

Université de Constantine.  
Faculté de médecine.  
Département de chirurgie dentaire.  
Service de physiologie clinique et explorations fonctionnelles  
CHU Constantine

# Physiologie digestive

Préparer et présenter par : Dr. H. BOUCHIHA

Deuxième année chirurgie dentaire

Année universitaire 2017 -2018

### I. Introduction :

Pour couvrir ces besoins vitaux et faire fonctionner la machine biologique, notre organisme transforme les aliments ramenés sous forme complexe en nutriments simple assimilable et utilisable par les cellules.

L'obtention des nutriments se fait par des phénomènes de digestion-absorption, assuré par le tube digestif et les glandes annexées.

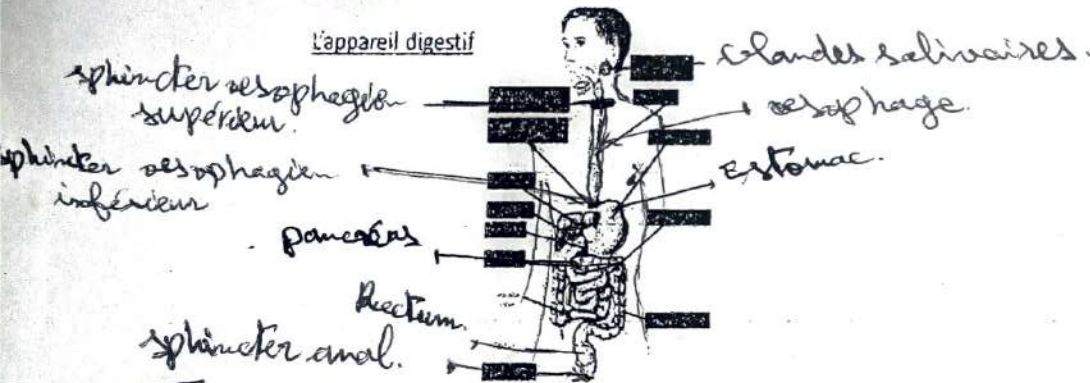
### II. Anatomie de l'appareil digestif : constitué de :

#### 1. Tube digestif = tractus gastro-intestinal :

- Série de cavités et d'organe creux
- Segmentées par des sphincters.

#### 2. Les organes annexés :

- Intervient dans la préhension et la mastication : Lèvres, joues, dents, langue.
- Intervient dans la digestion = Glandes annexés : salivaires, pancréas exocrine, le foie et la vésicule biliaire.



### III. Particularité histologique de l'appareil digestif :

#### 1. La muqueuse :

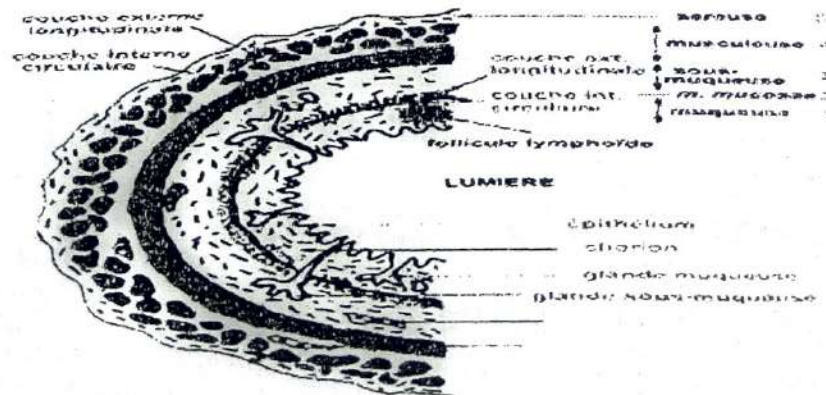
Epithélium + chorion + musculaire muqueuse

2. La sous-muqueuse : de tissu conjonctif contenant des vaisseaux sanguins et un réseau de nerfs sympathiques, le plexus de Meissner qui commande la motilité du tube digestif.

#### 3. La musculuse :

- Fibres striés : pharynx, œsophage proximal et l'orifice anal externe.
- Fibres musculaires lisses :
  - Une couche circulaire interne (concentriquement par rapport à l'axe de la lumière).
  - Une couche longitudinale externe (orientées parallèlement au grand axe).
- Présence de plexus d'Auerbach.

4. La tunique externe : est soit une adventice, soit une séreuse.





#### IV. Innervation de l'appareil digestif :

1. **Innervation intrinsèque** : Assurée par le **plexus sous-muqueux** de Meissner et les plexus d'Auerbach (ganglions nerveux) .
2. **Innervation extrinsèque** :
  - a. **Motrice** :
    - le **parasympathique** : nerf pneumogastrique (vague) et le nerf pelvien ; qui sont connecté au plexus de Meissner et d'Auerbach.
    - Le **sympathique** : par le nerf splanchnique qui s'articule avec les deux plexus ou se termine au voisinage les fibres musculaires.
  - b. **Sensitive** : par le nerf **pneumogastrique** et les nerfs **splanchniques** qui véhiculent les messages sensoriels (**mécanique** ou **chimique**) du tube digestif permettant de moduler la motricité en fonction des données **physico-chimique** du Tube digestif.

#### V. Les fonctions de l'appareil digestif :

##### 1. La digestion :

C'est l'ensemble des fonctions **mécaniques**, **sécrétoires** et **chimiques** qui permet la transformation des aliments (**glucides**, **lipides**, **protéines**, **vitamines**, **oligoéléments**, **eau**, **électrolytes**) en produits **nutritifs** = nutriments (**hexoses**, **acides aminés**, **acides gras**, **glycérol...**) **directement absorbable** et **assimilables** par les cellules de l'organisme, capable de traverser la paroi du tube digestif ; pour couvrir les besoins vitaux et faire fonctionner la machine biologique.

##### 2. Absorption :

Les nutriments résultent de la digestion, sortent de la lumière du tube digestif, traversent une couche des cellules épithéliales (**paroi intestinale**) et **pénètrent dans le sang** (**eau**, **électrolytes**, les **hexoses** les **Acides aminés**) ou dans la **circulation lymphatique** (**lipides**, **vitamines liposolubles**).

##### 3. La sécrétion :

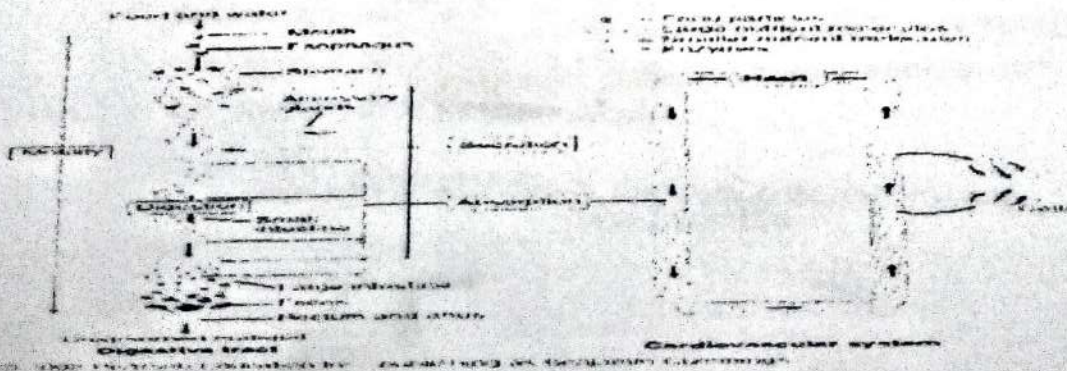
Les groupes cellulaires du tractus gastro intestinal et les glandes annexées déversent leur contenu dans le tube digestif permettant ainsi la digestion chimique et la régulation.

##### 4. La motilité : *2el H 124 1\**

La contraction du muscle lisse de la paroi du tube digestif permettant le brassage du contenu de la lumière avec les **diverses sécrétion** et les faire avancer le long du tube de puis la bouche jusqu'à l'anus.

##### 5. La défécation :

Les substances ingérées qui se sont ni digérées ni absorbées sont expulsées en dehors du tube digestif en plus des **bactéries**.



Imp



Temp

# LA PHASE BUCCALE → c'est entre des dents

semi-volontaire

1. **Mastication** : c'est un acte mécanique, rythmique apposition / séparation des arcades. Assuré par les dents avec une mâchoire inférieure mobile par les muscles masticatoire (masséters et temporaux) ; la langue ; les lèvres et les joues (positionnement des aliments sur l'arcade dentaire)

- Dépend de la nature des aliments, la dentition, et les habitudes alimentaires. *âge et sexe*  
 - les muscles masséters de l'homme sont plus puissants que ceux de la femme

- Comporte 3 phases :

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

-ROLE :

- ✓ Réduction de la taille des aliments facilitant la déglutition et la digestion
- ✓ Augmentation de la surface attaquant par les enzymes

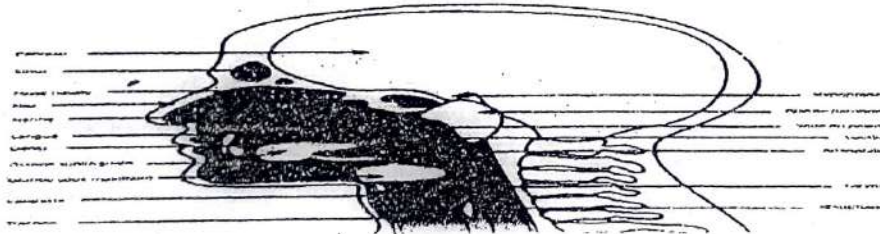
2. **Salivation** : la salive c'est le liquide qui baigne la bouche, produit par les glandes salivaires

La salive a pour rôle :

- ✓ d'humidifier les muqueuses du système digestif supérieur.
- ✓ de participer aux premières étapes de la digestion.
- ✓ Solubilise les aliments et facilite leur progression du pharynx à l'œsophage et à l'estomac.
- ✓ Rince la bouche (hygiène dentaire et buccale)
- ✓ Excrète certaines toxines (métabolites des médicaments).

2.a. Les glandes salivaires :

- sont des glandes à mode de sécrétion exocrine.



1. Les glandes salivaires accessoires (microscopiques) tapissant la muqueuse buccale.

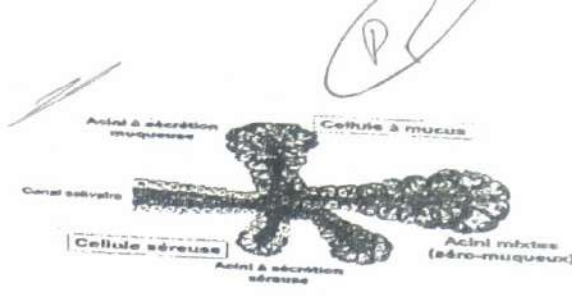
2. Les glandes salivaires principales (macroscopiques) : paires et symétriques

- ✓ les glandes sublinguales.
- ✓ les glandes sous-maxillaires (sous-mandibulaires).
- ✓ les glandes parotides (Para = à côté ; otis = oreille), les plus grosses, situées de chaque côté du visage au-dessous et en avant des oreilles.

2.b Les glandes salivaires : Production de plusieurs type de sécrétion

- ✓ Séreuse (sécrétion aqueuse : hydroélectrolytique et protéique)
- ✓ Muqueuse (sécrétion plus épaisse contenant de la mucine)
- ✓ Mixte (sécrétion séreuse et muqueuse par une même glande)





- Glandes parotides : séreuse.
- Glandes sous maxillaire : mixte.
- Glandes sublinguales : muqueuse.

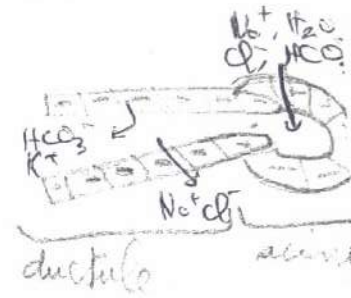
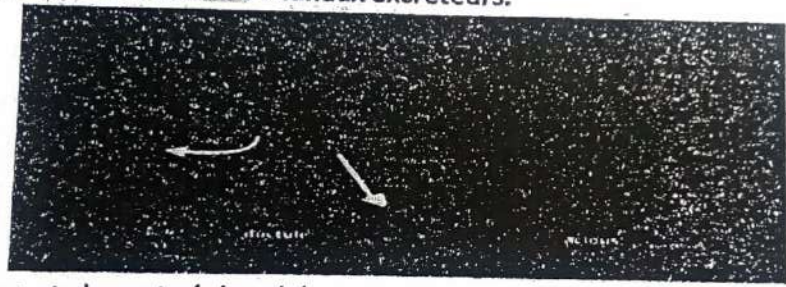
**2.c. Formation de la salive :**

- 0,5 a 1,5 L / 24 H
- Le débit : 0,5 ml / min
- 90 % provient de la glande principale (surtout les parotides)
- Formation de la salive en deux étapes :

**1. Salive primaire :** les acini (ultrafiltrat plasmatique)

- ✓ 99.5% d'eau.
- ✓ le  $Cl^-$  passe par un Co transport actif secondaire en échange avec  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $2Cl^-$  puis passe dans la lumière avec  $HCO_3^-$  (bicarbonate) ; donc création d'un potentiel Trans épithéliale négatif équilibré par une diffusion para cellulaire du  $Na^+$  suivie d'eau

**2. Salive secondaire :** canaux excréteurs.



- ✓  $Na^+$  et  $Cl^-$  sont réabsorbés
- ✓  $HCO_3^-$  et  $K^+$  sont sécrétés.

**2.d. sécrétion salivaire organique:**

- ✓ Amylase (ptyaline) : dégradation de l'amidon et du glycogène.
- ✓ Lipase : dégradation des graisses.
- ✓ Lysozyme : dégradation de la membrane des bactéries.
- ✓ Kallikréine : activation des kininogènes (effet vasodilatateur).
- ✓ Autres : immunoglobuline, mucine, protéine plasmatique (albumine), facteurs de croissance, urée (Insuffisance Rénale).

**2.e. contrôle de la sécrétion salivaire :**

CONTRÔLE DE LA SECRETION SALIVAIRE



**NERVEUSE : 2 types :**

- Circuit reflexe court conditionné.
- **Système nerveux autonome**
  - **Parasympathique** (glossopharyngien IX et facial VII) : (dominant)
    - ✓ Salive séreuse, fluide, abondante
    - ✓ Humidification de la cavité buccale
  - **Sympathique** :
    - ✓ Salive peu abondante, épaisse, riche mucus
    - ✓ « bouche sec » lors trac

**3. La déglutition :**

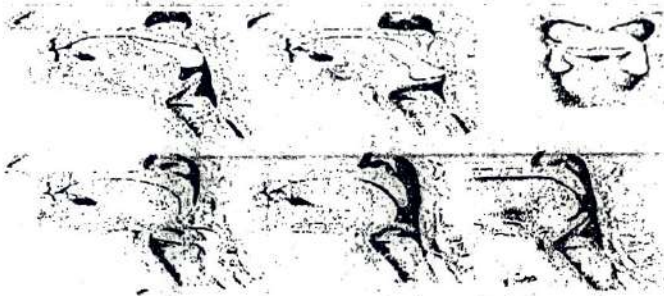
C'est l'ensemble des phénomènes mécaniques qui conduit le bol alimentaire de la bouche à l'estomac.

3 étapes : buccale, pharyngée, œsophagienne.

**a. Temps buccal** : volontaire, les aliments sont plaqués contre la langue et la voûte palatine.

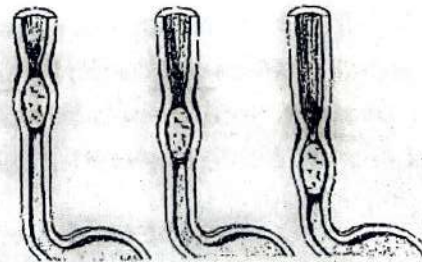
**b. Temps pharyngien** : réflexe :

- ✓ 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-oesoph)



**c. Temps œsophagien** : Réflexe.

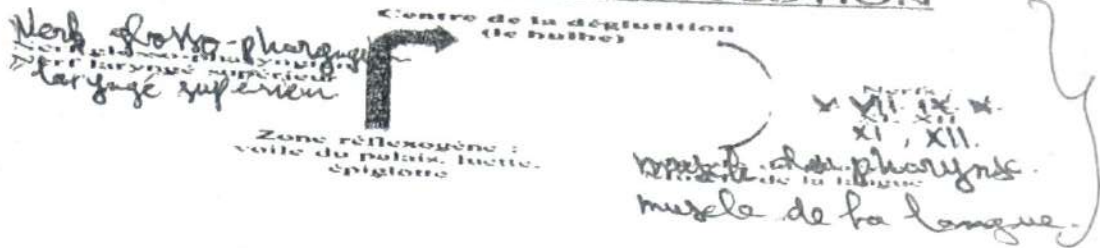
- ✓ Couche musculaire œsophagienne : striée et lisse
- ✓ Progression du bol alimentaire par des ondes péristaltiques (10 secondes pour atteindre l'estomac).
- ✓ Retour de l'épiglotte à sa position initiale suivie d'une expiration profonde.



**NB** : Entre deux réflexe de déglutitions il y a une période réfractaire ; aucune déglutition ne se fait.



## CONTRÔLE DE LA DEGLUTITION

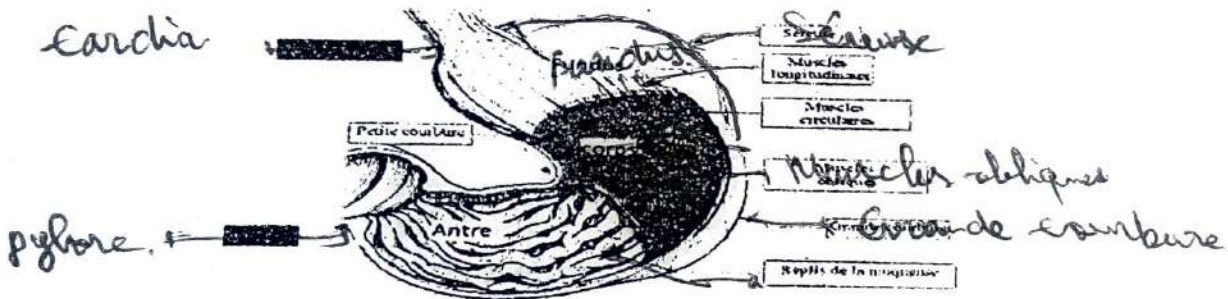


## LA PHASE GASTRIQUE

### 1. Bases anatomiques :

- L'estomac est un organe creux, possède la forme de J avec une capacité de 1 à 1,5 L
- Trois parties de rôle différent : le fundus, le corps ; ces deux parties définissent l'estomac proximal (double rôle de stockage des aliments et sécrétoire) et l'antrum qui a un rôle moteur (brouillage des aliments et réglage de la vidange du chyme gastrique).
- Rôle endocrine : gastrine qui stimule l'HCL.
- La paroi de l'estomac est faite de dedans en dehors :
  - une muqueuse glandulaire rosée plissée.
  - ✓ une sous-muqueuse : nerfs et vaisseaux
  - ✓ une musculuse (musculature lisse), oblique interne, circulaire moyenne et longitudinale externe.
  - ✓ L'ensemble est recouvert d'une séreuse.

L'ESTOMAC : Différentes parties



### 2. Bases histologiques : la muqueuse gastrique :

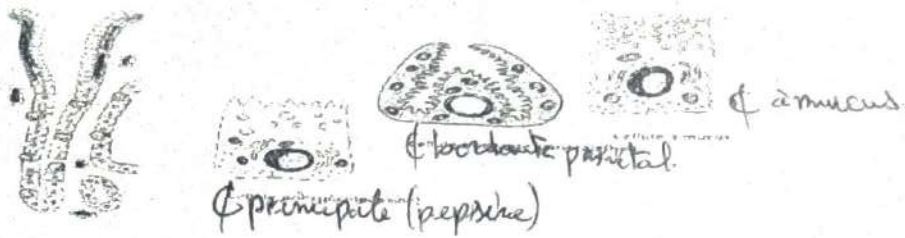
- ✓ L'épithélium de surface (couche superficielle en regard de la lumière gastrique)
- ✓ les cryptes gastriques (invagination de l'épithélium de surface).
- ✓ En profondeur, les glandes gastriques communiquent avec le fond des cryptes.

Il renferme plusieurs variétés cellulaires :

- ✓ Cellule à mucus
- ✓ Cellules pariétales = cellules bordantes = oxyntiques : secrètent l'acide chlorhydrique (HCL) et le facteur intrinsèque (FI).
- ✓ Cellules principales : pepsinogène forme inactive de la pepsine.

Lipase gastrique.



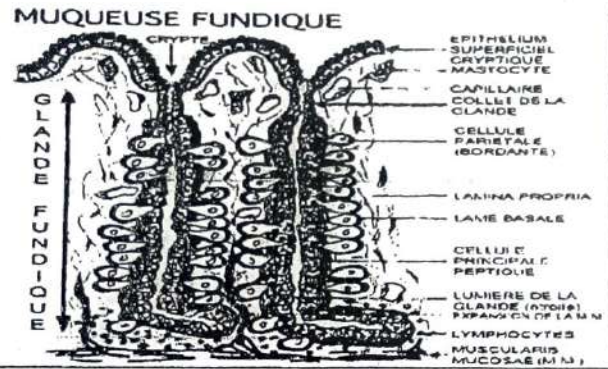


Les glandes gastriques sont différentes en fonction du type de muqueuse gastrique :

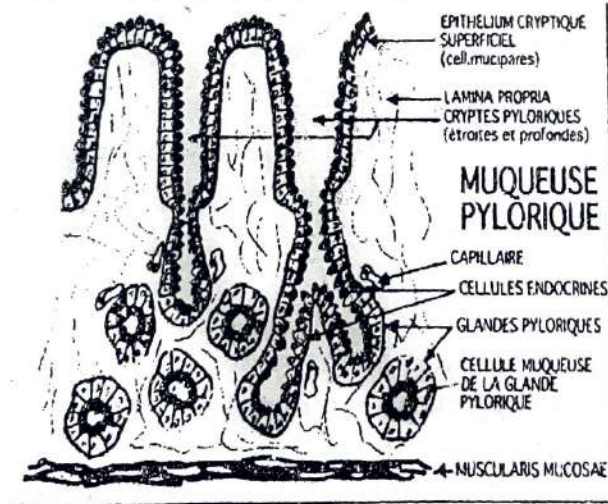
- la muqueuse cardiale : Les glandes cardiales sont mucosécrétantes .
- la muqueuse de type fundique: cellules pariétales ([HCl] et FI), cellules principales (sécrétion de pepsinogène), cellules neuroendocrines .

~~Les glandes gastriques sont différentes en fonction du type de muqueuse gastrique :~~

- ~~-la muqueuse cardiale : Les glandes cardiales sont mucosécrétantes .~~
- ~~-la muqueuse de type fundique: cellules pariétales ([HCl] et FI), cellules principales (sécrétion de pepsinogène), cellules neuroendocrines .~~



-la muqueuse de type pylorique dans l'antre: constituées des cellules mucosécrétantes ; cellules neuroendocrines à gastrine (cellules G).

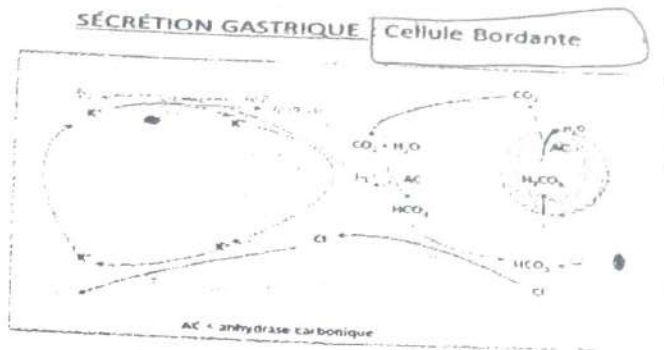


### 3. Sécrétion gastrique :

Suc gastrique est un liquide acide, incolore et visqueux. Le volume quotidien sécrété varie entre 2 et 2,5 litres, et le débit de sécrétion est rythmé par les repas. caractérisée essentiellement par sa concentration élevée en HCL (pH: 1.5-3.5).



### a. La sécrétion HCL :



- Au niveau du pôle apical des cellules **pariétales** (bordantes): le proton  $H^+$  en échange avec  $K^+$  passe dans la lumière gastrique par un transport actif primaire (pompe  $H^+/K^+$ ).  $K^+$  retourne dans la lumière par un canal potassique.

$Cl^-$  en échange avec le  $HCO_3^-$ .

### b. Rôle :

- ✓ Activation des pepsines et des lipases.
- ✓ Dénaturation des protéines alimentaires.
- ✓ Action bactéricide (stérilisation du bol alimentaire).
- ✓ Stimulation de la sécrétion pancréatique.

### c. Moyens de défense gastrique :

- ✓ la sécrétion du mucus
- ✓ La sécrétion des bicarbonates par les cellules accessoires de la muqueuse (stimuler par les prostaglandines).
- ✓ Jonction serrées des cellules qui empêche le passage du suc gastrique en profondeur.
- ✓ Renouvellement des cellules endommagées (duré de vie 3-6 jours).

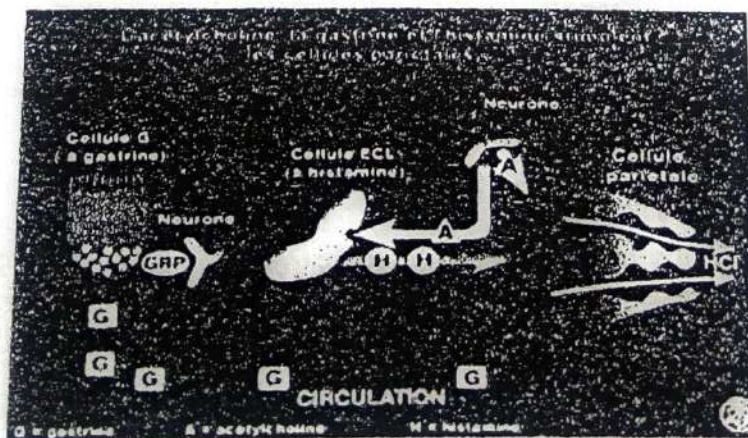
### d. Régulation de la sécrétion gastrique acide :

#### d.1. Stimulation de la sécrétion pariétale HCL :

La gastrine est une hormone sécrétée par les cellules G des glandes pyloriques de l'antrum dans la circulation sanguine.

Elle agit par liaison sur des récepteurs membranaires des cellules ECL, en stimulant la sécrétion d'histamine (paracrine), et sur les récepteurs membranaires ( $H_2$ ) des cellules pariétales en stimulant la sécrétion d'acide chlorhydrique.

### Stimulation des cellules pariétales





d.2. phase céphalique :

RÉGULATION DE LA SÉCRÉTION GASTRIQUE DE L'HCL:

Phase céphalique

vue  
cervant  
sdeur  
h-gly

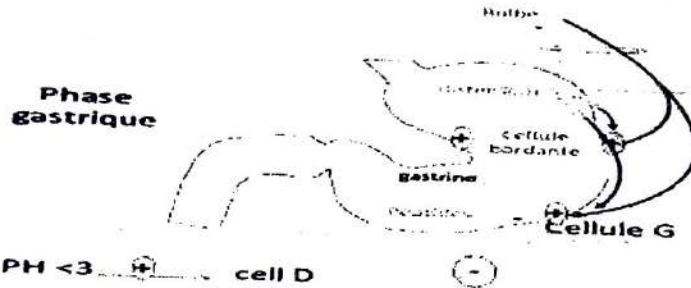


nef Vagux

d.3. phase gastrique :

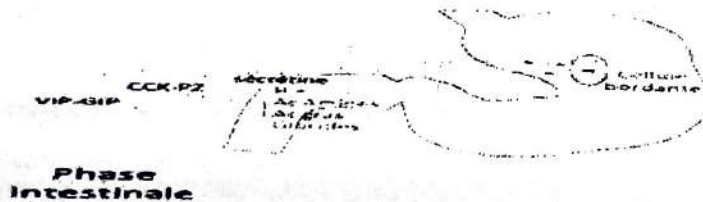
- La sécrétion de gastrine est stimulée par la distension gastrique et la présence d'aliments dans la cavité gastrique.
- inhibée par l'augmentation de la concentration en ions H<sup>+</sup> dans la cavité gastrique, via la somatostatine

RÉGULATION DE LA SÉCRÉTION: Phase gastrique



d.4. phase intestinale :

RÉGULATION DE LA SÉCRÉTION : Phase intestinale



4. motricité gastrique :

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

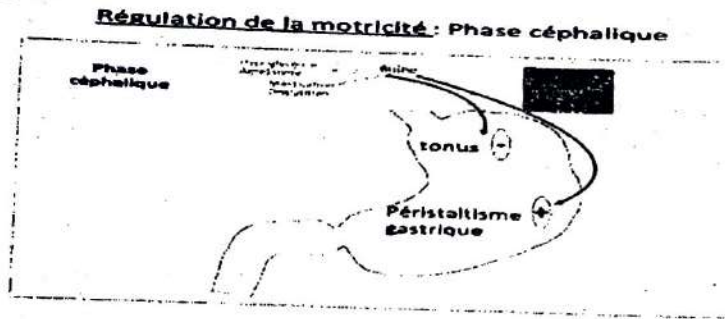




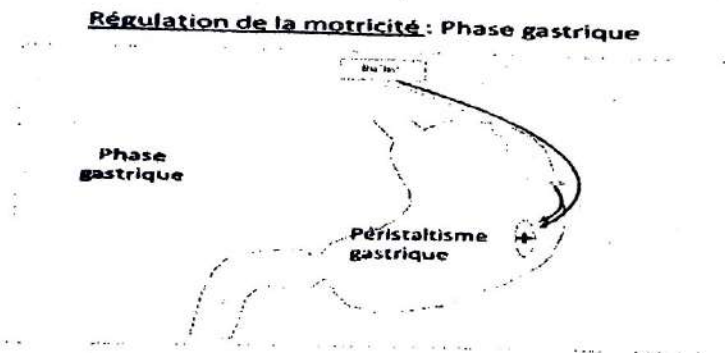
Origine des ondes péristaltiques : cellules pacemaker situées au niveau du 1/3 supérieur du corps de l'estomac, situées dans la couche musculaire longitudinale subissent des cycles spontanés de dépolarisation- repolarisation.

**c. Régulation de la motricité :**

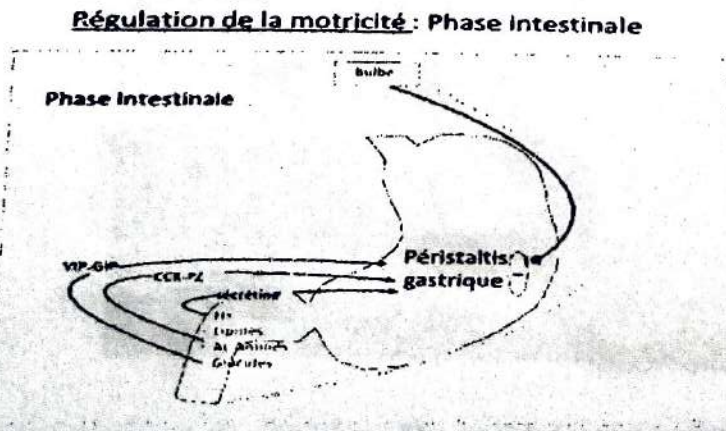
**1. Phase céphalique :**



**2. Phase gastrique :**



**3. Phase intestinale :**





# LA PHASE INTESTINALE

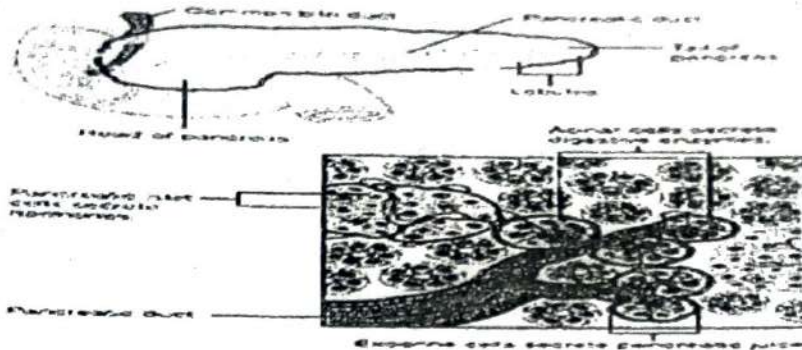
## I. Bloc bilio-pancréatique :

### A. Sécrétion pancréatique :

#### 1. Base anatomo-histologique :

Le pancréas est un organe rétro péritonéal qui s'abouche avec le conduit cholédoque dans l'ampoule bilio-pancréatique de Vater, qui s'ouvre dans le duodénum ; entourée d'un sphincter musculaire (sphincter d'Oddi) qui contrôle le passage des sécrétions.

L'unité fonctionnelle : l'acinus composé de cellules regroupées en « grappes de raisin ». Il se compose de cellules acineuses, de cellules canalaire.



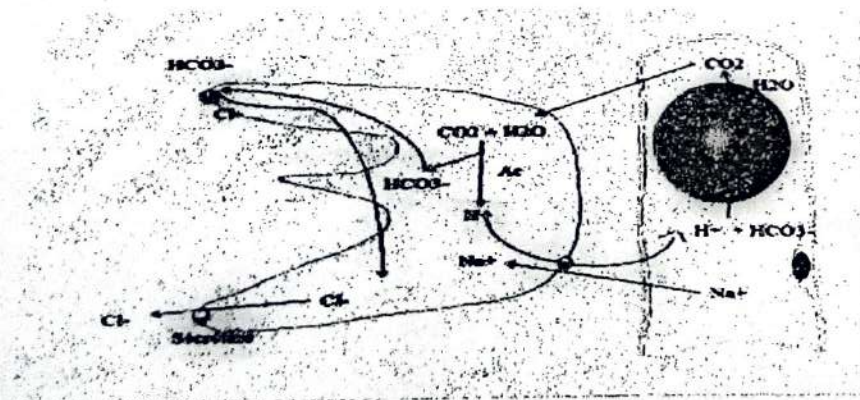
#### 2. sécrétion du suc pancréatique :

Le suc pancréatique est un liquide incolore, contient des sécrétions électrolytique et enzymatique. Le débit sécrétoire varie en fonction des repas, elle est maximale en période postprandiale et très réduits en périodes inter digestive (entre 1,5L et 2,5L /24h).

Le pH : 7 et 8,4 (la sécrétion bicarbonatée), permet de neutraliser l'acidité du chyme stomacal et un fonctionnement enzymatique optimal.

#### 2.a. Sécrétion hydro-électrolytique :

- ✓ La sécrétion primaire en électrolytes est isotonique au plasma.
- ✓ la sécrétion définitive : - eau : 97%.



- riche  $\text{HCO}_3^-$

- canaux perméables au  $\text{Cl}^-$  au niveau de la membrane lumineuse.

-un échangeur  $\text{Na}^+/\text{H}^+$ (ATPase).



2.b. Sécrétion enzymatique :

- Au niveau du pancréas : sont inactives (pro enzymes)
- Au niveau du duodénum et l'intestin grêle : sont actives.

Proenzyme	Activateur	Enzyme	Substrat Digestif	Produit de la digestion
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
Proelastase	Trypsine	Elastase (endopeptidase)	Protéines	Polypeptides
		Collagénase	Collagène	Polypeptides
Procolipase	Trypsine	Amylase (α-1,4 glucosidase)	Amidon	oligosaccharides, maltose, maltotriose, dextrine limite.
		Lipase	Triglycérides	Glycérol, AG, monoglycérides
Prophospholipase (ou Prolecithinase A et B)	Trypsine	Colipase Phospholipase Lécithinase A et B	Protège la lipase Lécithine	Lysolécithine
		Ribonucléase (estérase)	ARN	Nucléotide
		Déoxyribonucléase (détrase)	ADN	Nucléotide

3. <sup>Stimulation</sup> contrôle de la sécrétion pancréatique :

a. Facteurs hormonaux :

a.1. Sécrétine :

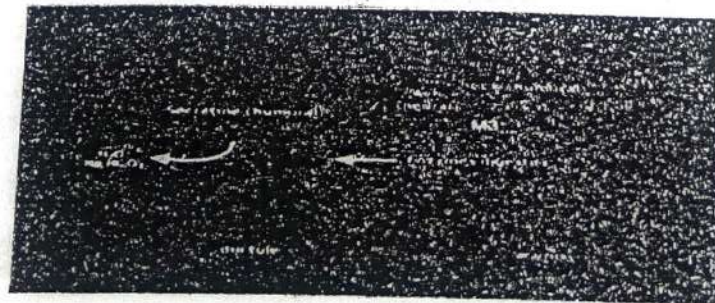
- Secrétée par des cellules endocrines de type S de la muqueuse duodénale
- Stimulée par la présence de H<sup>+</sup> dans le duodénum.
- Provoque de la sécrétion H<sub>2</sub>O et H<sub>3</sub>CO<sub>3</sub>.

a.2. La cholécystokinine (CCK):

- Secrétée par des cellules endocrines duodénales et intestinales de type I
- Stimulée par la présence des AG et AA dans le duodénum.
- Provoque la sécrétion des enzymes pancréatiques.

b. Facteurs nerveux :

- Le parasymphatique le nerf vague stimule la sécrétion enzymatique et hydro électrolytique
- Effet moindre.





**B. La sécrétion biliaire (la bile):**

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

**B.1. Composition de la bile :**

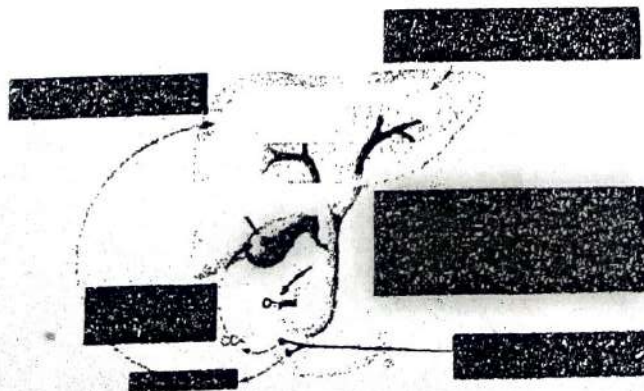
- ✓ Eau: 97% (sang)
- ✓ Électrolytes: iso-osmotique au plasma
- ✓ sels biliaires : cycle entéro-hépatique 6à10 fois/24H (foie).



- ✓ Leucithine et cholestérol (foie)
- ✓ Déchets : Produits de dégradation de l'hémoglobine : pigments biliaire (bilirubine) (donnant à la bile sa couleur), toxine, médicaments .....ect.

**B.2. Vidange de la sécrétion biliaire :**

- ✓ Au repos: sphincter d'oddi est 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.

**B.3 Contrôle de la sécrétion biliaire :****Contrôle de la sécrétion biliaire**

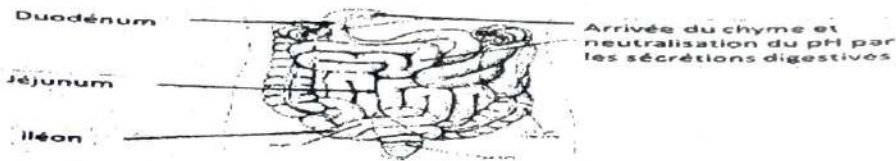


**B.4 Rôle de la bile dans la digestion :**

- ✓ 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.

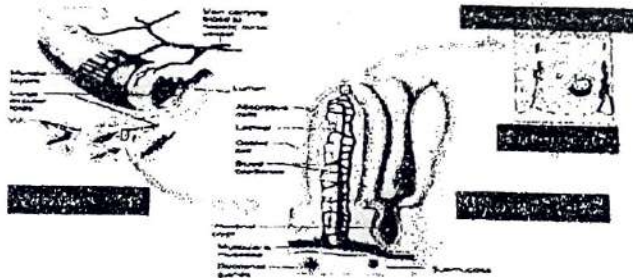
**II. Phase intestinale :**

**Segments de l'intestin grêle**



**A. Histologie du grêle :**

- ✓ Cylindre de 7 m de long où la surface de la muqueuse est multipliée grâce :
  - valvules conniventes
  - Villosités
  - microvillosités de la bordure en brosse de l'entérocyte
- ✓ Entérocyte est la cellule absorbante.



**B. Digestion et absorption intestinale :**

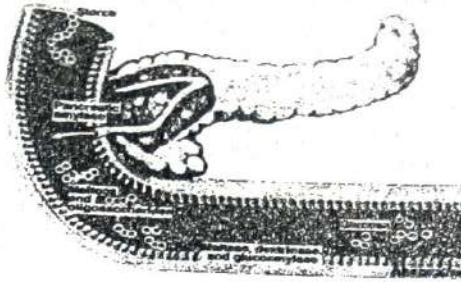
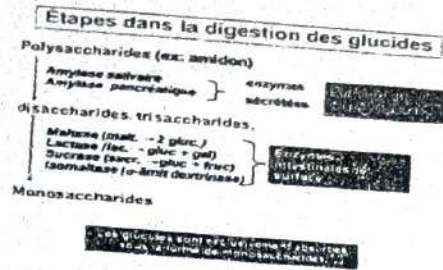
- Digestion=Hydrolyse
- Trois sites pour la digestion :
  - ✓ Digestion extracellulaire : lumière digestive.
  - ✓ Digestion membranaire : enzyme de la bordure en brosse.
  - ✓ Digestion intracellulaire : enzymes cytoplasmiques et lysosomales.

**B.1 Digestion et absorption des glucides :**

- Seuls les monosaccharides peuvent être absorbés par les entérocyte ce qui implique une digestion complète.

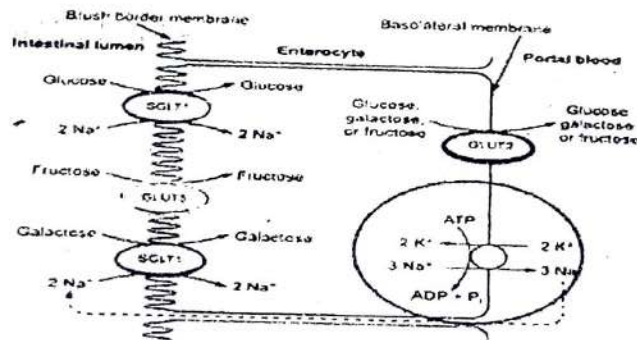
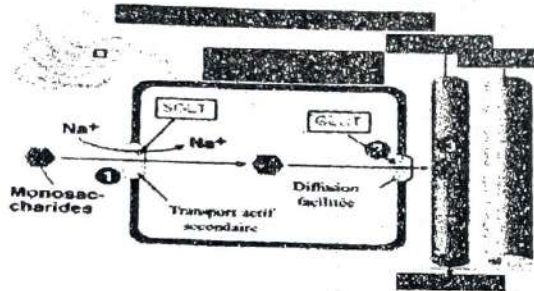
- Les monosaccharides sont essentiellement absorbés dans le duodénum et le jéjunum.





Deux familles de transporteurs:

- **SGLT** : Absorption active secondaire (nécessite de l'ATP)
- **GLUT** : Diffusion facilitée (ne nécessite pas d'ATP)

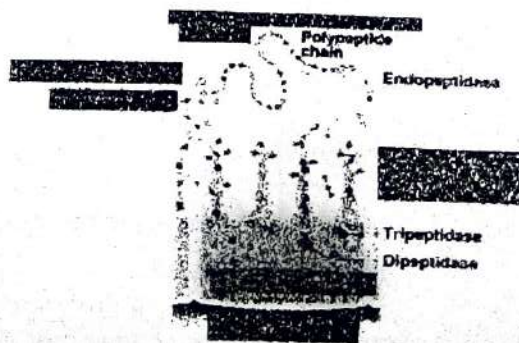


**B.2. Digestion et absorption des protéines :**

DIGESTION ET ABSORPTION DES PROTÉINES

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

Libération acides aminés et tripeptides



l'entérocyte absorbe :67% comme peptides, 33% comme AA libres

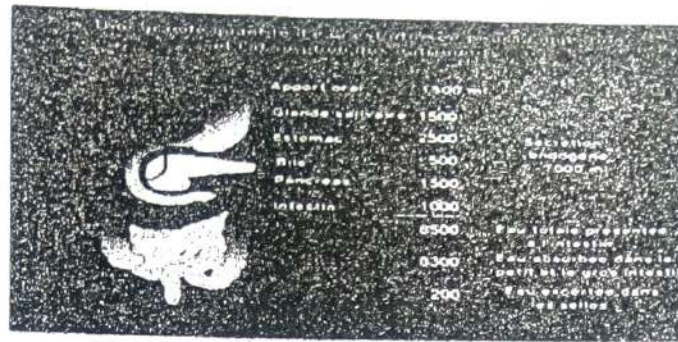






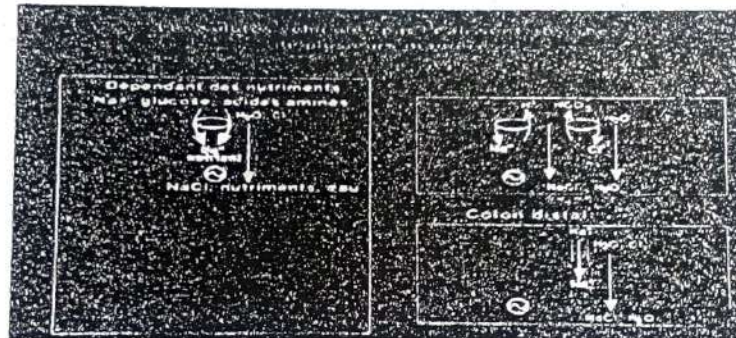
#### B.4 . Absorption de l'eau :

##### Provenance de l'eau présente dans l'intestin



#### Mécanisme de l'absorption de l'eau :

##### Mécanismes de l'absorption de l'eau



#### B.5 Absorption de la vitamine B12 :

### Absorption de la vitamine B12

Vitamine B12=cobalamine

estomac

Vit B12 +FI

Résistances à la trypsine

Récepteurs spécifiques au niveau de l'iléon

absorption

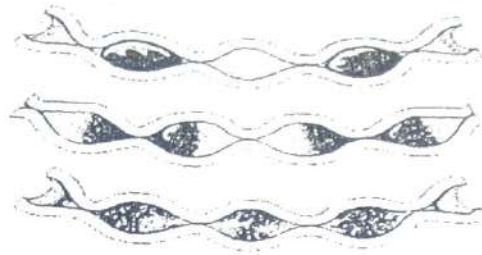


C. motricité intestinale :

C.1 Mouvements de brassage :

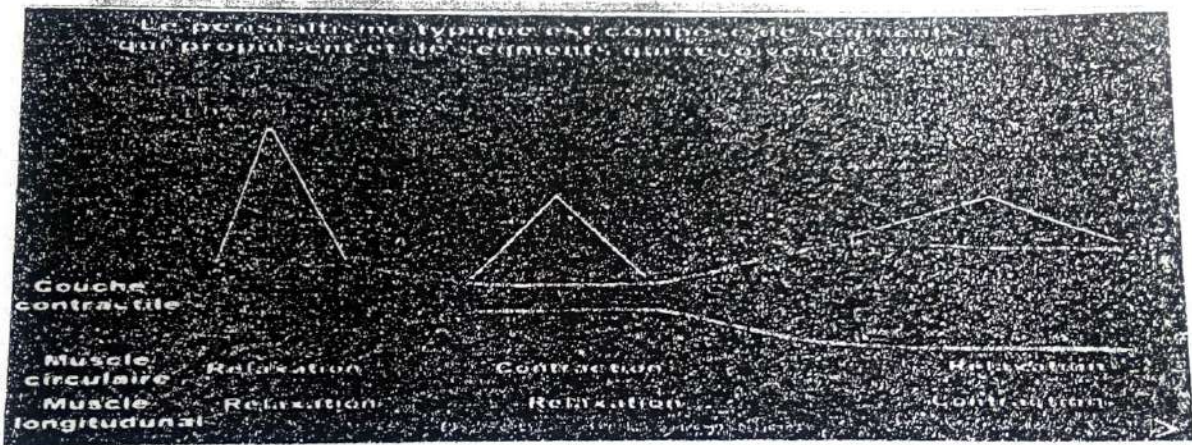
- a. Segmentaire contraction relaxation des fibres circulaires sans déplacement.

MOUVEMENTS SEGMENTAIRES

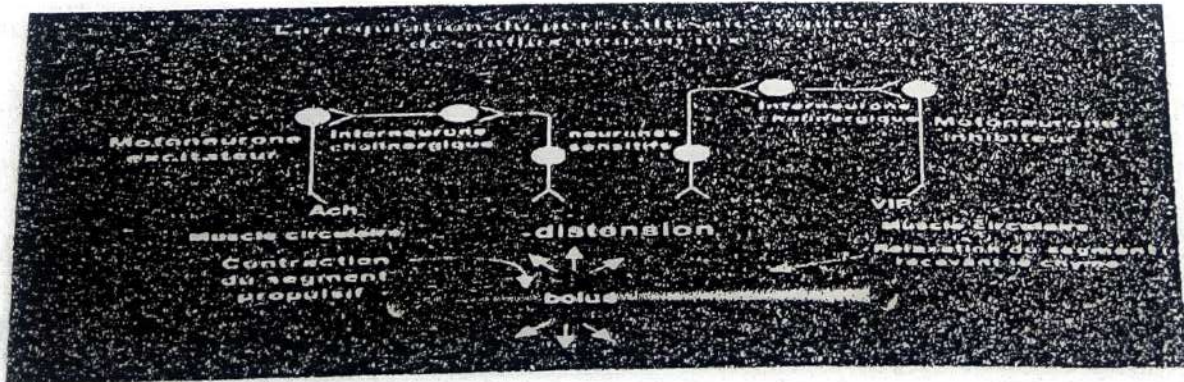


- b. Pendulaire : contraction des fibres longitudinales entrainant un contact étroit avec la muqueuse intestinale.

C.2. Mouvements propulsifs :

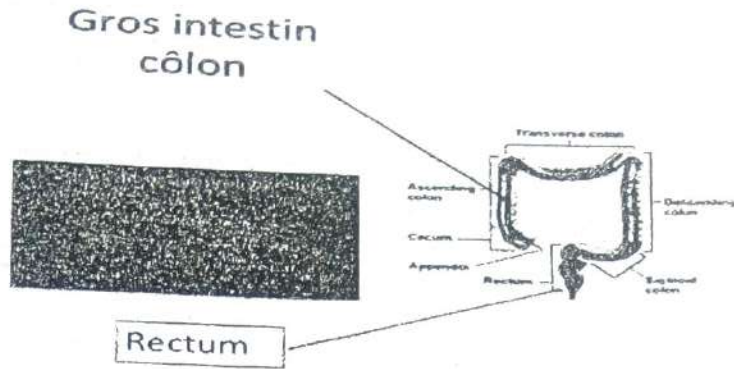


c.3 régulation du péristaltisme :





D. Le gros intestin :



E. La défécation

Initiation de la défécation

