

# **Généralités sur la physiologie digestive**

## **I. Introduction**

## **II. RELATION STRUCTURE-FONCTION**

### **1- Structure du système digestif**

### **2- Grandes étapes de la digestion**

## **III. REGULATION DES FONCTIONS DIGESTIVES :**

### **1- Fonctionnement autonome du muscle lisse**

#### **1.1. Les cellules musculaires lisses digestives**

#### **1.2.les cellules interstitielles de Cajal**

### **2- Régulation nerveuse**

#### **2.1. Système nerveux intrinsèque**

#### **2.2.système extrinsèque**

### **3- Régulation hormonale**

## **IV. IMMUNITE DIGESTIVE**

### **1- Microbiote intestinal**

### **2- Système immunitaire intestinal**

## Introduction

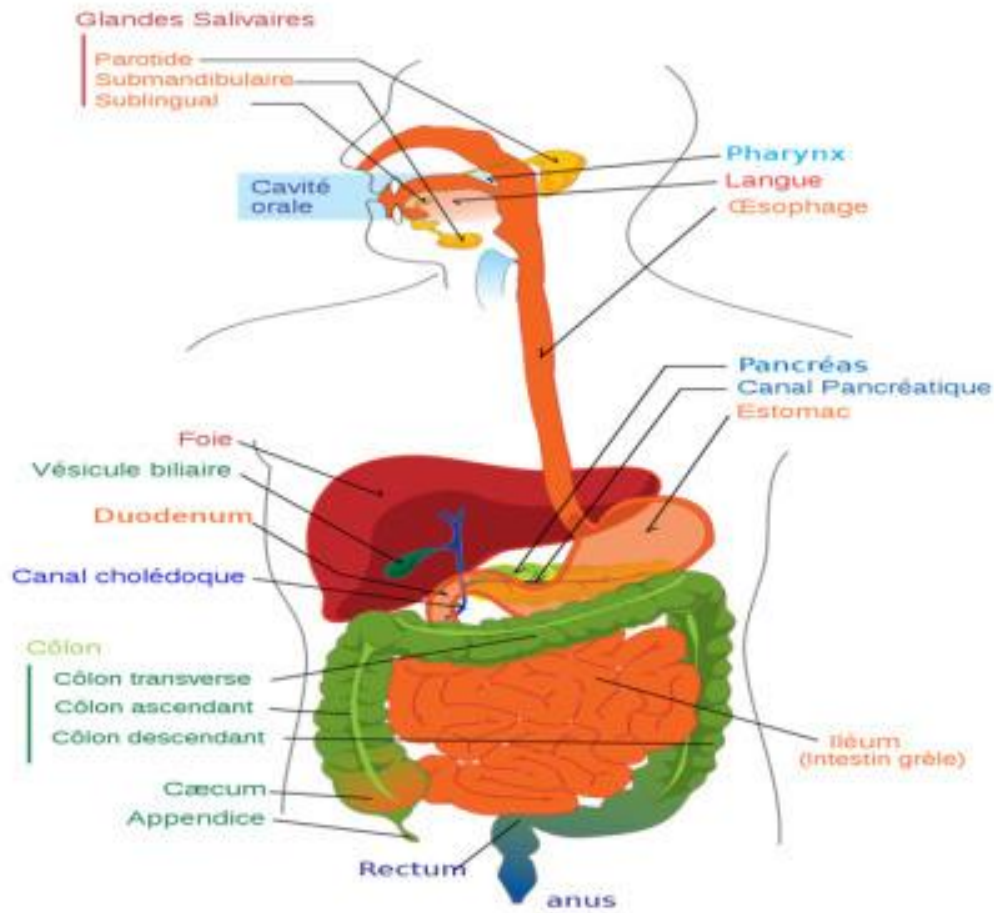


Schéma 1 : Système digestif

Le système digestif englobe l'ensemble des organes qui assurent :

- la dégradation de volumineuses molécules organiques (glucides, lipides, protéines) en molécules de nutriments et l'absorption de ces derniers dans la circulation sanguine,
- l'élimination des résidus non digestibles ou qui n'ont pas été absorbés.

Quatre processus interviennent dans cette fonction : Motilité, Sécrétion, Digestion et Absorption.

### 1-Motilité

Assure la progression des aliments le long du tube digestif, essentiellement due à la composante musculaire lisse du tube digestif qui comprend deux couches :

- la couche longitudinale externe
- la couche circulaire interne

La motricité comprend :

**Les mouvements propulsifs ou péristaltisme** : se définit par l'apparition autour du tube digestif d'un anneau de contraction qui se déplace ensuite le long de la paroi. Il assure la progression du contenu du tube digestif.

La vitesse de cette progression étant adaptée au rôle de chacun de ses segments.

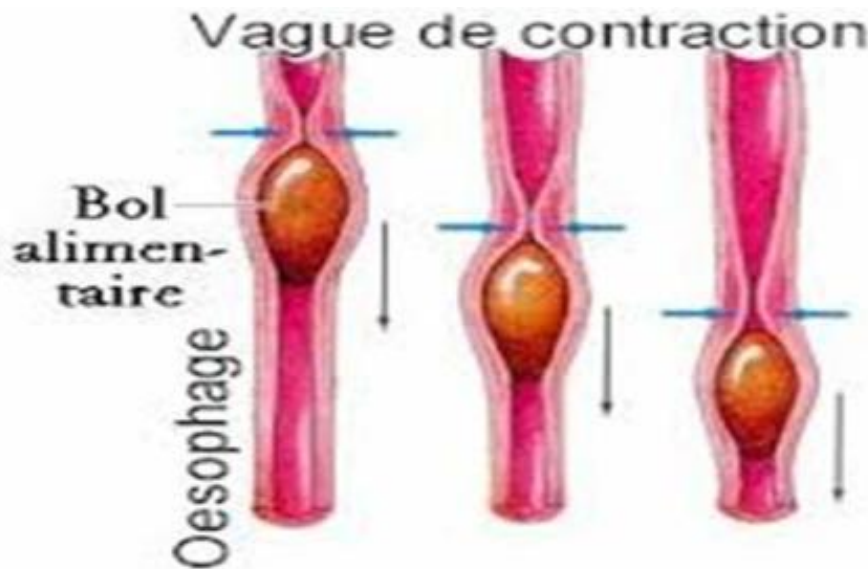


Schéma 2 : Mouvements propulsifs ou péristaltisme

**Les mouvements de brassage :**

- . Assure le mélange des sucs digestifs et les aliments facilitant ainsi la digestion
- . Réalise un contact intime entre le contenu du tube digestif et la surface absorbante favorisant ainsi l'absorption.

## **2-Sécrétion**

-correspond à la sécrétion des différents sucs digestifs dans la lumière du tube digestif par des glandes exocrines : sécrétion salivaire, gastrique, pancréatique, biliaire, intestinale.

-Les cellules sécrétrices extraient de grandes quantités d'eau ainsi que des matériaux bruts nécessaires pour la production de leur sécrétion particulière du plasma. Le transport actif vers l'intérieur de la cellule ainsi que la synthèse des produits de sécrétion nécessite de l'énergie.

-La libération de ces sécrétions dans la lumière du tube digestif est sous la dépendance de stimuli hormonaux et nerveux.

-Constituants : H<sub>2</sub>O, électrolytes (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>...) et des substances organiques (enzymes, mucus, immunoglobulines (IgA), des facteurs de croissance, acides biliaires, bilirubine, cholestérol et phospholipides).

### **3-Digestion**

Consiste à scinder les grosses molécules (glucides, lipides, protéines) en petites molécules de nutriments absorbables. La digestion est accomplie par hydrolyse enzymatique.

- **les monosaccharides** : le glucose, le fructose et le galactose sont la forme absorbable des glucides
- **les acides aminés** sont la forme absorbable des protéines
- **les monoglycérides et les acides gras** libres sont la forme absorbable des lipides.

### **4-Absorption**

Correspond au passage des petites molécules absorbables : de l'eau, des vitamines et des électrolytes dans le sang ou la lymphe.

La quasi-totalité de l'absorption se fait au niveau de l'intestin grêle.

## **I- RELATION STRUCTURE FONCTION**

### **1- Structure du système digestif**

Le système digestif inclut le tube digestif et des glandes annexes :

- le tube digestif : la bouche, l'oropharynx, l'œsophage, l'estomac, l'intestin grêle, le côlon, le rectum et l'anus.
- les glandes annexes : les glandes salivaires, le pancréas, le foie et la vésicule biliaire.

La paroi du tube digestif est formée de 4 couches :

- **la muqueuse** : c'est la couche la plus interne en contact avec les aliments. Elle comprend :
  - .une fine couche de cellules épithéliales reposant sur du tissu conjonctif,
  - .une fine couche de cellules musculaires lisses : la musculaire muqueuse.
  - .des cellules endocrines indispensables à la régulation des différents mécanismes de digestion et d'absorption.
- **la sous-muqueuse** : est faite de tissu conjonctif, de vaisseaux sanguins et lymphatiques et de nerfs se projetant sur la muqueuse.

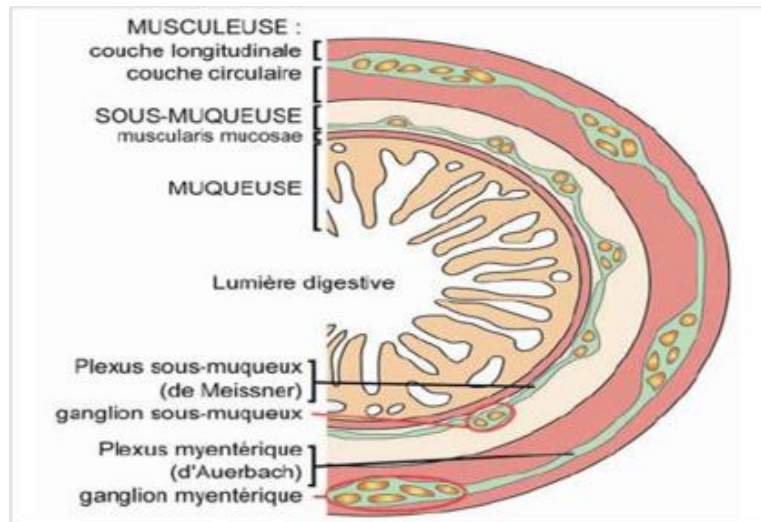


Schéma 3: Paroi du tube digestif

-**la musculaire** : est faite de muscles lisses disposés en une couche circulaire interne et longitudinale externe.

Entre ces 2 couches musculaires se situent des plexus nerveux constituant le système nerveux intrinsèque (ou entérique) :

- plexus myentérique d'Auerbach
- plexus sous muqueux de Meissner

Qui jouent un rôle dans le contrôle de la motricité et des sécrétions digestives, en association avec les hormones digestives.

- **la séreuse** : est faite de tissu conjonctif enveloppant la totalité du tube digestif et le rattache à l'organisme.

### **Renouvellement cellulaire des muqueuses digestives :**

Globalement, la durée de vie de la plupart des cellules du revêtement muqueux digestif est de l'ordre de quelques jours, excepté pour la cellule pariétale acido-sécrétrice de l'estomac dont la durée de vie est de 1 an.

**2- Grandes étapes de la digestion** Chaque segment est adapté à une fonction particulière.

#### **Bouche :**

- mastication, mélange des aliments avec la salive et déglutition,
- amylase amorce la digestion des glucides.

#### **Pharynx et œsophage :**

- pas de rôle dans la digestion
- rôle dans le contrôle de la déglutition

**Estomac** : assure le remplissage, stockage, malaxage et évacuation avec régulation de la vitesse de sa propre vidange dans l'IG. Sa sécrétion comporte :

- mucus : lubrifie et protection de la muqueuse gastrique
- acide chlorhydrique : solubilisation des particules alimentaires, destruction des

micro-organismes.

- pepsinogènes activés en pepsine : enzyme de digestion des protéines.
- facteur intrinsèque : indispensable pour l'absorption du vit B12
- sécrétion de facteurs endocrines et paracrines : Gastrine, histamine, la somatostatine...

**Intestin grêle :** principal siège de la digestion et de l'absorption

.mélange et propulsion du contenu,

.sécrétions bilio-pancréatiques arrivent dans la lumière du duodénum.

**Pancréas exocrine sécrète :**

. Des enzymes qui digèrent les hydrates de carbones, les protéines et les graisses

. Un liquide riche en  $\text{HCO}_3^-$  neutralise l'acidité du contenu de l'intestin grêle venu de l'estomac.

**Sécrétion exocrine du foie :** production de la bile contenant des sels biliaires qui facilitent la digestion des lipides.

La vésicule biliaire stocke et concentre la bile entre les repas.

**Côlon :**

- stockage et concentration des matières non digérées ;
- absorption de sels et d'eau,
- défécation
- mucus : rôle protecteur

## **II- REGULATION DES FONCTIONS DIGESTIVES**

### **Introduction**

Le fonctionnement de l'appareil digestif est complexe et est sous l'influence de nombreux facteurs synergiques et interdépendants et ce afin d'optimiser la digestion et l'absorption des aliments ingérés.

### **1- Fonctionnement autonome du muscle lisse**

Le muscle digestif est essentiellement un muscle lisse unitaire, à l'exception :

- du sphincter supérieur de l'œsophage
  - du 1/3 supérieur de l'œsophage
  - du sphincter anal externe
- = ce sont des muscles striés.

#### **1.1. Les cellules musculaires lisses digestives**

Sont fusiformes et s'organisent en syncytium fonctionnel, elles sont accolées les unes aux autres par les nexus correspondant à des zones de très faible résistance électrique, permettant ainsi à un influx électrique naissant dans une fibre musculaire lisse de se propager de fibre en fibre = muscle lisse unitaire.

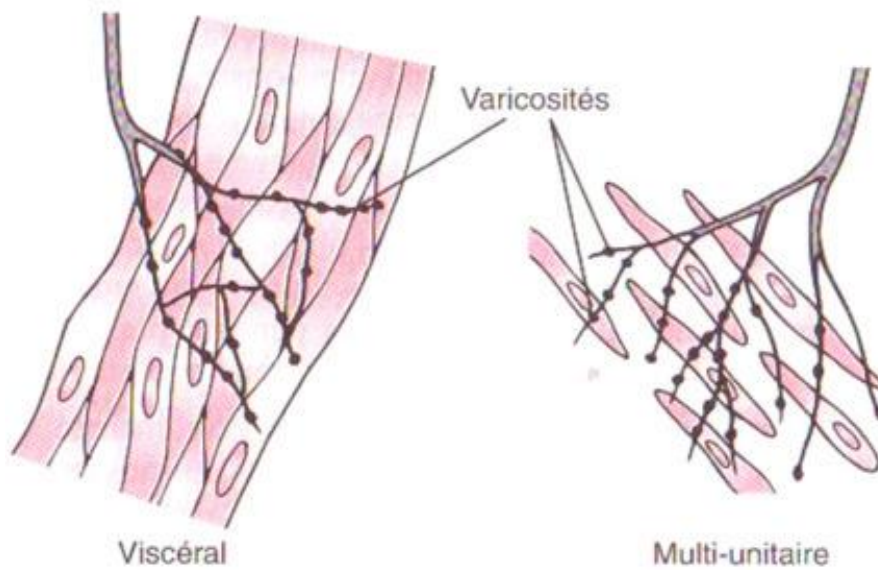


Schéma 4 : fibre musculaire lisse

## 1.2. Les cellules interstitielles de Cajal

Situées entre les couches profonde et superficielle du muscle lisse, ces cellules ressemblent à des cellules musculaires mais ne sont pas contractiles.

Elles sont considérées comme des cellules « **pacemaker** » dont le potentiel de membrane au repos varie spontanément de façon rythmique, autrement dit, ceci correspond à de lents changements ondulants du potentiel de repos membranaire.

Ces variations correspondent à des épisodes de dépolarisations et forment les ondes lentes appelées aussi **rythme électrique de base** qui persistent après dénervation.

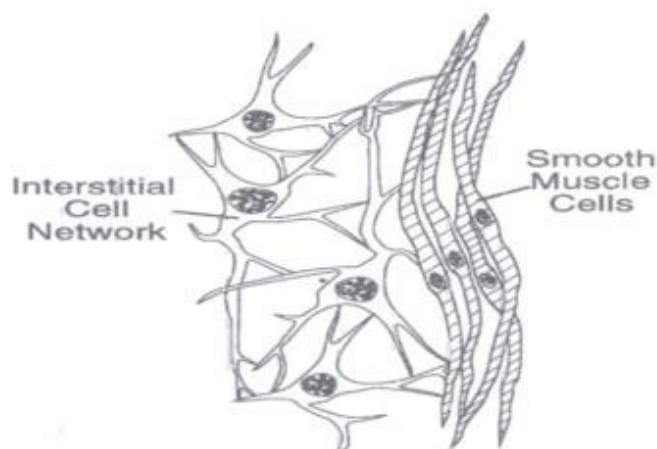


Schéma 5: Cellule interstitielle de Cajal

- Elles naissent dans la couche longitudinale au niveau de l'estomac et du grêle et dans la couche circulaire au niveau du côlon.
- Chaque rythme est caractéristique de la zone étudiée : 3cycles/mn dans l'estomac et 12cycles/mn dans le duodénum.

Cette activité électrique permet de rapprocher les cellules musculaires lisses du tube digestif du seuil de déclenchement du potentiel d'action.

Sur ces ondes lentes peuvent se greffer des potentiels de pointes assurant une contraction du muscle lisse digestif.

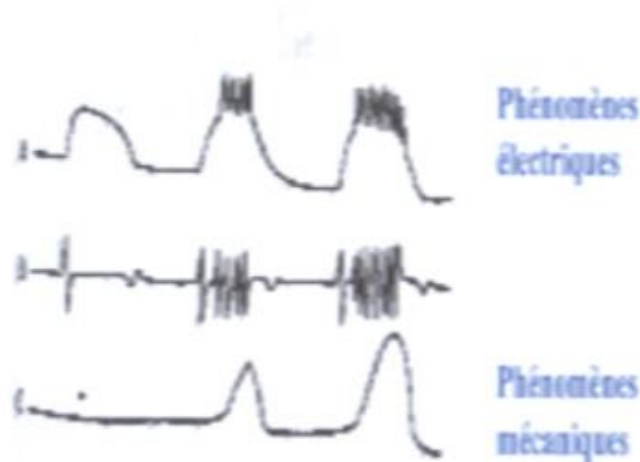


Schéma 6 : Phénomènes électriques

### **Remarque :**

Le muscle lisse de l'œsophage et de l'estomac proximal correspond à un muscle multiunitaire = les fibres musculaires lisses sont indépendantes électriquement entre elles ; chacune d'elle est stimulée individuellement par une terminaison axonale pour se contracter.

Elles présentent un potentiel de repos stable ; l'activité contractile est purement neurogène.

## **2- Régulation nerveuse**

Assurée par 2 systèmes, le système nerveux intrinsèque et le système nerveux extrinsèque.

### **2.1. Système nerveux intrinsèque**

Système nerveux **intrinsèque (entérique)** est situé dans la paroi digestive. Il est



continu de l'œsophage au canal anal. Il comprend :

- **plexus myentérique d'Auerbach** commande essentiellement la motilité du tractus gastro intestinal en agissant sur la musculature lisse,
- **plexus sous- muqueux de Meissner** commande essentiellement la sécrétion et le débit sanguin.

Les neurotransmetteurs du SN entérique incluent l'acétylcholine, la noradrénaline, la sérotonine, des peptides (VIP, somatostatine, CCK....), le monoxyde d'azote...

Les plexus nerveux entériques s'influencent mutuellement à la fois à l'intérieur d'un même organe et entre organes différents. Ils forment un réseau dense à l'origine de réflexes locaux.

## 2.2. Système extrinsèque :

Le système nerveux entérique est en relation avec le système extrinsèque.

Classiquement, le parasympathique stimule la motricité et relâche les sphincters lisses, alors que le sympathique inhibe la motricité et renforce le tonus sphinctérien.

Le contingent parasympathique vagal contient également une voie inhibitrice non adrénergique, non cholinergique fonctionnelle notamment au niveau du sphincter inférieur de l'œsophage (SIO) et l'estomac proximal dont le médiateur est le VIP et le NO.

### Mode de fonctionnement du système nerveux extrinsèque et du système nerveux intrinsèque

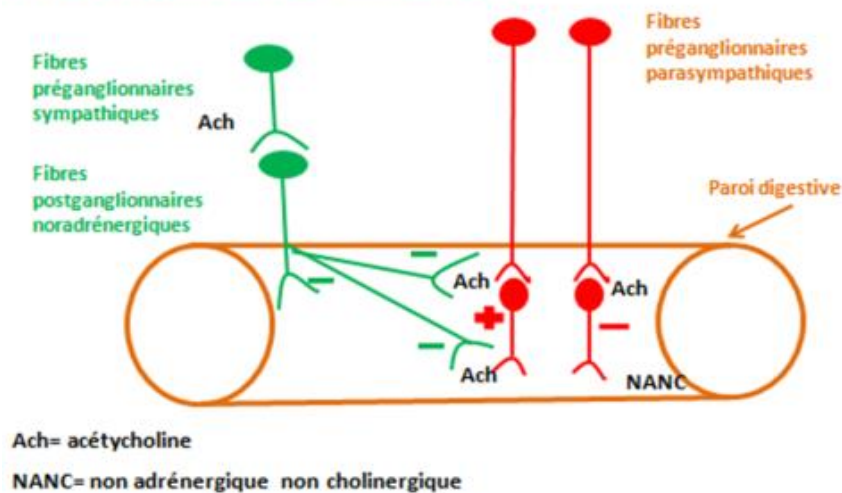


Schéma 7 : Système nerveux intrinsèque et système nerveux extrinsèque

On distingue :

- **des réflexes courts** : provenant des récepteurs et traversant les plexus nerveux vers les cellules effectrices.

- **des réflexes longs** : provenant des récepteurs du tractus, gagnent le SNC par des voies afférentes puis retour aux plexus nerveux et aux cellules effectrices via des fibres nerveuses autonomes.

Les stimuli des réflexes gastro-intestinaux sont :

- la distension de la paroi par le volume du contenu,
- osmolarité, acidité du chyme,
- concentration des produits de digestion.

Dans la paroi du tractus, des mécano-récepteurs, des osmo-récepteurs, des chémo-récepteurs déclenchent des réflexes modifiant ainsi l'activité des effecteurs : muscles de la paroi et les glandes exocrines et endocrines du tractus digestif.

- la faim, l'odeur, la vue d'aliments, des états émotionnels.

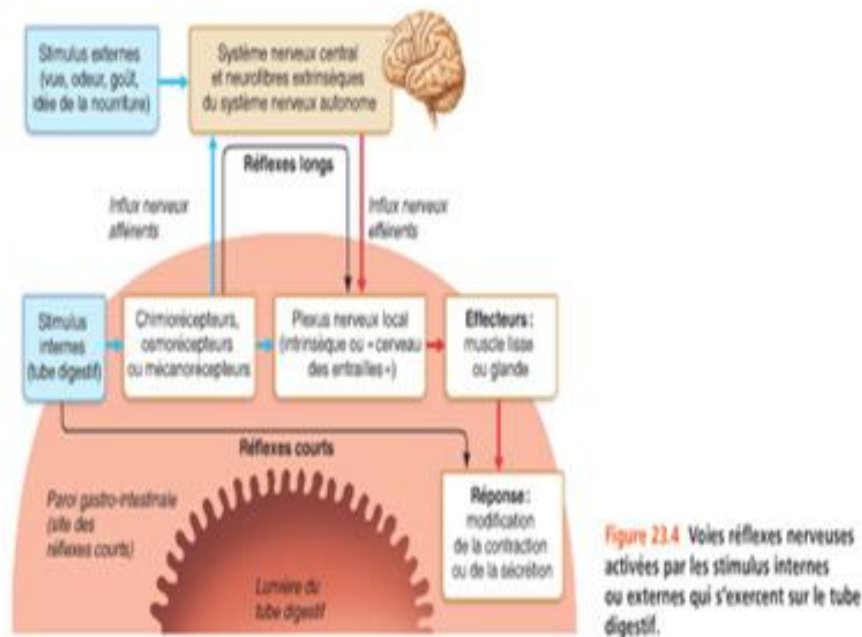


Schéma 8 : Voies réflexes nerveuses au niveau du tube digestif

### 3- Régulation hormonale

Pour réguler la sécrétion et la motilité digestives, les cellules nerveuses et glandulaires de la muqueuse digestive produisent des polypeptides biologiquement actifs agissant par voie paracrine, endocrine (hormones) ou neurocrine (neurotransmetteurs).

- Cellules G : Gastrine (antre-duodénum) ; endocrine, neurocrine
- Cellules I : Cholécystokinine (CCK) (duodénum, jéjunum) ; endocrine, neurocrine
- Cellules S : Sécrétine (duodénum-jéjunum) ; endocrine
- Cellules K : Gastric inhibitory peptide (GIP) (duodénum jéjunum); endocrine
- Cellules L : Entéroglucagon (intestin grêle) ; endocrine
- VIP : vasoactive intestinal peptide (SNE : système nerveux entérique) ; neurocrine
- PP : polypeptide pancréatique (pancréas) ; endocrine, paracrine
- Cellules D : Somatostatine (antre, intestin, pancréas) ; paracrine, endocrine,

neurocrine

- Cellules N : Neurotensine (iléon) ; endocrine, paracrine
- Cellules M : Motiline (estomac, intestin) ; endocrine
- Cellules EC : Sérotonine (5-HT), Enképhalines, (SNE) ; neurocrine
- Substance P(SP) : (SNE) ; neurocrine
- Cellules EC-L : Histamine (uniquement fundique) ; paracrine
- Ghréline : La majorité de la ghréline circulante est synthétisée et sécrétée par les cellules localisées dans les glandes oxyntiques de la muqueuse du fundus gastrique.

### **Effets physiologiques de la ghréline :**

- stimule la sécrétion de la GH,
- orexigène : stimule l'appétit et la prise alimentaire,
- stimule la sécrétion et la motilité gastrique,
- diminue le catabolisme des graisses.

## **III- IMMUNITE DIGESTIVE**

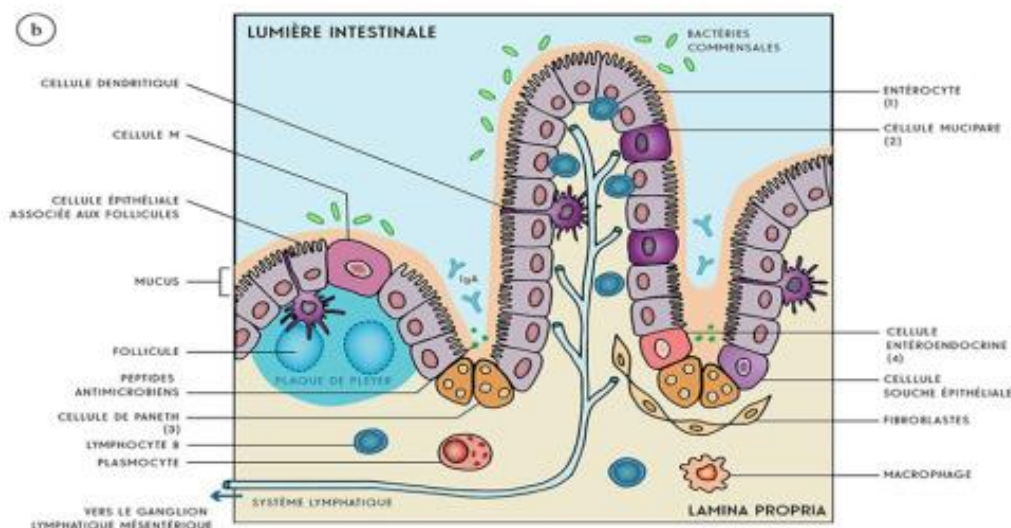


Schéma 9: Immunité digestive

### **Introduction**

Le tube digestif est ouvert sur l'extérieur, sa lumière et son contenu font partie de l'environnement extérieur, et doit donc empêcher la pénétration d'agents pathogènes dans l'organisme.

L'immunité digestive dépend à la fois du système immunitaire intestinal, et de la flore intestinale ou microbiote intestinal.

## **1- Microbiote intestinal**

Est l'ensemble des micro-organismes qui colonisent le tube digestif. La densité bactérienne atteint son maximum dans le côlon distal avec une très grande diversité d'espèces bactériennes. Il existe également une diversité interindividuelle en termes de composition de bactéries.

Les fonctions du microbiote :

- fonction de barrière et de protection à la colonisation par des microorganismes pathogènes
- fonctions métaboliques exemple : fermentation au niveau du côlon
- fonction dans le développement et la maturation du système immunitaire intestinal et donc sur ses fonctions.

Le métabolisme humain est influencé par le microbiote intestinal

## **2- Système immunitaire intestinal**

La muqueuse intestinale remplit un rôle de barrière physique entre la lumière intestinale et les tissus internes, cette fonction de barrière est assurée par :

- des jonctions serrées entre les cellules épithéliales :
  - . Assurent la régulation du flux d'eau et des petites molécules
  - . Empêchent le passage des micro-organismes ou d'antigènes
- le mucus qui renforce cette muqueuse : sécrété par les cellules mucipares, est constitué principalement d'une glycoprotéine, la mucine.
  - . forme une couche protectrice visqueuse à la surface de l'épithélium, réduisant ainsi le passage des micro-organismes à l'épithélium
  - . concentre les molécules de défense

Tissu lymphoïde associé à la muqueuse (MALT : mucosa associated lymphoid tissu) qui comporte :

- plaque de Peyer : favorisent l'entrée sélective des antigènes et l'initiation de la réponse immunitaire.
- appendice
- nodules lymphoïdes isolés
- cellules lymphoïdes isolées dans la muqueuse : dans l'intestin grêle 1 cellule lymphoïde/ 6 entérocytes
- IgA sécrétoire

La lamina propria renferme des cellules effectrices de l'immunité : cellules dendritiques, macrophages, lymphocytes.

Cellules de Paneth : situées au fond des cryptes, renferment des substances antibactériennes.

Les cellules M situées au niveau des plaques de Peyer, incorporent les antigènes par endocytose et les transferts aux cellules dendritiques. Ces dernières les présentent aux lymphocytes B qui après activation se transforment en plasmocytes qui sécrètent des immunoglobulines A (IgA).

Les antigènes peuvent être transmis par le système lymphatique aux ganglions lymphatiques mésentériques où aura lieu une prolifération et une différenciation des cellules immunitaires.

Certaines cellules de l'immunité (lymphocytes, cellules dendritiques) peuvent être localisées entre les cellules épithéliales.

Chez le nouveau-né, la muqueuse du tube digestif est surtout protégée par les IgA provenant du lait maternel.