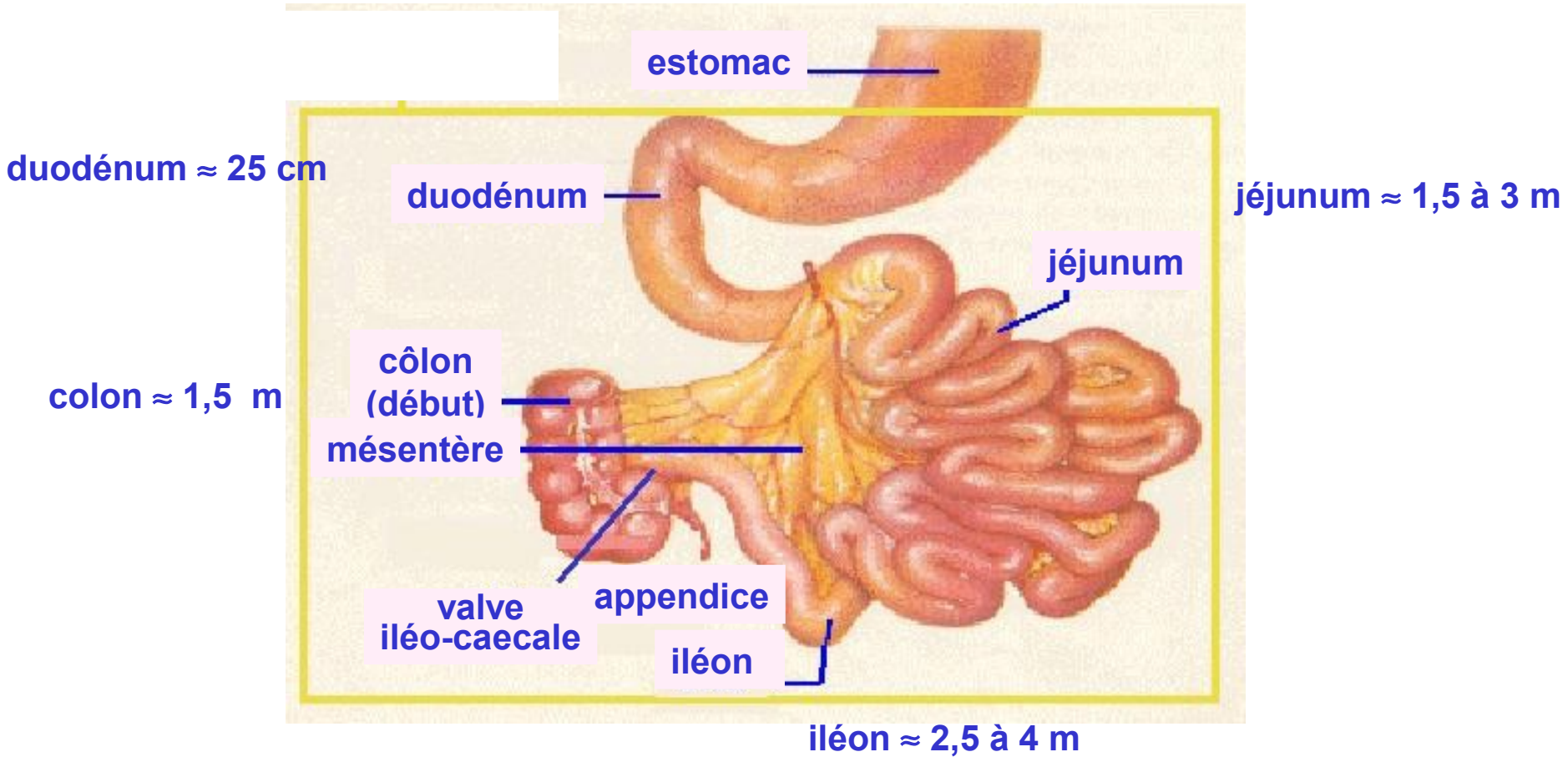
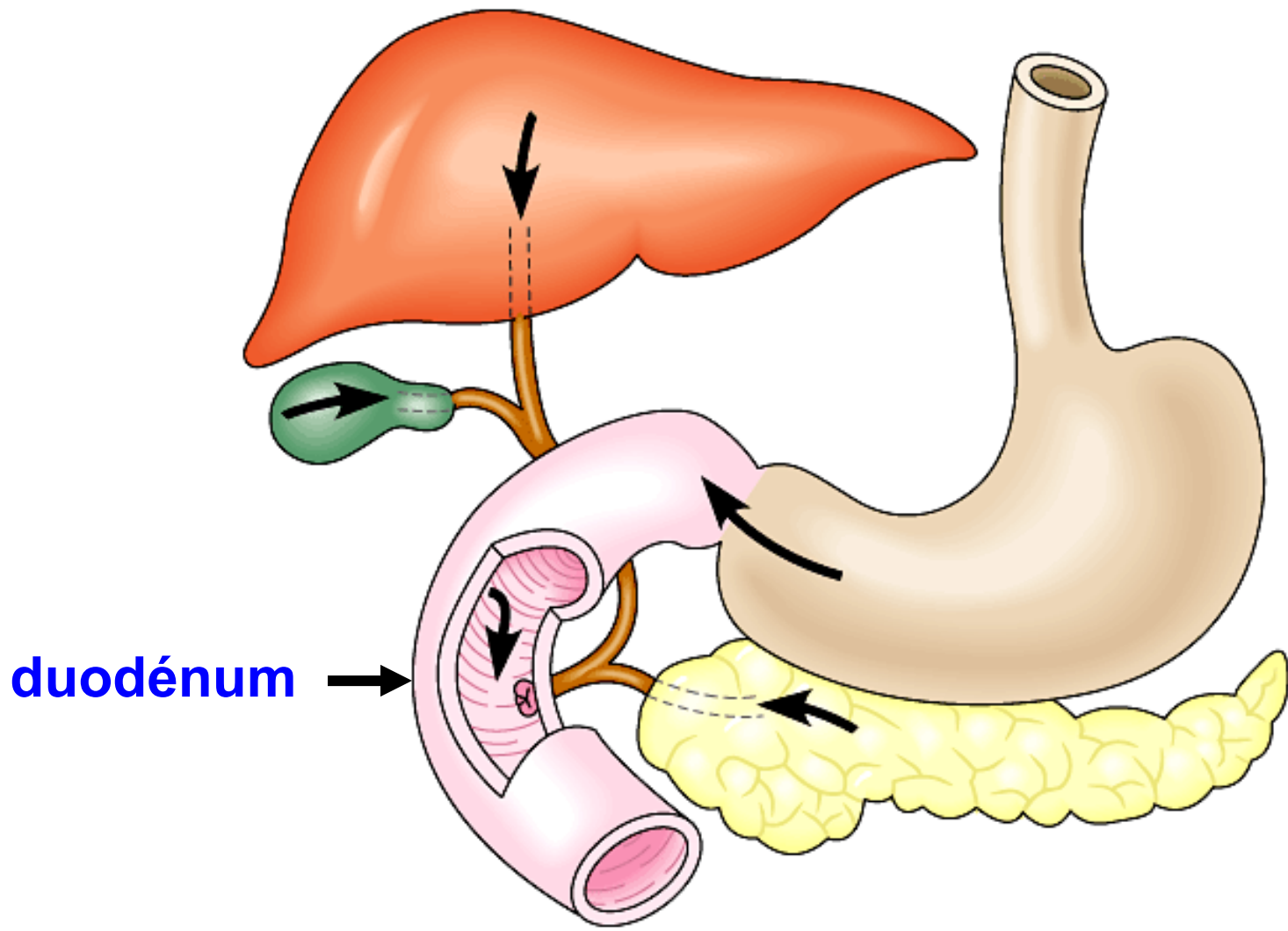


# LA PHASE INTESTINALE

# L'intestin grêle

# Intestin grêle





# jéjunum - iléon



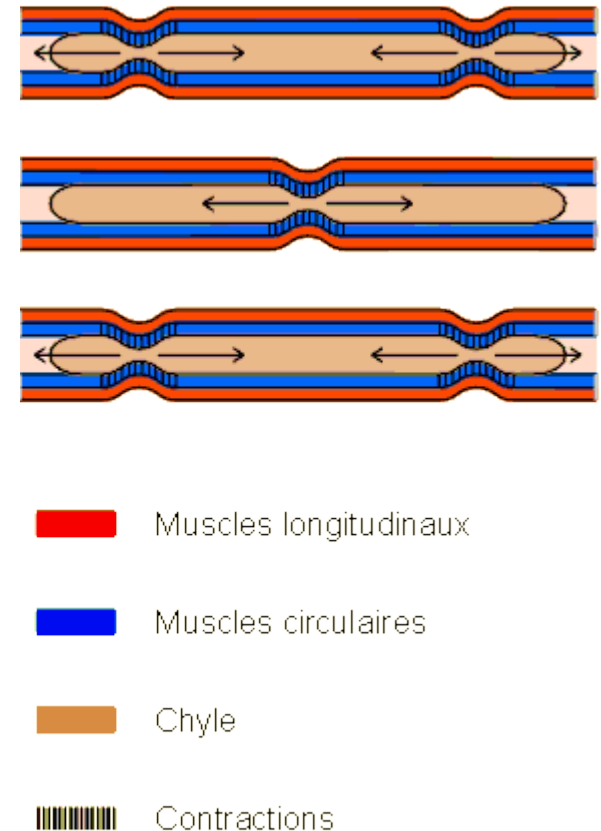
# 1- La motricité du grêle

**Pour permettre à l'intestin grêle d'assurer ses fonctions de digestion et d'absorption, la motricité doit remplir trois rôles :**

- mélange des aliments avec les sécrétions digestives,**
- facilitation du contact entre la muqueuse et le chyme,**
- propulsion du contenu intestinal → l'an.**

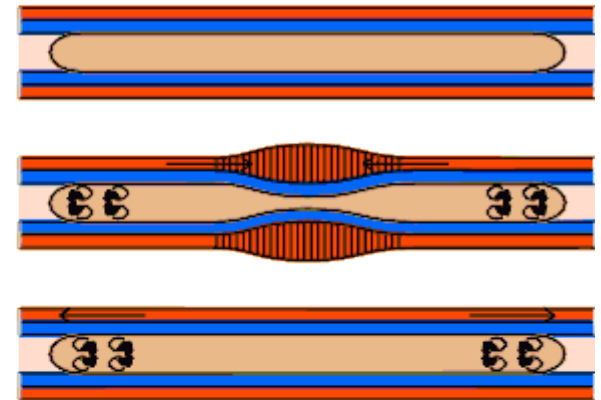
Les mouvements de brassage: priment largement au cours de l'alimentation et pendant la digestion.

- **segmentation** : contractions locales de qq sec qui et se répètent 12 à 18 fois par minute.  
Participent au mélange du chyle\* avec les sucs intestinaux.  
Par le contact du contenu intestinal avec la muqueuse, elles facilitent l'absorption intestinale.



\*chyme: estomac  
chyle: intestin


- mouvements **pendulaires**  
Ils mettent en jeu la musculature  
longitudinale.  
Ils se produisent environ  
10 fois par min.



 Muscles longitudinaux

 Muscles circulaires

 Chyle

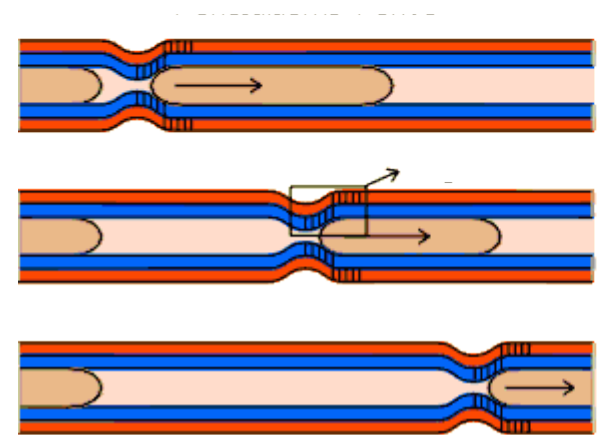
 Contractions

Les mouvements de progression poussent le chyle vers le gros intestin.

Les mouvements **péristaltiques** ont lieu essentiellement entre les périodes de prise d'aliments.

Ce sont des étranglements qui progressent le long de l'intestin en poussant devant eux le contenu intestinal = contraction coordonnée des couches musculaires: d'abord contraction des fibres longitudinales puis des fibres circulaires.

La progression est d'environ 1 cm/s



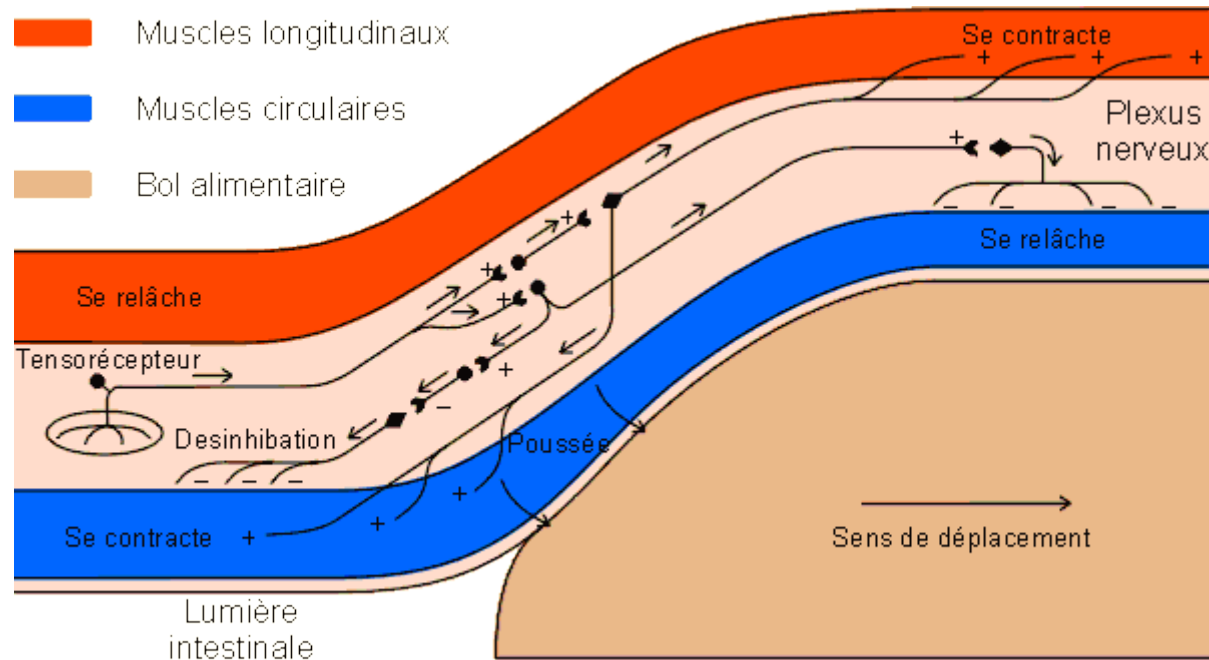
 Muscles longitudinaux

 Muscles circulaires

 Chyle

 Contractions

**Le péristaltisme est déterminé par les tensorécepteurs qui sont excités par le passage du bol alimentaire et déclenchent simultanément un resserrement de la lumière en amont et un élargissement en aval**



**Des fibres sensibles, partent des récepteurs, font relais sur des interneurones qui stimulent des nerfs moteurs activant les muscles longitudinaux et relâchant les muscles circulaires vers l'avant du bol alimentaire et, à l'inverse, inhibent les muscles longitudinaux et activent les muscles circulaires vers l'arrière.**

## **Deux types de mouvements péristaltiques :**

- des lents (de 1 à 2 cm/min) qui ne parcourent qu'un trajet limité et réapparaissent un peu plus loin;**
- des rapides (2 à 25 cm/min) qui sont beaucoup plus rares et transportent le chyle sur une longue distance.**

**Les mouvements péristaltiques exigent l'intégrité des plexus d'Auerbach et de Meissner**

**En dehors des phases digestives, l'intestin grêle est le siège des CMM initiés dans l'estomac.**

**Les phases propulsives sont plus importantes dans la partie proximale du grêle.**

# CONTRÔLE DE LA MOTRICITE INTESTINALE

Mouvements péristaltiques contrôlés par:

1) par le **Système Nerveux Intrinsèque**

2) par le **Système Nerveux Extrinsèque:**

↳ il module les mécanismes de la régulation

- Le parasympathique est excitateur de la motricité par médiation cholinergique

- Le sympathique (nerf splanchnique) ralentit ou arrête les mouvements et diminue le tonus

**Il est mis en jeu par voie réflexe:**

- **distension brutale d'un point quelconque de l'intestin → inhibition totale du transit**
- **le « frein iléal »: rétroaction négative exercée par l'iléon sur la vidange gastrique et la motricité intestinale → contrôle de la progression du chyme dans l'intestin grêle**
- **réflexes inhibiteurs (nociceptifs) d'origine extra-intestinale**

**Vue, odeur, goût, idée de la nourriture**



**SNC**

**Réflexe long**



**Chémorécepteurs**  
**Osmorécepteurs**  
**Mécanorécepteurs**



**Plexus nerveux local  
(entérique)**



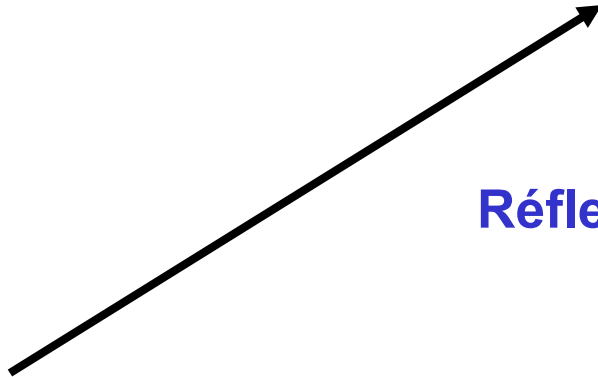
**Effecteurs:**  
**Muscles**  
**Glandes**

**Réflexe court**



**Réponses:**  
**modification de la**  
**contraction ou de la**  
**sécrétion**

**stimulus**



## **2- Les sécrétions au niveau de l'intestin grêle**

**La digestion dans l'intestin grêle est sous la dépendance de 3 sécrétions :**

- Biliaire**
- Pancréatique**
- Intestinale**

## **2-A- Sécrétion intestinale**

**↳ Dans le duodénum, les glandes de Brünner sécrètent un suc alcalin, riche en mucus, protégeant la muqueuse du chyme acide qui provient de l'estomac. Cette sécrétion est provoquée par la présence d'HCl ou par stimulation du vague. Il n'y a pas de sécrétion au repos.**

**L'entérokinase est une glycoprotéine localisée dans la bordure en brosse des entérocytes, libérée dans la lumière duodénale.**

**↳ Le jéjunum et l'iléon sécrètent un suc alcalin riche en mucus , qui contient de nombreuses enzymes (entérokinase,  $\alpha$ -amylase et une aminopeptidase). La sécrétion n'apparaît qu'après le repas sous l'effet de la stimulation mécanique de la muqueuse.**

**↳ Des enzymes sont libérées dans la lumière digestive du fait de la desquamation cellulaire. Elles participent à la digestion, particulièrement à celle des glucides.**

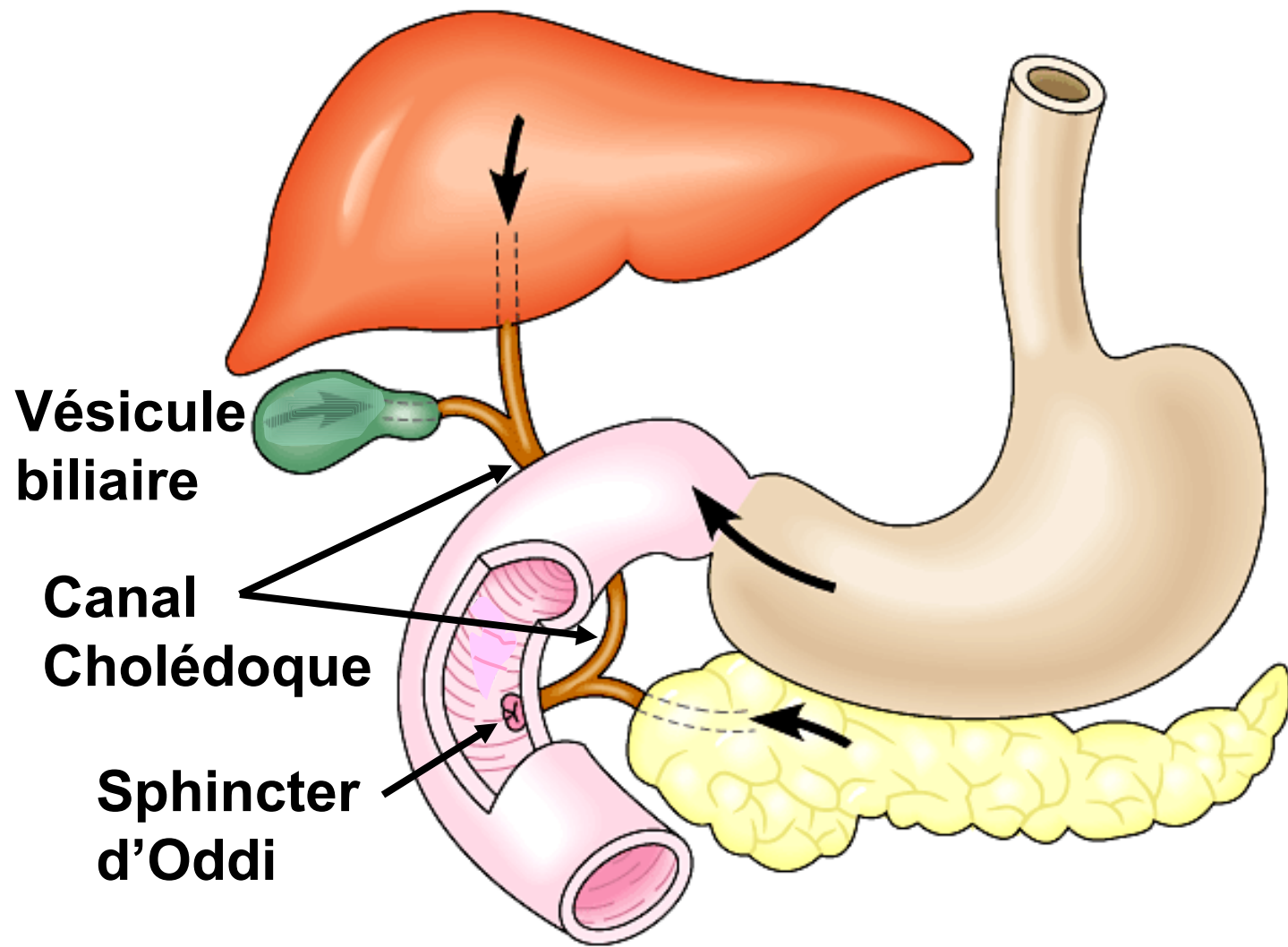
## 2-B- La sécrétion biliaire

↳ Les hépatocytes sécrètent la bile qui est ensuite modifiée par l'épithélium des canaux et de la vésicule biliaire

↳ La bile est une solution aqueuse riche en composés organiques

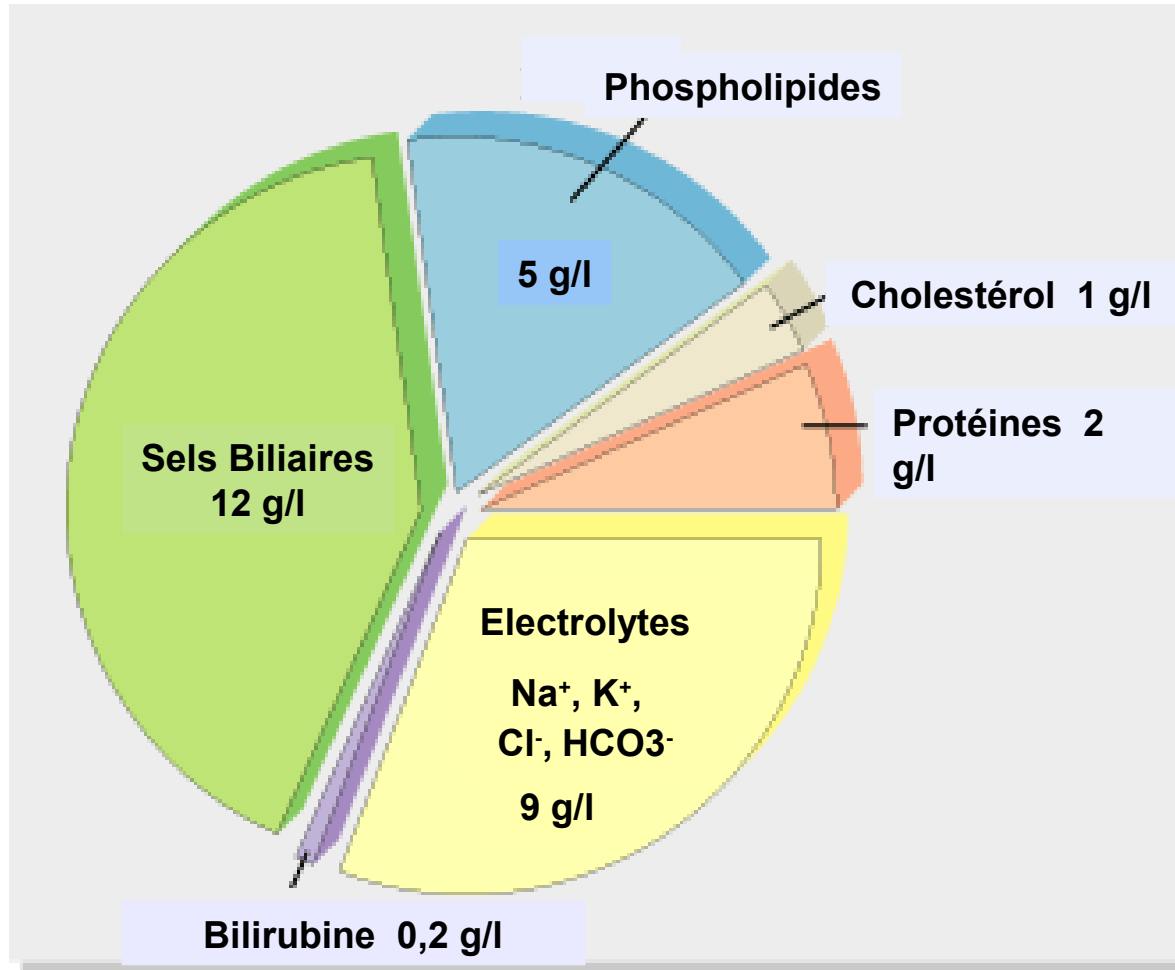
↳ La majeure partie du flux biliaire dépend de la sécrétion active des sels biliaires mais une autre partie est sous la dépendance d'échangeurs d'ions et de transporteurs spécifiques

↳ La sécrétion biliaire varie dans le nycthémère: pic déclenché par la prise alimentaire et la présence du bol alimentaire dans le duodénum

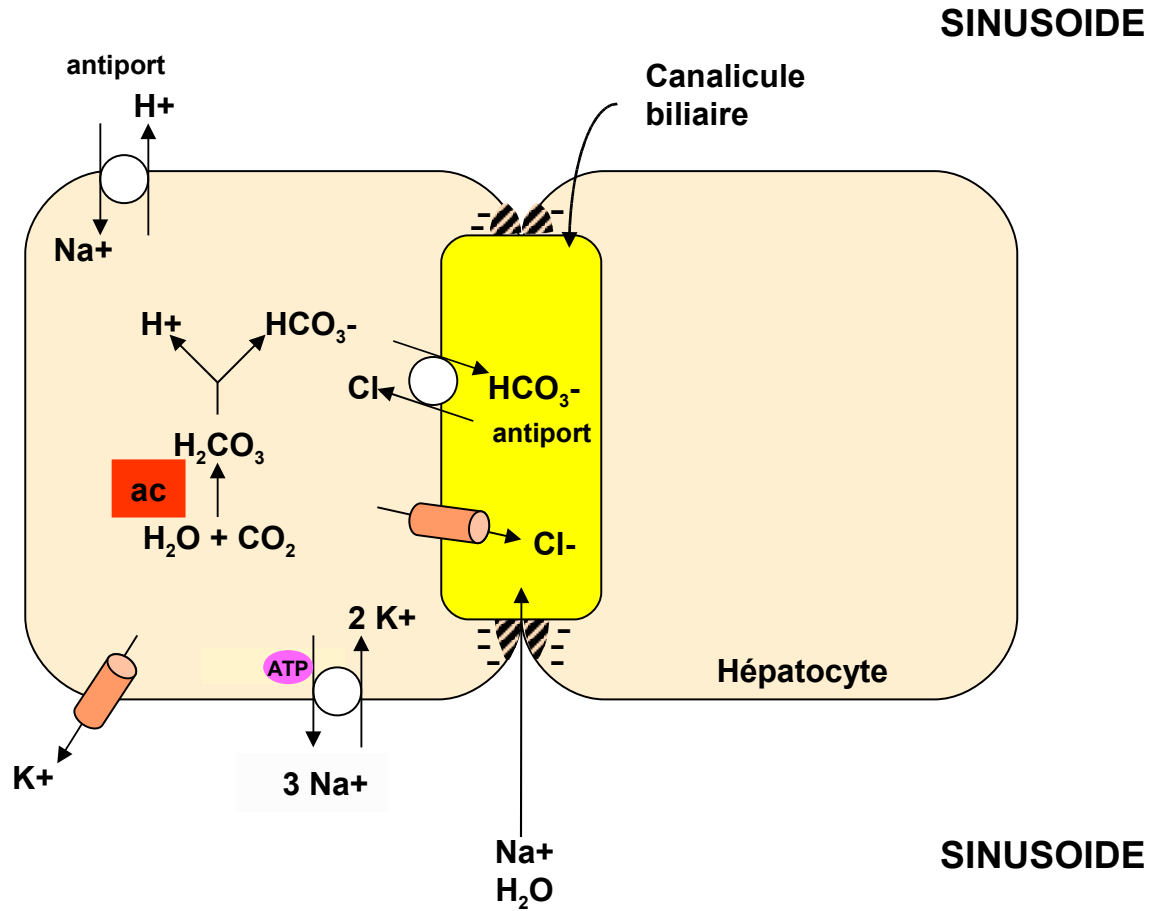


# Composition de la bile

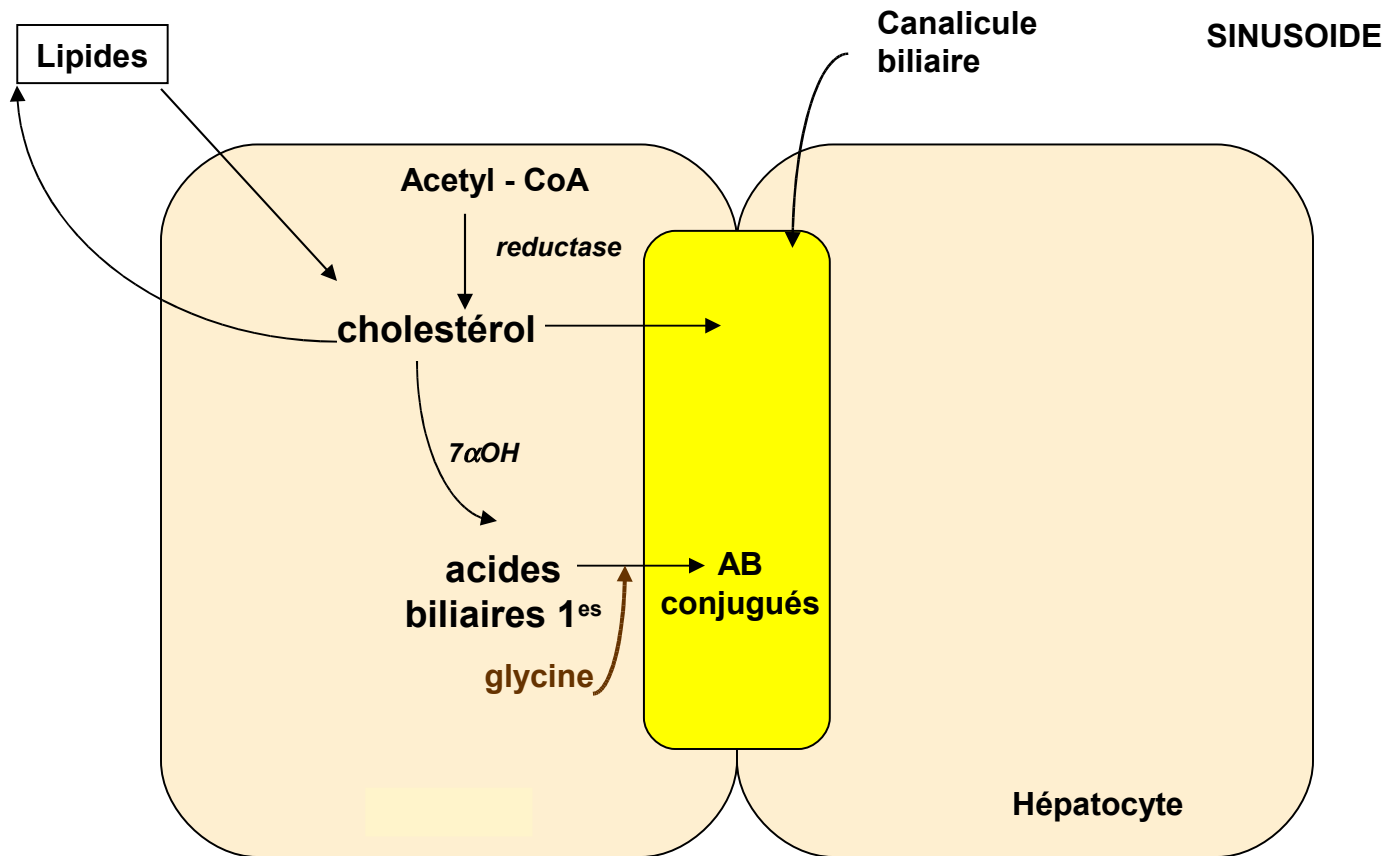
(600-1200 ml/j)



# Transport de l'eau et des électrolytes

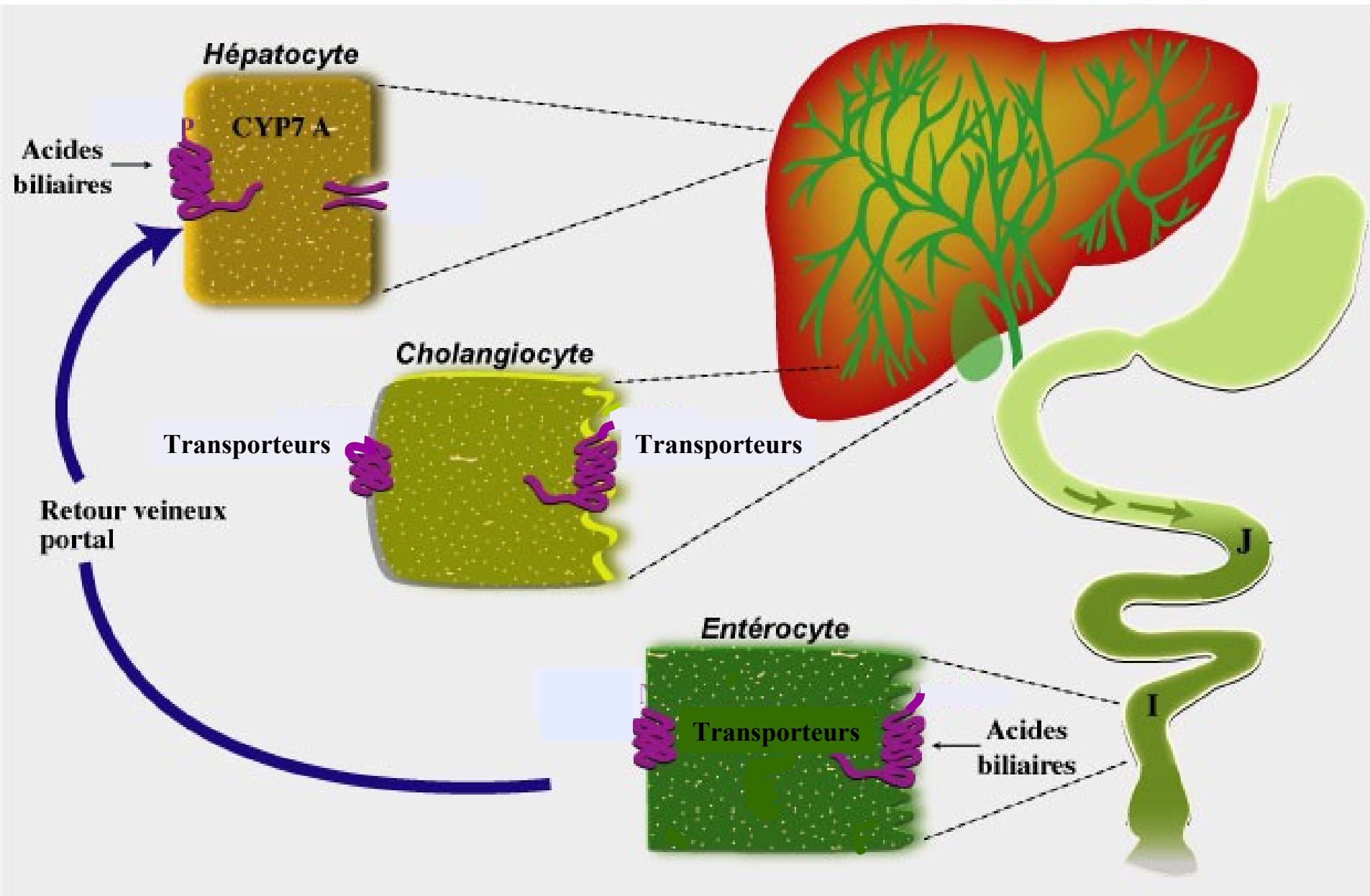


## Synthèse des acides biliaires primaires



*7 $\alpha$ OH*: 7- $\alpha$ -hydroxylase

# CYCLE ENTERO-HEPATIQUE



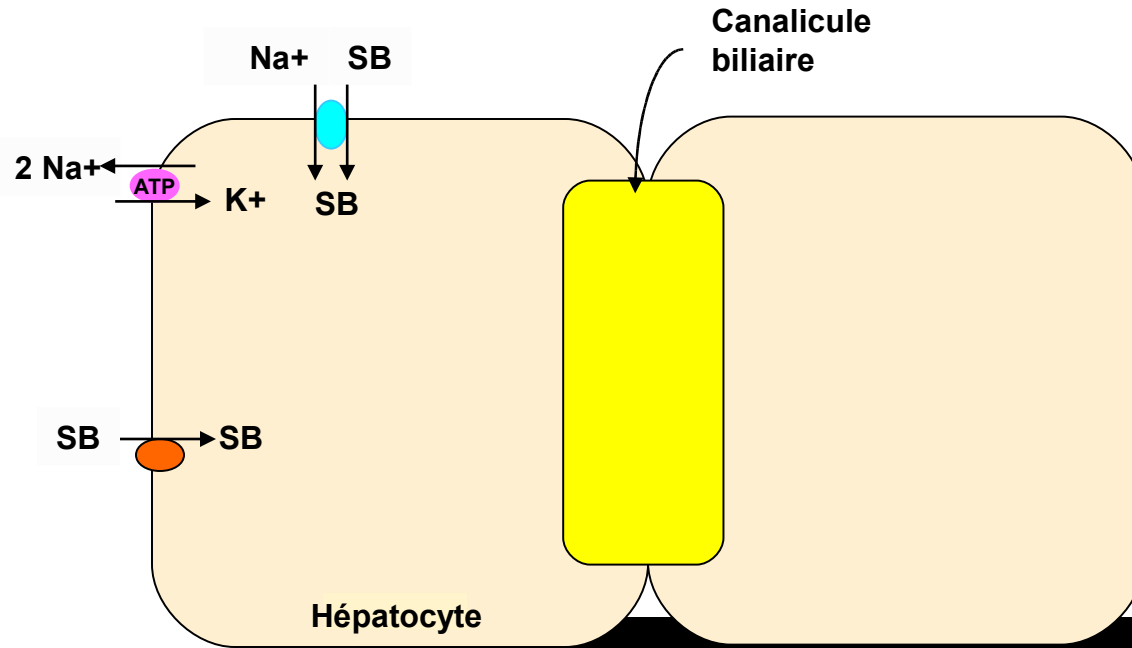
**Acides biliaires:**

**Pool 2-4 g;**

**6-10 cycles/repas**

# Réabsorption des sels biliaires

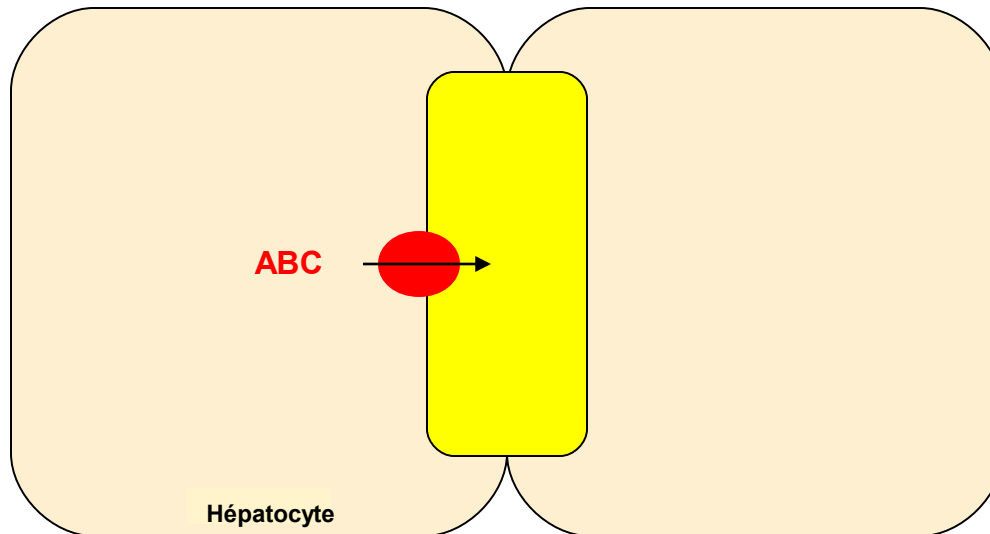
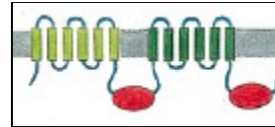
- bénéficiant du gradient de sodium maintenu par la  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPase

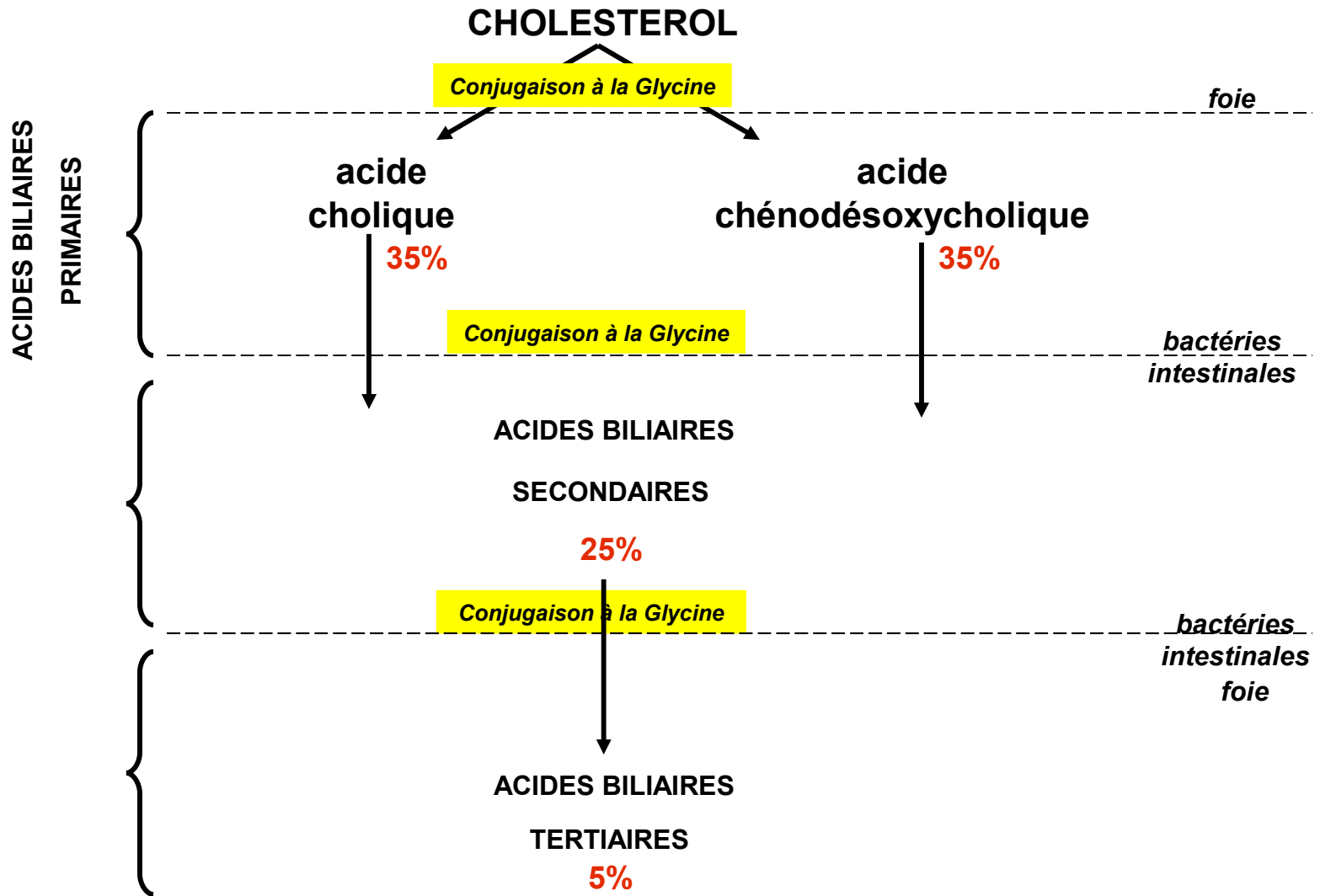


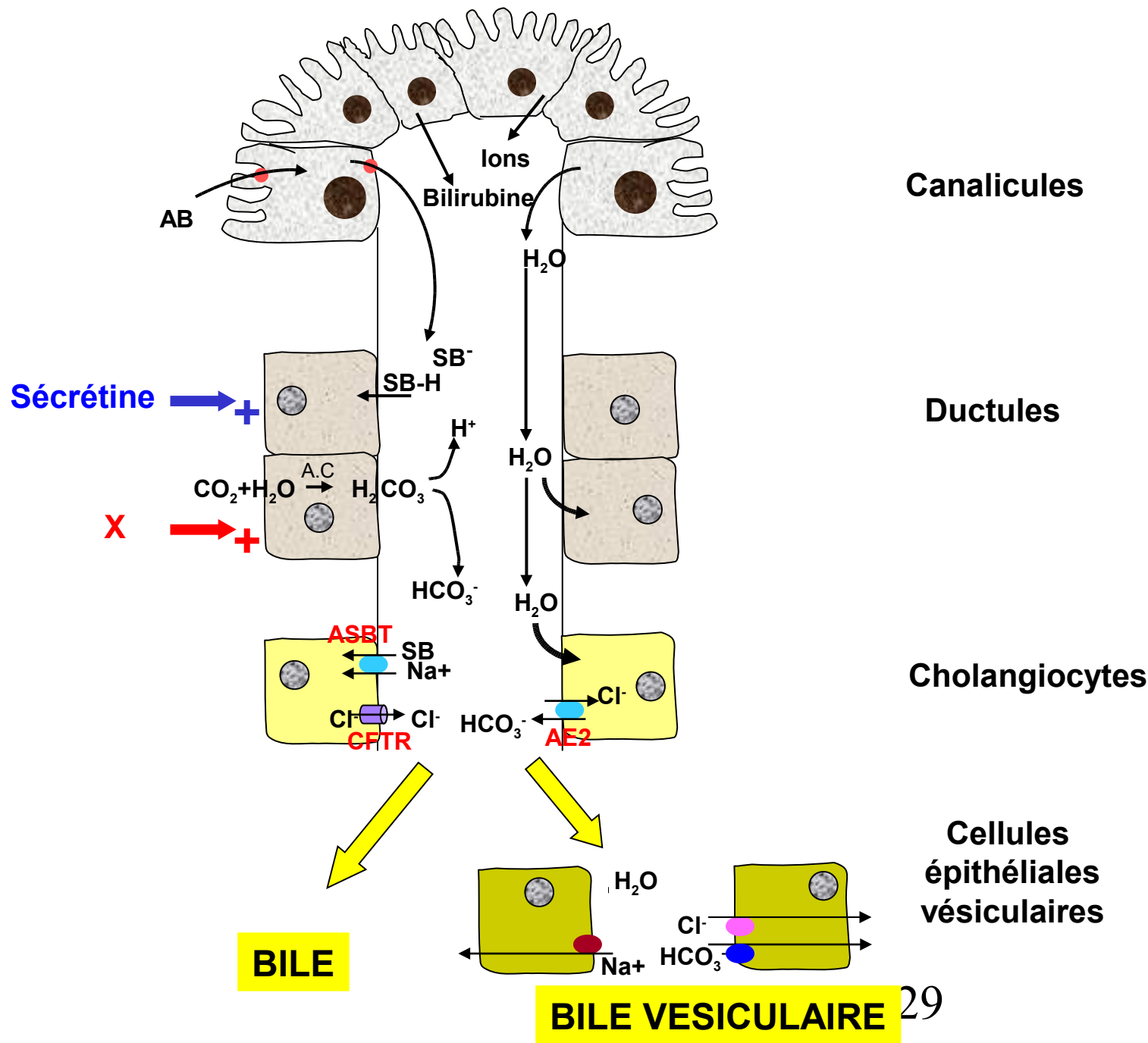
Ils transportent: aussi: bilirubine, horm

## Au niveau du canalicule biliaire

**ABC transporteurs  
(ATP-binding cassette)**







Canalicules

Ductules

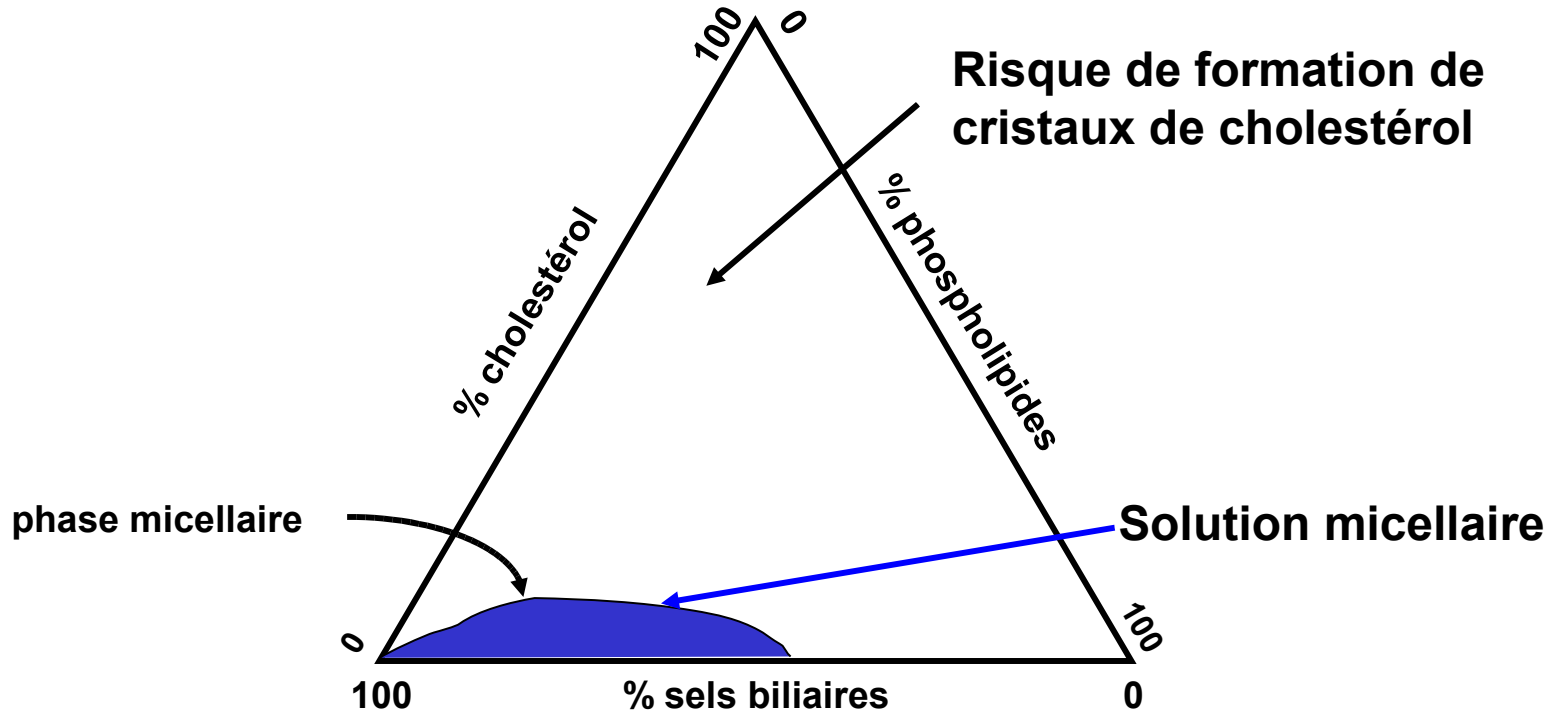
Cholangiocytes

Cellules  
épithéliales  
vésiculaires

**BILE**

**BILE VESICULAIRE**

# Diagramme de Small



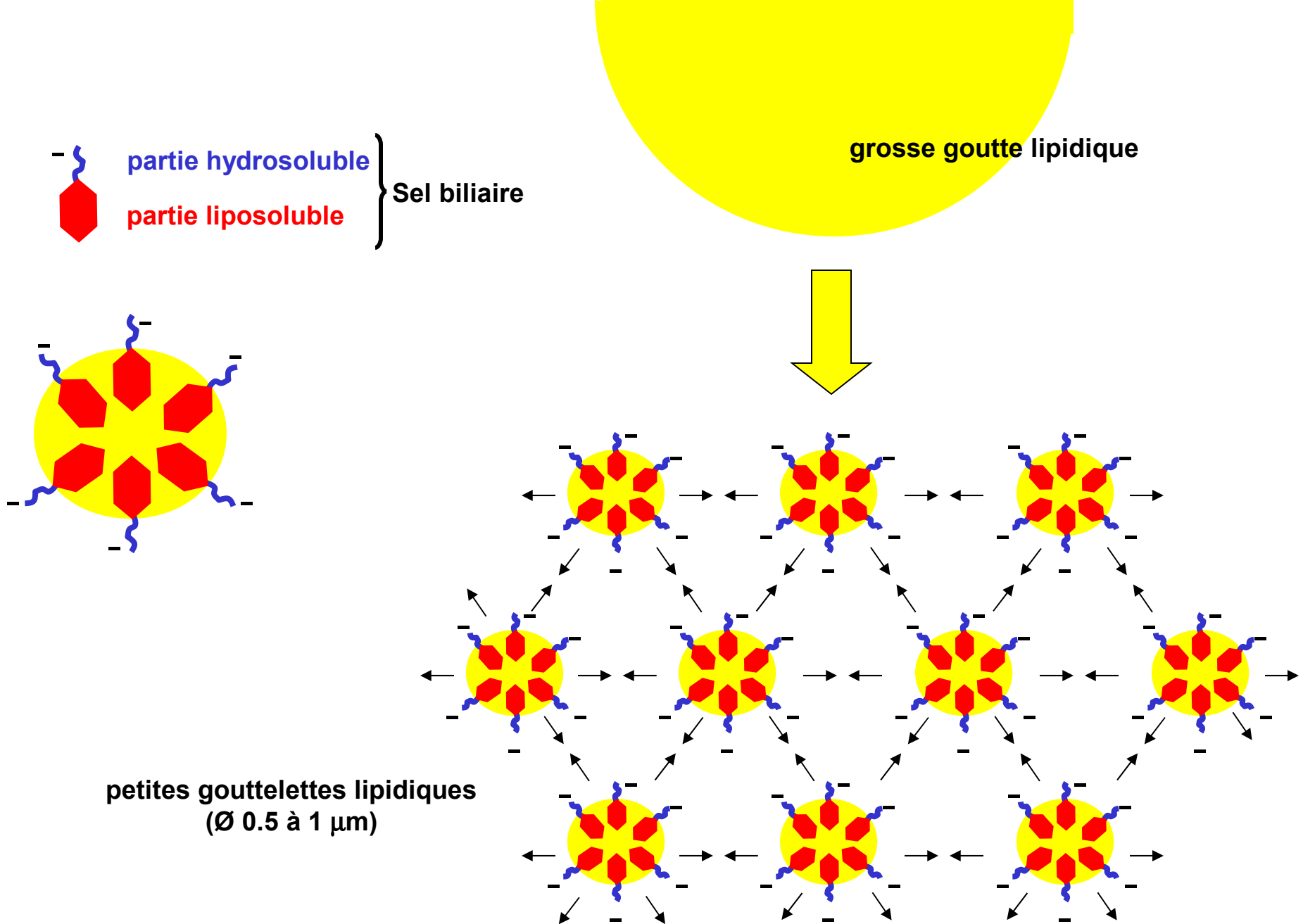
# Rôles de la bile:

## Digestifs:

- Emulsification des lipides
- Formation de micelles
- Alcalinisation du milieu duodéal

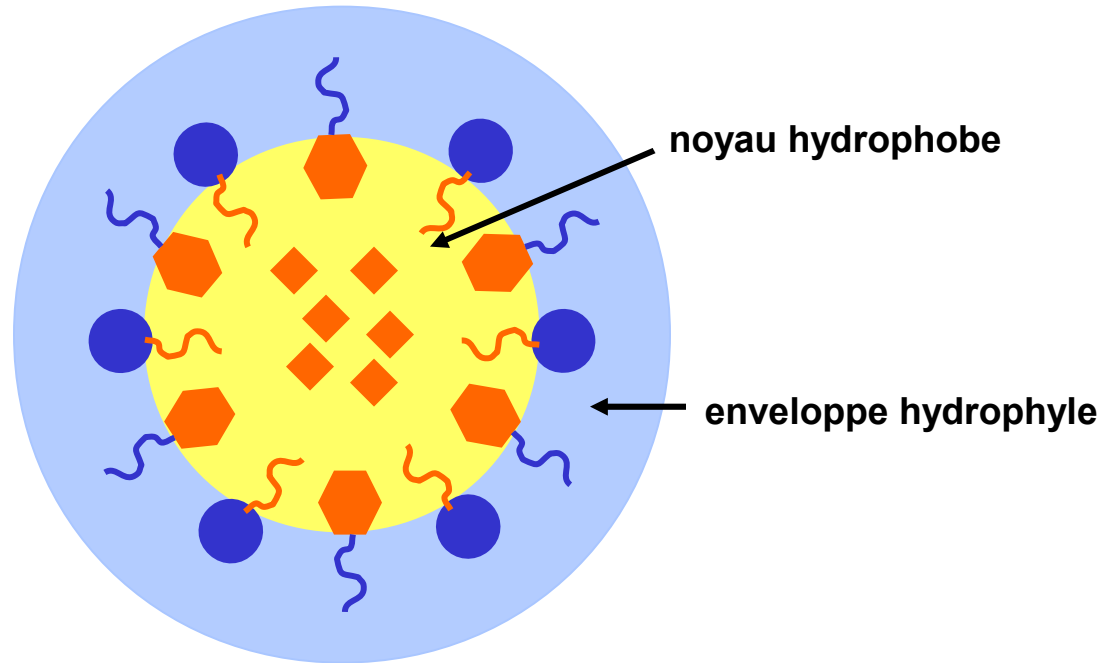
## Non digestifs:

- Protection de la muqueuse
- Excrétion d'endo et de xénobiotiques



# Elimination du cholestérol

Schéma d'une micelle de cholestérol



cholestérol



sel biliaire



lécithine



*portion liposoluble*

*portion hydrosoluble*

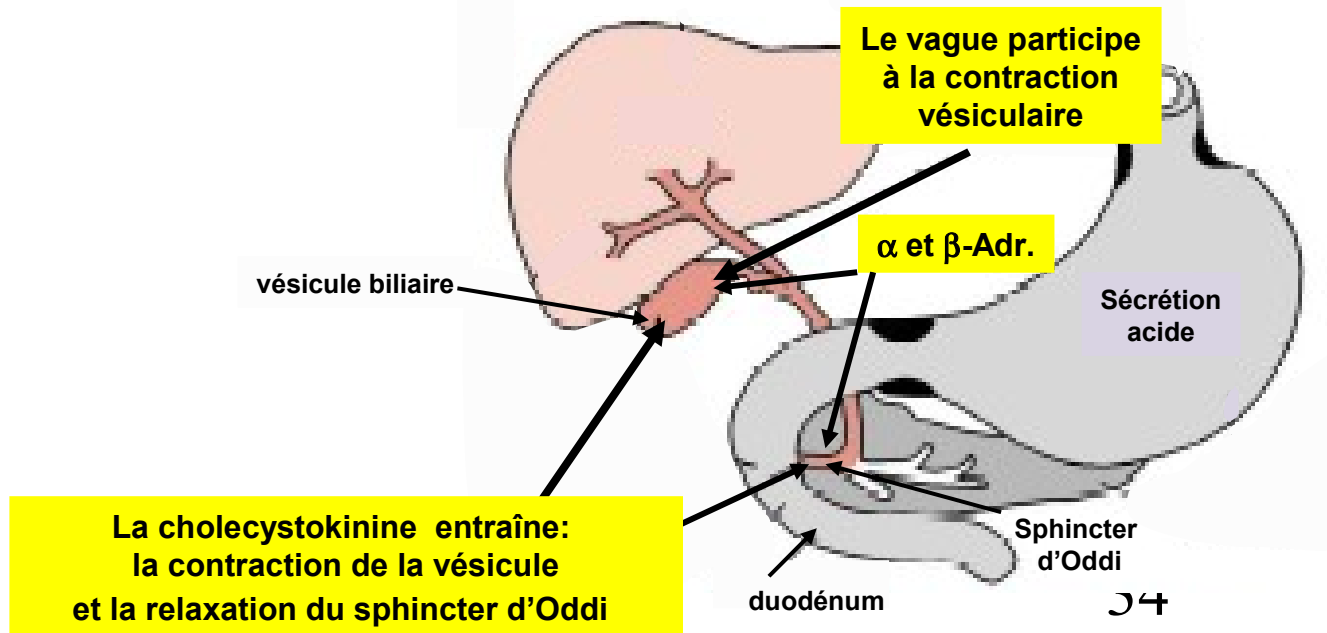
# CONTRÔLE DE LA SECRETION BILAIRE

## 1) Contrôle Nerveux:

Le nerf Vague stimule la libération de la bile (le sympathique l'inhibe)

## 3) Contrôle chimique:

La sécrétion biliaire est stimulée par les sels biliaires eux-mêmes



# CONTRÔLE DE LA SECRETION BILAIRE

## 3) Contrôle Hormonal:

L'arrivée du chyme dans le duodénum (pH acide, présence de lipides) provoque la sécrétion de:

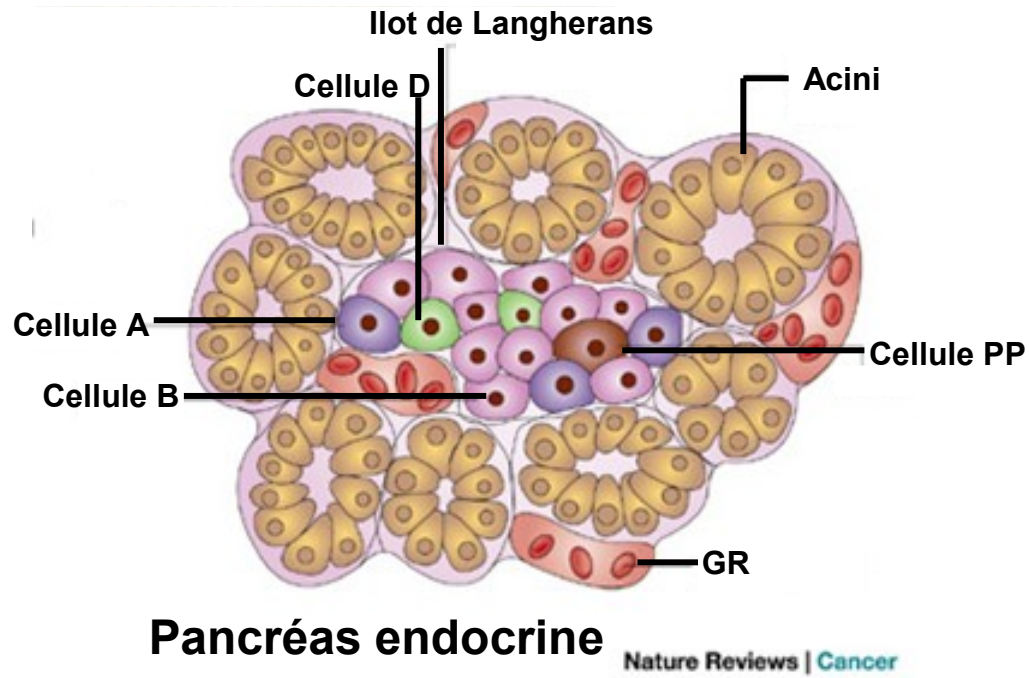
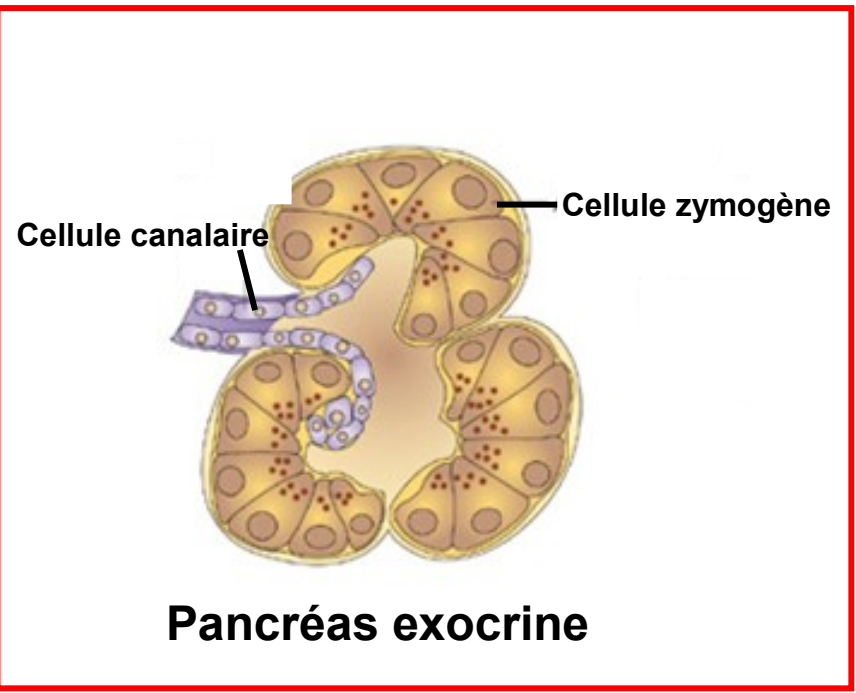
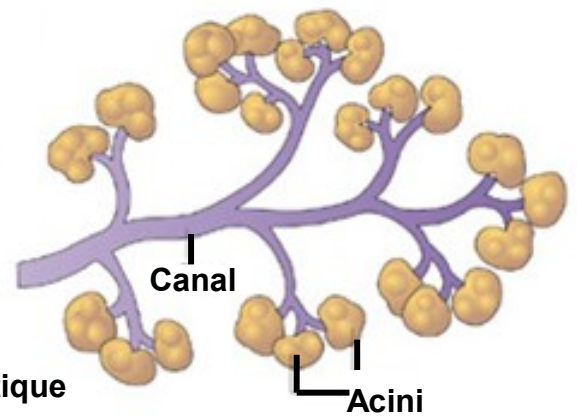
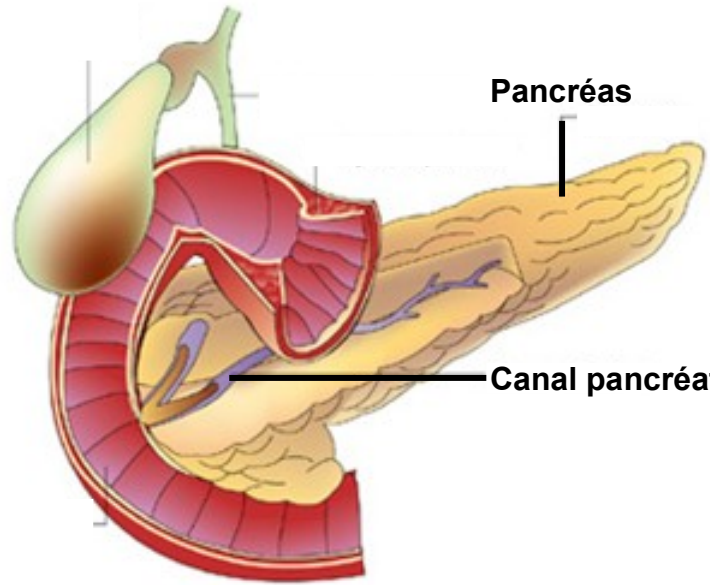
- La cholécystokinine (CCK), libérée par les cellules I de la muqueuse du duodénum et du jéjunum. Elle fait contracter la vésicule et relâcher le sphincter d 'Oddi (= chasse biliaire)
- La sécrétine, sécrétée par les cellules S duodénales et jéjunales, sous l 'action de HCl et des graisses, stimule le débit biliaire

## **2-C- La sécrétion pancréatique**

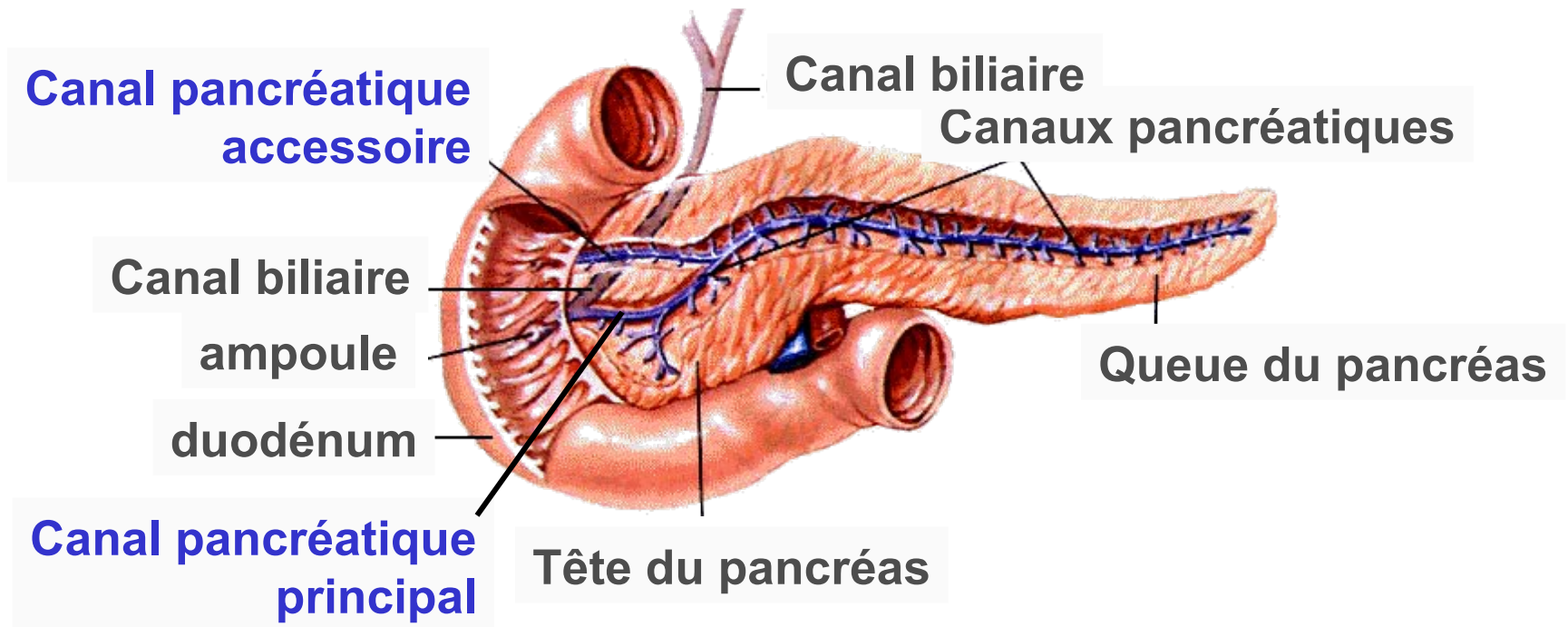
**Le pancréas est une glande mixte mais sa partie exocrine représente 90% de sa masse. Elle est séparée en lobules et acini drainés par des canaux.**

**Les cellules des acini (zymogènes) sécrètent les enzymes pancréatiques alors que les cellules canalaire assurent la sécrétion hydroélectrique**

# Schémas de la structure du pancréas



# La sécrétion pancréatique ≈ 2 L/J



# COMPOSITION DU SUC PANCREATIQUE

**Eau 97%**

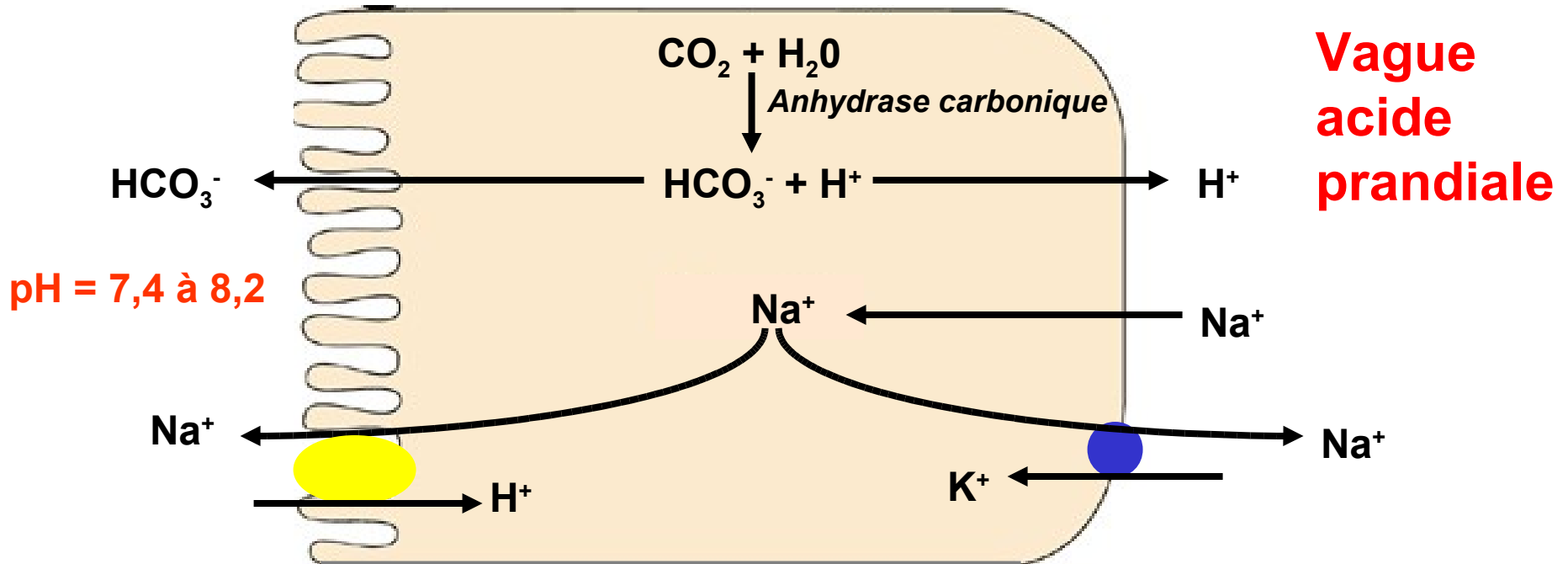
**Bicarbonates**

**Enzymes:**  $\alpha$ -amylase  
trypsinogène  
chymotrypsinogène  
collagénase  
lipase (+ colipase)

**glucides**  
**protides**  
**protides**  
**protides**  
**lipides**

# Sécrétion de bicarbonates

## CELLULE PANCREATIQUE EXOCRINE



## Sécrétion enzymatique

Sécrétion enzymatique très importante, produite sous forme inactive (zymogènes) qui st secondairement activés dans le duodénum par clivage protéolytique.

L'entérokinase duodénale active le trypsinogène en **trypsine** qui va, à son tour, activer d'autres enzymes pancréatiques.

Ce système d'activation de zymogènes associé à l'existence d'un inhibiteur de trypsine empêche la production d'enzymes actives dans le pancréas.

## ↳ Les protéases :

-La trypsine : la plus abondante (20% des protéines pancréatiques) ; détermine l'activation des autres zymogènes pancréatiques.

- Autres peptidases : Chymotrypsinogène, Elastase, Kallicréine, Carboxypeptidases, Colagénase

## ↳ Les enzymes glycolytiques :

-Amylase : libérée sous forme active ; Elle transforme l'amidon en dextrine et maltose.

En partie réabsorbée par l'intestin (donc présente dans le sang et les urines → dosages).

- Maltase : en très faible quantité, libère du glucose.

## ↳ Les enzymes lipolytiques :

- Triglycérides lipase : libérée sous forme active; hydrolyse les triglycérides alimentaires ; son action est inhibée par les sels biliaires grâce à la colipase produite par le pancréas.

C'est la seule lipase qui existe dans le tube digestif → perturbations digestives majeures dans l'insuffisance pancréatique.

- Cholestérol hydrolase : catalyse de façon réversible l'estérification du cholestérol

- Phospholipase A2 : produite sous forme de zymogène activée par la trypsine ; elle hydrolyse les phospholipides alimentaires en présence de  $\text{Ca}^{2+}$ .

## **↳ Les nucléases :**

**Enzymes produites sous forme activée par le pancréas ;**

**Elles dégradent les acides nucléiques (DNAse et RNAse) et jouent un rôle mineur dans la digestion des aliments ;**

**Elles ne sont pas spécifiques de la sécrétion pancréatique.**

## Régulation de la sécrétion pancréatique

Elle est essentiellement hormonale.

L'arrivée du chyme gastrique acide dans le duodénum et le jéjunum stimule:

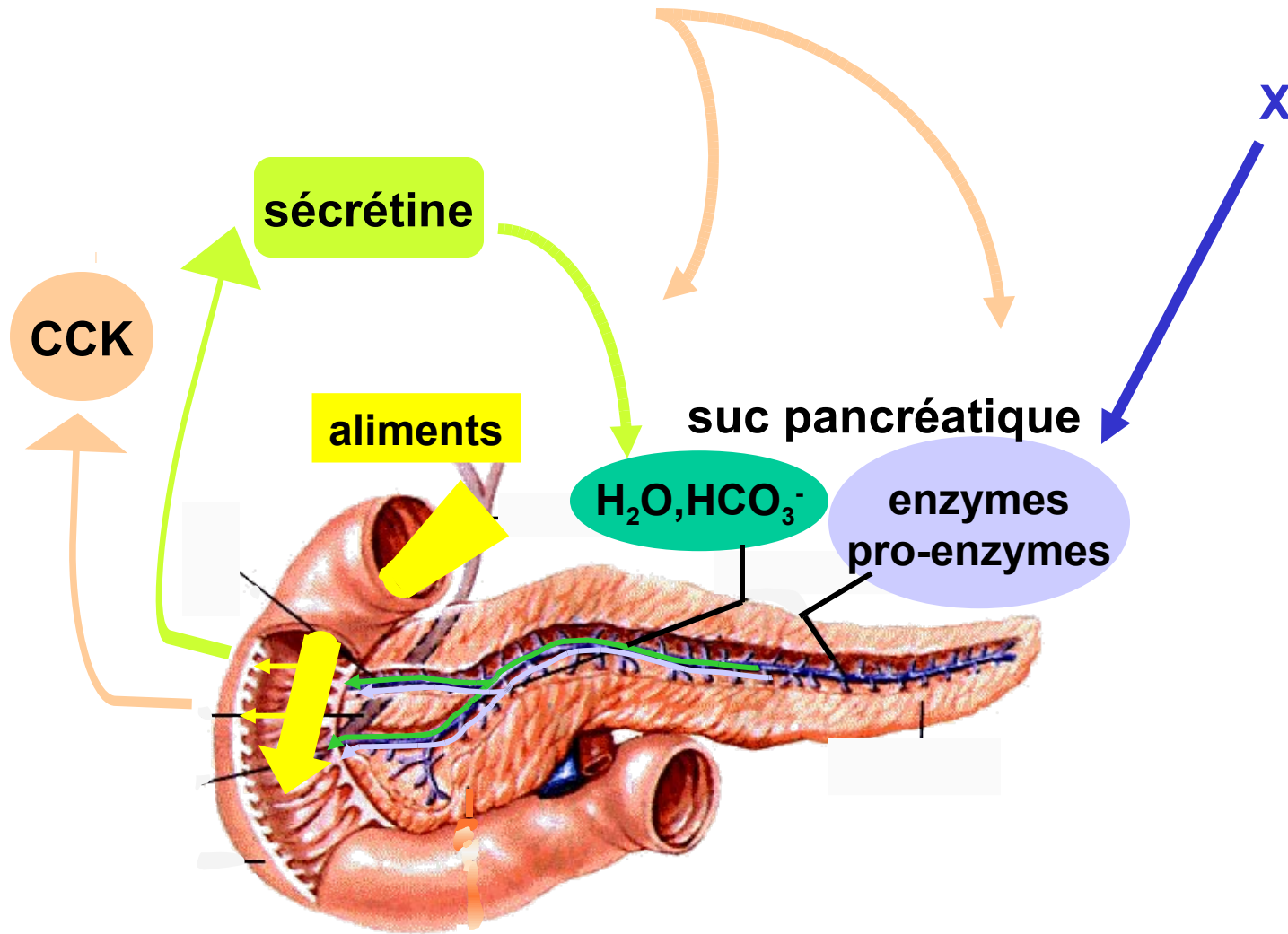
↳ les cellules S qui sécrètent de la **sécrétine** qui active la sécrétion pancréatique alcaline

↳ les cellules I qui sécrètent la **cholécystokinine** qui stimule plutôt la sécrétion enzymatique

La **neurotensine**, libérée dans l'iléon par l'arrivée de lipides renforce l'action de ces 2 hormones.

Le **vague** stimule aussi la sécrétion enzymatique pancréatique

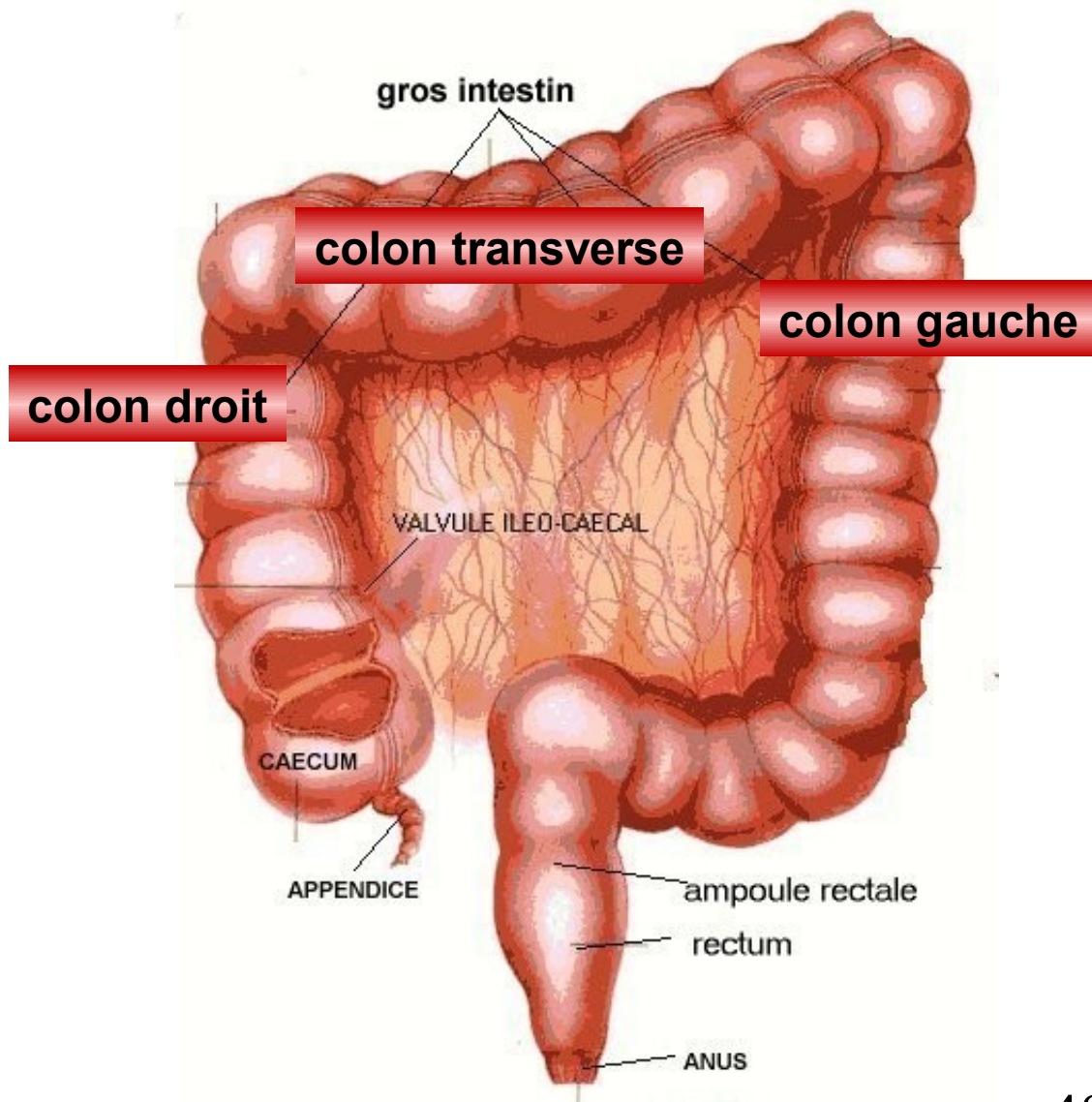
# LA SECRETION PANCREATIQUE régulation



vip

# Le colon

# LE COLON



# 1- La motricité colique

Elle permet: • une activité de mélange pour favoriser la réabsorption d'eau et d'électrolytes et l'exposition aux bactéries, • une activité propulsive, • un stockage temporaire des matières fécales.

Le colon est le siège de deux types de mouvements :

- fortes contractions transversales brassant le bol alimentaire
- péristaltisme de masse (4 à 8 contractions par jour).

Dans ce mouvement, le colon se resserre brusquement et entraîne le contenu intestinal vers la partie terminale de l'intestin.

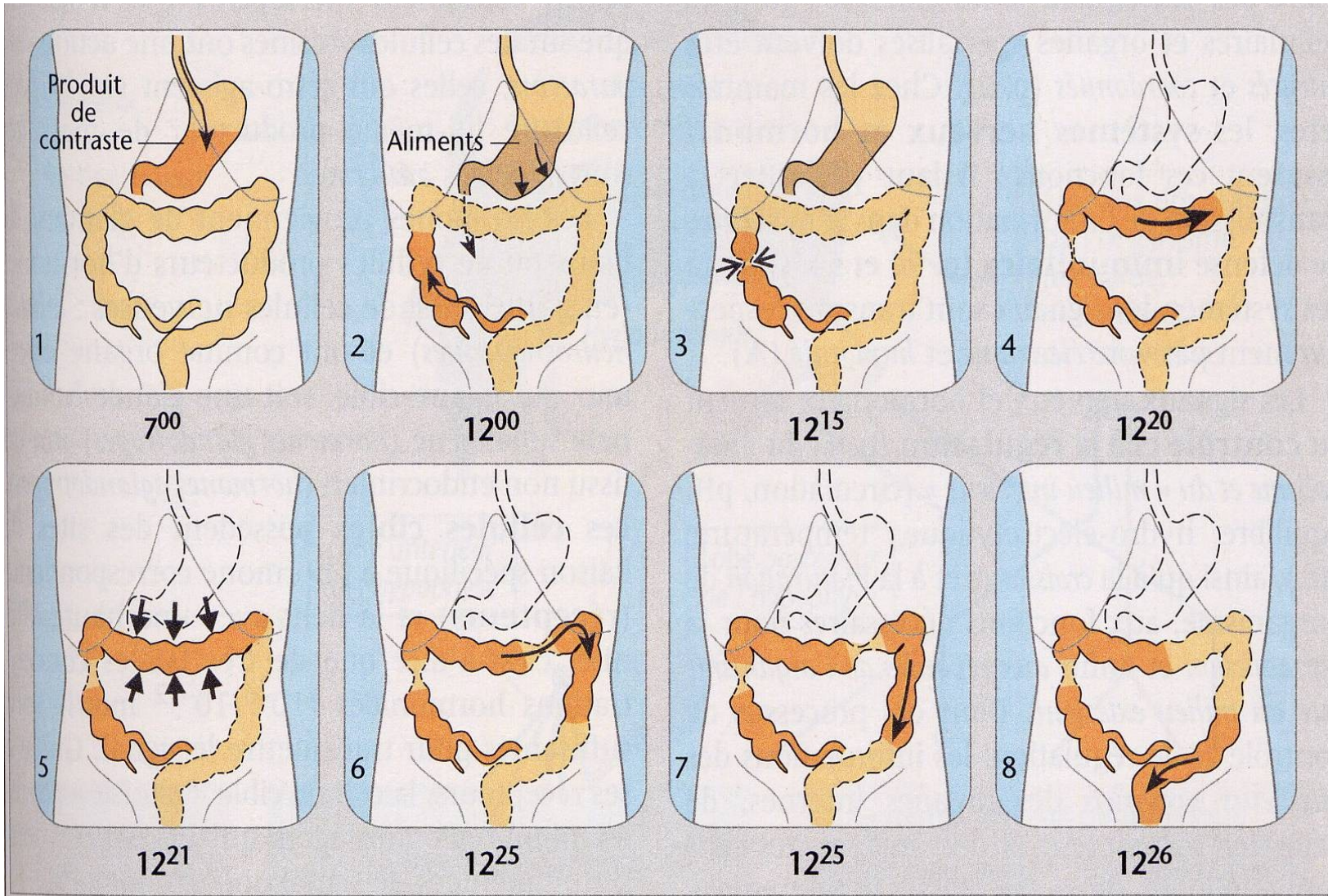
**Pendant le sommeil, l'activité motrice colique ↘**

**Au réveil, pic d'activité péristaltique**

**Le repas provoque une activation de la motricité colique (segmentaire et péristaltique) pendant environ 2 h**

**La régulation de la motricité colique est assurée par:**

- un contrôle myogène**
- un contrôle nerveux: le vague et le parasympathique sacré stimulent la musculature. Le sympathique est inhibiteur**
- un contrôle hormonal: la gastrine et la CCK ont une action activatrice**



(d'après Hertz et Newton)

## 2- Rôles du colon

Le colon peut être schématiquement séparé en 2 parties:

- colon proximal: caecum, colon D jusqu'à la moitié du colon transverse: absorption d'eau et

d'électrolytes

- colon distal: moitié G du colon transverse, colon G, sigmoïde et rectum: stockage et évacuation

↳ **absorption de l'eau et des électrolytes:** les cellules

coliques absorbent le  $\text{Na}^+$  selon un gradient de concentration et sous la dépendance de l'aldostérone.

La réabsorption de  $\text{Cl}^-$  se fait contre la sécrétion de  $\text{HCO}_3^-$  et

la sécrétion de  $\text{K}^+$  suit le gradient de concentration.

La réabsorption d'eau est très importante puisque le débit passe de 1 L/j à la valvule iléo-caecale à 0.1 L/j à l'an

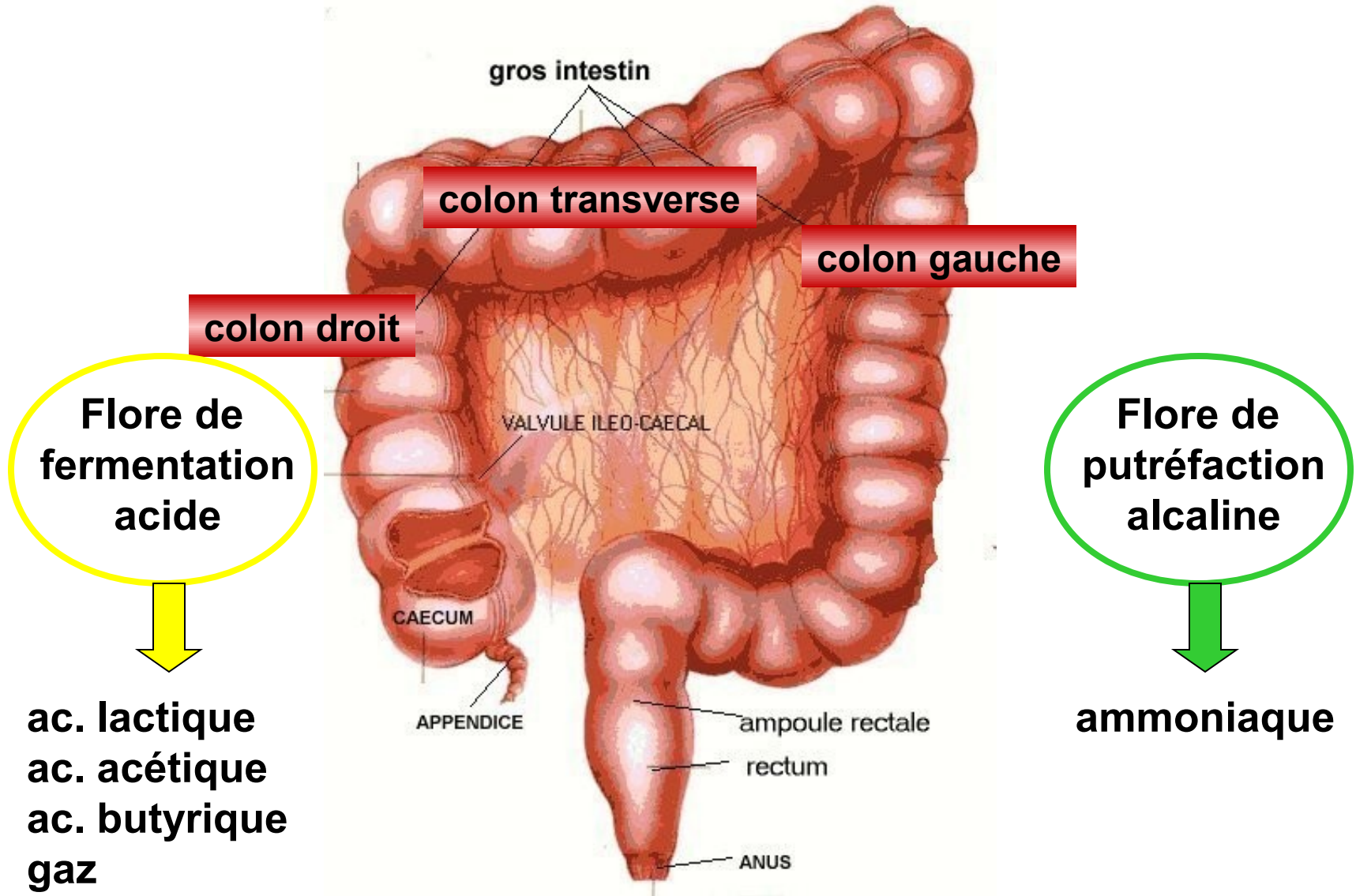
**↳ rôle de la flore bactérienne: le colon abrite 99% des bactéries de l'organisme.**

**Plus on progresse dans l'intestin, plus elle est abondante et anaérobie (= cellules qui peuvent travailler sans oxygène)**

**Elle représente plusieurs centaines de grammes et plusieurs centaines de milliers de milliards ( $100 \times 10^{12}$ )**

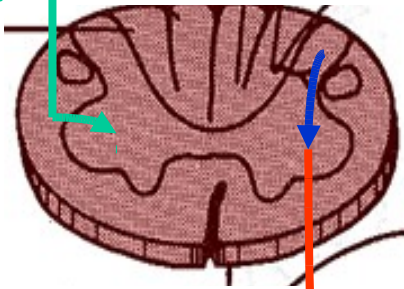
**Elle est constituée de la flore endogène ( 300 à 400 espèces différentes dans le côlon) et de la flore de passage**

# LA FLORE COLIQUE



# La défécation

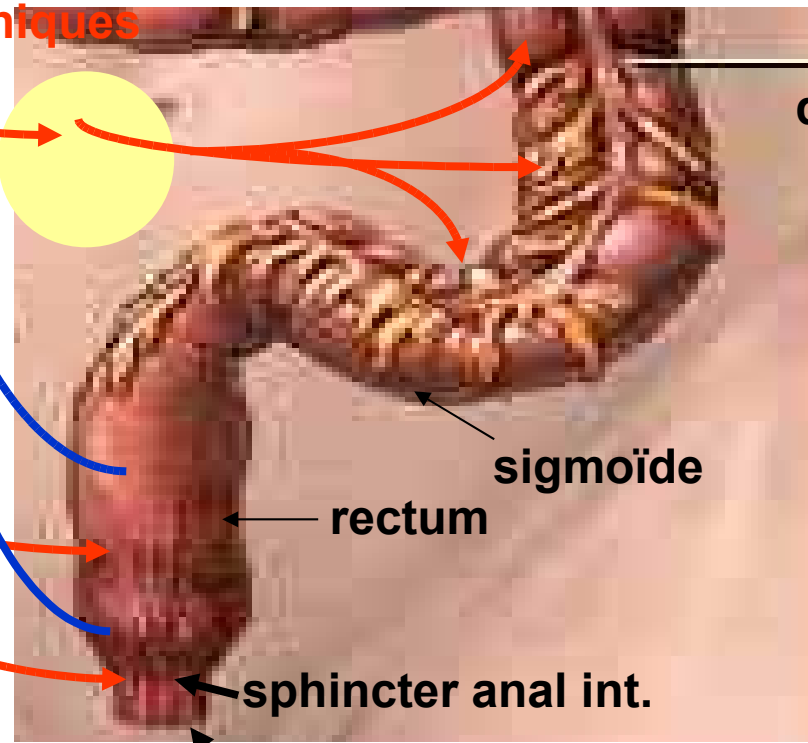
influx conscient  
provenant  
du  
cortex



fibres nerveuses afférentes

fibres para-sympathiques

nerf moteur  
squelettique



colon  
descendant

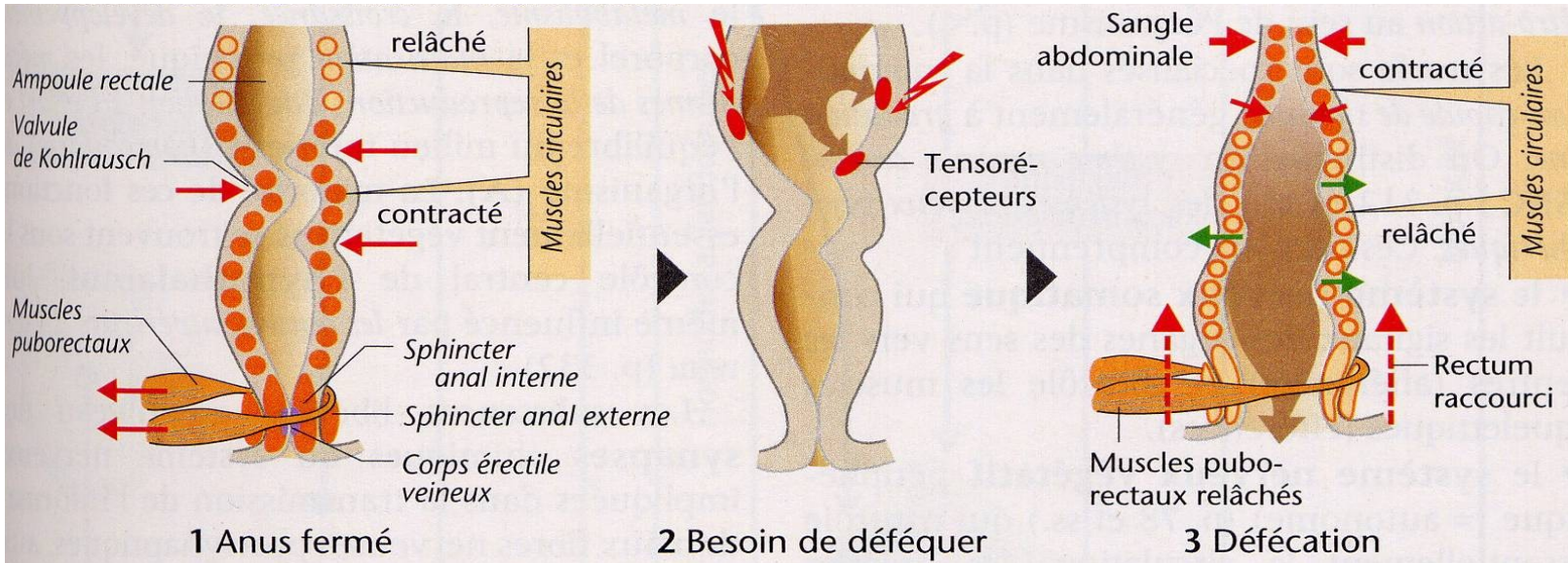
sigmoïde

rectum

sphincter anal int.

sphincter anal ext.

56



# L'ABSORPTION INTESTINALE

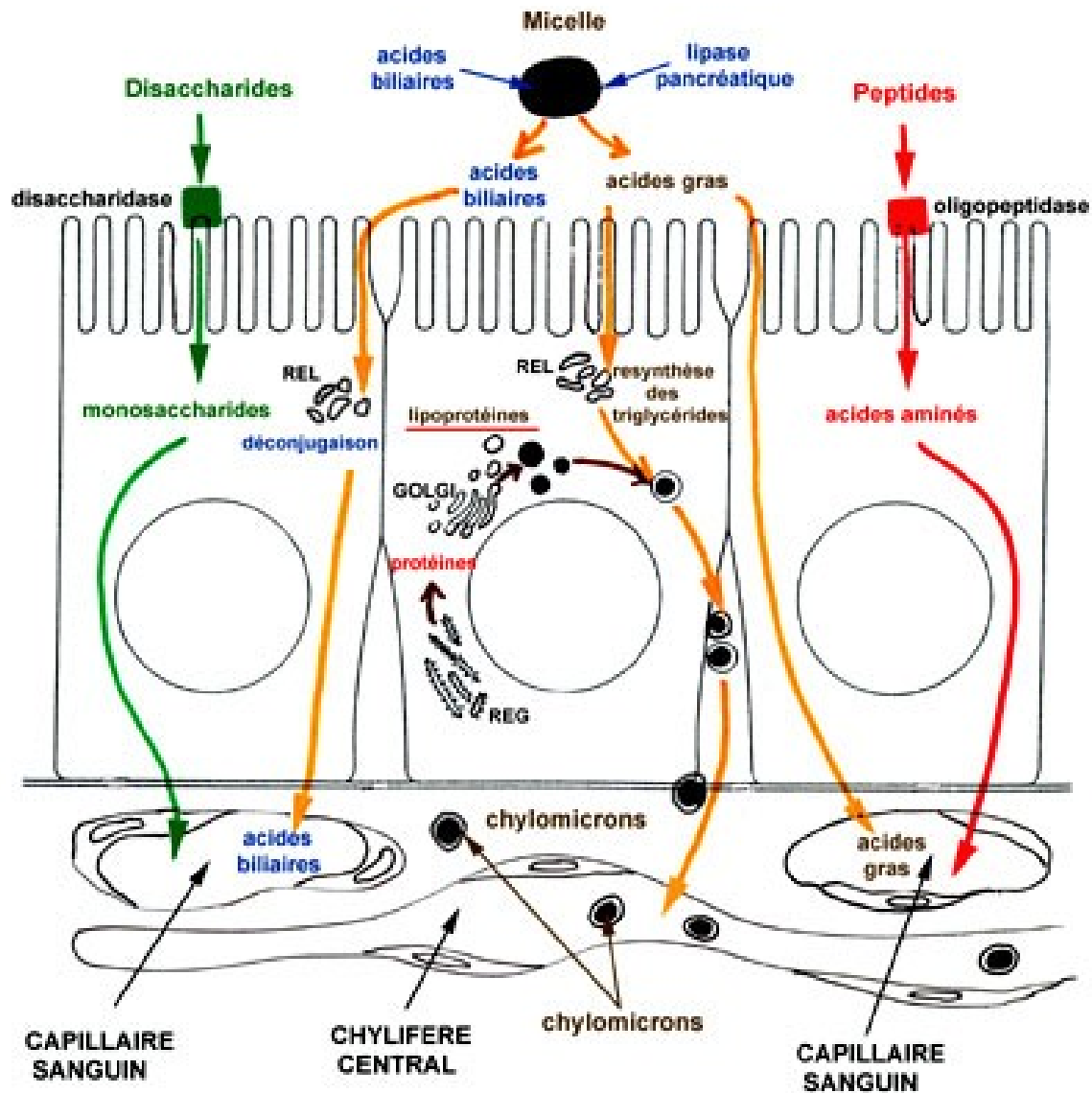
# Généralités

**L'intestin grêle** est une interface entre le milieu extérieur et le milieu intérieur:

**c'est une frontière qui doit :**

- **laisser passer l'approvisionnement = l'absorption intestinale**

- **défendre le milieu: reconnaître , rejeter les substances nocives polluants ( métaux lourds), toxines bactériennes, bactéries pathogènes, levures, virus**



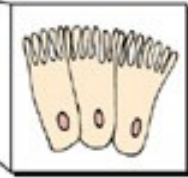
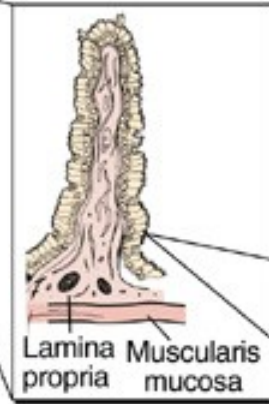
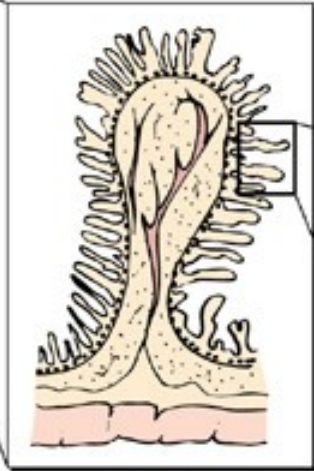
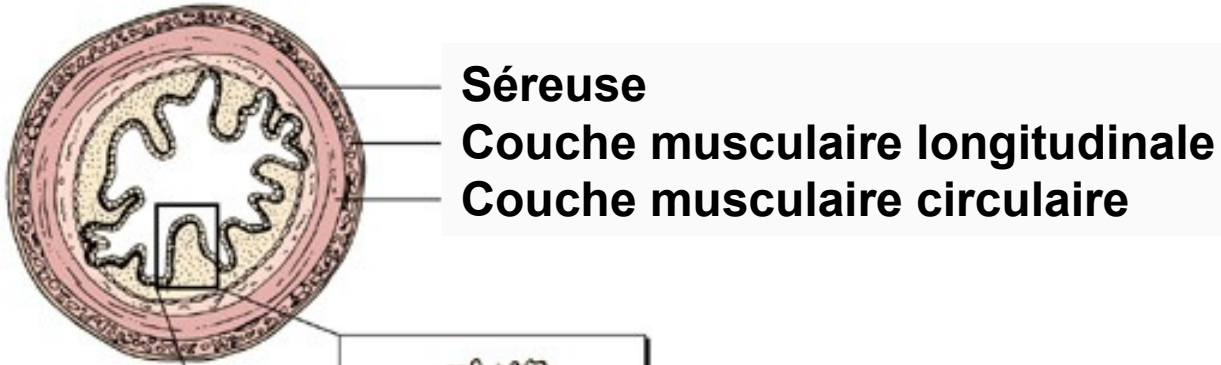
↪ Le pouvoir d'absorption de l'intestin grêle est normalement très > aux besoins car on peut enlever au moins 50% de l'intestin sans conséquence grave. Cependant, au cours de certaines maladies de la muqueuse ou du muscle intestinal, l'absorption d'eau, de graisses ou de protéines peut être insuffisante et mettre la vie en danger.

↪ Certaines substances peuvent être absorbées sans digestion: eau, glucose, sels minéraux, vitamines, médicaments.

Les autres sont transformées par la digestion : les glucides en sucres simples, les protéines en acides aminés, les graisses en glycérol et acides gras.

La surface d'absorption de l'intestin grêle est évaluée à 200 m<sup>2</sup> en moyenne grâce à son organisation:

- **valvules conniventes** : replis profonds et permanents de la muqueuse qui mélangent le chyme avec les sécrétions de l'intestin. Ils ralentissent aussi le chyme pour faciliter l'absorption
- **villosités intestinales**: animées de contractions ➤ leur contact avec le chyme permettant l'absorption.
- **microvillosités (= bordure en brosse)**: constituées par la membrane plasmique des entérocytes. Elles permettent l'absorption des micro-nutriments. Elles ➤ la surface d'absorption et portent des enzymes participant à la dernière étape de la digestion des sucres et des protéines.



**Intestin grêle**

**Valvules**

**villosités**

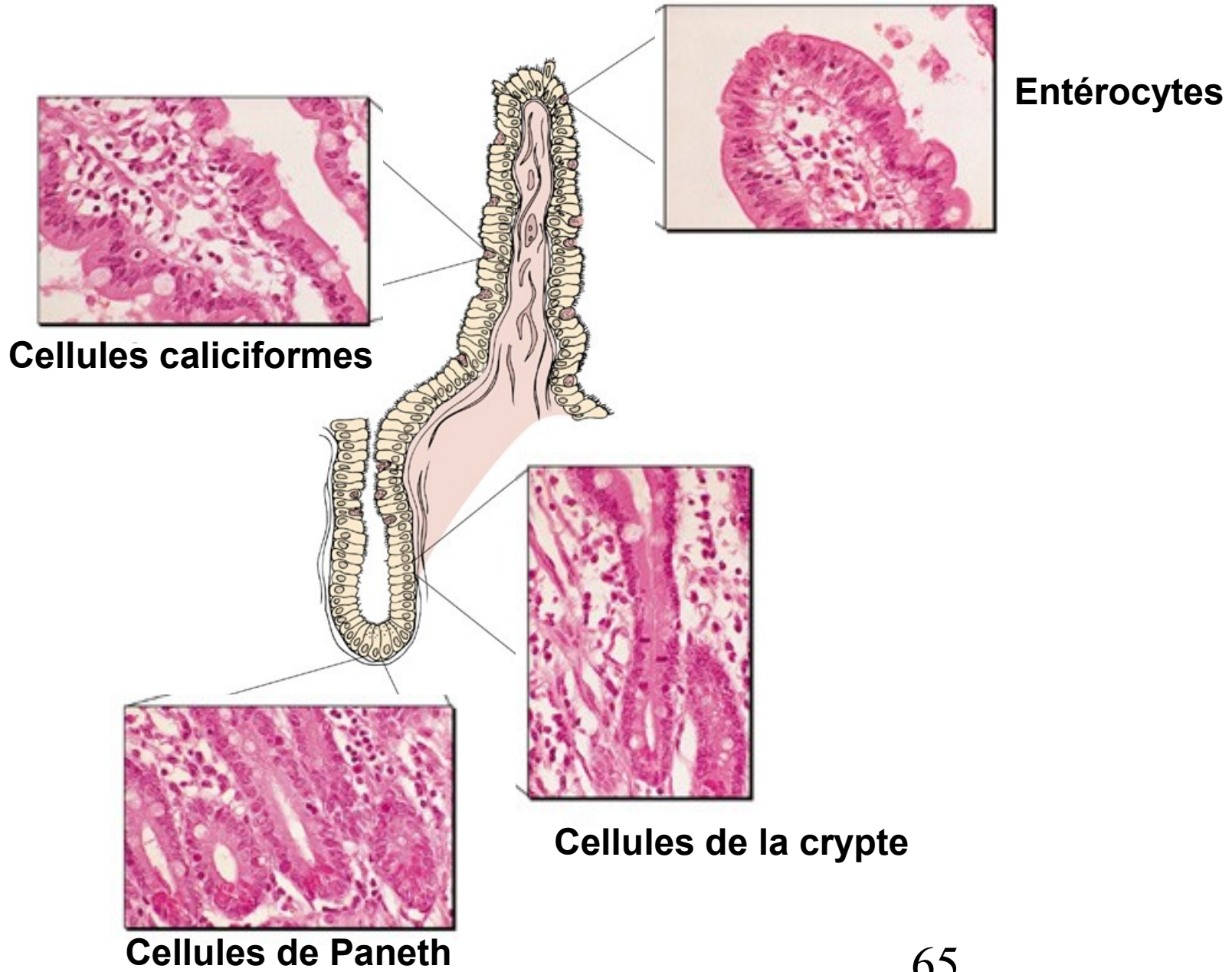
**microvillosités**

**Augmentation de surface**

x10

x20

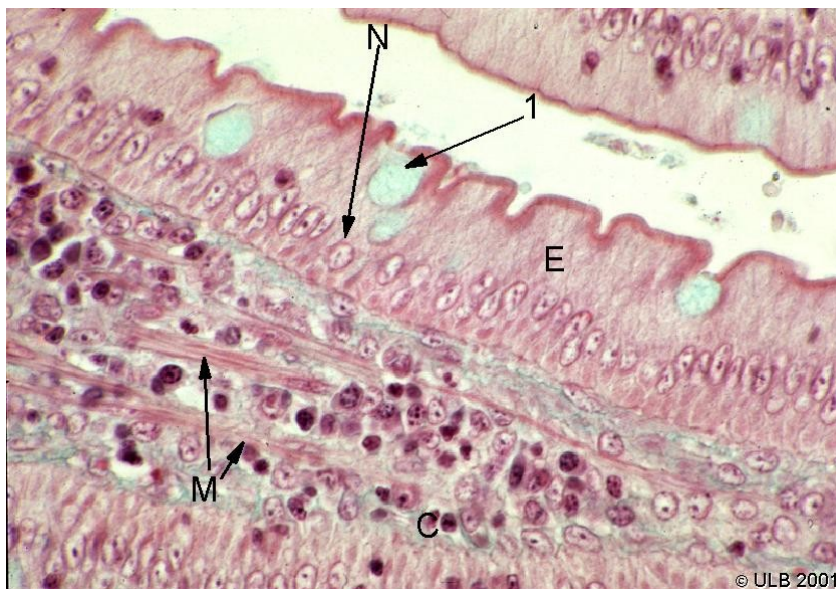
**64 200 à 500 m<sup>2</sup>**





À la surface de la muqueuse de l'intestin grêle, on constate la présence de **cellules caliciformes** qui sécrètent du suc intestinal, constitué d'eau et de mucus.

Elles sont indifférenciées du fond des cryptes et deviennent matures au fur et à mesure de leur migration vers le sommet.

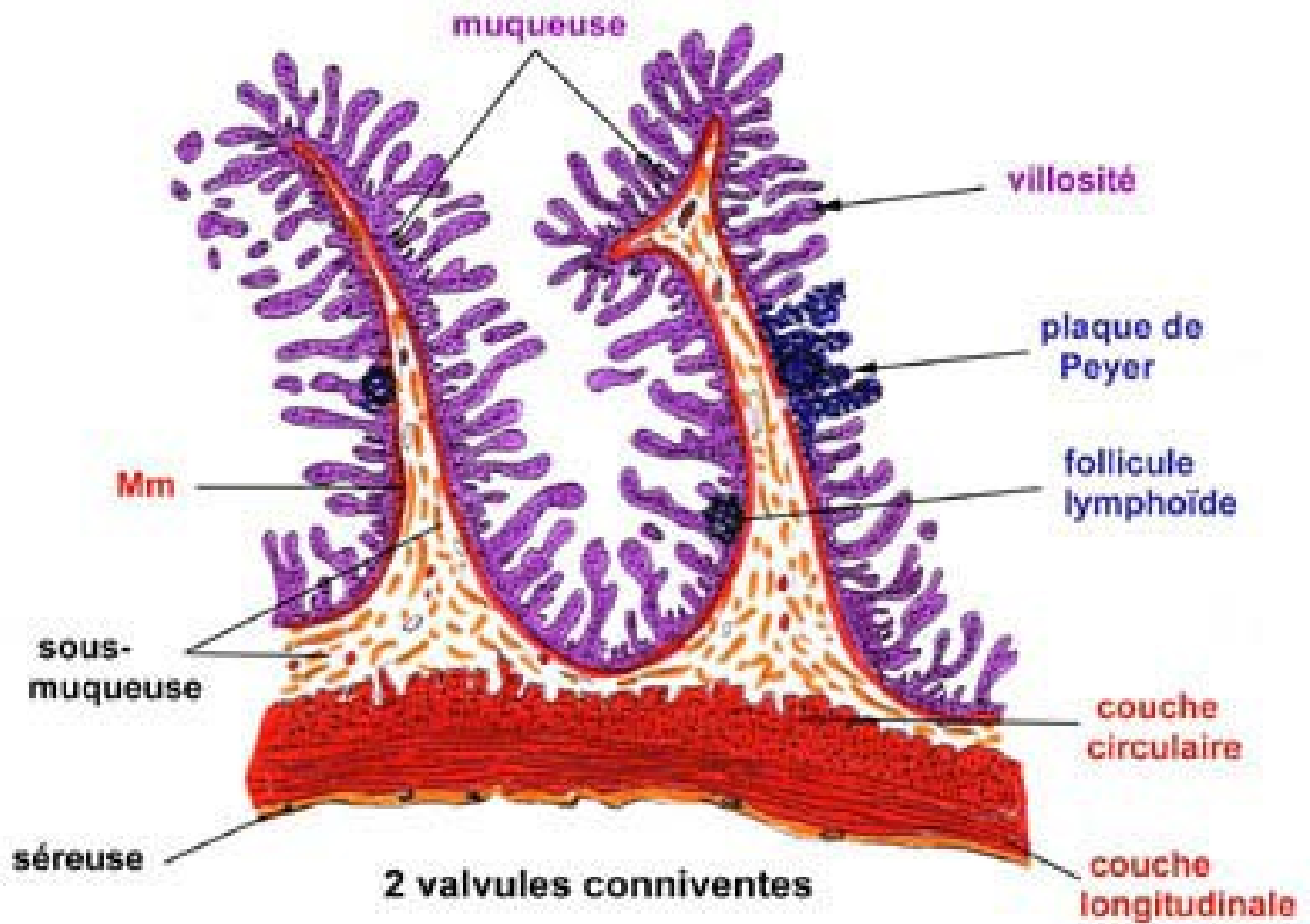


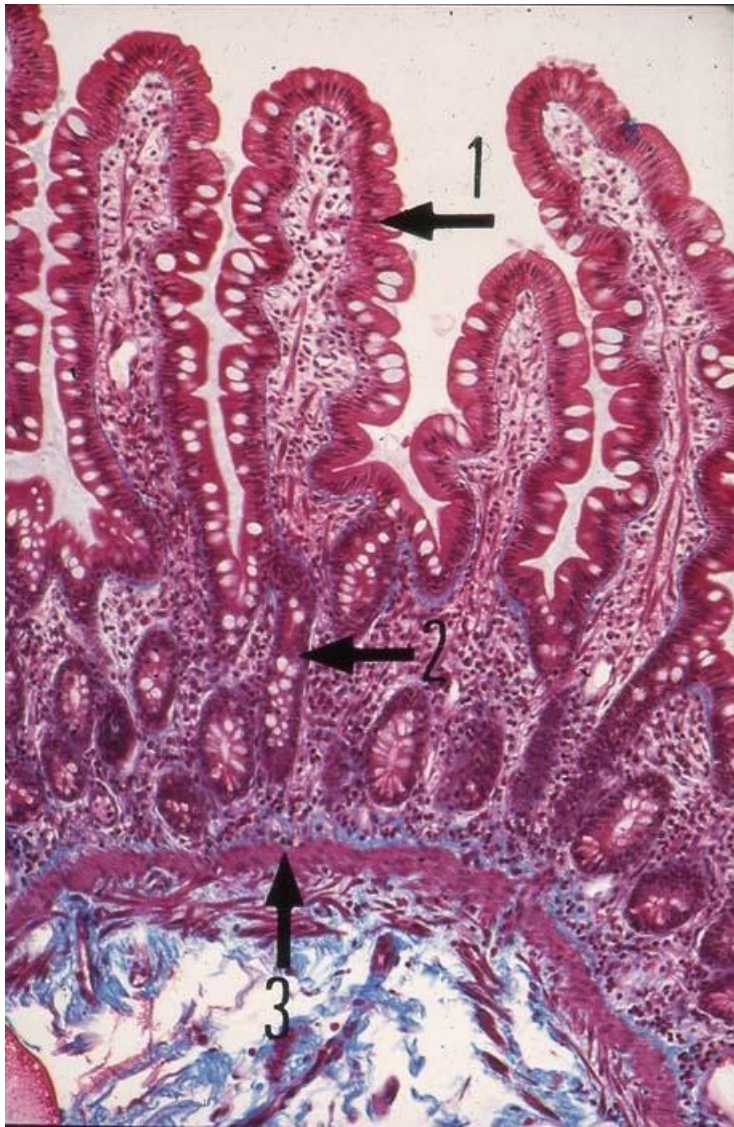
La partie apicale, évasée (1), contient le mucus; le noyau (N) occupe la région basale de la cellule. Les cellules voisines sont les entérocytes (E). Dans le conjonctif: quelques cellules musculaires lisses (M) parmi les cellules conjonctives (C).

Au niveau du duodénum, présence de **glandes de Brunner** qui sécrètent un mucus alcalin, riche en bicarbonate.

Les glandes intestinales, qui sécrètent à peu près 1 à 2 litres de suc intestinal par jour, sont stimulées par l'étirement ou l'irritation de la muqueuse de l'intestin grêle par le passage du chyme acide.

L'épithélium se renouvelle tous les 5 jours en moyenne.



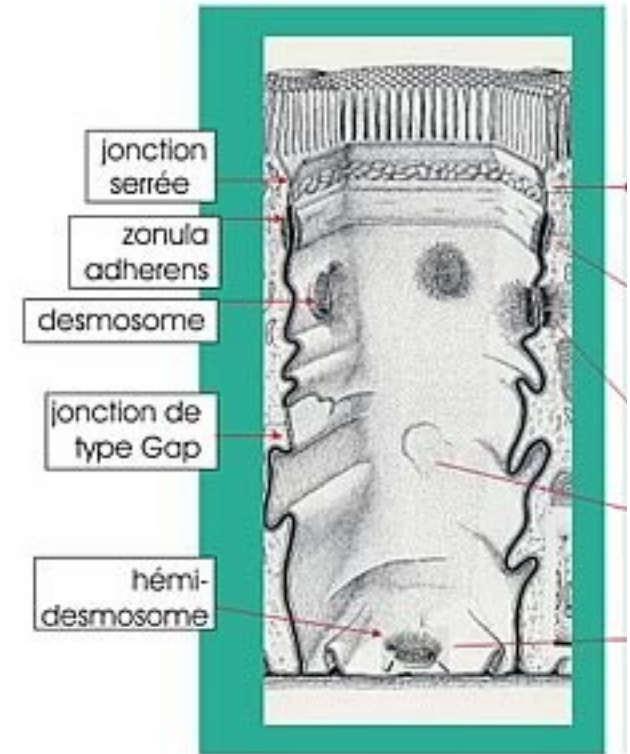


## ENTEROCYTE = cellule absorbante

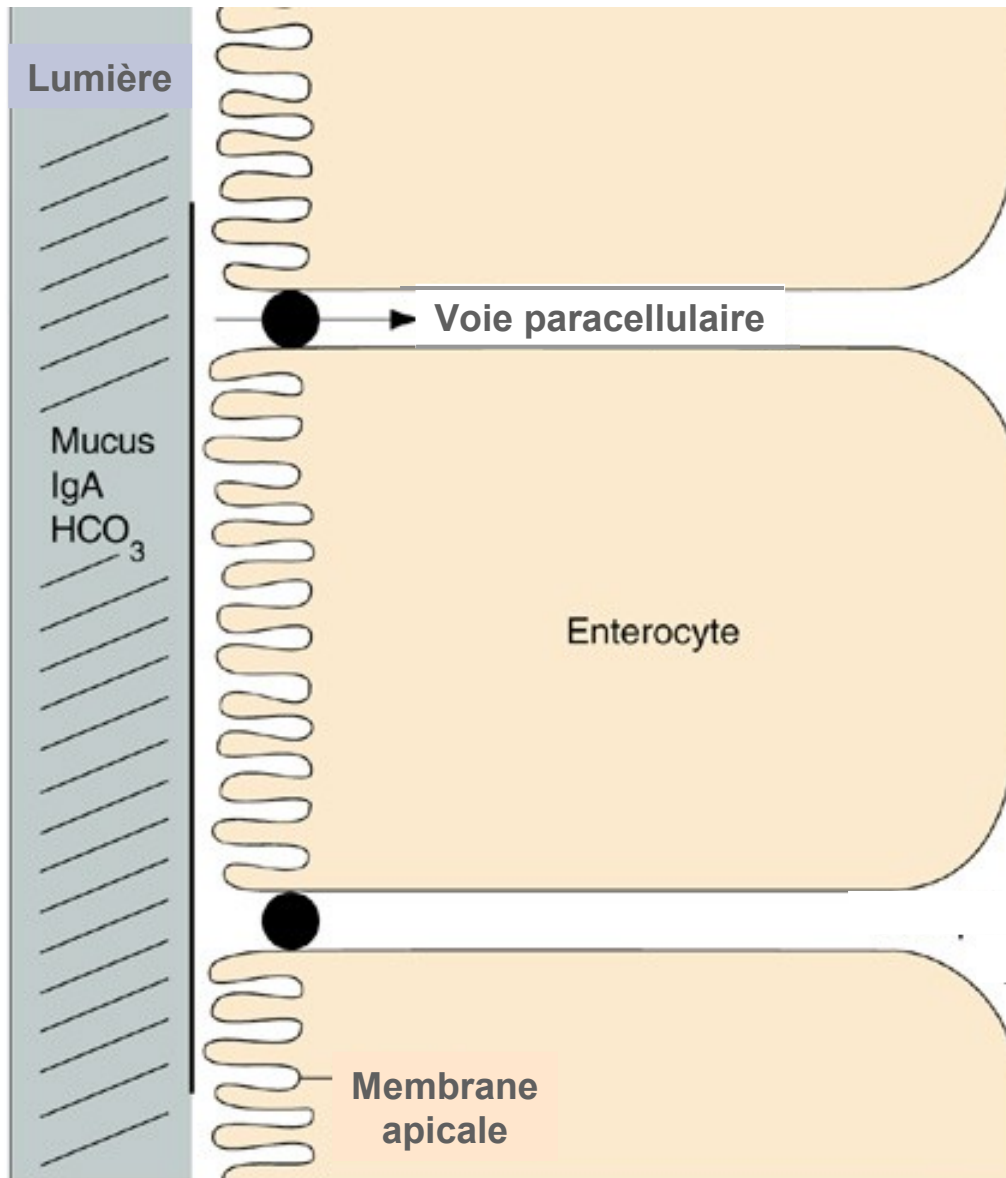
La membrane plasmique au pôle apical a une bordure en brosse faite de microvillosités. Elles contiennent des enzymes et des transporteurs.

La membrane du pôle basolatéral est comme celle des autres cellules.

La jonction et l'adhérence entre les pôles apicaux des entérocytes est la jonction serrée (tight junction)



# Mécanismes d'absorption à travers la muqueuse intestinale

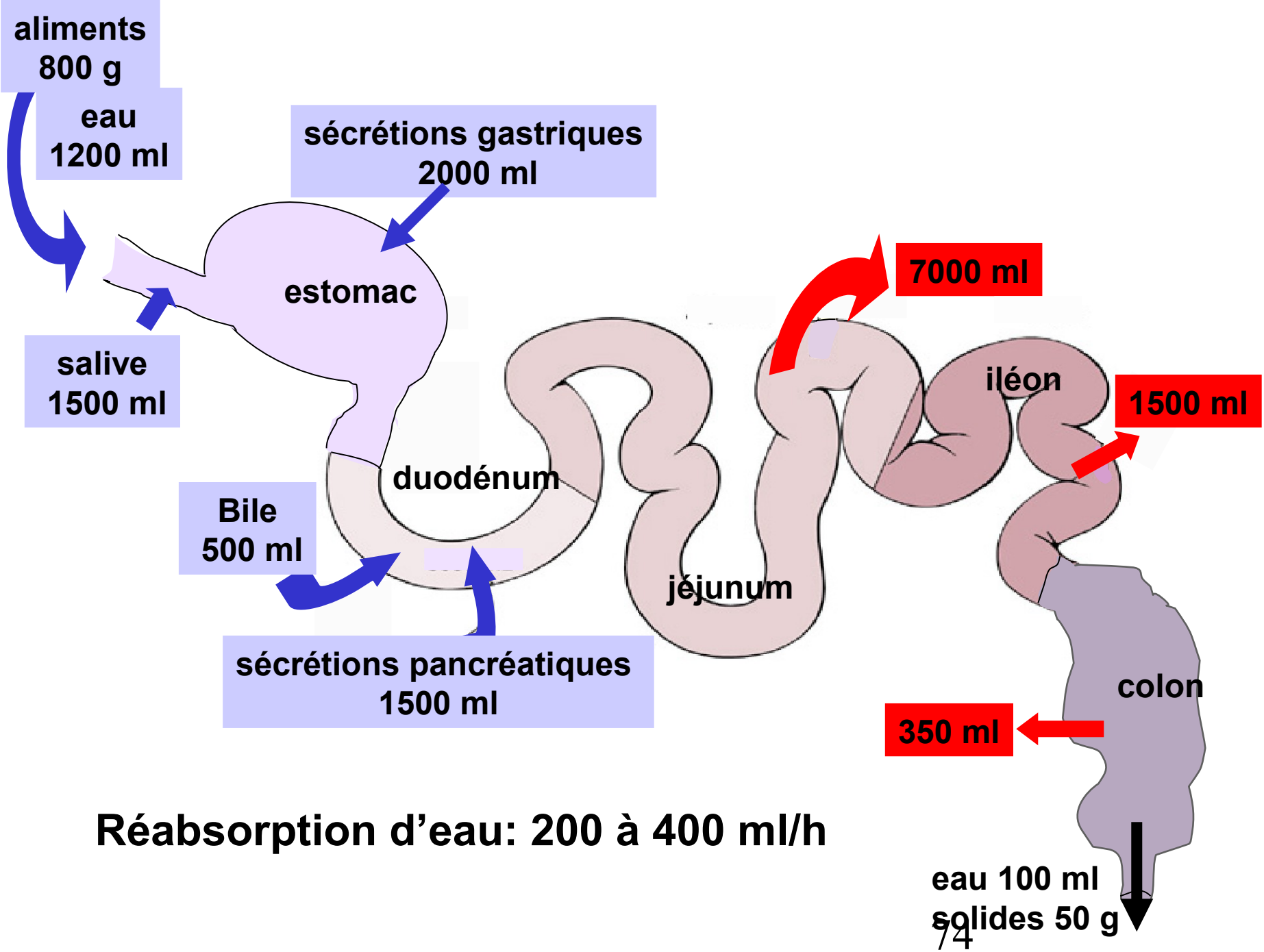


- diffusion et filtration : selon un gradient de concentration, électrochimique ou de pression

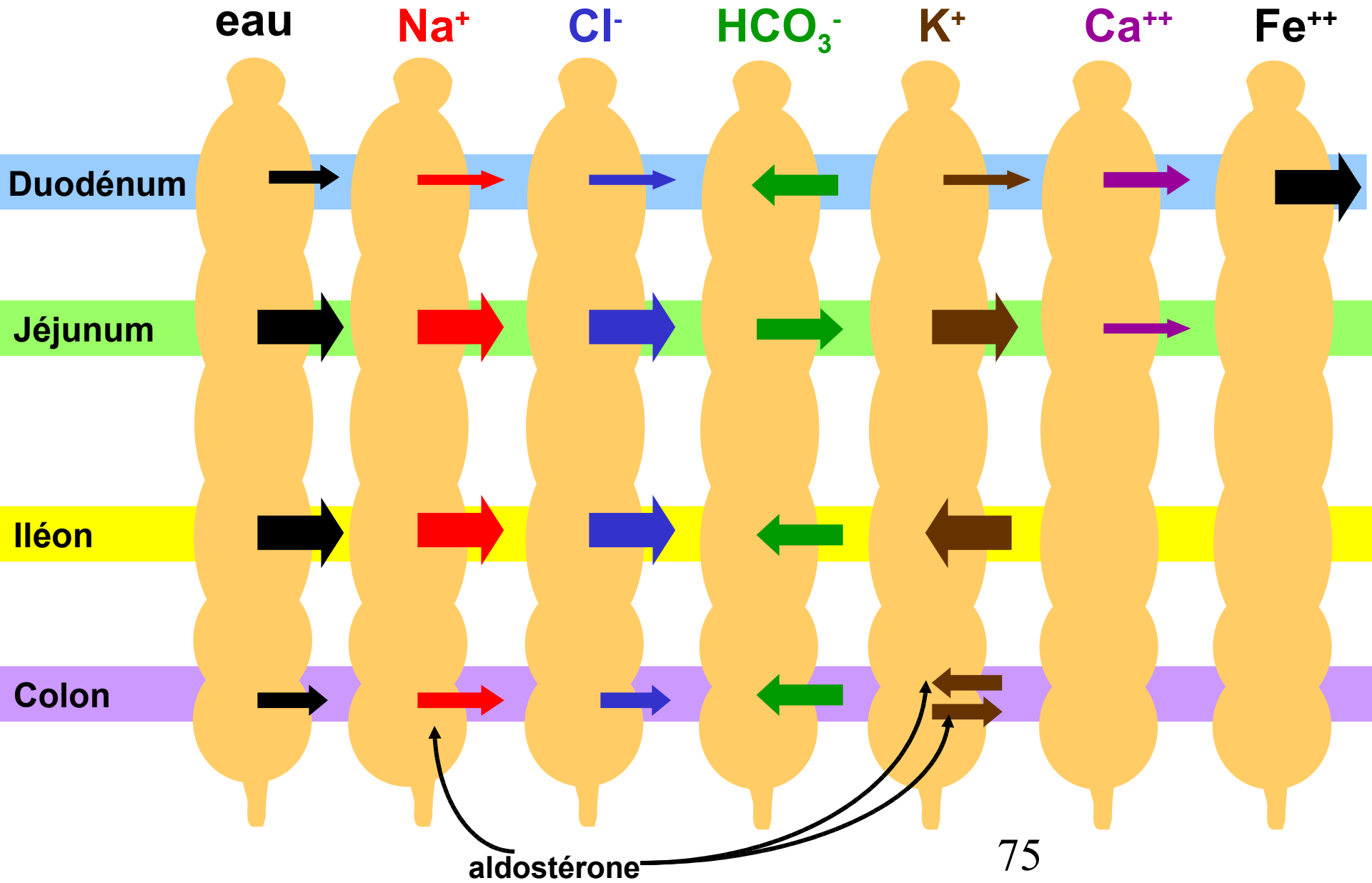
- transport facilité : combinaison avec un transporteur

- transport actif : consommation de l'énergie

# **1- Absorption de l'eau et des principaux électrolytes et minéraux**



# MOUVEMENTS de l'EAU et des principaux IONS




## L'absorption d'eau

Il pénètre chaque jour dans l'intestin grêle d'un homme adulte normal entre 5 et 10 litres d'eau: boissons, aliments et sécrétions salivaire, gastrique, pancréatique, biliaire et intestinale.

Moins de 0,5 litre quitte l'intestin par le colon,

→ donc l'intestin grêle absorbe l'eau à un débit moyen minimal de 200 à 400 ml par heure.

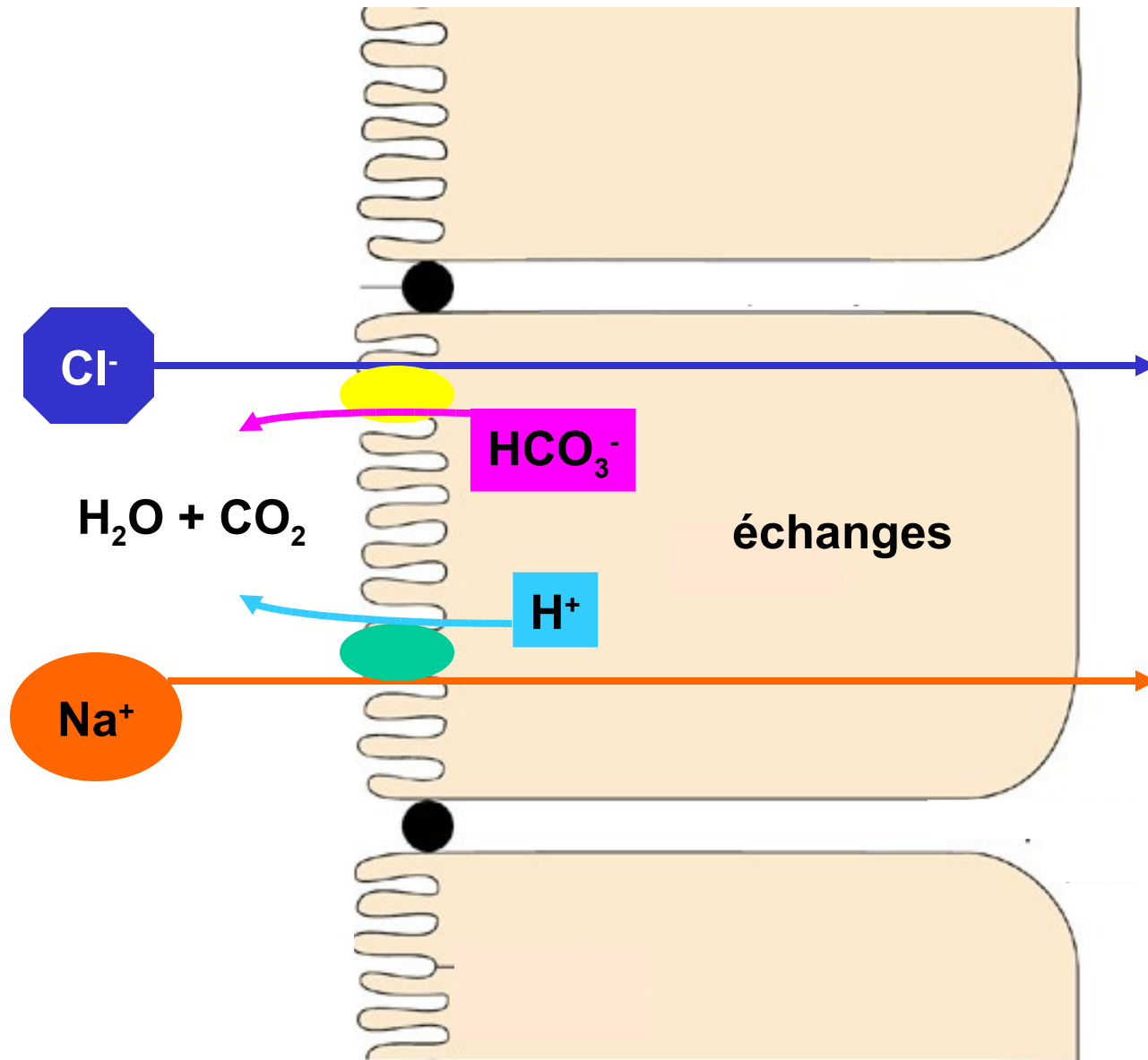
↪ L'eau est absorbée à travers tout l'intestin grêle mais surtout au niveau du jéjunum (où elle suit le sodium) et de l'iléon .

 Dans le duodénum, l'absorption d'eau résulte de l'absorption des composés osmotiquement actifs du repas, principalement le glucose et les acides aminés.

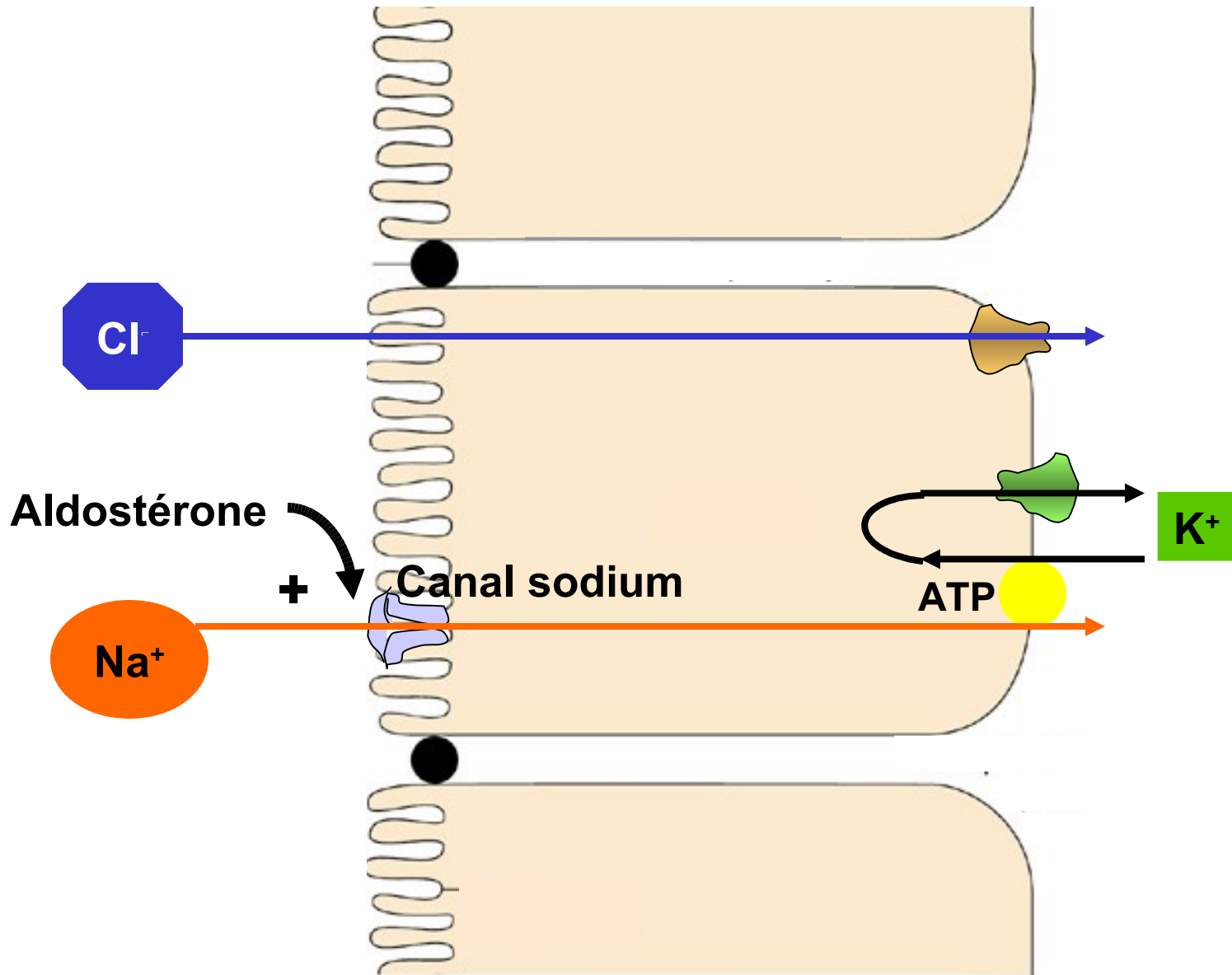
Par ex, l'absorption de 55 g de glucose permet à 1000 ml d'eau d'être réabsorbés.

 Lorsque le bol alimentaire arrive dans l'iléon, presque toute l'eau ajoutée par la sécrétion a été réabsorbée.

# mouvements IONIQUES



# mouvements IONIQUES



*Colon*

↳ L'absorption du **sodium** est quantitativement importante.

Dans le duodénum, elle est massive et se fait par voie intercellulaire selon le gradient osmotique.

Dans l'iléon, cette absorption peut être aussi transcellulaire soit en utilisant la  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPase des entérocytes soit couplée avec l'absorption du glucose ou des acides aminés.

↳ L'absorption du **chlore**: suit le sodium (absorption passive mais transport actif dans l'iléon).

↳ L'absorption nette ou la sécrétion du **bicarbonate** résulte de 2 flux unidirectionnels opposés et dépend du pH intestinal.

L'absorption s'effectue par sécrétion d'acide par la muqueuse jéjunale.

La sécrétion, dans l'iléon (et un peu dans le colon), s'effectue si le contenu intestinal est acide.

↳ L'absorption du **potassium** est soit passive soit active, liée à une  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPase. Au niveau du colon, le potassium est sécrété sous contrôle de l'aldostérone. Lors des diarrhées importantes, il se produit une perte de potassium qui peut avoir des conséquences graves.

↳ Le **Fer** est absorbé dans le duodénum (surtout) et le jéjunum sous forme de fer ferreux (  $Fe^{++}$ ). L'absorption se fait par liaison à des transporteurs spécifiques. Selon les besoins, il peut transiter un certain temps dans les cellules intestinales, lié à la ferritine avant de passer dans le plasma, transporté par la transferrine .

↳ L'absorption de **calcium** a lieu essentiellement dans duodénum soit par diffusion passive soit par transport facilité avec une protéine de liaison du calcium. La vitamine D est nécessaire à l'absorption de calcium. L'hormone parathyroïdienne participe à la régulation du contenu sanguin en calcium (calcémie). L'absorption para cellulaire ( jéjunum et iléon) par diffusion liée au gradient de concentration concerne moins de 20%.

## **2- Absorption des glucides**

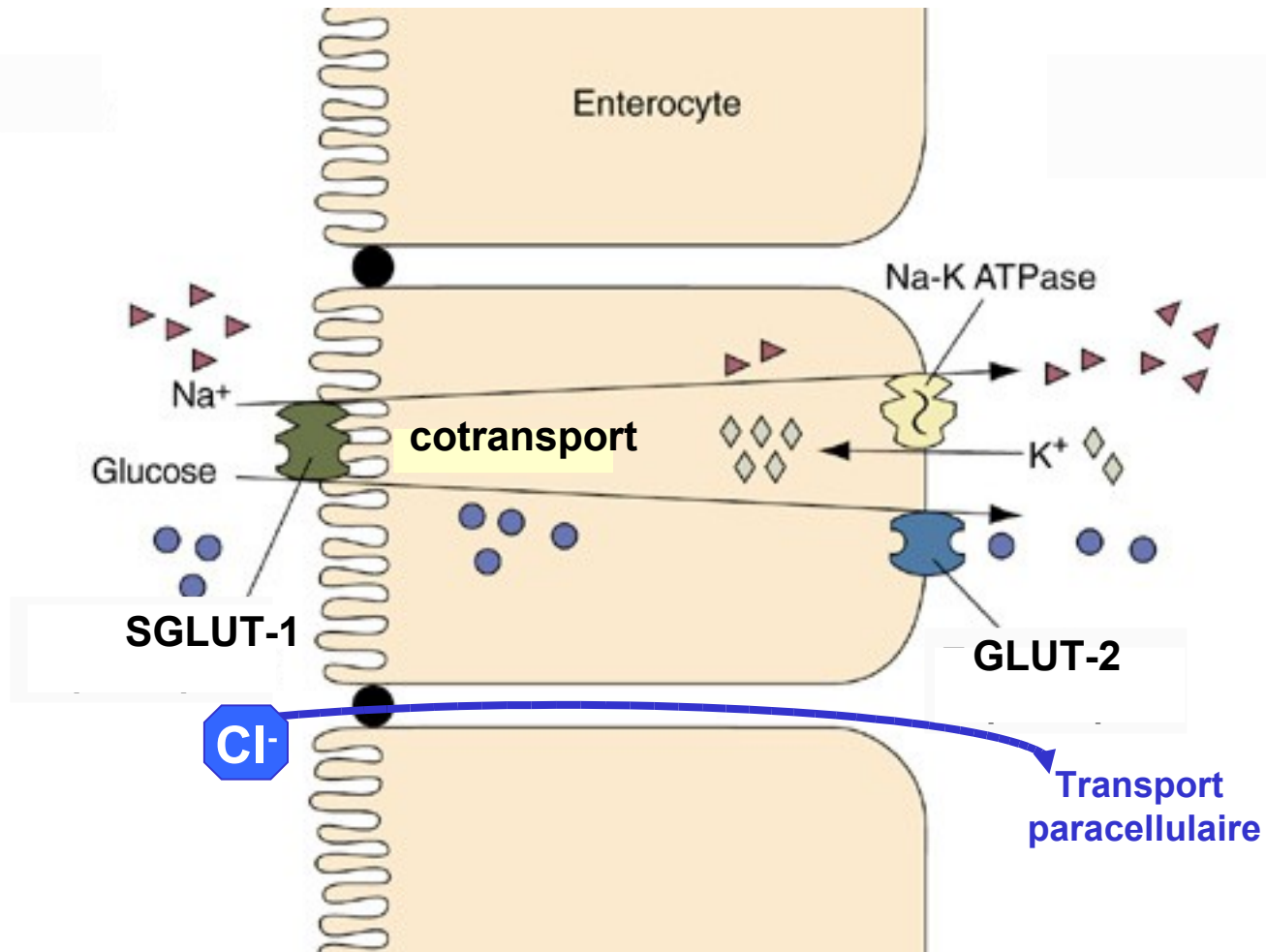
**Les sucres alimentaires sont apportés principalement sous forme de grosses molécules: amidons et celluloses. Les amidons sont hydrolysés par les amylases salivaires et pancréatiques → di-, trisaccharides et dextrines. Ces sucres sont transformés par les enzymes de la bordure en brosse des entérocytes en glucose, fructose et saccharose qui, seuls, peuvent franchir la barrière intestinale.**

**↪ Le glucose et le galactose sont absorbés par un co-transport sodium/glucose (SGLUT-1 sur la bordure en brosse) puis excrétés dans la circulation sanguine par un transport facilité (GLUT-2)**

**↪ Le fructose est absorbé par transport facilité (GLUT-5) et sécrété comme le glucose.**

**↪ les celluloses sont fermentées par les bactéries Coliques → acides gras volatiles, hydrogène et CO<sub>2</sub>**

# ABSORPTION du GLUCOSE et mouvements IONIQUES



*duodénum (x3) > jéjunum > iléon*

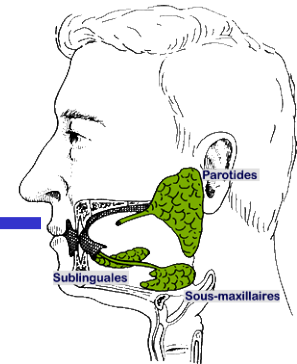
*Sucres absorbés* → *veine porte* → *foie*  
*transformés par la flore colique* 85



# ABSORPTION des GLUCIDES

amidons

amilase salivaire

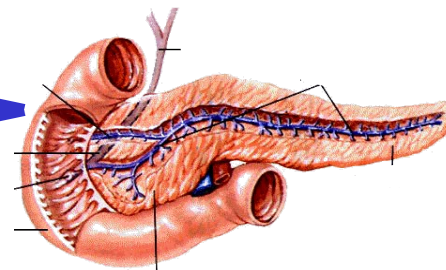


250-800 g/j

glucose

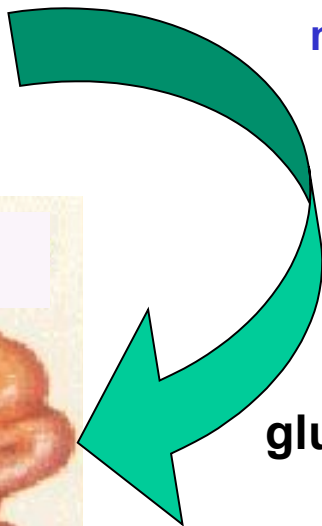
amilase pancréatique

maltase etc..



saccharose

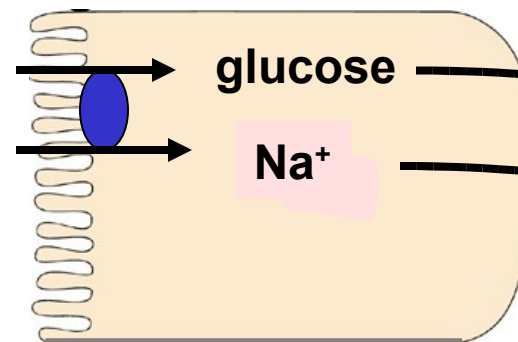
lactose



circul. générale

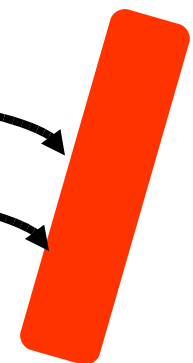
glucose

Na<sup>+</sup>



glucose

Na<sup>+</sup>



# Digestion des glucides

<b>Substrat</b>	<b>Enzyme</b>	<b>Site d'action</b>	<b>Produit de digestion</b>
<b>Amidon</b>	<b>Amylase salivaire</b>	<b>Bouche</b>	<b>Oligosaccharides et maltose</b>
<b>Maltose</b>	<b>Maltase (sur la bordure en brosse)</b>	<b>Intestin grêle</b>	<b>glucose</b>
<b>Saccharose (sucrose)</b>	<b>Saccharase (sur la bordure en brosse)</b>	<b>Intestin grêle</b>	<b>Glucose et fructose</b>
<b>Lactose</b>	<b>Lactase (sur la bordure en brosse)</b>	<b>Intestin grêle</b>	<b>Glucose et galactose</b>

## **3- Absorption des protéines**

**La digestion des protéines commence dans l'estomac sous l'action de l'HCl et de la pepsine. Elle se poursuit par l'action des protéases pancréatiques qui libèrent des peptides et des acides aminés libres. Elle est complétée par l'action des peptidases de la bordure en brosse pour donner des acides aminés et des di- ou tripeptides qui, seuls, sont absorbés.**

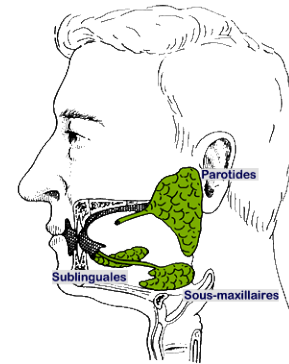
**↳ Il existe au moins 7 transporteurs ≠ des AA sur la membrane apicale des entérocytes soit dépendants du gradient de Na<sup>+</sup> (cotransport sodium/acide aminé) soit indépendants du sodium (transport facilité)**

**↳ Les di- et tripeptides traversent la bordure en brosse par transport spécifique dépendant d'un gradient de H<sup>+</sup> (cotransport H<sup>+</sup>/peptide).**

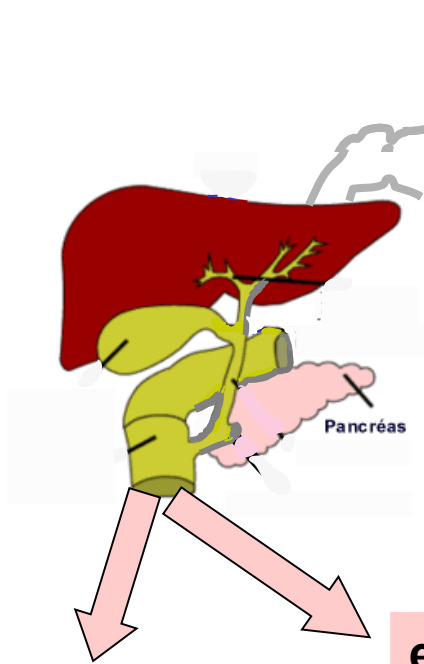
**↳ Les AA sont soit utilisés par l'entérocyte soit libérés dans la circulation sanguine par des transporteurs**

# ABSORPTION des PROTEINES

70-100

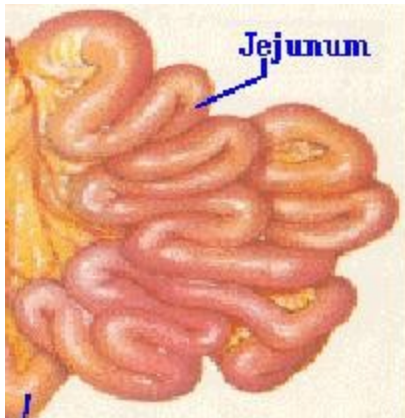


HCl  
pepsine



enzymes

$\text{HCO}_3^-$



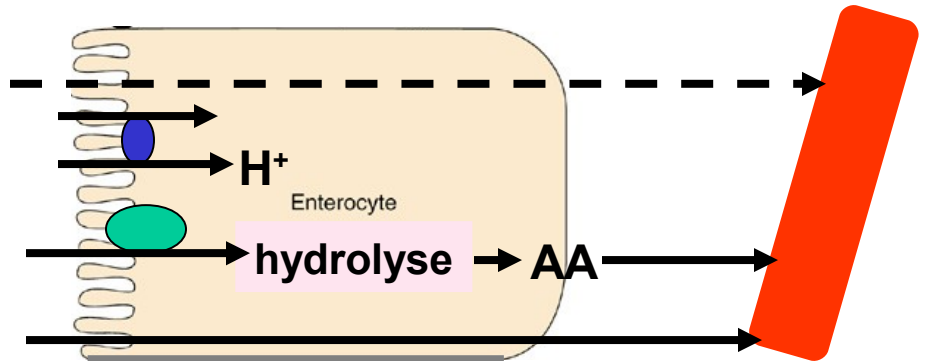
Jejunum

circul. générale

Polypeptides

di et tripeptides

AA



## Digestion des protéines

<b>Substrat</b>	<b>Enzyme et source</b>	<b>Site d'action</b>	<b>Produit de digestion</b>
<b>Protéine</b>	<b>Pepsine (estomac)</b>	<b>Estomac</b>	<b>Gros polypeptides</b>
<b>Gros polypeptides</b>	<b>Trypsine chymotrypsine (pancréas)</b>	<b>Intestin grêle</b>	<b>Petits polypeptides</b>
<b>Petits polypeptides</b>	<b>Enzymes intestinales <sup>1</sup></b>	<b>Bordure en brosse (microvillosités)</b>	<b>Acides aminés</b>

**1 : carboxypeptidase, aminopeptidase, dipeptidase**

# Digestion des acides nucléiques

**ADN ou ARN**

*nucléase  
pancréatique*

**Nucléotides**

*enzyme de la  
bordure en brosse*

**pentose  
+ bases azotées (A-G-C-T-U)  
+ ions phosphate**

## **4- Absorption des lipides**

**Les lipides alimentaires sont constitués essentiellement de triglycérides (++) , phospholipides et cholestérol.**

**↳ La digestion commence dans l'estomac dont les mouvements favorisent l'émulsion lipidique et l'action de la lipase gastrique.**

**↳ Lors du passage dans le duodénum, la bile continue l'émulsification et les enzymes pancréatiques (lipase, colipase...) poursuivent la transformation des molécules.**

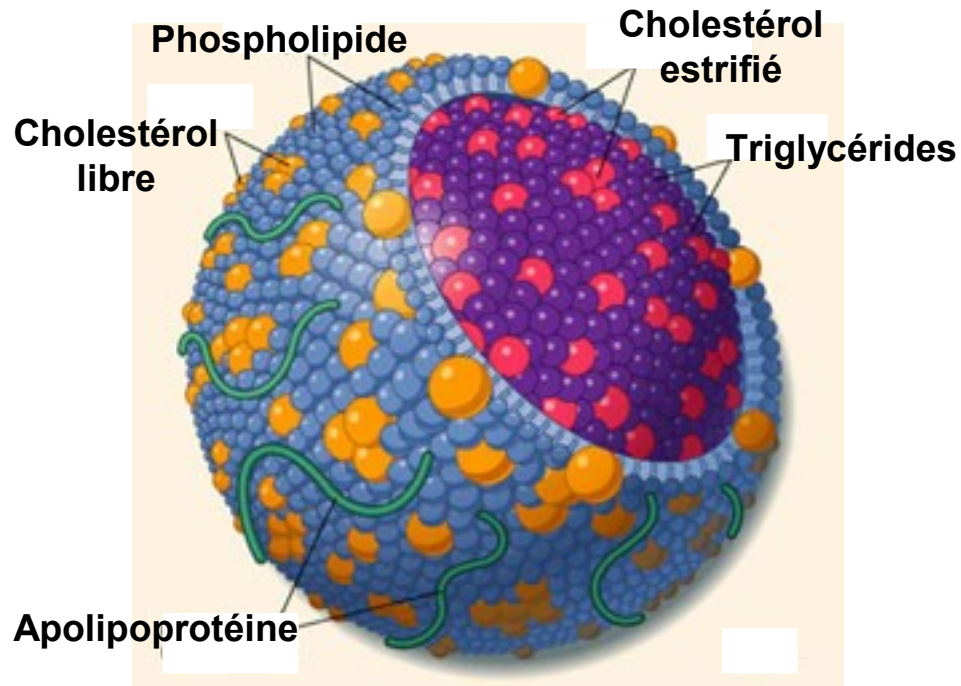
**↳ Les produits de la lipolyse (non hydrosolubles) forment des micelles avec les sels biliaires. Ces micelles mixtes contiennent des acides gras, des monoglycérides, du cholestérol et des phospholipides. Elles sont transportées jusqu'aux entérocytes où les substrats lipidiques sont transférés par diffusion passive.**

↳ Dans les entérocytes, des protéines transfèrent les substrats lipidiques dans le réticulum endoplasmique où les triglycérides, esters de cholestérol et phospholipides sont resynthétisés puis assemblés en lipoprotéines (liaison à des apoprotéines):

- **les chylomicrons**: volumineuses structures contenant presque exclusivement des triglycérides
- **les VLDL** (very low density lipoprotein) contenant triglycérides, cholestérol, phospholipides et protéines.

↳ L'excrétion des lipoprotéines se fait au pôle basal de l'entérocyte par exocytose. Les chylomicrons (produits surtout après la digestion) passent dans la circulation lymphatique avant de regagner la circulation sanguine. Les VLDL peuvent pénétrer directement dans les capillaires sanguins des villosités.

# Représentation d'un chylomicron

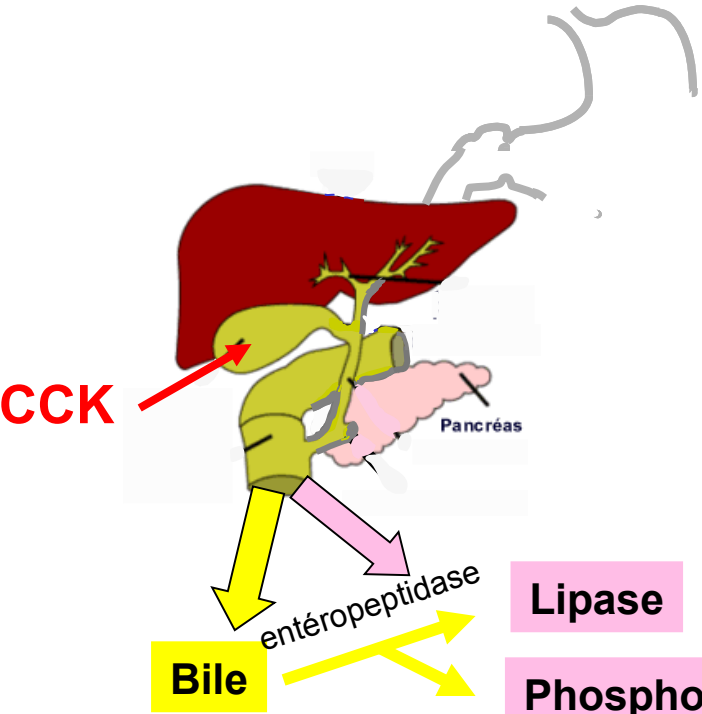
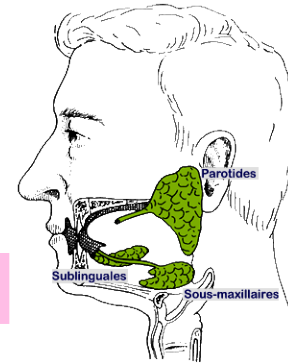


# ABSORPTION des LIPIDES



60-150 g/j

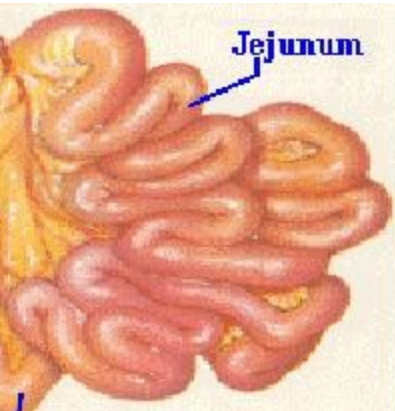
lipase salivaire



Lipase

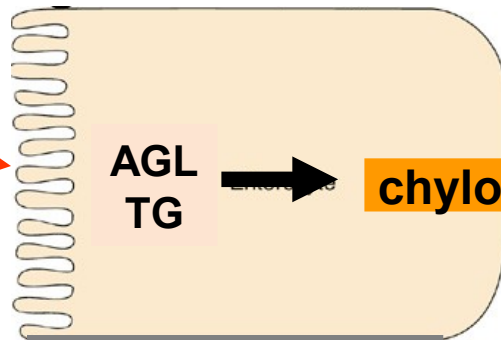
Phospholipase

circul. lymphatique

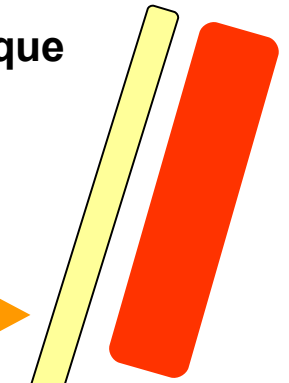


Jejunum

micelles



chylomicrons



circul. générale

## **5- Absorption des vitamines**

# Les vitamines hydrosolubles

**C** absorbée par co-transport avec sodium

**B1** transporteur spécifique

**B2** mécanisme saturable

**B6** diffusion passive

**B12** dans l'estomac, elle se lie au facteur intrinsèque (FI). Le complexe B12-FI va jusqu'à l'iléon où il est absorbé par un récepteur spécifique. La sortie de la cellule vers le sang se fait grâce à une protéine de transport, la transcobalamine II.

**Acide folique et folates** absorption surtout dans le jéjunum par mécanisme saturable

# **Vitamines liposolubles (ADEK)**

**sous formes de micelles**

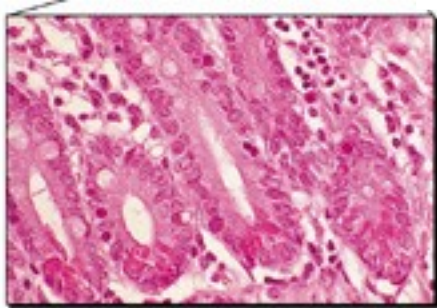
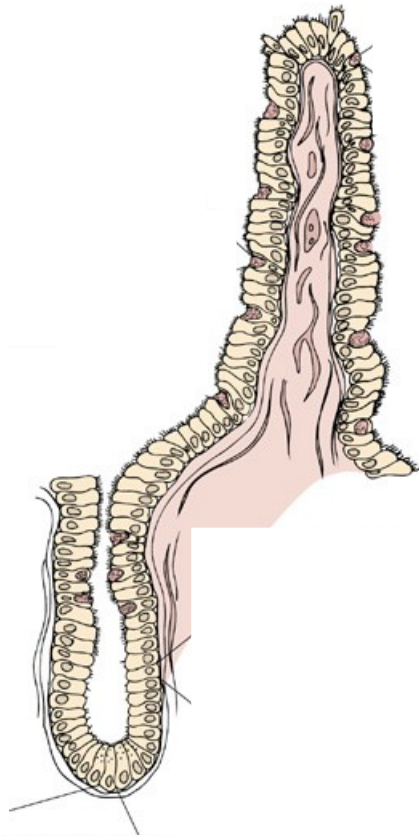
# LE SYSTEME DE DEFENSE INTESTINAL

↳ **Un système non spécifique : flux intestinal , mucus, couche aqueuse, desquamation, polynucléaires etc..**

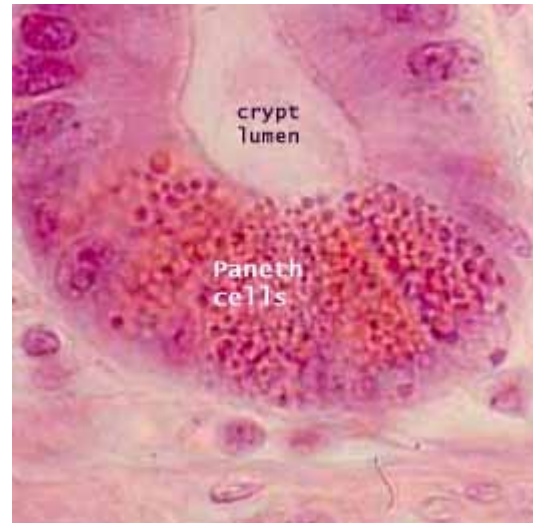
↳ **Les cellules de Paneth: elles se situent au fond des cryptes qui entourent les villosités; elles contiennent des granules de sécrétion qu'elles déchargent dans la lumière de l'intestin grêle quand il y a des aliments et/ou des bactéries.**


**Elles sécrètent une enzyme qui dégrade la paroi bactérienne, et sont, aussi, riches en Ig G et IgA.**

**Elles protègent donc le grêle de la pullulation bactérienne.**



**Cellules de Paneth**



 **Un système immunitaire spécifique (galt = Gut Associated Lymphoid Tissue) qui, entre autres, informe le système immunitaire général.**

**60% de la masse lymphoïde de l'organisme se situe au niveau de l'épithélium digestif.**

**Il sécrète une Ig A sécrétoire qu'on ne trouve que là, et qui a un rôle clé dans la lutte contre les micro organismes et dans la « tolérance immunitaire ».**

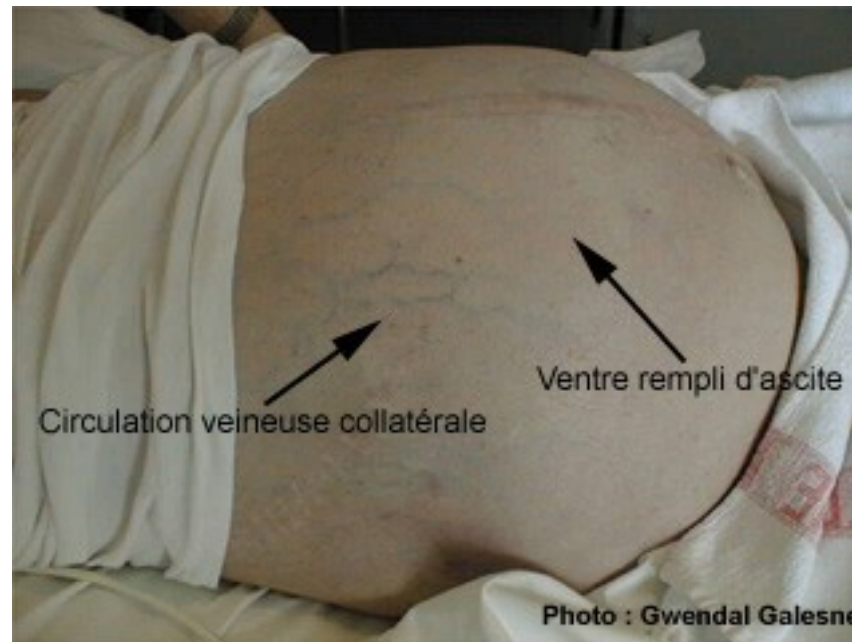
# Quelques notions de pathologies

## Ascite

Accumulation anormale de liquide dans la cavité péritonéale.

On doit donc retirer le liquide avec une aiguille.

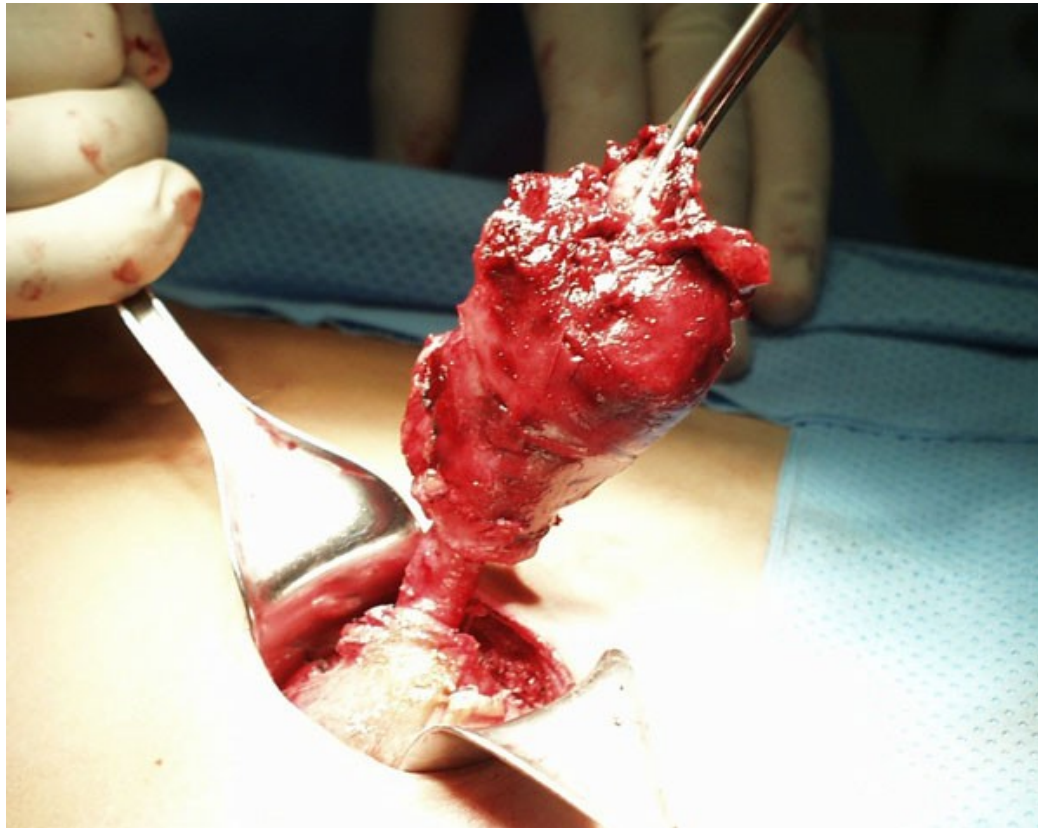
Les causes sont l'hypertension portale, la cirrhose du foie, certaines cardiopathies et maladies rénales.



## Appendicite

Inflammation de l'appendice vermiforme → ischémie → gangrène (nécrose et dégradation) de l'organe.

Si l'appendice éclate, les fèces vont contaminer la cavité abdominale, provoquant une péritonite.



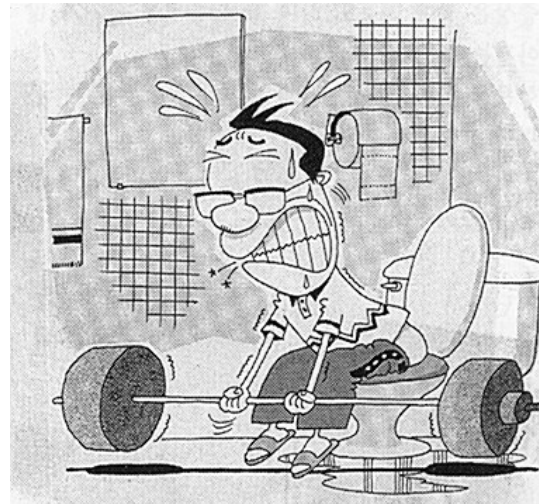
## Constipation

Le contenu du gros intestin ne bouge pas assez, donc beaucoup d'eau est absorbée.

Les selles deviennent très dures.

Les causes sont :

- Régime pauvre en fibre
- Mauvaise habitude de défécation (répression de l'envie)
- Manque d'exercice
- États émotionnels
- Abus de laxatifs
- Certains médicaments



## **Diarrhée**

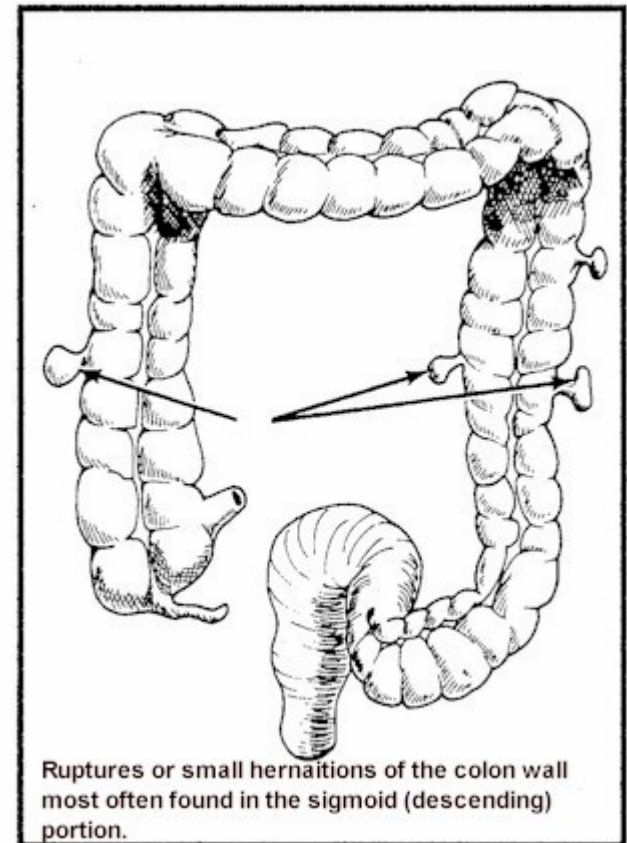
**Passage rapide des résidus de nourriture dans le gros intestin sans qu'il ait eu le temps d'absorber l'eau.**

**Elle entraîne déshydratation et déséquilibre électrolytique → risque d'acidose métabolique suite à la perte de bicarbonate.**

## Diverticulite

= Inflammation des diverticules (hernie de la paroi musculieuse du côlon)

En cas de constipation (par manque de fibres dans l'alimentation), le côlon rétrécit et la contraction des muscles circulaires est plus puissante → augmentation de la pression exercée sur les parois → formation de diverticules.



## **Incontinence**

**Jeune enfant qui ne maîtrise pas le sphincter externe de l'anus**

**Personne qui a subi une section transversale de la moelle épinière**

**Domage au cerveau**

## **La malabsorption**

**est une perturbation de l'absorption des nutriments dont les causes peuvent être multiples et diverses.**

**Elle peut résulter de**

- l'entrave à l'écoulement de la bile ou du suc pancréatique**
- lésions de la muqueuse intestinale**
- réduction de la surface d'absorption**

## **La maladie coéliqua**

**est un syndrome de malabsorption.**

**C'est une maladie auto-immune: au contact du gluten contenu dans l'alimentation, l'organisme fabrique des auto-anticorps qui vont provoquer des lésions à l'origine des troubles.**

**Gluten = constituant de la farine de froment, de blé...  
Il contient la gliadine, protéine responsable de la maladie.  
C'est principalement la muqueuse de l'intestin grêle qui est atteinte.**

**Le gluten endommage les villosités intestinales et réduit la longueur des microvillosités de la bordure en brosse.**

**On doit donc exclure du régime alimentaire les céréales contenant du gluten.**

# **Les Maladies Inflammatoires Chroniques de l'Intestin MICI**

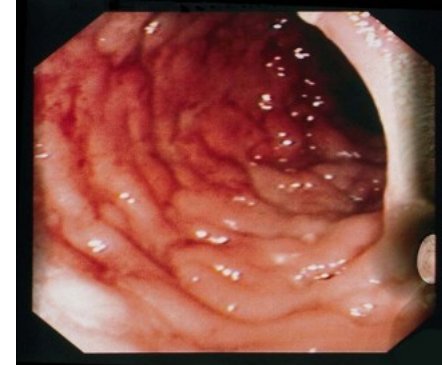
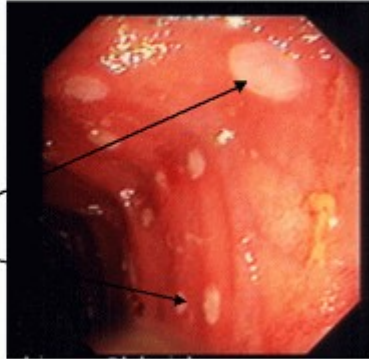
**= inflammation de la paroi d'une partie du tube digestif (par hyperactivité du système immunitaire digestif), entraînant des ulcérations.**

**Maladie chronique avec phases d'activité (ou « poussées ») ± sévères**

**Causes actuellement inconnues donc traitement des poussées mais pas de guérison.**

# Maladie de Crohn pouvant atteindre tous les segments du TD depuis la bouche jusqu'à l'anus.

Maladie de Crohn avec ulcérations aphthoïdes de l'iléon



Muqueuse congestive, boursouflée avec aspect de pseudo polypes.

Pseudopolypes

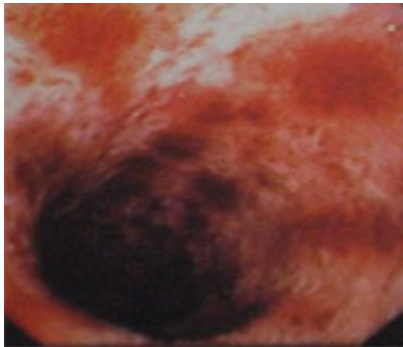
**Rectocolite hémorragique RCH** = Inflammation du rectum et du gros intestin, qui progresse du rectum en direction proximale.

Elle touche la muqueuse et la sous-muqueuse.

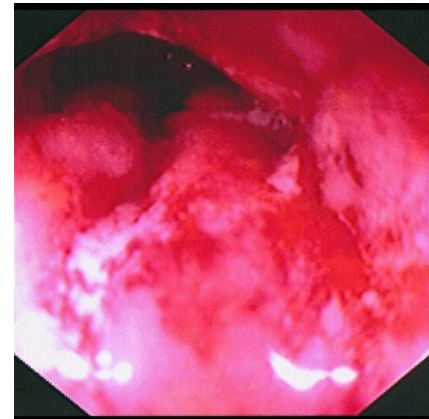
Souvent: ablation chirurgicale du côlon dans les cas chroniques > 10 ans.

Causes génétiques et auto-immunes.

Symptômes : douleur, diarrhée, selles chargées de mucus.



RCH en poussée



Muqueuse congestive et hémorragique recouverte de dépôts muco-purulents.

## **Polypes au niveau du colon**

= formations muqueuses bénignes au niveau du colon.

Risque de cancérisation du colon.

Pas de symptôme.

Le dépistage facilité et la coloscopie (ablation précoce des polypes) doit ↘ le nombre de cancers du colon

