

Le système digestif

Comment participer ?



 [Copier le lien de participation](#)



1

Allez sur
wooclap.com

2

Entrez le
code
d'événement
dans le
bandeau
supérieur

Code d'événement

IVGC25DIGESTION



1

Envoyez **@IVGC25DIGESTION** au **06 44 60 96 62**

2

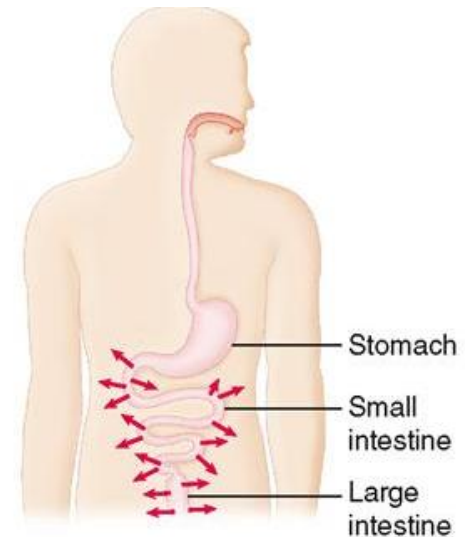
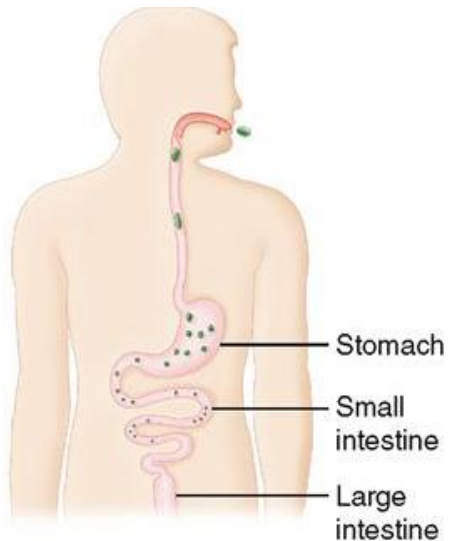
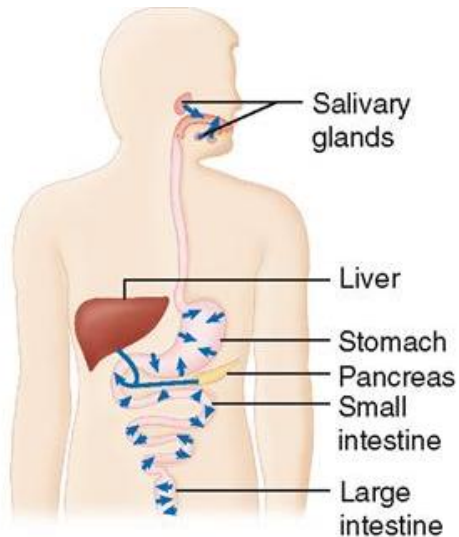
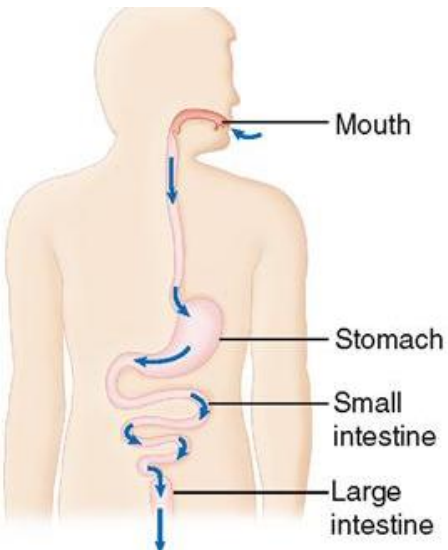
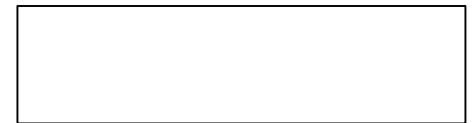
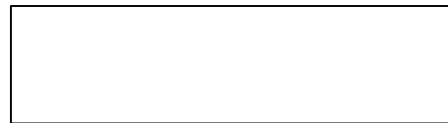
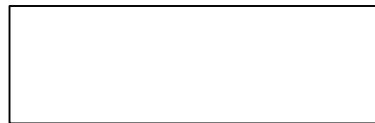
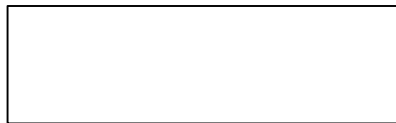
Envoyez votre réponse au même numéro



Désactiver les réponses par SMS

Le système digestif

4 fonctions

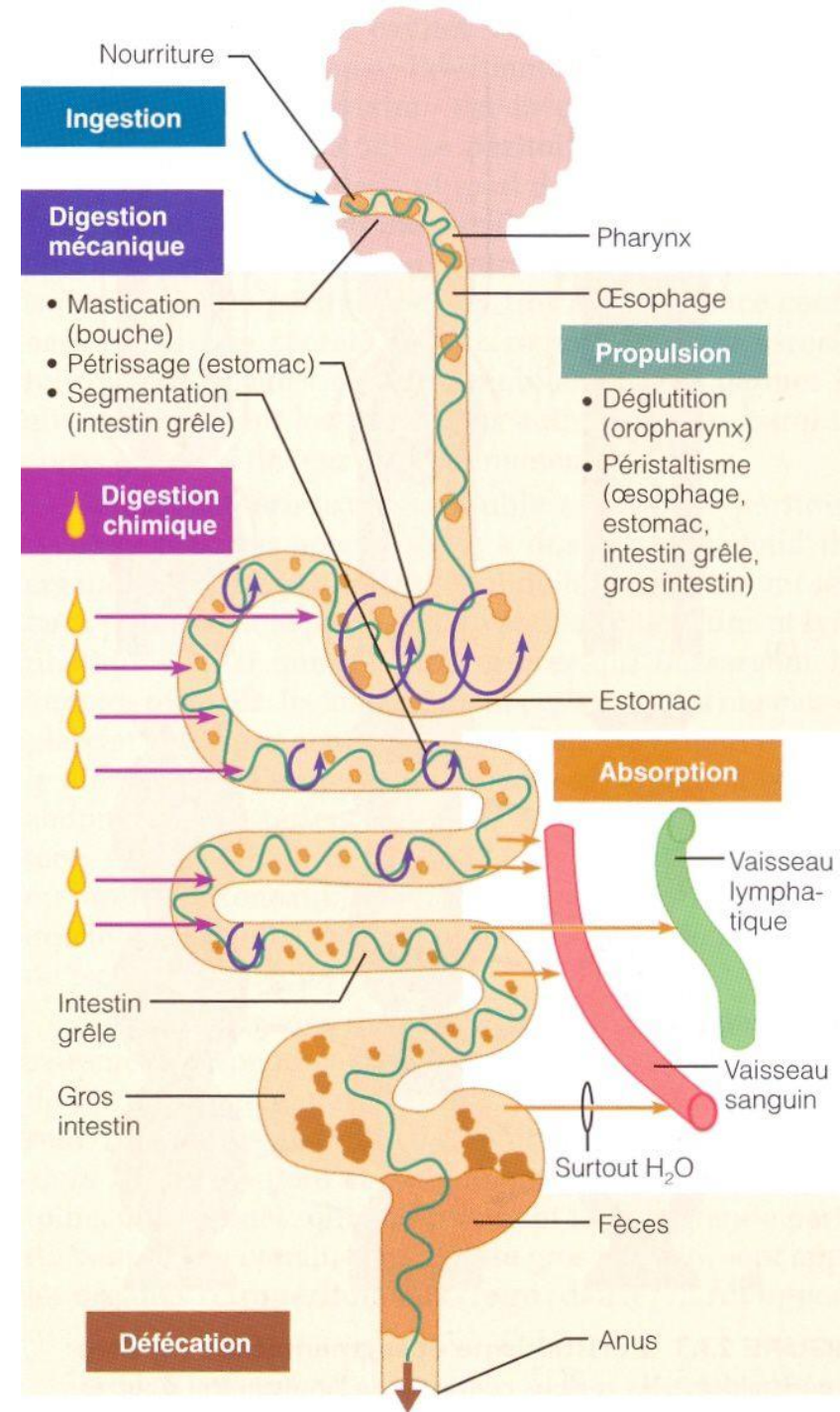


Le système digestif

4 fonctions :

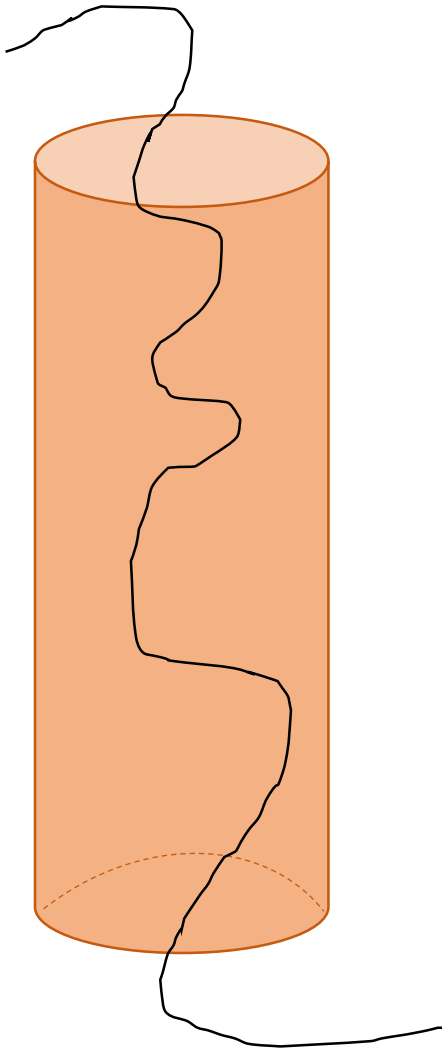
- **Motricité** = ingestion + déglutition + mastication + propulsion + brassage + défécation
- **Sécrétion**
- **Digestion** : digestion chimique + mécanique
- **Absorption**

→ Savoir définir ces 4 fonctions



Le système digestif

Le tube digestif



Expérience : Imaginez une ficelle de plusieurs mètres de longueur. Vous l'avalez et quand elle ressort par l'anus, il vous en reste encore 50 cm au niveau de la bouche.

Objectif : différencier milieu intérieur et milieu extérieur

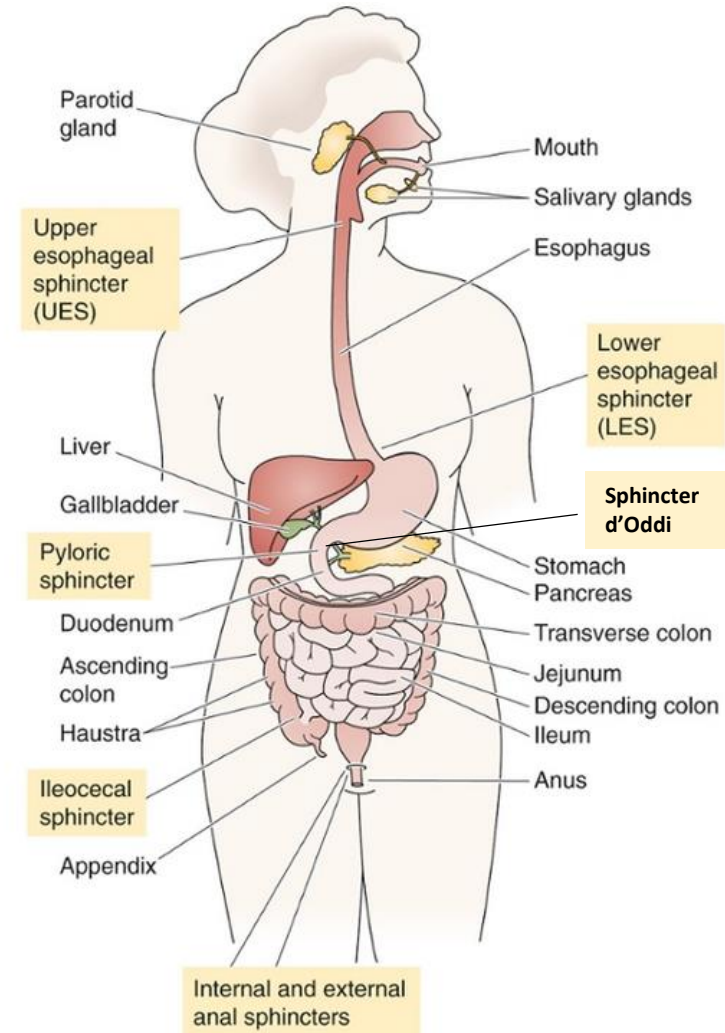
Les différents segments du tube digestif

Bouche et oropharynx : broyage, lubrification, initiation de la digestion des glucides, des lipides, transfert vers l'oesophage

L'estomac stocke le bol alimentaire et amorce la digestion par malaxage et par la sécrétion de protéases et d'acides.

L'intestin grêle poursuit le processus digestif et constitue le 1^{er} site d'absorption

Le colon réabsorbe les fluides et les électrolytes et stocke les matières fécales avant leur expulsion du corps.



Chaque segment est séparé des autres par la présence d'un sphincter permettant ainsi un contrôle spatio-temporel de la digestion.

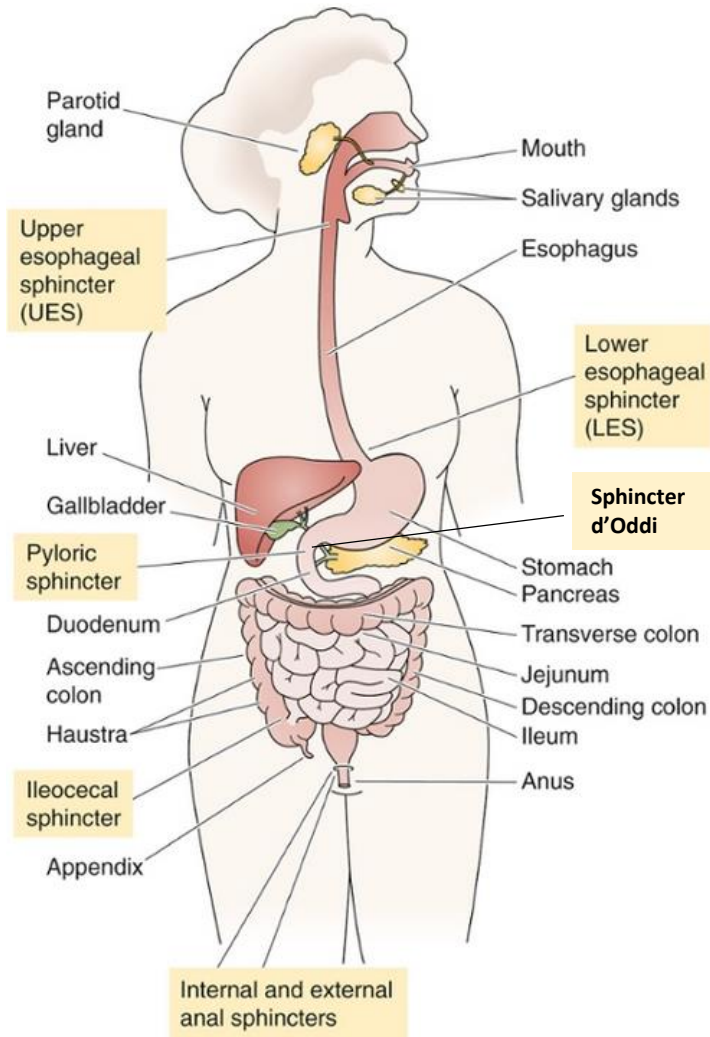
Les différents segments du tube digestif

Les glandes accessoires

Les glandes salivaires produisent des enzymes digestives qui débutent le processus de digestion

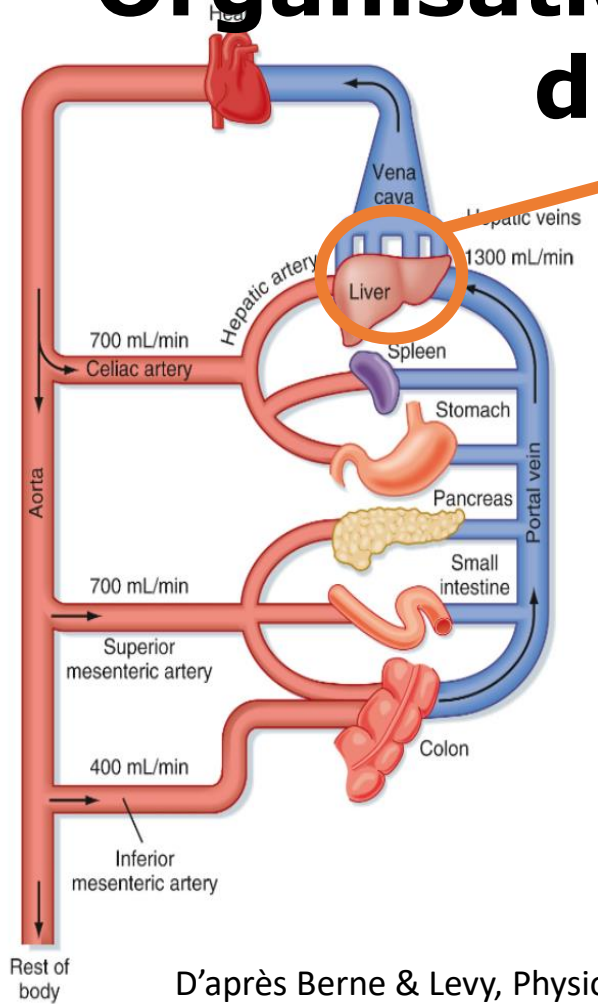
Le foie produit la bile qui est stockée dans la vésicule biliaire et permet la digestion des lipides.

Le pancréas sécrète des enzymes digestives dans le duodenum et du HCO_3^- pour tamponner l'acidité gastrique



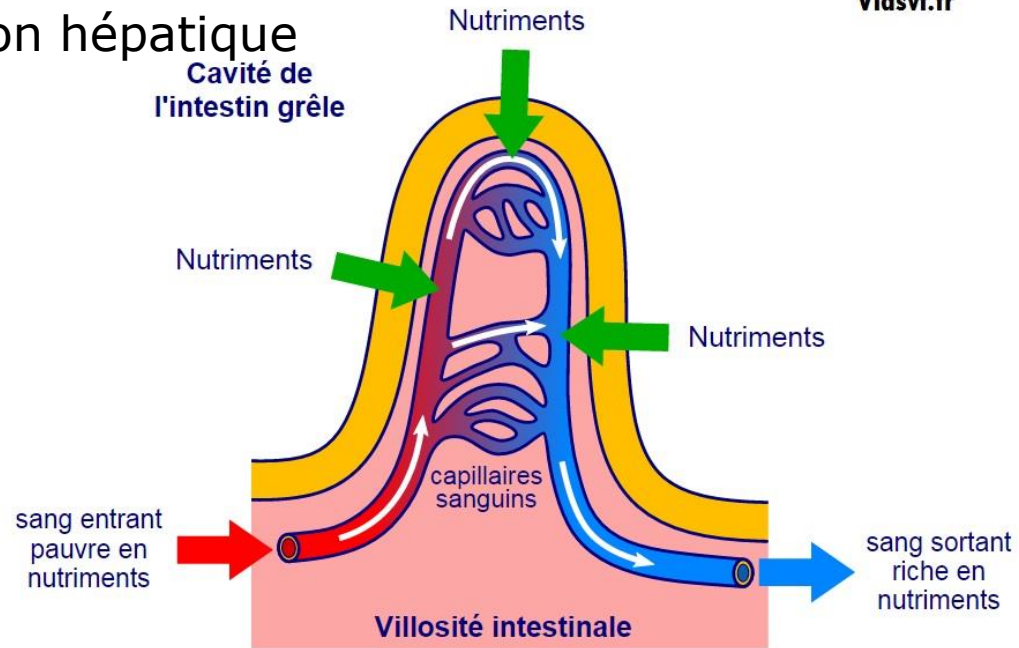
Chaque lieu de sécrétion est séparé des autres par la présence d'un sphincter permettant ainsi un contrôle spatio-temporel de la digestion.

Organisation de la vascularisation du tube digestif



Cas particulier de la circulation hépatique

Cavité de l'intestin grêle



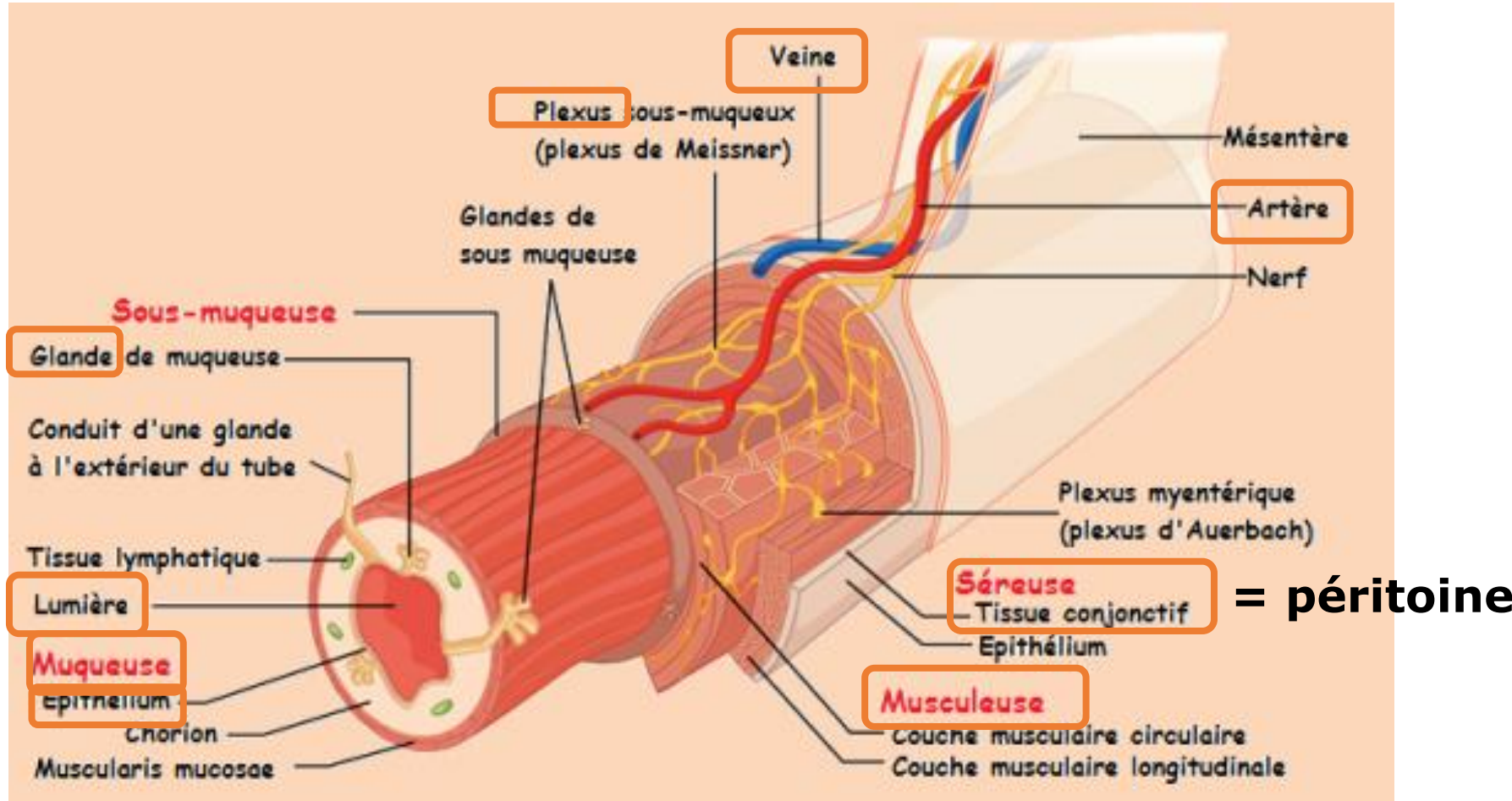
Ces de la microcirculation de l'intestin grêle

D'après Berne & Levy, Physiology

Tous les organes du système digestif sont **irrigués par une artère** qui leur apportent le sang oxygéné. **Une veine les quittent** en drainant le sang vicié. **Le foie** est le **seul organe à être alimenté par une artère ET une veine**.

Les villosités intestinales (siège de l'absorption) sont **très irriguées**

Organisation « générale » de la paroi du tube digestif

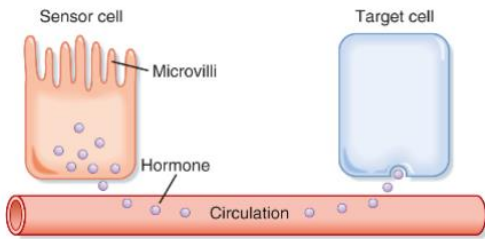


→ Savoir définir les mots encadrés

Régulation des activités du tube digestif

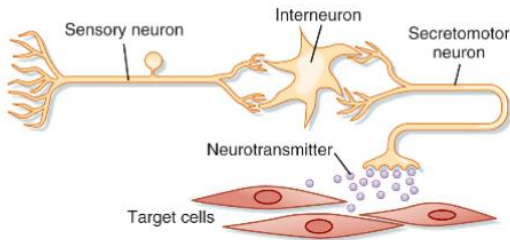
3 modalités de régulations

ENDOCRINE



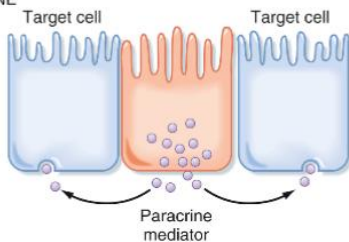
Régulation endocrine grâce à la libération d'**hormones** (molécules qui agissent à distance en passant par la circulation sanguine)

NEUROCRINE



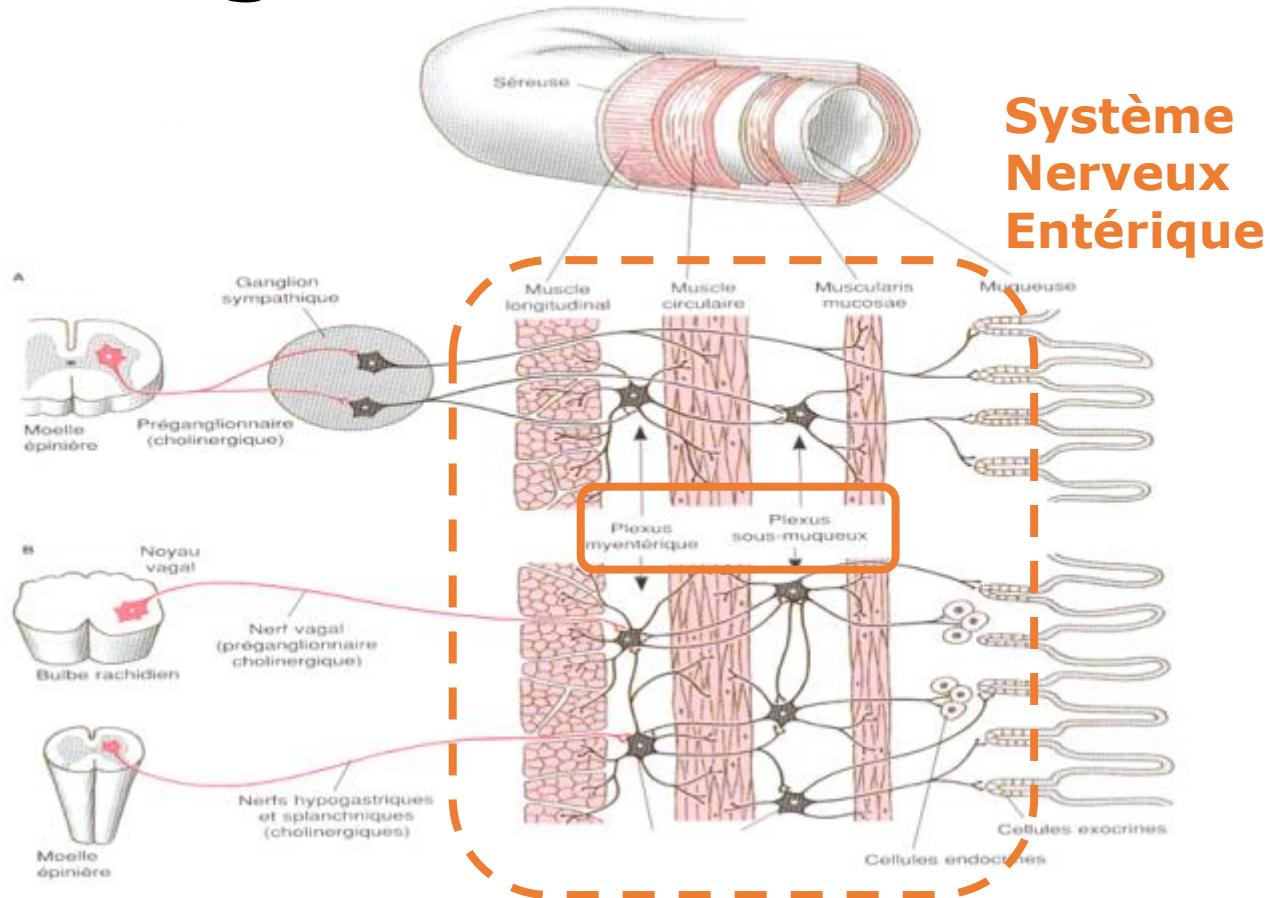
Régulation neurocrine : grâce à la libération de **neurotransmetteurs** par le **système nerveux entérique** (système nerveux de l'intestin)

PARACRINE



Régulation paracrine : grâce à la libération de **molécules libérées localement**.

Organisation de la régulation nerveuse



- Le système nerveux entérique est **en connexion avec le système nerveux central**. Ils disposent également de **cellules autonomes**.
- En raison du **grand nombre de connexions** (synapses) qu'il y a, on l'appelle le **2^{ème} cerveau**

Le système digestif

1-Les sécrétions digestives

- 1-1 La salive
- 1-2 Les sécrétions gastriques
- 1-3 Les sécrétions pancréatiques
- 1-4 Les sécrétions biliaires
- 1-5 Les sécrétions intestinales

2- La digestion des aliments

- 2-1 La digestion mécanique (→ voir § Motricité digestive)
- 2-2 La digestion des protéines
- 2-3 La digestion des lipides

3- L'absorption des nutriments

- 3-1 Les différentes variantes de l'absorption
- 3-2 L'absorption des glucides
- 3-3 L'absorption des peptides
- 3-4 L'absorption des lipides
- 3-5 L'absorption des ions
- 3-6 L'absorption du fer
- 3-7 L'absorption des vitamines

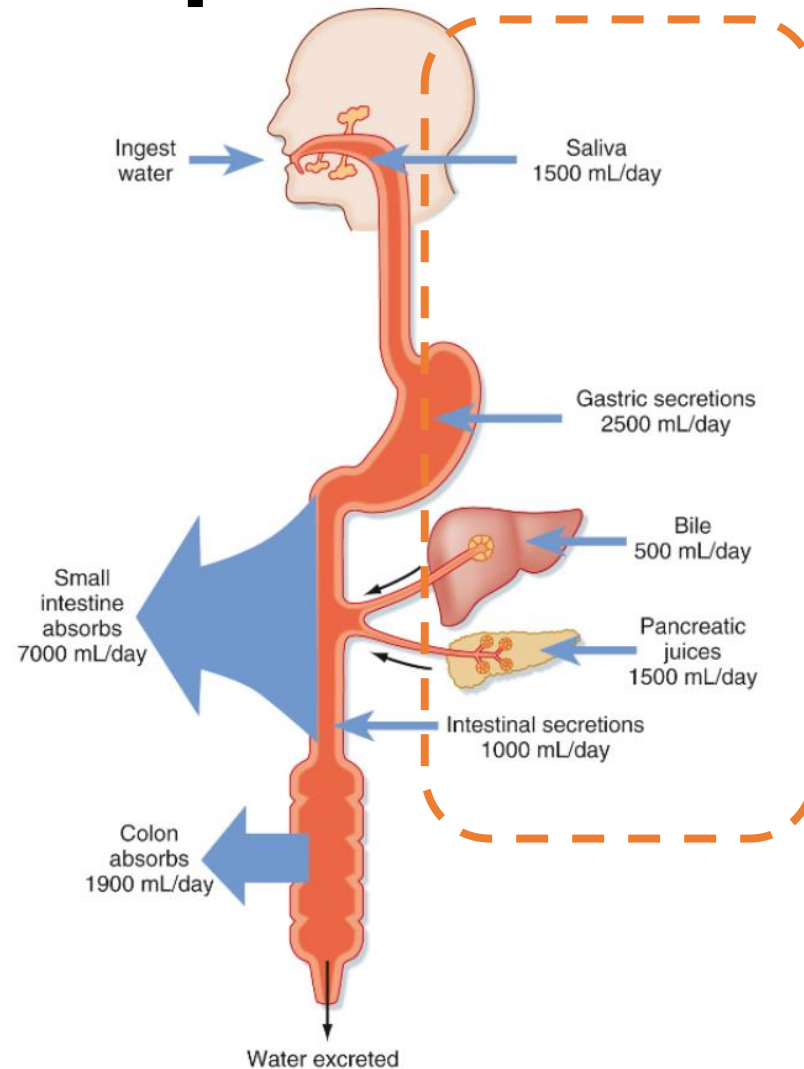
4- La motricité du système digestif

- 4-1 Caractéristiques générales
- 4-2 La motricité bucco-oesophagienne
- 4-3 La motricité gastrique
- 4-4 Le transit dans l'intestin grêle
- 4-5 La motricité colonique
- 4-6 La défécation

CONCLUSION : Et le microbiote ?

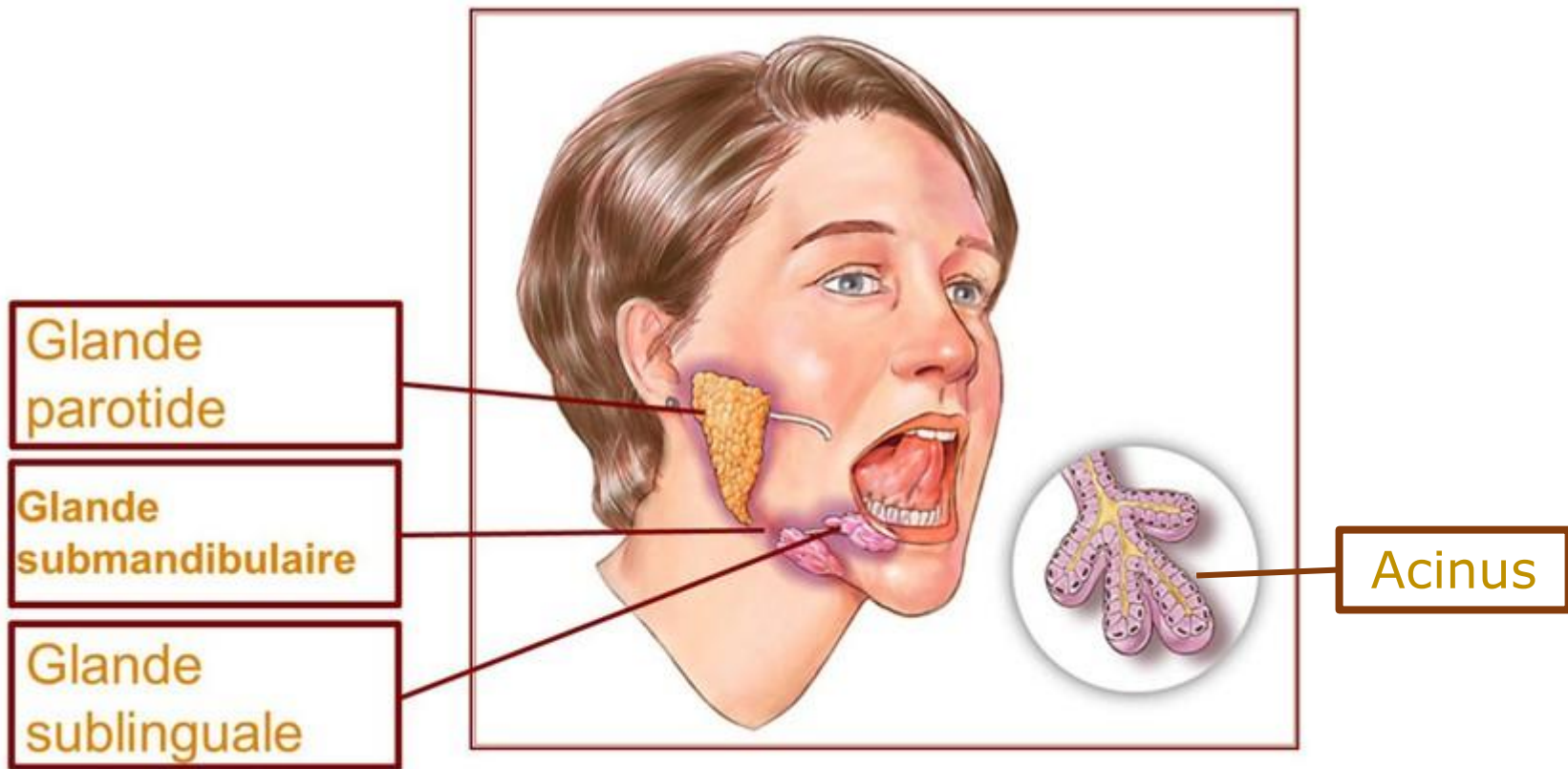
1- Les sécrétions digestives

Quelques chiffres



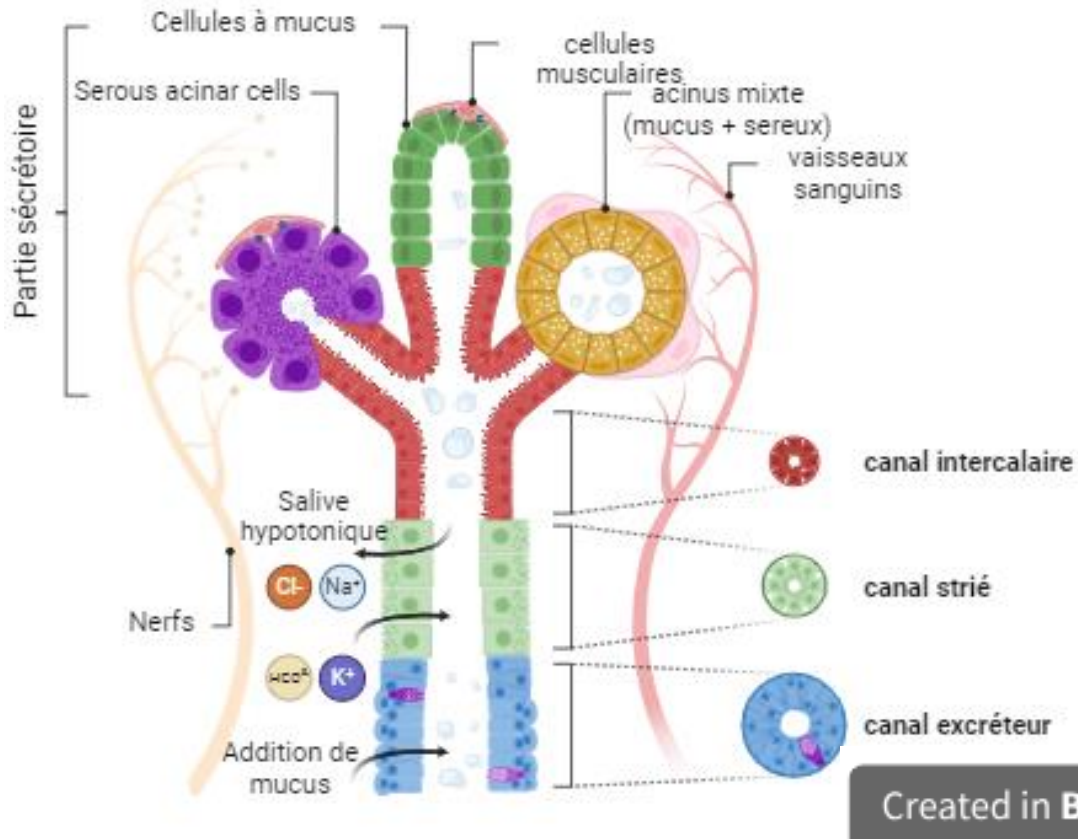
D'après Berne & Levy, Physiology

1-1 La salive – Les glandes salivaires



La salive – Les glandes salivaires

La structure de base est l'**acinus**

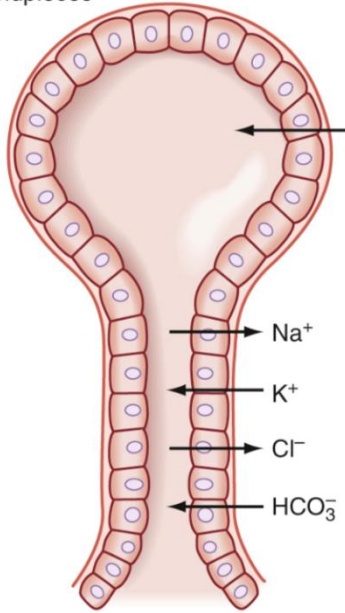


- Un **acinus** peut être constitué de **cellules à mucus** ou de **cellules séreuses** (qui sécrètent des enzymes) ou des 2 types cellulaires.
- mucus + enzyme = salive
- Les cellules qui bordent le canal excréteur sont appelées **cellules**

La salive – Les glandes salivaires

Production et composition de la salive

Endpieces



1. Production de salive primaire :

- **Enzymes** : l'amylase et la lipase salivaire
- **Ions + eau +/- mucus**
- **Isotonique au plasma**

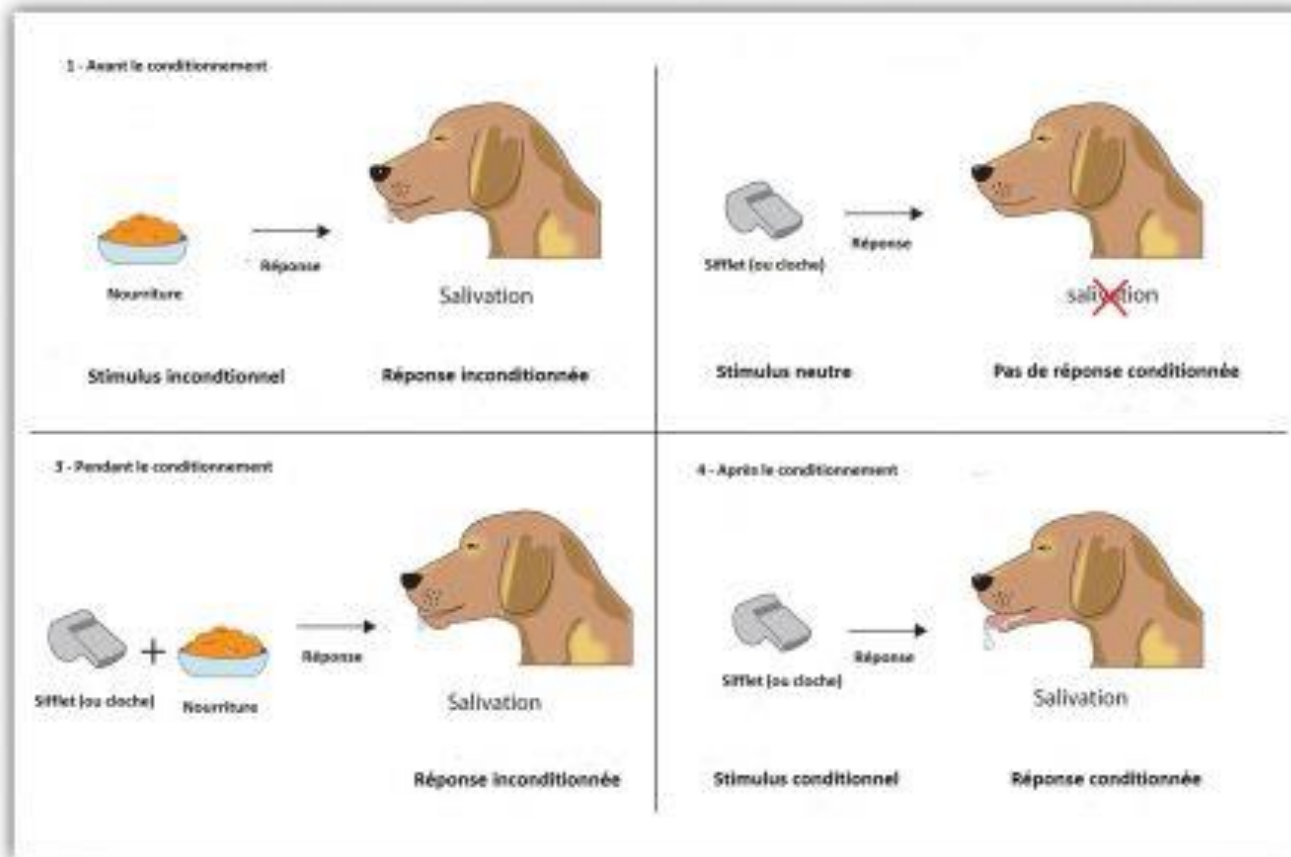
2. Modification de la salive

- **Réabsorption d'ion sodium Na^+ et chlorure Cl^-**
- **Sécrétion d'ions bicarbonate HCO_3^-**
- **Réabsorption d'eau**
- **Hypo-osmotique par rapport au plasma**

La salive contient donc des **enzymes** : **amylase** (hydrolyse de l'amidon), **lipase** (hydrolyse des triglycérides, des anticorps (immunoglobuline Ig), des substances antimicrobiennes (Ex : le **lysozyme**))

La salive – Régulation

L'expérience de Pavlov : le réflexe conditionné



La salive – Régulation

L'odeur, la vue

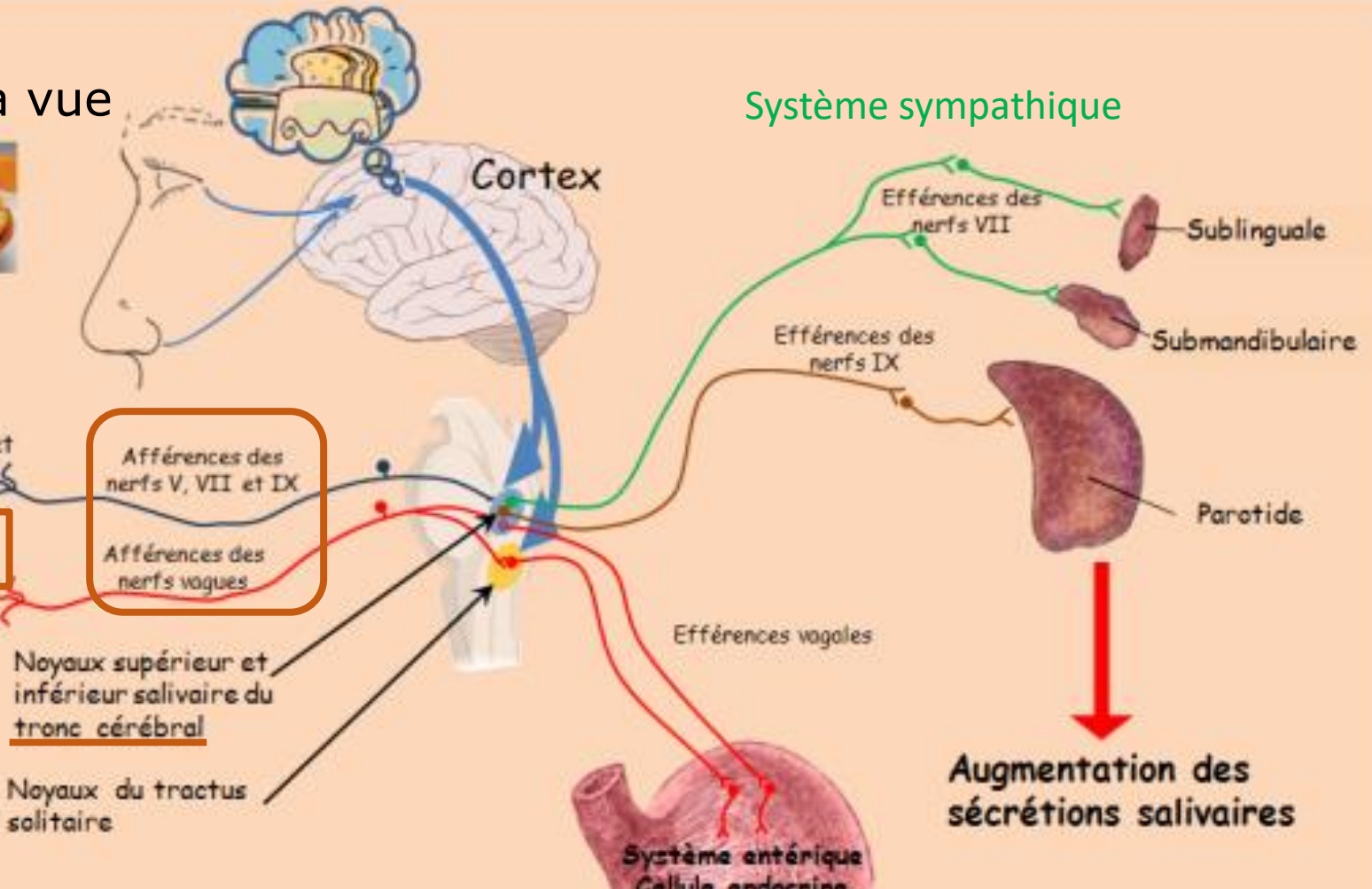


Le goût

Mécanorécepteurs et
chimiorécepteurs
buccaux

BOUCHE

Mécanorécepteurs
oesophagiens



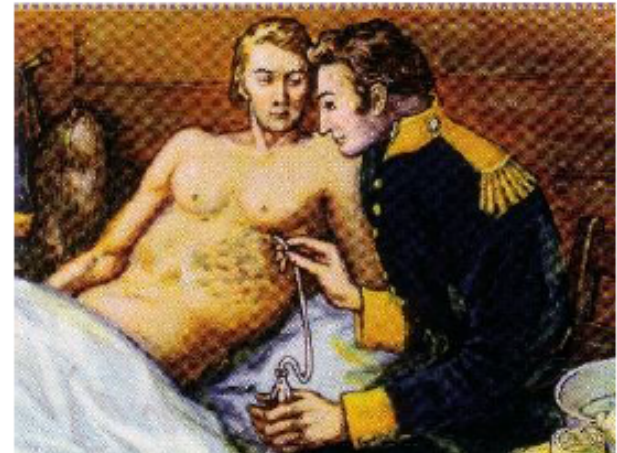
La production de la salive est régulé par le **système nerveux central** : on parle de **phase céphalique** (→ tout se passe au niveau de la tête)

1-2 Les sécrétions gastriques

Expérience historique de Beaumont (1785-1853)

digestion. Au début du XIX^{ème} siècle, un accident a fait progresser les connaissances sur la digestion : un trappeur canadien avait eu l'estomac perforé par une balle. Il guérit mais il a gardé une perforation qui laissait son estomac en communication avec l'extérieur. Un médecin, William Beaumont, réalisa que c'était un formidable sujet d'expériences.

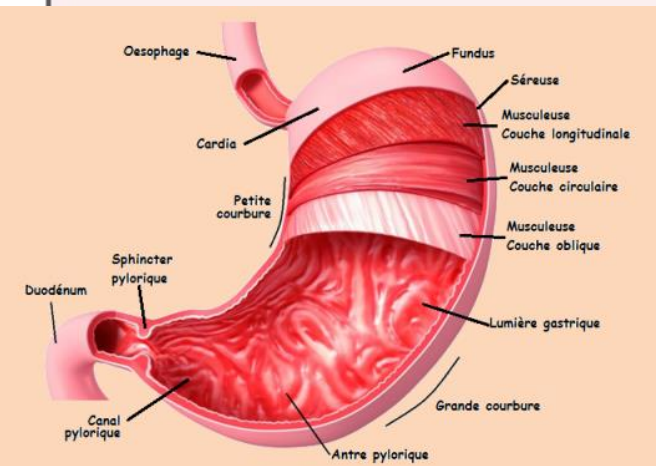
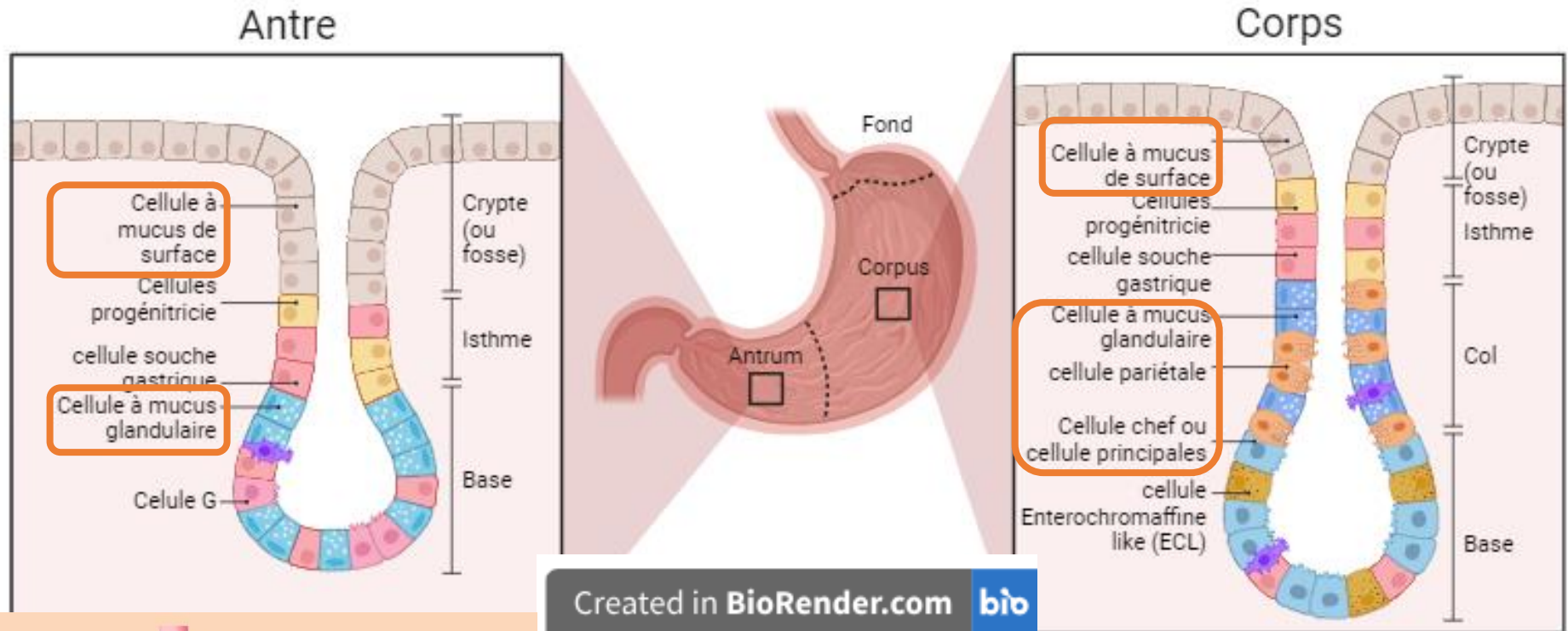
«A 11 heures après avoir fait jeûner le garçon pendant 17 heures [...] je pris environ 30 grammes de suc gastrique pur de son estomac [...]. Je pris un morceau de bœuf bouilli et le mis dans le suc gastrique. Je bouchais le tube et le plaça dans une casserole pleine d'eau à 37C [...]. A 22 heures, la totalité de la viande était digérée [...]. J'introduisis également dans l'estomac par la perforation un morceau de bœuf bouilli. Je constatai, 2 heures plus tard, que la digestion avait eu lieu.»



Conclusion :

Les sécrétions gastriques

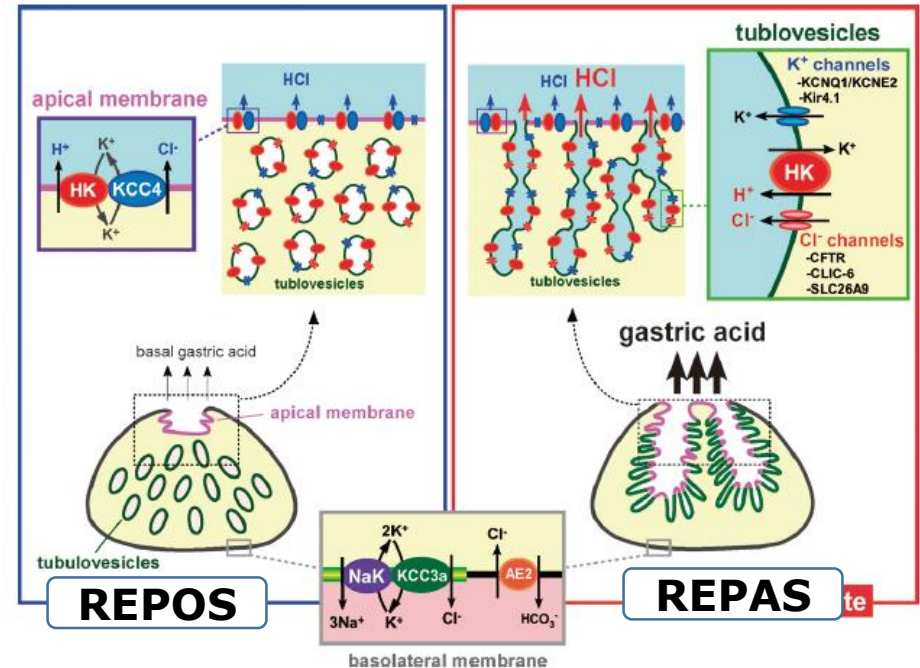
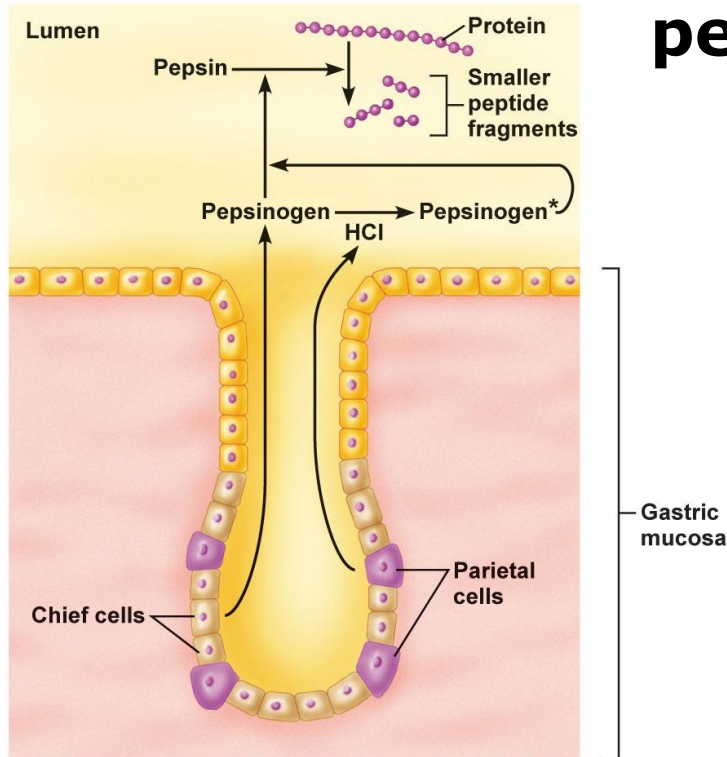
Organisation et types cellulaires



L'estomac est tapissé de glandes. Ces glandes sont constituées de différents types cellulaires : les **cellules à mucus**, les **cellules pariétales** et les **cellules principales**

Les sécrétions gastriques

Sécrétion d' H^+ et de Cl^- et de pepsinogène



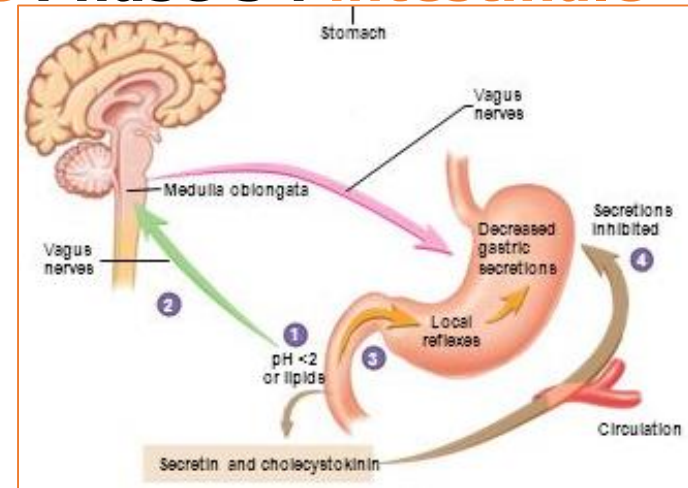
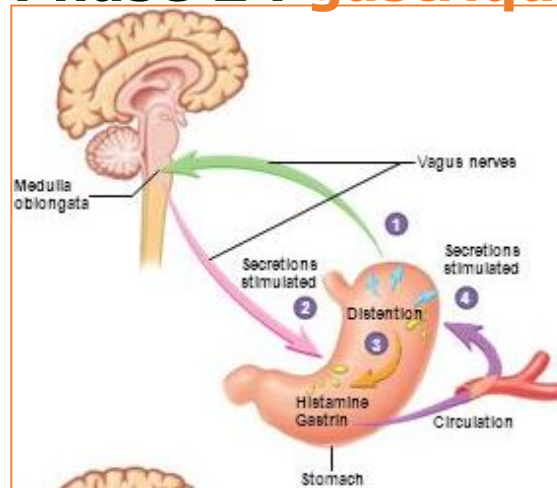
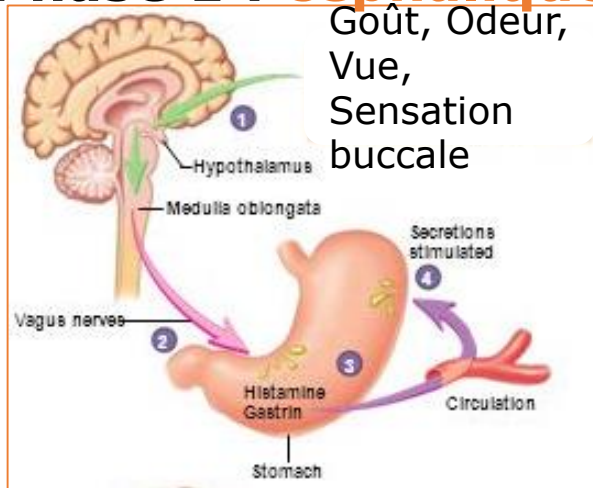
Les **cellules pariétales** sécrètent de l'**acide**.
 Les **cellules principales** (chef) sécrètent l'enzyme digestive **Pepsine** sous forme de précurseur : le **pepsinogène**

Sécrétion d' H^+ et de Cl^- par les cellules pariétales : durant les repas **les cellules deviennent hypersécrétrices en fusionnant leur vésicules intracellulaires.**

Les sécrétions gastriques

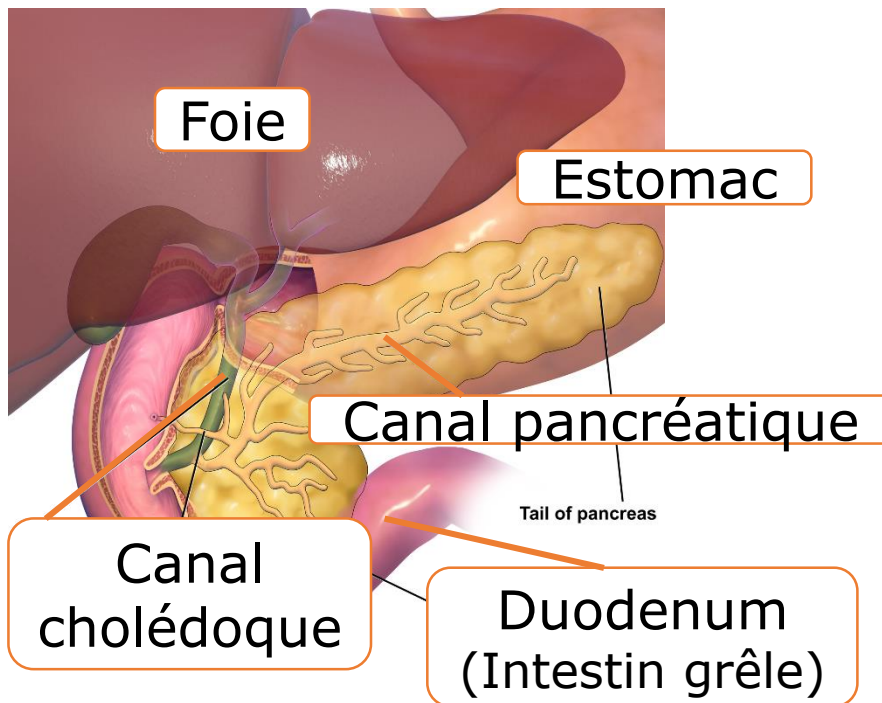
Régulation

Phase 1 : céphalique Phase 2 : gastrique Phase 3 : intestinale



- Permet **30%** des sécrétions
- Passe par le **nerf vague** (libération d'**Ach**) qui stimule la libération de la **gastrine** (hormone) et l'**histamine** (sécrétée par les cellules ECL)
- Permet **50-60%** des sécrétions
- Passe par un **réflexe vago-vagal** qui entraîne la sécrétion la **gastrine** (hormone) et l'**histamine**
- Permet **5-10%** des sécrétions
- Passe par la **sécrétine et la cholecystokinine (CCK)** (hormones produites par des cellules intestinales)

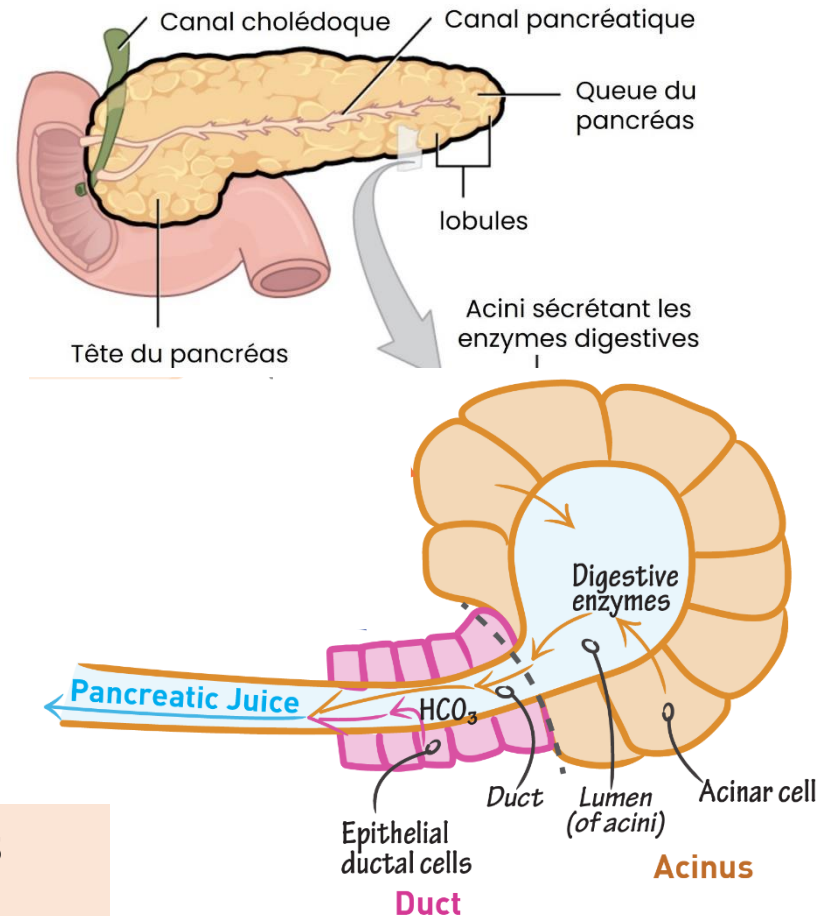
1-3 Les sécrétions pancréatiques



Adapté de Blausen.com staff (2014). "Medical gallery of Blausen Medical 2014".

Les sécrétions pancréatiques sont assurées par des **acini** présents dans des **lobules** comme les glandes salivaires

Adapté de *Exocrine and Endocrine Pancreas.jpg*: OpenStax
Collegederivative work: Chandres

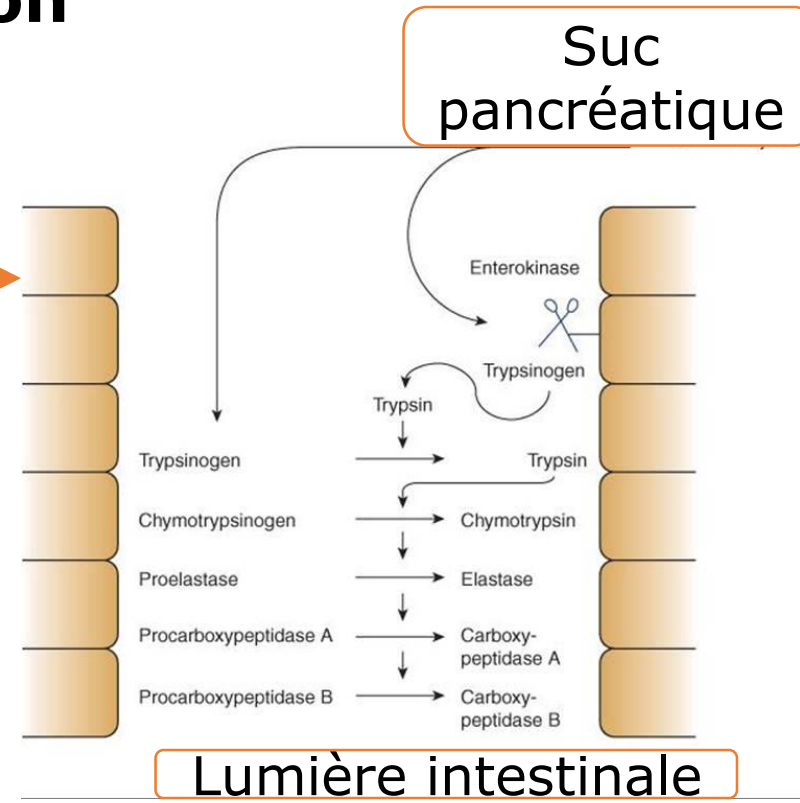


Les sécrétions pancréatiques

Composition

Composition du suc pancréatique

	FUNCTION
Zymogens	
Trypsinogens	Digestion
Chymotrypsinogen	Digestion
Proelastase	Digestion
Proprotease E	Digestion
Procarboxypeptidase A	Digestion
Procarboxypeptidase B	Digestion
Active Enzymes	
α -Amylase	Digestion
Carboxyl ester lipase	Digestion
Lipase	Digestion
RNAase	Digestion
DNAase	Digestion
Colipase	Digestion
Others	
Trypsin inhibitor	Block of trypsin activity
Lithostathine	Constituent of protein plugs
Glycoprotein 2 (GP2)	Formation of protein plugs
Pancreatitis-associated protein	Pancreatic growth, bacteriostasis
Na^+ , Cl^- , H_2O , HPO_4^{2-} , HCO_3^-	Hydration of secretions
Ca^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+}	Stone formation in pancreatitis
Eau (98%) – pH 8 – osmolarité identique au plasma	



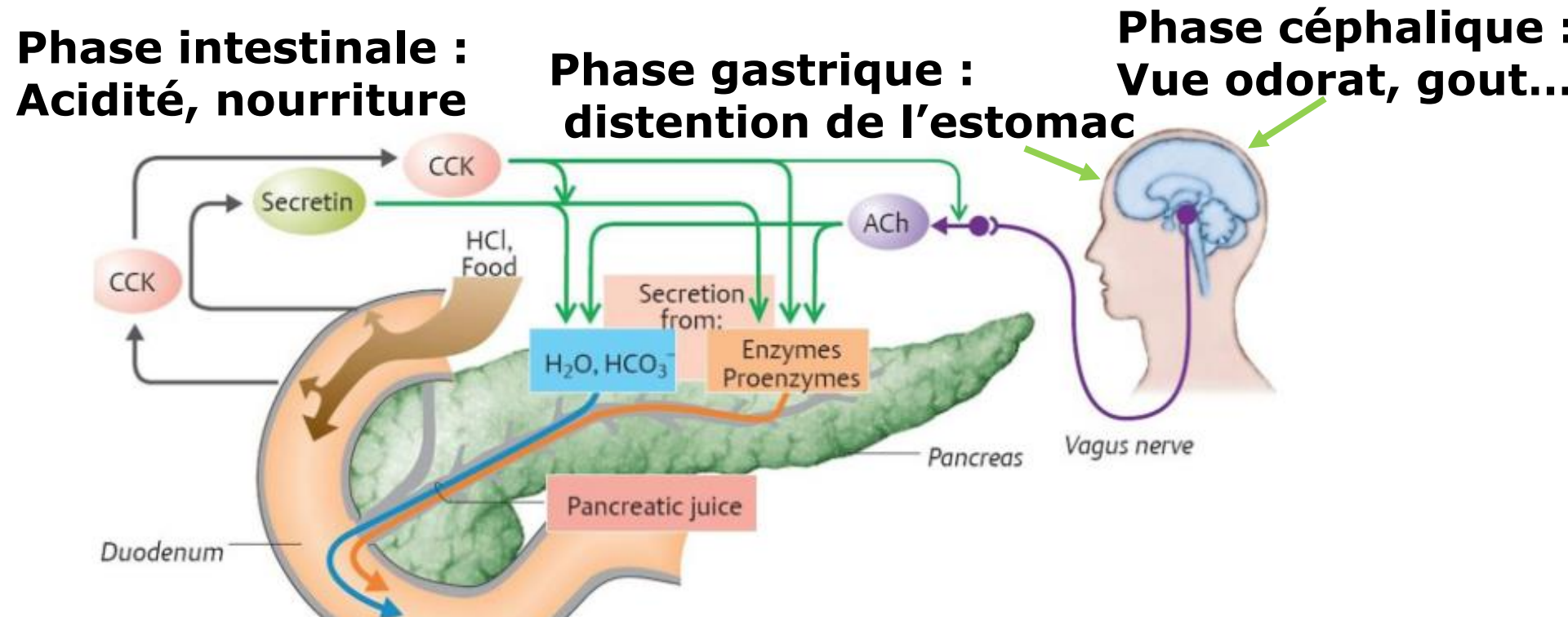
1,5%

0,5%

L'**entérokinase**, enzyme intestinale, active le **trypsinogène** en **trypsine**, la forme active. La trypsine permet l'activation des autres enzymes présentes sous formes de précurseurs (**zymogènes**)

Les sécrétions pancréatiques

Régulation

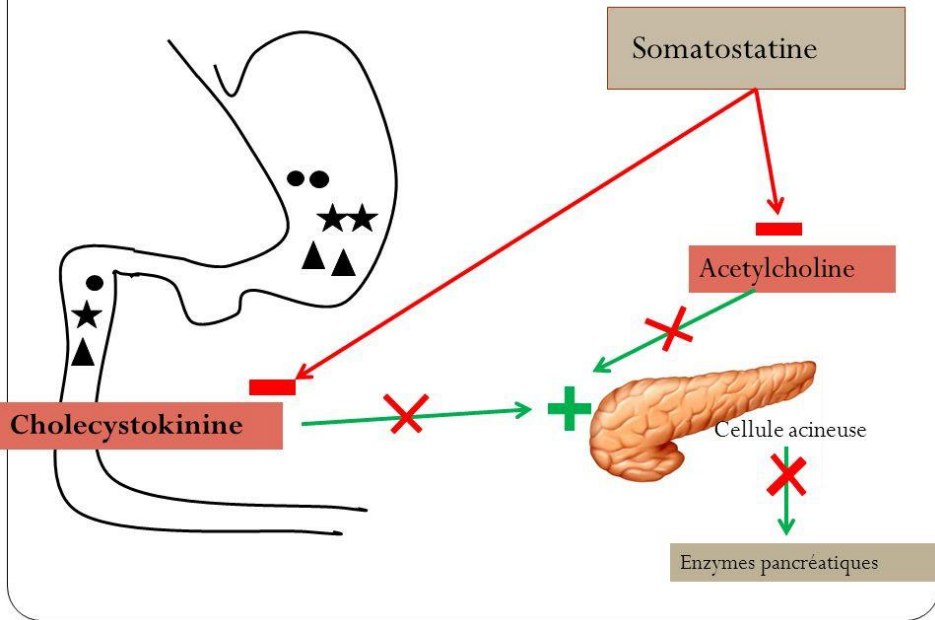


La **phase céphalique** et la **phase gastrique** permettent une **stimulation nerveuse** de la sécrétion (via le **nerf vague** et la sécrétion **d'acétylcholine (ACh)**).

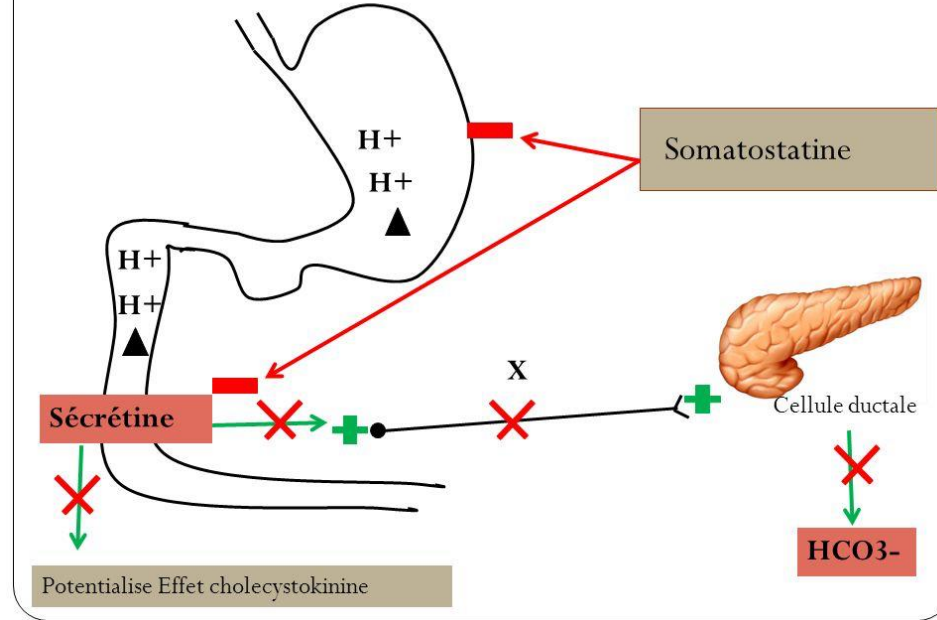
La **phase intestinale** permet la libération d'hormone **CCK et sécrétine**.

La somatostatine

Somatostatine : inhibition sécrétion enzymes pancréatiques



Somatostatine : inhibition sécrétion hydro-bicarbonatée

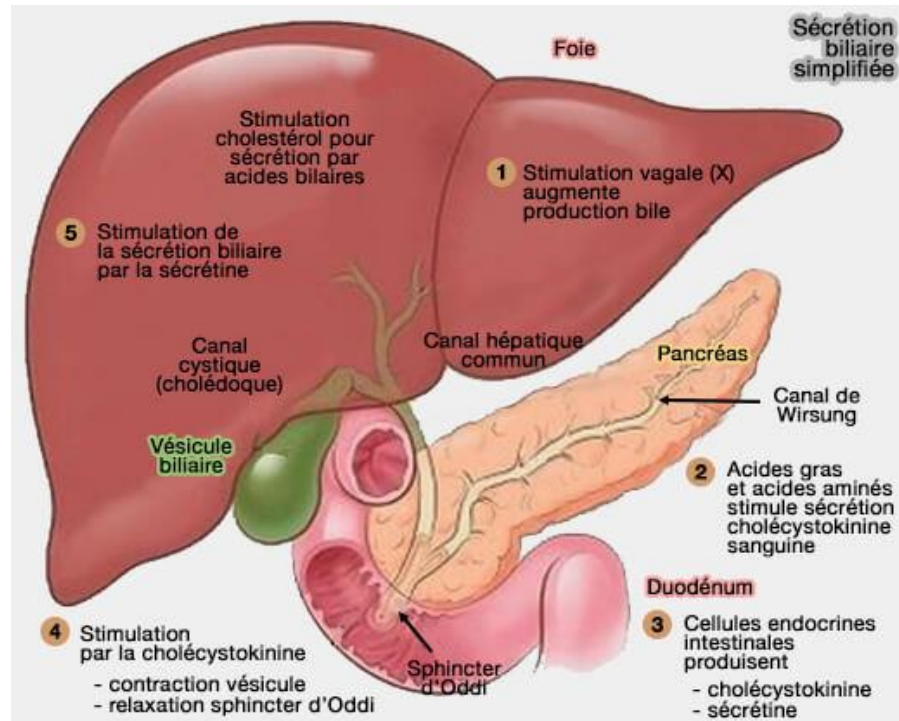


La **somatostatine** est une **hormone** produite par des cellules gastriques, intestinales et pancréatiques quand des aliments digérés arrivent dans le duodénum.

Elle intervient en **fin de digestion** pour **arrêter les sécrétions gastriques et pancréatiques**.

Inhibition de la libération d'acétylcholine, de CCK et de sécrétine.

1-4 Les sécrétions biliaires

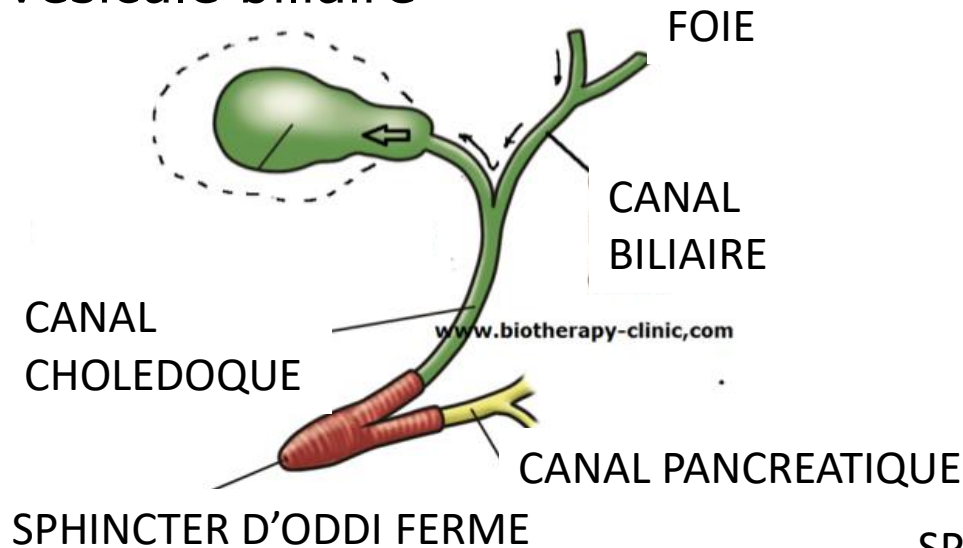


- La bile est produite en permanence par les cellules du foie (les **hépatocytes**).
- Elle circule dans des **canaux biliaires** qui rejoignent le **canal cholédoque**.
- La **vésicule biliaire** permet de stocker la bile.
- Le canal cholédoque et le canal pancréatique fusionnent et leur déversement dans le duodénum est sous le contrôle du **sphincter d'Oddi**

Les sécrétions biliaires

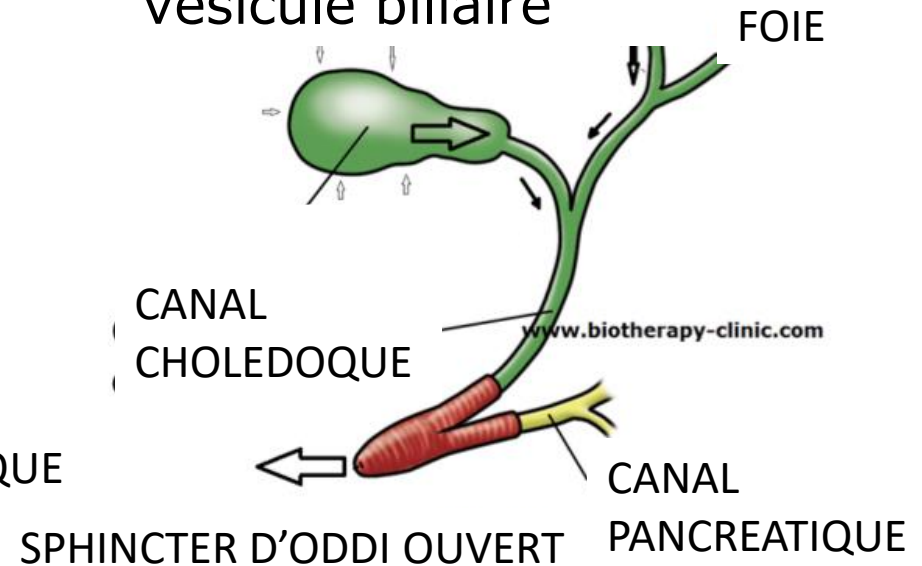
Le sphincter d'Oddi

Remplissage de la
vésicule biliaire



Entre les repas

Contraction de la
vésicule biliaire



Pendant les repas

Les sécrétions biliaires

Composition de la bile

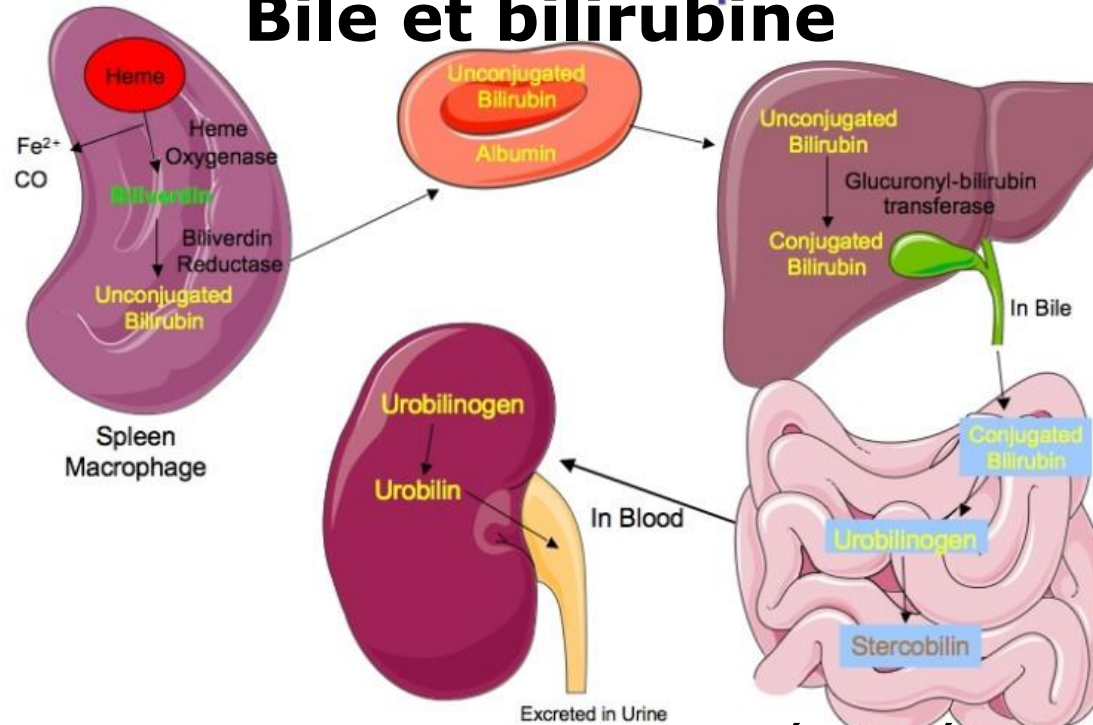
Composition en (%)

Eau	97.5
Sels biliaires	1.1
Bilirubine	0.04
Cholestérol	0.1
Phospholipides	0.04
Electrolytes (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , HCO_3^- , Cl^-)	

- Les constituants importants de la bile sont le **cholestérol** et les **sels biliaires** (Formés à partir du cholestérol)
- Ils participent à la **digestion des lipides**
- Ils participent à la **réabsorption des lipides**.

Les sécrétions biliaires

Bile et bilirubine



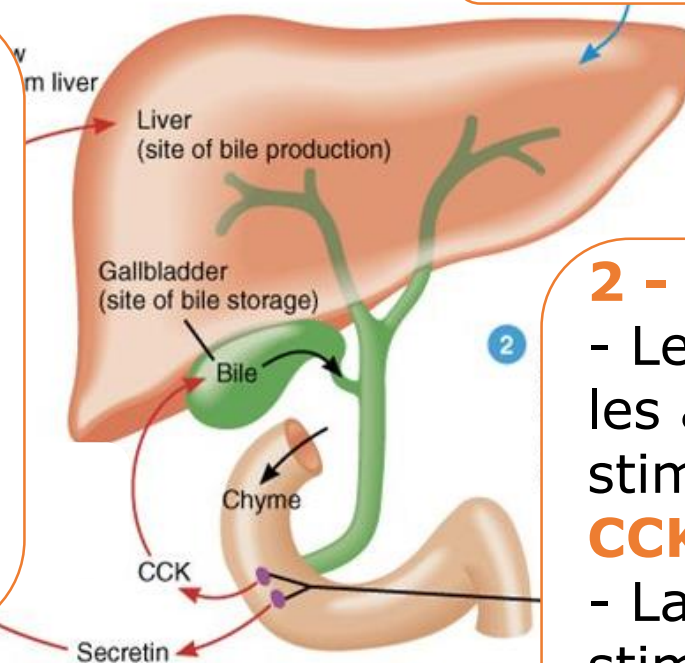
- 1 - Les globules rouges en fin de vie sont dégradés dans la rate ou les macrophages. L'hème qu'ils contiennent et qui provient de l'hémoglobine, est transformée en **bilirubine**.
- 2 - Arrivée dans le foie, cette bilirubine est transformée et ajoutée à la bile.
- 3- Dans l'intestin grêle, elle devient de l'**urobilibogène** qui pourra être réabsorbé et transformée en **urobiline** dans les reins puis **éliminé dans l'urine**. L'autre partie est transformé en **stercobiline**, qui est le **pigment des selles**.

Les sécrétions biliaires

Régulation de la sécrétion

1 - Phase céphalique :
stimulation par le **nerf vague**

3 – La CCK
stimule la **contraction** de
la vésicule biliaire
La **sécrétine**
stimule la
production de
bile par les
hépatocytes

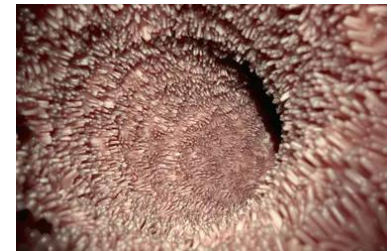
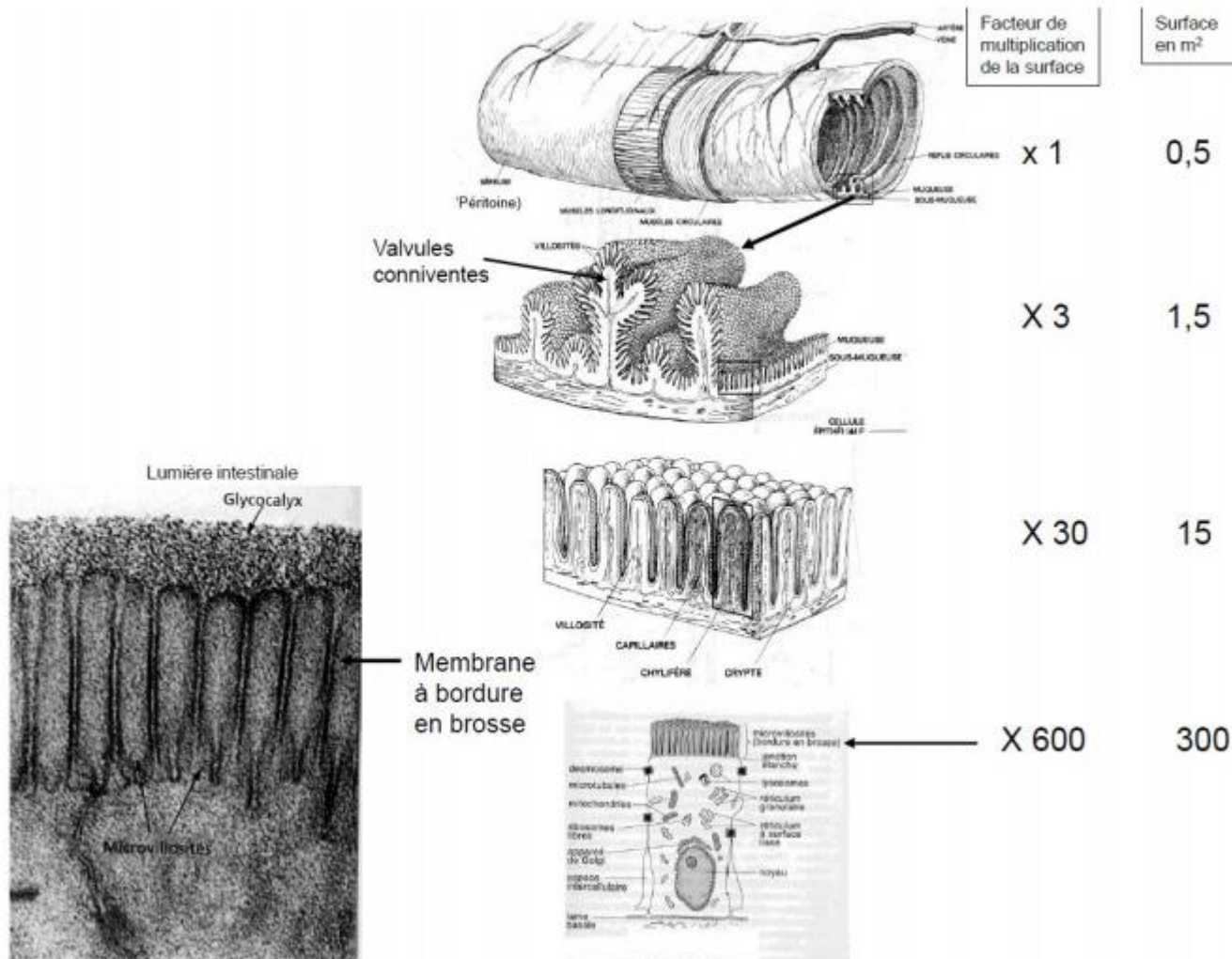


2 - Phase intestinale :

- Les lipides digérés et les acides aminés stimulent la **sécrétion de CCK**.
- La présence d'acide stimule la **production de sécrétine**

1-5 Les sécrétions intestinales

Surface d'interaction dans l'intestin grêle



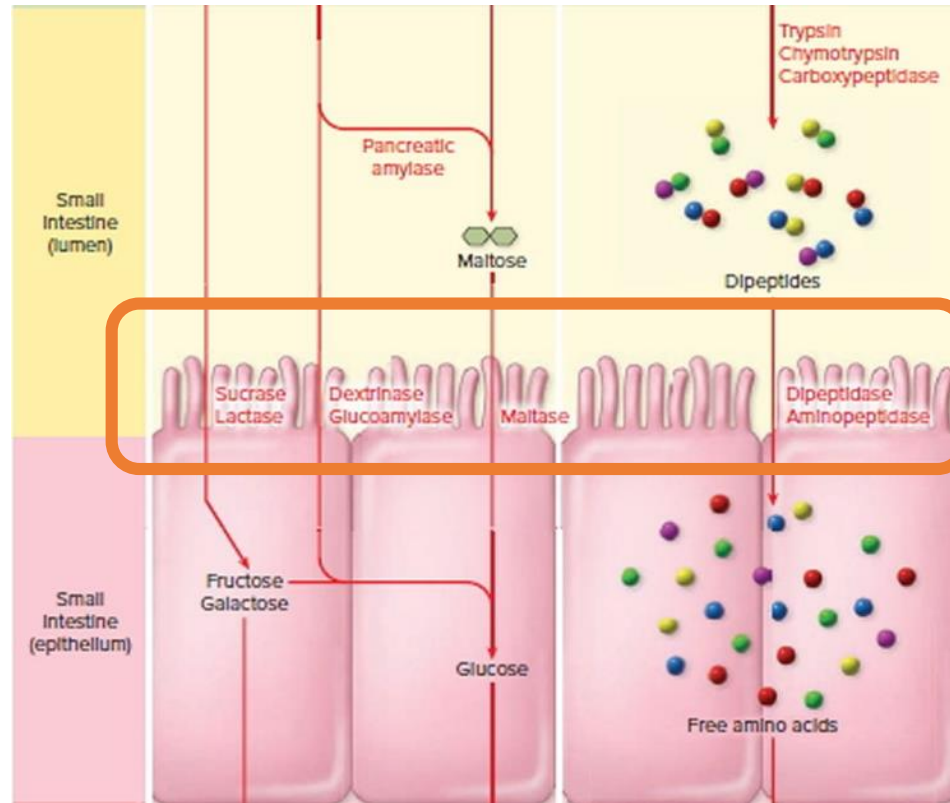
Small Intestine



Nature Reviews | Molecular Cell Biology

Les sécrétions intestinales

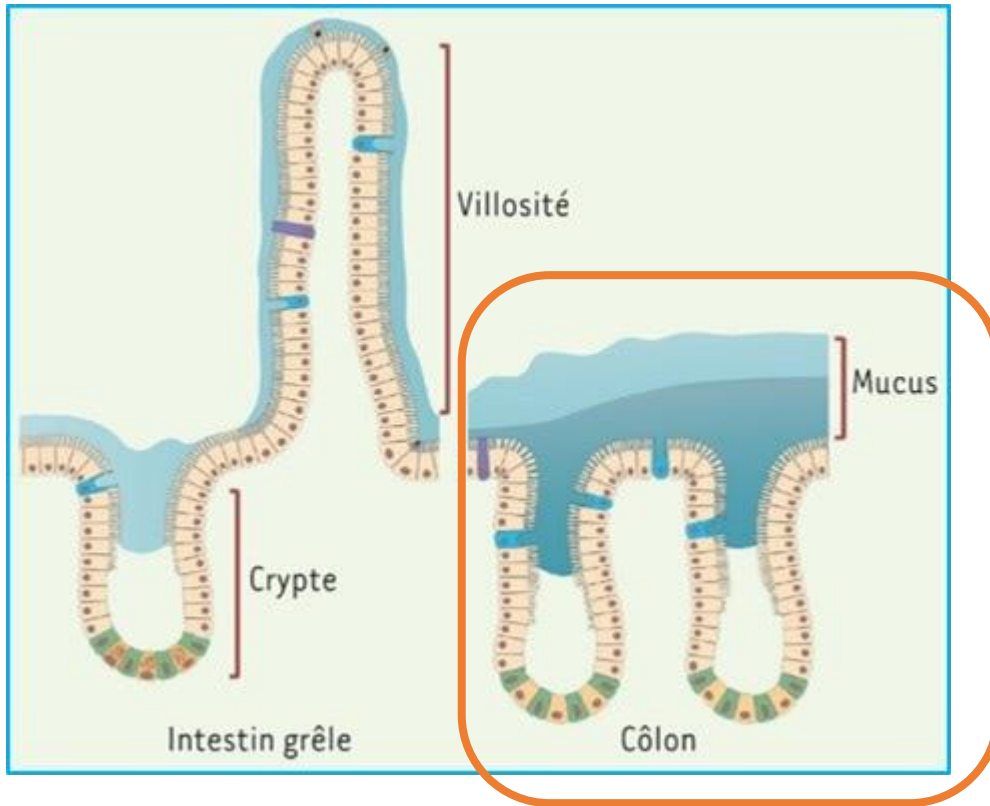
Les enzymes de la bordure en brosse



Les sécrétions intestinales se limitent à la **libération de quelques ions** (Cl^- , K^+ , HCO_3^-) dans la lumière intestinale et, au niveau de l'intestin grêle, des **enzymes de la bordure en brosse**. Ce sont des enzymes **membranaires**.

Les sécrétions intestinales

Le colon



Le colon n'est constitué que de crypte et sa principale sécrétion est le mucus.

Comment participer ?



 [Copier le lien de participation](#)



1

Allez sur
wooclap.com

2

Entrez le
code
d'événement
dans le
bandeau
supérieur

Code d'événement
IVGC25DIGESTION



1

Envoyez **@IVGC25DIGESTION** au **06 44 60 96 62**

2

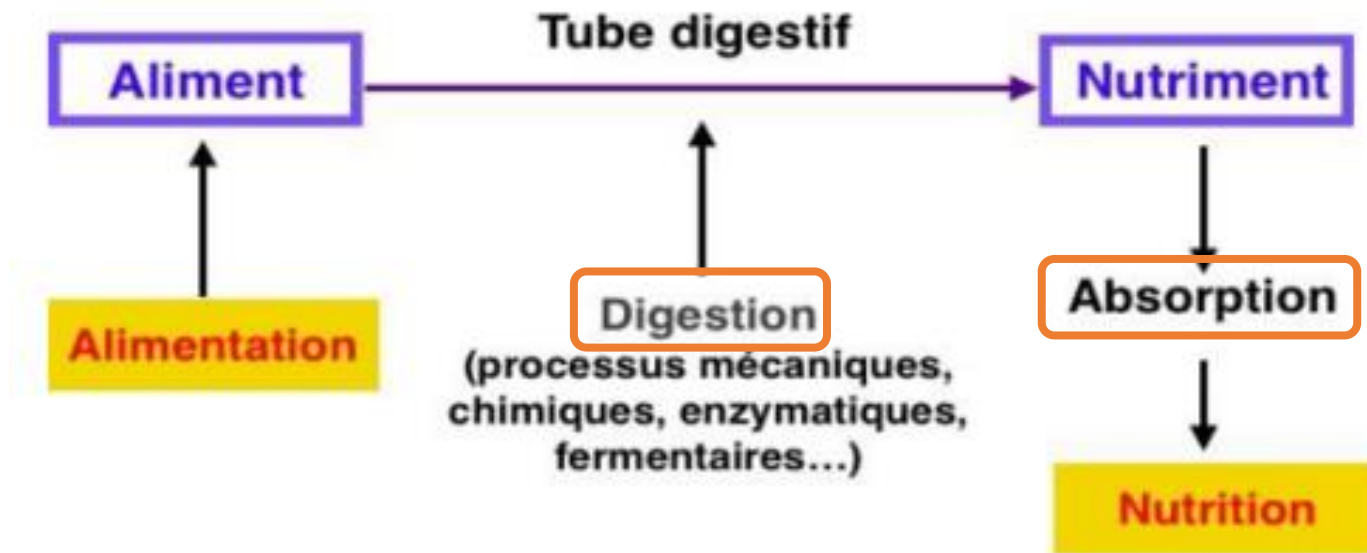
Envoyez votre réponse au même numéro



Désactiver les réponses par SMS

2- La digestion des aliments

Digestion / Absorption



La digestion permet la transformation d'**aliments** en **nutriments** (**forme assimilable** (= capable de passer du milieu extérieur (lumière du tube digestif) dans le milieu intérieur (sang puis cellules)

La digestion des aliments

La digestion mécanique (Cf § 4 – Motricité)

Bouche



Mastication

Estomac



Brassage

Oesophage



Péristaltisme

Intestin grêle



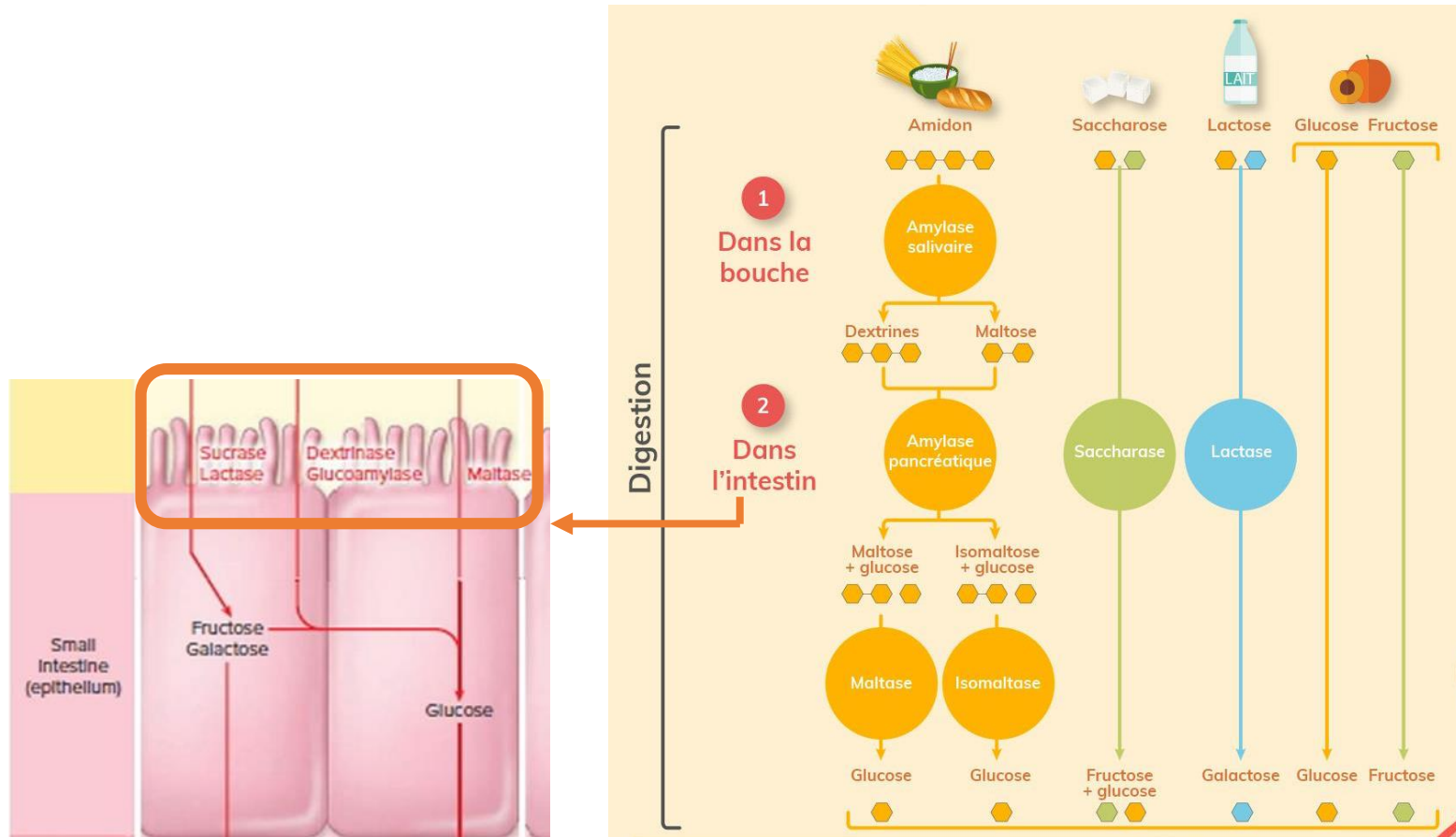
Péristaltisme

Gros intestin



Péristaltisme

2-1 La digestion des Glucides

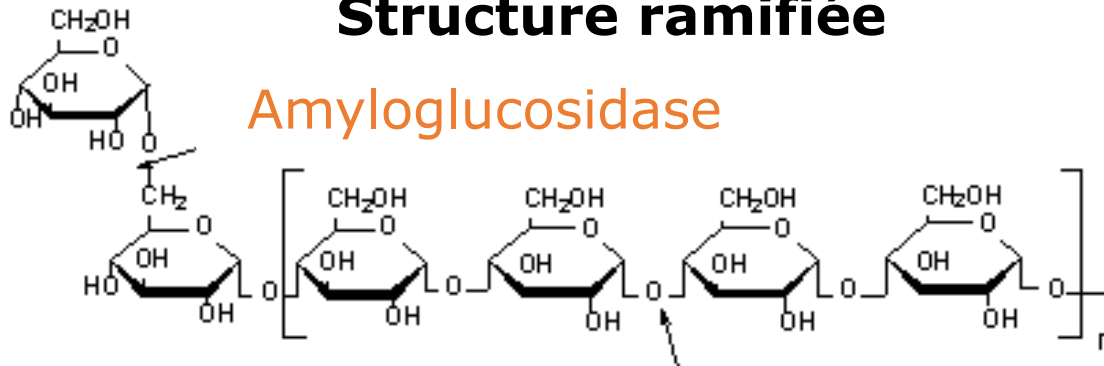


Les glucides alimentaires sont digérés par les **enzymes présentes dans les sécrétions** mais aussi par les **enzymes membranaires de la bordures en brosse** pour les disaccharides). Les **enzymes du microbiote intestinal** participent également.

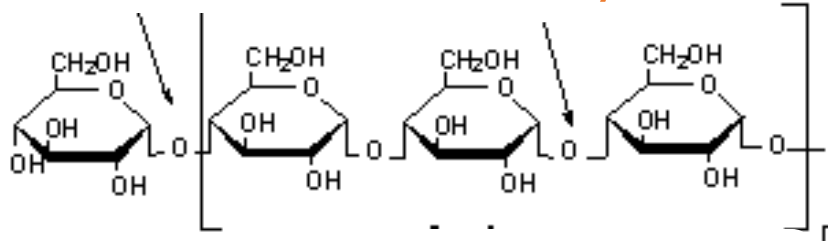
La digestion des Glucides

Les amylases salivaires et pancréatiques

Amylopectine Structure ramifiée

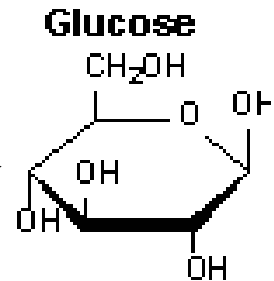


Amyloglucosidase α -amylase

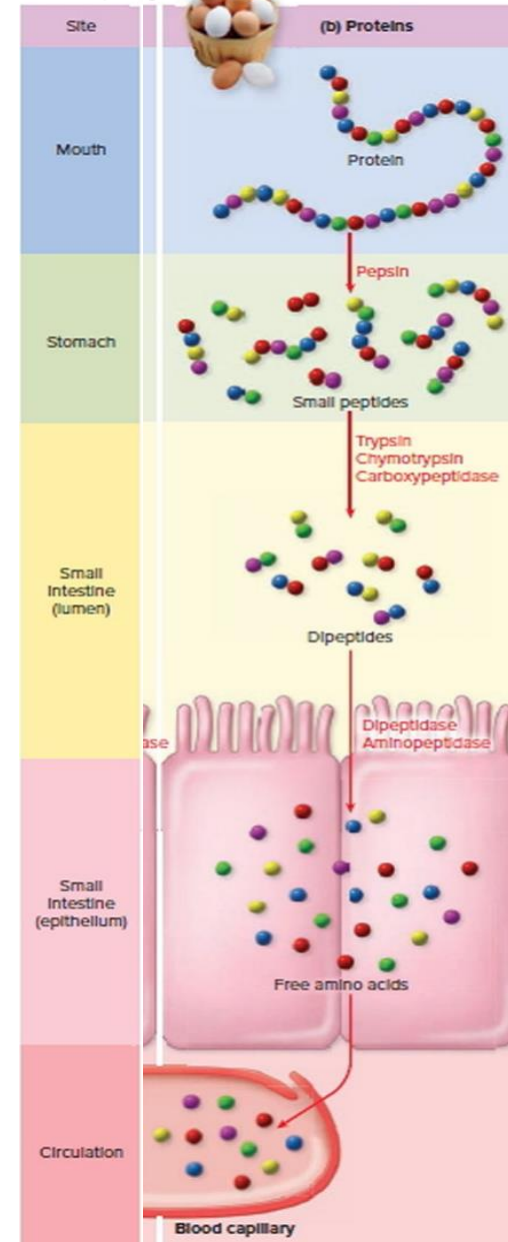
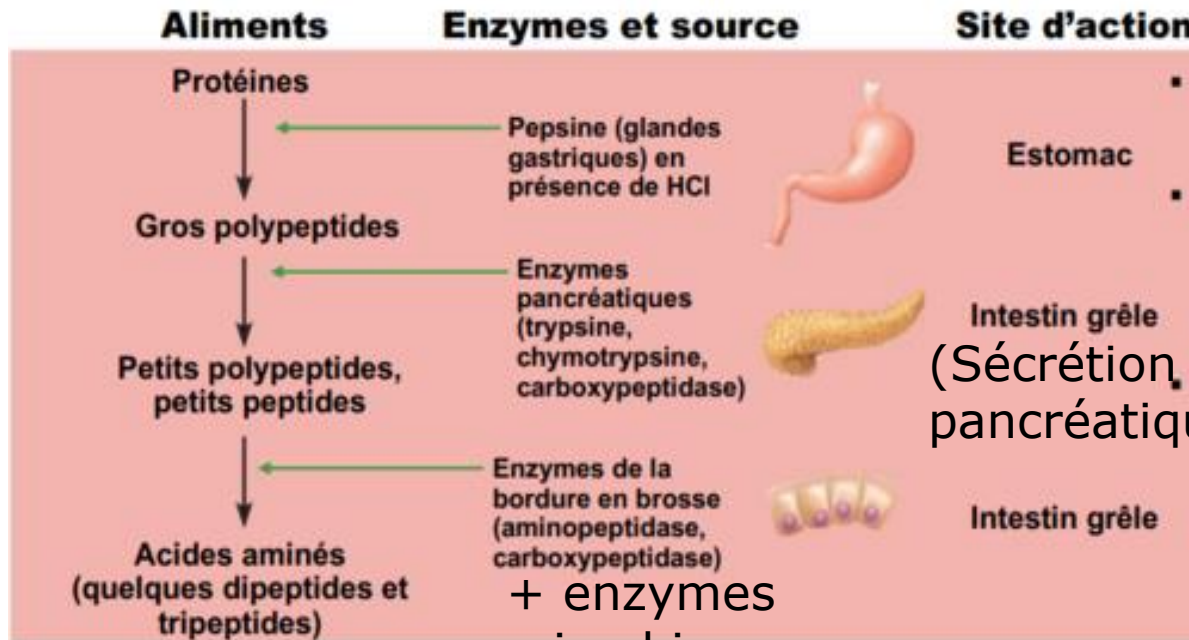


Amylose Structure linéaire

Amyloglucosidase
 α -amylase



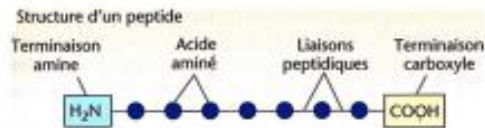
La digestion des protéines



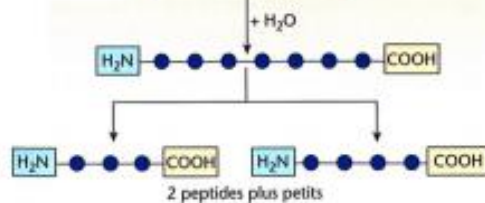
pH optimal d'activité de différentes enzymes digestives

2-2 La digestion des protéines

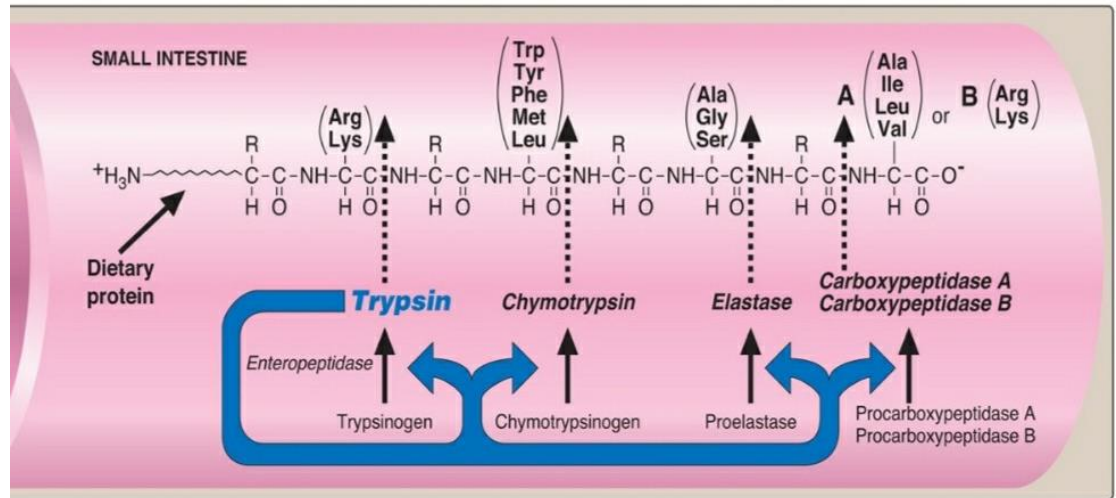
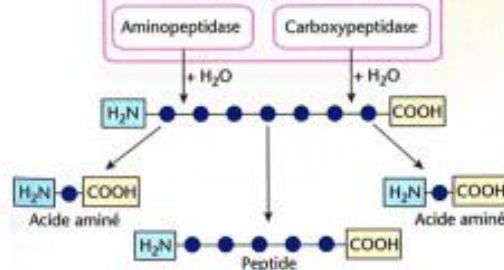
Endopeptidase et exopeptidase



L'endopeptidase digère les liaisons peptidiques à l'intérieur du peptide.



L'exopeptidase digère les liaisons peptidiques en bout de chaîne, libérant ainsi des acides aminés.



Endopeptidases :

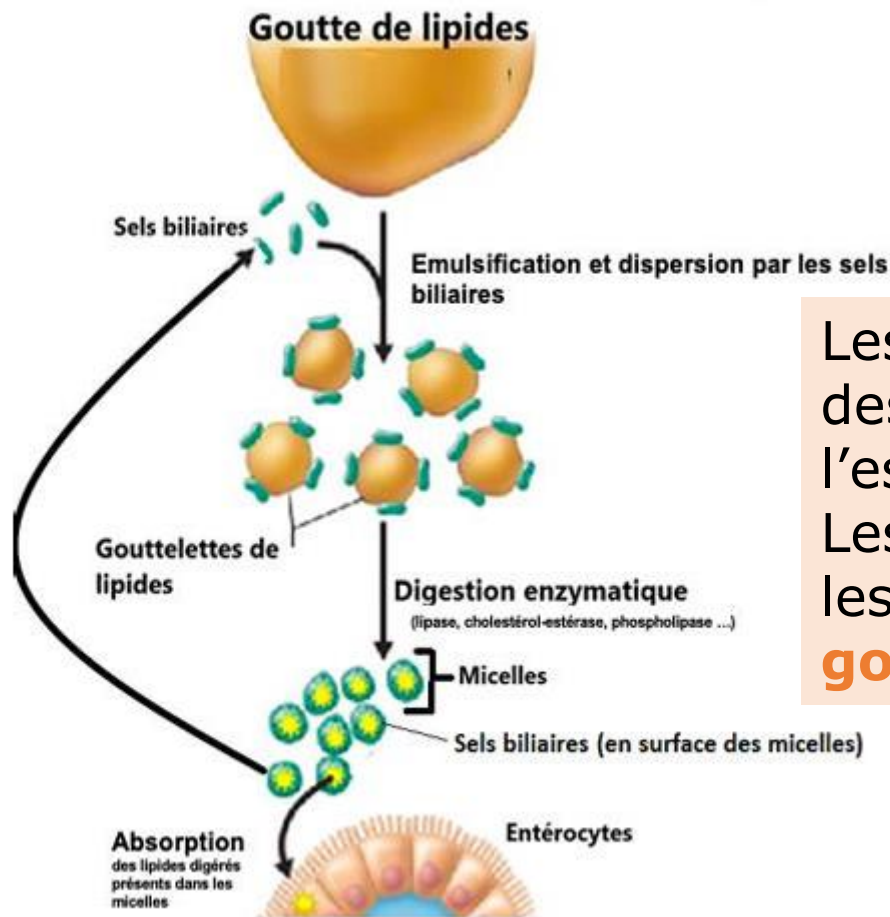
Pepsine
Trypsine
Chymotrypsine

Exopeptidases :

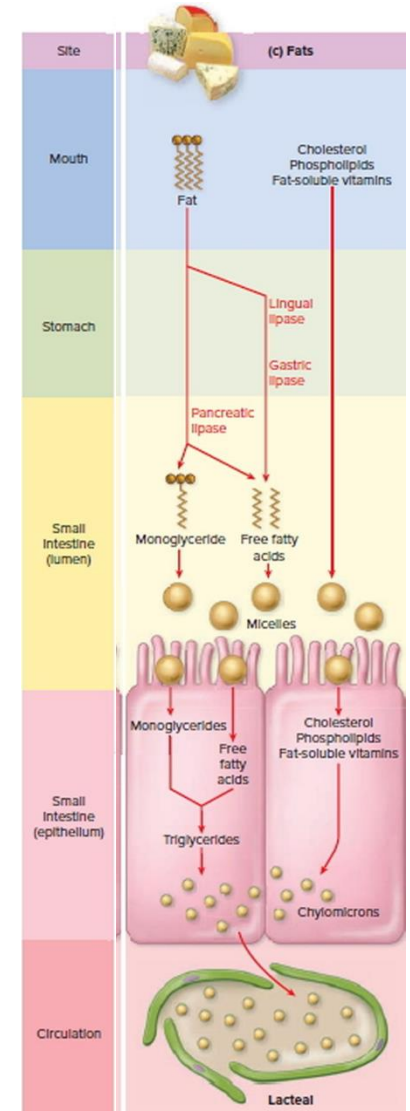
Carboxypeptidases
Aminopeptidases

- Les enzymes digestives ont des **spécificités de substrats** (acides aminés).
- On distingue des enzymes digestives de type **endopeptidases**, des **exopeptidases**

2-3 La digestion des lipides



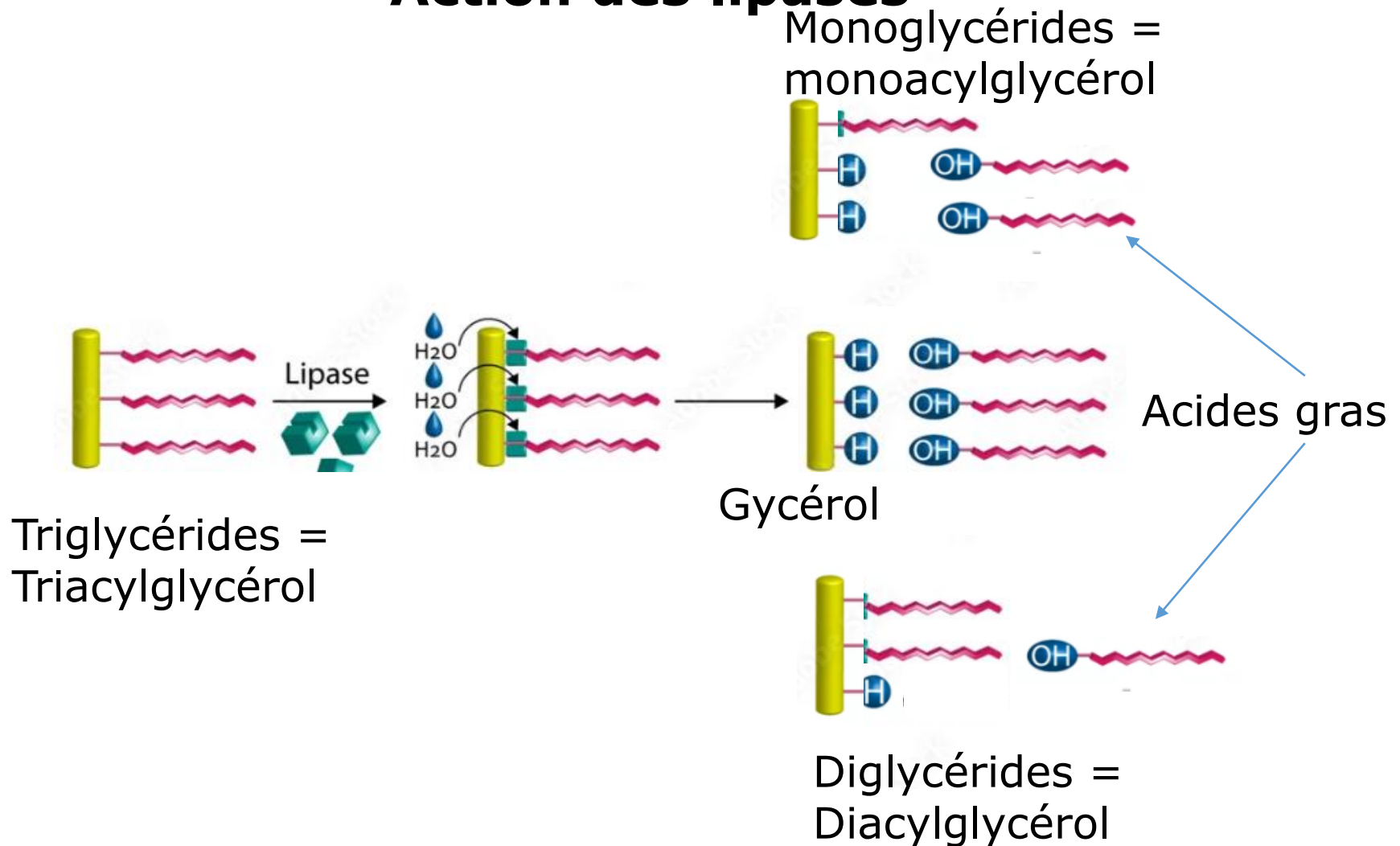
Les lipides forment des **gouttes** dans l'estomac.
Les **sels biliaries** les émulsionnent en **gouttelettes**.



Les **micelles** sont des **microgouttellettes** qui contiennent des phospholipides, des sels biliaries et des lipases. Ils permettent l'absorption des lipides.

2-3 La digestion des lipides

Action des lipases



3- L'absorption intestinale

Vue résumée

Intestin grêle

	Duodénum	Jéjunum	Iléon		Côlon proximal	Côlon distal
Na ⁺	+	++++	++		+++	+++
H ₂ O	+	++++	+++		+++	++
Ca ²⁺ , Mg ²⁺	+					
Glucose, fructose, galactose	+	+++				
Lipides		+++ lipides micellaires		+ sels biliaires	+++ agcc	
Acides aminés, di et tri-peptides		++++	+++			
Vitamines hydrosolubles- B1, B2, B3, B5, B6, B8, B9	+	+	++++		++++	
Vitamines hydrosolubles- B12, C			+	++++		

Agcc: acides gras à courte chaîne

Selon les nutriments considérés, les sites d'absorption principaux diffèrent

3-1 L'absorption intestinale

Les 5 variantes

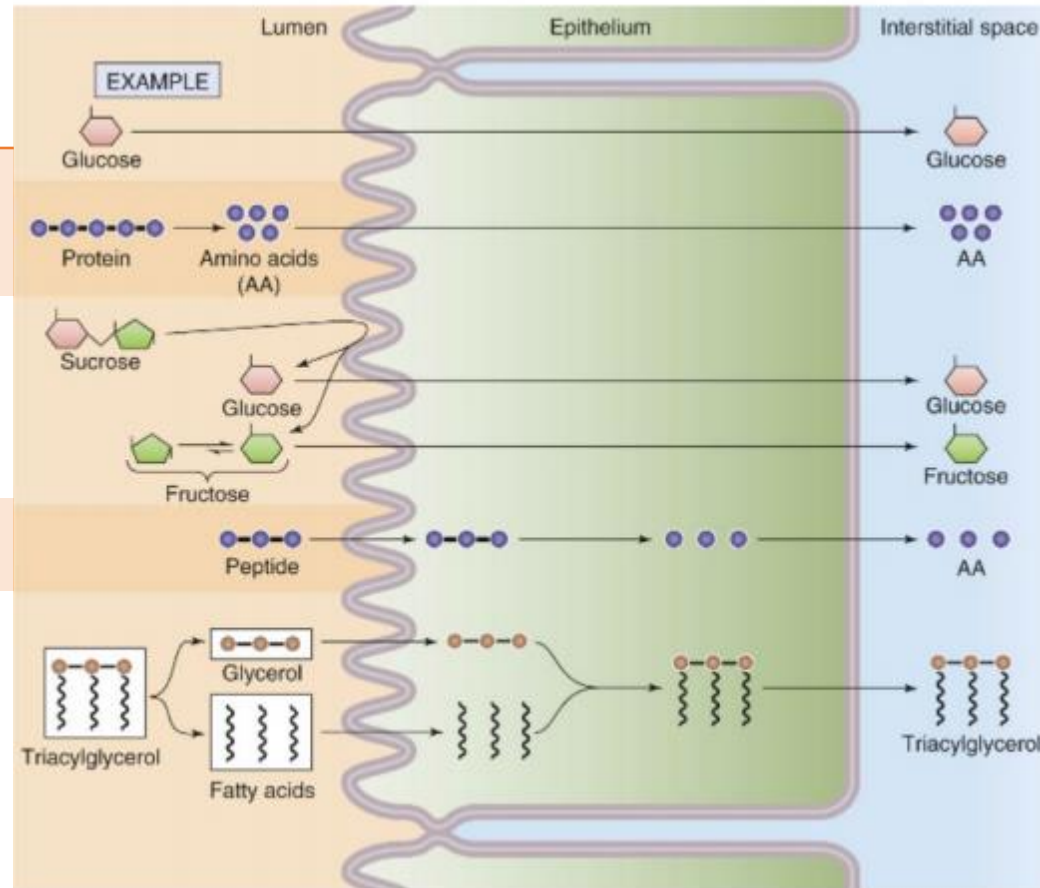
1- Absorption en l'état

2- Dégradation dans la lumière

3- Dégradation membranaire

4- Dégradation intracellulaire

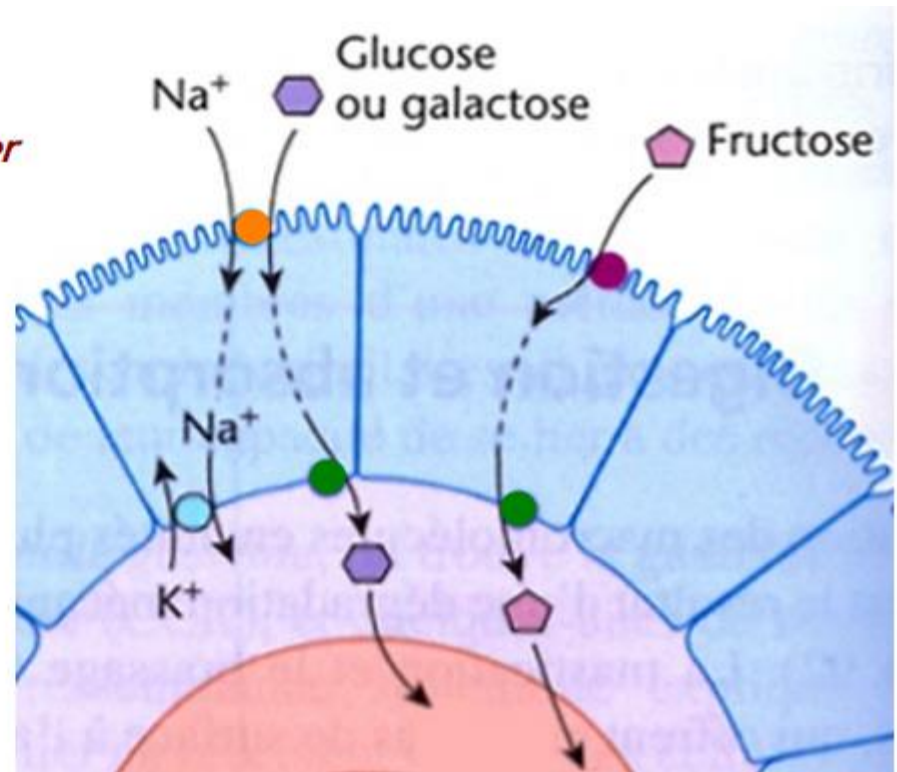
5- Dégradation dans la lumière et resynthèse intracellulaire



Savoir citer et expliquer ces 5 variantes de l'absorption intestinale

3-2 L'absorption des glucides

- Transporteur actif *Sodium Glucose Transporter*
co-transport Na^+ / glucose
 Na^+ / galactose
- Transporteur GLuT5
Diffusion facilitée pour fructose
- Transporteur GLuT2
Diffusion facilitée pour les 3 oses

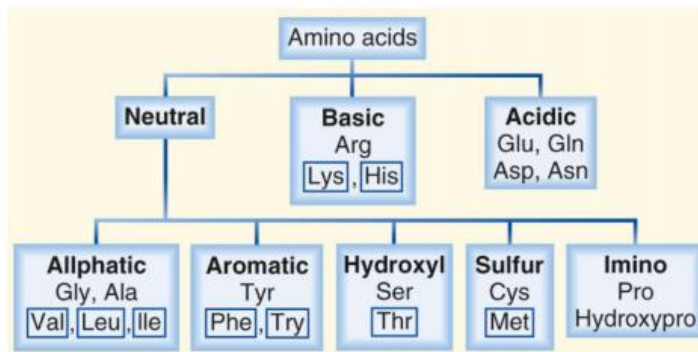


D'après *Physiologie humaine*, D.U. Silverthorn

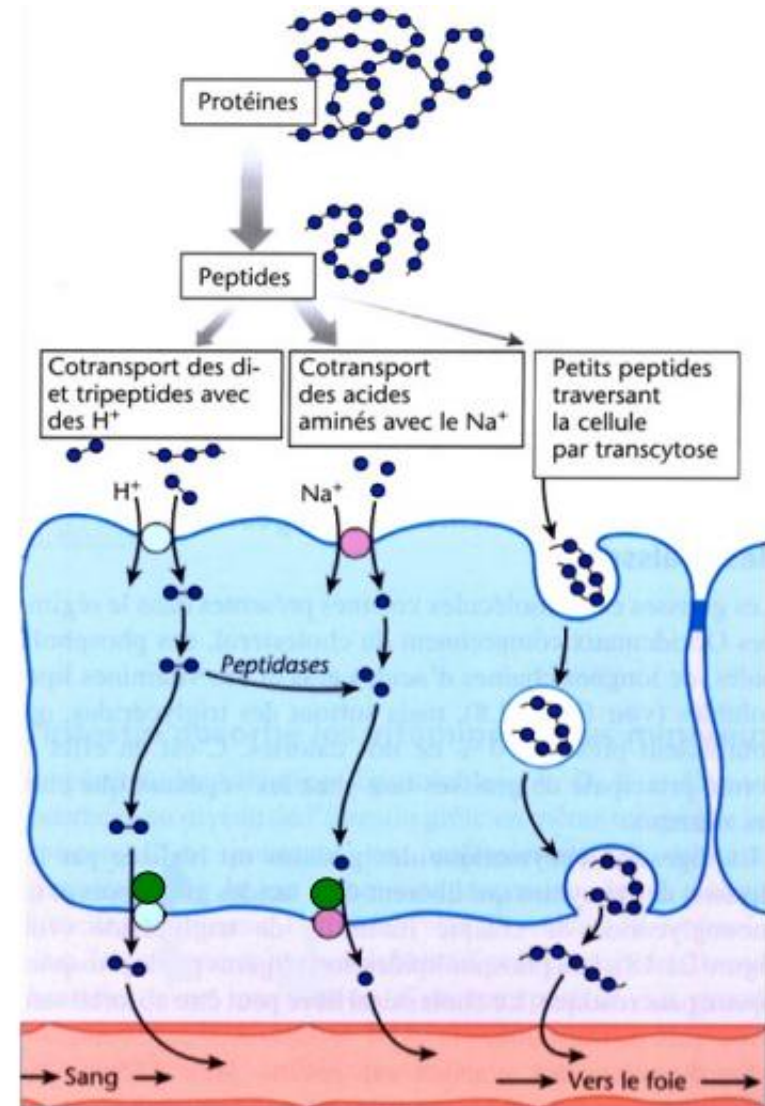
3-3 L'absorption des peptides

- **co-transport actif H^+ / di-/tri-peptide (60 %)**
- **co-transport actif Na^+ / aa 5 transporteurs de classe (40 %)**
- **diffusion facilitée**

Transcytose de peptides



Les acides aminés encadrés sont essentiels.



D'après *Physiologie humaine*, D.U. Silverthorn

3-4 L'absorption des lipides

1- Emulsion

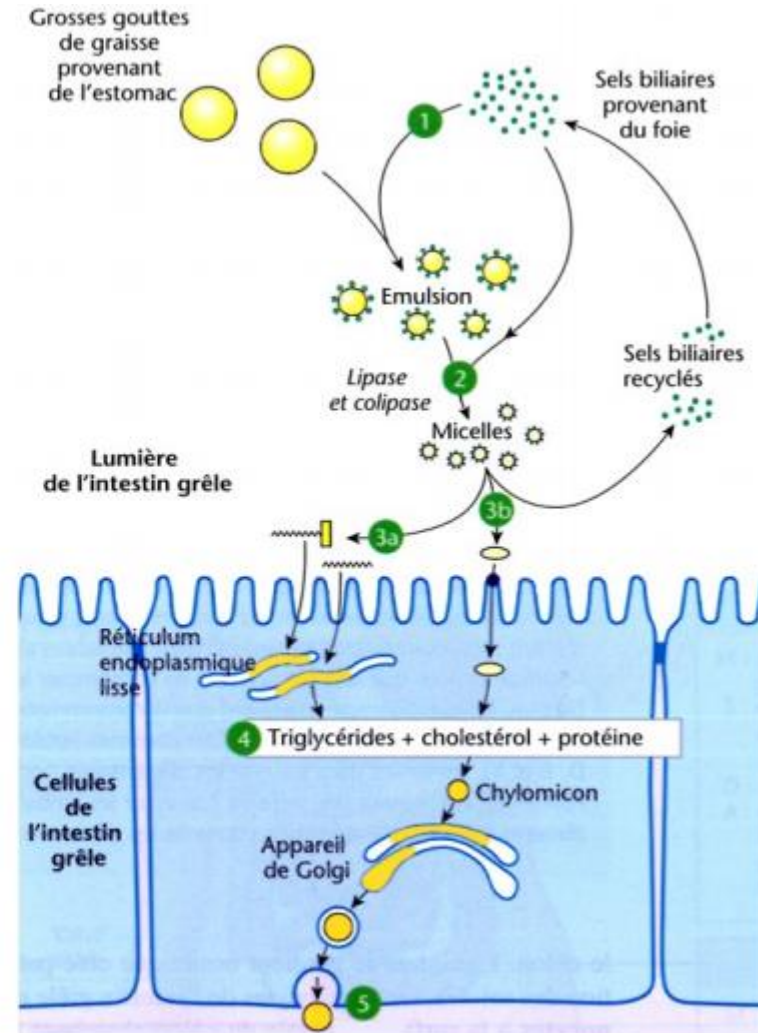
2- Hydrolyse

3a- Diffusion monoglycérides, acides gras

3b- Transport actif du cholestérol

4- Re-synthèse des triglycérides

5- Relargage de vésicules lipidiques dans la circulation



D'après *Physiologie humaine*, D.U. Silverthorn

3-4 L'absorption des lipides

Le cycle entérohépatique

FOIE SAIN cycle entéro-hépatique

1 Les acides biliaries sont synthétisés dans le foie à partir du cholestérol. Ils sont ensuite conjugués avec des acides aminés pour donner les sels biliaries primaires

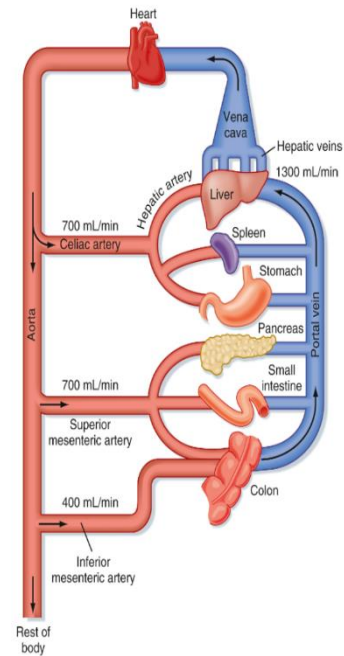
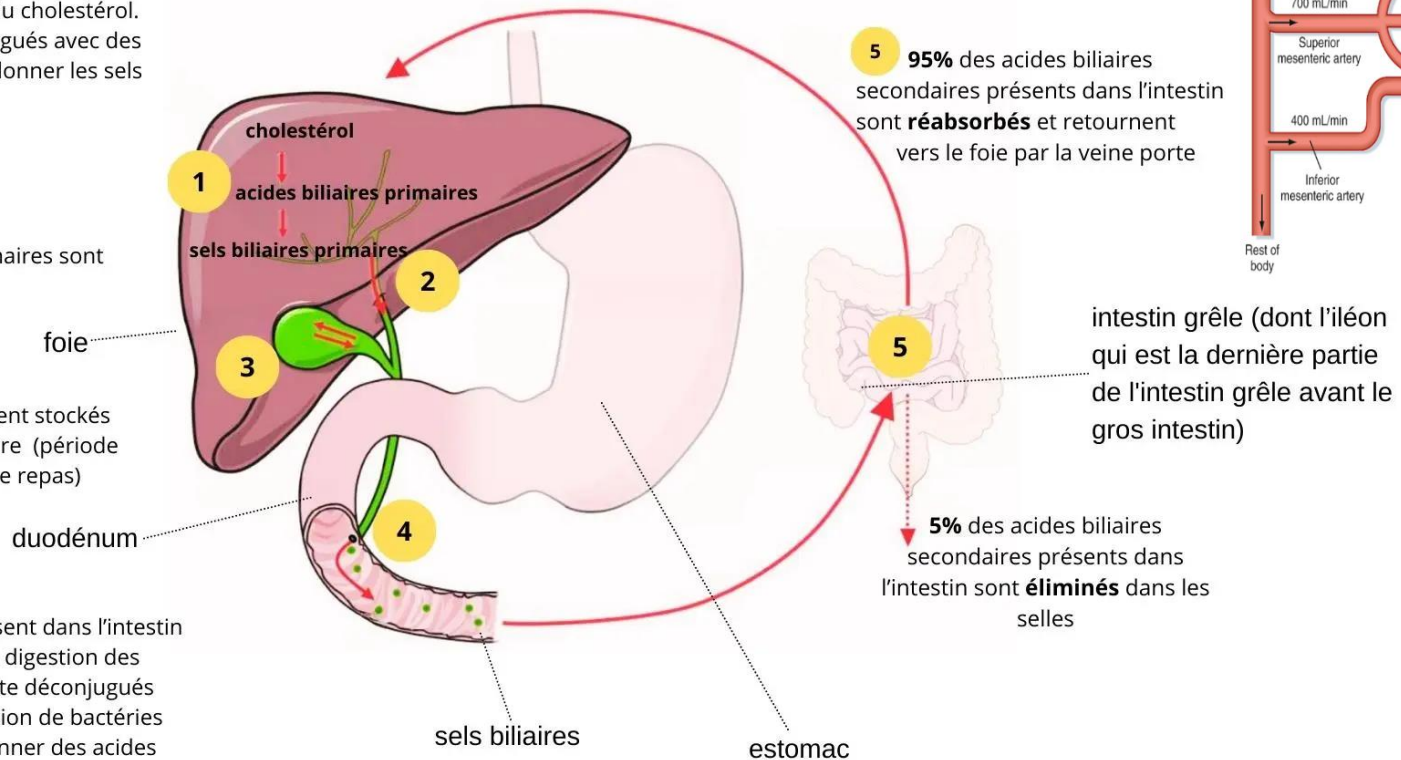
2 Les sels biliaries primaires sont excrétés dans la bile

3 Ils sont temporairement stockés dans la vésicule biliaire (période de jeûne entre chaque repas)

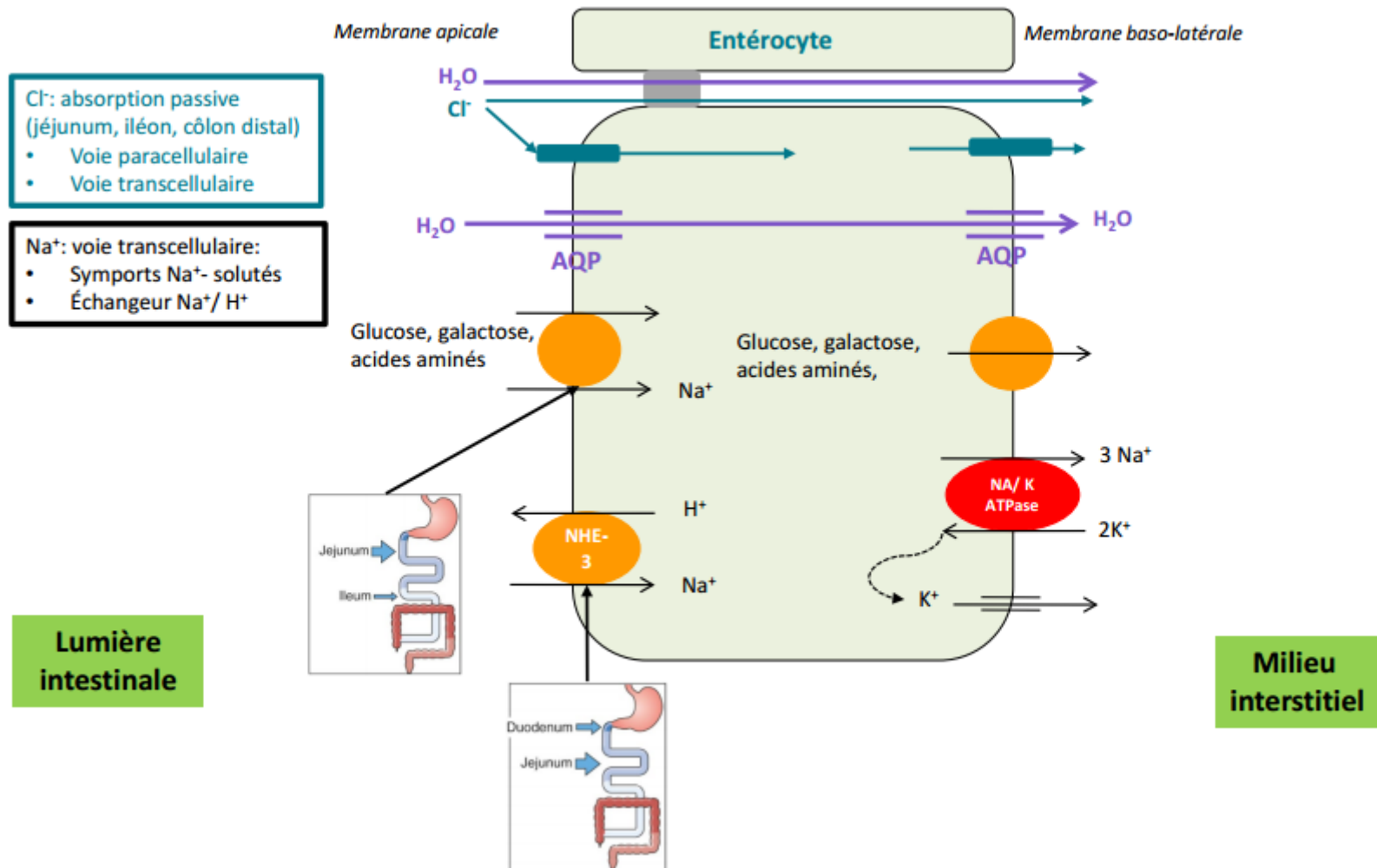
4 Les sels biliaries passent dans l'intestin où ils participent à la digestion des lipides. Ils sont ensuite déconjugués dans l'iléon sous l'action de bactéries intestinales pour donner des acides biliaries secondaires.

5 **95%** des acides biliaries secondaires présents dans l'intestin sont **réabsorbés** et retournent vers le foie par la veine porte

5% des acides biliaries secondaires présents dans l'intestin sont **éliminés** dans les selles

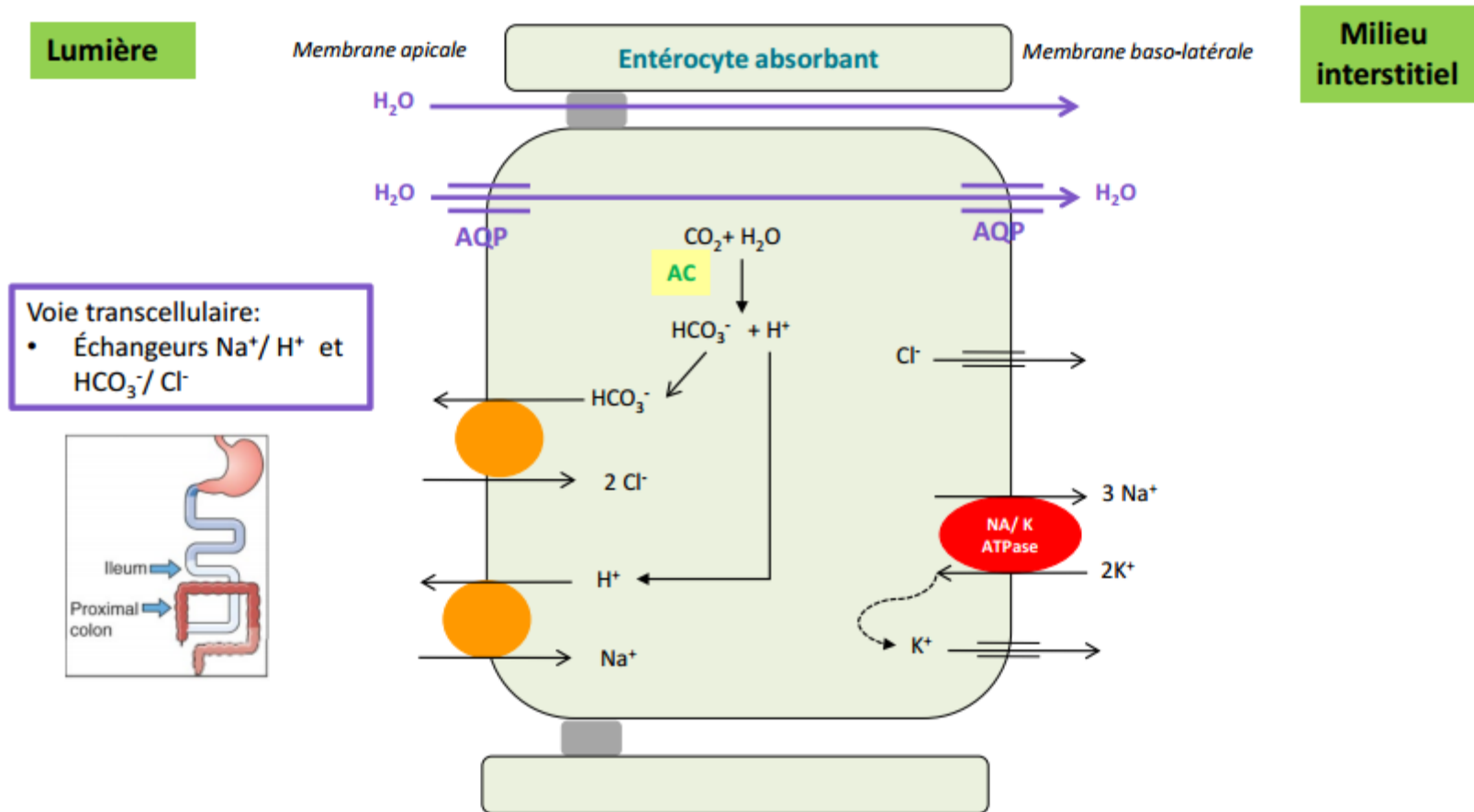


3-5 L'absorption intestinale des ions monovalents Na^+ , Cl^- , K^+



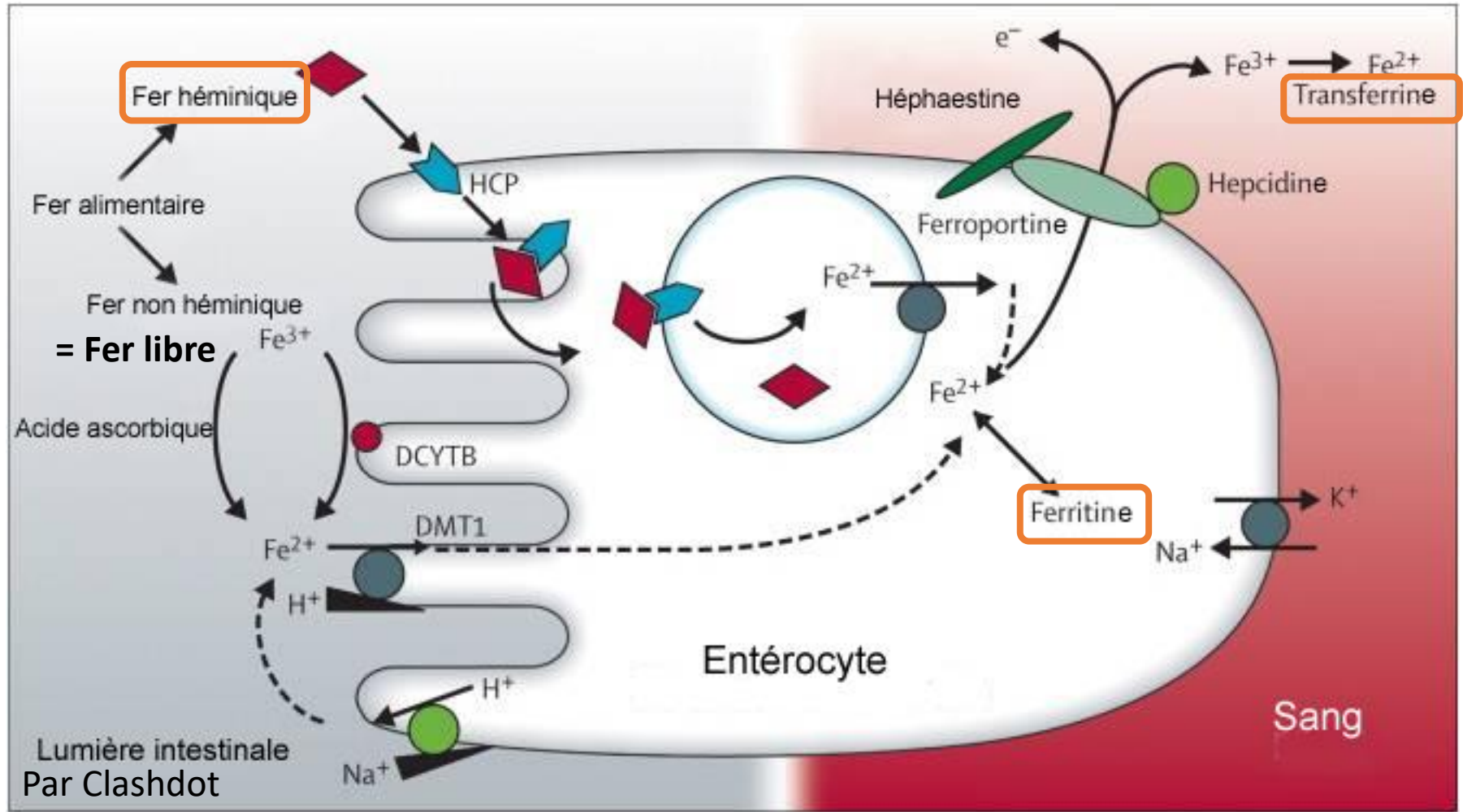
Absorption au niveau **duodénal et jéjunal**
Mise en œuvre d'un **transport actif secondaire (pompe Na/K)**

3-5 L'absorption intestinale des ions monovalents Na^+ , Cl^- , K^+



Absorption au niveau **iléal et du colon**
Mise en œuvre d'un **transport actif secondaire (pompe Na/K)**

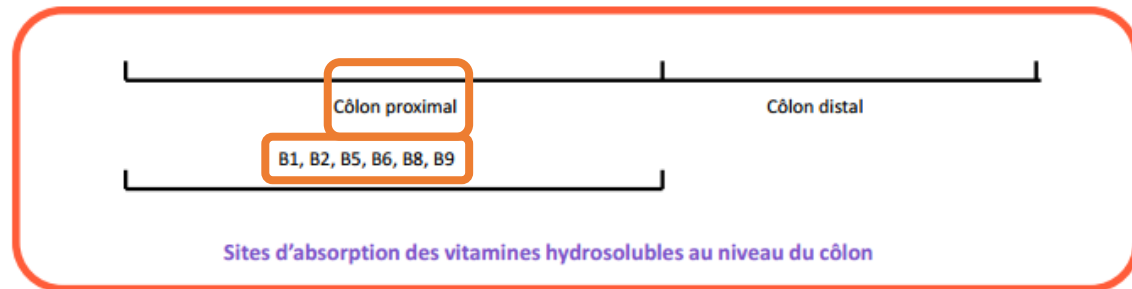
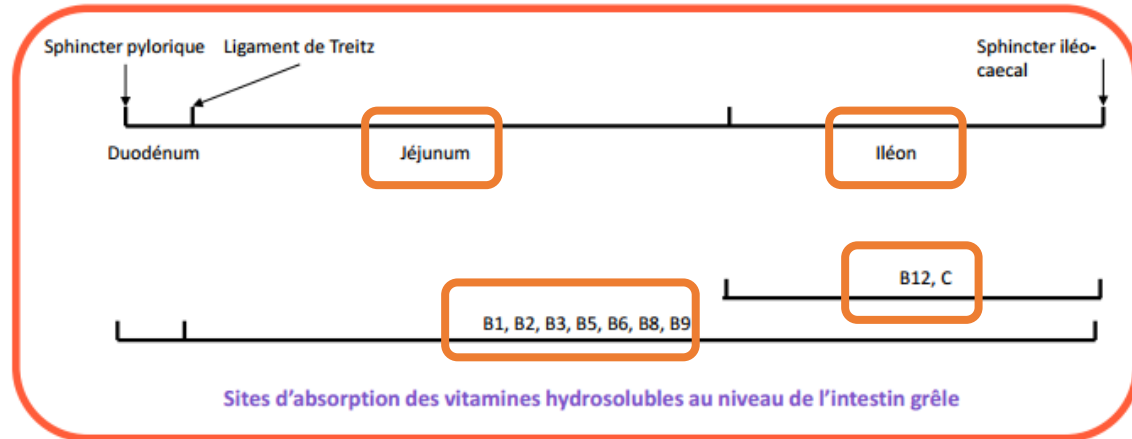
3-6 L'absorption intestinale du Fer



Les 3 principaux transporteurs du fer sont l'hème, la ferritine et la transferrine. Le fer n'est pas libre dans l'organisme

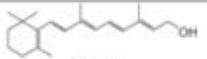
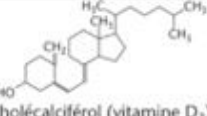
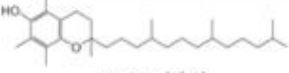
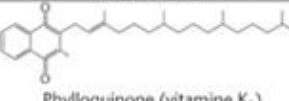
3-7 L'absorption intestinale des vitamines : hydrosolubles

Vitamine	Origine			Absorption	
	Exogène		Endogène	Intestin grêle	Côlon
	Alimentaire	Microbiote			
B1 (thiamine)	+	+	-	+	+
B2 (riboflavine)	+	+	-	+	+
B3 (acide nicotinique)	+	-	+	+	-
B5 (acide pantothénique)	+	+	-	+	+
B6 (pyridoxine)	+	+	-	+	+
B8 (biotine)	+	+	-	+	+
B9 (acide folique)	+	+	-	+	+
B12 (cobalamine)	+ origine animale	-	-	+	-
C	+	-	-	+	-

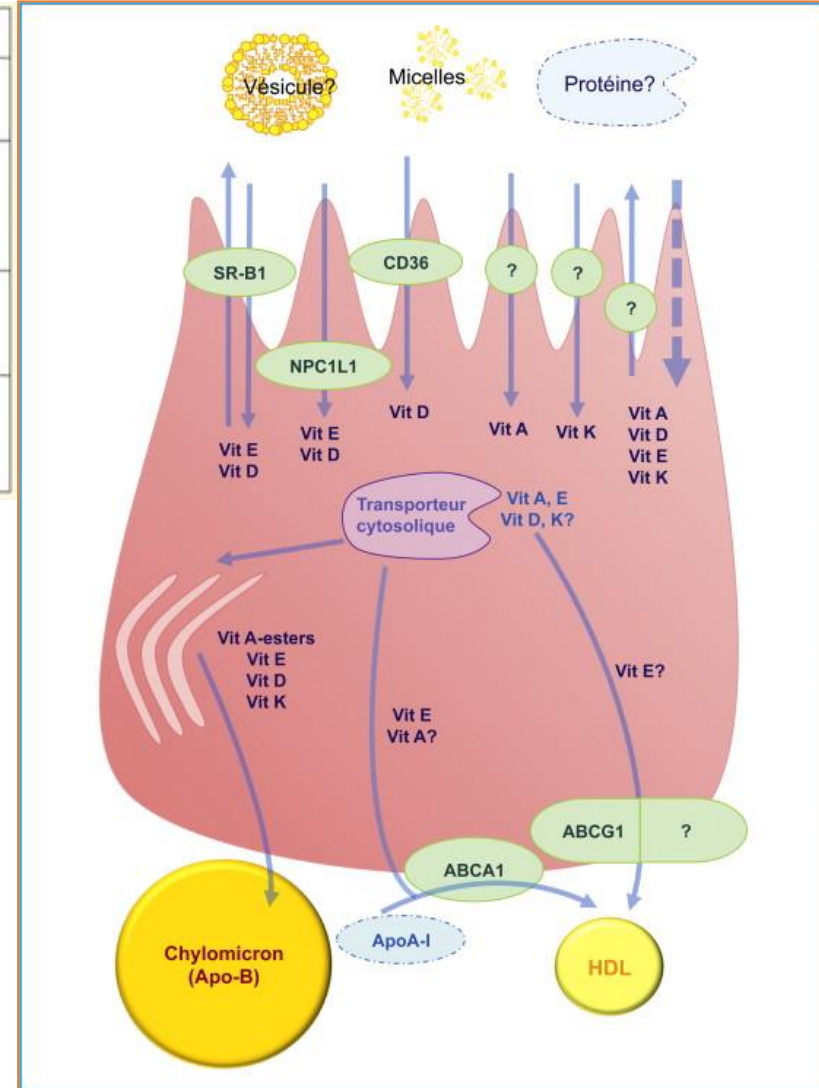


L'absorption est essentiellement **intestinale** (grêle + colon)

3-7 L'absorption intestinale des vitamines : liposolubles

Micronutriments	Forme active principale	Autres formes courantes	Sources alimentaires principales	Fonctions principales
Vitamine A	 Rétinol	Rétinyl palmitate	Foie, poissons gras, beurre, œufs, lait entier	Vision, régulation de gènes
Vitamine D	 Cholécalciférol (vitamine D ₃)	Ergocalciférol (vitamine D ₂)	Poissons gras et produits laitiers enrichis	Minéralisation et homéostasie calcique, reproduction, immunité, régulation de gènes
Vitamine E	 α-tocophérol	γ-tocophérol	Germes de graines et huiles végétales	Activité antioxydante, régulation de gènes
Vitamine K	 Phylloquinone (vitamine K ₁)	Ménaquinone-4 (vitamine K ₂)	Légumes verts à feuilles, fromages	Activité antihémorragique, métabolisme du calcium

Les vitamines liposolubles sont présentes dans la lumière intestinale dans des **vésicules**, des **micelles** ou associées à des **protéines**. Elles sont absorbées **à l'aide de transporteur** ou **passent librement la membrane**. Elles sont libérées dans des **chylomicrons** ou s'associent à des **lipoprotéines**.



Comment participer ?



 [Copier le lien de participation](#)



1

Allez sur
wooclap.com

2

Entrez le
code
d'événement
dans le
bandeau
supérieur

Code d'événement
IVGC25DIGESTION



1

Envoyez **@IVGC25DIGESTION** au **06 44 60 96 62**

2

Envoyez votre réponse au même numéro



Désactiver les réponses par SMS