

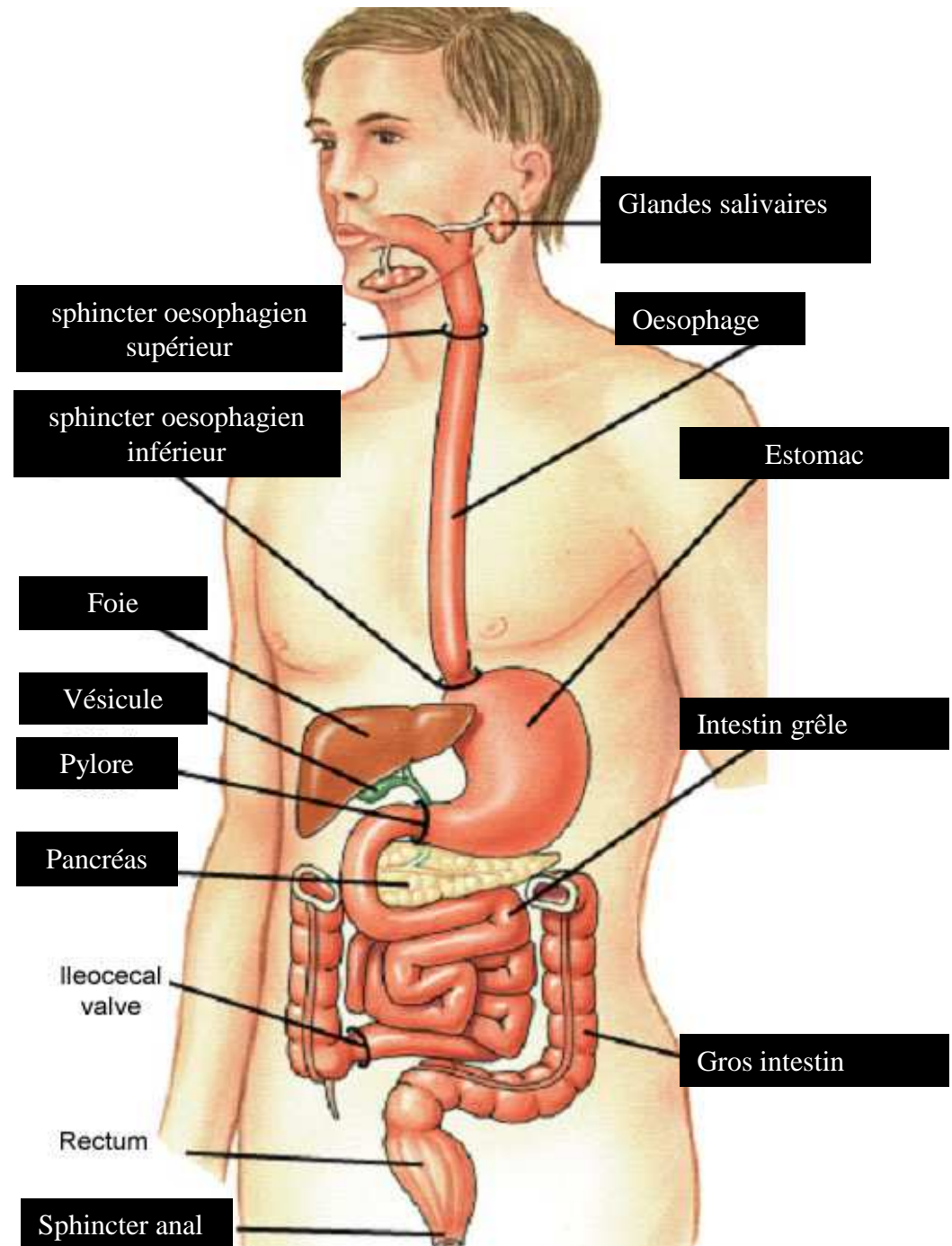
# **PHYSIOLOGIE DIGESTIVE**

**Présenté par Dr.M.Madani  
Service de Physiologie Clinique et Explorations Fonctionnelles  
Faculté de Médecine Université Constantine 3**

# L'appareil digestif

Constitué :

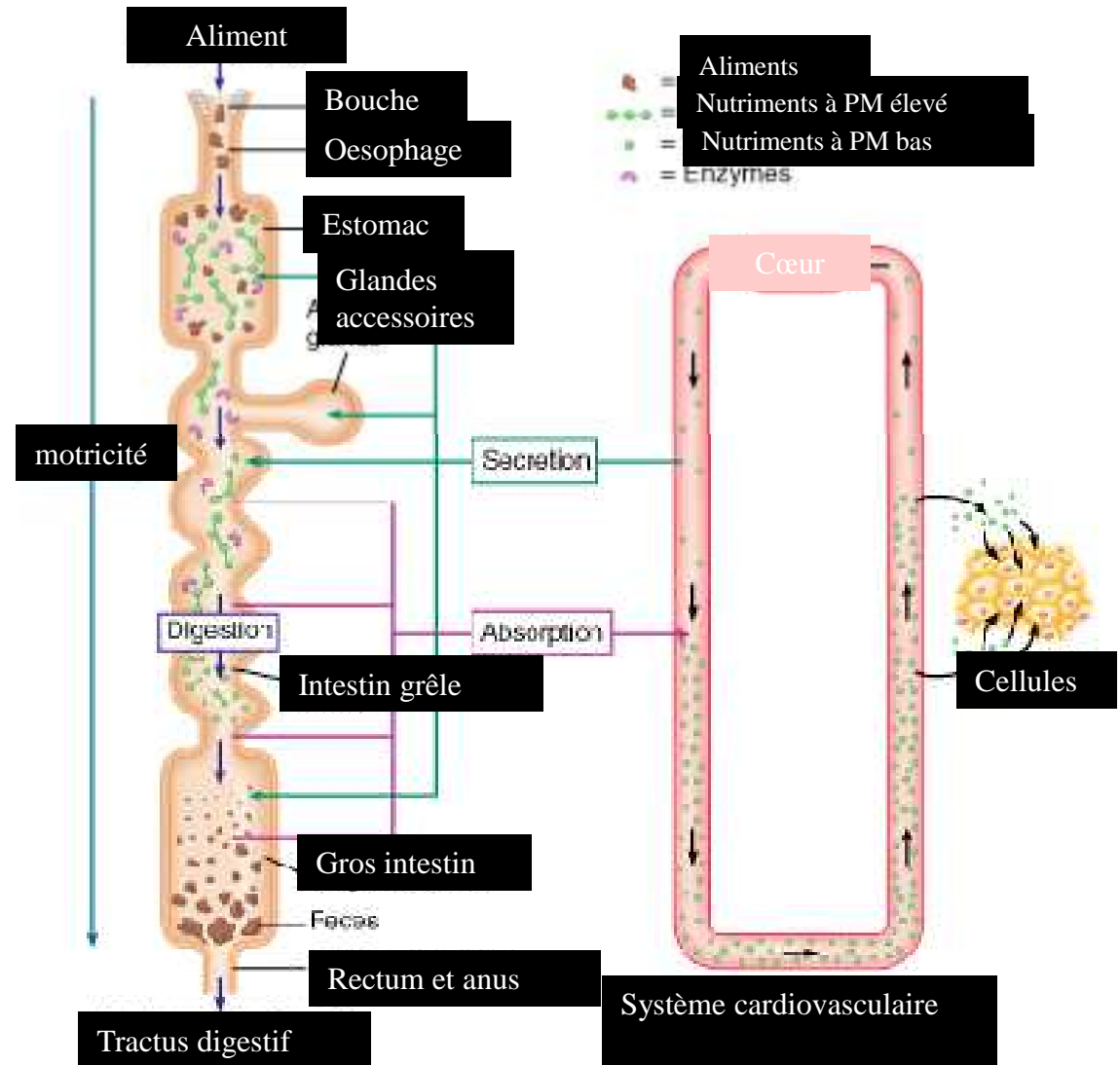
- Le tube digestif =  
Des cavités  
segmentées par des  
sphincters
- Les organes annexés  
(ceux qui interviennent  
dans la mastication et  
les glandes)



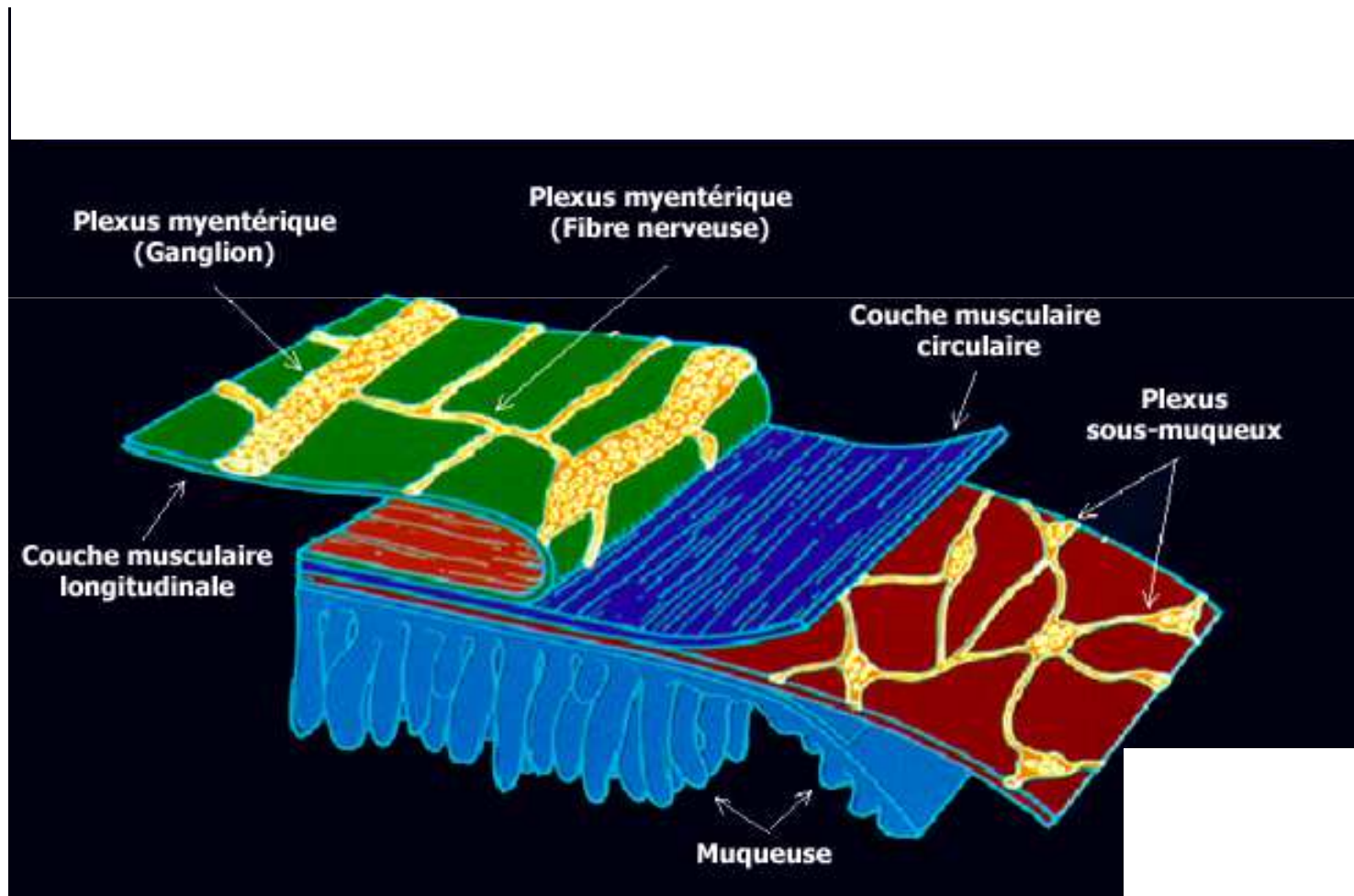
# TUBE DIGESTIF :

## Les grandes fonctions

- Digestion
- Sécrétion
- Absorption
- Motricité



# HISTOLOGIE DU TUBE DIGESTIF



# PHASE BUCCALE

- Fonction mécanique : la mastication
- Fonction sécrétoire : La salive

# LA MASTICATION

- Acte mécanique semi volontaire rythmique apposition /séparation des arcades
- Assure par les dents avec une mâchoire inférieure mobile par les muscles masticatoire( masséters et temporaux); la langues; les lèvres et les joues (positionnement des aliments sur l'arcade dentaire)

# Mastication

comporte 3 phases:

- Préparation: langues amène les aliments sous l'arcade dentaire
- Broiement du bol
- Pré - déglutition: analyse gustatif et somesthésique du bol

# La mastication

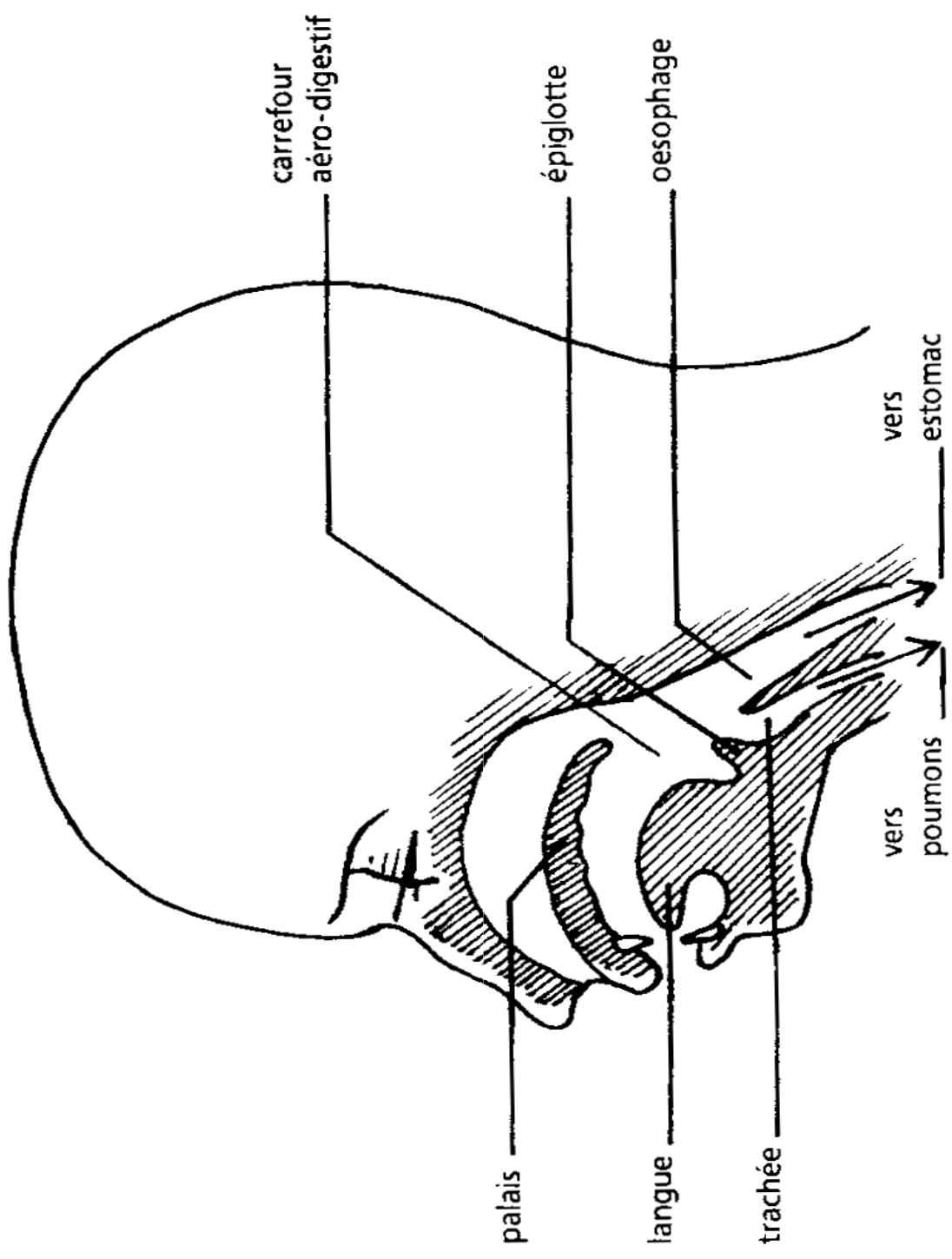
Fait intervenir:

- Des récepteurs chimiques et mécaniques de la bouche
- Fibres afférentes:
- Centres nerveux bulbo protubérantiels et corticaux
- Fibres effectrices:
- Organes effecteurs:

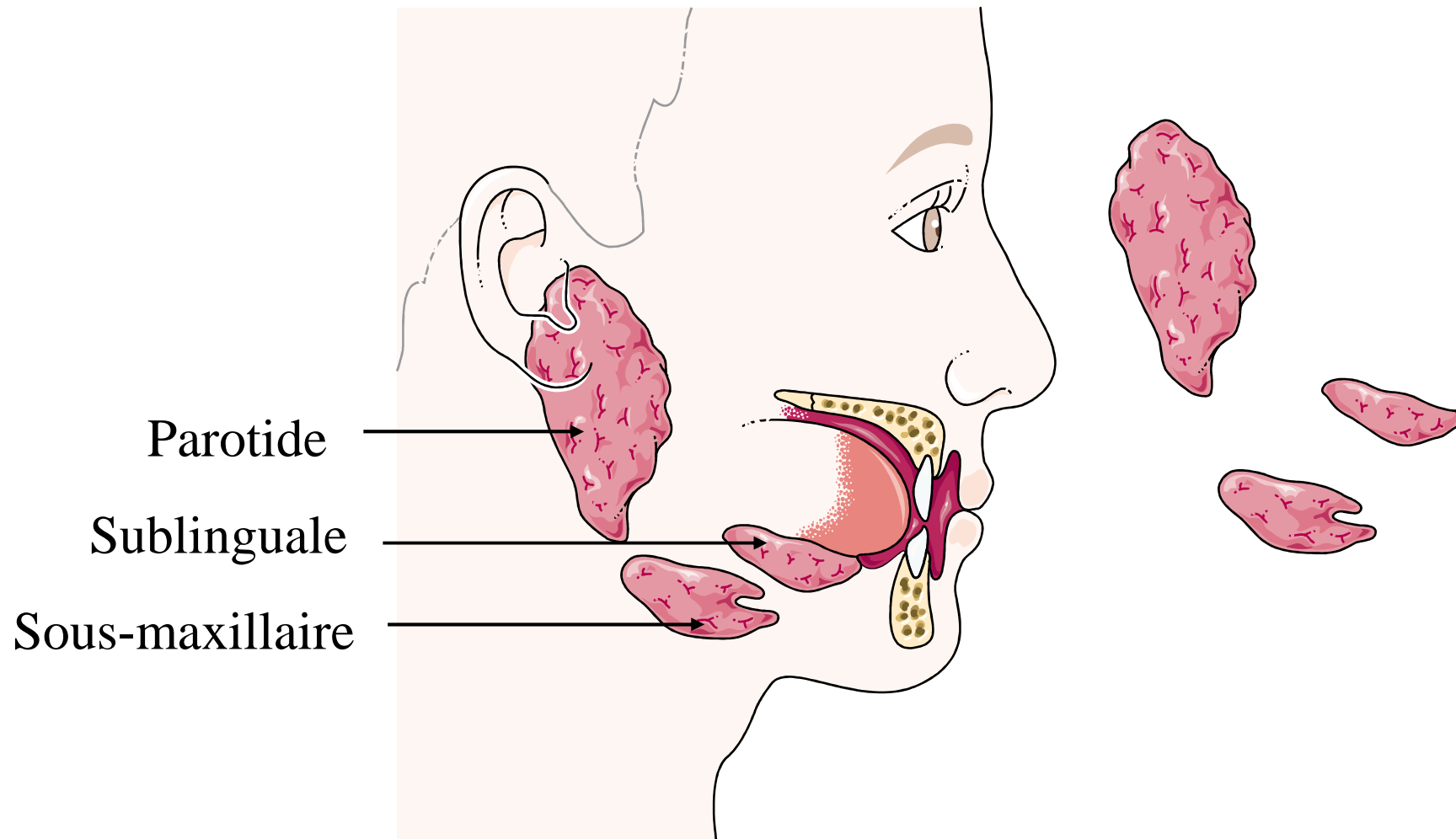


# La mastication

- ROLE:
  - Réduction de la taille des aliments facilitant la déglutition
  - Augmentation de la surface attaquable par les enzymes



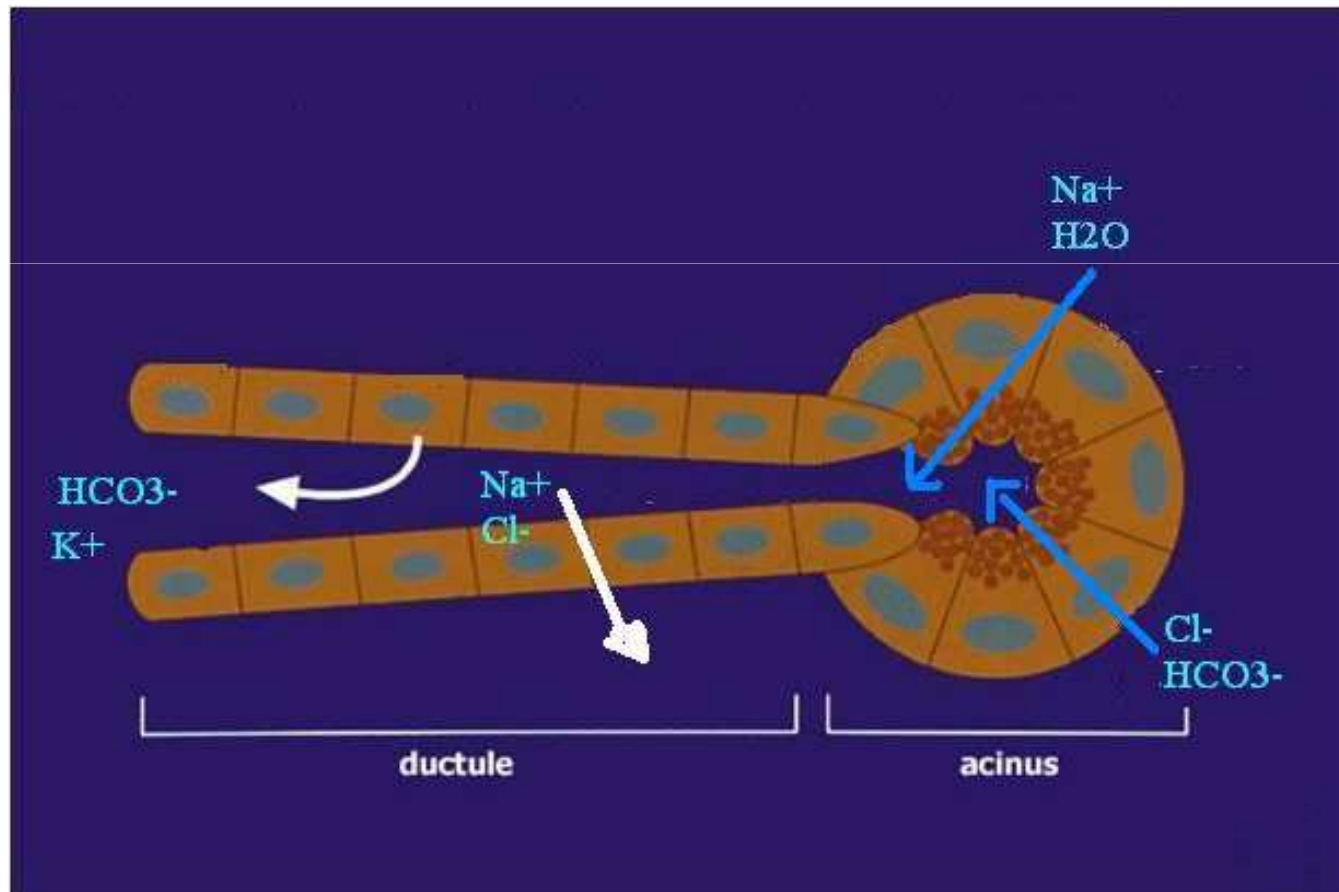
# GLANDES SALIVAIRES



# SECRETION SALIVAIRE

- 0,5 a 1,5 L /24 H
- Le débit :0,5 ml/ min
- 95p 100 provient de la glande parotide
- Formation de la salive comporte:
  - salive primaire :les acini (idem au plasma)
  - salive secondaire: canaux excréteurs

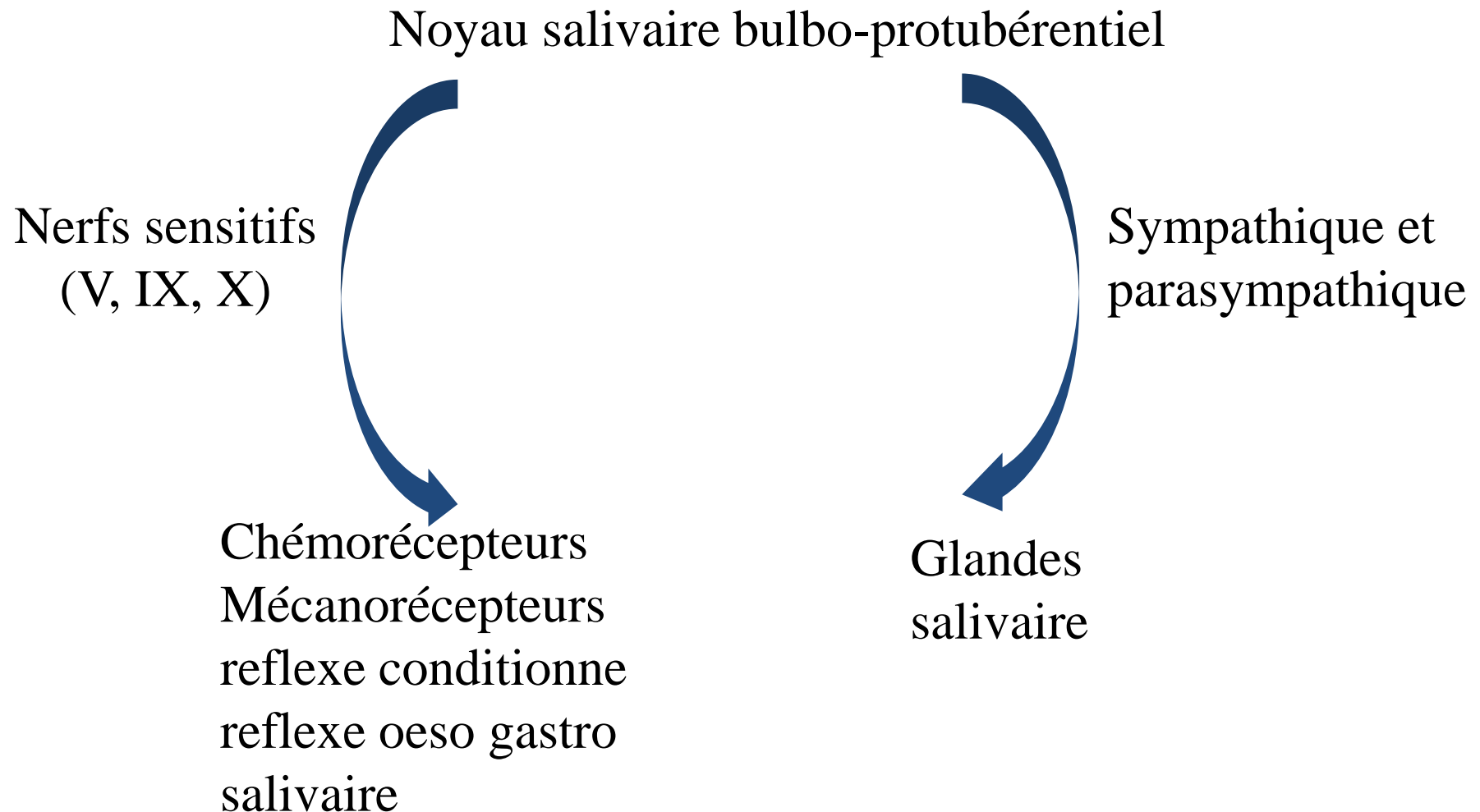
# SECRETION SALIVAIRE HYDRO-ELECTROLYTIQUE



# SECRETION SALIVAIRE ORGANIQUE

- Amylase (ptyaline) : dégradation de l'amidon et du glucogène.
- Lipase : dégradation des graisses.
- Lysozyme : dégradation de la membrane des bactéries.
- Kallicréïne : activation des kininogènes.
- Autres : immunoglobuline, mucine, protéine plasmatique (albumine).

# CONTRÔLE DE LA SECRETION SALIVAIRE



# ROLE DE LA SALIVE

- Solubilise les aliments
- Facilite la mastication et la déglutition
- Rince la bouche (hygiène dentaire et buccale)
- Excrète certaines toxines (médicaments)



# DEGLUTITION

Ensemble des phénomènes mécaniques qui conduit les aliments de la bouche à l'estomac.

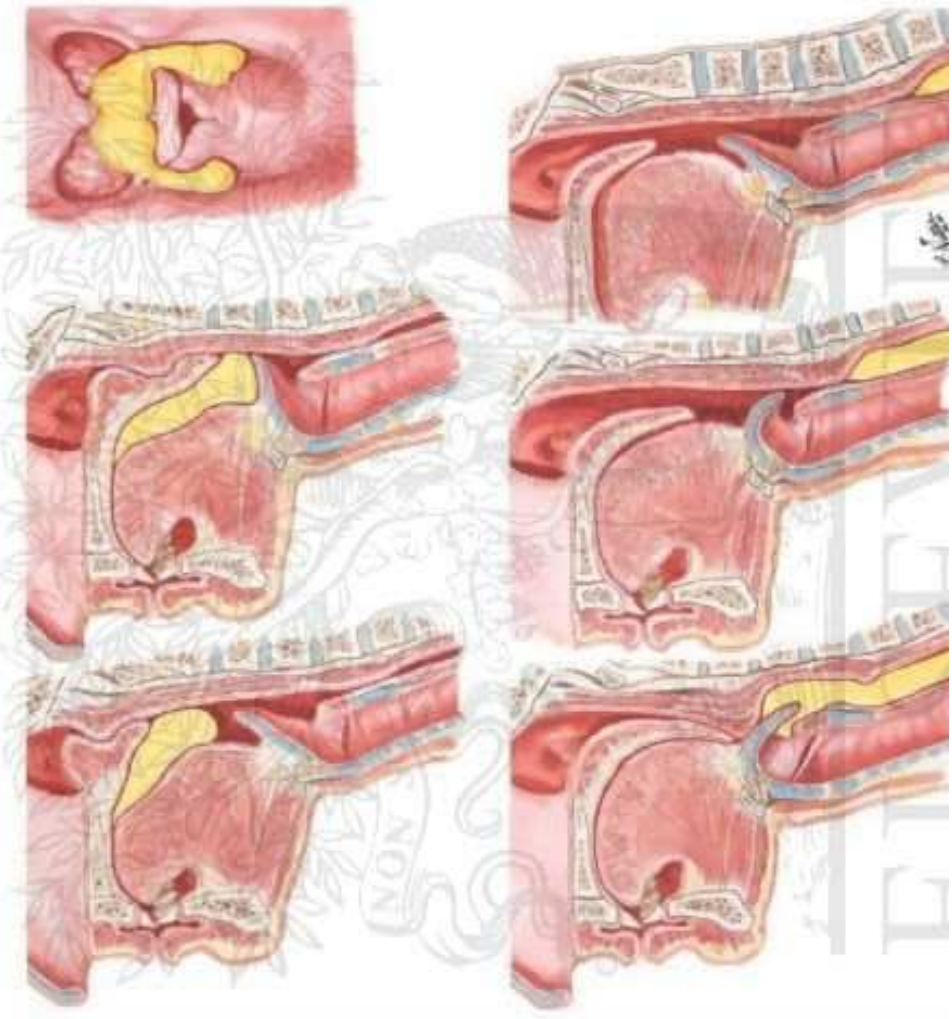
3 étapes : buccale, pharyngée, œsophagienne.

## 1. Temps buccal :

- volontaire
- aliments plaqués contre la langue et la voûte palatine

## 2. Temps pharyngien :

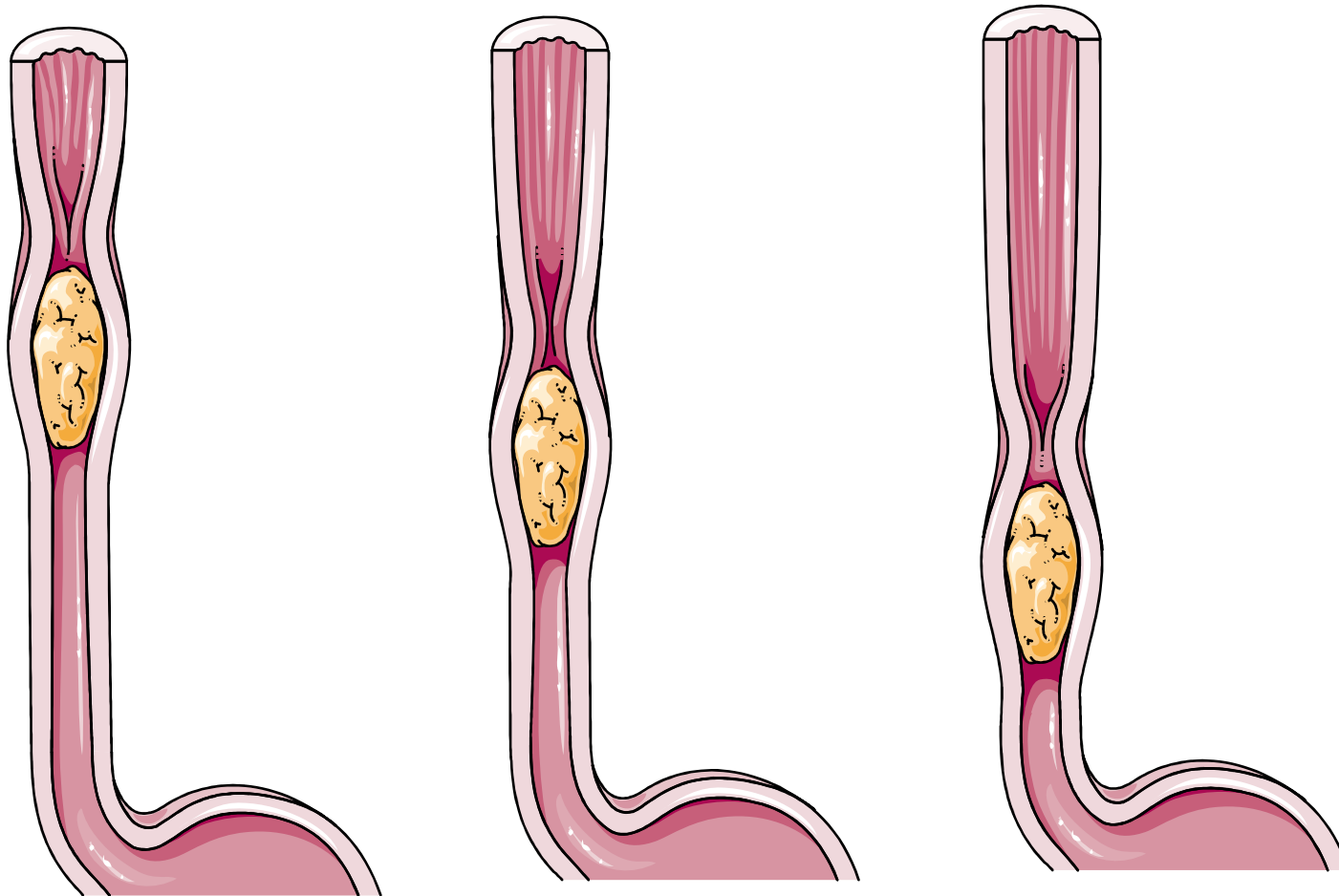
- réflexe : en contact avec le voile du palais
- bascule de l'épiglotte ,ascension du larynx :suspension de respiration
- progression du bol (base de la langue ,la pression des constricteurs et aspiration pharyngo-oesophagienne)



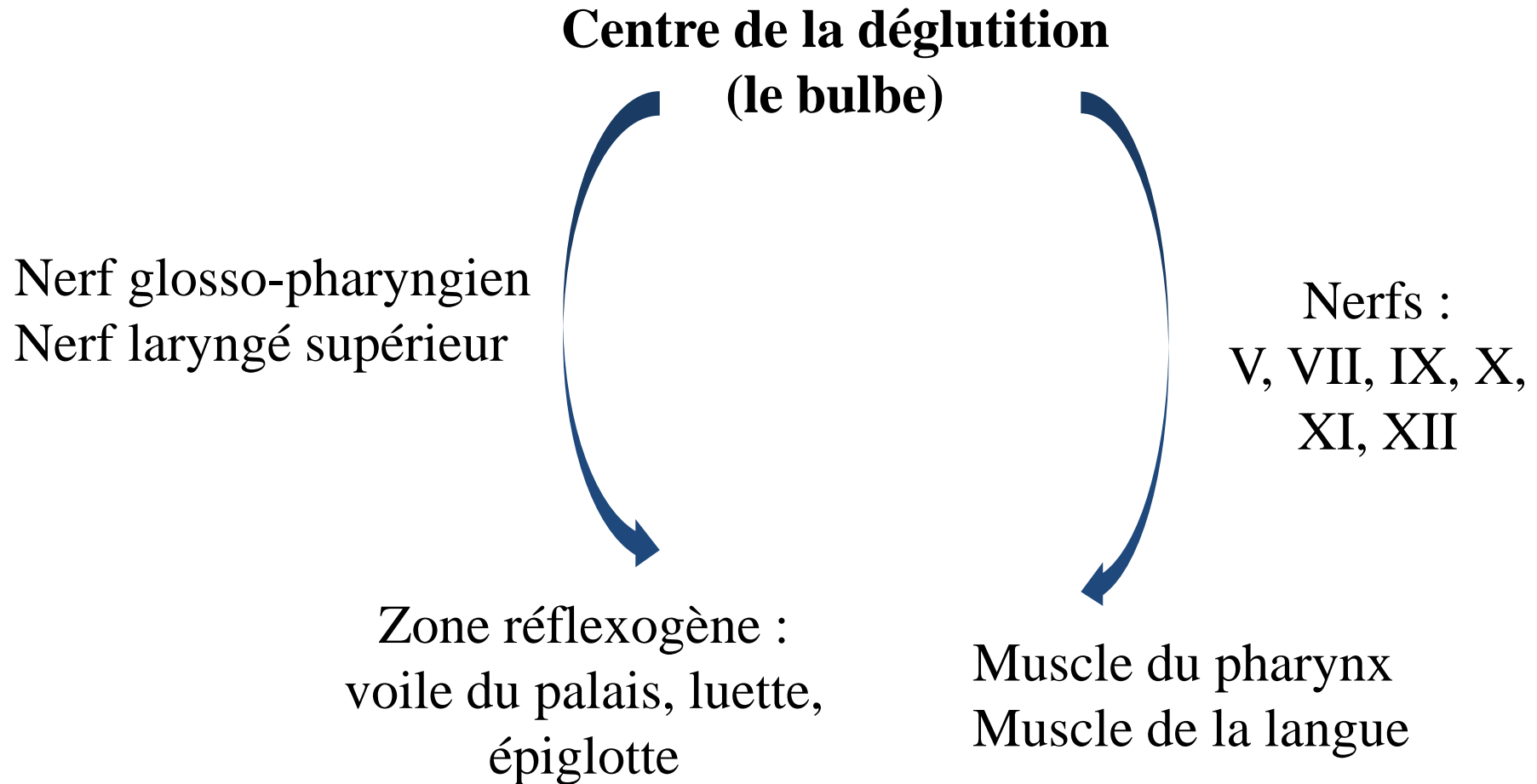
### 3. Temps œsophagien :

- Couche musculaire œsophagienne: striée et lisse
- Progression du bol alimentaire par des ondes péristaltiques (10 secondes pour atteindre l'estomac).
- Retour de l'épiglotte a sa position initiale
- Expiration profonde.

# PÉRISTALTISME OESOPHAGIEN

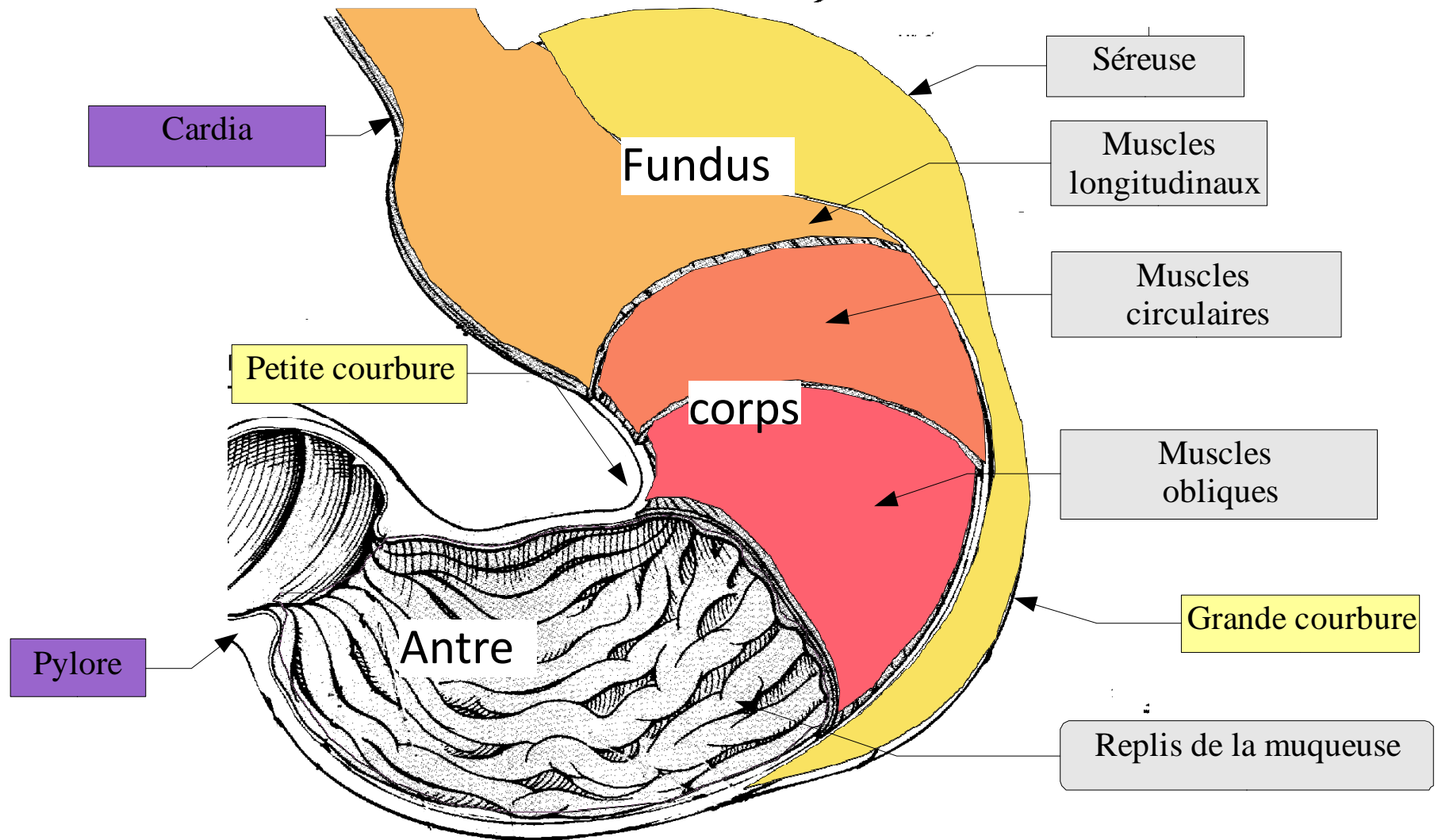


# CONTRÔLE DE LA DEGLUTION



# PHASE GASTRIQUE

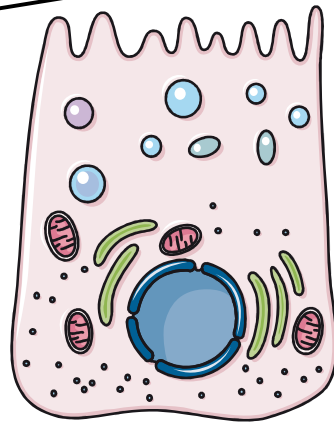
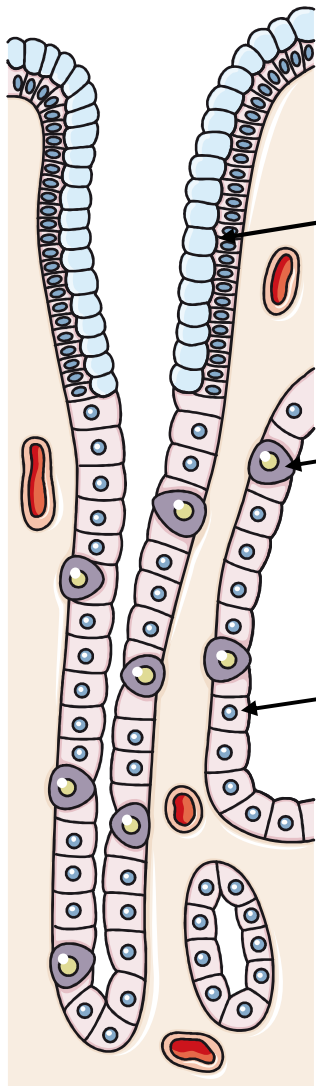
# L'ESTOMAC : Différentes parties



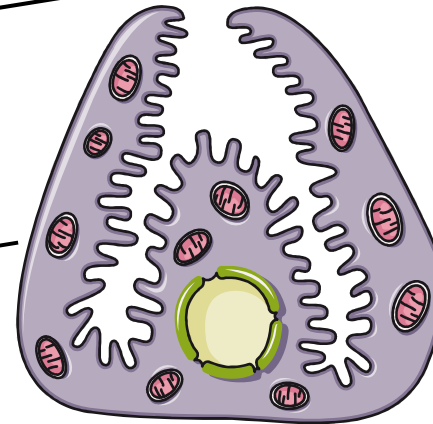
# Estomac

- Possède la forme de J ,capacité de 1 à 1,5 L
- IL a 3 fonctions:
  - motrice
  - sécrétoire exocrine (pepsine,HCL,facteur intrinsèque)
  - sécrétoire endocrine (gastrine)

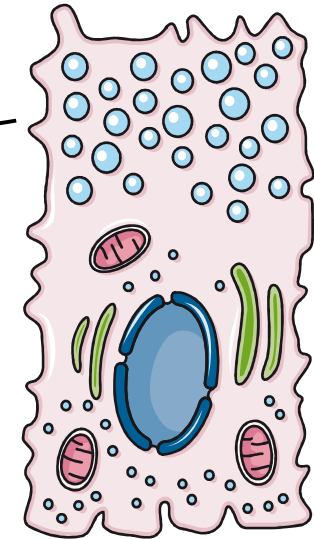




Cellule principale(pepsine)



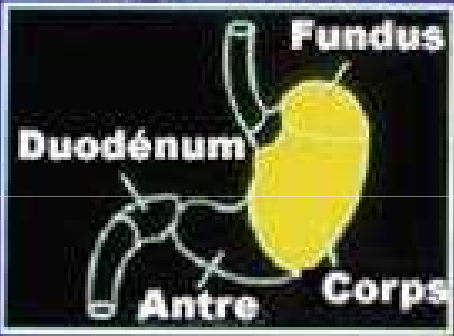
Cellule bordante pariétale(hcl)



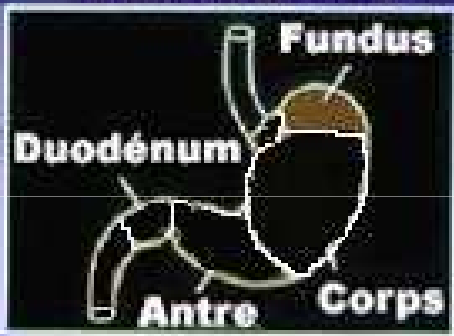
Cellule à mucus

# SECRETION GASTRIQUE

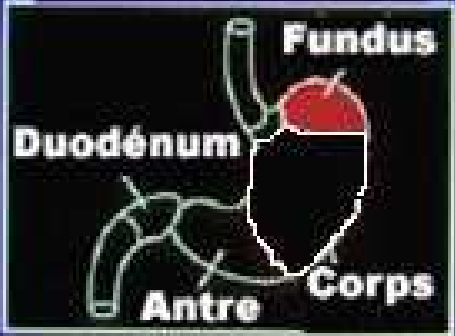
**Pepesinogène I**



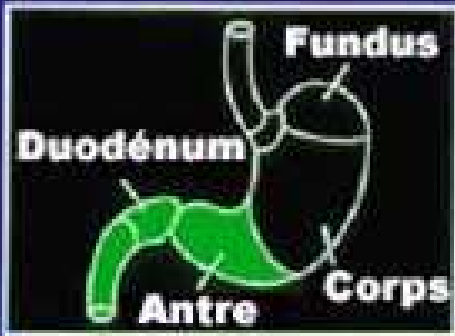
**Histamine**



**Acide chlorhydrique**



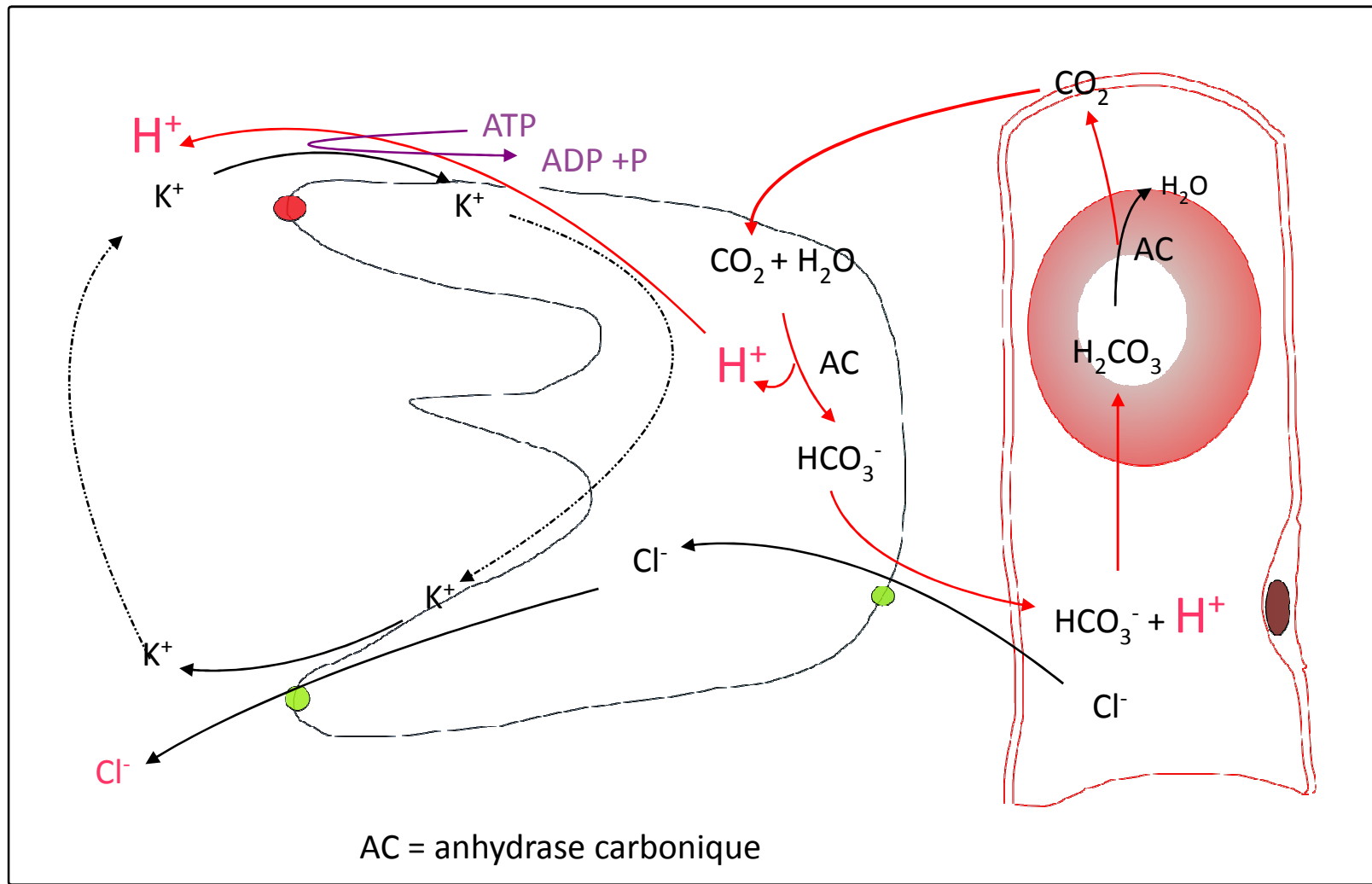
**Gastrine**



# Sécrétion gastrique

- Pepsinogène activé en milieu acide donnant pepsine: endopeptidases (stimule par parasymphatique et HCL)
- Facteur intrinsèque :absorption de la vit B 12
- Protéines du plasma
- Glycoprotéines du mucus

# SÉCRÉTION GASTRIQUE : Cellule Bordante



# Sécrétion Gastrique: HCL

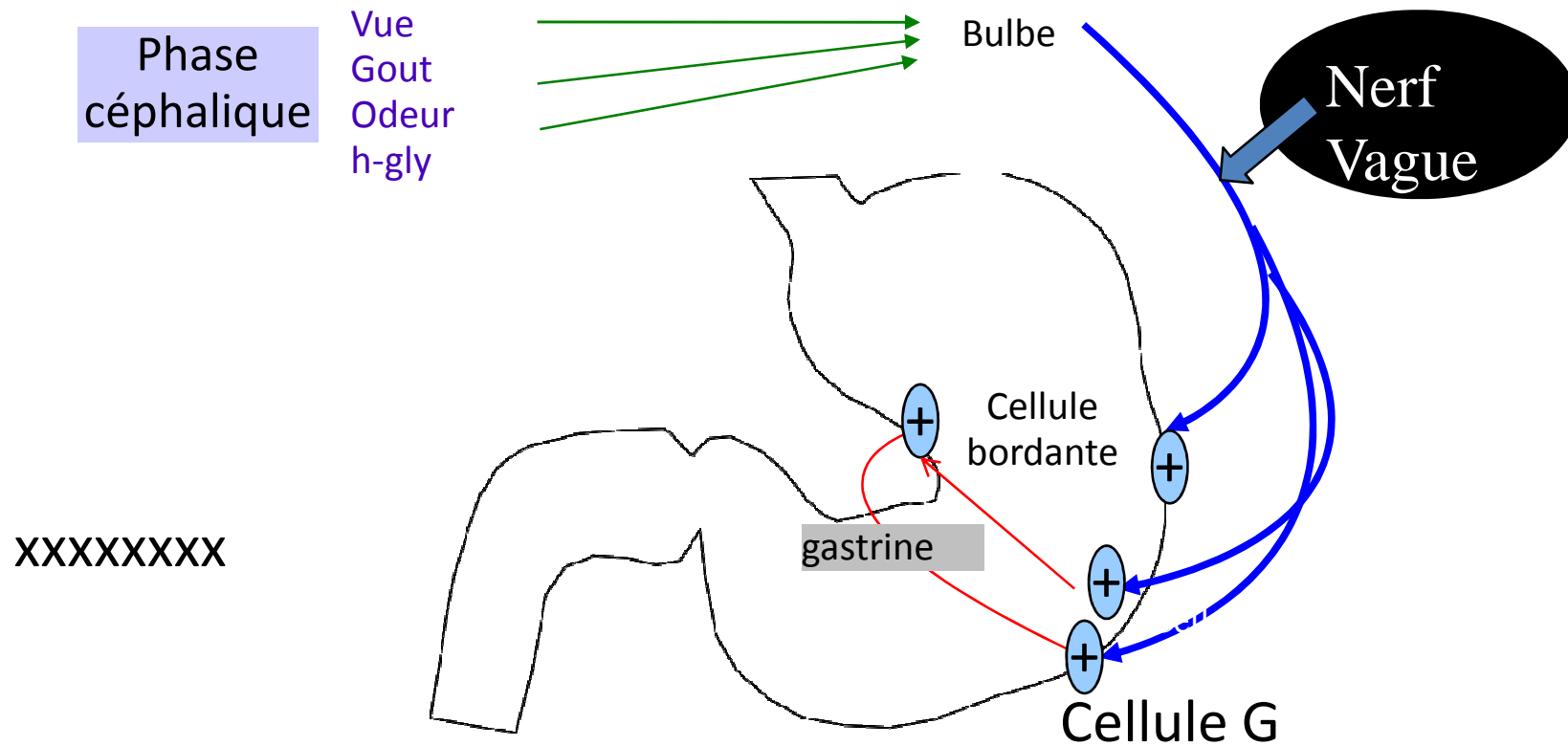
Rôle:

- Activation des pepsines
- Dénaturation des protéines alimentaires
- Action bactéricide
- Stimulation de la sécrétion pancréatique

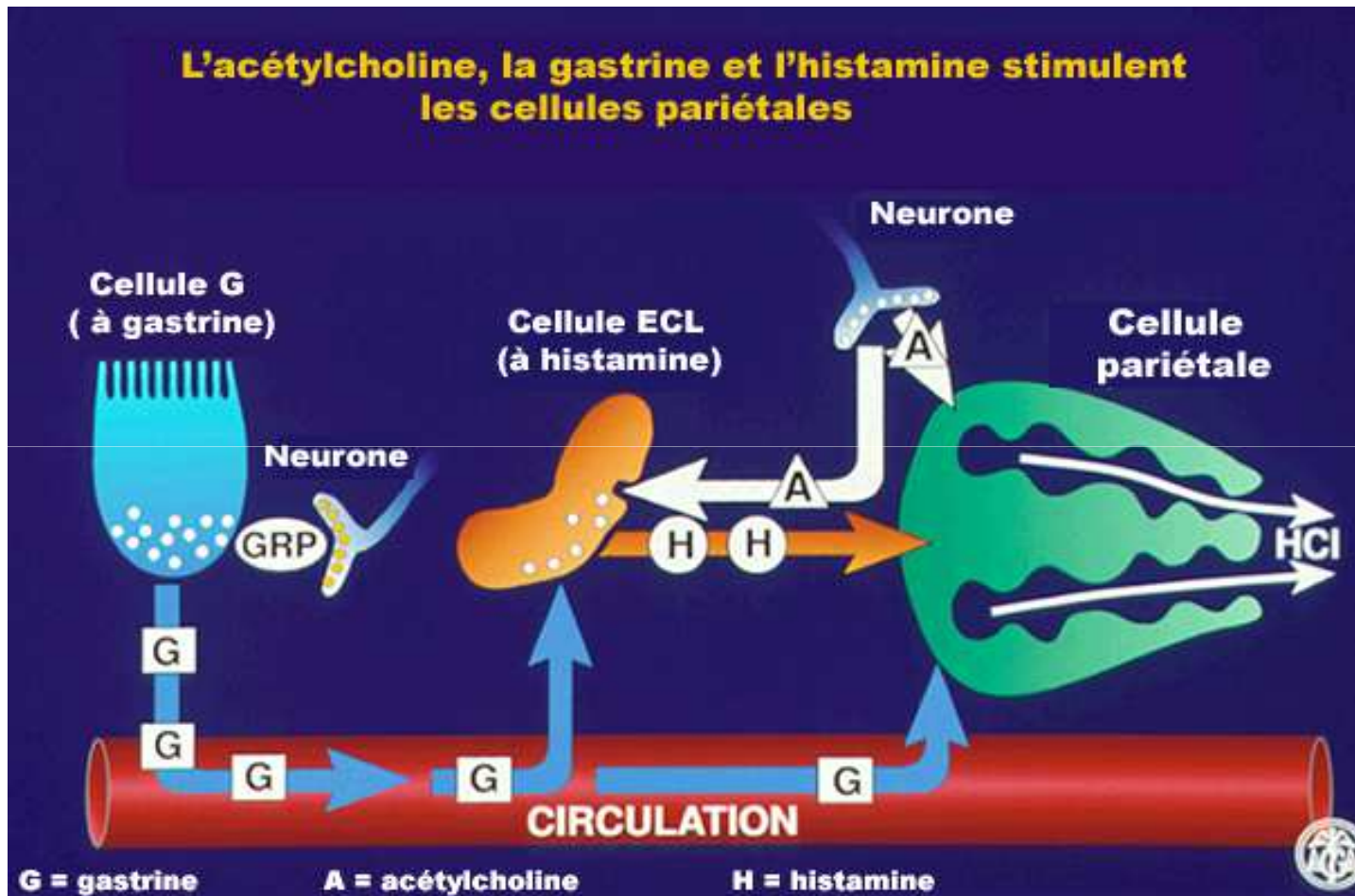
# Moyens de défense gastrique

- La sécrétion du mucus
- La sécrétion des bicarbonates par les cellules accessoires de la muqueuse (stimulée par les prostaglandines)

# RÉGULATION DE LA SÉCRÉTION GASTRIQUE DE L'HCL:



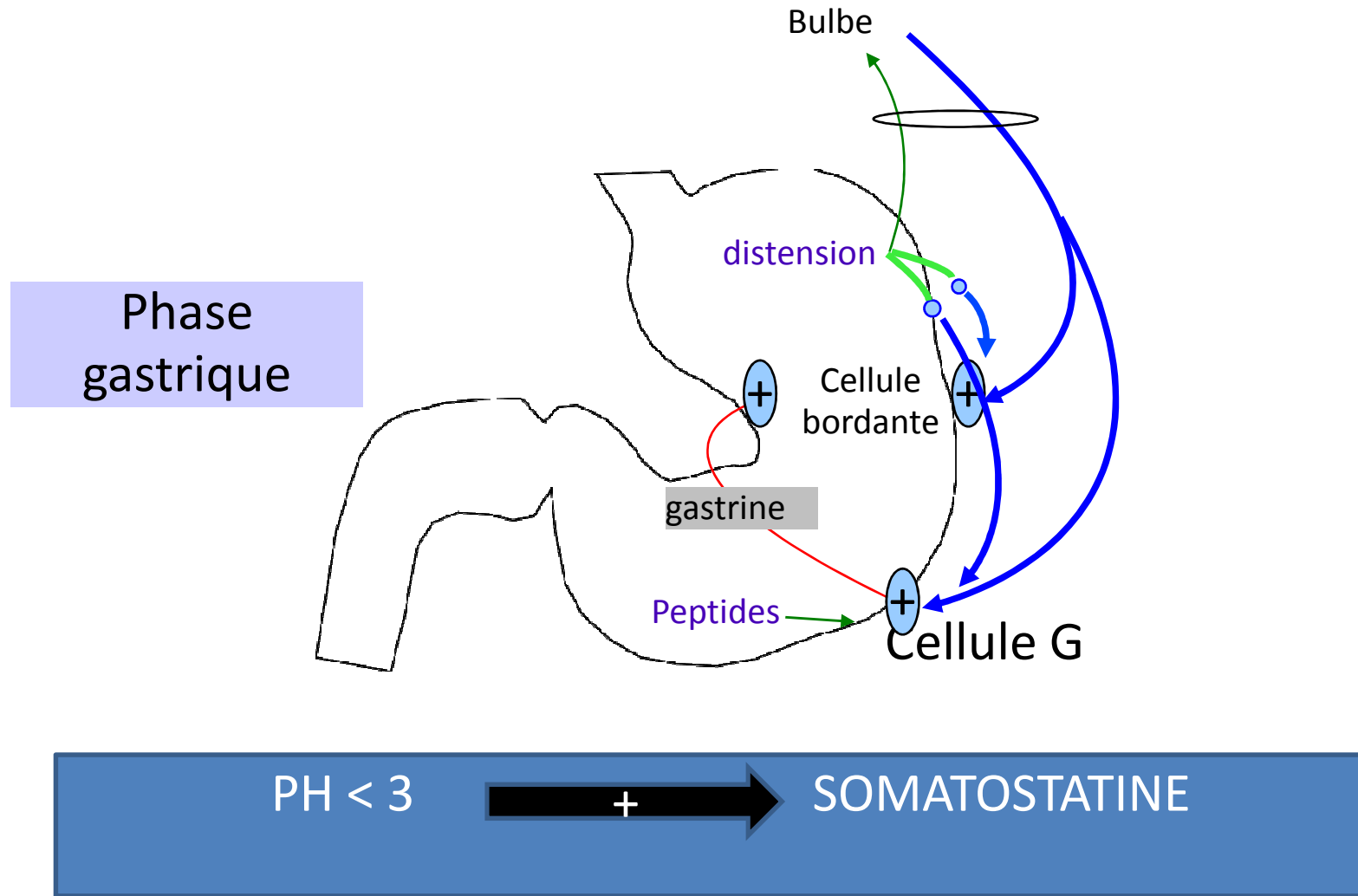
# Stimulation des cellules pariétales





# RÉGULATION DE LA SÉCRÉTION:

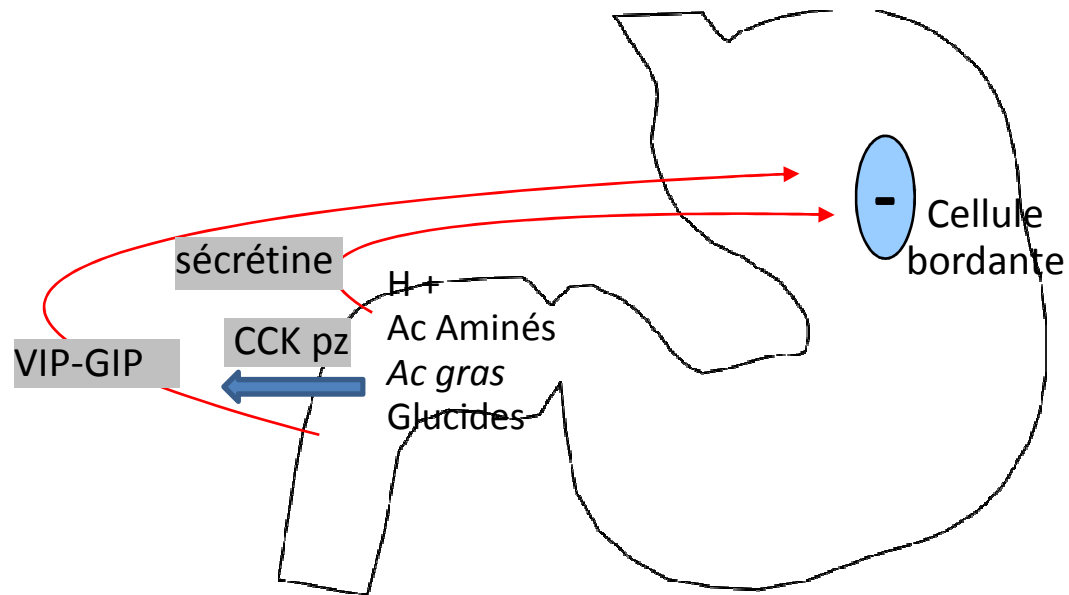
## Phase gastrique



# RÉGULATION DE LA SÉCRÉTION :

## Phase intestinale

Phase  
Intestinale

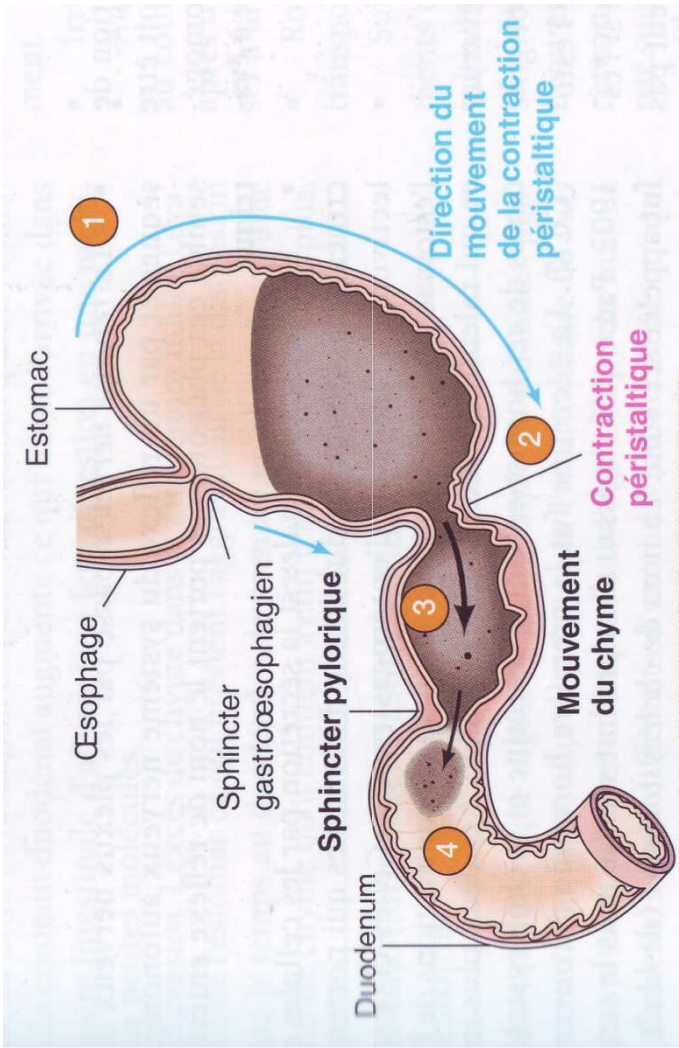
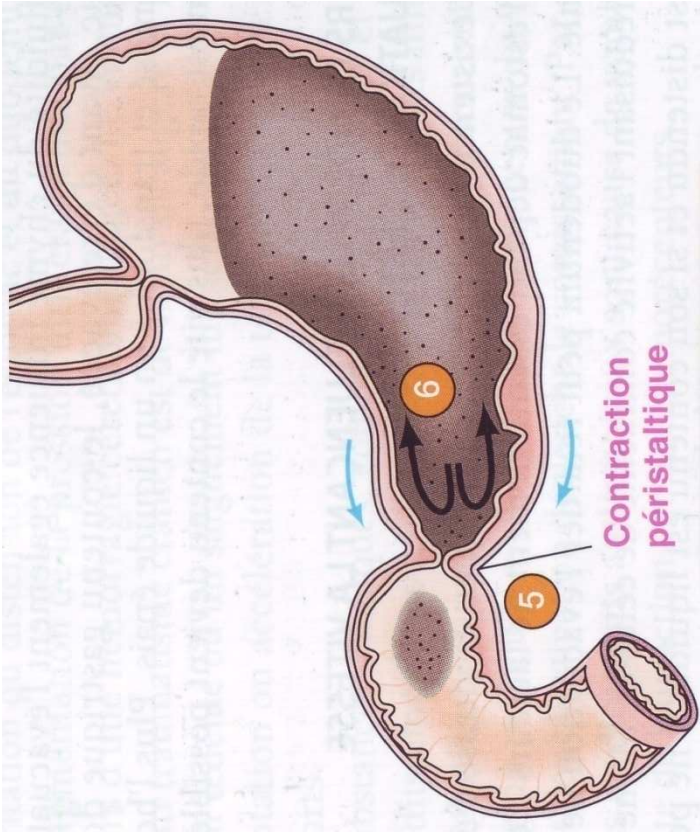


GIP ; Glucose dependant insulinotropic peptide

Enterogastrones: hormones libérées par l'intestin qui inhibent l'activité gastrique

# MOTRICITE GASTRIQUE

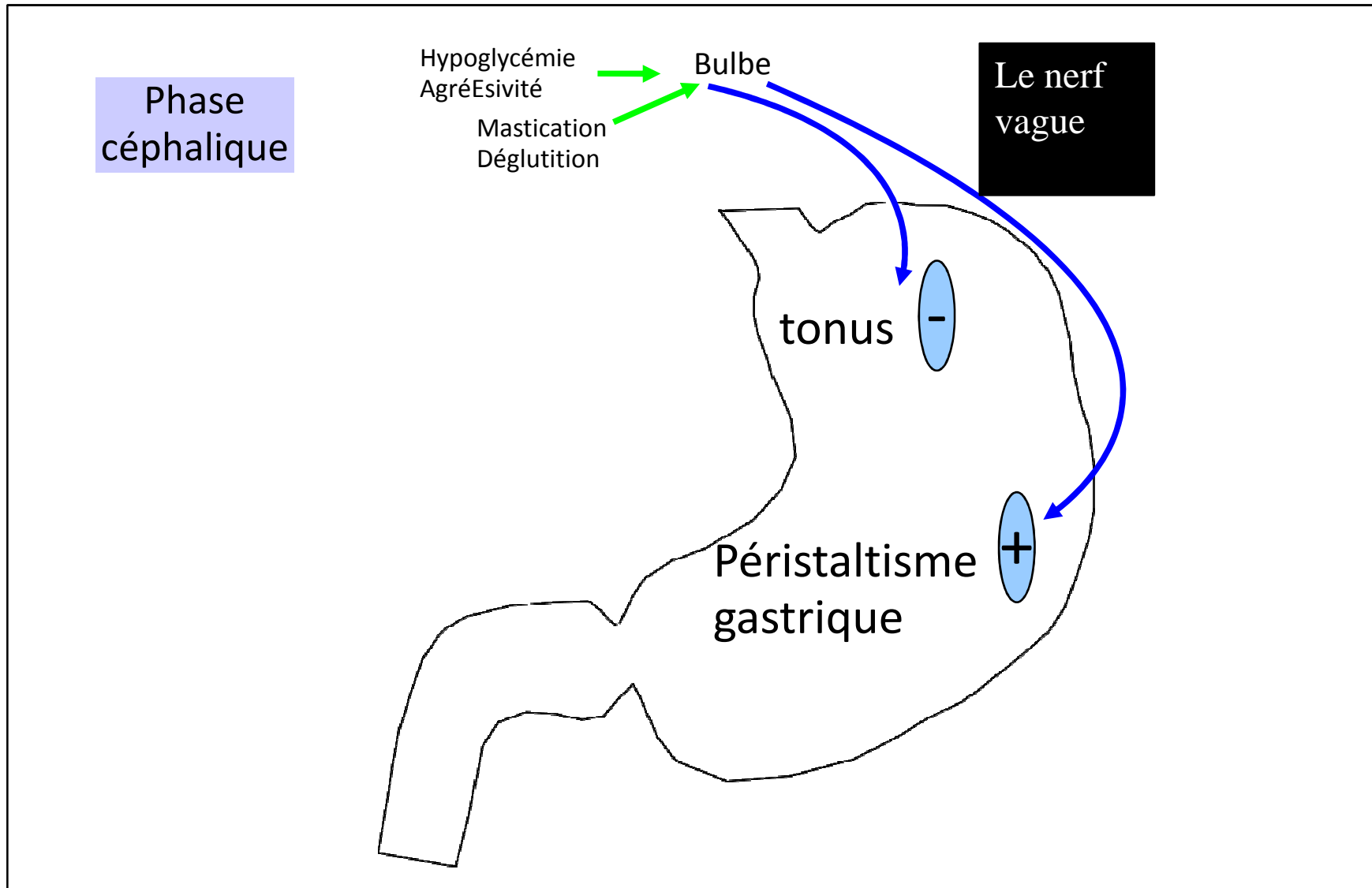
- Au repos : tonus gastrique (fibres musculaires circulaires)
- Pendant le repas :
  - Relâchement réceptif (augmentation du volume)
  - 5 a 10 mn : Ondes péristaltiques (courant axial rétrograde)



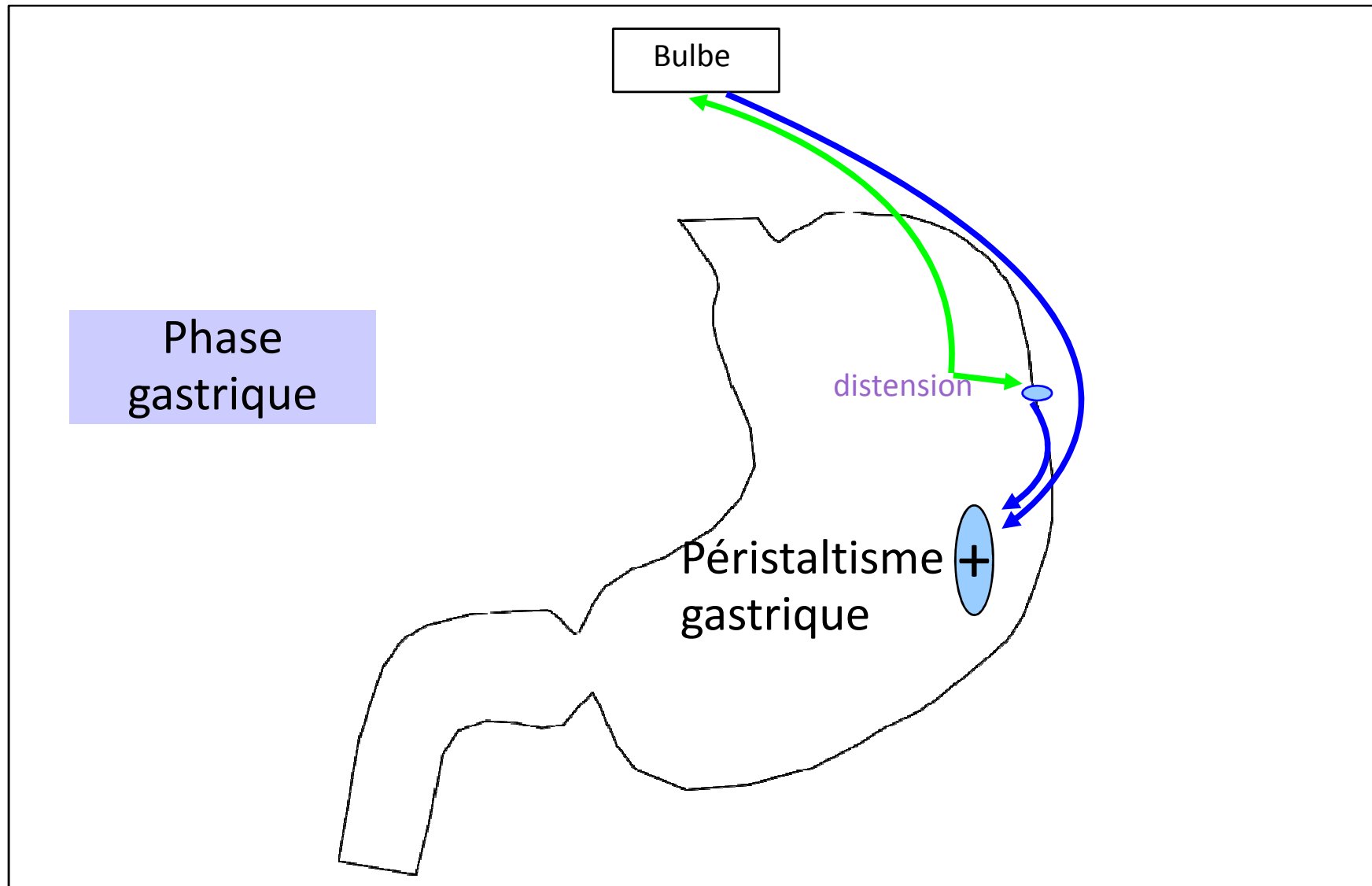
# Motricite gastrique

- Origine des ondes péristaltiques :cellules pacemaker située au niveau du 1/3 supérieur du corps de l'estomac
- Situées dans la couche musculaire longitudinale
- Subissent des cycles spontanés de dépolarisation- repolarisation

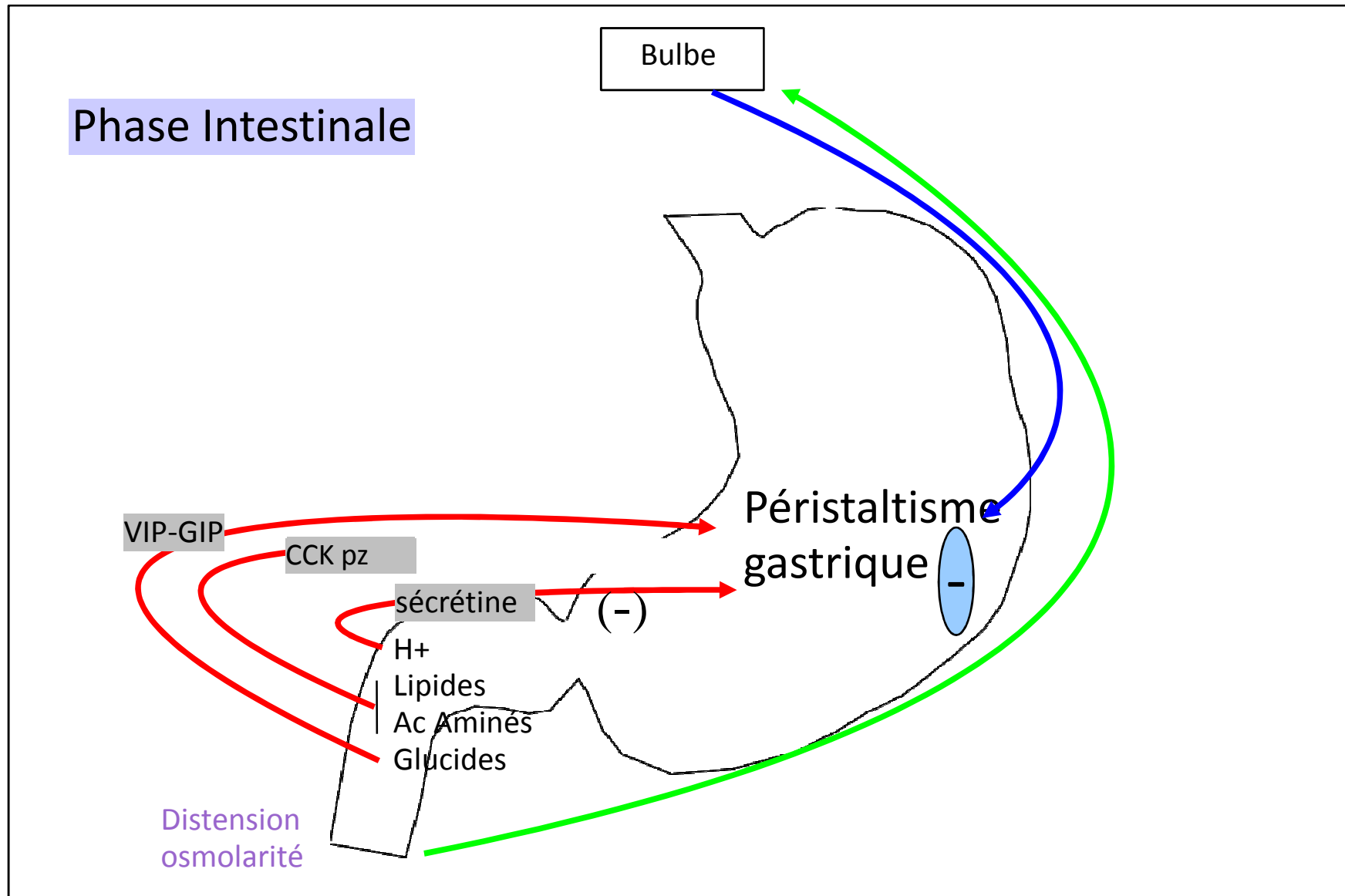
# Régulation de la motricité : Phase céphalique



# Régulation de la motricité : Phase gastrique



# Régulation de la motricité : Phase intestinale





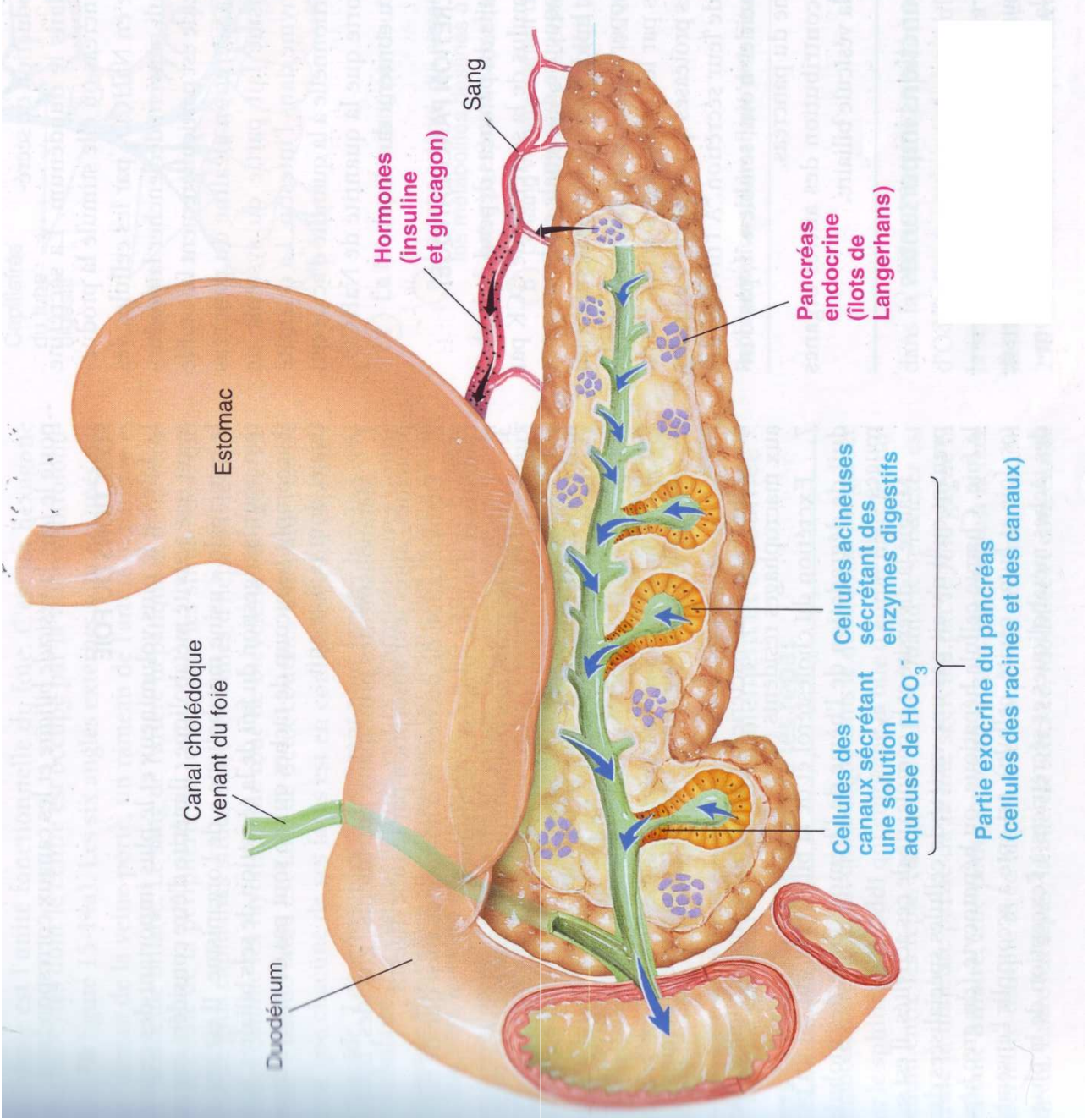
# Vidange Gastrique

- Théorie classique reflexe: la nature des aliments.
  - Théorie moderne mécanique: pression entre l'antrum et le duodénum
- = éviter l'inondation de l'intestin par l'excès d'aliments

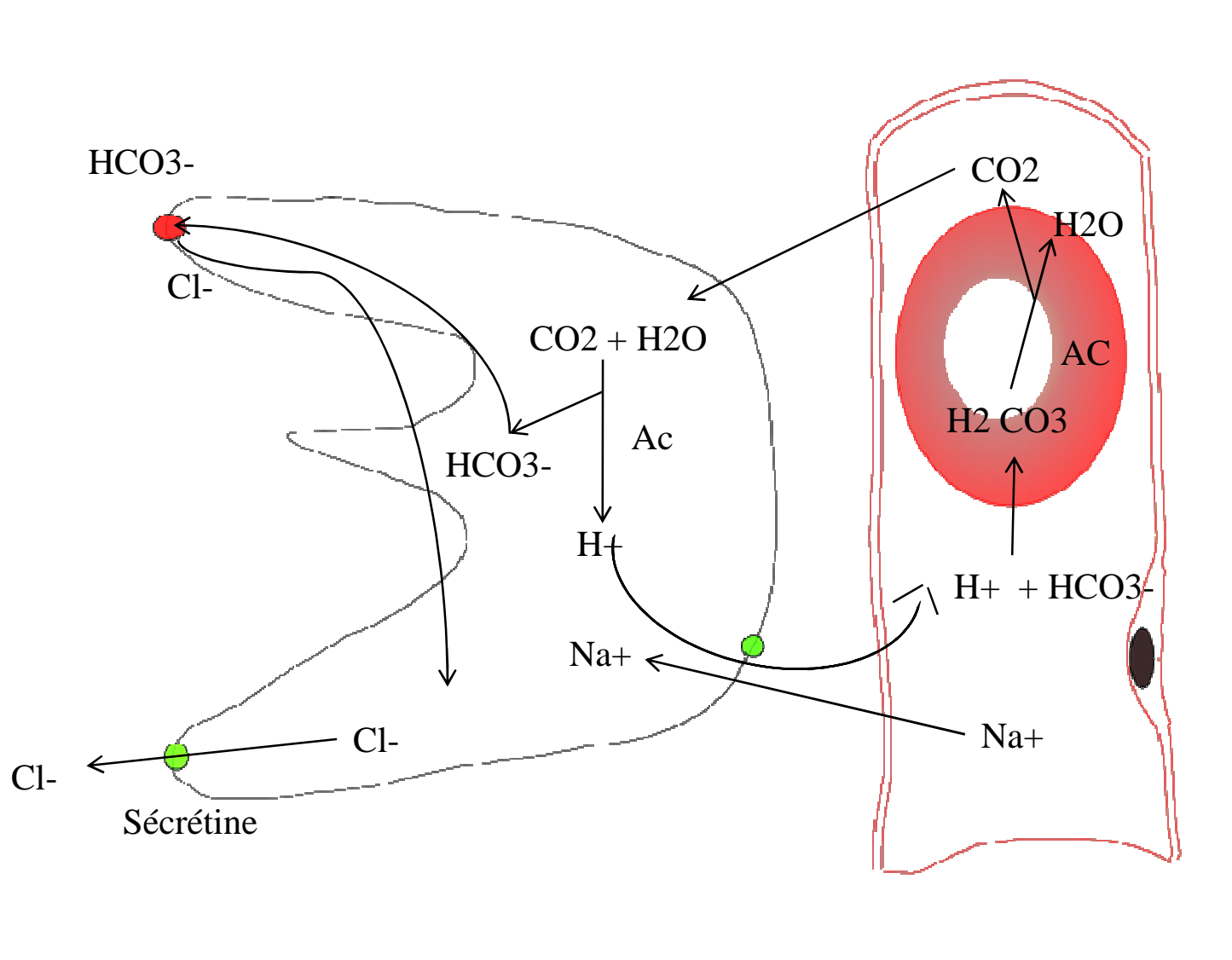
## PHASE DUODENALE



Sécrétion pancréatique / Sécrétion biliaire

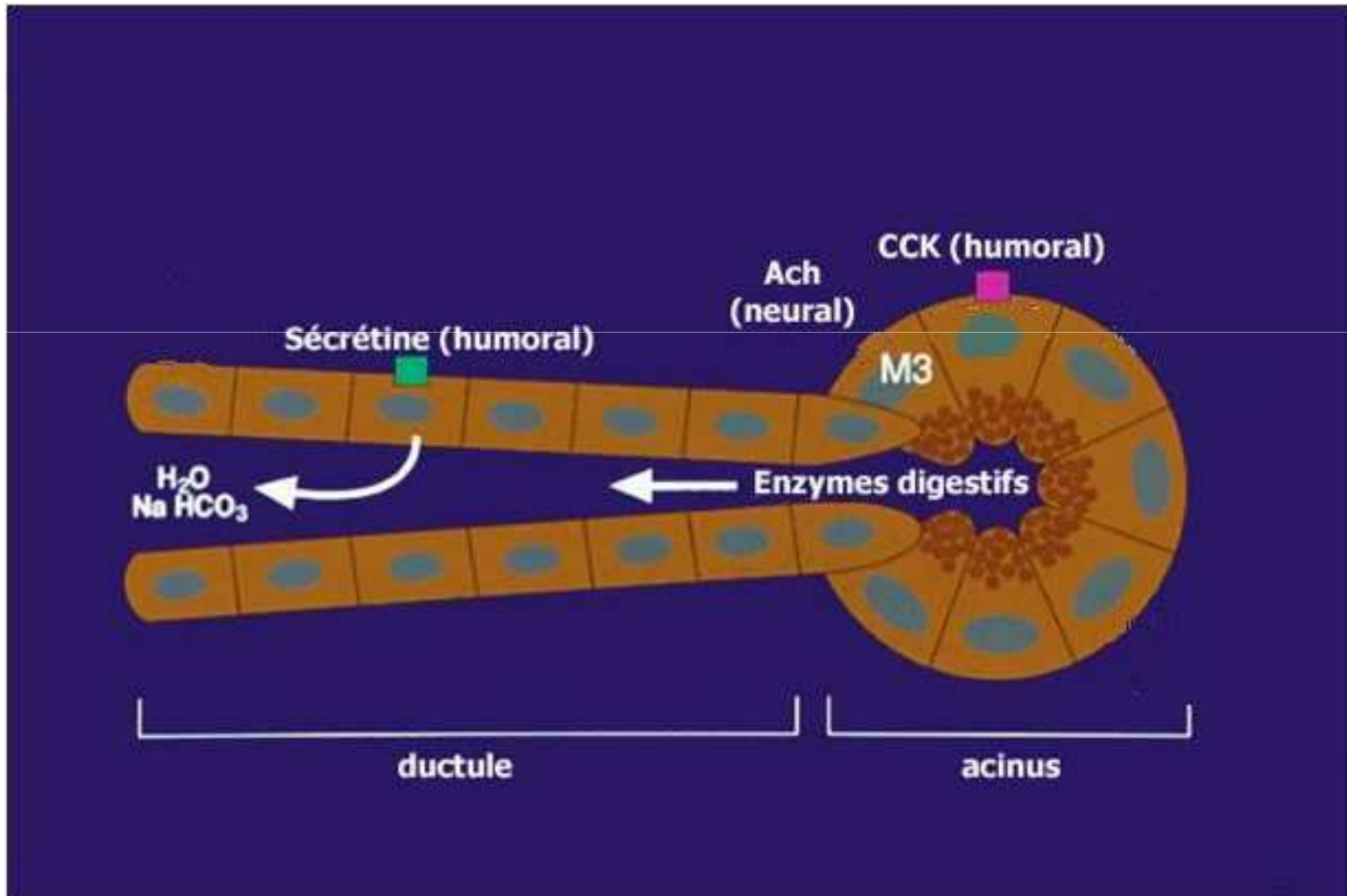


# SECRETION DU SUC PANCREATIQUE



<b>Proenzyme</b>	<b>Activateur</b>	<b>Enzyme</b>	<b>Substrat Digestif</b>	<b>Produit de la digestion</b>
Trypsinogène	Entérokinase Intestinale	Trypsine (endopeptidase)	Protéines	Polypeptides
Chymotrypsinogène	Trypsine	Chymotrypsine (endopeptidase)	Protéines	Polypeptides
Procarboxypeptidase A et B	Trypsine	Carboxylase A et B (exopeptidase)	polypeptides	di- tripeptides + AA
Proélastase	Trypsine	Elastase (endopeptidase)	Protéines	Polypeptides
		Collagénase	Collagène	Polypeptides
		Amylase ( $\alpha$ 1,4 glucosidase)	Amidon	oligosaccharides, maltose, maltotriose, dextrine limite.
Procolipase	Trypsine	Colipase	Triglycérides	Glycérol, AG, monoglycérides
Prophospholipase (ou Prolecithinase A et B)	Trypsine	Phospholipase Lécithinase-A et B	Protège la lipase Lécithine	Lysolécithine
		Ribonucléase (estérase)	ARN	Nucléotide
		Déoxyribonucléase (estérase)	ADN	Nucléotide

# CONTRÔLE DE LA SÉCRÉTION PANCRÉATIQUE



# LA BILE

- sécrétion exocrine du foie
- fluide jaune-verdâtre, neutre (pH compris entre 7 et 7,5) qui participe à la digestion des graisses.
- produite en continu par le foie à raison de 0.5 à 1 L par jour

## Composition de la bile

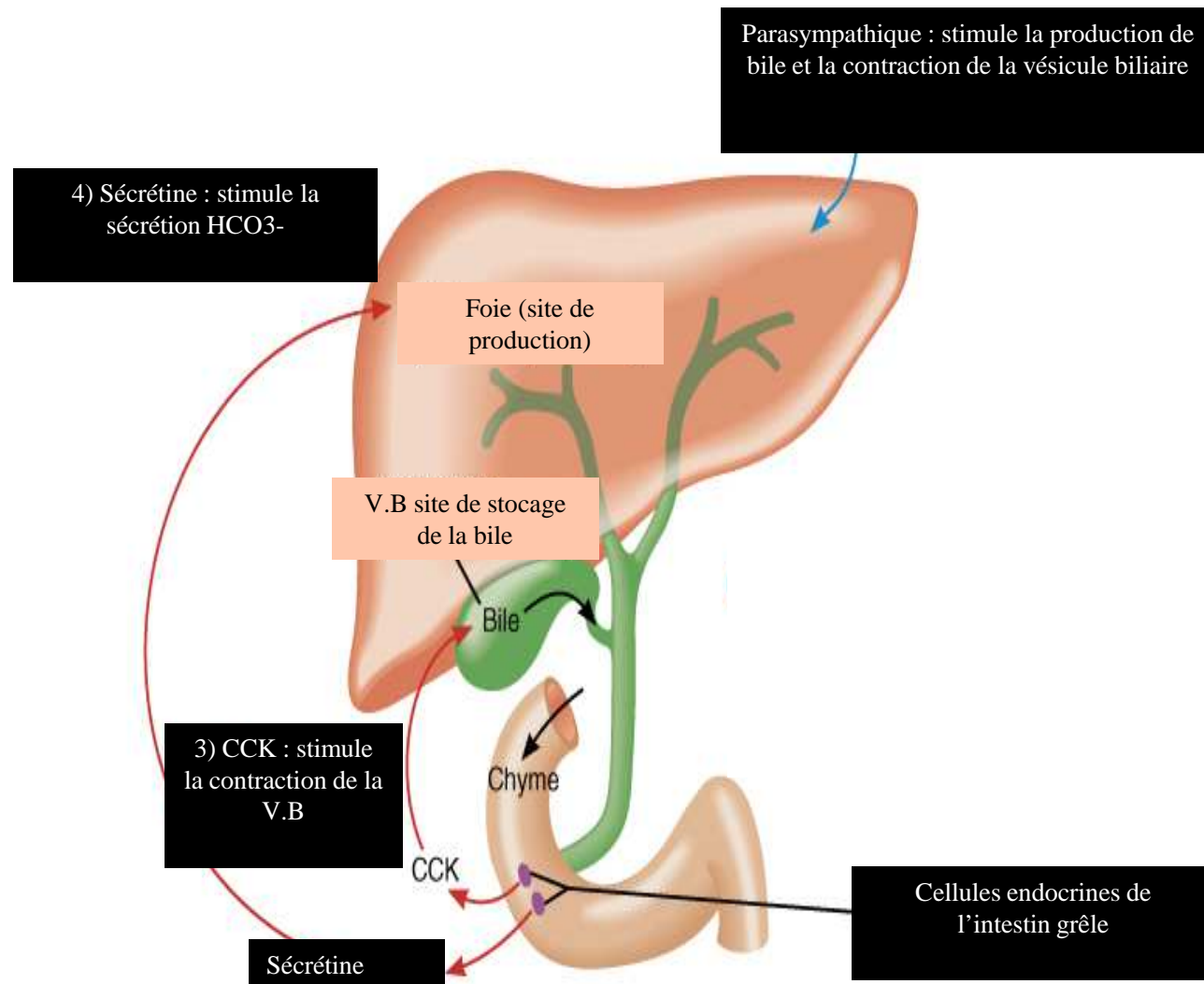
- Eau: 97% (sang)
- Électrolytes: idem à plasma (sang)
- Sels biliaires :cycle entéro-hepatique 6 à10 fois/24H (foie)
- Leucithine et cholestérol (foie)
- Déchets : Produits de dégradation de l'hémoglobine : pigments biliaires(bilirubine) (donnant à la bile sa couleur sang)



## VIDANGE DE LA VÉSICULE BILIAIRE

- Au repos: sphincter d'oddi fermé, la bile est stockée concentrée par réabsorption de l'H<sub>2</sub>O et du Na<sup>+</sup>
- La vidange de la VB se fait en réponse au repas via le système nerveux ( le nerf vague) et la CCK
- 80 % du contenu de la VB est vidé dans le duodénum après un repas

# Contrôle de la sécrétion biliaire



## Signification physiologique des vidanges périodiques de bile

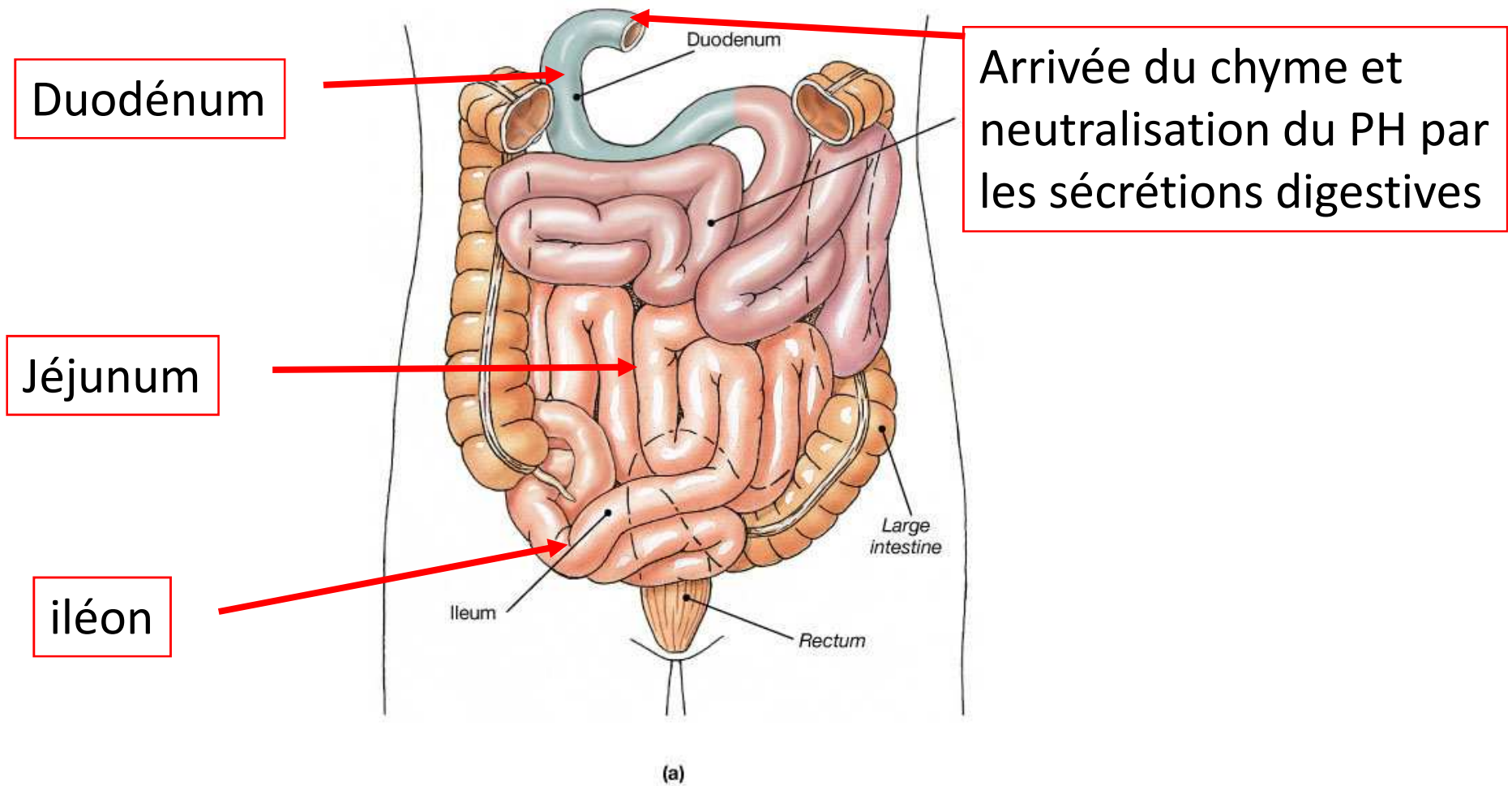
Les vidanges partielles de la VB permettent d'éliminer une bile concentrée pour faire de la place à une bile plus diluée venant du foie (évite la précipitation et la formation de micro calculs).

## Rôle de la bile dans la digestion

- La bile neutralise le chyme gastrique acide, grâce à des ions bicarbonates.
- La bile permet la formation de micelles (émulsion) nécessaire à la digestion des graisses et les vitamines liposolubles par la lipase pancréatique
- Elle favorise l'absorption des lipides par l'intestin grêle.

# PHASE INTESTINALE

# Segments de l'intestin grêle



# LA MUQUEUSE INTESTINALE

Le grêle est un cylindre de 7 m de long où la surface de la muqueuse est multipliée grâce :

- Valvules conniventes
- Villosités
- et microvillosités de la bordure en brosse de l'entérocyte

## L'ENTEROCYTE est la cellule absorbante

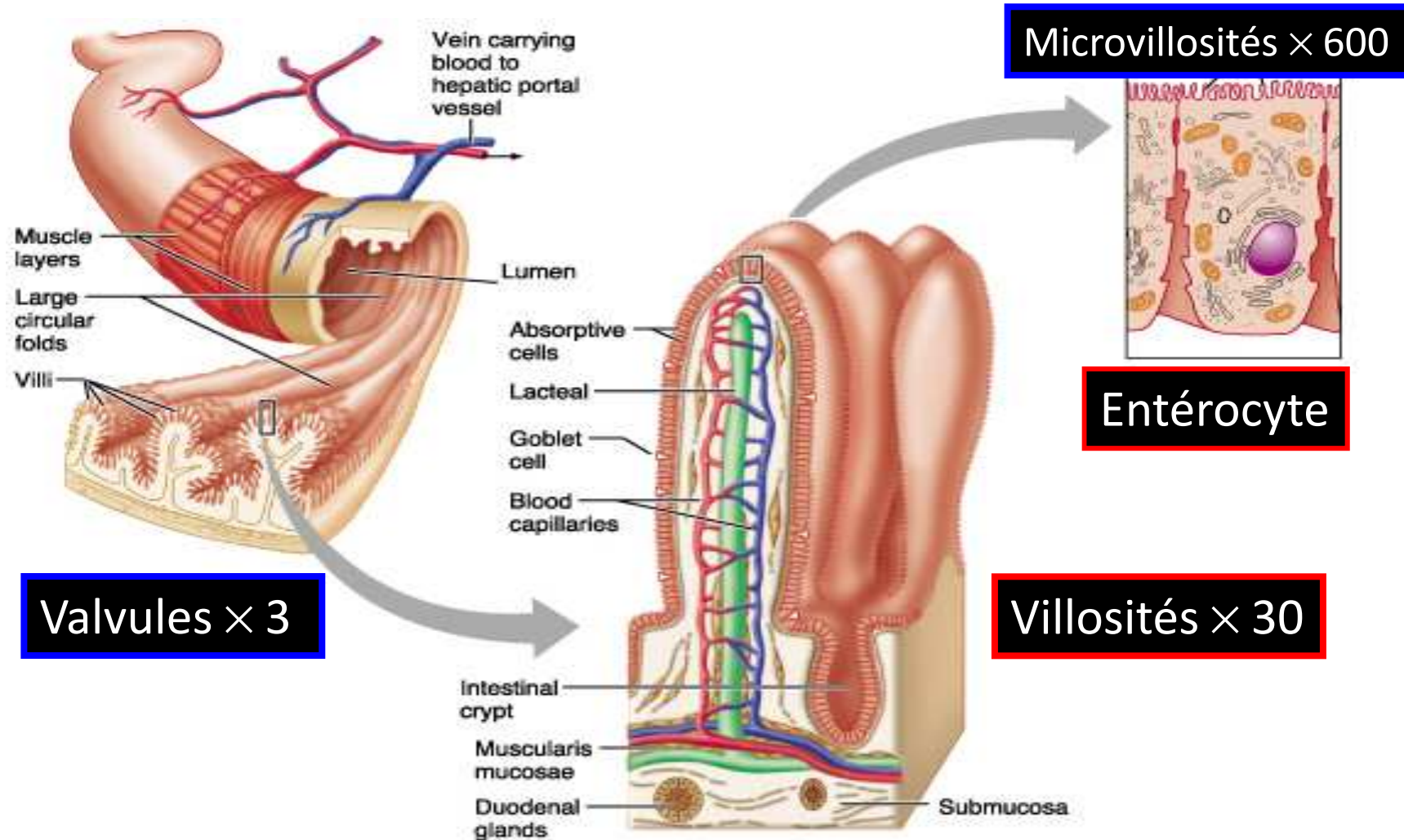
- La membrane plasmique au pôle apical a une bordure en brosse faite de microvillosités. Elles incluent les enzymes et les transporteurs selon une « mosaïque fluide ».
- La membrane du pôle baso-latéral est comme celle des autres cellules.

## LES AUTRES CELLULES

- Les cellules caliciformes , dans les cryptes, sécrètent le mucus
- Les cellules endocrines , dans les cryptes, sécrètent de multiples hormones



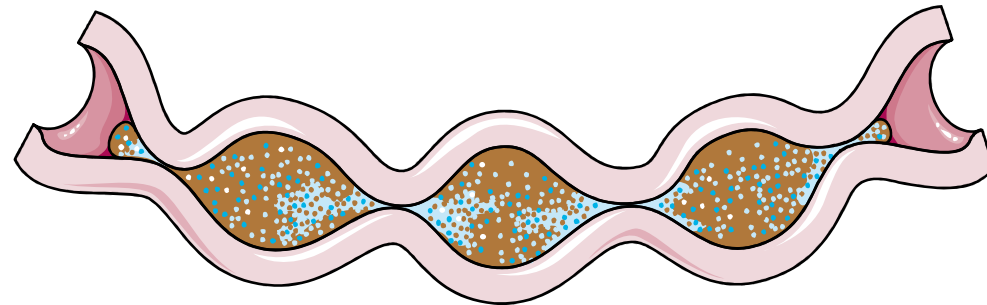
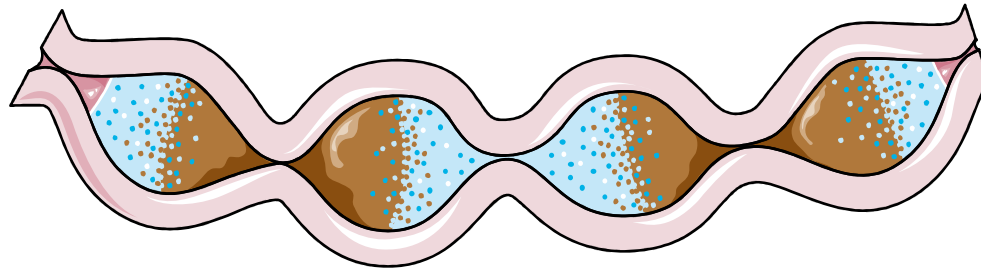
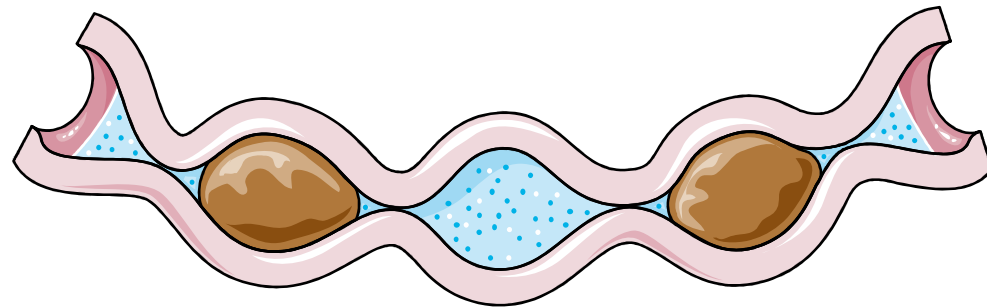
# Histologie du grêle



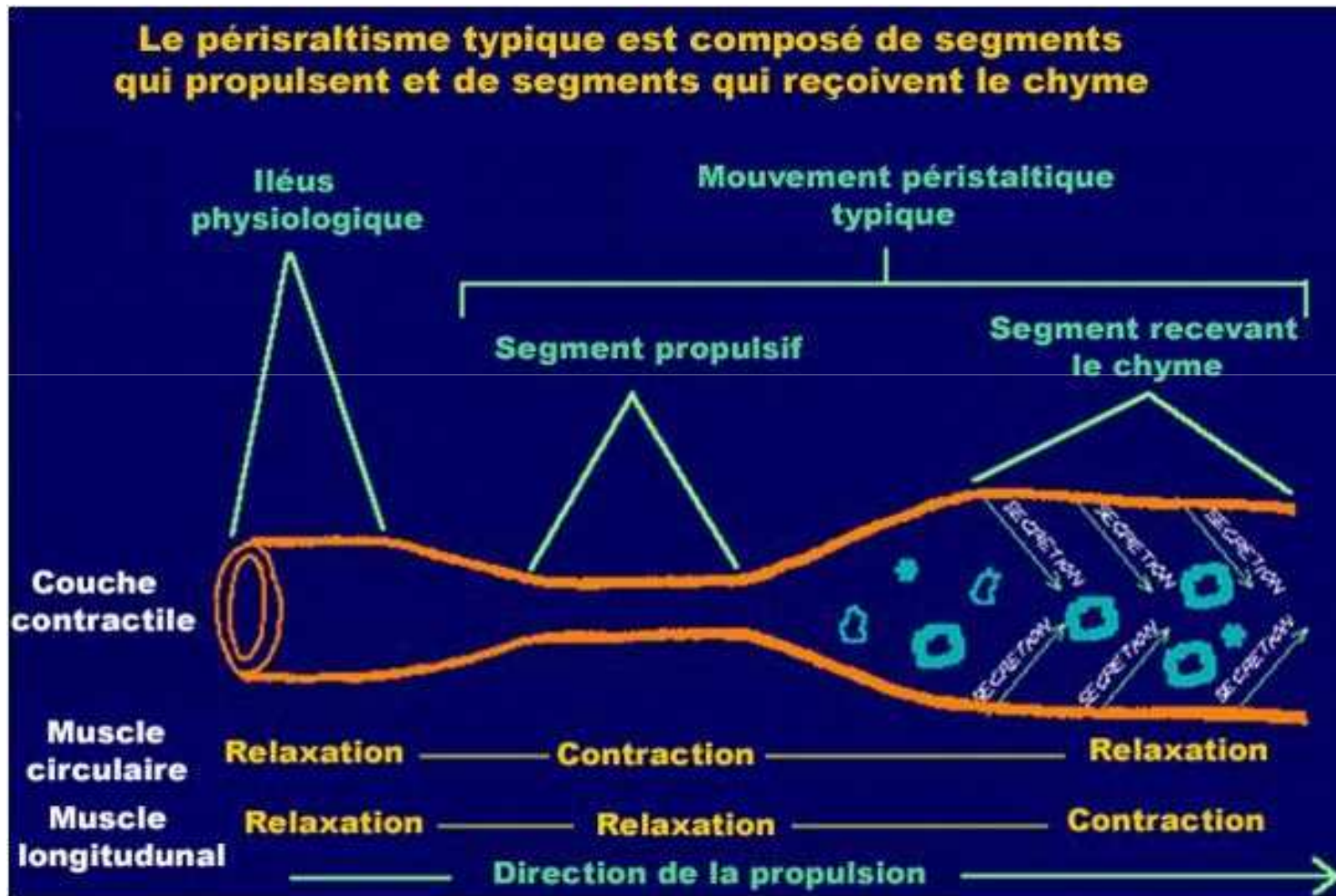
# MOTRICITE INTESTINALE

- Mouvements de brassage :
  - Segmentaire : contraction relaxation des fibres circulaires sans déplacement
  - Pendulaire : contraction des fibres longitudinales entraînant un contact étroit avec la muqueuse intestinale
- Mouvements propulsifs

# MOUVEMENTS SEGMENTAIRES



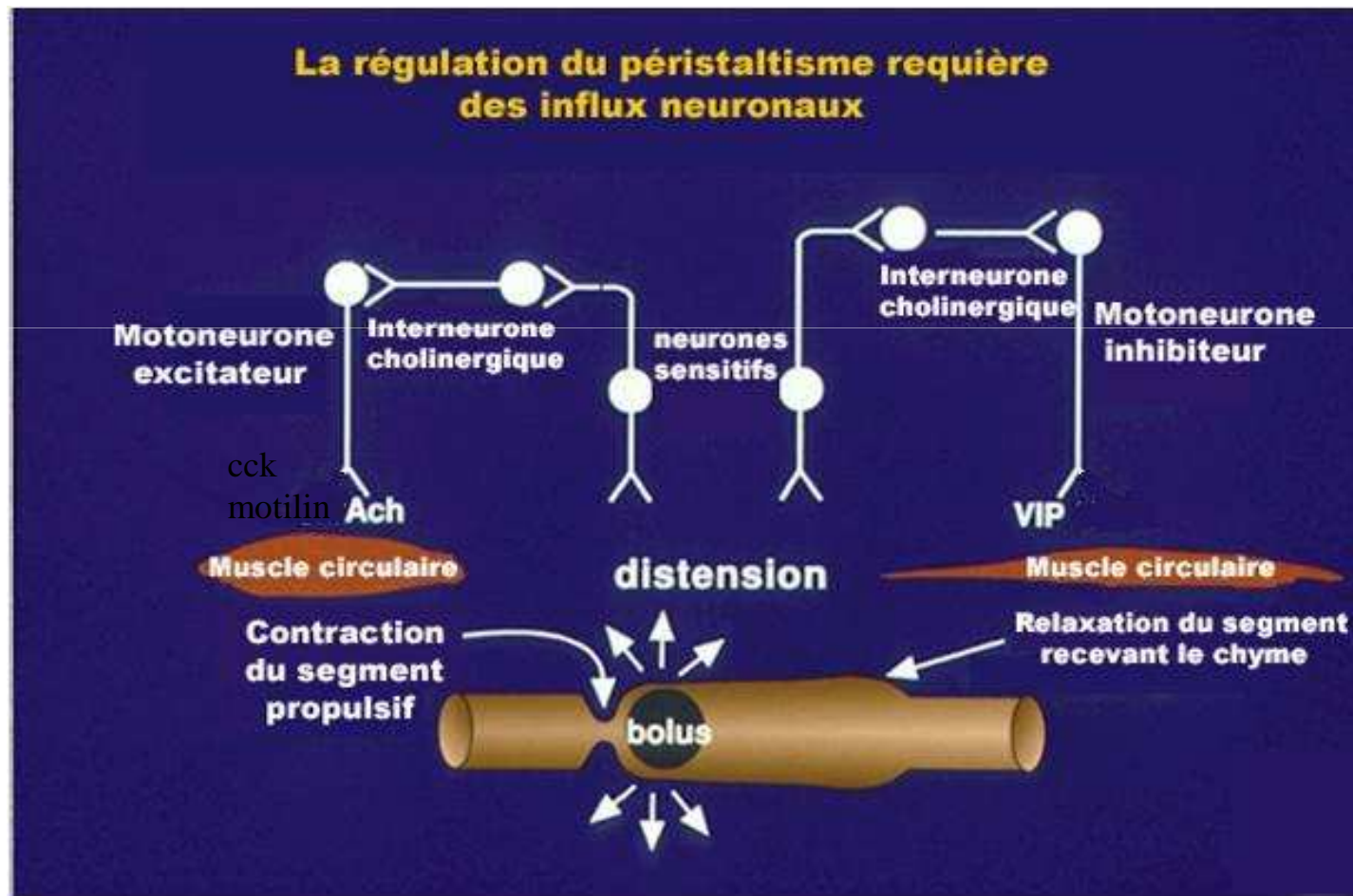
# MOUVEMENTS PROPULSIFS



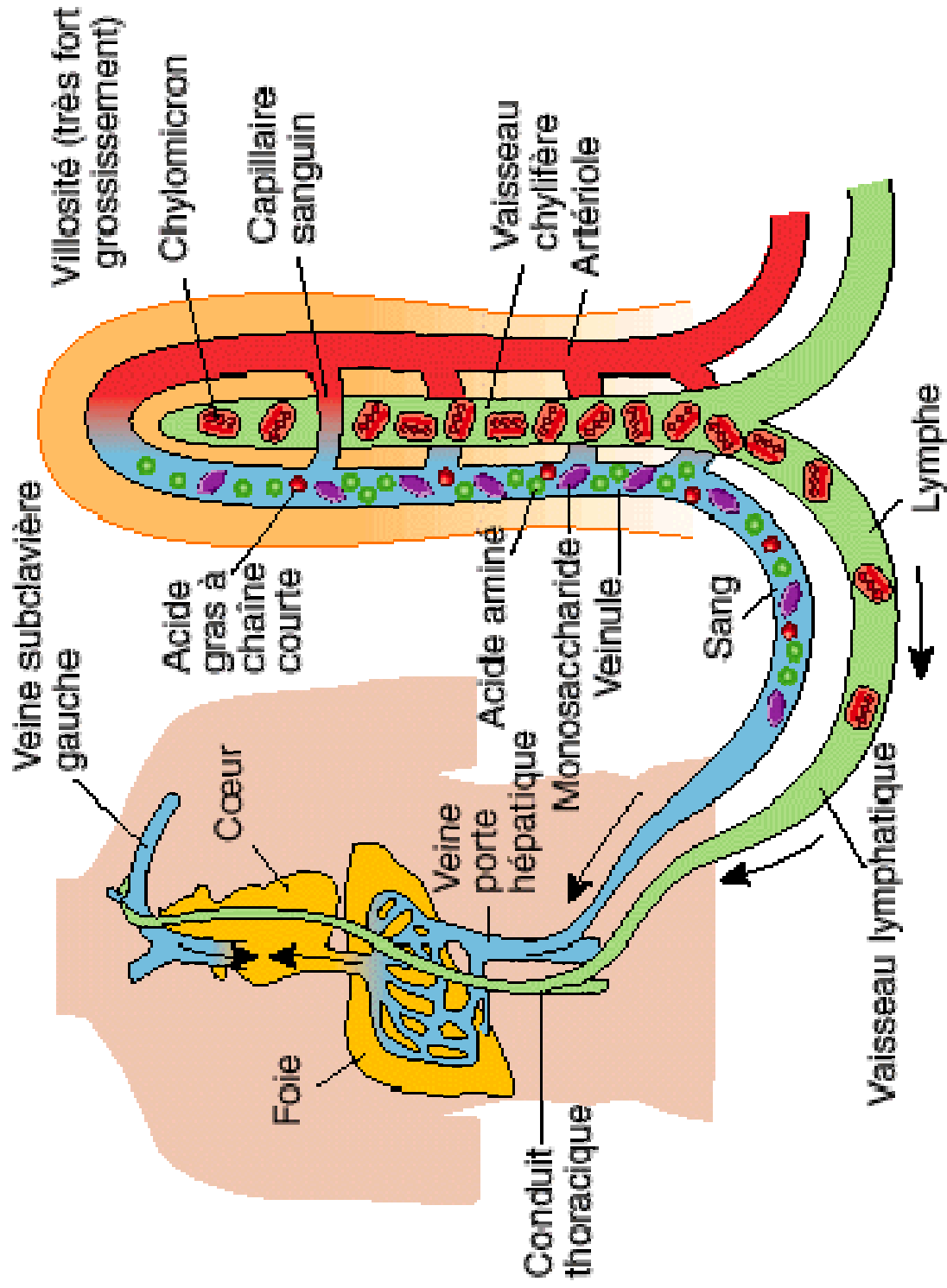
# Motricite intestinale

- CMM=complexe migrant moteur: onde péristaltique unique dure 90 min
- nait dans la portion inferieure de l'estomac se propage jusqu' au caecum
- Elle avances vers le gros intestin les matières non digérées

# RÉGULATION DU PÉRISTALTISME



# **DIGESTION ET ABSORPTION INTESTINALE**



(b) Transport des nutriments absorbés dans le sang et la lymphe



# DIGESTION INTESTINALE

- Digestion=Hydrolyse
- Trois sites pour la digestion:
  1. Digestion extracellulaire : lumière digestive
  2. Digestion membranaire : enzyme de la bordure en brosse
  3. Digestion intracellulaire: enzyme cytoplasmique et lysosomal

# Provenance de l'eau présente dans l'intestin

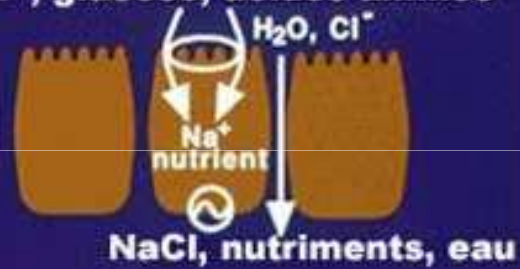


# Mécanismes de l'absorption de l'eau

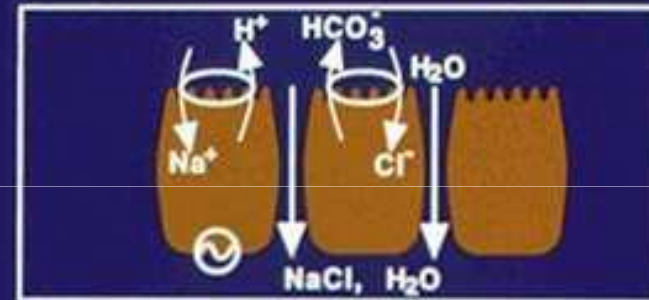
Les solutés véhiculés par l'eau sont absorbés de plusieurs manières

Duodenum jejunum

Dépendant des nutriments  
 $\text{Na}^+$ , glucose, acides aminés

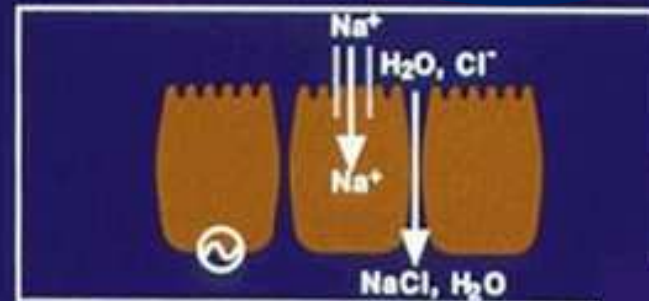


iléon



Côlon distal

aldosterone



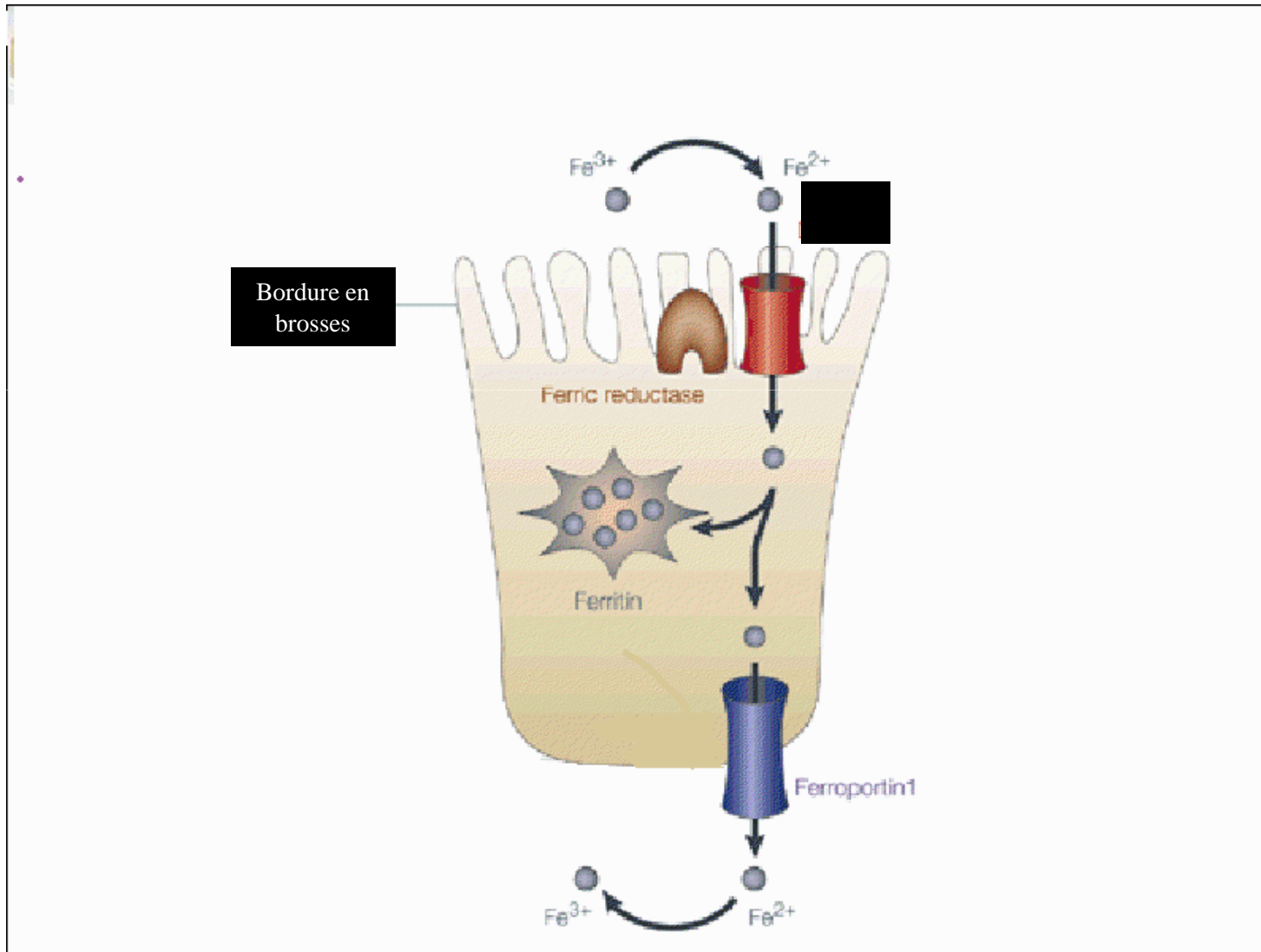
# ABSORPTION DU FER

L'absorption se fait dans le grêle proximal, sous forme de fer ferreux ( Fe ++ ) (sous l'action de la vitamine C).

S'il y a assez de fer, il reste dans la cellule incorporé à la ferritine et sera perdu à la mort de l'entérocyte.

S'il en manque, il sera transporté par la transferrine.

# ABSORPTION DU FER

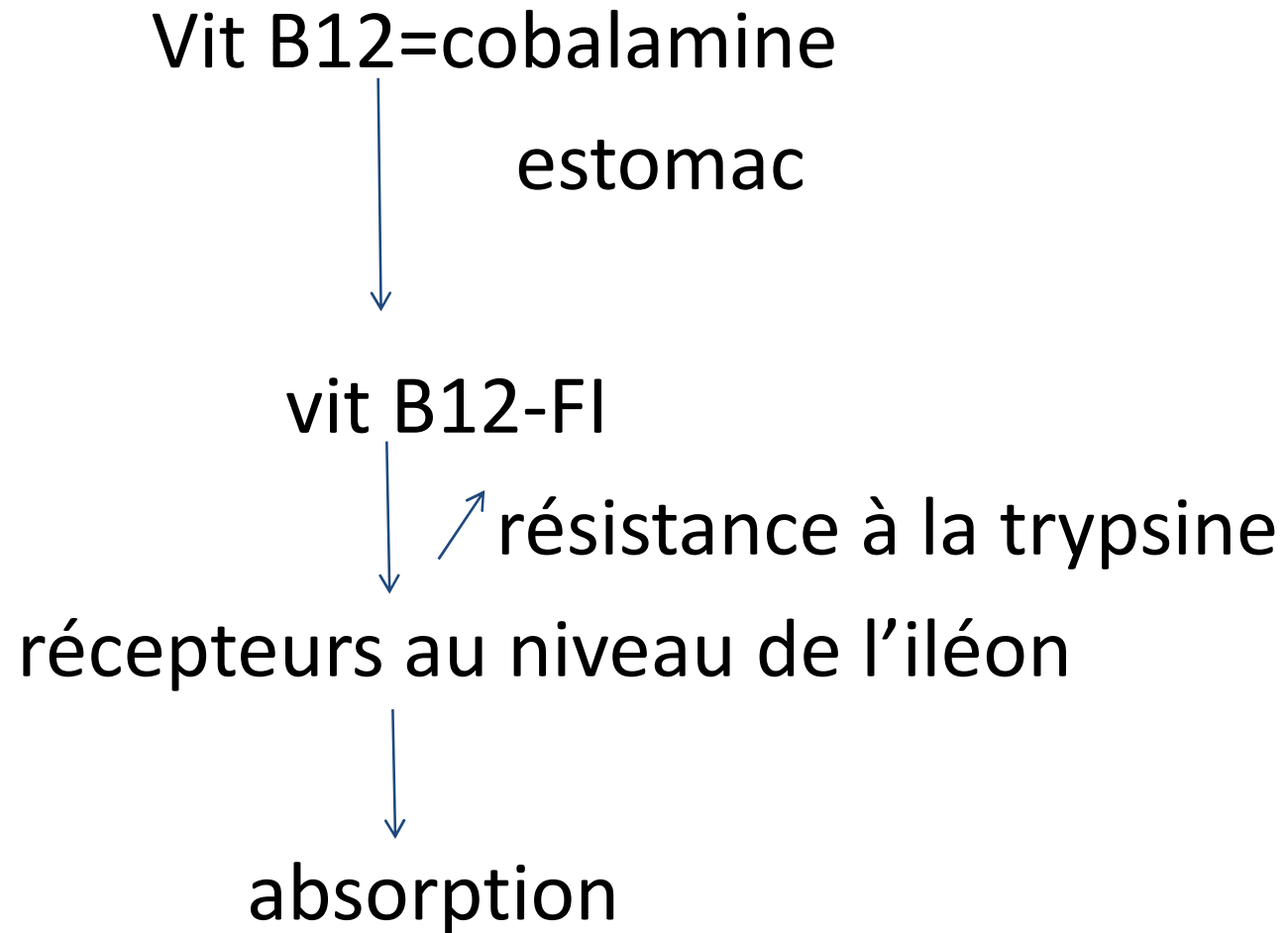


# Absorption du calcium

Se fait dans le duodénum :

- au pôle apical, diffusion facilitée, et en partie fonction de la Vit.D .
- transport intracellulaire grâce à une protéine porteuse, dont la synthèse dépend de la Vit D
- La sortie se fait par une pompe active qui échange Ca et Na, ou Ca et Mg, transport saturable.

# Absorption de la vit B12



# Absorption de l'acide folique

- Rôle dans la synthèse de l'ADN
- Absorption par un mécanisme de transport actif au niveau du jéjunum



# **Digestion & absorption des glucides**

Seuls les monosaccharides peuvent être absorbés par les entérocytes ce qui implique une digestion complète

# Étapes dans la digestion des glucides

## Polysaccharides (ex: amidon)

*Amylase salivaire*  
*Amylase pancréatique*

enzymes  
sécrétées

Lumière du  
Tube digestif

## disaccharides, trisaccharides,

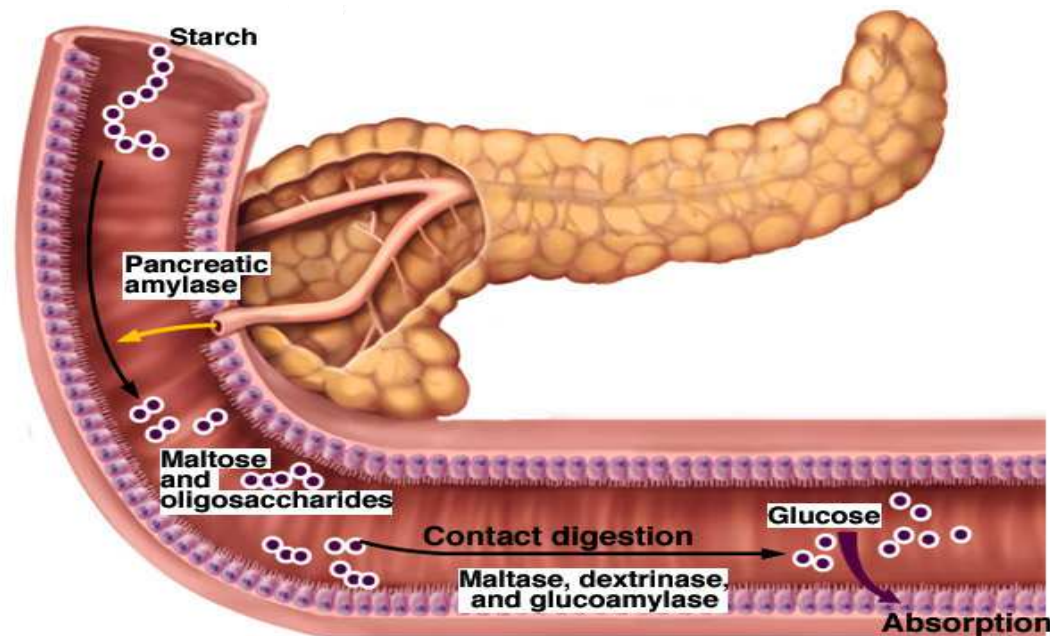
*Maltase (malt. → 2 gluc.)*  
*Lactase (lac. → gluc + gal)*  
*Sucrase (sucr. → gluc + fruc)*  
*Isomaltase (α-limit dextrinase)*

Enzymes  
intestinales de  
surface

## Monosaccharides

Les glucides sont exclusivement absorbés  
sous la forme de monosaccharides

# DIGESTION DES GLUCIDES DANS L'INTESTIN



- 50% de l'amidon peut être digéré avant d'arriver dans l'intestin

# DIGESTION DES GLUCIDES PAR L'AMYLASE PANCRÉATIQUE

- Hydrolyse des liaisons alpha 1-4
- Production des disaccharides et polysaccharides
- Importance majeure dans la digestion de l'amidon et du glycogène.



# DIGESTION DANS LA BORDURE EN BROSSE

- Digestion médiée par les enzymes synthétisées par la bordure en brosse des entérocytes

**Enzymes de la bordure en brosse**

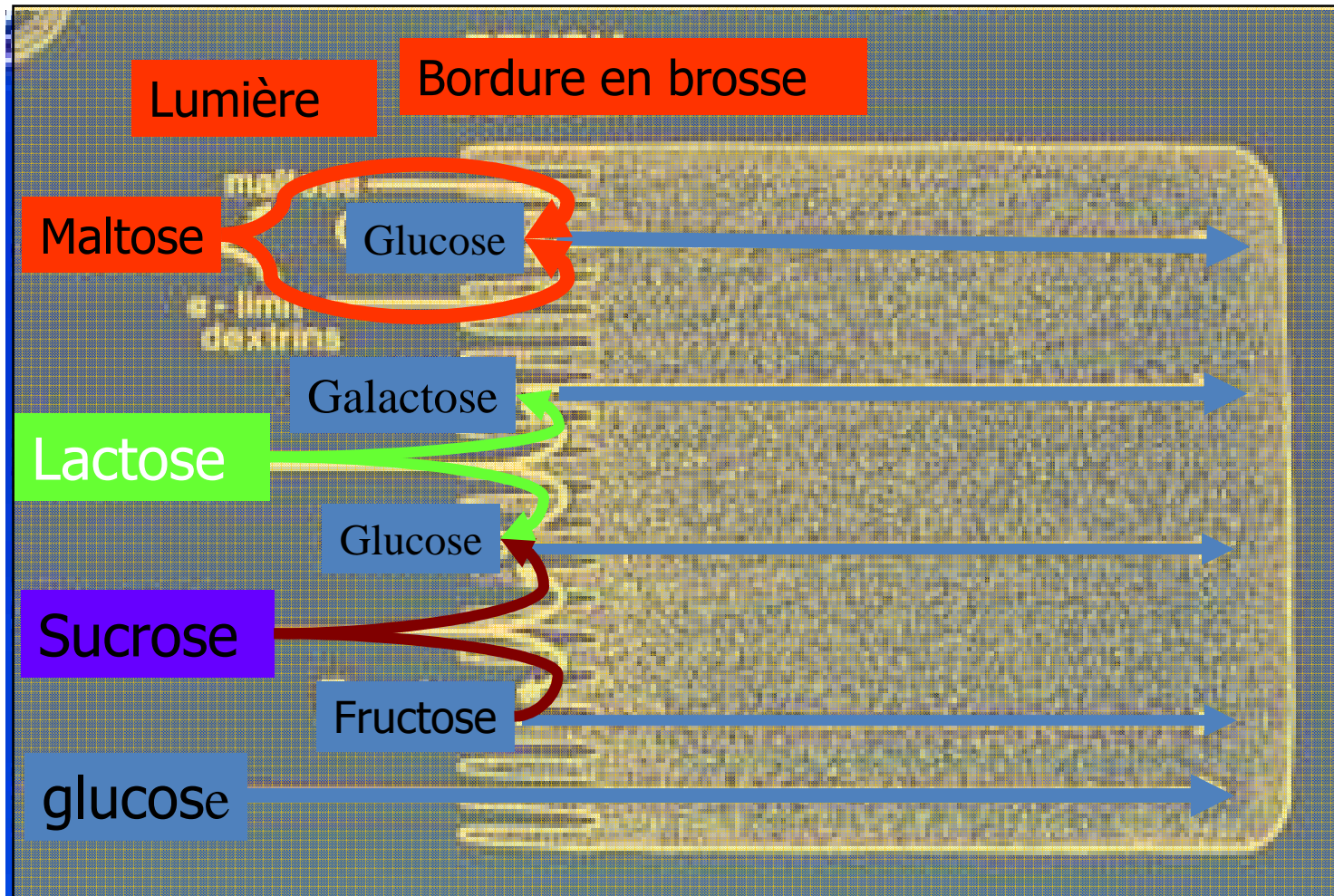
Disaccharides            Monosaccharides

## Enzymes digestive de la bordure en brosse



- Disaccharidases
- Dipeptidases,  
Aminopeptidases

# Différentes modalités de digestion- absorption des glucides





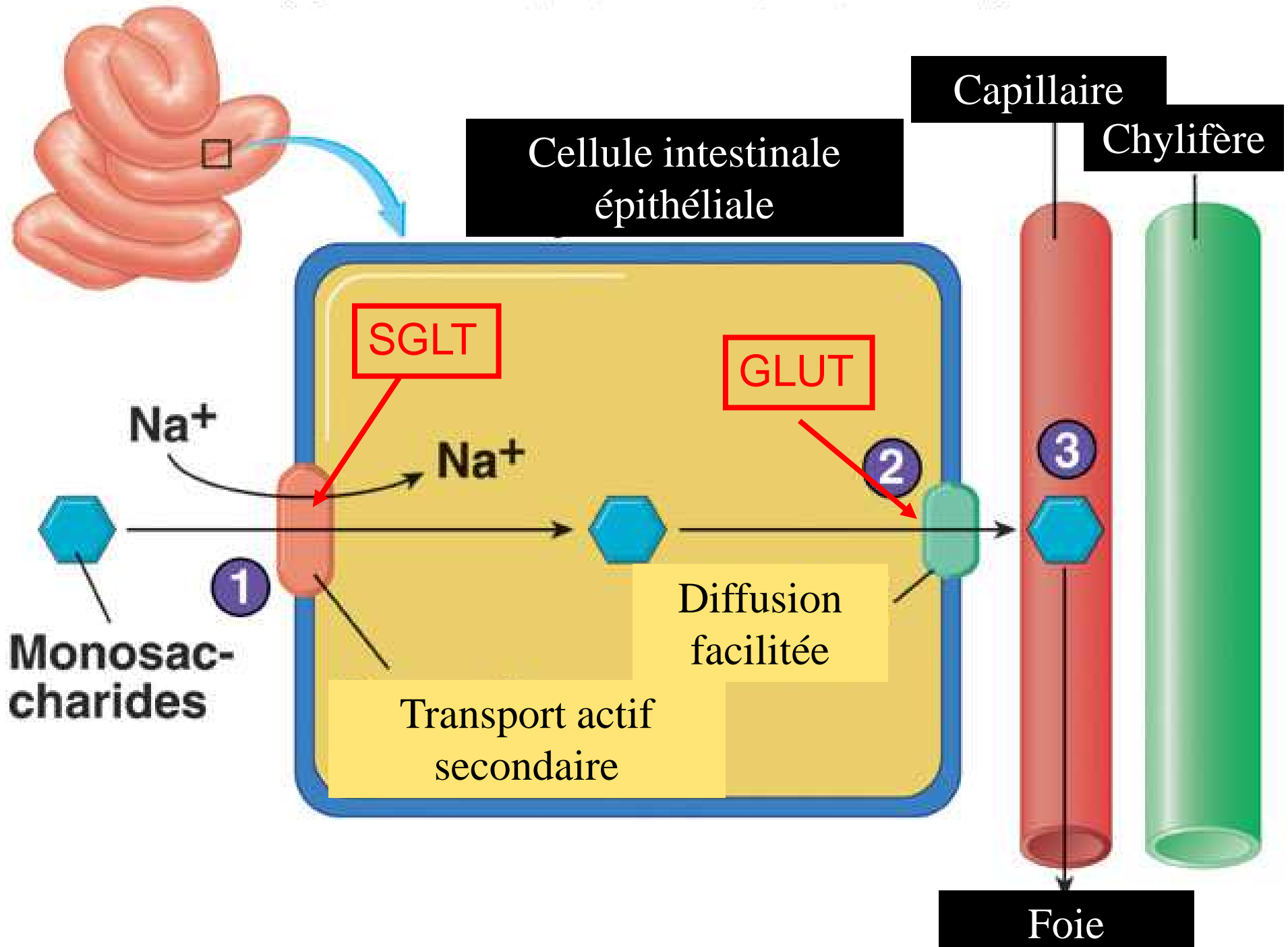
# Absorption des glucides

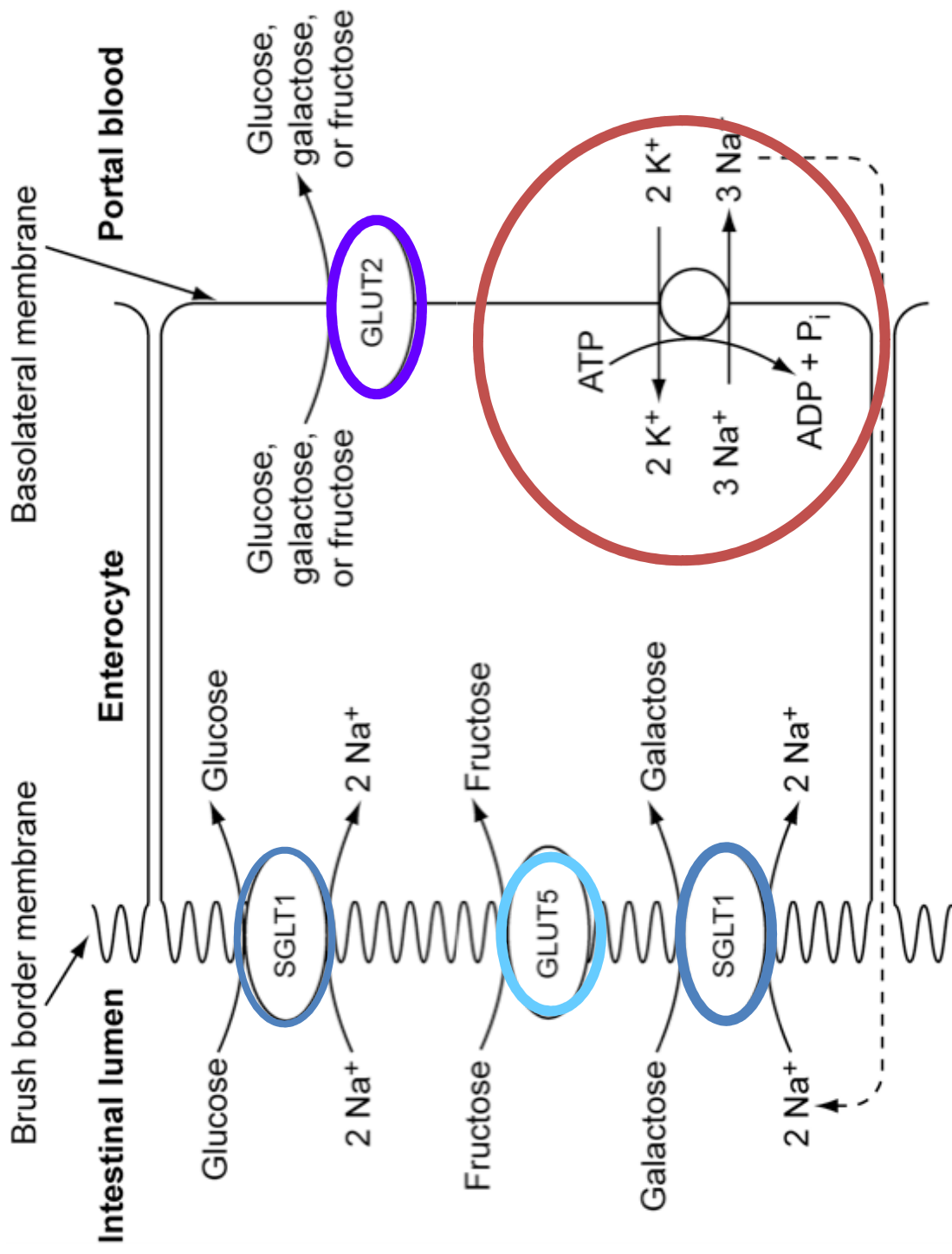
## Absorption des glucides

- A l'exception des nouveau-nés ( premières 24 heures), pas d'absorption de di , tri , ou polysaccharides.
- Les monosaccharides sont essentiellement absorbés dans le duodénum et le jéjunum

# Absorption des monosaccharides

- Deux familles de transporteurs
  - SGLT
    - Absorption active secondaire (nécessite de l'ATP)
  - GLUT
    - Diffusion facilitée (ne nécessite pas d'ATP )





# **Digestion et absorption des protéines**

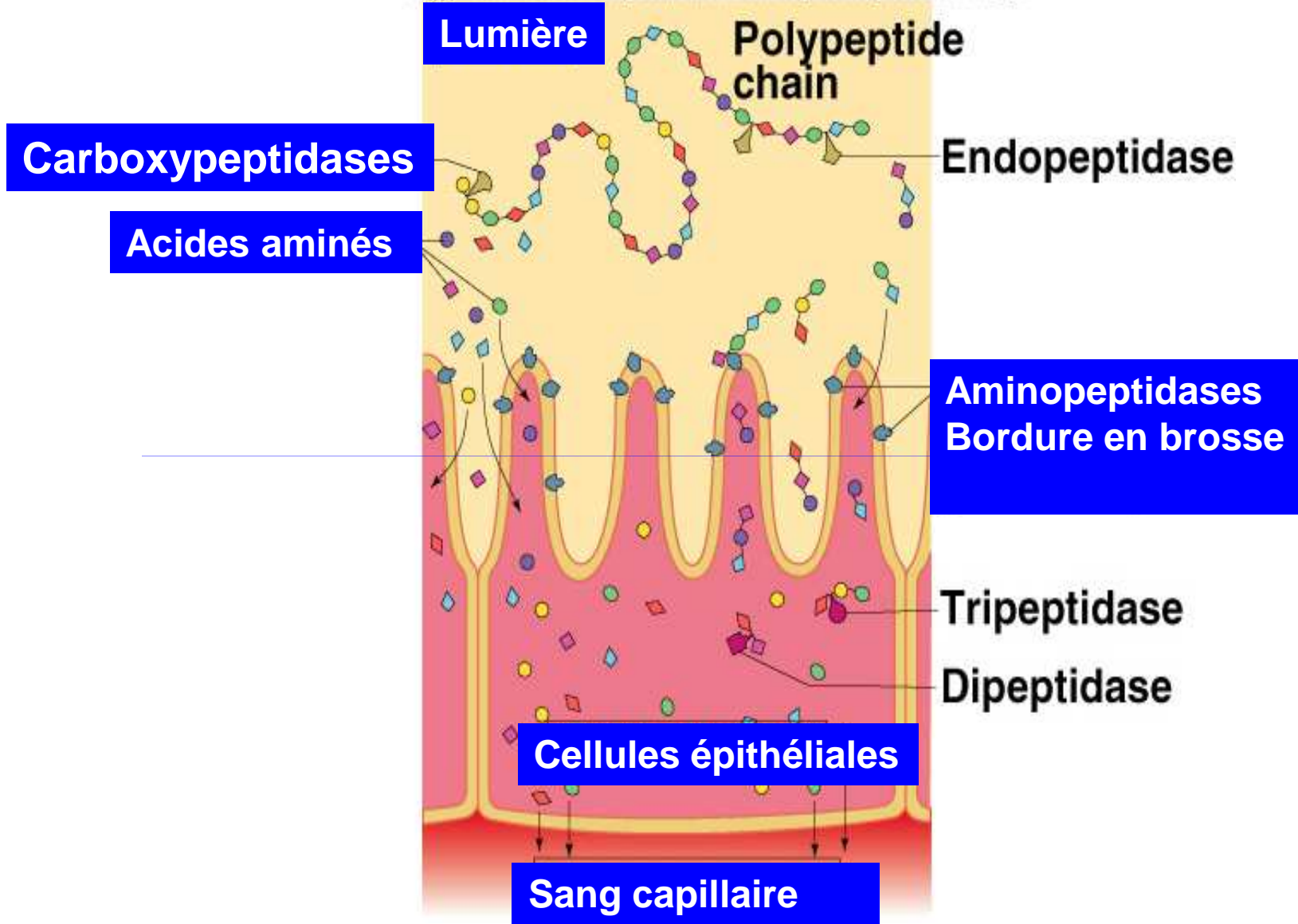
# DIGESTION ET ABSORPTION DES PROTÉINES

- Endopeptidases (Donnent des petits polypeptides)
  - Pepsine (estomac)
  - Trypsine/élastase/chymotrypsine (pancréas)
- Exopeptidases :(acides amines)
  - Carboxypeptidases.
  - Aminopeptidases.

## **Libération:**

- acides aminés
- di et tripeptides

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.





## Produits issus de la digestion

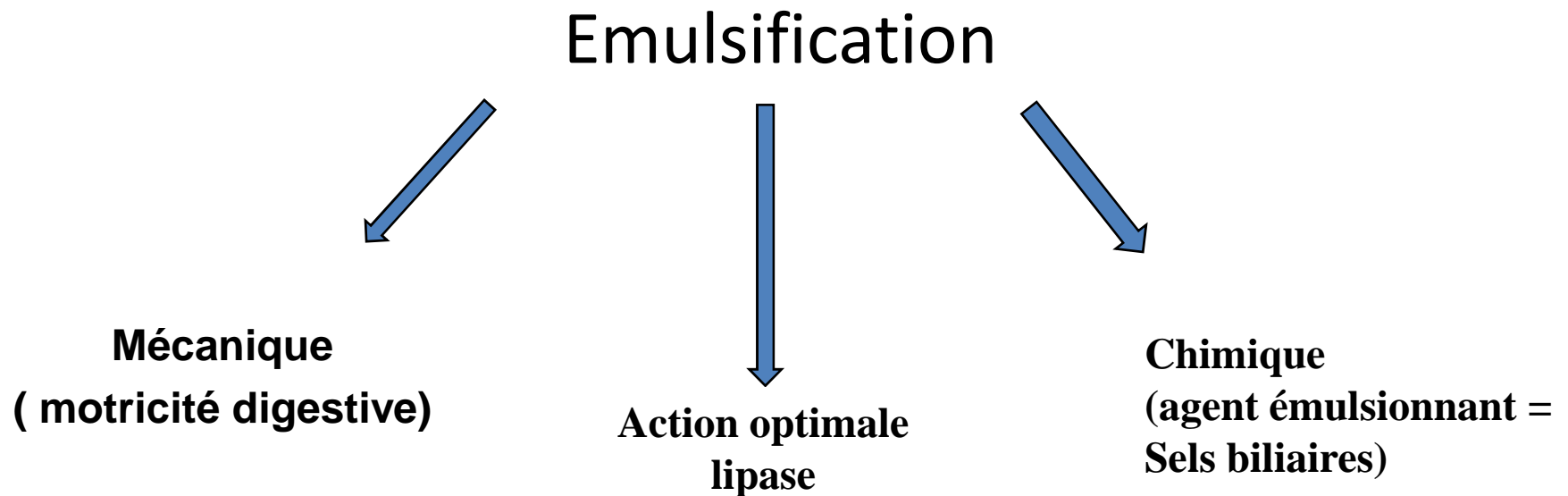
- En fait, ce sont de petits peptides plutôt que des AA libres qui sont la principale forme d'absorption par les entérocytes
- 67% comme peptides, 33% comme AA libres

## Digestion et absorption des acides aminés et des di et tri-peptides

- Les AA libres sont absorbés par un cotransport avec  $\text{Na}^+$ .
- Dipeptides & tripeptides sont transportés par un transport actif dans le cytoplasme; ils seront hydrolysés en AA et sécrétés dans le sang

# Absorption des lipides

- $\frac{3}{4}$  des triglycérides, le reste des phospholipides, des esters de cholestérol et des vitamines liposolubles.

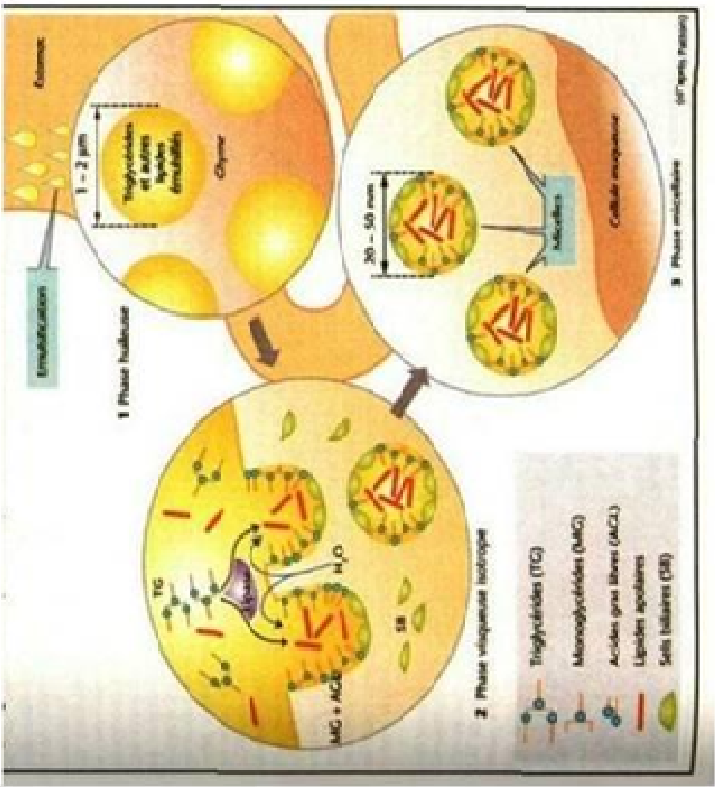


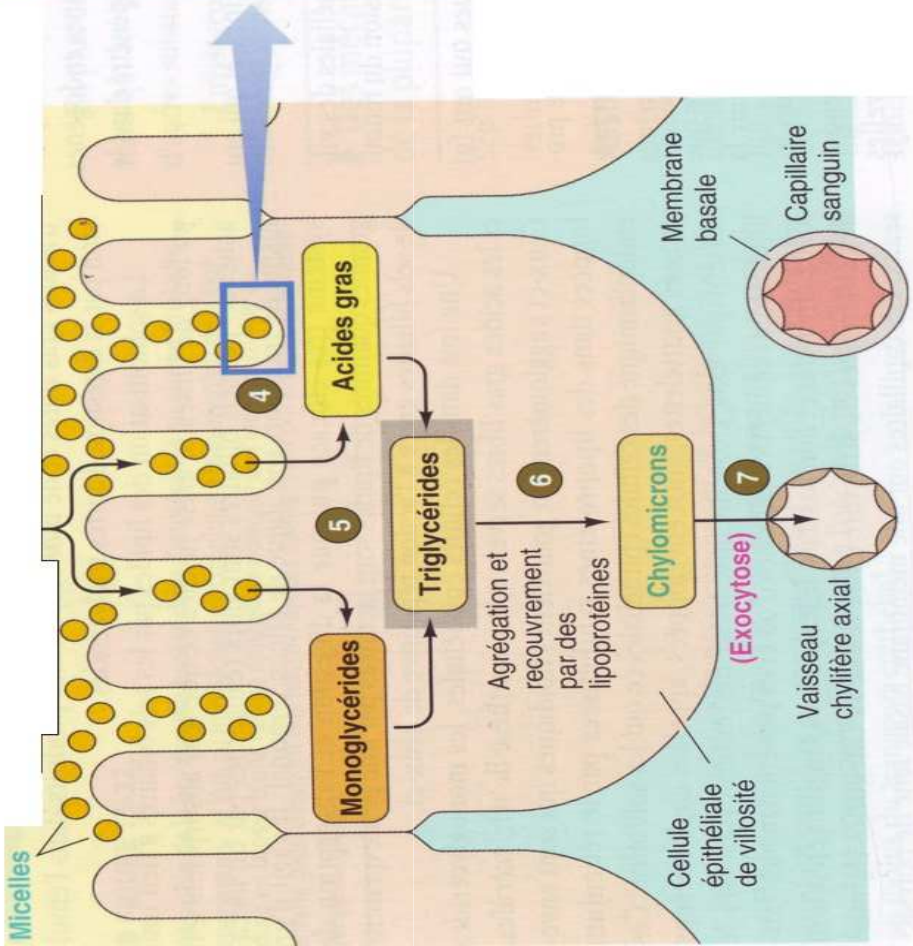
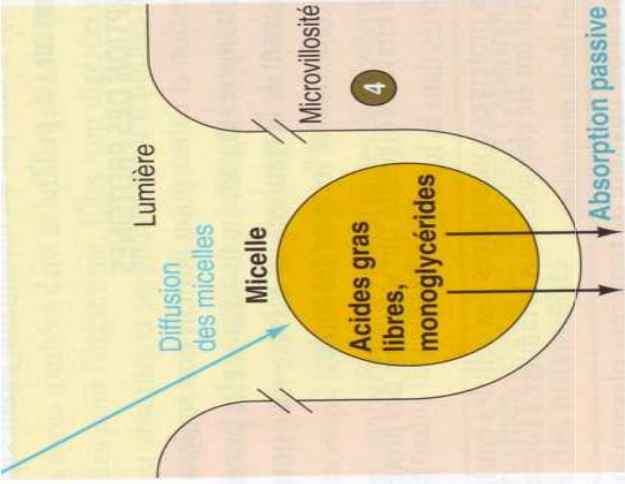
# Absorption des lipides

- Micelles:
  - constituées de sels biliaires, acides gras et monoglycerides regroupés en amas portion non polaire au centre
  - les micelles se brisent en contact avec la muqueuse
  - leurs contenu Passe par diffusion dans l'entérocyte

# Absorption des lipides

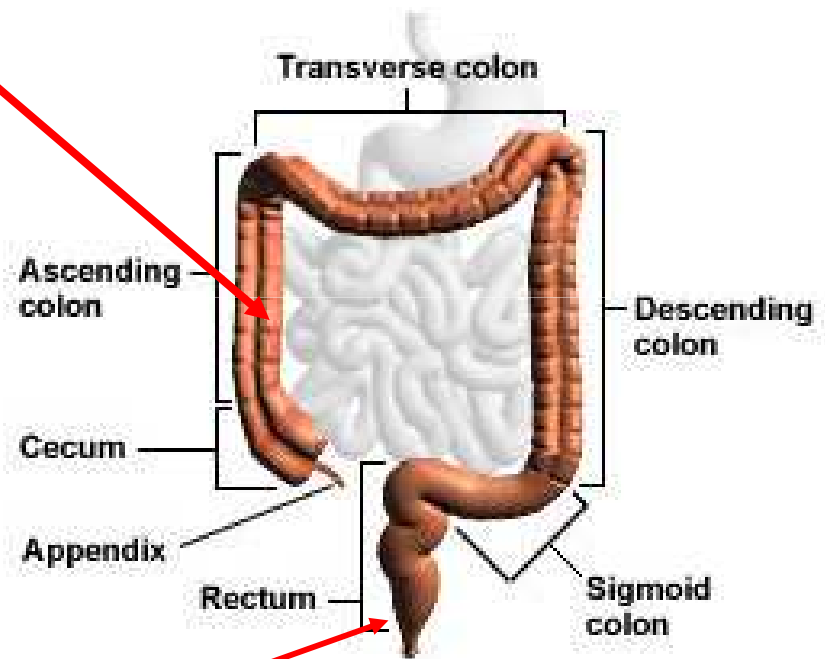
- A l'intérieur de l'entérocyte: resynthèse des triglycérides et leurs couplages à une protéine porteuse(formation de chylomicrons)
- Passage des chylomicrons dans la circulation lymphatique





# Gros intestin côlon

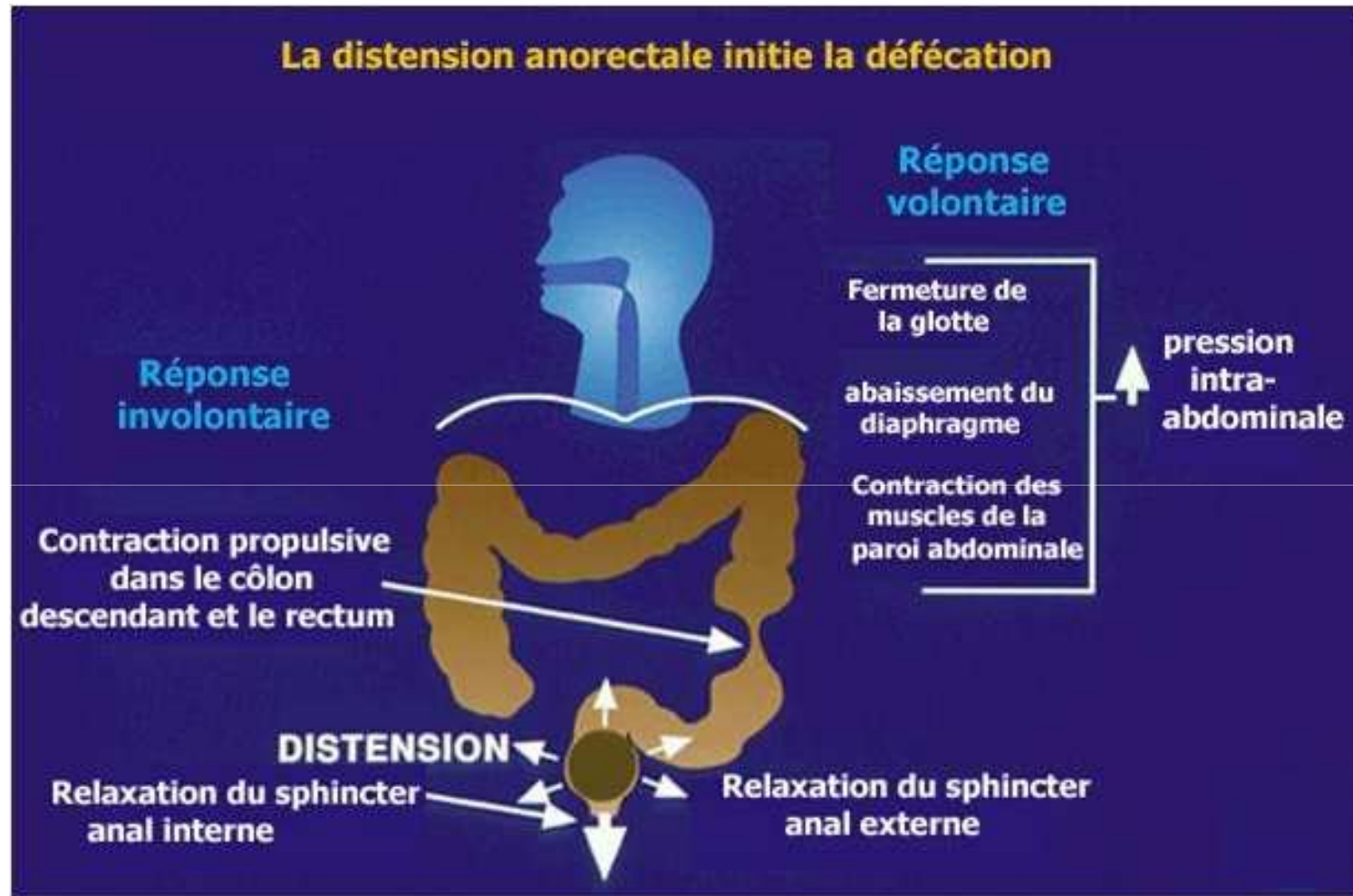
- Zones de séjour prolongé des aliments
  - Production des fèces
  - Absorption finale de l'eau
  - Élimination contrôlée par le rectum



Rectum



# Initiation de la défécation



## Références :

- Atlas de poche de Physiologie 4 ème édition
- Sherwood Physiologie Humaine 2ème édition
- Hervé Guénard 2 ème édition