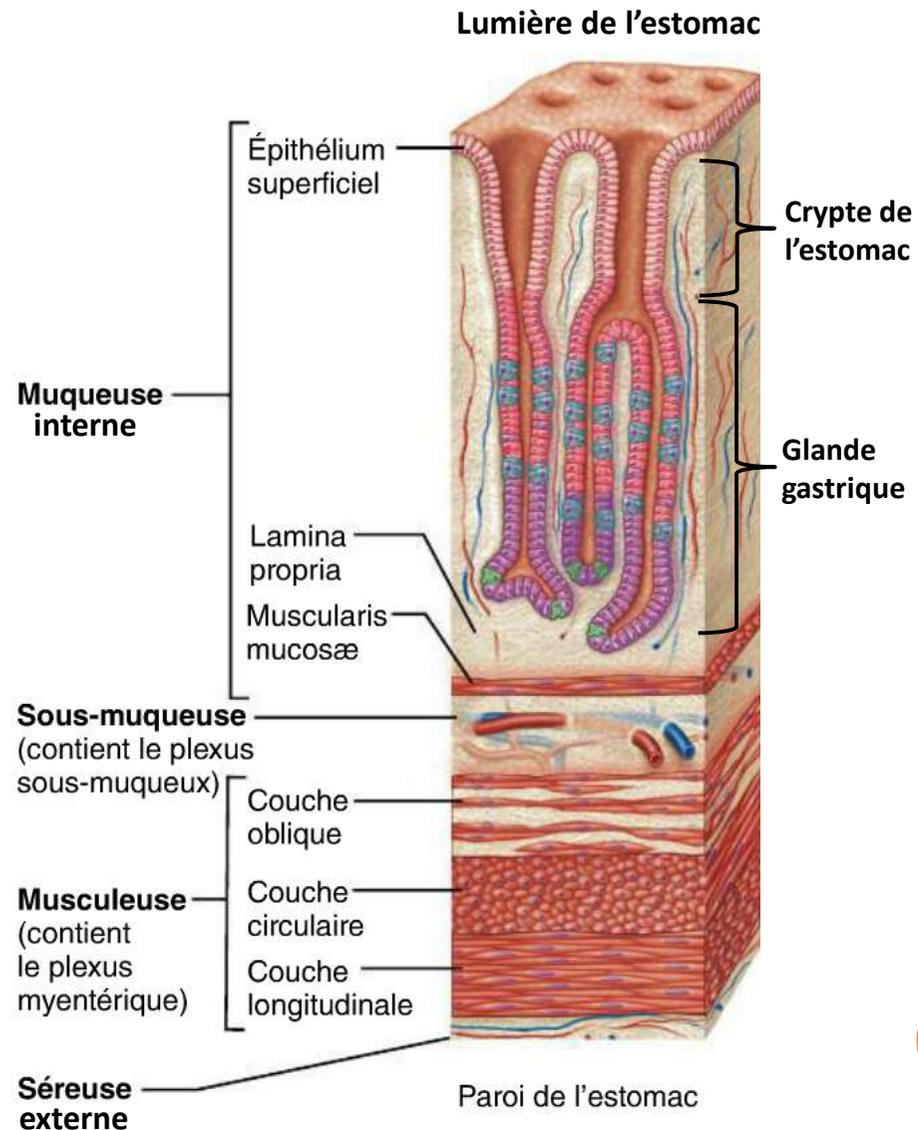


☞ **estomac distal** = antre pylorique → rôle **mécanique** de fragmentation et **régulation** de la vidange gastrique

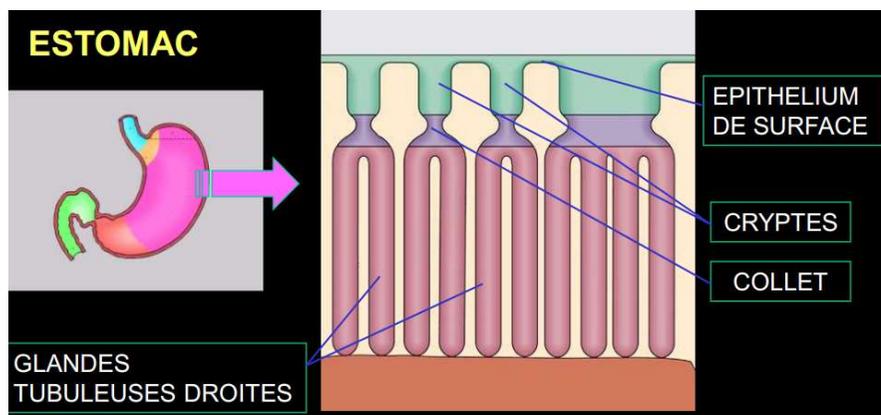
## 4. Histologie de l'estomac

### a. Les 4 couches de la paroi

- **muqueuse** ≠ entre le fundus - le corps de l'estomac et l'antrum pylorique
- avec des **glandes sous-muqueuses**
- avec 3 couches de fibres → **brassage** des aliments



## b. Les muqueuse fundique et pylorique



- **cryptes larges et peu profondes**

- épithélium prismatique simple avec des **cellules à mucus** fermées → sécrétion de mucus et de bicarbonates = **film protecteur** contre acidité gastrique

- **glandes tubulaires droites**

- très nombreuses

① **cellules principales** ou **zymogéniques**

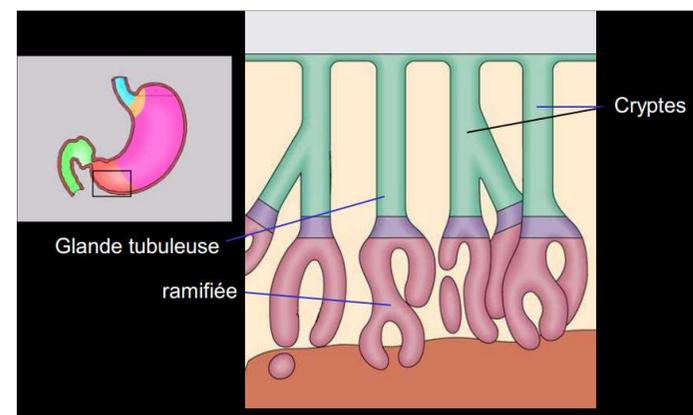
: pepsinogènes et lipase gastrique

② **cellules bordantes** ou **pariétales**

: HCl, facteur intrinsèque (absorption VitB12)

③ **cellules endocrines**

: peu nombreuses, **cellules D** : somatostatine



- **cryptes étroites et profondes**

- épithélium prismatique simple avec des **cellules à mucus** fermées → sécrétion de mucus et de bicarbonates = **film protecteur** contre acidité gastrique

- **glandes tubulaires contournées**

- peu nombreuses

① **cellules à mucus** ( $\neq$  cellules des cryptes)

② **cellules endocrines**

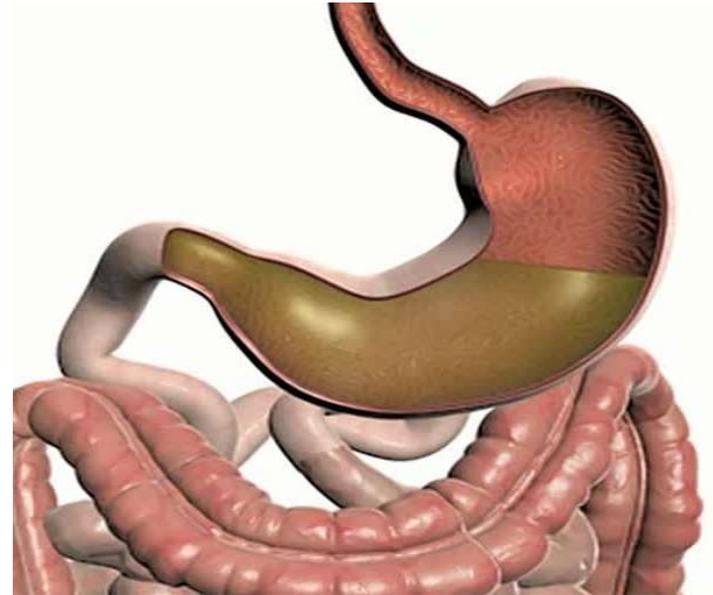
: très nombreuses, **cellules G** : gastrine et **cellules D** : somatostatine

## B. Le suc gastrique

☞ obtention de suc gastrique par tubage gastrique, **n'est pas indispensable** à la digestion : ablation de l'estomac ↔ vie sous réserve régime alimentaire

### 1. Caractéristiques du suc gastrique

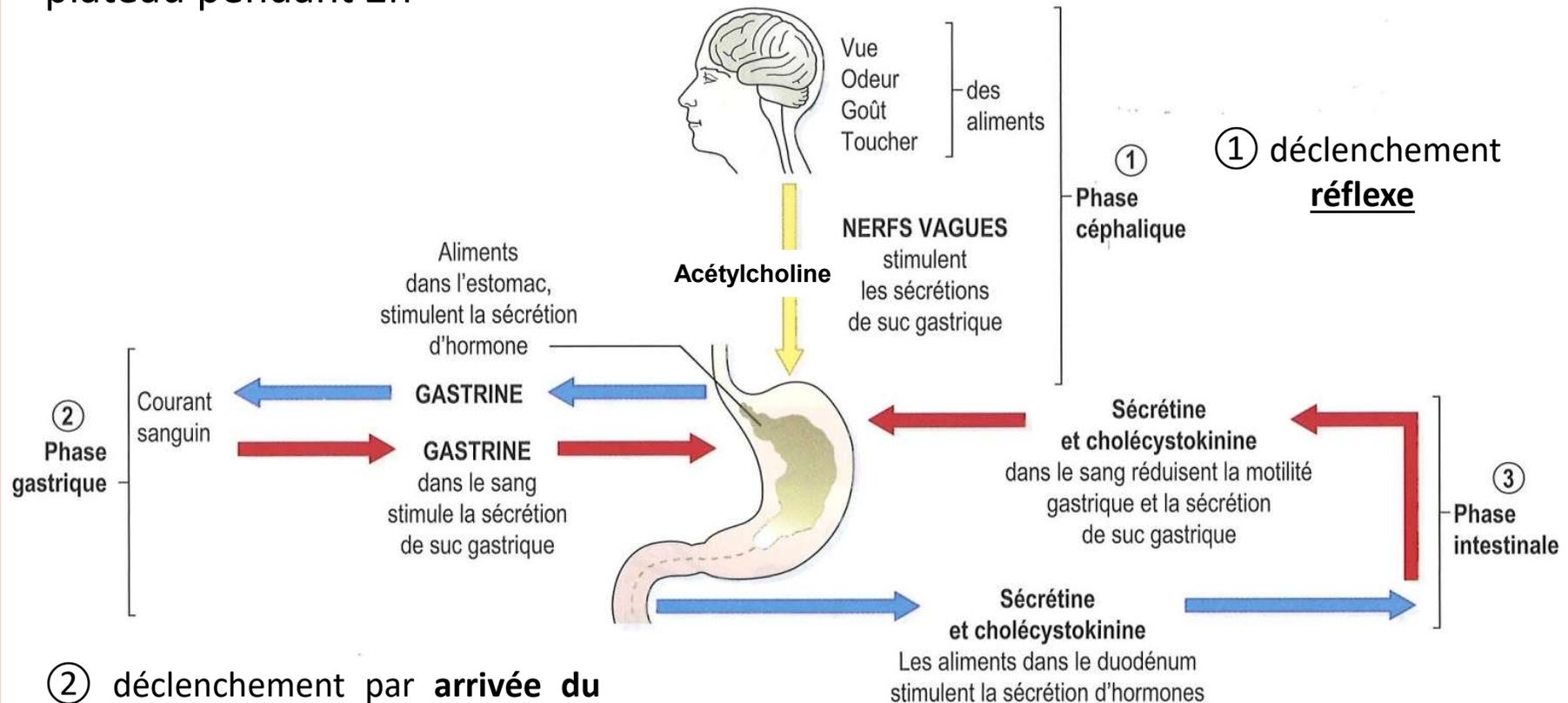
- **volume** sécrété = 2 à 2,5 l / 24h (400 ml pendant la nuit)
- incolore, limpide, très **acide** (pH 1,5 à 2,5)



☞ *Le suc gastrique contient des substances minérales : de l'acide chlorhydrique et des bicarbonates et des substances organiques : du mucus (protégeant contre l'acidité), du facteur intrinsèque, des pepsinogènes et de la lipase gastrique.*

### 3. Le rôle des trois phases de la digestion dans la sécrétion gastrique

☞ **prise alimentaire** → (+) sécrétion acide de façon **brutale et soutenue** en plateau pendant 2h



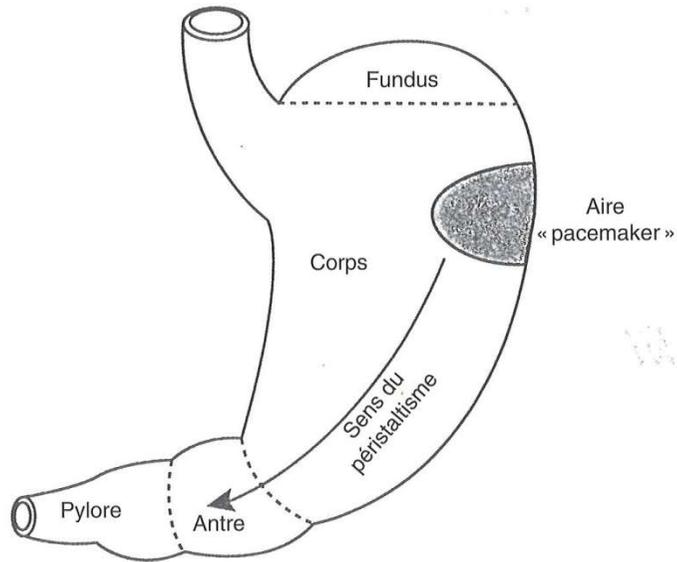
② déclenchement par **arrivée du bol alimentaire** dans estomac  
→ distension gastrique : (+) mécanorécepteurs  
→ protéines et AA : (+) cellules à **gastrine**  
☞ **sécrétion acide maximale en plateau**

Chyme acide ( $H^+$  en excès) → (+) cellules D (estomac) : **somatostatine**

③ déclenchement par **arrivée du chyme acide et riche en lipides** dans duodénum  
→ (+) cellules endocrines S et I (intestin) : **sécrétine et cholécystokinine**  
☞ **arrêt sécrétion acide gastrique**

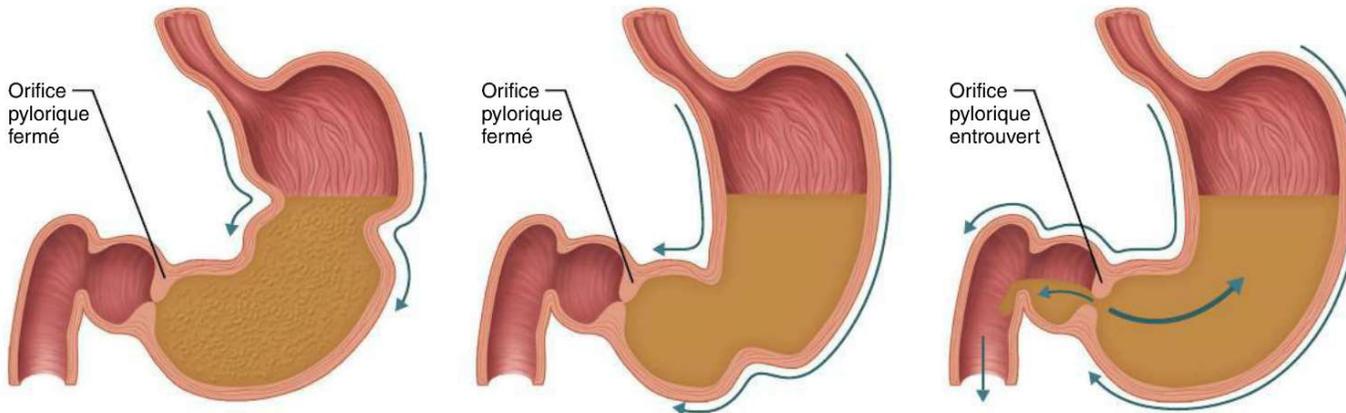
## C. Motricité gastrique

### 1. Les ondes et la vidange gastrique



☞ *L'estomac est à l'origine d'ondes de péristaltisme, qui permettent la vidange gastrique.*

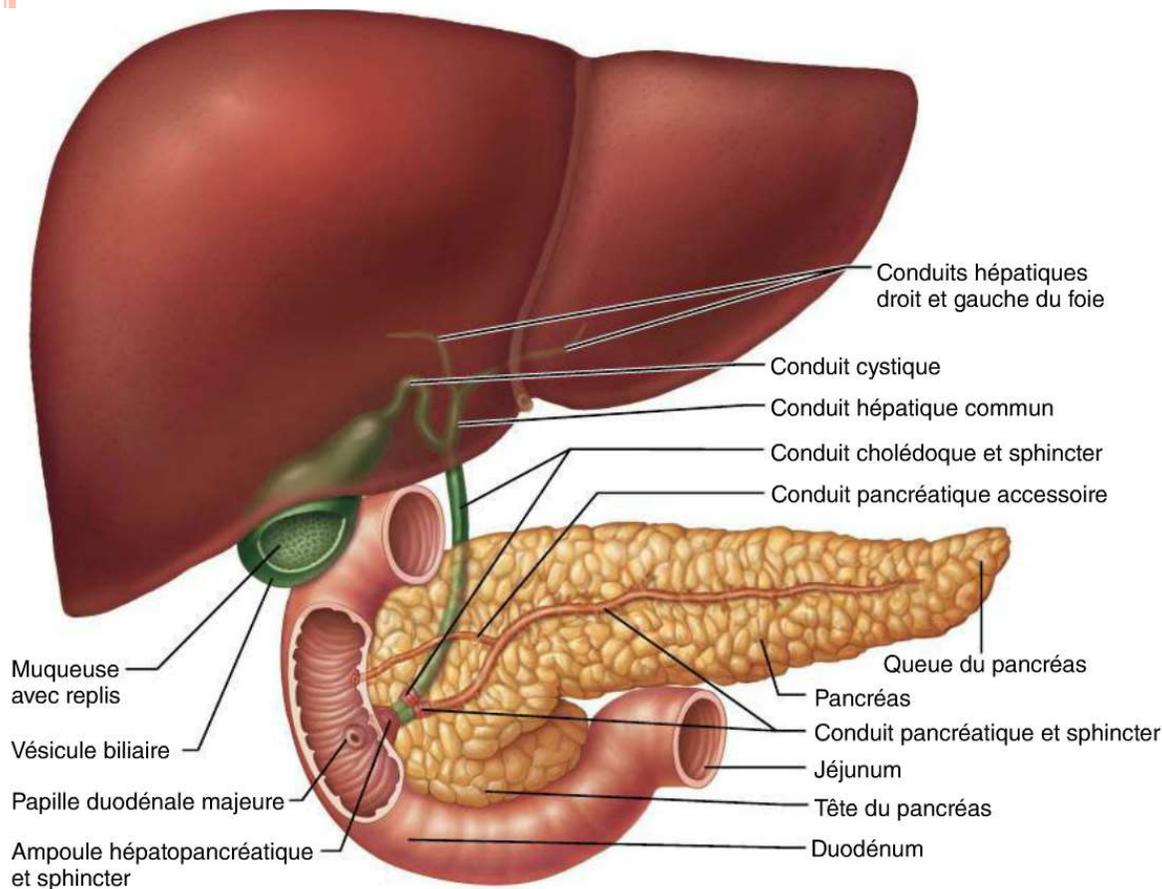
☞ *Le péristaltisme de l'estomac est augmenté par la stimulation parasympathique.*



## IV. PANCREAS EXOCRINE

### A. Anatomie du pancréas

#### 1. Morphologie du pancréas



- **organe allongé**, en forme de langue, situé derrière estomac et tête encastrée / 1<sup>ère</sup> boucle duodénale

- poids : 60 à 80 g

- dimensions : L 12-15 cm, l 2-4 cm, épaisseur 1 cm

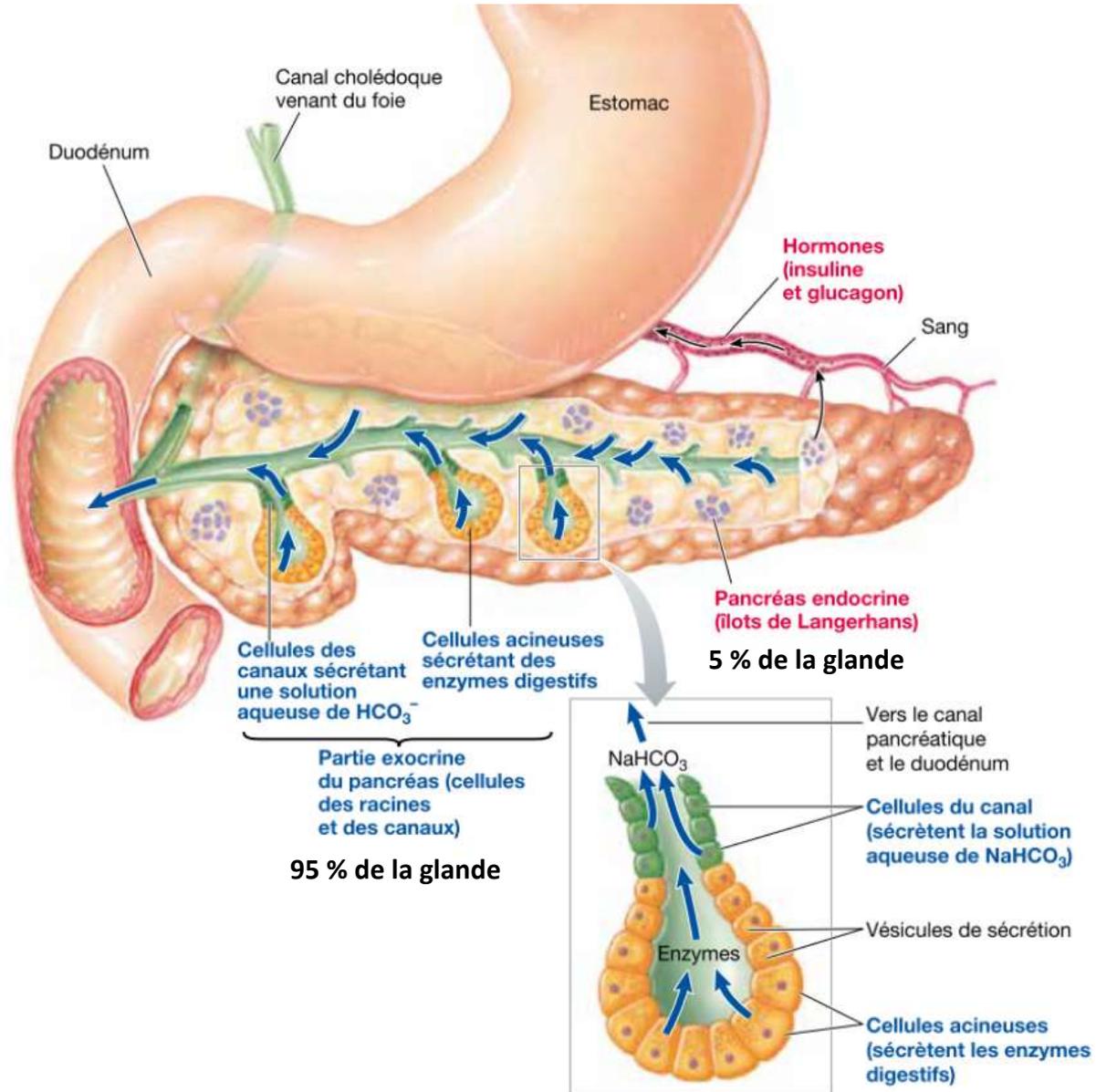
- **2 conduits excréteurs**

- **conduit pancréatique principal = canal de Wirsung** (centre) → conflue avec canal cholédoque (bile) → ampoule hépatopancréatique (ampoule de Vater) → sphincter lisse d'Oddi → duodénum

- **conduit pancréatique accessoire = canal de Santorini**

# 1. Morphologie du pancréas

- pancréas = glande **mixte** : **endocrine** et **exocrine**

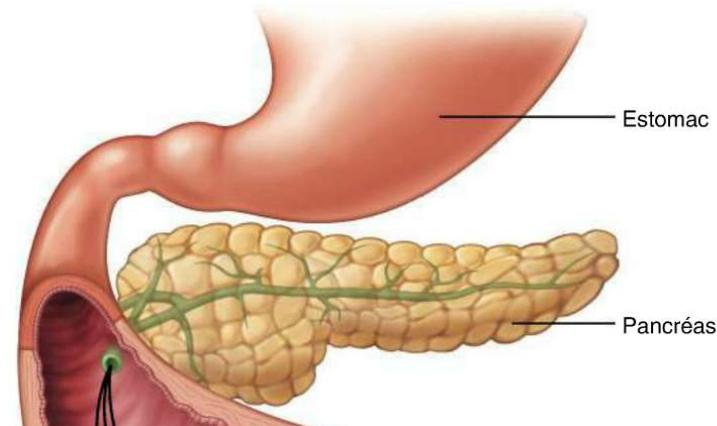


## B. Le suc pancréatique

☞ **suc pancréatique = indispensable** à la digestion des aliments

### 1. Aspect et caractéristiques du suc pancréatique

- liquide incolore, **pH neutre ou alcalin** 7 à 8,4 (selon débit)
- **sécrétion pancréatique** : 1,5 à 2,5 l/j
- **résidu sec** de 12 g/l, substances minérales et organiques



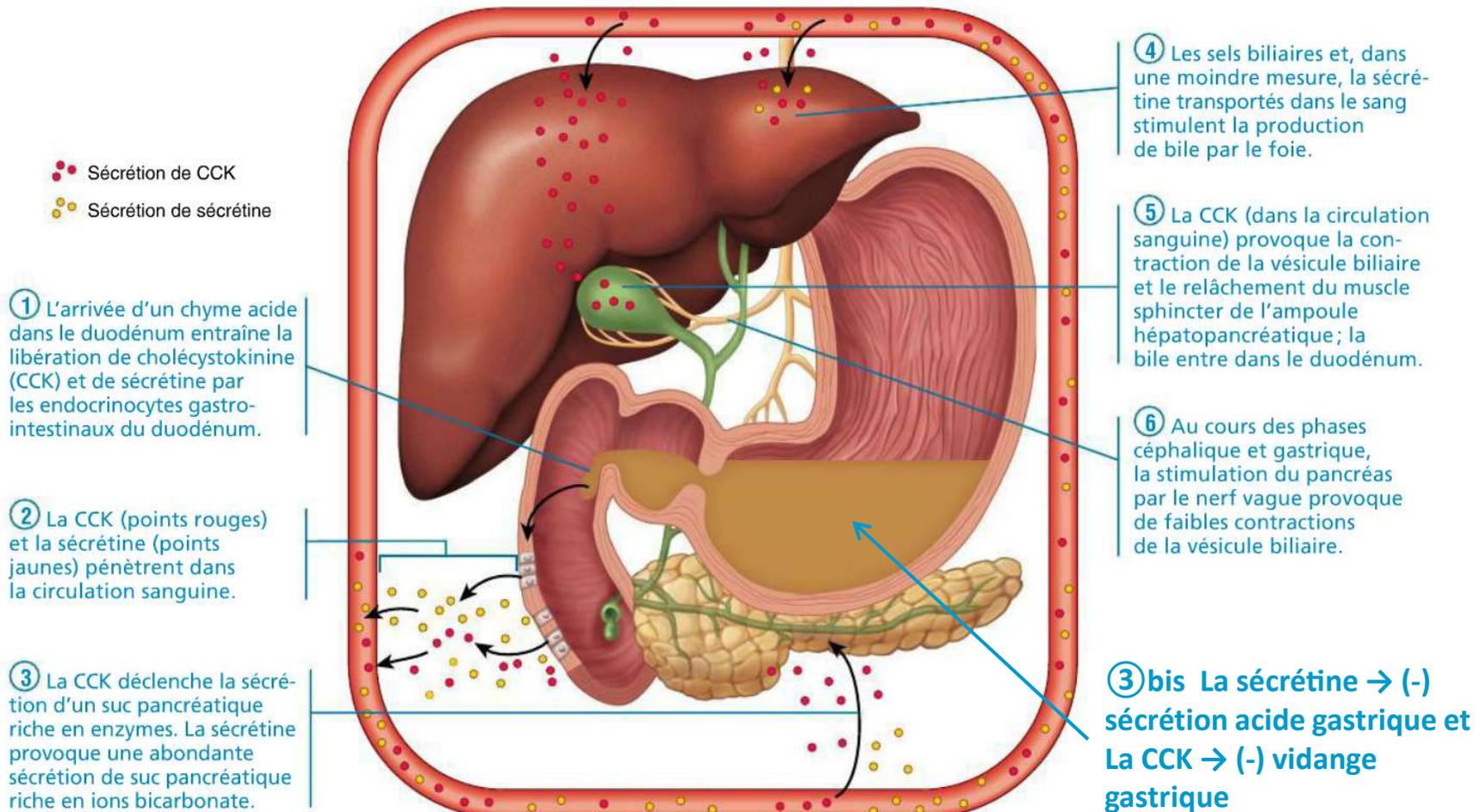
☞ Il permet de **neutraliser le chyme acide** par son pH alcalin (pH 7 à 8,4, **sécrétion des cellules canalaire**s).

☞ Il contient de très **nombreuses enzymes** élaborées par les **cellules acineuses** (**protéases** sécrétées sous forme inactive de zymogènes et devenant actives sous l'action de l'entérokinase duodénale, **lipases, amylases et nucléases**).

## 2. Contrôle de la sécrétion pancréatique au moment des repas

- phase **intestinale** de la digestion → rôle prépondérant

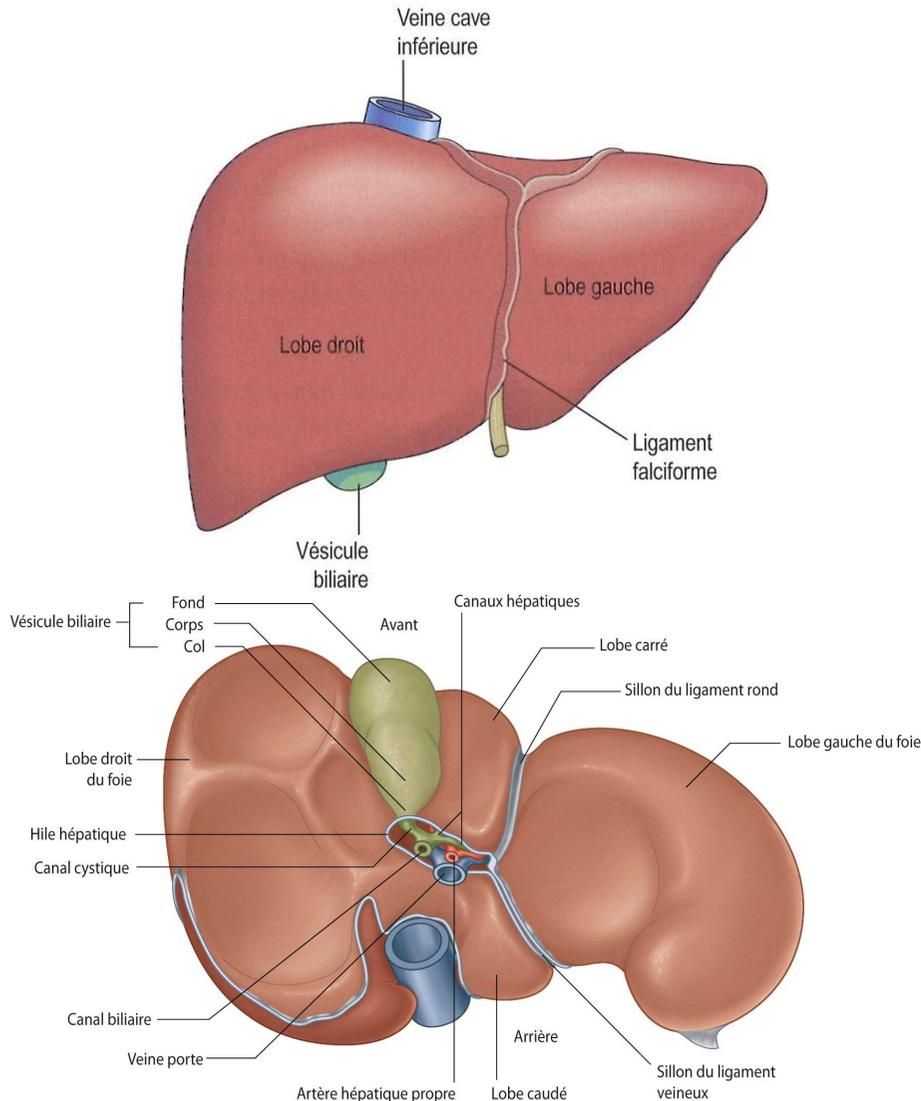
☞ *La sécrétion pancréatique exocrine est stimulée par la sécrétine (cellules duodénales S) qui agit sur les cellules canalaire et par la cholécystokinine (cellules duodénales I) qui agit sur les cellules acineuses.*



# V. FOIE ET SECRETION BILIAIRE

## A. Anatomie et histologie du foie

### 1. Aspect macroscopique du foie



- glande **la plus volumineuse** du corps

- poids : 1,6 - 2 kg

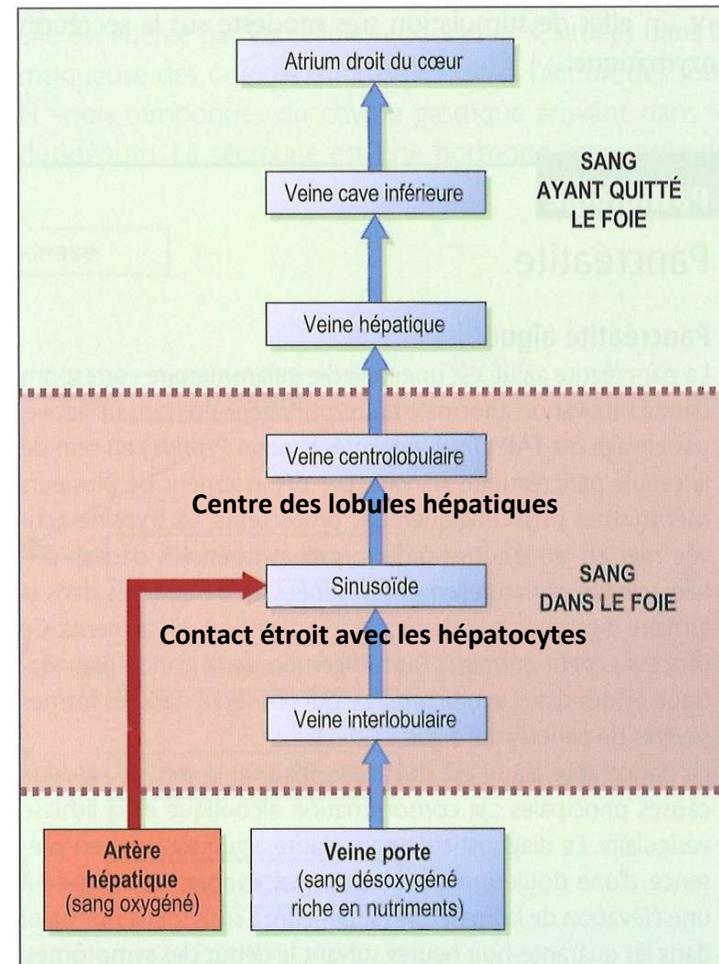
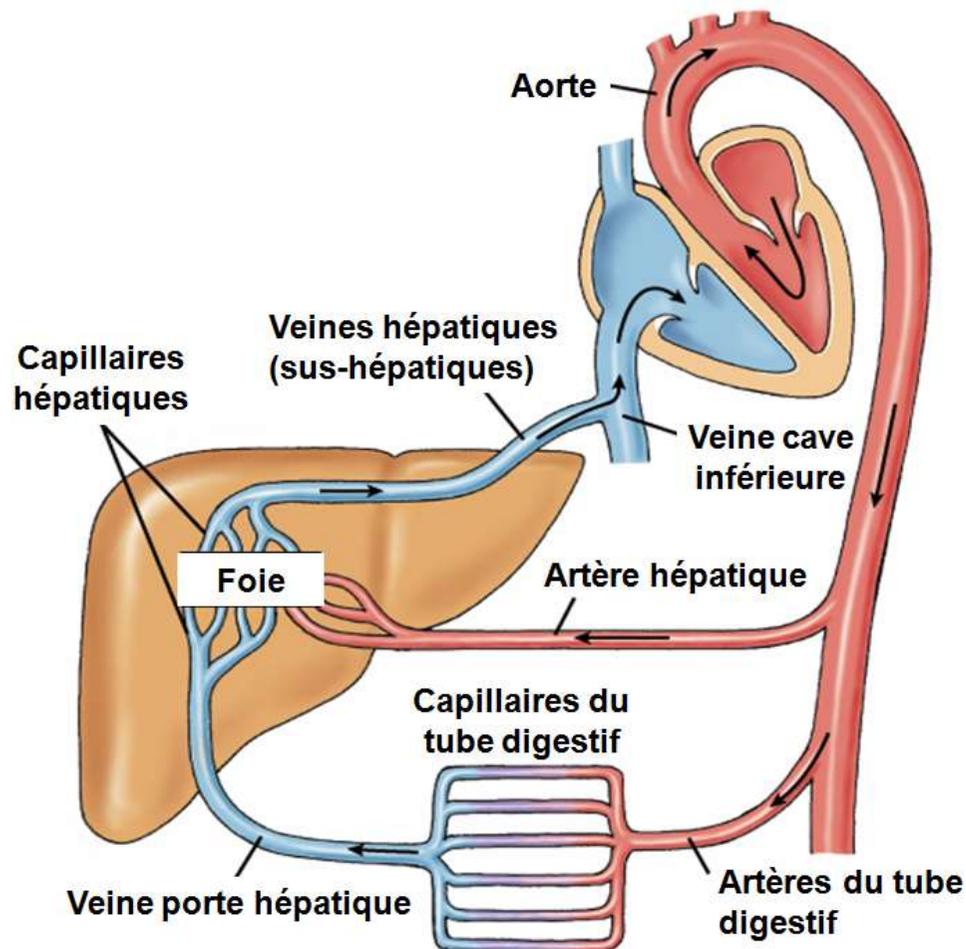
- taille : 28 cm sur 10 cm sur 8 cm

- située sous le diaphragme, côté droit, entourée par une **capsule fibreuse** (de Glisson)

- face supérieure lisse et face inférieure concave avec le **hile hépatique** → vaisseaux sanguins et conduits biliaires

## 2. Vascularisation du foie

- organe **richement vascularisé** : 25 à 30 % du débit cardiaque
- vascularisation **double** :
  - 1/3 par **artère hépatique**, sang artériel riche en  $O_2$
  - 2/3 par **veine porte hépatique**, sang veineux, pauvre en  $O_2$  et riche en nutriments



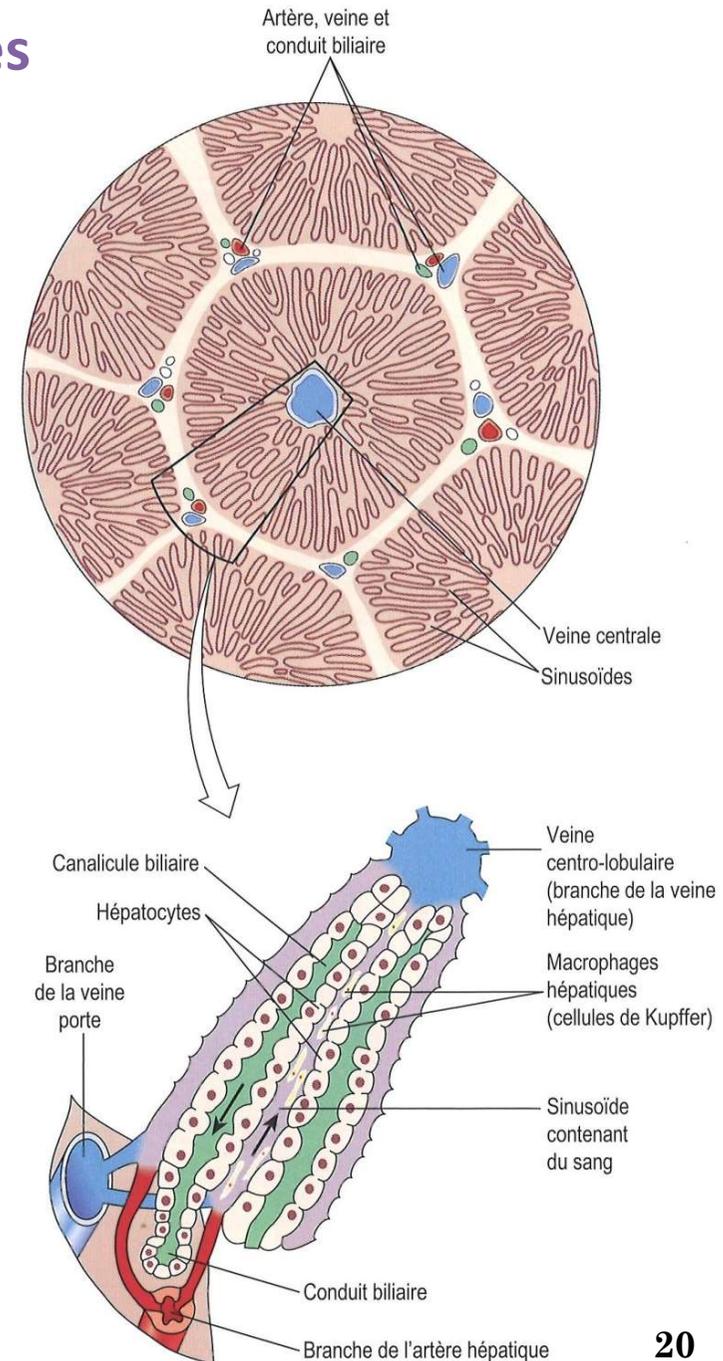
### 3. Organisation en unités fonctionnelles

- parenchyme hépatique → **unités fonctionnelles** microscopiques = **lobules hépatiques hexagonaux de Kiernan** avec **3 éléments** :

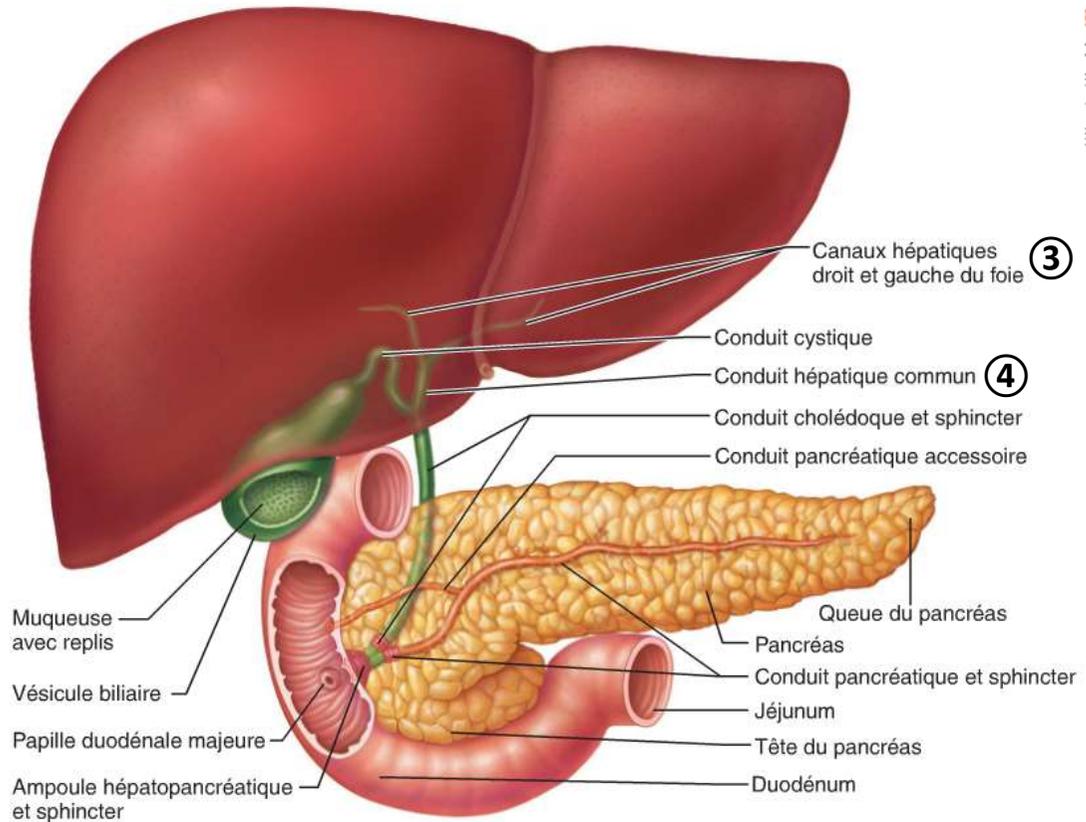
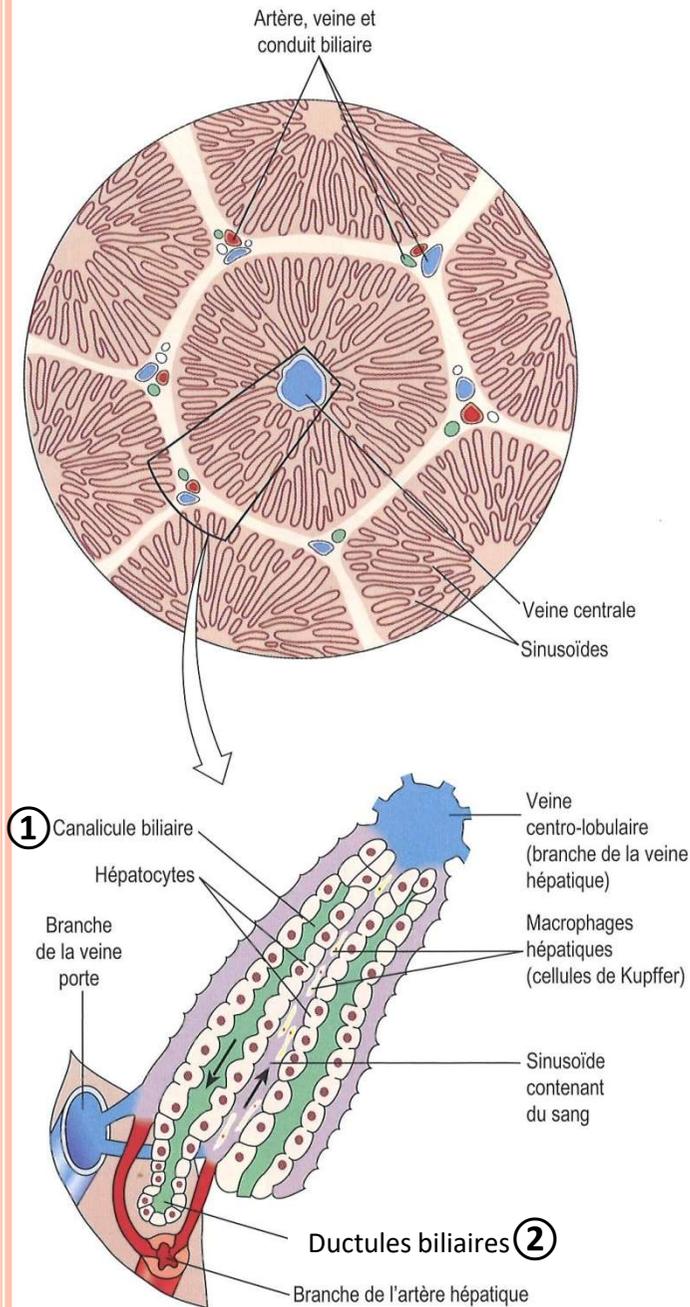
- **travées d'hépatocytes** ou travées de Remak  
→ élaboration et sécrétion de la bile

- **canalicules biliaires**  
→ transit de la bile / centre vers périphérie

- **capillaires radiés ou sinusoides**  
→ transit du sang /périphérie vers centre



## 4. Les voies biliaires et la vésicule biliaire

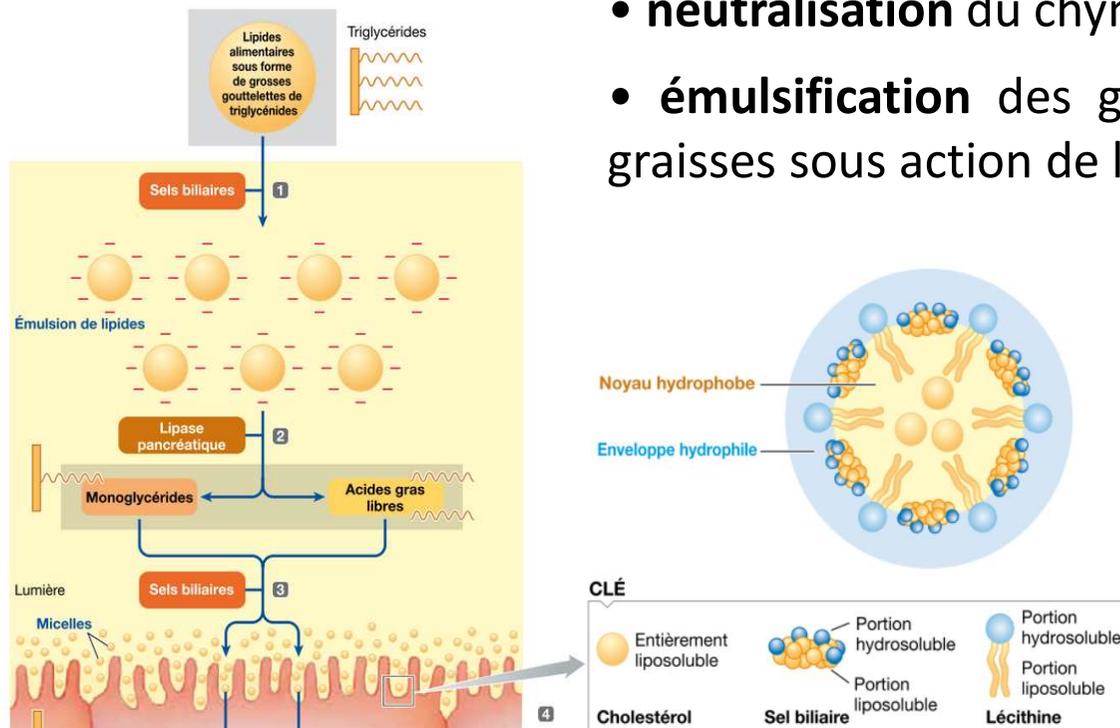


### • vésicule biliaire

- réservoir de 50 ml, forme de poire, 7-10 cm long
- située sous le foie
- drainée par le **canal cystique**
- canal cystique + canal hépatique commun = **canal cholédoque** → réunion avec le canal pancréatique

## B. Excrétion biliaire et rôle de la bile

- **excrétion nulle** en période interdigestive, **libération** / prise alimentaire
- arrivée des **lipides** et **AA** (duodénum) → **libération de CCK** (cellules endocrines I duodénales) → récepteurs sur **fibres musculaires lisses** de la vésicule biliaire → **contraction** vésicule biliaire → **vidange, ondes péristaltiques** / canal cholédoque et **ouverture du sphincter d'Oddi**



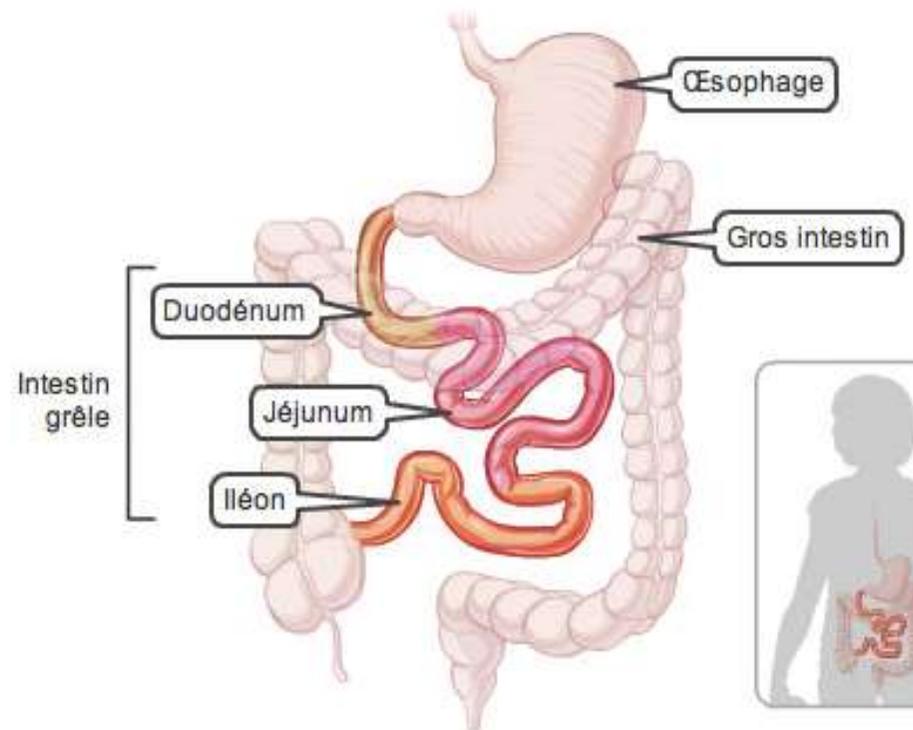
- **neutralisation** du chyme gastrique
- **émulsification** des graisses et **dégradation** des graisses sous action de la lipase pancréatique

## V. INTESTIN GRELE

### A. Anatomie de l'intestin

#### 1. Morphologie de l'intestin

- estomac → **intestin grêle**
    - 6-7 m long, 3-4 cm diamètre du pylore → gros intestin
    - rattaché paroi postérieure abdomen / méésentère
  - **3 parties :**
    - le **duodénum** (30 cm long) ← sécrétions biliaires et pancréatiques
    - le **jéjunum**
    - l'**iléon**
- } **partie mobile / nombreux replis = anses intestinales**

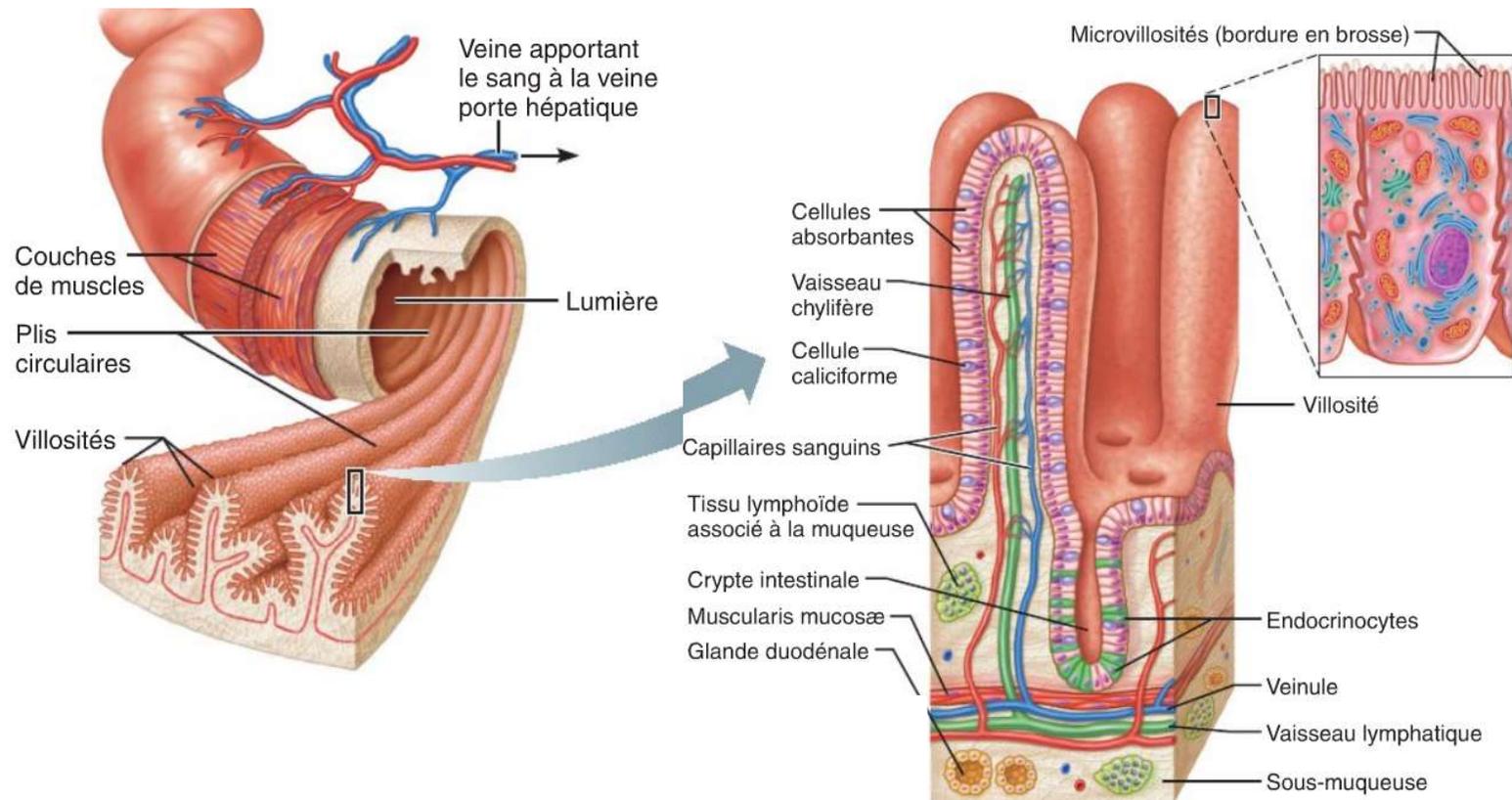


## 2. Histologie de l'intestin

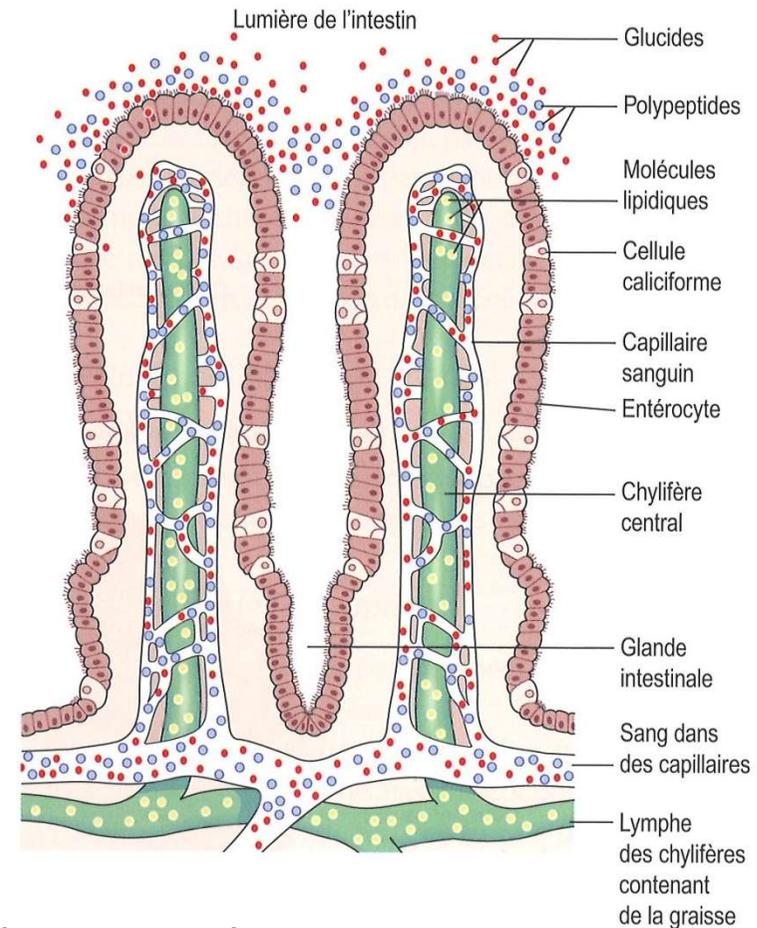
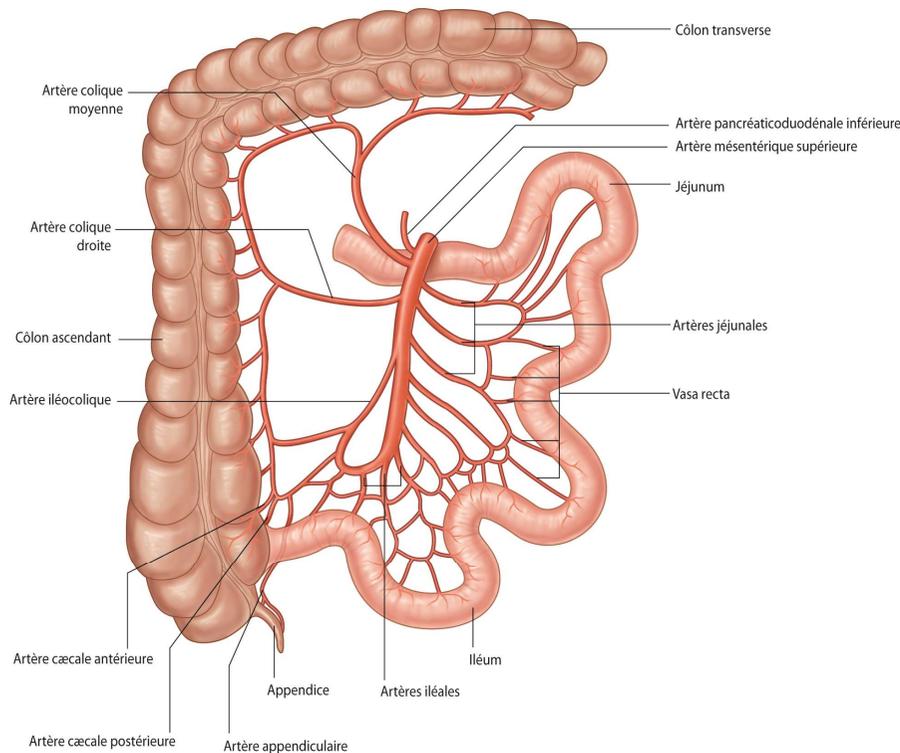
### a. La surface d'absorption

- **système d'amplification** considérable de la **surface d'absorption** ( x 600 ) :
  - **valvules conniventes** → plis circulaires, doigt de gant
  - **villosités** → plis de la muqueuse sur valvules conniventes
  - **microvillosités** → membrane apicale des cellules absorbantes (entérocytes)

☞ **surface totale d'absorption**  $\approx 200 \text{ m}^2$   $\leftrightarrow$  si atrophie villositaire → **malabsorption** des principaux nutriments



### 3. Vascularisation de l'intestin



- **vascularisation :**

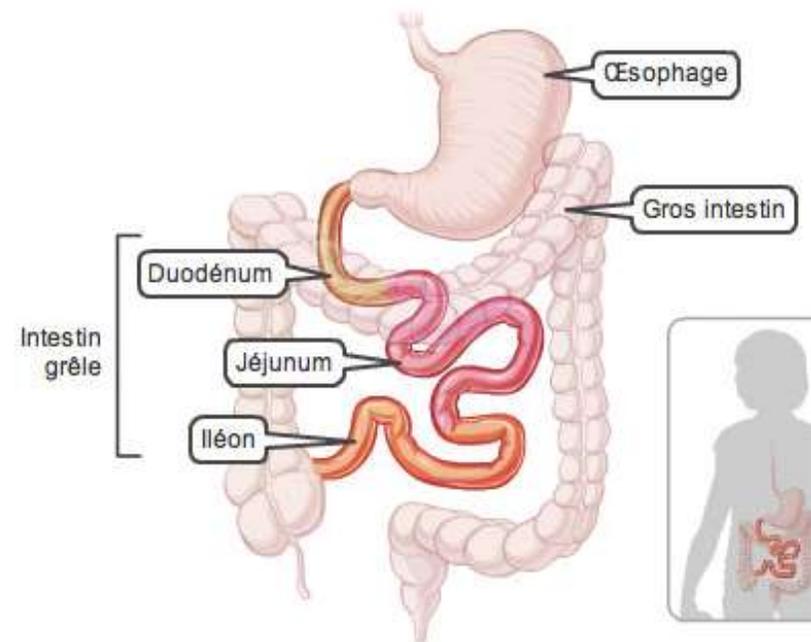
- du duodénum ← l'artère gastro-duodénale
- du jéjunum et de l'iléon ← l'artère mésentérique supérieure
- **débit sanguin intestinal : 10% du DC (x 4 / digestion)**

- **au centre des villosités :**

- réseau de capillaires → veine mésentérique → veine porte (foie)
- un chylifère (drainage de lipides) → canal thoracique → circulation générale (pas de passage hépatique)

## B. Le suc intestinal

- liquide **jaune clair**, **alcalin** pH 7,6
- **mucus et électrolytes**
- riche en **enzymes**
  - enzymes **protéolytiques**  
→ **entérokinase** (entérocytes desquamés de la muqueuse) → (+) enzymes protéolytiques pancréatiques
  - enzymes **glycolytiques**
- **débit 1 à 2 l/j**  
→ sécrétion régulée par excitation mécanique (distension) et excitation chimique (polypeptides, sucres, acides...)



## C. Absorption intestinale

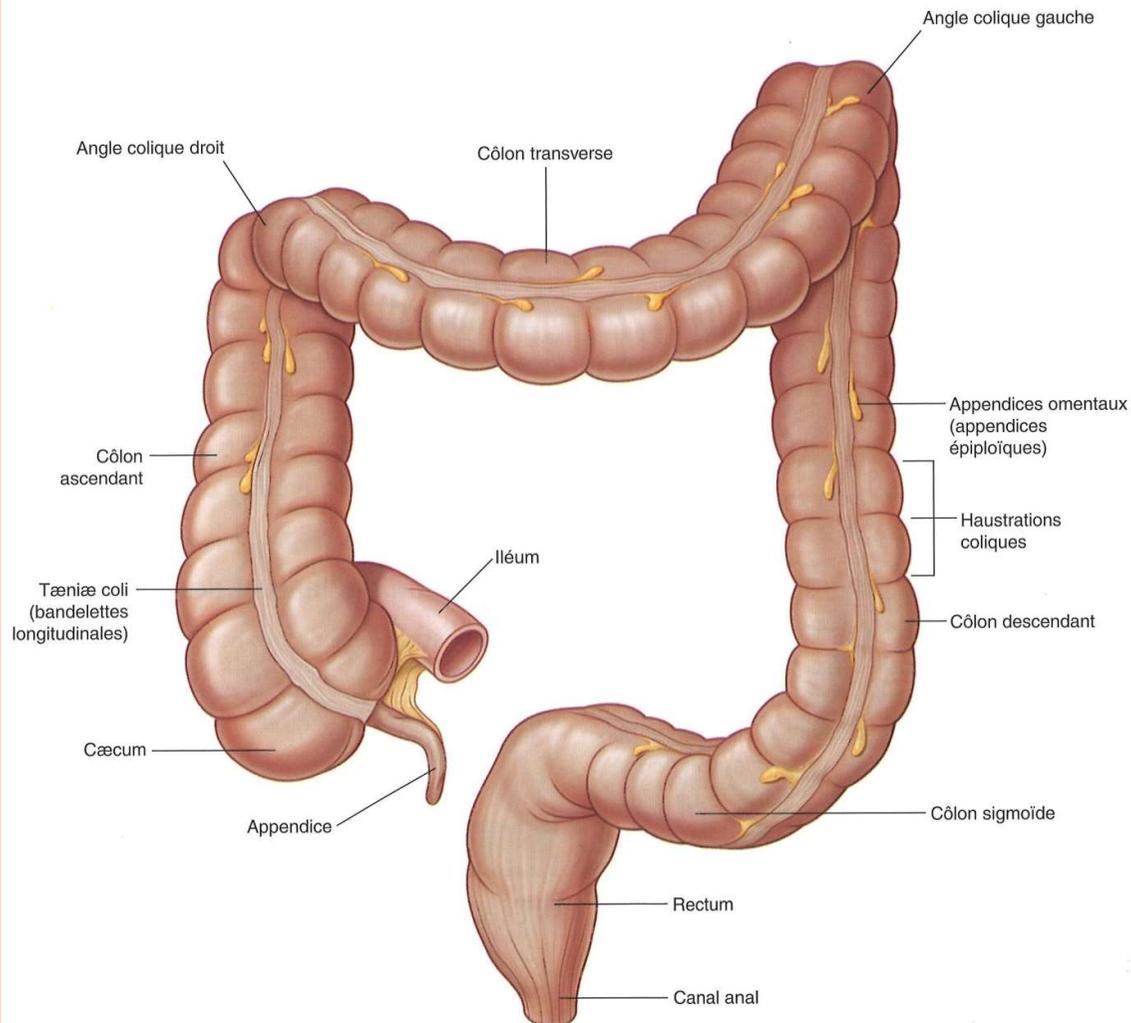
- **intestin grêle = siège de l'absorption de 90% des nutriments**

Nutriments	Bouche	Estomac	Intestin grêle		Gros intestin
			Digestion	Absorption	
Glucides	Amylase salivaire : amidons cuits en disaccharides	L'acide chlorhydrique dénature et arrête l'action de l'amylase salivaire	Amylase pancréatique : amidons cuits en disaccharides Saccharase, maltase, lactase (dans les entérocytes) : disaccharides en <u>monosaccharides (glucose surtout)</u>	Dans les capillaires sanguins des villosités	–
Protéines	–	Acide chlorhydrique : pepsinogène en pepsine Pepsine : protéines en polypeptides	Entérokinase (dans les entérocytes) : chymotrypsinogène et trypsinogène (du pancréas) en chymotrypsine et trypsine Chymotrypsine et trypsine : polypeptides en di- et tripeptides Peptidases (dans les entérocytes) : <u>di- et tripeptides en acides aminés</u>	Dans les capillaires sanguins des villosités	
Graisses	–	–	Bile (du foie) : les sels biliaires émulsifient les graisses Lipase pancréatique : graisses en acides gras et glycérol Lipases (dans les entérocytes) : <u>graisses en acides gras et glycérol</u>	Dans les chylifères des villosités	
Eau	–	Petites quantités absorbées	–	La plus grande partie est absorbée là	Le reste est absorbé là

# VI. GROS INTESTIN

## A. Anatomie du gros intestin

### 1. Morphologie du gros intestin



- **fin du tube digestif**

- 1,3 à 1,5 m long
- 6 à 6,5 cm diamètre

- **cœcum**

- «cul de sac » séparé de l'iléon par la **valvule iléo-cœcale** = valvule de Bauhin
- appendice vermiculaire

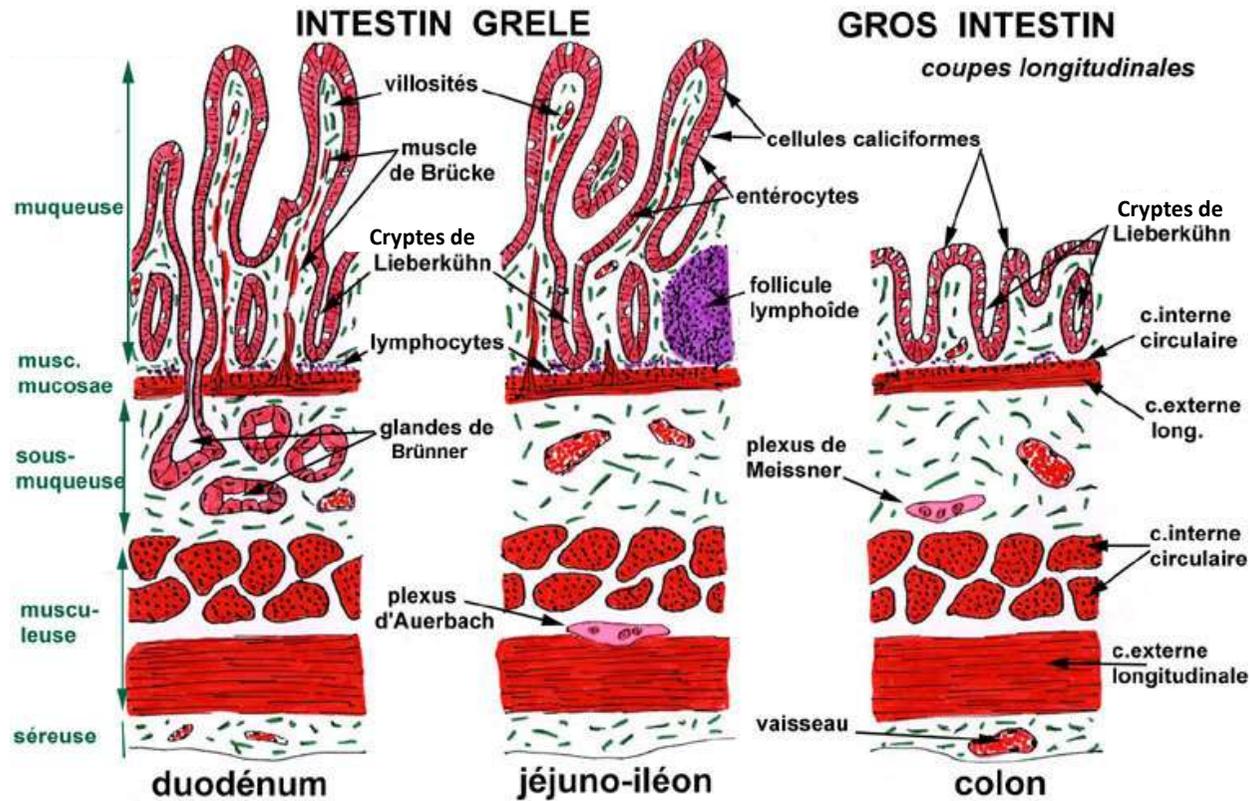
- **colon**

- ascendant, transverse, descendant et anse sigmoïde

- **rectum**

- ampoule rectale et anus
- **anus** = orifice avec **double sphincter**, interne involontaire (m. lisses) et externe volontaire (m. squelettiques)

## 2. Histologie du gros intestin



☞ *Le gros intestin est dépourvu de tout dispositif d'amplification de la surface d'absorption.*

## B. Physiologie du côlon

☞ contrôle **du volume et de la composition ionique des selles**

- absorption de l'eau et du NaCl et sécrétion de  $K^+$  et  $HCO_3^-$

☞ riche en **bactéries anaérobies**

- digestion des protéines (peptidase bactérienne)

- fermentation des glucides

- production des gaz intestinaux ( $H_2$ )

- synthèse de vitamines (B, K, acide folique)

