



Physiologie de la digestion

2- Etapes de la digestion - I et II

Sommaire:

I - Phase buccale et œsophagienne

1. La mastication
2. La salivation
3. La déglutition

II - Phase gastrique

1. Anatomie, histologie
2. Motricité et digestion mécanique
3. Sécrétion gastrique et digestion chimique
4. Régulation de la sécrétion et motilité

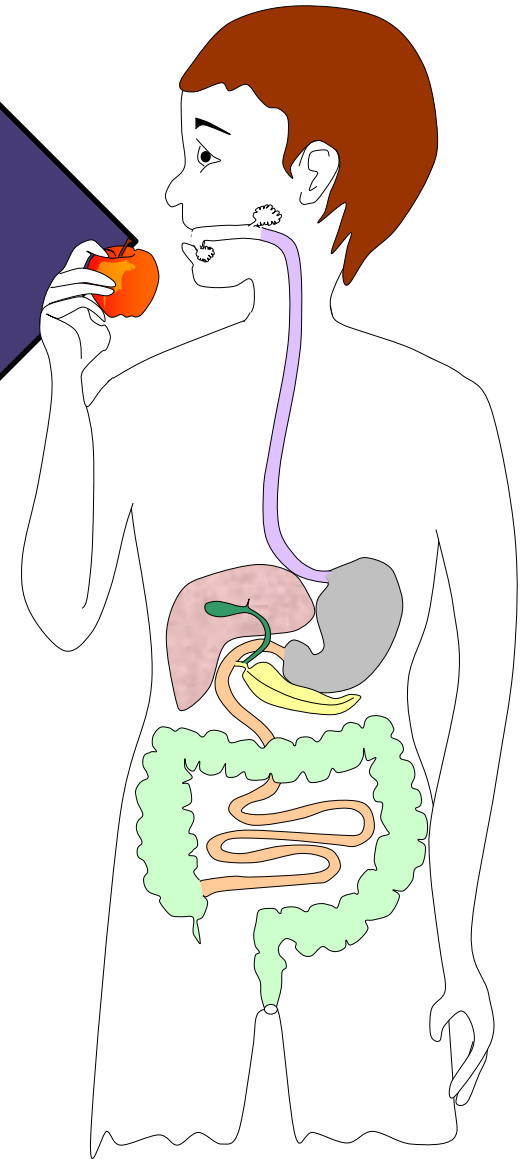
III - Phase intestinale

1. Anatomie, histologie
2. Motricité et digestion mécanique
3. Sécrétions intestinales et digestion chimique
4. Sécrétions pancréatiques et digestion chimique
5. Sécrétions biliaires et digestion chimique
6. Absorption intestinale

IV - Phase colique

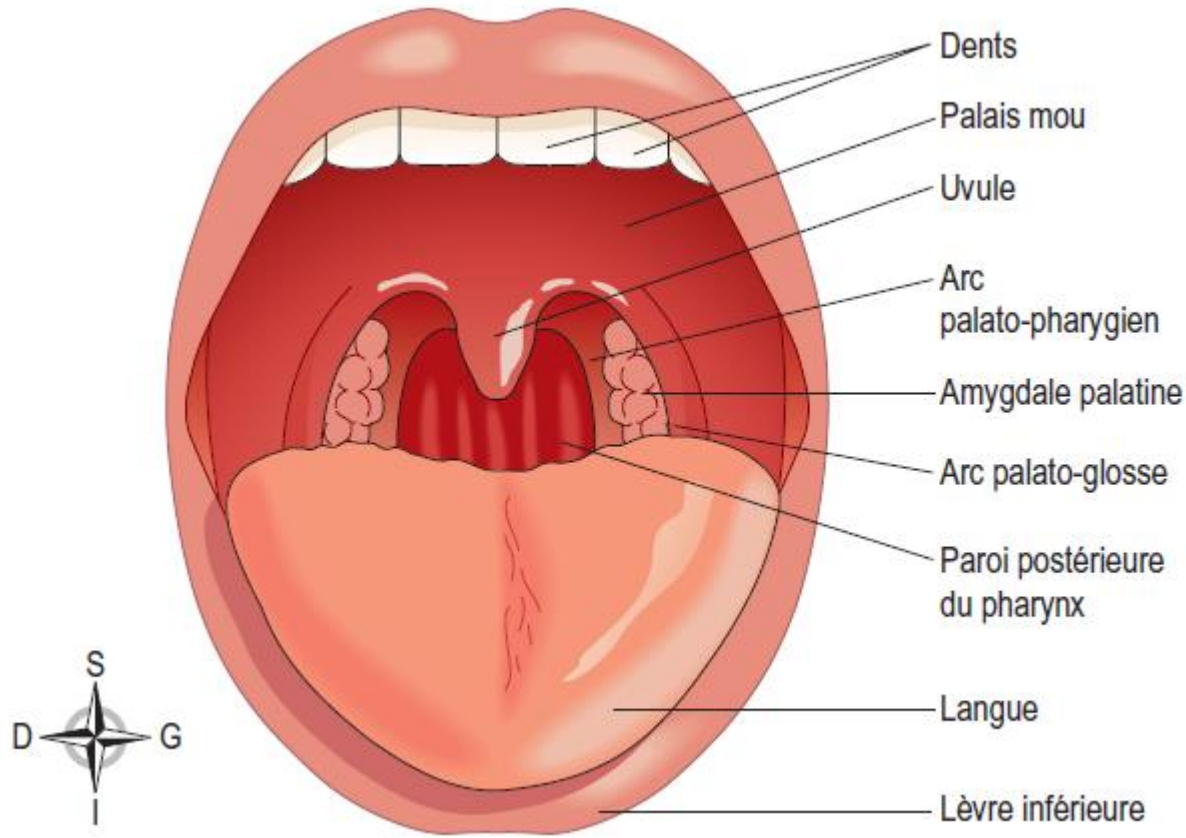
1. Anatomie, histologie
2. Processus digestifs
3. Défécation

I - Phase buccale et œsophagienne



- La **mastication** est l'ensemble des mouvements volontaires de la mâchoire, de la langue et des joues
- Cela peut être aussi un phénomène réflexe (donc involontaire) déclenché par la présence d'aliments dans la bouche
- Au cours de la mastication, les aliments sont déplacés par la **langue**, broyés par les **dents** et mélangés à la **salive** → **bol alimentaire** mou qui est avalé
- Cette étape permet la réduction de taille des aliments facilitant la digestion et l'augmentation de la surface attaquable par les enzymes digestives

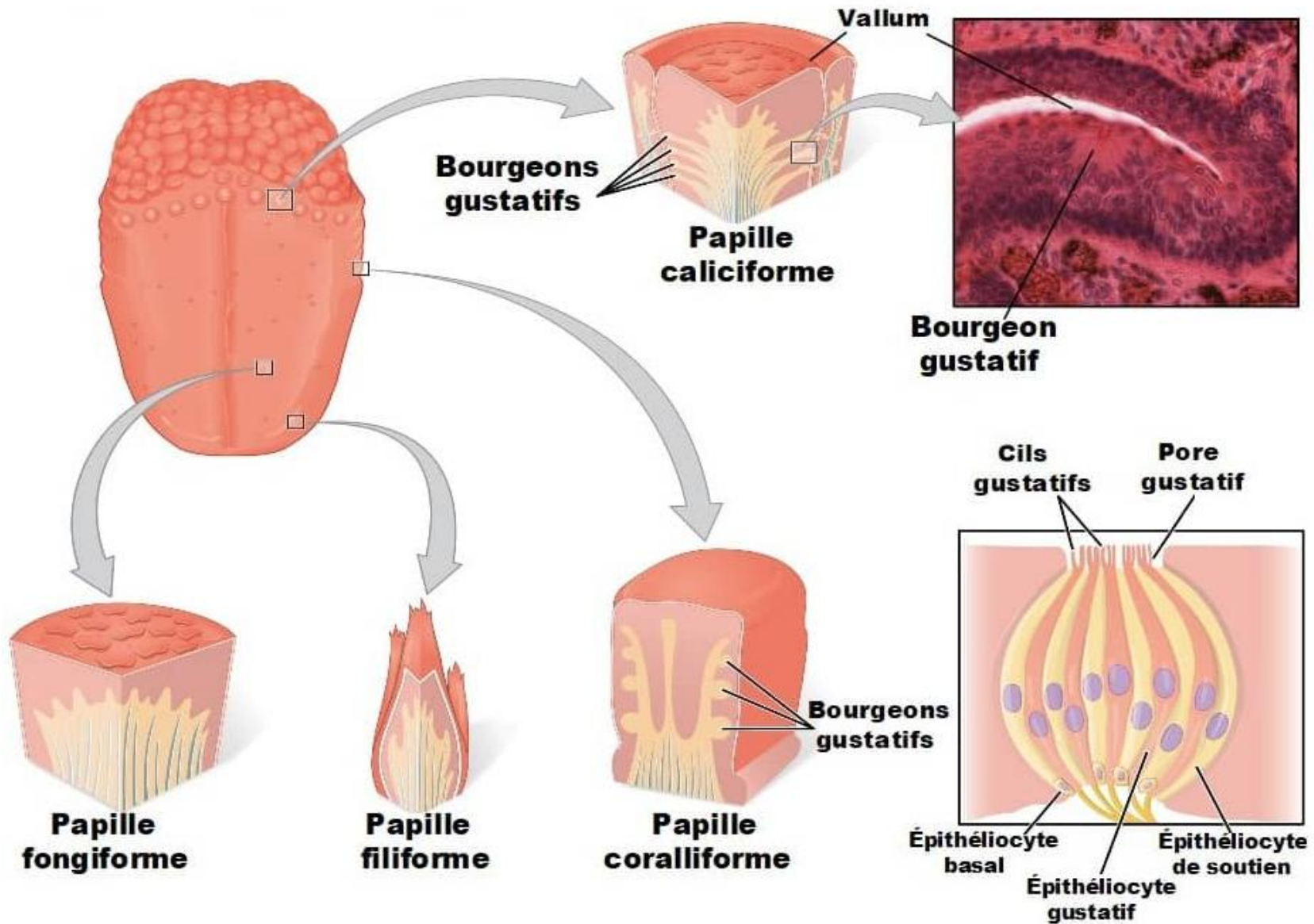
Structure de la bouche



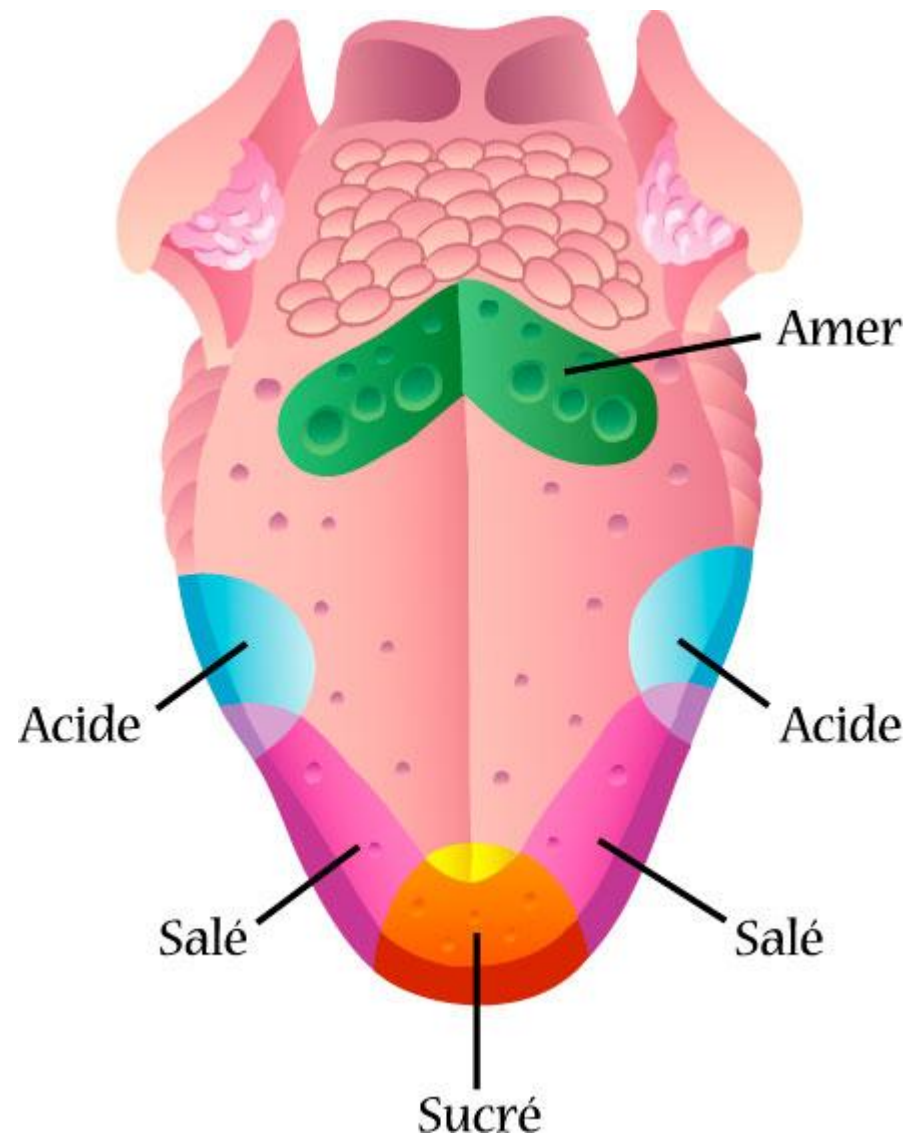
Langue :

- Muscle strié volontaire
- Permet de guider les aliments lors de la mastication
- Muqueuse qui contient des récepteurs du goût (récepteurs sensoriels)

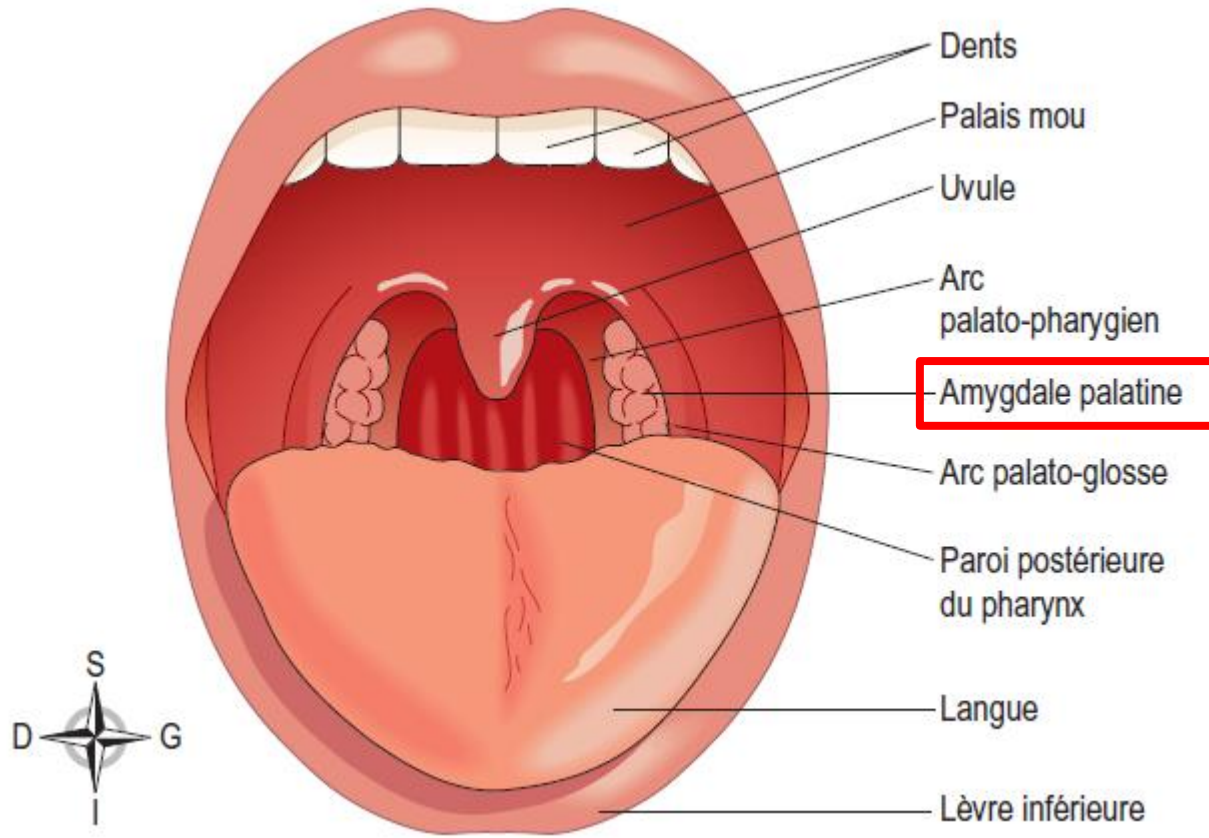
Papilles gustatives de la langue



Papilles gustatives de la langue



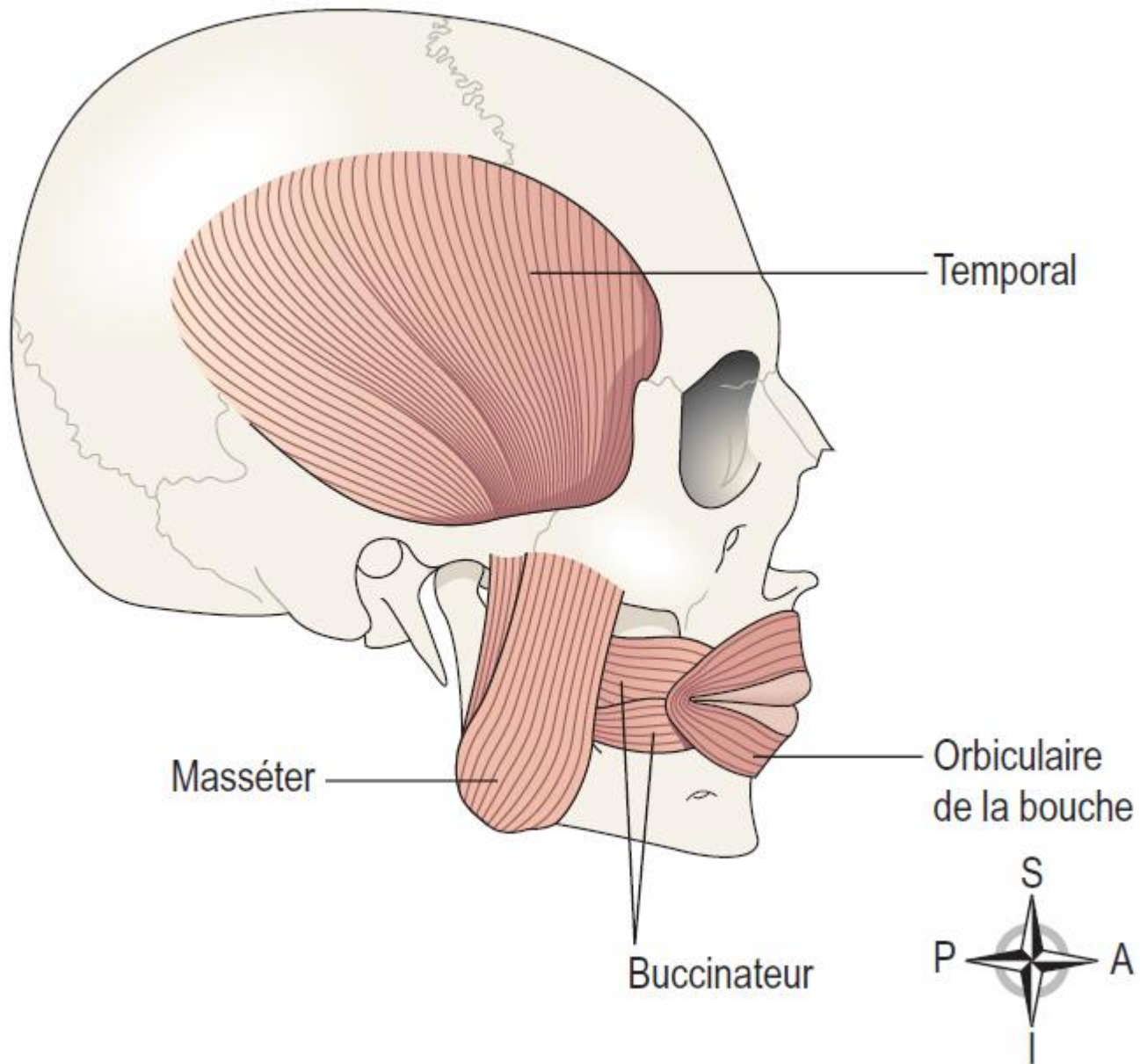
Structure de la bouche



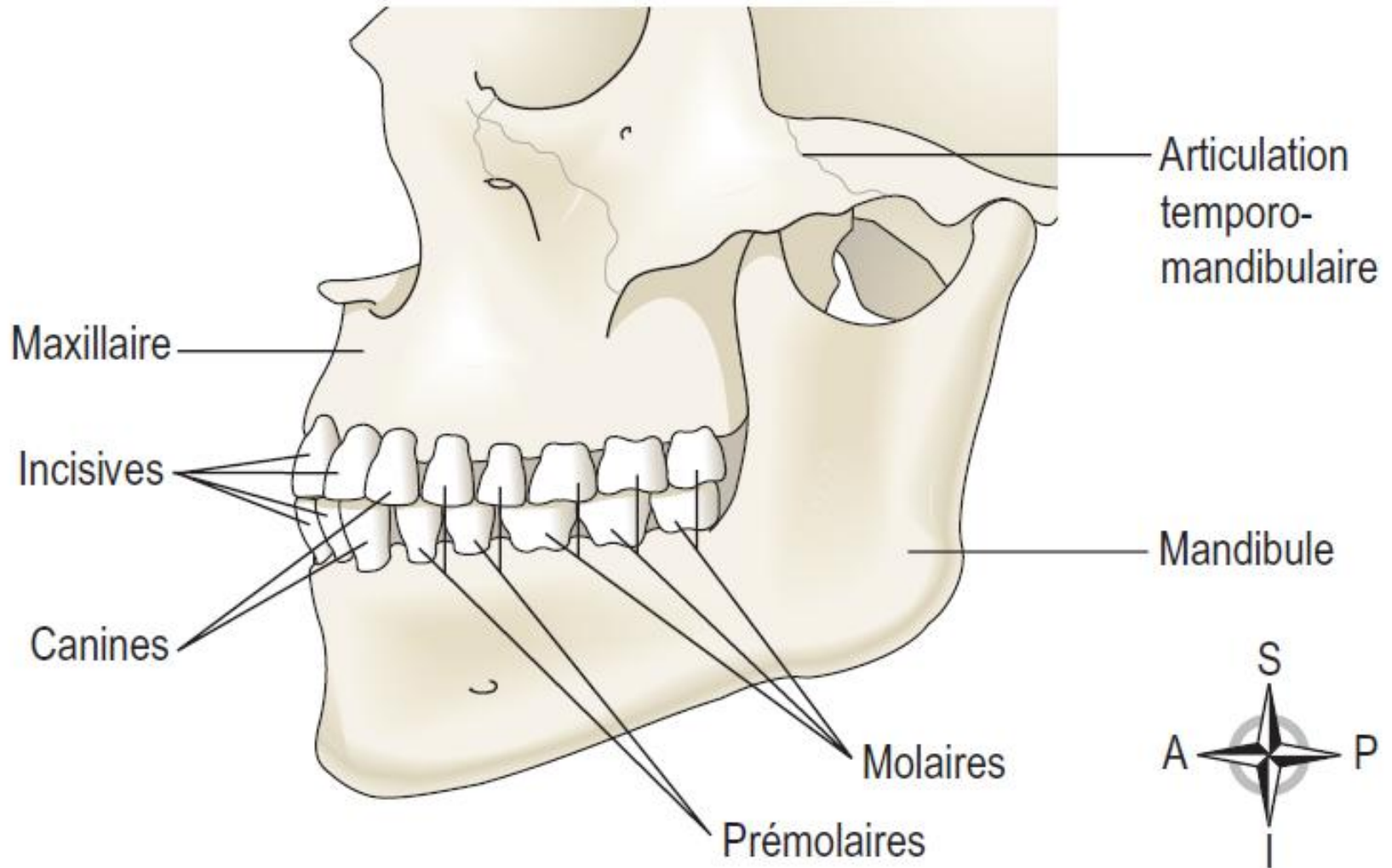
Amygdale :

-Organes lymphoïdes appartenant au système immunitaire

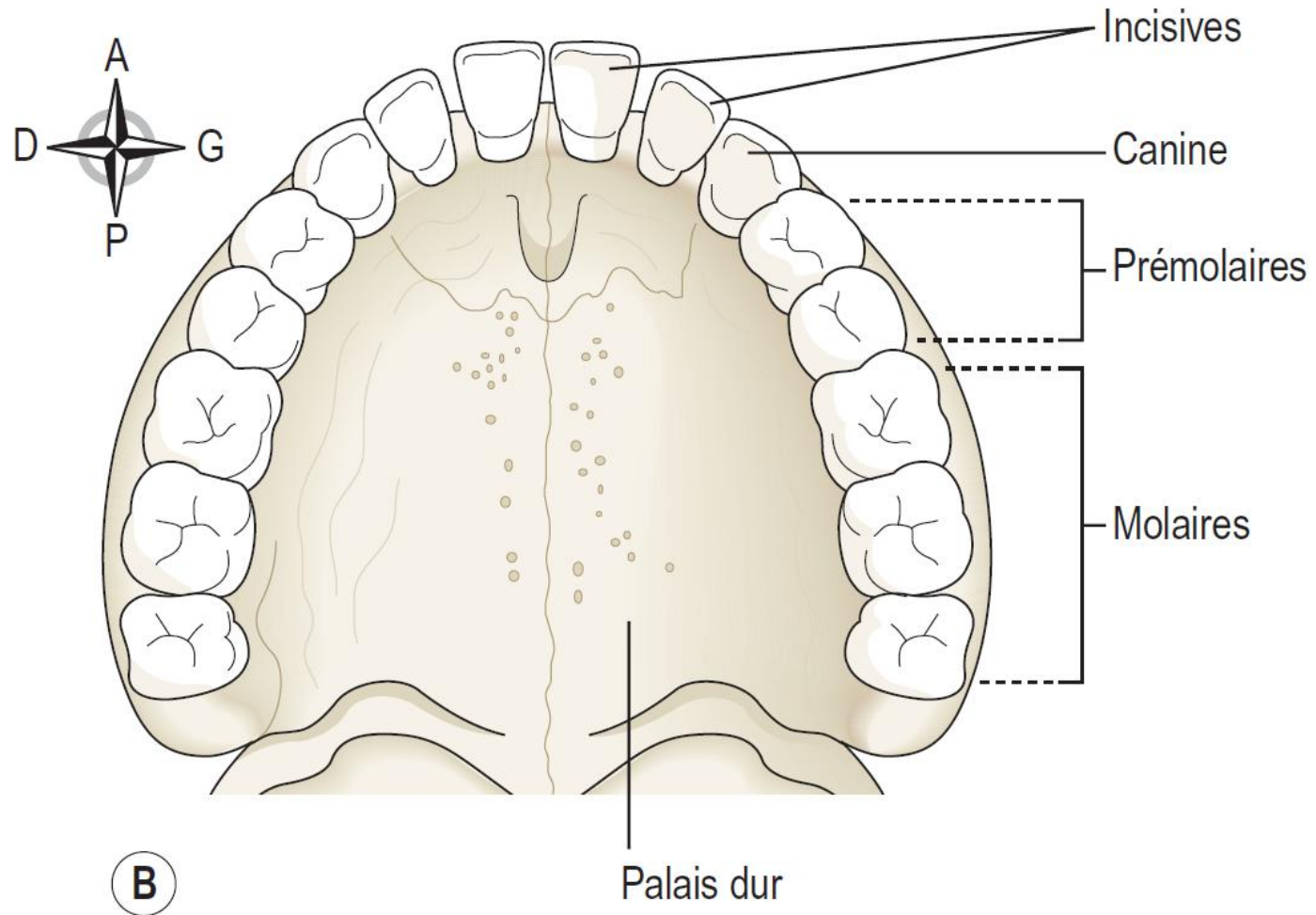
Les muscles de la mastication



Dents



Dents

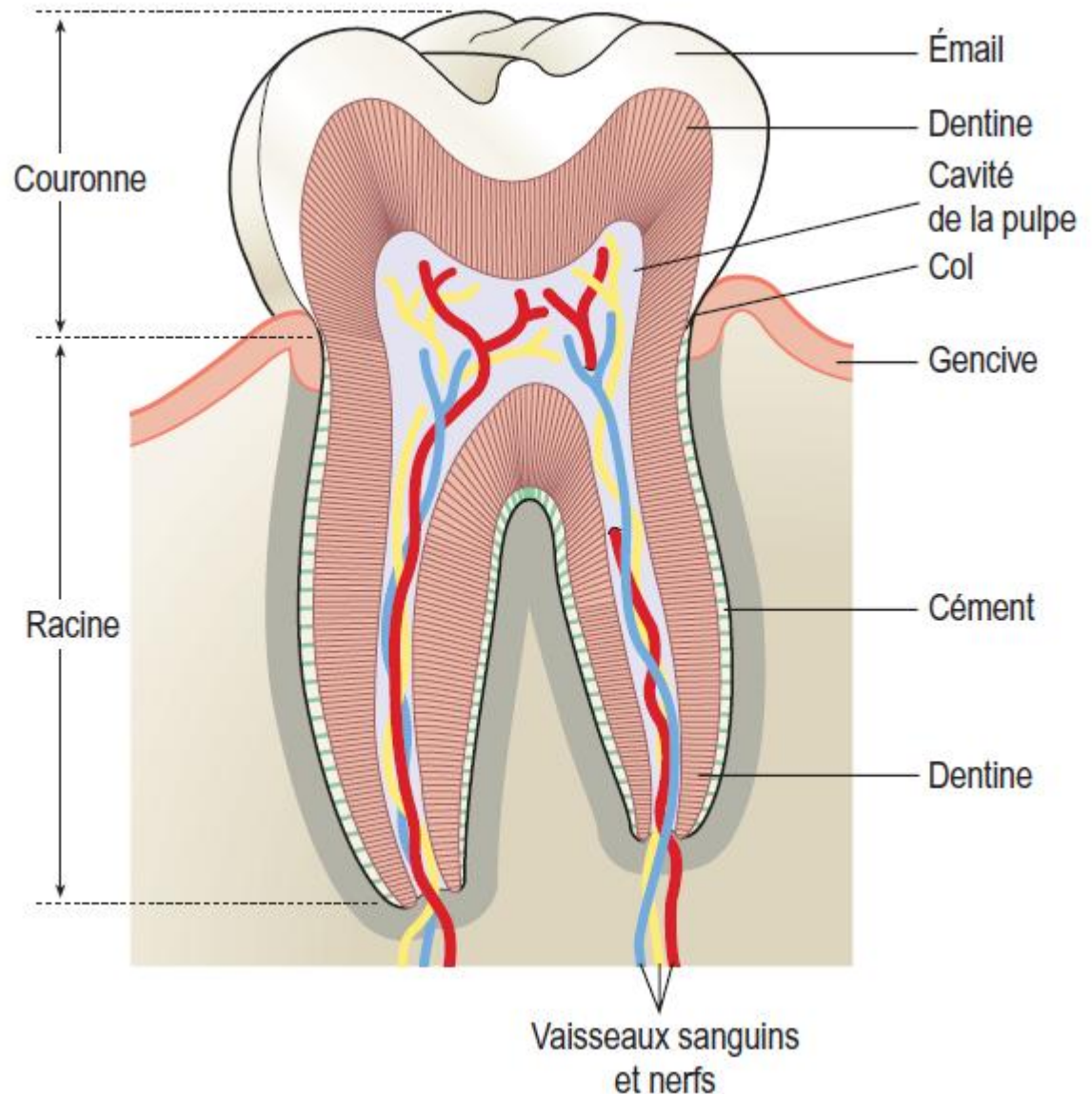


Suivant leurs fonctions, les dents ont des formes différentes.

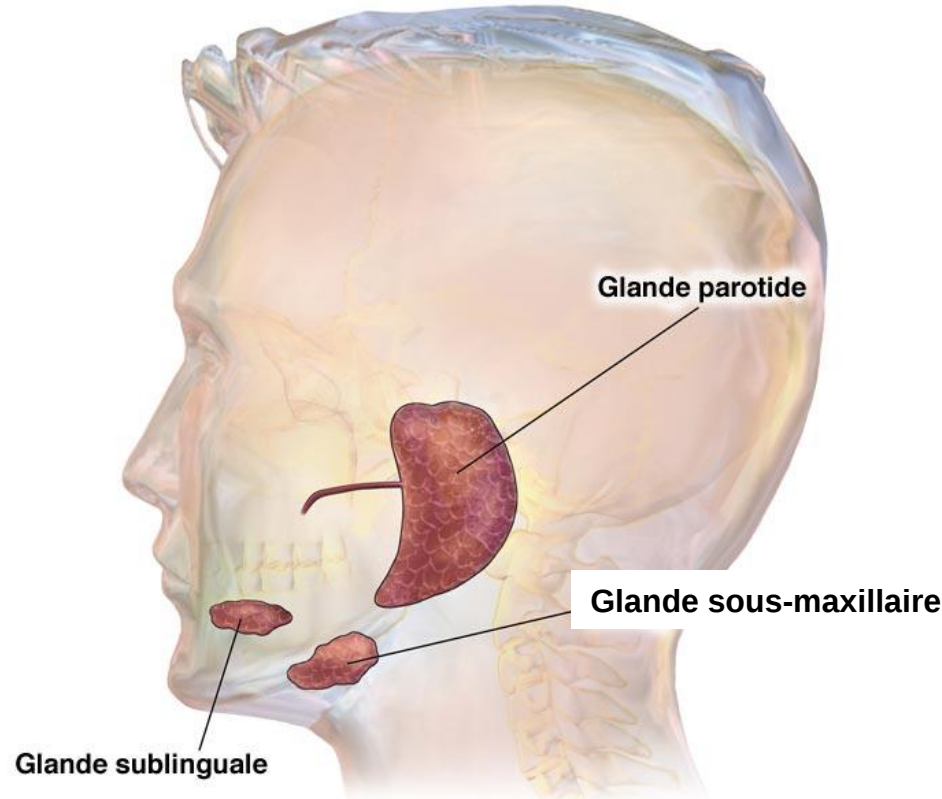
- Les *incisives* et les *canines*: dents qui coupent
- *Prémolaires* et les *molaires*, qui ont une large surface plate → utilisées pour broyer ou écraser les aliments

Dents

- Cavité pulpaire : Partie vivante: vaisseaux sanguins, lymphatiques et nerf
- Dentine: Proche de l'ivoire, substance dure
- Email : Mince couche très dure
- C ment : substance semblable   de l'os qui fixe la dent dans son alvéole



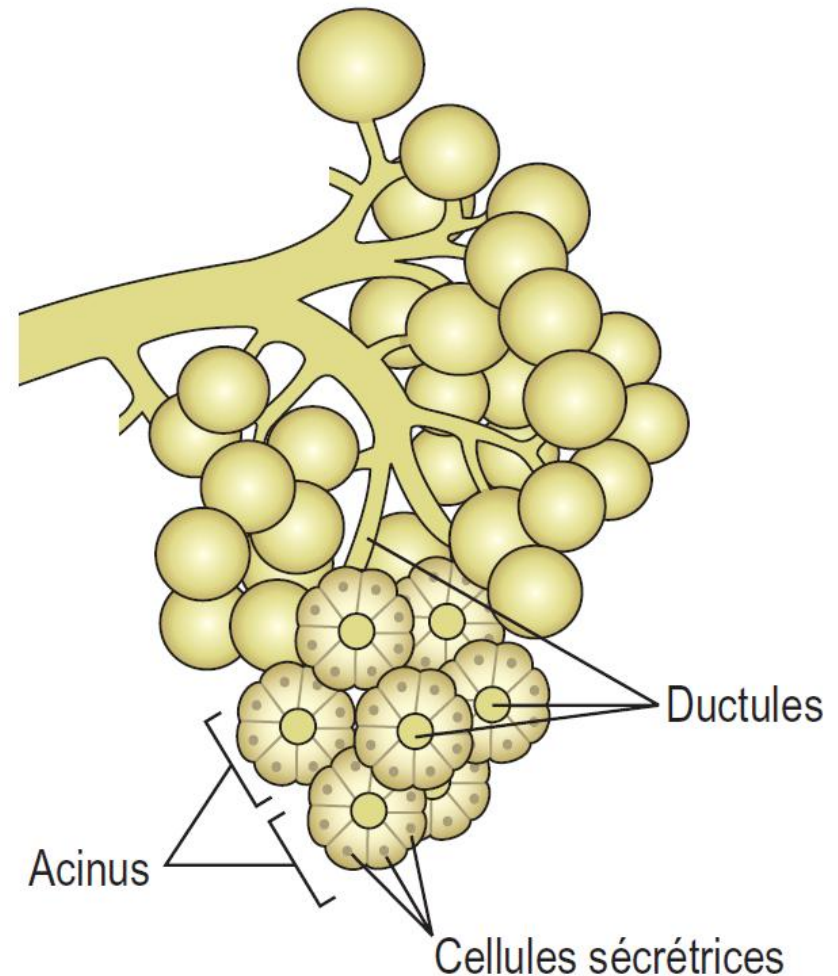
- Plus de 90% de la salive provient de 3 glandes salivaires principales: parotides, sous-maxillaires et sublinguales



- Il ya d'autres glandes, plus petites, disséminées dans la cavité buccale et sur le dos de la langue qui assurent la sécrétion d'écume pour maintenir la bouche et les lèvres humides

Structure des glandes salivaires:

- Elles sont constituées chacune par un certain nombre de **lobules** faits de petits **acinus** bordés de **cellules sécrétrices**
- Les sécrétions sont déversées dans des **ductules**, qui se rejoignent pour former des canaux plus gros allant à la bouche
- Les **acinis** peuvent être constitués de cellules:
 - uniquement muqueuses (glandes sublinguales) qui sécrètent du mucus
 - uniquement séreuses (glandes parotides) qui sécrètent l'amylase
 - mixtes (glandes sous maxillaires)

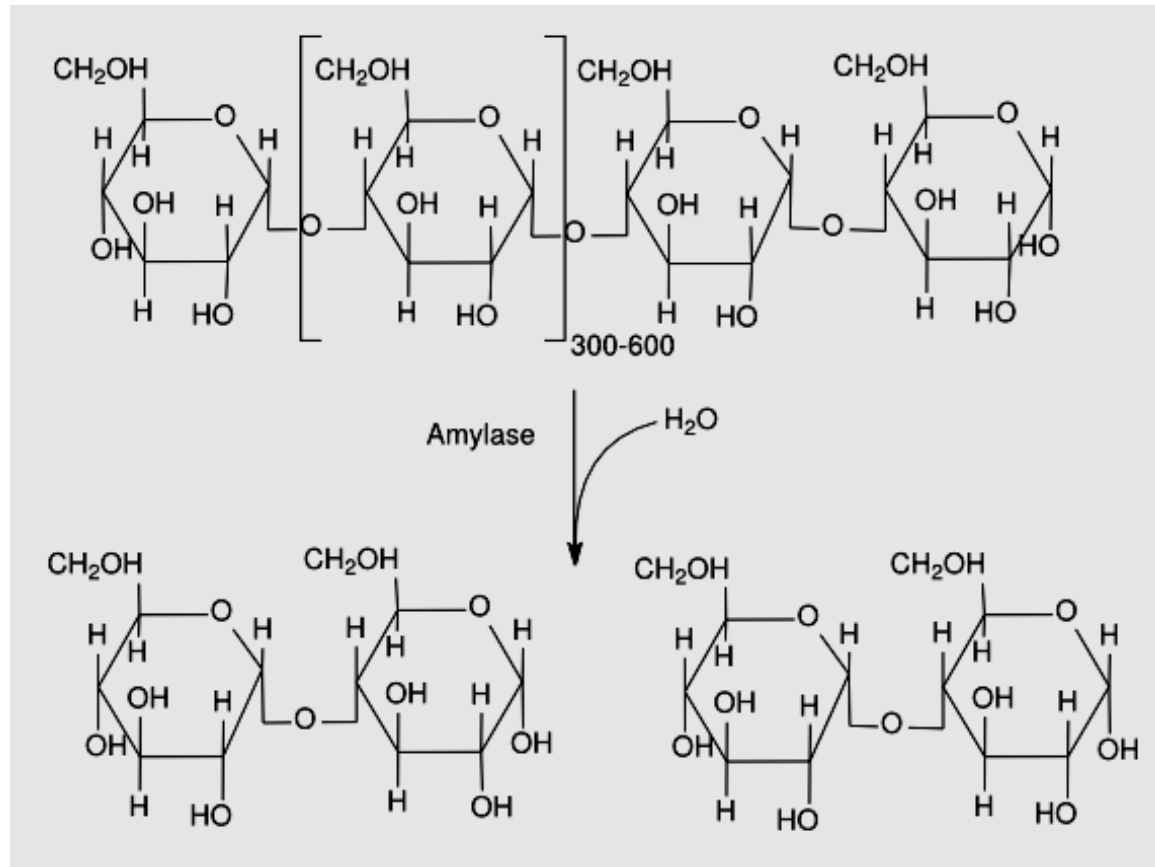


Composition chimique de la salive

- Volume quotidien sécrété : 1 à 1,5 L
- Composition proche de celle du plasma sur le point de vue électrolytique: 99,5% d'eau et 0,5 % de soluté (Na^+ , K^+ , Cl^- , HCO_3^-)
- Mais concentration en NaCl beaucoup plus faible que le plasma ($1/7^e$) (important pour la perception du goût salé)
- Contient des molécules organiques:
 - Des enzymes: l'amylase, lipase et lysozyme
 - Des mucines (glycoprotéines du mucus)
 - Des immunoglobulines
- pH neutre qui permet de tamponner l'acidité de l'estomac

Les enzymes salivaires: l'amylase salivaire

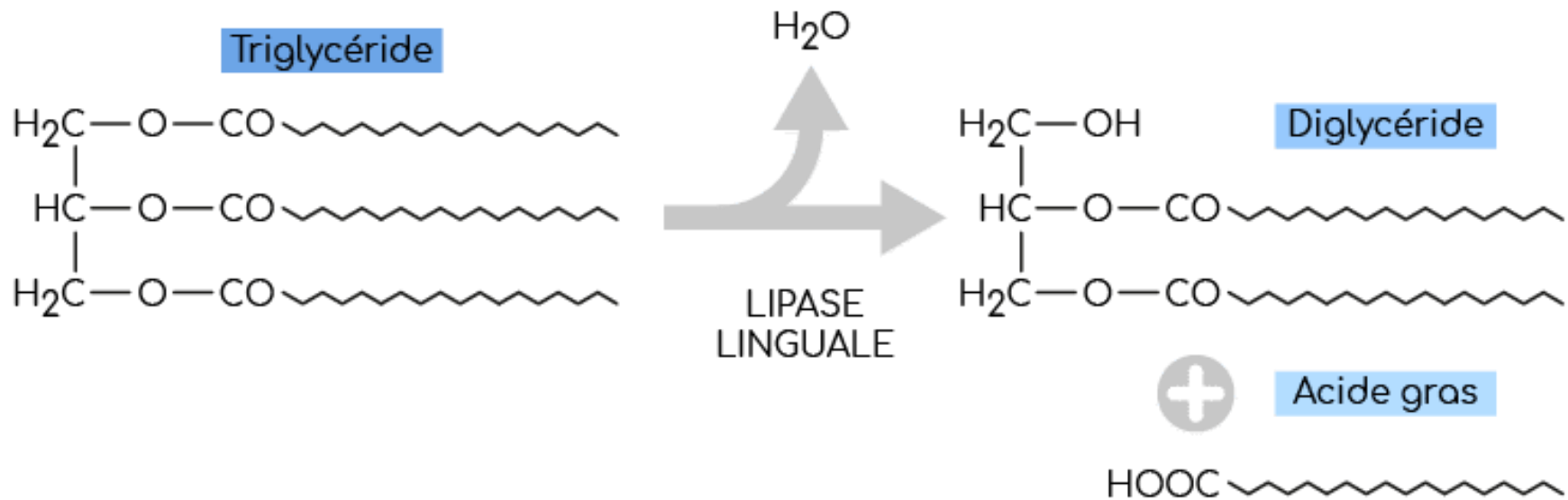
- Coupe les liaisons alpha 1-4 glycosidiques de l'amidon pour libérer du maltose



- Agit à pH neutre donc inactivée lorsqu'elle arrive dans l'estomac (acide)
→ Action de courte durée
- Assure la digestion des particules qui restent entre les dents

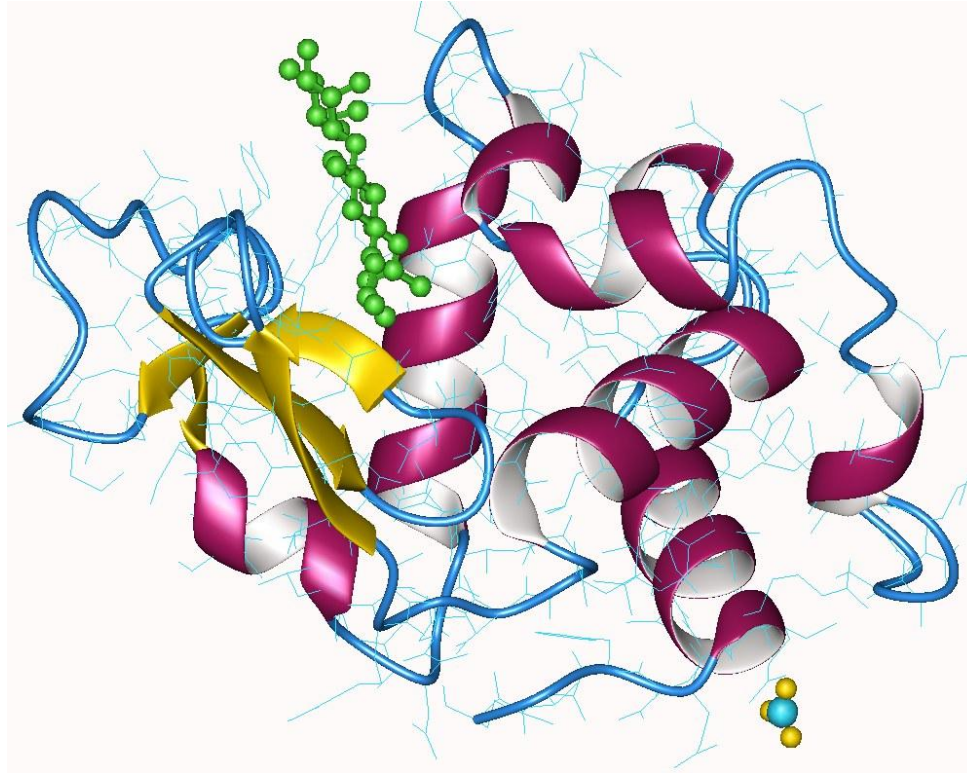
Les enzymes salivaires: lipase

- Sécrétée par des glandes sur le dos de la langue
- Catalyse l'hydrolyse des lipides (transforme 30% des triglycérides en acides gras et monoglycérides)
- Sécrétée dans la bouche MAIS active dans l'estomac, à pH acide → Seuls les glucides sont digérés dans la bouche (pas les lipides)



Les enzymes salivaires: lysozyme

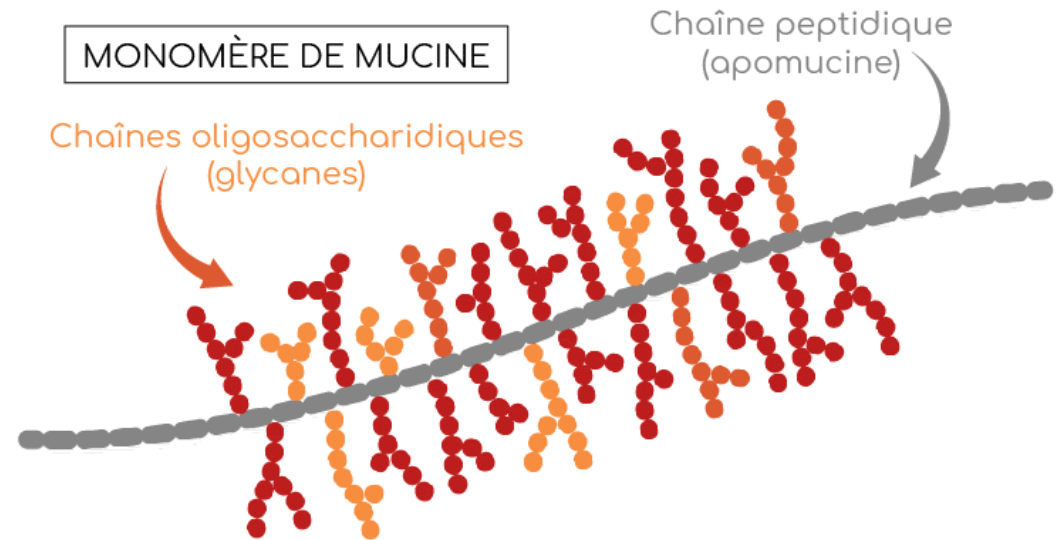
- Autre enzyme (protéine globulaire de 130 aa chez l'être humain) qui est impliquée dans la défense contre les infections bactériennes.



- On le trouve en particulier dans un certain nombre de sécrétions (larmes, salive, lait maternel, mucus, blanc d'œuf)
- Détruit la paroi bactérienne

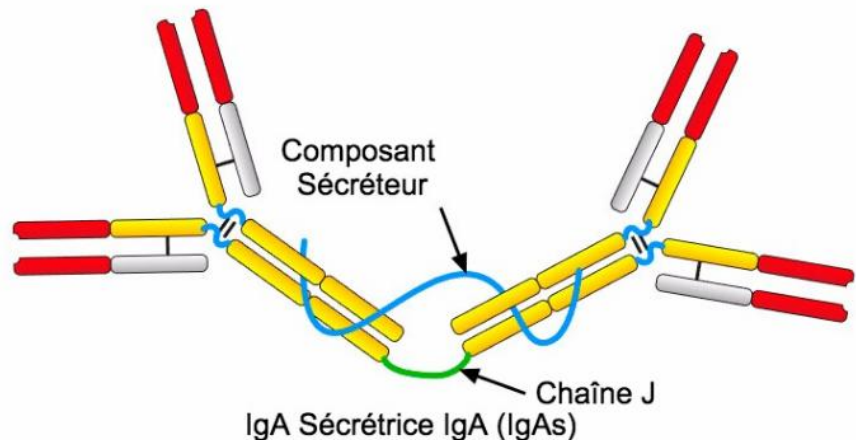
Les mucines salivaires

- Ce sont des **glycoprotéines** qui lient les particules alimentaires broyées par les dents → bol alimentaire onctueux, compact, facile à avaler
- Aide au glissement du bol alimentaire (effet lubrifiant)



Les immunoglobulines salivaires (IgA essentiellement)

- qui ont un rôle de défense immunitaire



REMARQUE : Les bourgeons du goût ne sont stimulés que par des substances en solution. Les aliments secs ne stimulent donc le sens du goût qu'après s'être étroitement mélangés à de la salive.

- **Xérostomie** = manque de salive.

Symptôme du syndrome de Sjögren → difficultés de mastication, de déglutition et de l'élocution, associé à de fréquentes caries dentaires
Maladie auto-immune caractérisée par une infiltration lymphoïde des glandes salivaires et lacrymales → sécheresse buccale et oculaire



Le contrôle de la sécrétion de salive

- La sécrétion de salive est la seule sécrétion digestive qui est totalement commandée par le **système nerveux autonome**. Toutes les autres sécrétions digestives dépendent à la fois du système nerveux et d'hormones gastro-intestinales
- Contrairement au cas habituel dans le reste de l'organisme, les voies nerveuses **parasymphathiques** et **orthosymphathiques** n'ont pas d'effet antagoniste. Tous deux **stimulent** la sécrétion salivaire mais avec des différences:

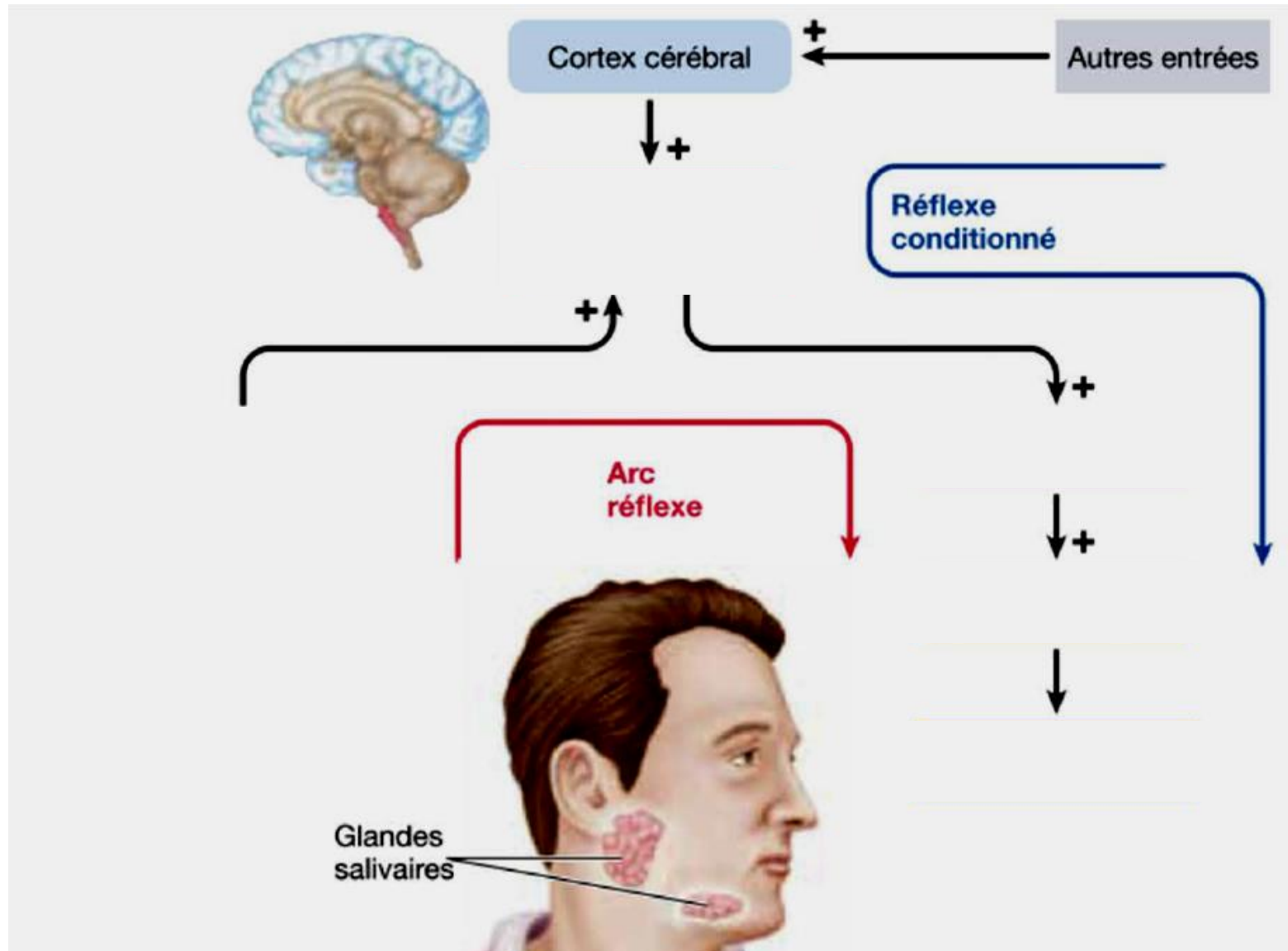
Voies parasymphathiques	Voies orthosymphathiques
• Sécrétion abondante • Salive aqueuse riche en enzymes	• Sécrétion moins abondante • Épaisse, riche en mucus → Explique sensation de bouche sèche dans situations stressantes (trac avant de prendre la parole)

REMARQUE : La sécrétion continue de salive, en absence de stimulus, est due à la faible activité des nerfs parasymphathiques innervant les glandes salivaires → permet de maintenir bouche et muqueuses humides

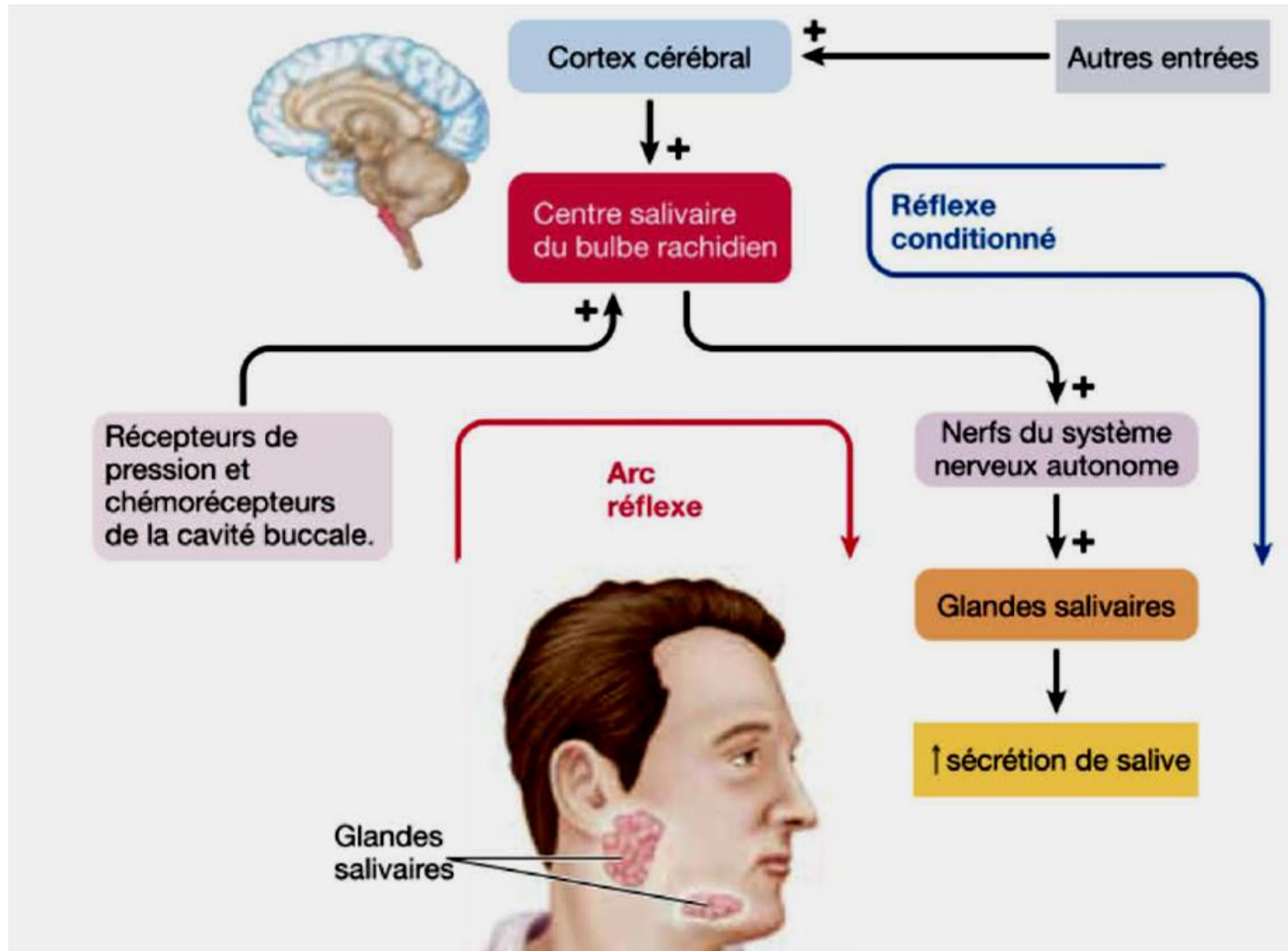
Réflexes salivaires simples et conditionnés

Réflexe salivaire simple	Réflexes salivaires conditionnés
Déclenché par la présence d'aliments → Stimulation de chémorécepteurs et mécanorécepteurs de la cavité buccale → messages sensitifs vers le centre salivaire (bulbe rachidien) → Voies efférentes vers les glandes salivaires → commandent la sécrétion REMARQUE: les soins dentaires font saliver car ils stimulent les mécanorécepteurs	Déclenché en absence de stimulation buccale Penser aux aliments, d'en sentir l'odeur, de voir un plat appétissant → voies nerveuses cérébrales associées au plaisir, à la mémoire agissant sur le centre salivaire bulbaire  REMARQUE : avoir « l'eau à la bouche »

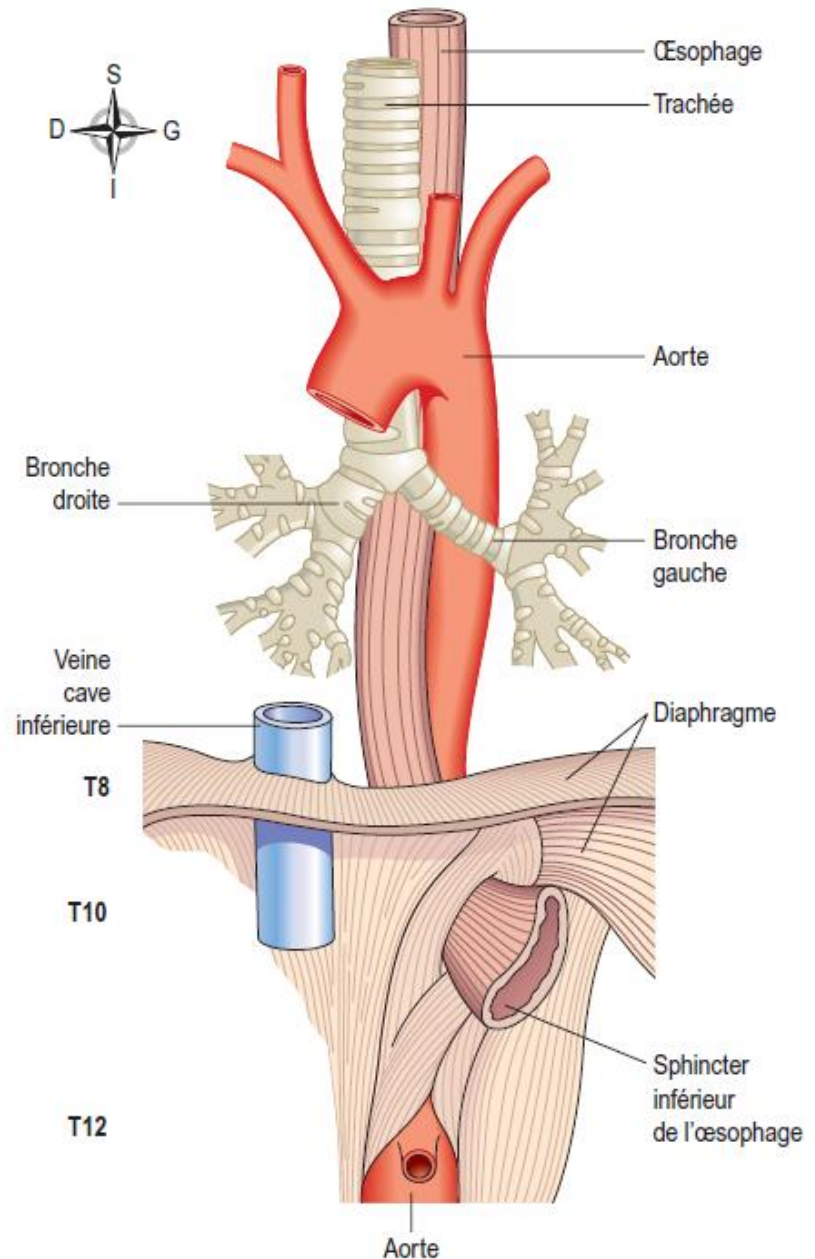
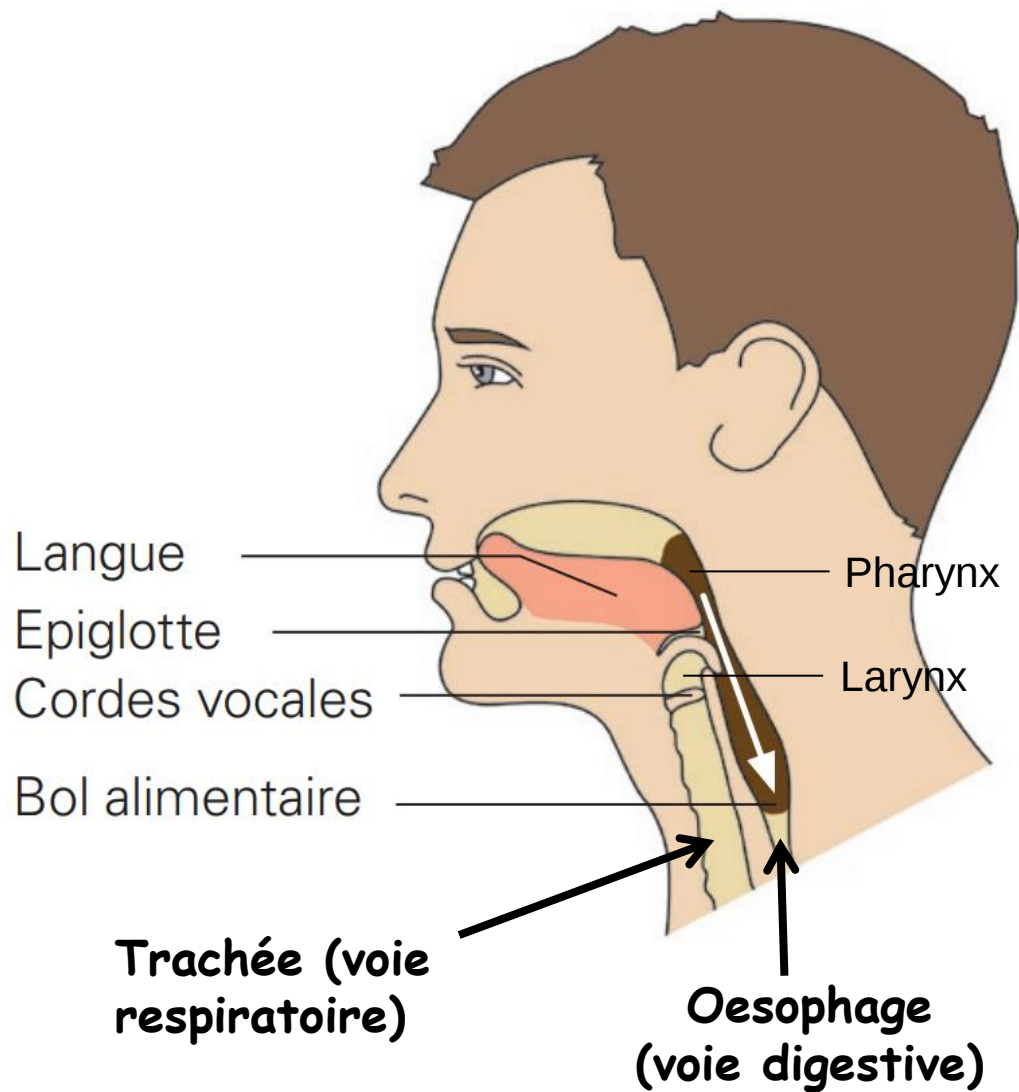
Réflexes salivaires simples et conditionnés



Réflexes salivaires simples et conditionnés

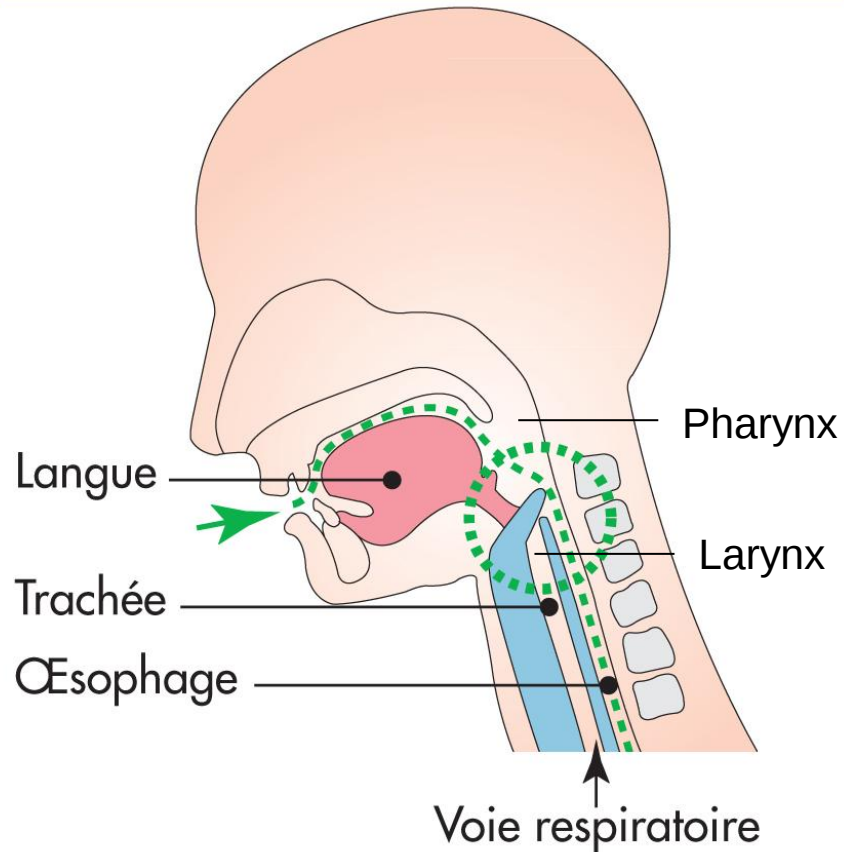


OEsophage et structures voisines

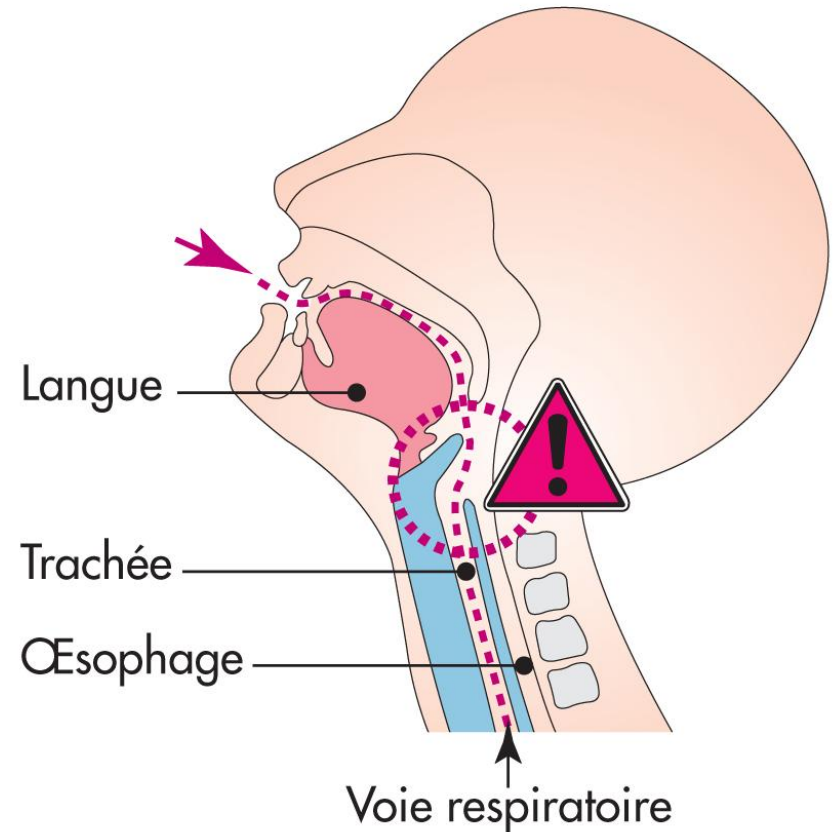


Eviter une « fausse route »

FAIRE : BAISSER LA TÊTE



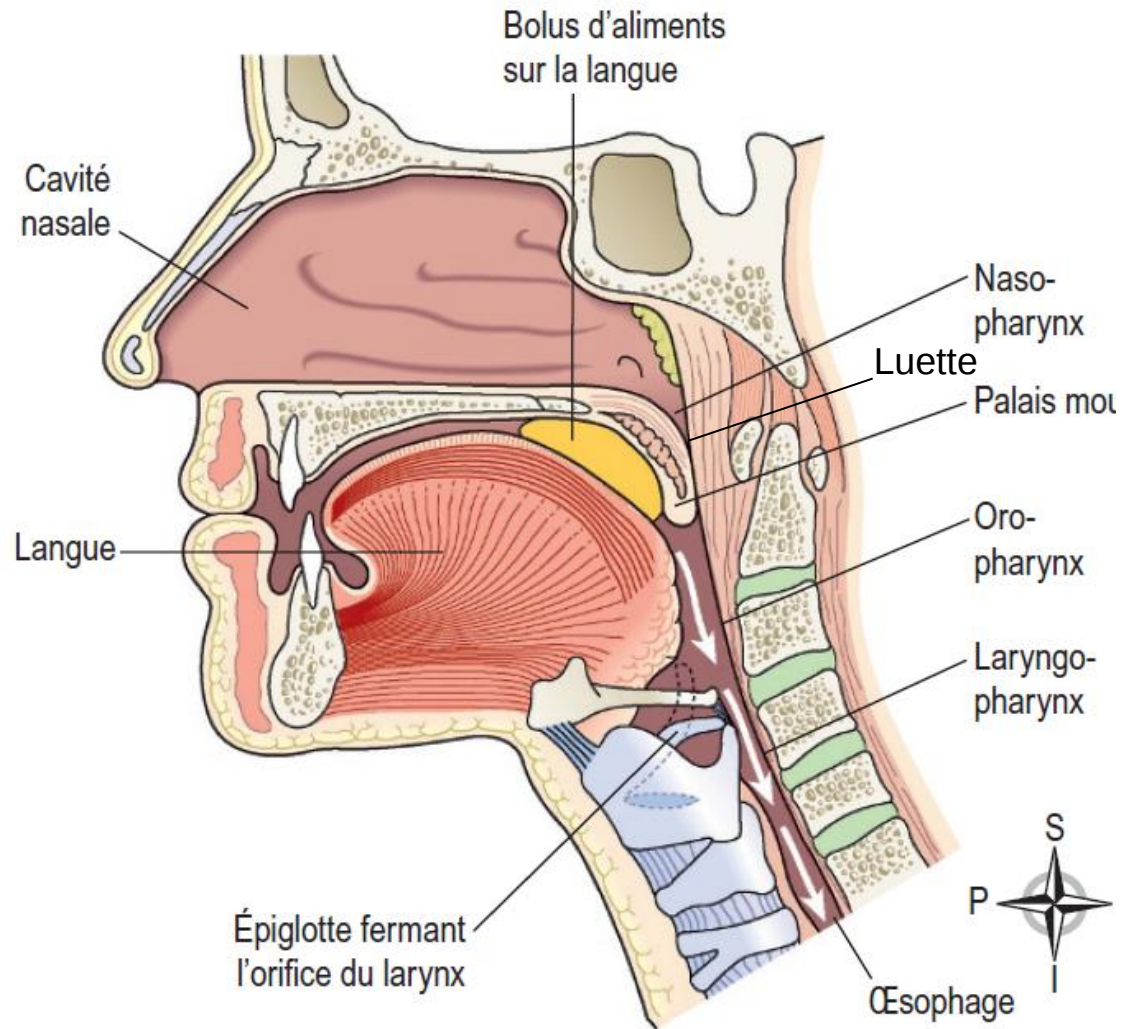
NE PAS FAIRE : LEVER LA TÊTE



Les 3 temps de la déglutition

- Déglutition = activité motrice qui permet de faire passer le bol alimentaire à l'estomac
- Elle fait en 3 temps:
 - **Buccal**: phase **volontaire**, qui permet de faire passer le bolus vers l'oropharynx
 - **Pharyngien**: phase très brève (en apnée). C'est le passage **involontaire** du bolus depuis le pharynx jusqu'à l'œsophage
 - **Oesophagien**: passage **involontaire** du bol alimentaire de l'œsophage à l'estomac

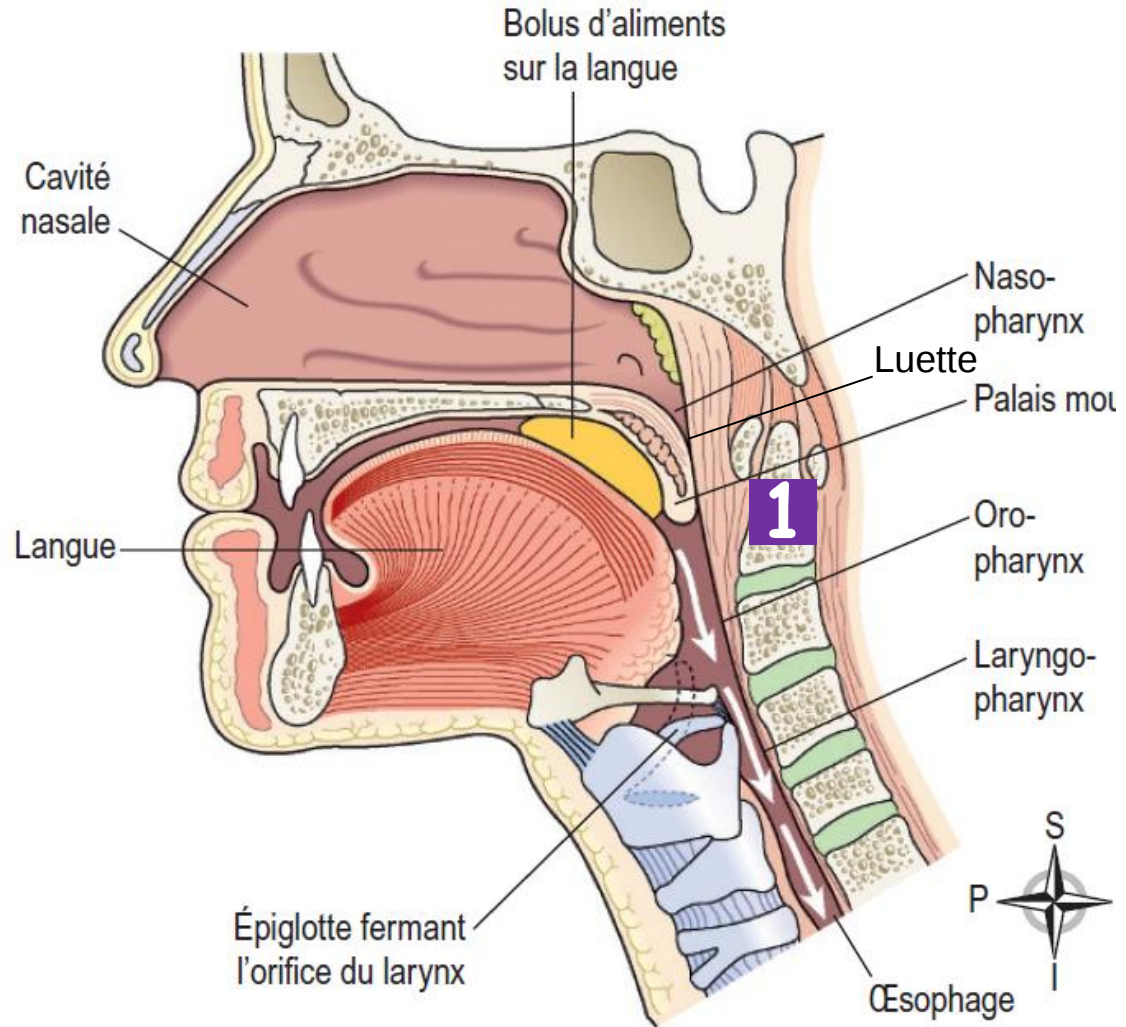
Les 3 temps de la déglutition



Temps buccal

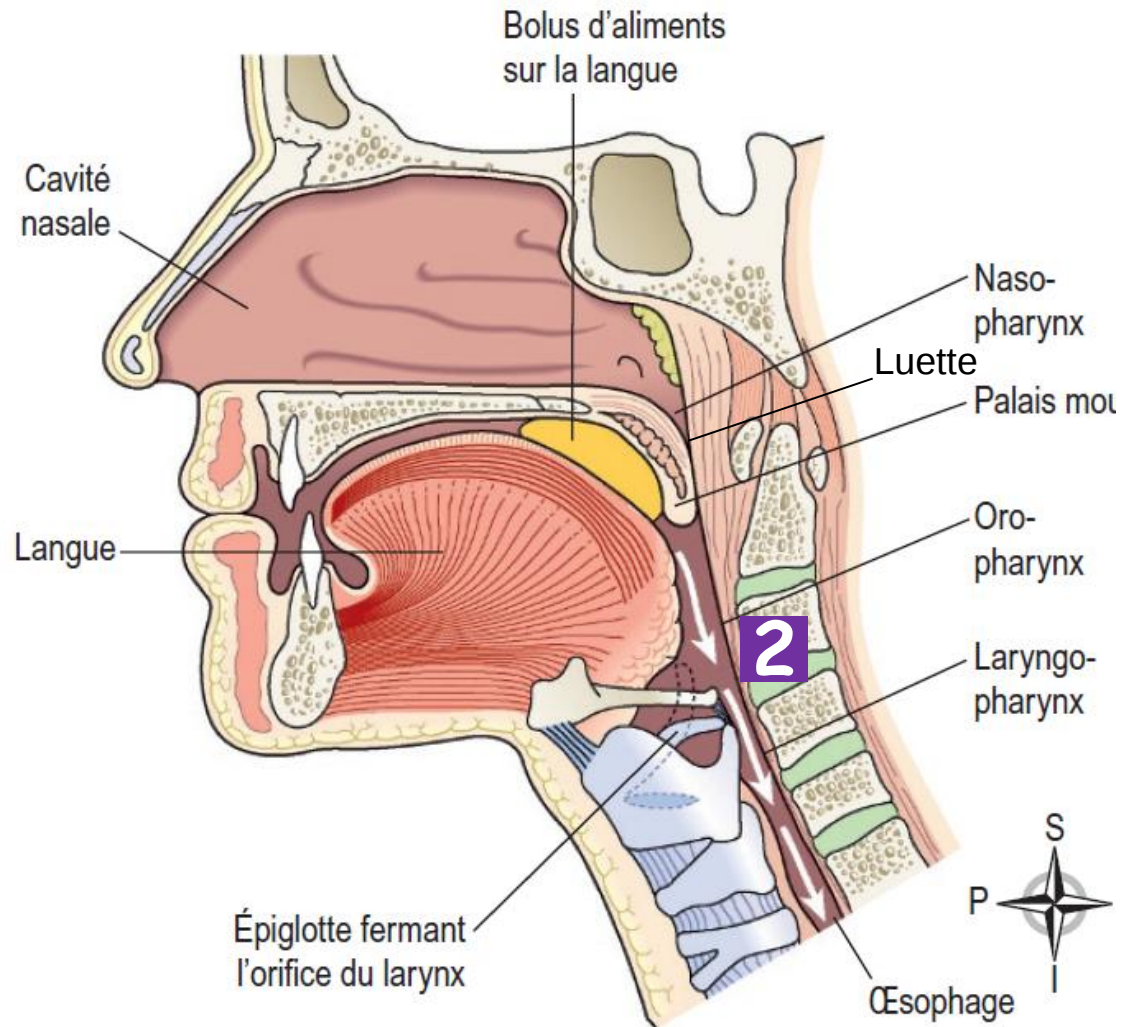
1

- Fermeture de la bouche et arrêt de la mastication
- Regroupement des aliments sur le dos de la langue et plaquage contre la paroi du pharynx par contraction des muscles de la langue
- Le voile de palais s'élève et ferme le pharynx
- La luette remonte ce qui empêche le reflux des aliments vers les fosses nasales



Temps pharyngien 2

- Le bolus stimule les récepteurs de l'oropharynx
→ message nerveux vers le centre de la déglutition (bulbe rachidien)
→ Contraction involontaire des muscles du pharynx qui propulse le bolus vers le bas (onde contractile)
- Fermeture des voies respiratoires (descente de l'épiglotte qui ferme l'orifice du larynx)



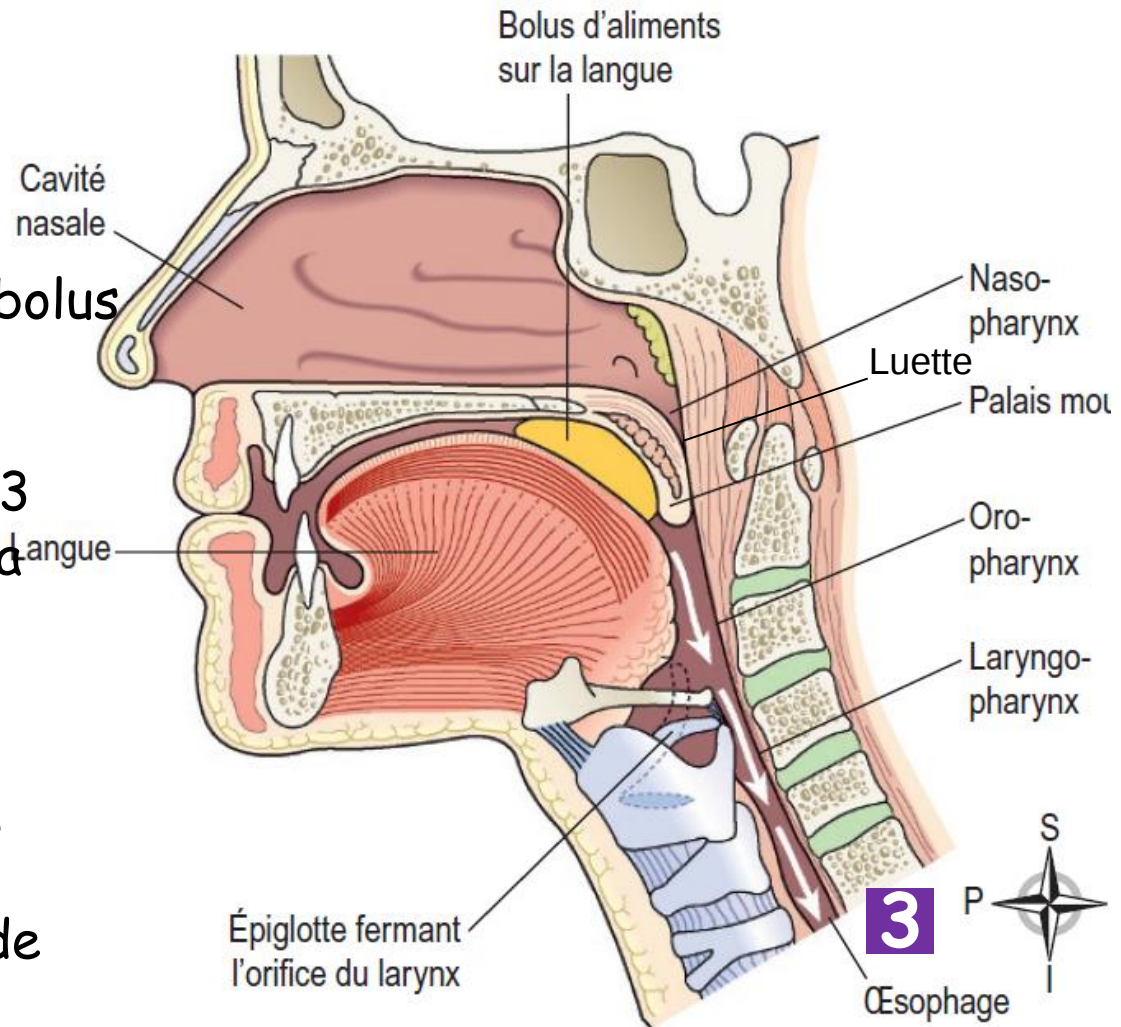
Temps oesophagien **3**

- Ouverture réflexe du sphincter supérieur de l'oesophage

- Le corps oesophagien est traversé par une onde péristaltique qui propulse le bolus

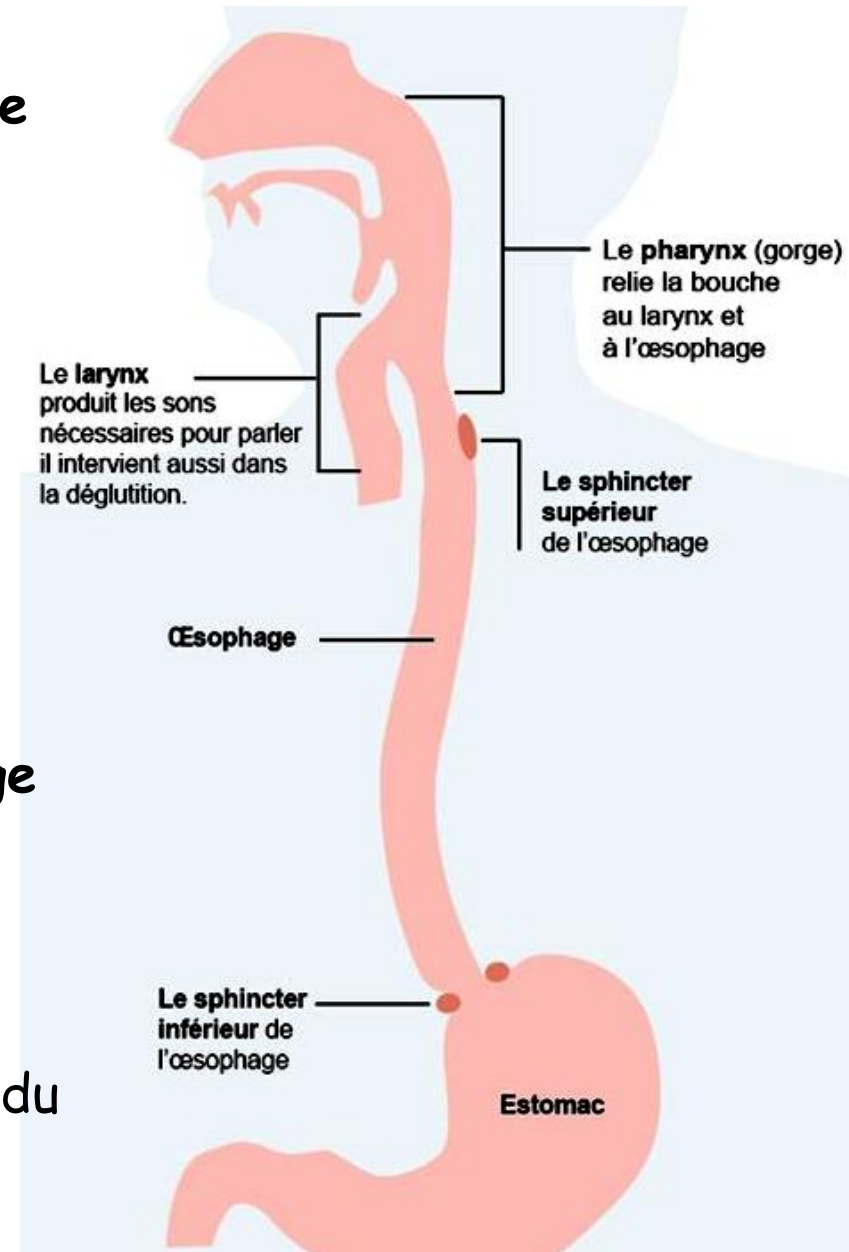
- Relâchement du sphincter inférieur de l'œsophage 2 à 3 secondes après le début de la déglutition

- Chaque déglutition → onde péristaltique qui se forme en arrière du bolus → jusqu'au cardia (sphincter supérieur de l'estomac) qui s'ouvre.

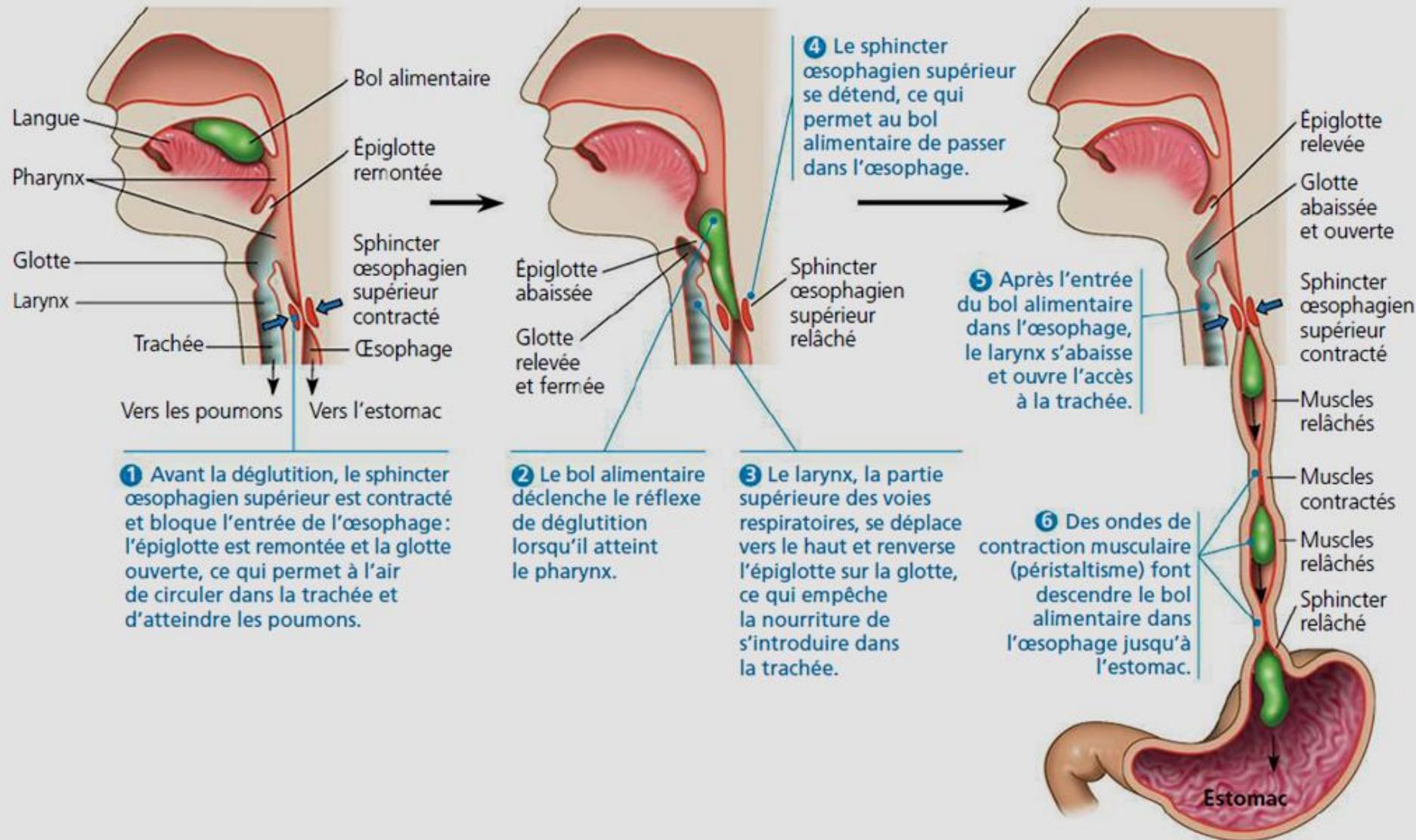


REMARQUES:

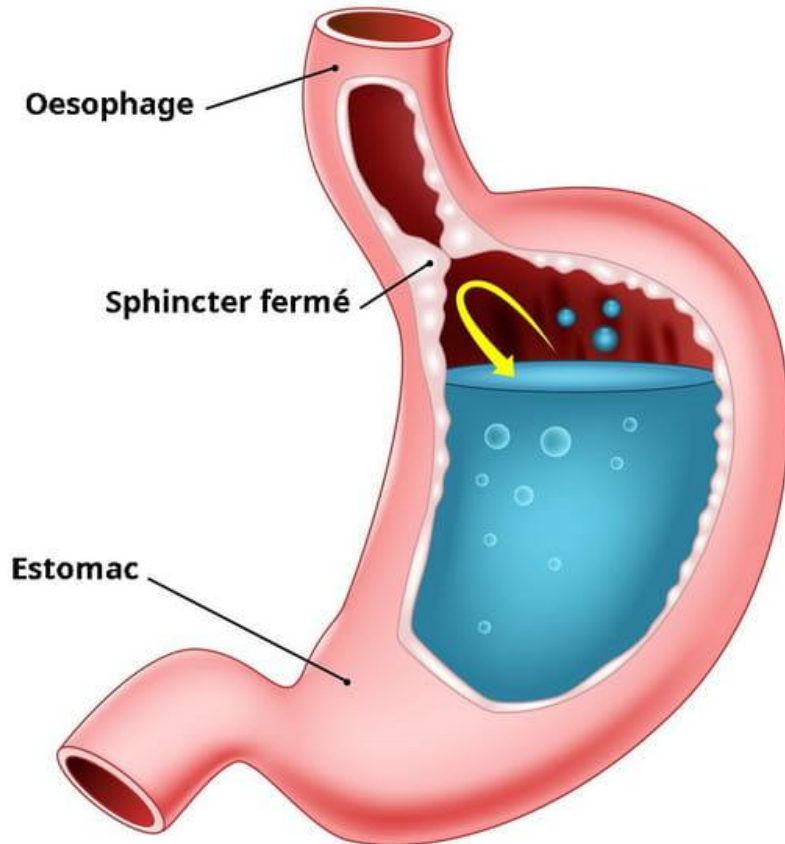
- **Le sphincter supérieur de l'œsophage empêche l'entrée de l'air dans le tube digestif pendant la respiration**
 - Il est donc fermé sauf pendant la déglutition
 - Quant il est fermé, l'air est dirigé vers les voies aériennes et ne passe pas par l'estomac (permet d'éviter l'entrée de grands volumes de gaz qui provoquerait des éructations importantes)
- **Le sphincter inférieur de l'œsophage empêche le reflux du contenu de l'estomac (reflux gastrique)**
 - Il est donc fermé sauf pendant la déglutition
 - Permet de réduire le risque de reflux du contenu acide de l'estomac dans l'oesophage



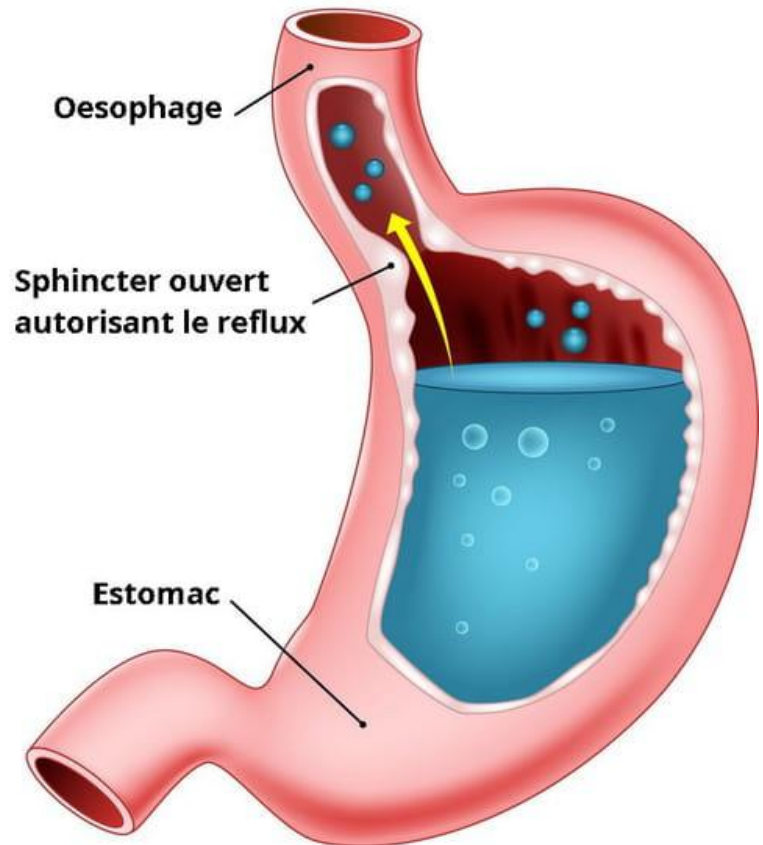
BILAN



Reflux gastro-oesophagien



Oesophage en bonne santé



Oesophage avec RGO

REMARQUES

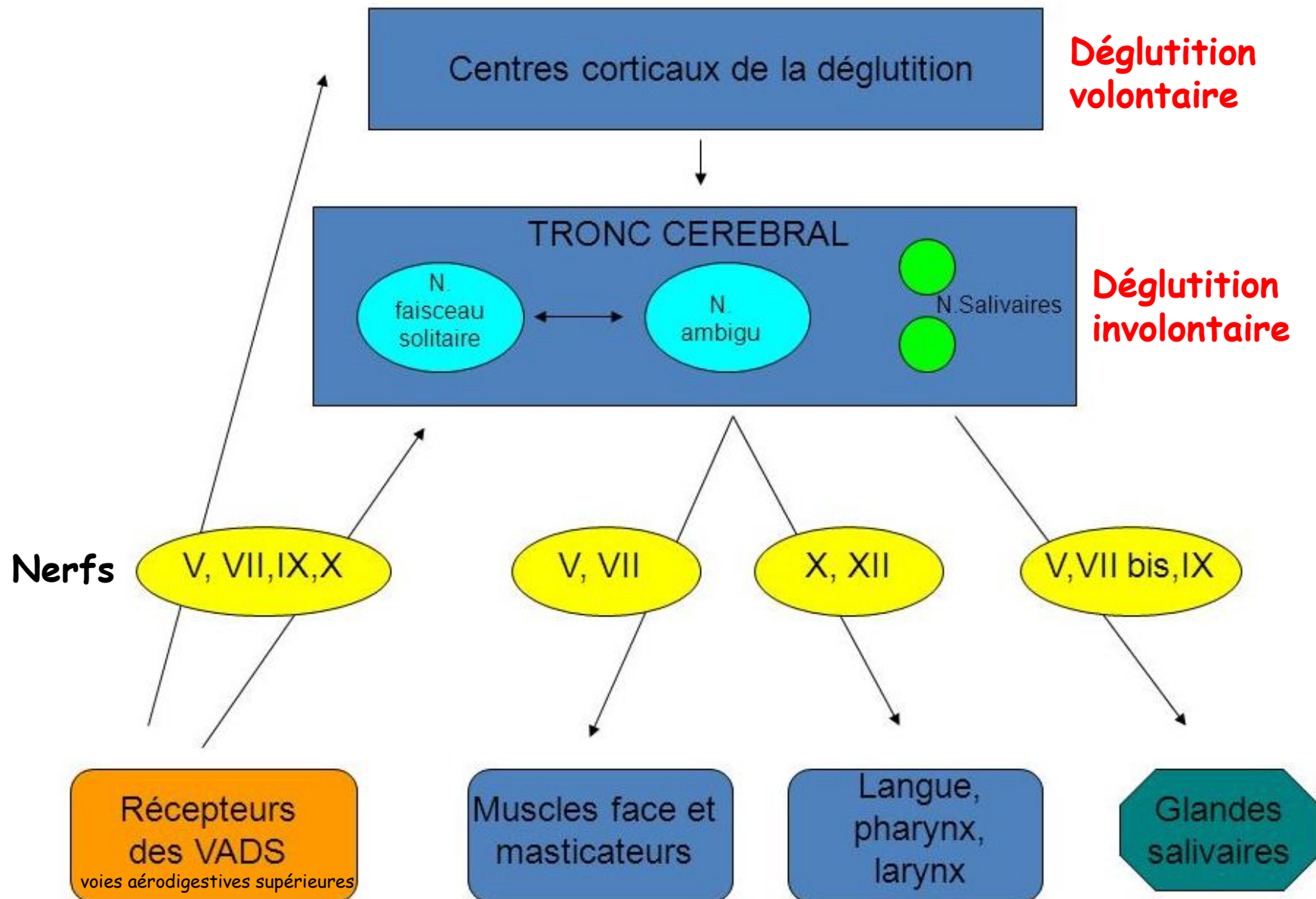
- L'œsophage sécrète uniquement du mucus (rôle lubrifiant pour faciliter le passage du bolus)
- Le mucus réduit aussi le risque de blessure en cas d'ingestion d'aliments aux arêtes coupantes
- Le mucus protège aussi la muqueuse en cas de reflux de suc gastrique (acide + enzymes protéolytiques)
- La durée totale de la traversée de l'oesophage est brève (6 à 10 secondes)
- Il n'y a pas d'absorption au niveau de l'oesophage

Contrôle nerveux de la déglutition

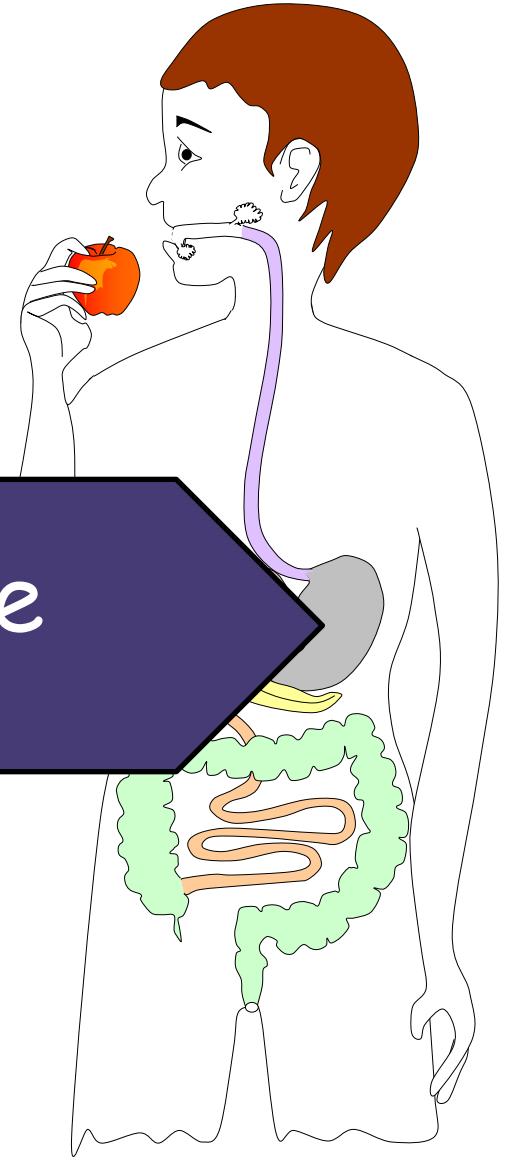
- Le centre nerveux de la déglutition est situé dans le bulbe rachidien
- Il est relié au centre de la respiration, du vomissement, de la salivation
- Il est connecté au cortex frontal (cerveau)
- Les troubles de la déglutition (fausses routes) surviennent lors d'anomalies de fonctionnement de ce centre intégrateur

Innervation extrinsèque	Innervation intrinsèque
• Pour l'oropharynx et le tiers supérieur de l'œsophage: - Innervation des muscles striés par les paires de nerfs 5,9 et 10 • Pour le reste du tube digestif: - Innervation des muscles lisses par le nerf 10	• Existence d'un plexus myentérique au niveau du bas de l'oesophage

Contrôle nerveux de la déglutition

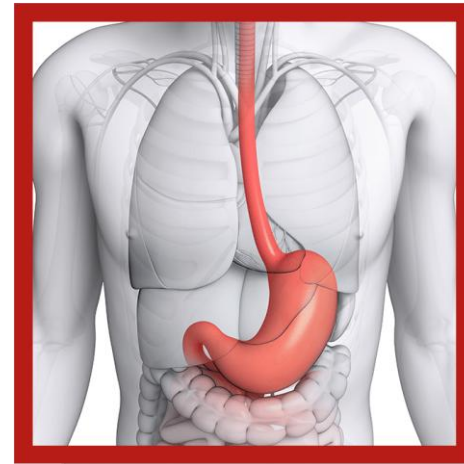


II - Phase gastrique



Anatomie

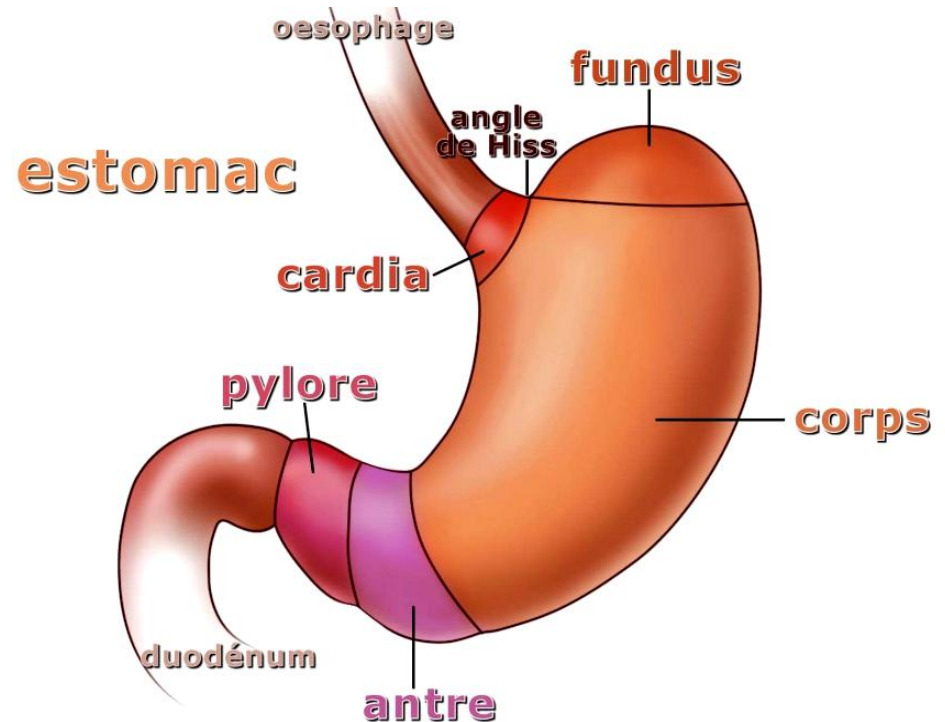
- Estomac = dilatation du tube digestif en forme de J
- C'est un réservoir limité en haut par le cardia et en bas par le pylore (sphincters)



REMARQUE :

- Quand l'estomac est inactif, le sphincter pylorique est relâché et ouvert
- Quand l'estomac contient des aliments, le sphincter est fermé (sauf pendant l'évacuation des aliments vers le duodénum).

- 3 parties : fundus (haut), corps (partie centrale) et l'antré



Anatomie

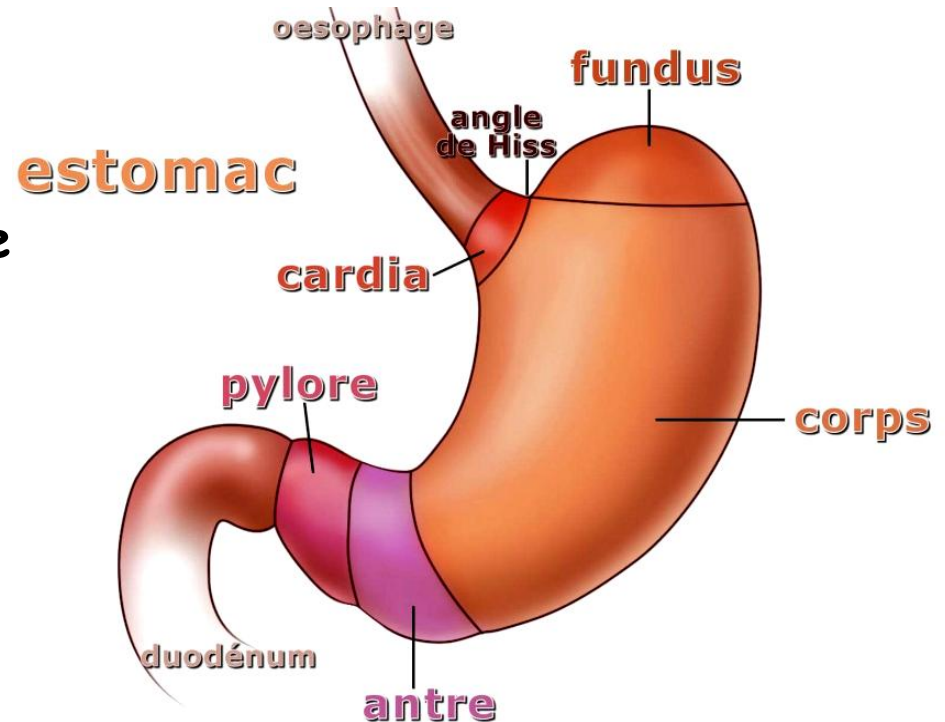
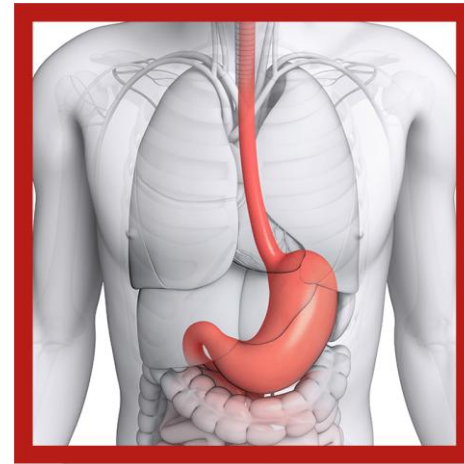
Sur le plan **physiologique**, on distinguera 2 parties:

- **Partie proximale (fundus + moitié du corps)**

→ rôle: stockage des aliments;
Adaptation au contenu car parois très extensibles (50 ml à vide; 1 L après repas → x 20 !!!)

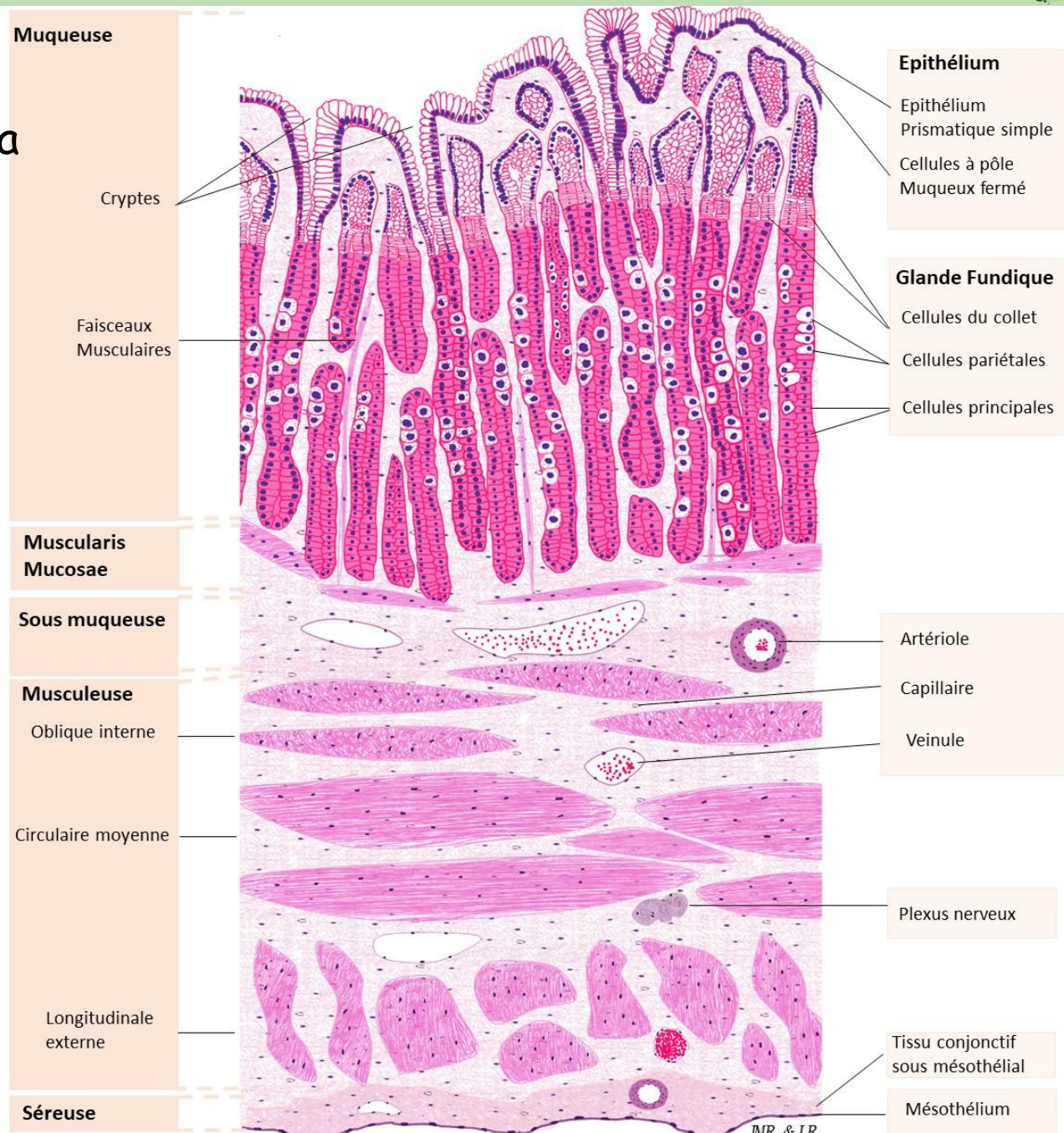
- **Partie distale (partie inférieure du corps + antre)**

→ Brassage des aliments et vidange (activité péristaltique + importante)



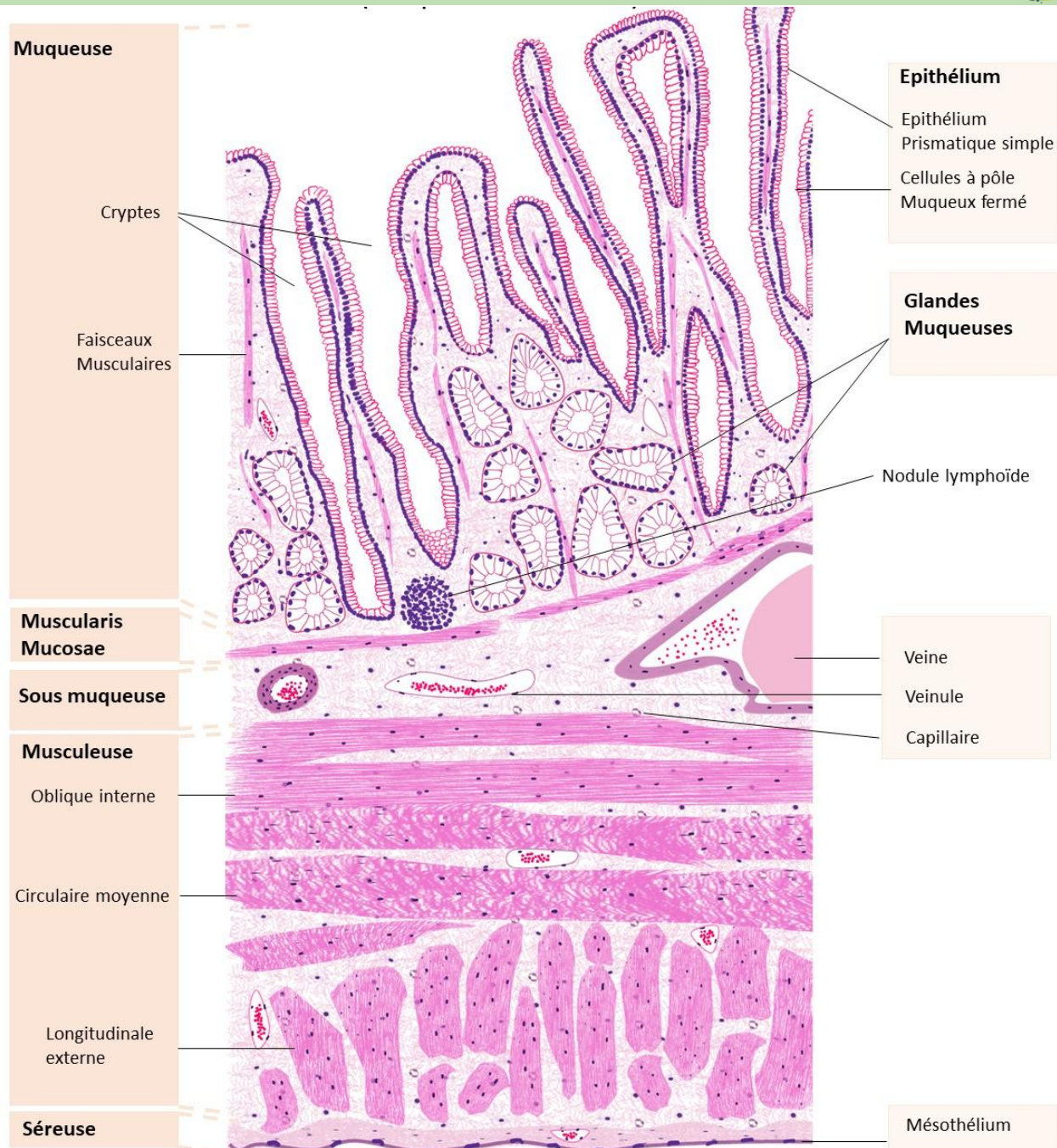
Histologie

Aperçu des tissus de la
région fundique de
l'estomac (x 150)



Histologie

Aperçu des tissus de la
région pylorique de
l'estomac (x 150)

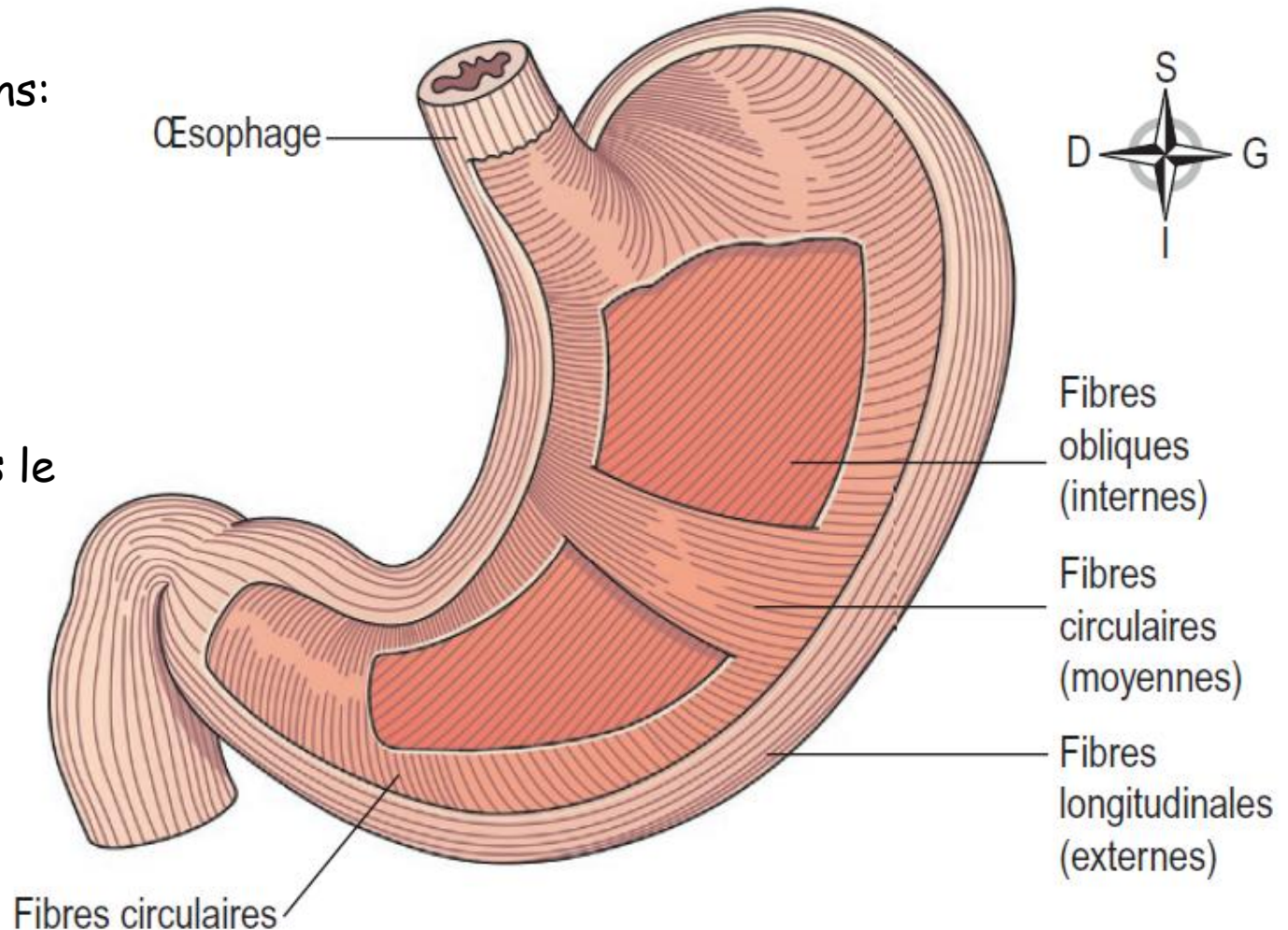


Histologie : musculieuse

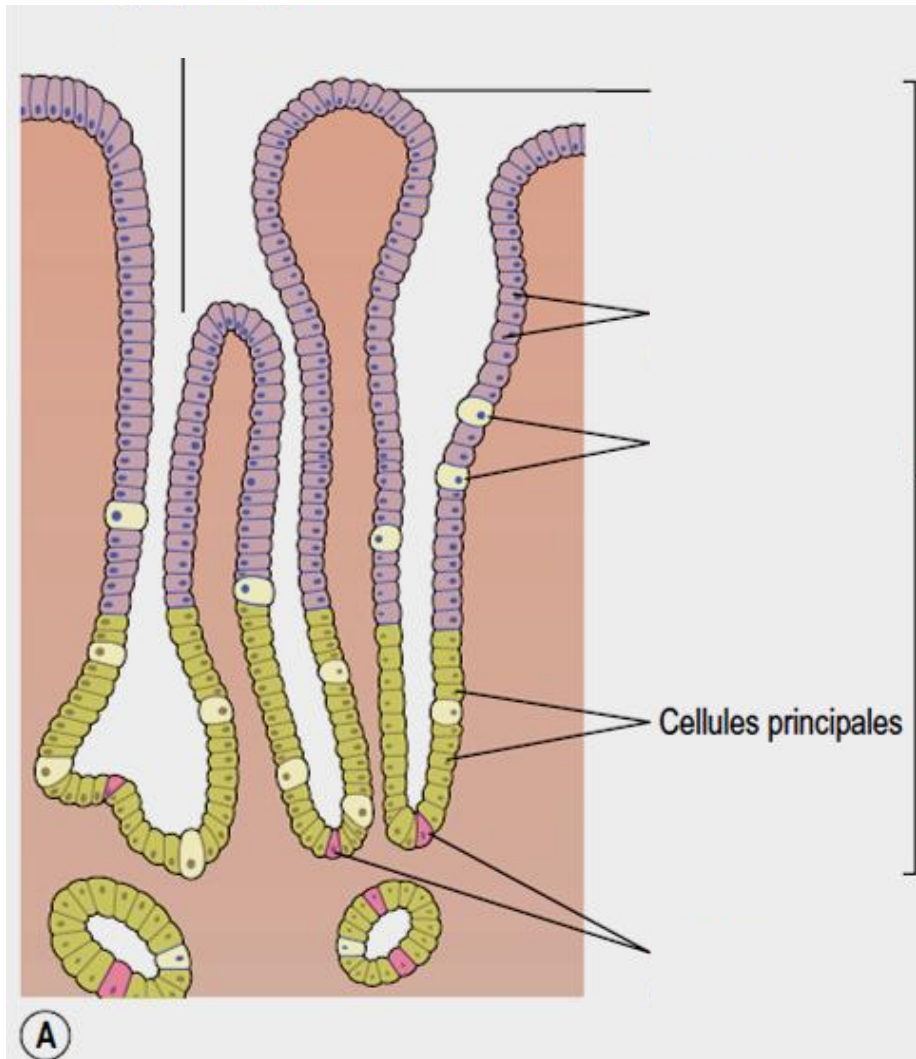
- 3 couches de fibres musculaires lisses, orientées différemment

→ Permet de se contracter de différentes façons:

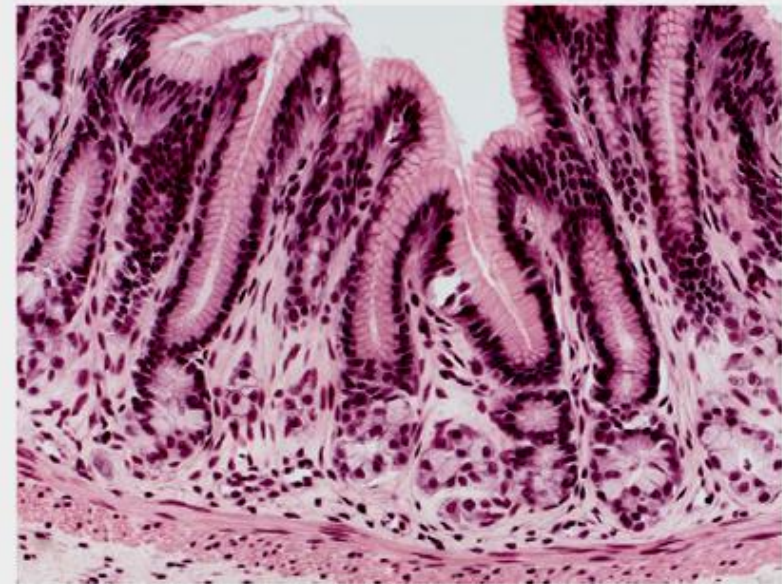
- Brassage des aliments, fragmentation, mélange aux sucs gastriques, déplacement vers le duodénum



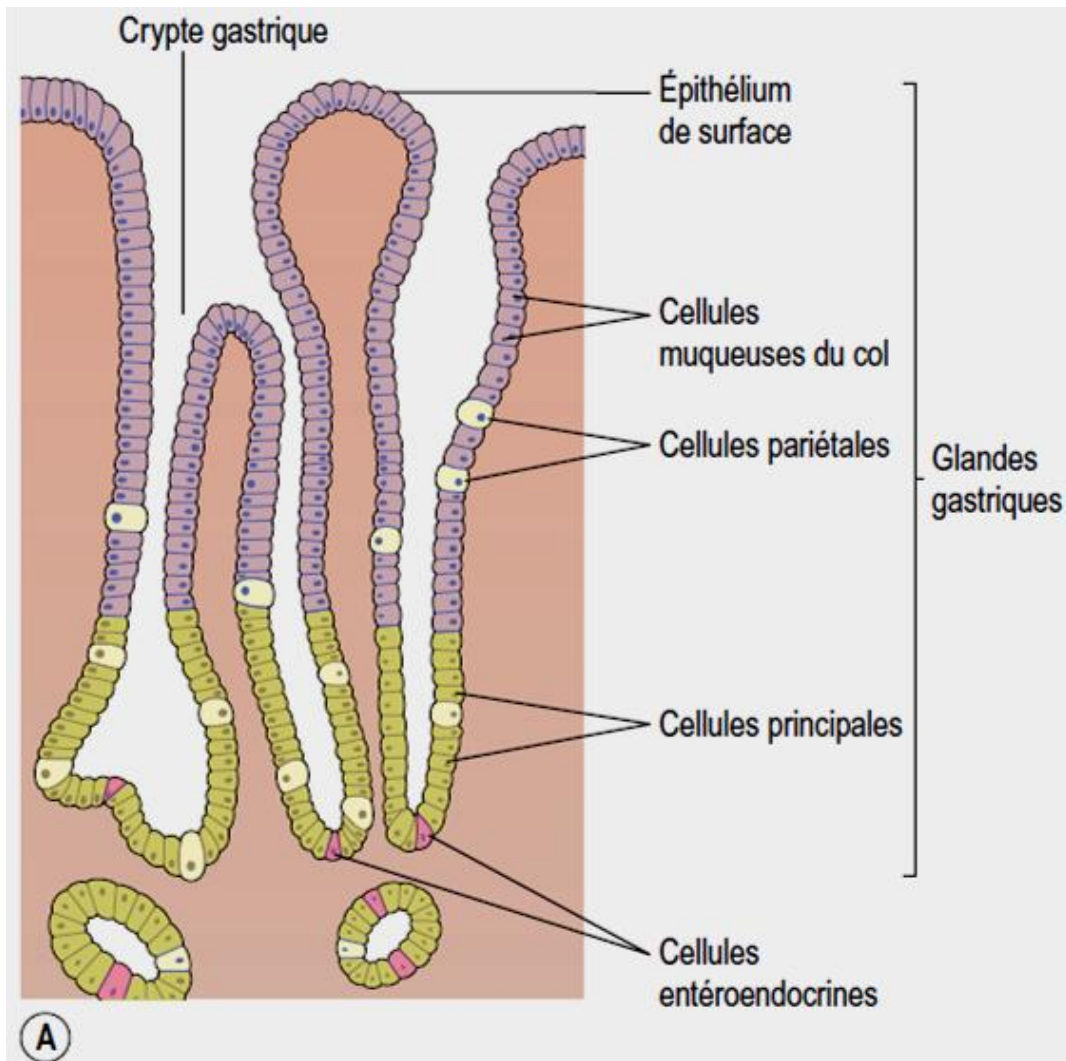
Histologie : muqueuse



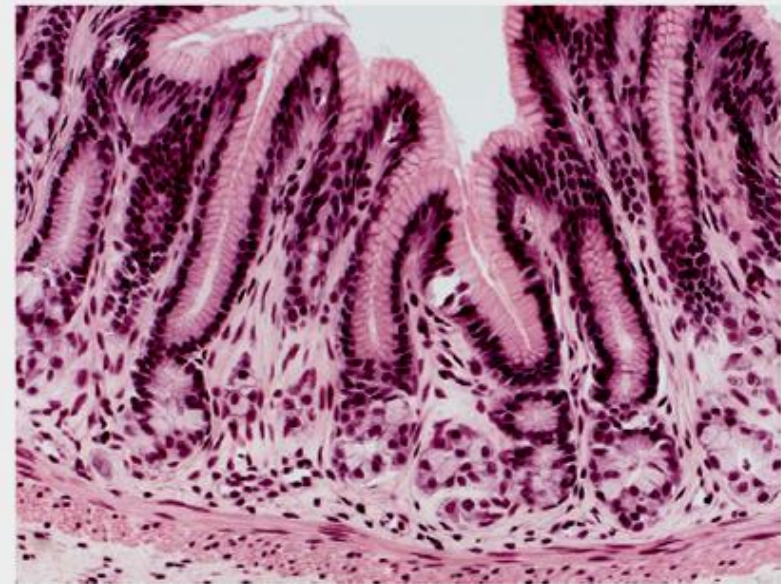
Coupe avec coloration de la région pylorique de l'estomac ($\times 150$)



Histologie : muqueuse

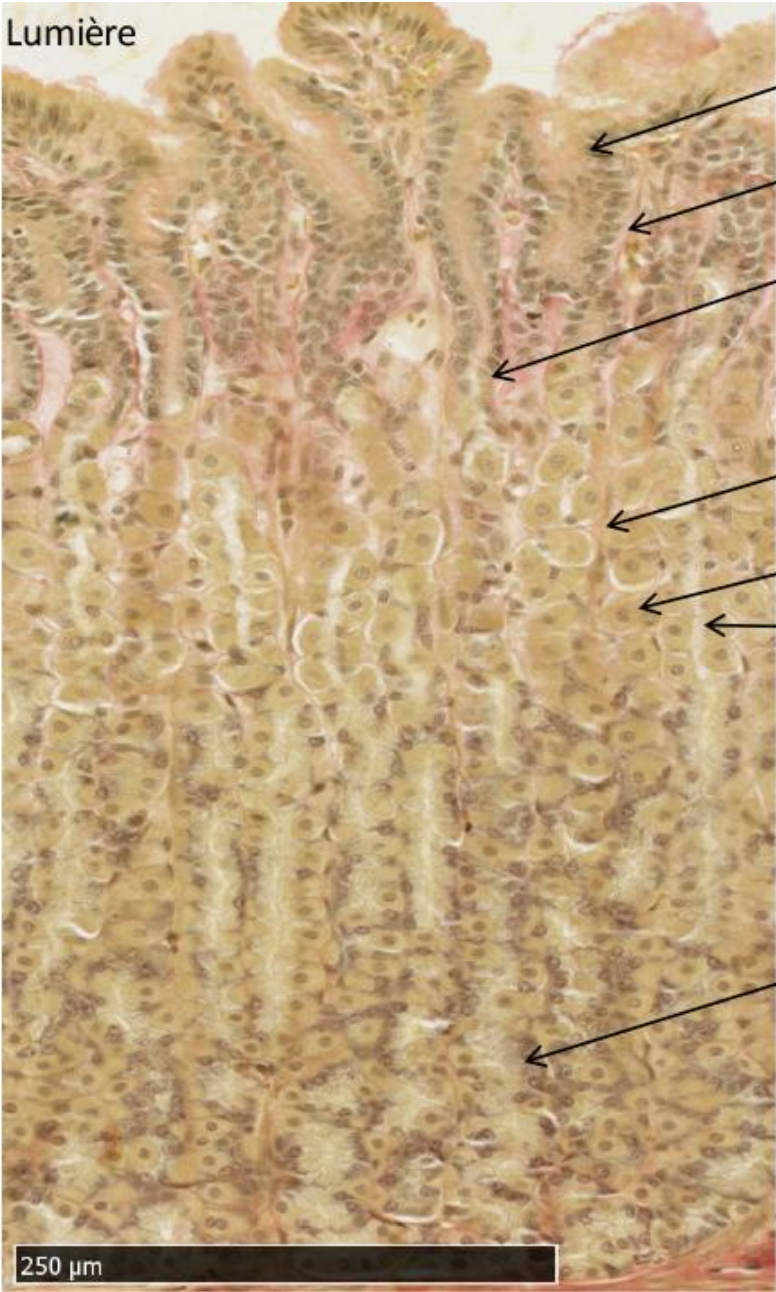
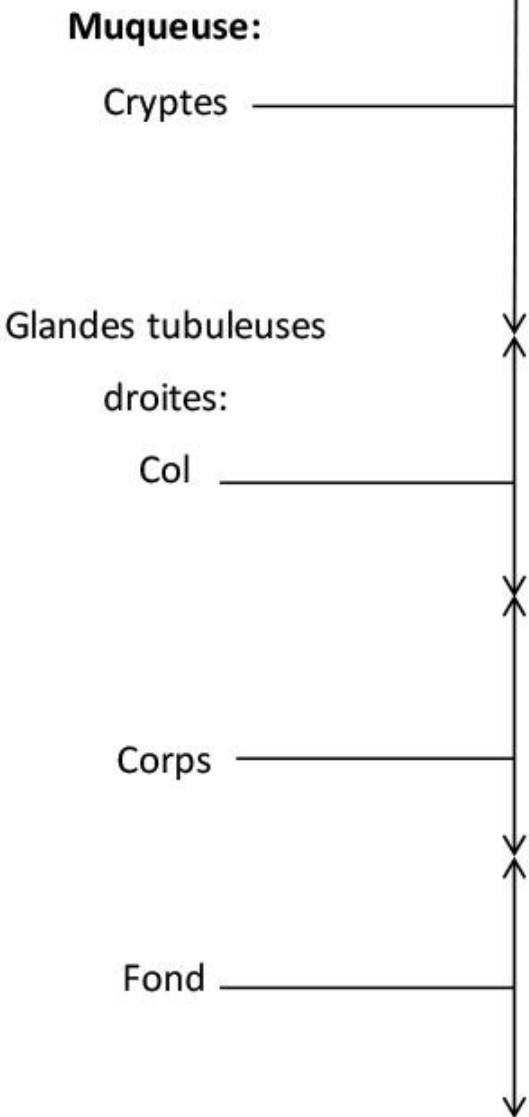


Coupe avec coloration de la région pylorique de l'estomac ($\times 150$)



B

Histologie : muqueuse

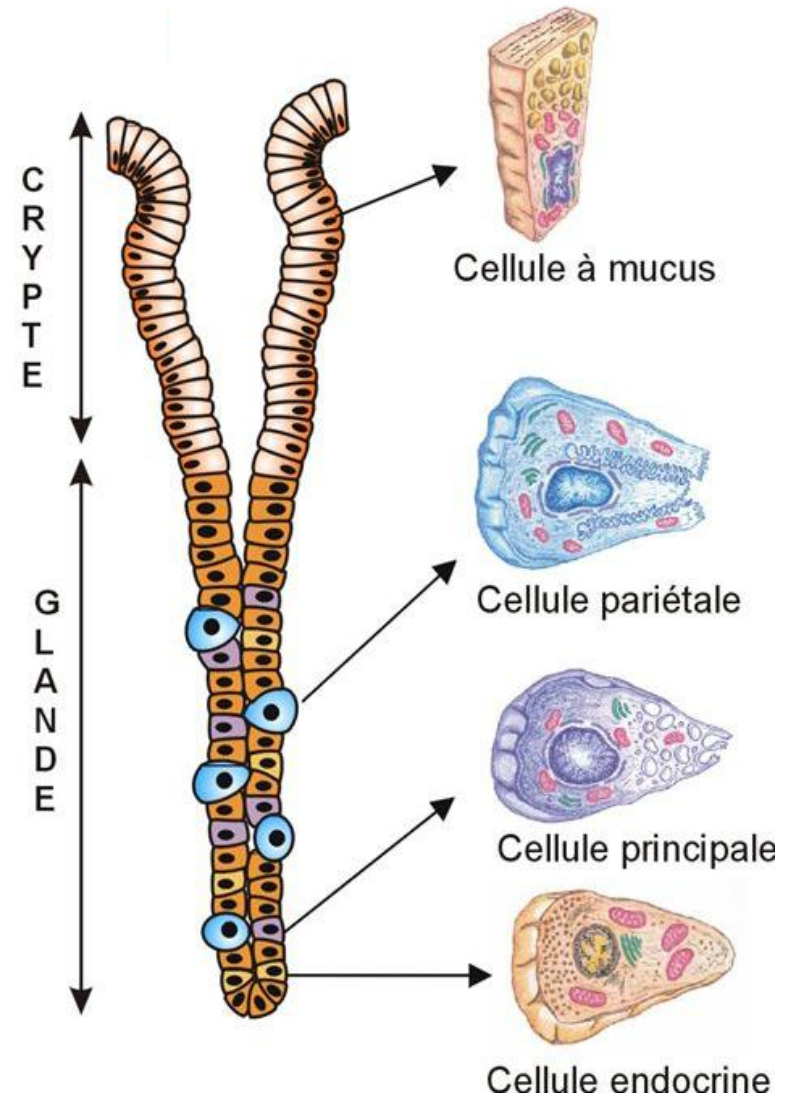
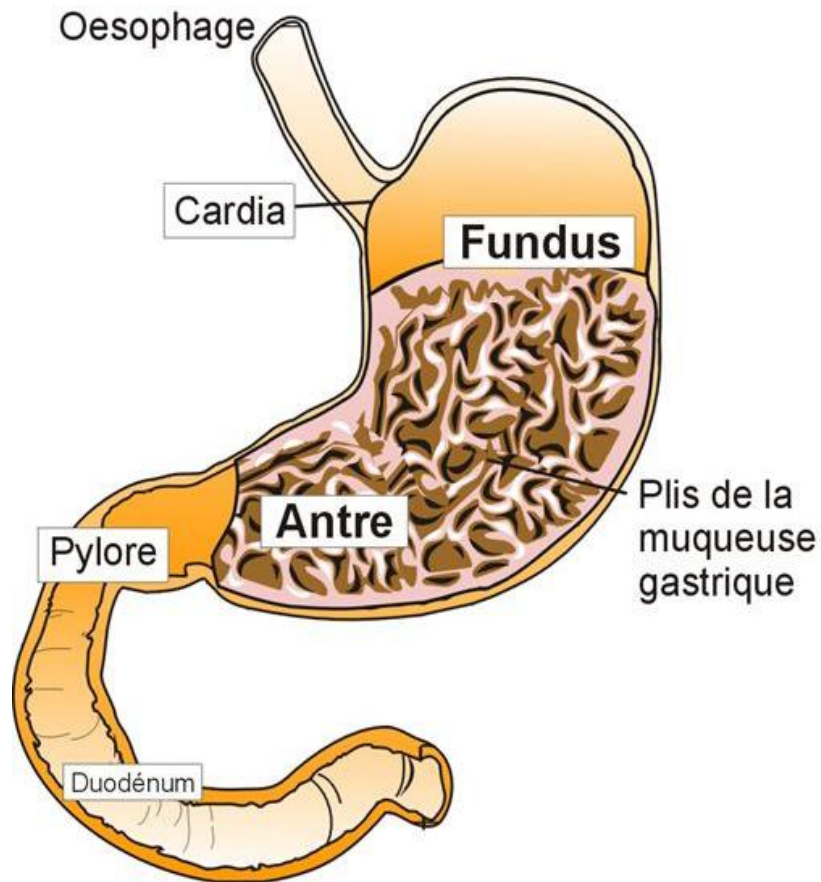


- Cellule à mucus à pôle apical fermé
- Tissus conjonctif (TC)
- Cellule muqueuse du col
- TC interglandulaire
- Cellule bordante pariétales
- Lumière de la glande
- Cellule principale



Histologie : muqueuse

- 4 types de cellules sécrétrices au niveau de l'estomac



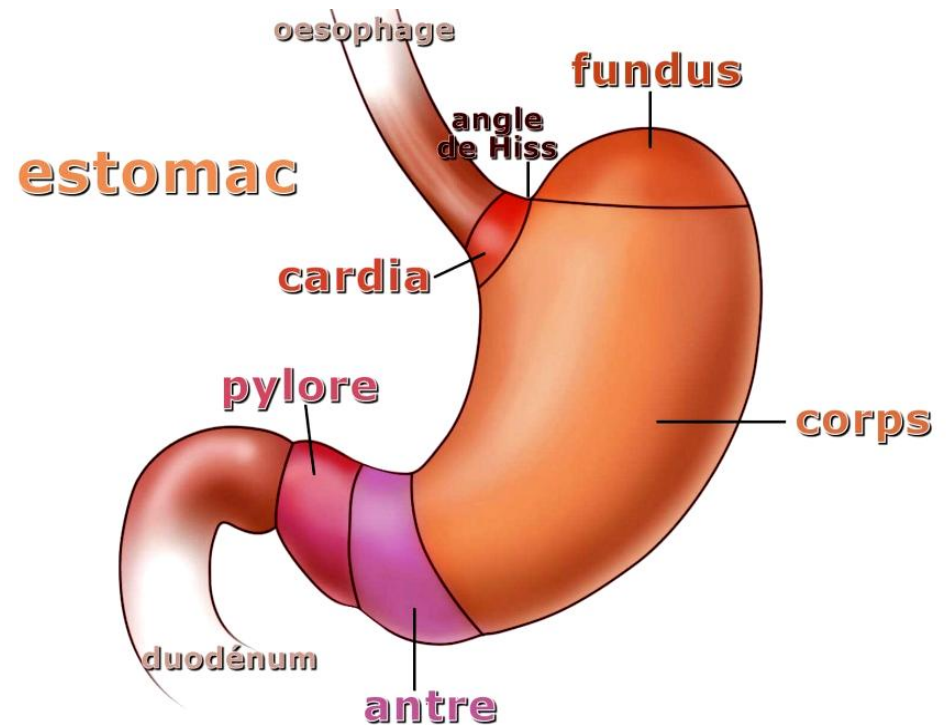
Histologie : muqueuse

Types de cellules	Fonction
Cellules à mucus	Sécrètent un gel alcalin (mucus) qui protège la muqueuse de l'acidité
Cellules pariétales (= cellules bordantes)	EXOCRINE Sécrètent des acides (HCl) et le facteur intrinsèque (Protéine importante pour la formation des globules rouges; nécessaire à l'absorption de la vitamine B12) •Sécrètent le pepsinogène (précurseur de la pepsine) et la lipase gastrique (enzymes digestives)
Cellules principales (= cellules à pepsine)	
Cellules endocrines (disséminées)	Sécrètent des hormones comme la gastrine (stimule les cellules pariétales donc la sécrétion d'HCl), la stomatostatine (inhibe les cellules pariétales), et de l'histamine (stimule les cellules pariétales donc la sécrétion d'HCl)

Histologie : muqueuse

REMARQUE : la distribution de ces cellules varie en fonction des parties de l'estomac:

- **Partie proximale (Fundus + corps)**
 - Surtout des cellules **exocrines**
 - Cellules à mucus
 - Cellules pariétales
 - Cellules principales
 - Quelques cellules à histamine
- **Partie distale (antre)**
 - Cellules à mucus
 - Cellules endocrines

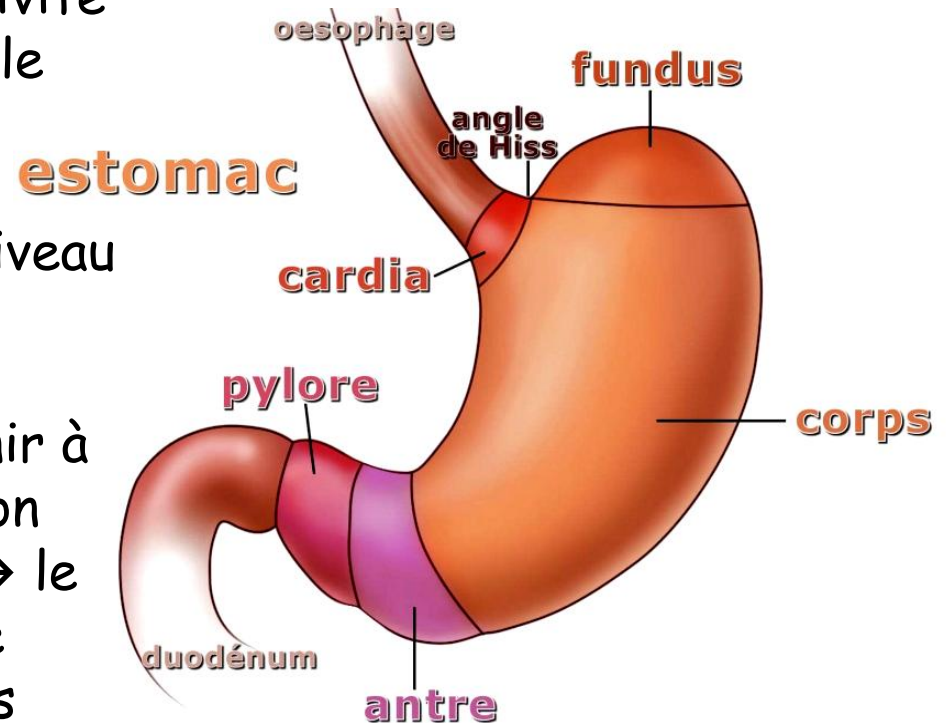


Les 3 rôles principaux de l'estomac

Rôles	Explications
Stockage	• Stockage temporaire des aliments ingérés jusqu'à leur évacuation vers l'intestin • C'est dans l'intestin grêle qu'à lieu l'essentiel de la digestion et l'absorption. Donc ce stockage permet de faire transiter les aliments à un rythme compatible avec l'activité de l'intestin grêle
Digestion	• Suc gastrique = HCl + pepsine $\rightarrow$ amorce la digestion des protéines
Brassage	• Brassage et concassage des aliments qui sont mélangés au suc gastrique $\rightarrow$ chyme (mixture épaisse nécessaire pour passer dans l'intestin)

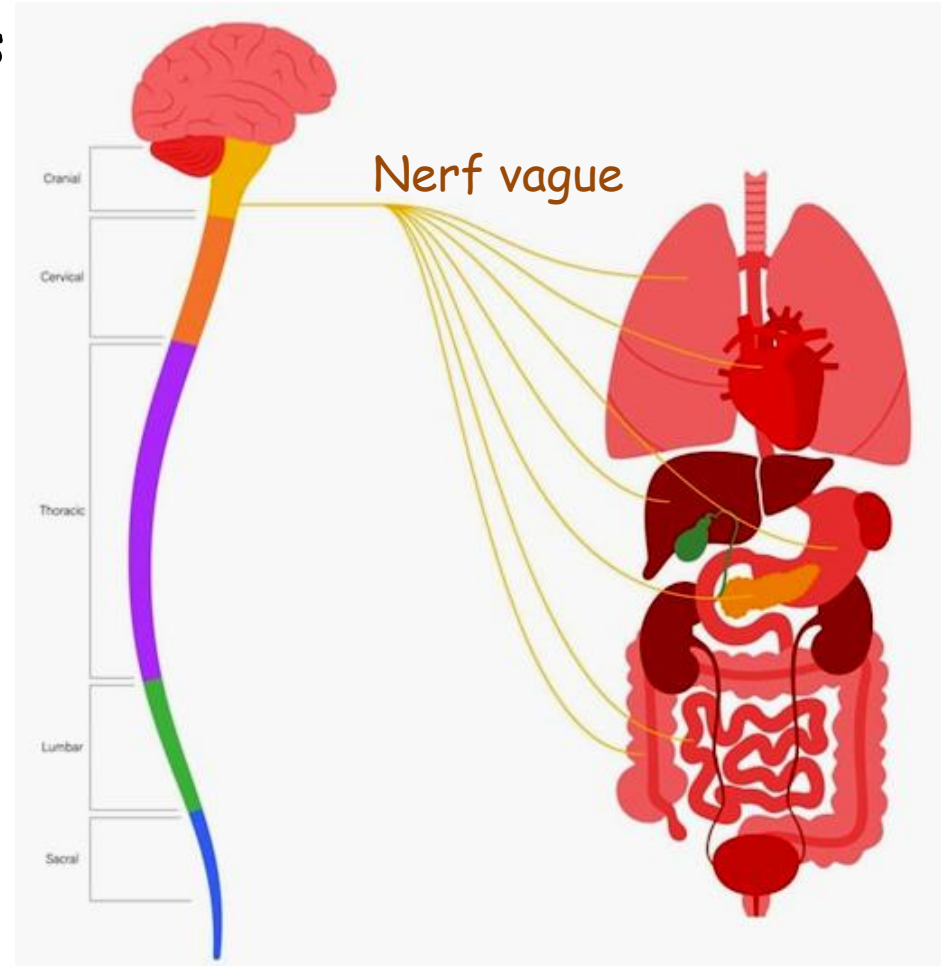
Motricité et digestion mécanique

- Assurée par la puissante musculature gastrique (broyage, malaxage, brassage)
- Au repos, il existe une faible activité myogène spontanée (ondes de faible amplitude)
- Moteur = cellules pacemaker au niveau du fundus
- Ces ondes permettent de maintenir à l'intérieur de l'estomac une pression inférieure à celle de l'oesophage → le cardia reste alors fermé → pas de remontée de liquide gastrique dans l'estomac
- Vide, l'estomac est une poche d'air



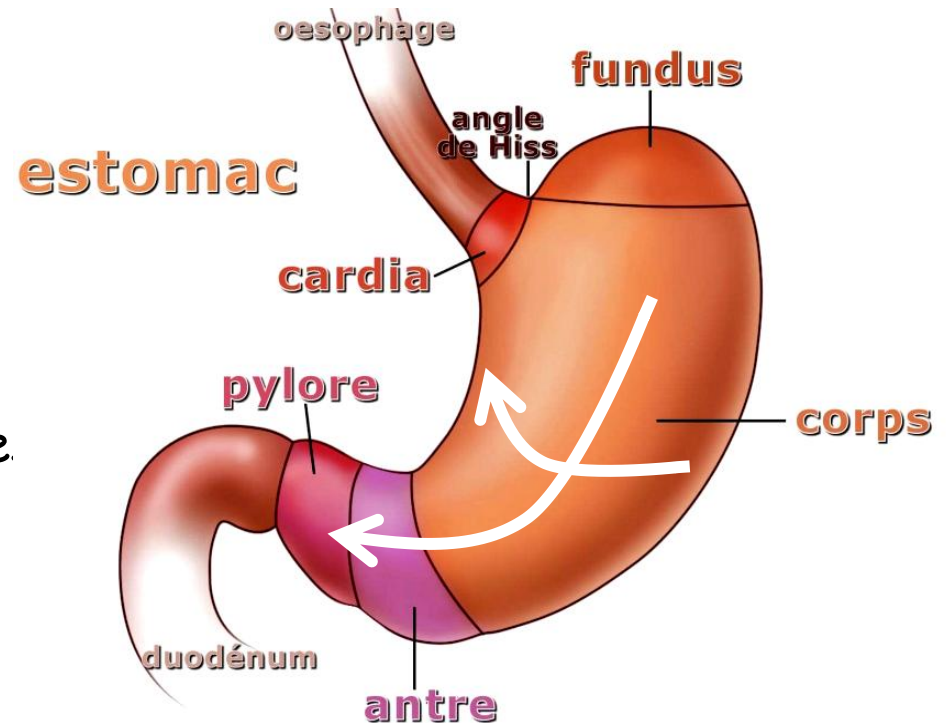
La phase de remplissage

- L'arrivée des aliments déclenche une relaxation réflexe des muscles lisses → distension importante (= compliance)
- Voies nerveuses: nerf pneumogastrique (= nerf vague, voie parasympathique)



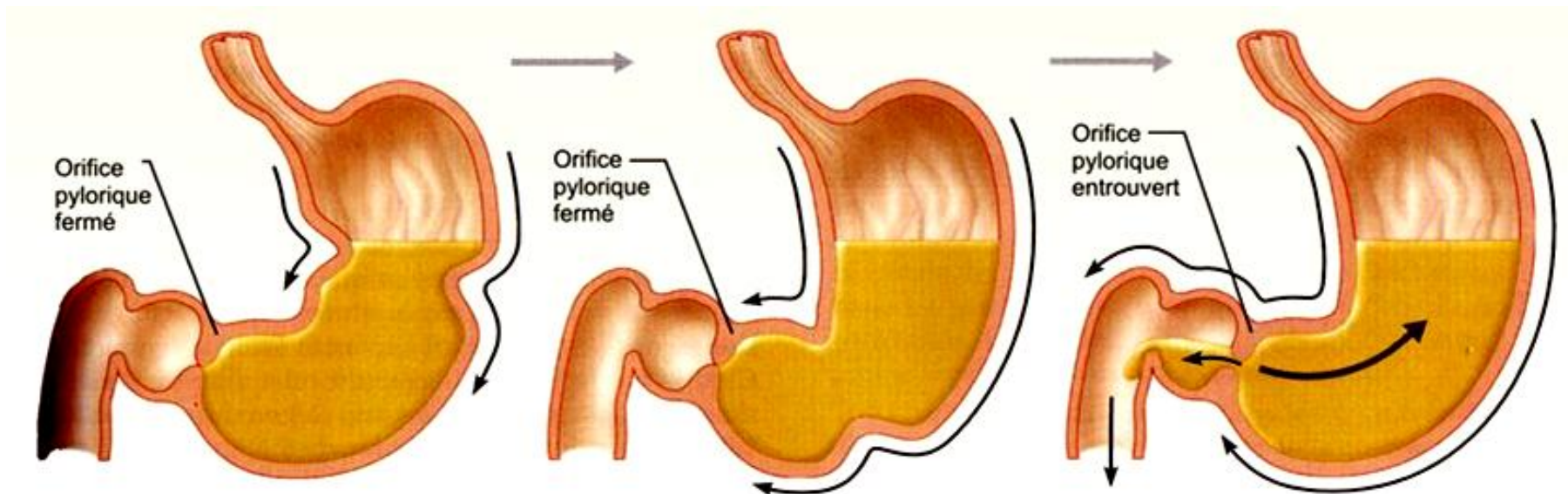
La phase d'évacuation

- Débute quelques minutes après le début du repas
- Provoquée par des contractions péristaltiques qui apparaissent au milieu du corps de l'estomac, d'intensité de plus en plus importantes
- Ces péristaltisme naît de l'aire pacemaker et se propagent dans le 2 directions (de la grande vers la petite courbure et vers le pylore)

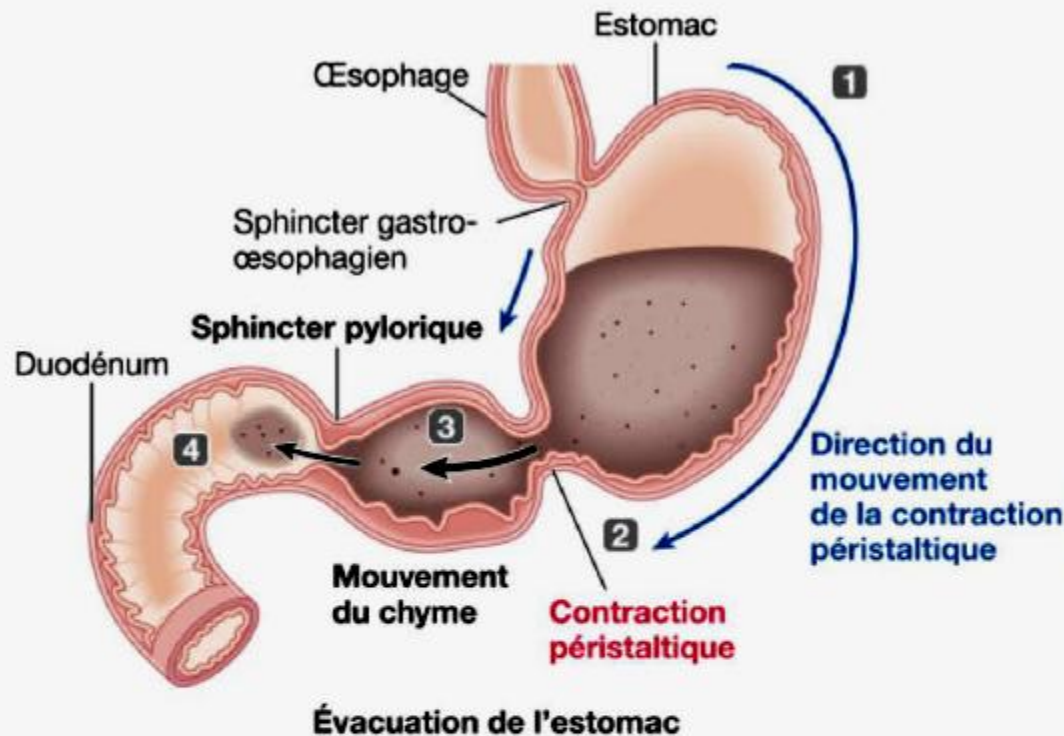


La phase d'évacuation

- Quand les aliments arrivent au pylore, les ondes vont pousser une petite quantité (3 mL) du contenu gastrique dans l'intestin et ensuite la plus grande partie de la nourriture (27 mL) retourne à l'estomac pour être de nouveau brassée et malaxée
- Fréquence des ondes péristaltiques = 3 / min



La phase d'évacuation: BILAN



- 1** La contraction péristaltique naît à la partie haute du fundus et descend vers le sphincter pylorique.
- 2** La force de contraction augmente dans l'antré à paroi musculaire épaisse.
- 3** La force de contraction péristaltique de l'antré fait progresser le chyme.
- 4** Un petit peu de chyme est poussé à travers le sphincter pylorique entrouvert.



- 5** Quand la contraction péristaltique atteint le pylore, le sphincter est fermé et l'évacuation de l'estomac est interrompue.
- 6** Quand le chyme qui progressait bute sur le sphincter fermé, il est refoulé dans l'antré. L'aller et retour du chyme dans l'antré avec chaque contraction péristaltique le brasse.

La phase d'évacuation

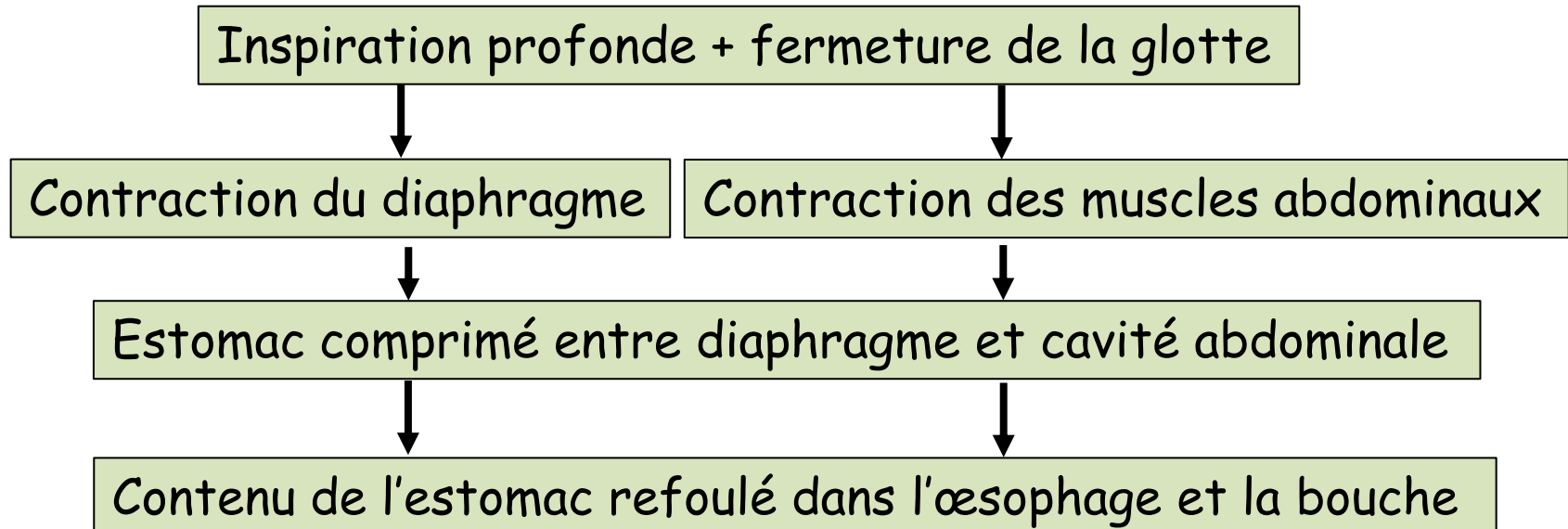
REMARQUE : différents facteurs peuvent modifier ce temps de vidange

- La position allongé le ralentit (debout → accélère)
 - Variation circadiennes: Plus rapide le matin que le soir
 - Facteurs psycho-affectifs (le stress ralentit)
 - Composition et température du repas:
 - Plus rapide si proche de la température du corps (plus lent si trop froid ou trop chaud)
 - Rapidité: glucides > protéines > lipides
 - Les aliments s'évacuent d'autant plus vite que le volume est grand
- **Conseils** : repas plus digeste si riche en glucides complexes, pauvre en graisses et entrecoupé de petites quantités d'eau.



L'estomac n'a pas de part active dans le vomissement

- Estomac, sphincter pylorique, œsophage, sphincters œsophagiens sont **relâchés** au cours du vomissement
- La principale force expulsive : contraction des muscles respiratoires (diaphragme et muscles de la paroi abdominale)



L'estomac n'a pas de part active dans le vomissement



Fermeture de la glotte + montée du voile du palais
→ empêche le reflux dans les voies respiratoires



L'estomac n'a pas de part active dans le vomissement



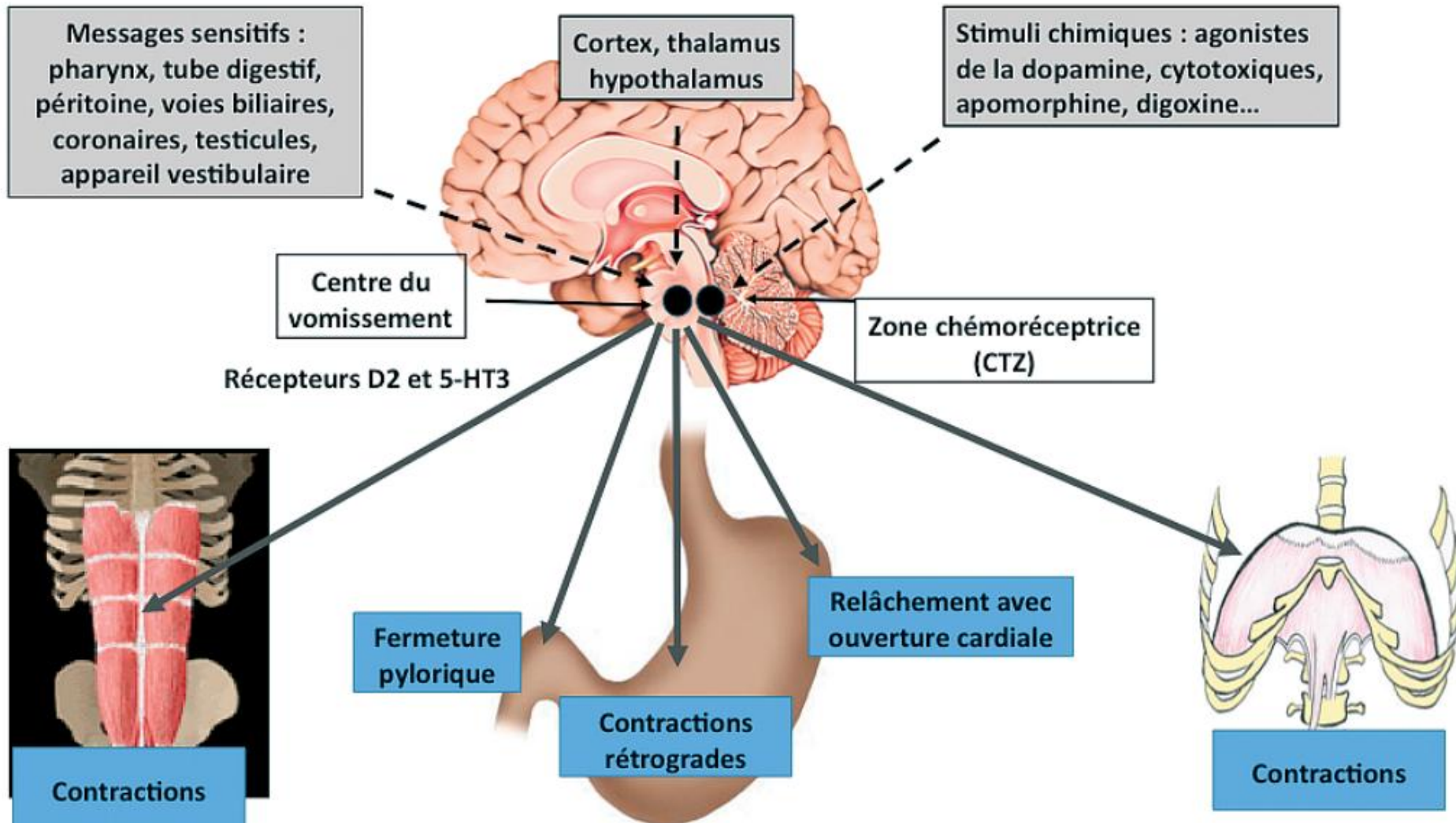
- Le vomissement se répète jusqu'à ce que l'estomac soit vide
- Autres manifestations : salivation intense, sueurs, tachycardie, nausées → preuve que tout le système nerveux autonome est impliqué
- Les réseaux de nerfs présents sous la muqueuse gastrique vont envoyer des signaux au centre du vomissement qui prendra ou non la décision d'expulsion
- L'alcool est un irritant de la muqueuse → stimule vomissement

II - La phase gastrique : motricité et digestion mécanique

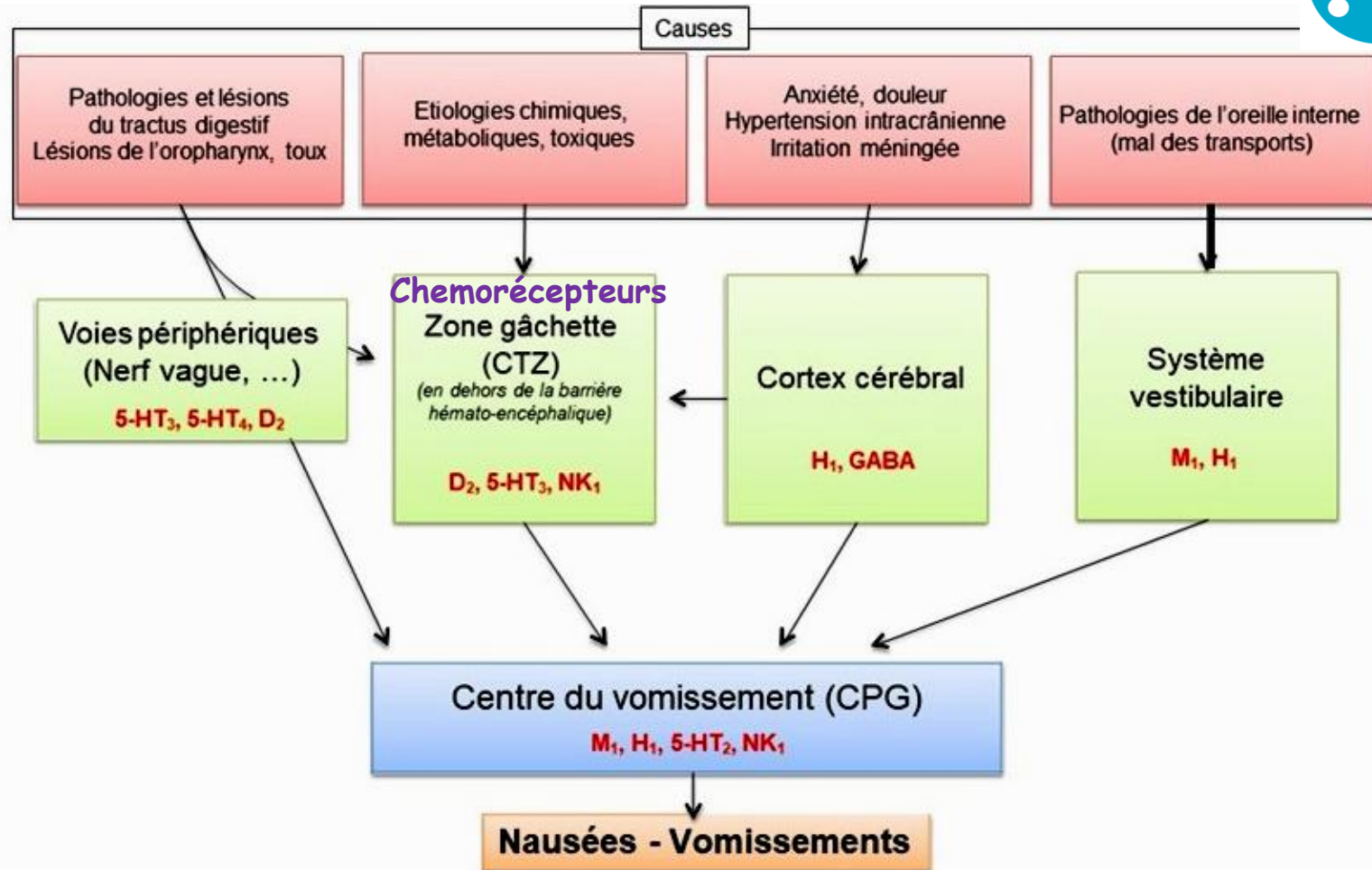


L'estomac n'a pas de part active dans le vomissement

- Coordonné par un centre nerveux situé dans le bulbe rachidien (centre du vomissement)



Causes possibles du vomissement



Récepteurs aux neurotransmetteurs ciblés par les médicaments antiémétiques

M₁: muscarinique (acétylcholine)

D₂: dopamine

5-HT: Sérotonine

NK₁: neurokinine

H₁: Histamine

GABA: acide γ-aminobutyrique

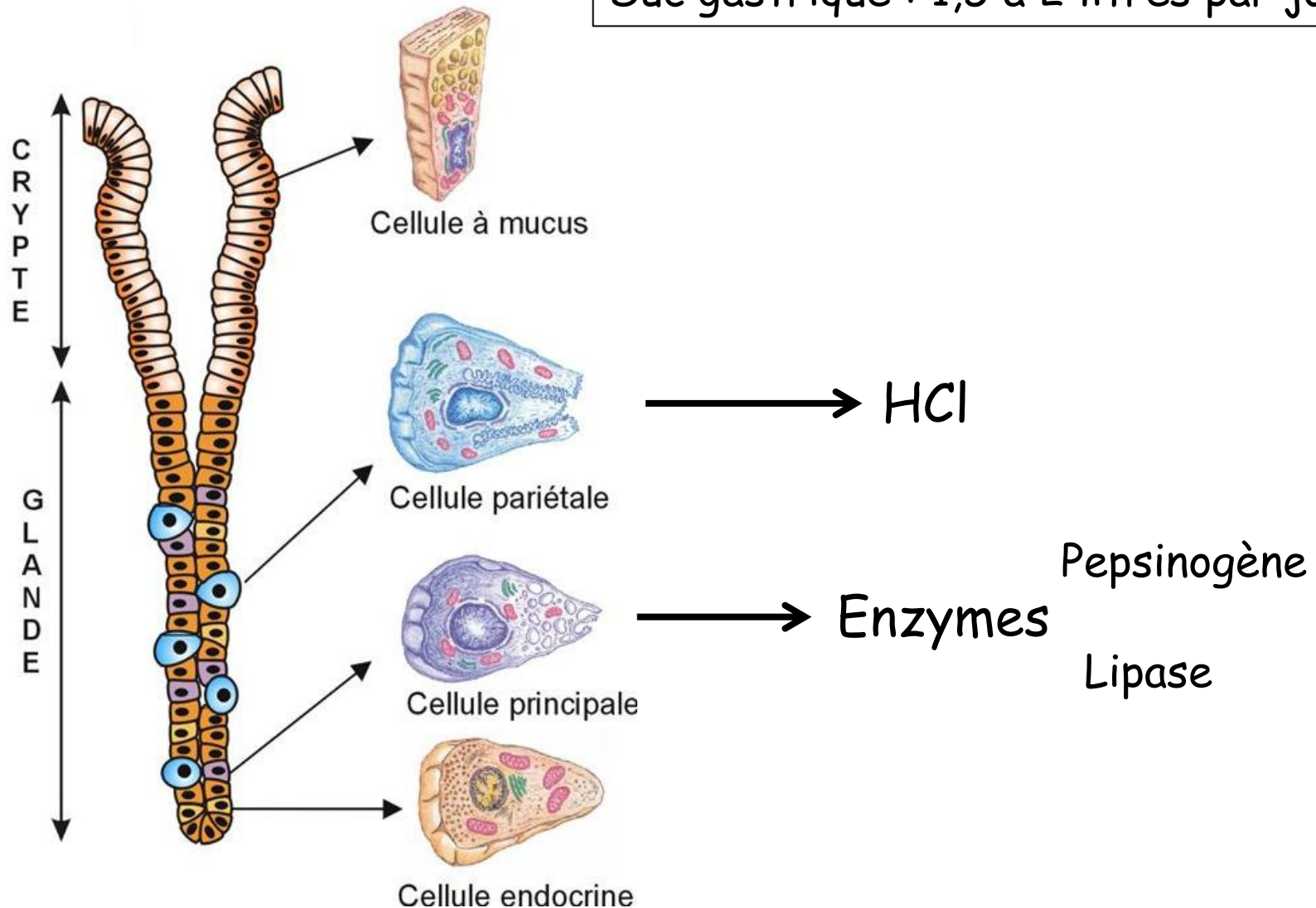
Causes possibles du vomissement



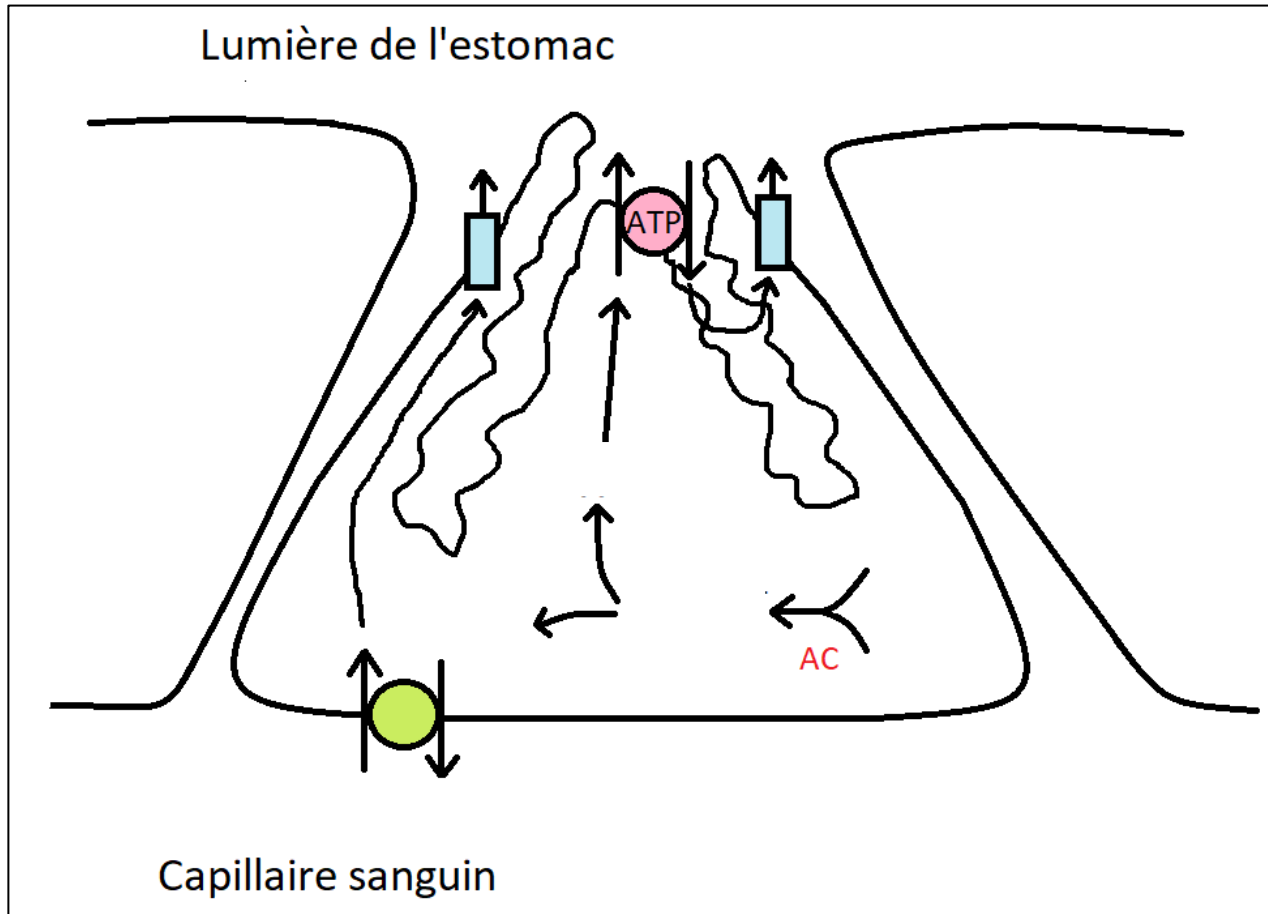
- Stimulation tactile du fond de la gorge (puissant stimuli)
- Irritation ou distension de l'estomac ou duodénum
- Augmentation de la pression intra-crânienne. Le vomissement après un traumatisme crânien est de mauvaise augure (signe d'un œdème ou saignement intracrânien)
- Rotation ou accélération de la tête (mal des transports)
- Substances chimiques, toxiques ou médicaments agissant sur des récepteurs du tube digestif ou sur des chemorécepteurs situés près du centre du vomissement
EXEMPLE : médicaments anti-cancéreux qui agissent sur les chemorécepteurs
- Phénomènes émotionnels liés à stimuli visuels, olfactifs ou stress

Sécrétions gastriques: rappel des différents types de cellules sécrétrices

Suc gastrique : 1,5 à 2 litres par jour

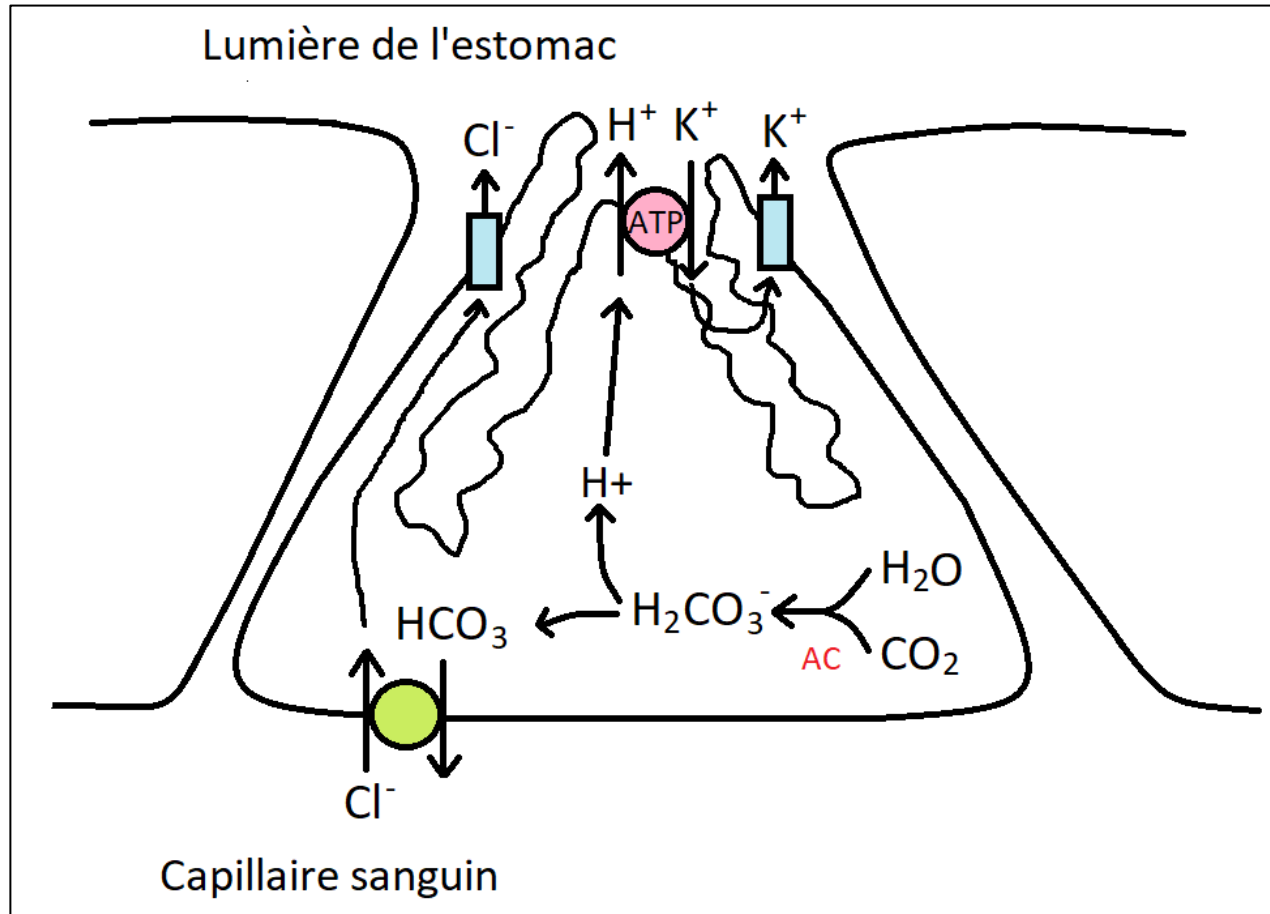


Fonctionnement d'une cellule pariétale à HCl pendant un repas



- Les cellules pariétales sécrètent de l'acide chlorhydrique (HCl) grâce aux pompes H^+/K^+ ATPase et aux canaux chlore:
 - Elles sécrètent dans la lumière gastrique des ions Cl^- et des ions H^+ grâce à des pompes membranaires différentes
 - Les ions H^+ sortent par la pompe H^+/K^+ ATPase et les ions Cl^- par un canal

Fonctionnement d'une cellule pariétale à HCl pendant un repas



- Les cellules pariétales sécrètent de l'acide chlorhydrique (HCl) grâce aux pompes H^+/K^+ ATPase et aux canaux chlore:
 - Elles sécrètent dans la lumière gastrique des ions Cl^- et des ions H^+ grâce à des pompes membranaires différentes
 - Les ions H^+ sortent par la pompe H^+/K^+ ATPase et les ions Cl^- par un canal

Ulcère gastrique = plaie de la muqueuse digestive

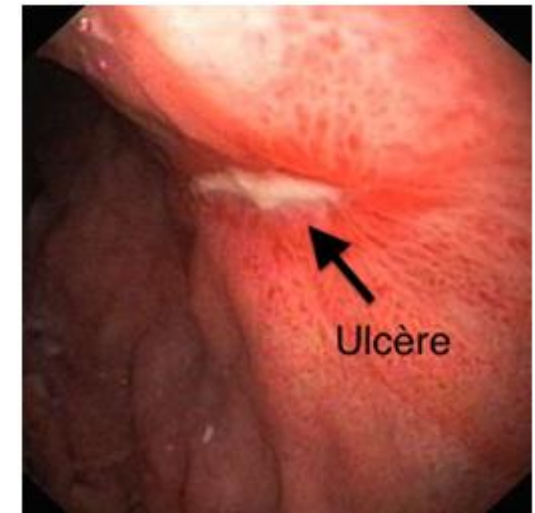
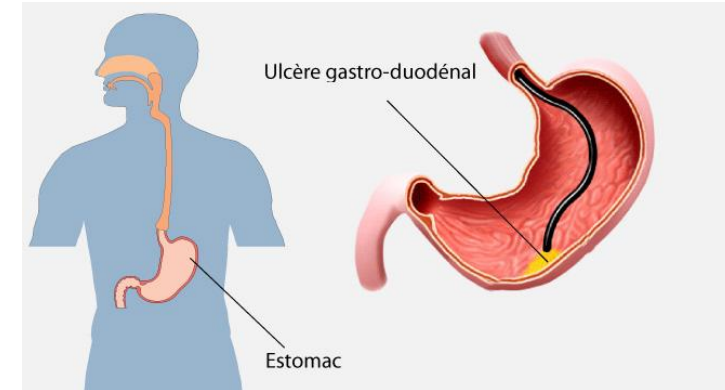


• Origine variée :

- Infectieuse (Ex: bactérie *Helicobacter pylori*)
- Médicamenteuse (Anti-inflammatoires non stéroïdiens-AINS, ou aspirine)
- Nicotine, alcool
- Inflammatoire
- Ischémique
- Tumorale

• Si complication → perforation (douleur abdominale soudaine et très violente) ou hémorragie (→ Sang dans les selles)

• L'**oméprazole** (Ex: Mopral) bloque la pompe à H⁺ (inhibiteurs de la pompe à protons) → traitement contre les ulcères



Ulcère gastrique = plaie de la muqueuse digestive



La bactérie **Helicobacter pylori**

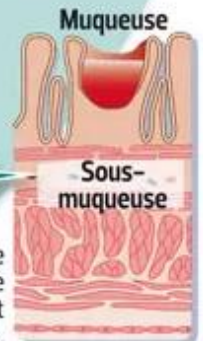
Principale responsable de l'ulcère, la bactérie *H. pylori* est l'une des seules à survivre dans l'**acidité gastrique**



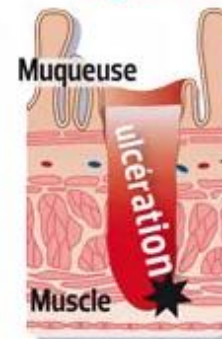
Grâce à sa forme **hélicoïdale** et à ses **flagelles**, elle s'ancre aux cellules épithéliales

Elle sécrète alors une enzyme, qui produit de l'**ammoniaque**, substance toxique pour les muqueuses

Une plaie ouverte dans la muqueuse digestive



L'ammoniaque endommage progressivement le mucus, creusant une **plaie douloureuse**, directement en contact avec l'acidité gastrique



Dans les cas les plus graves, l'ulcère atteint le muscle. Il y a alors risque d'une **perforation de la paroi**

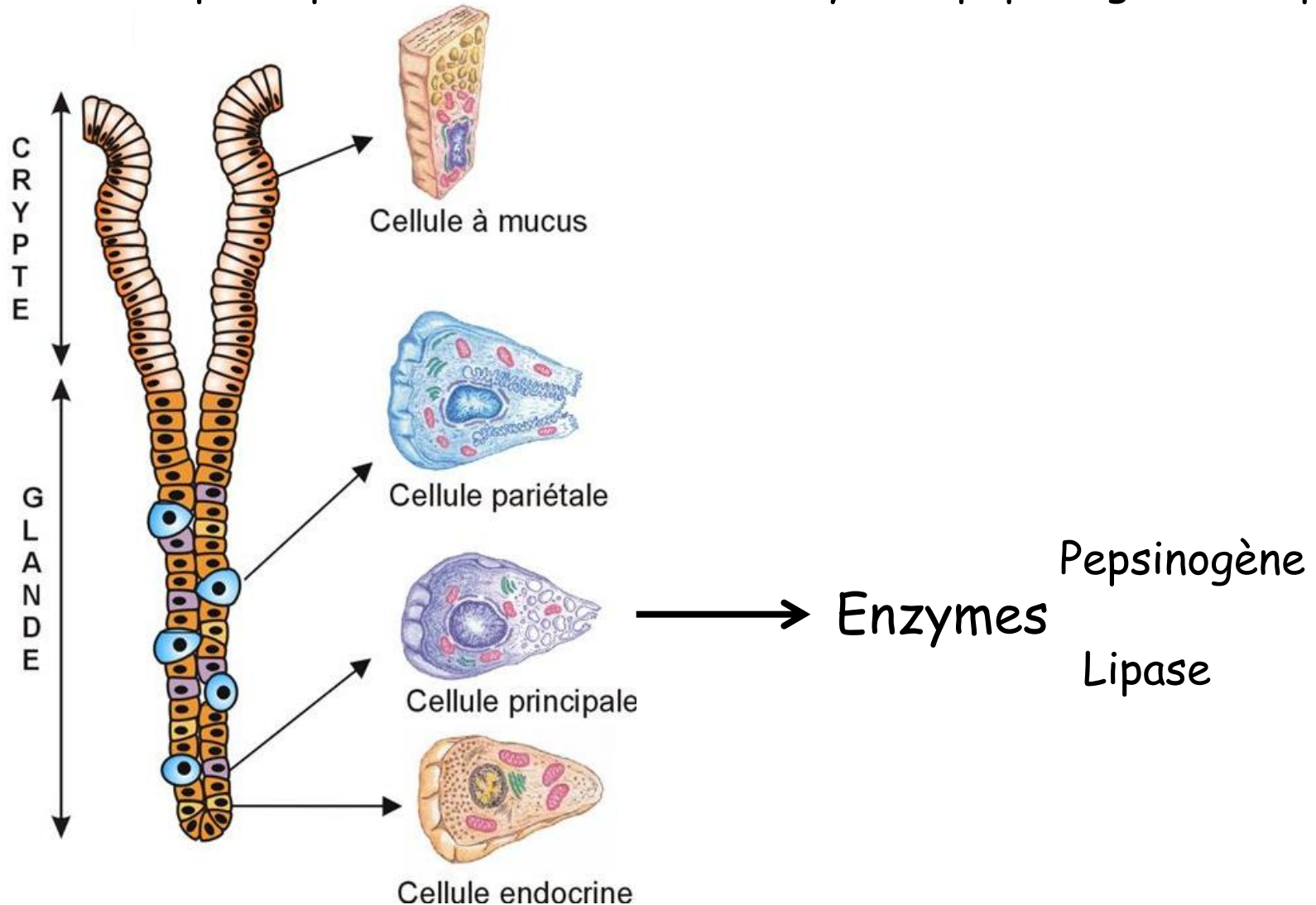
Helicobacter pylori: Bactérie responsable de la majorité des ulcères de l'estomac
Elle porte des flagelles qui lui permettent de s'enfoncer sous la couche protectrice de mucus

La sécrétion de HCl: Rôles

- Active le pepsinogène en pepsine
- Tue les microbes ingérés (action bactéricide) → défense de l'organisme
- Acidifie les aliments → dénaturation des protéine → facilite leur hydrolyse
- Arrête l'action de l'amylase salivaire
- Stimule la sécrétion d'hormones → favorise sécrétion de bile et suc pancréatique

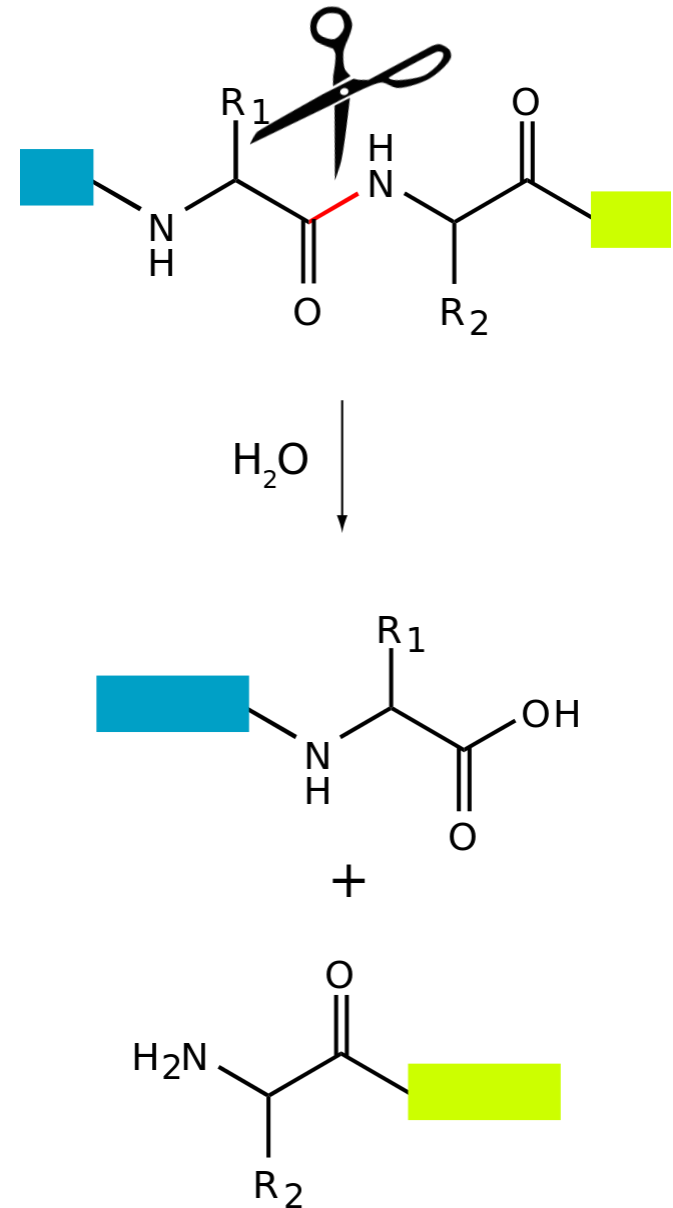
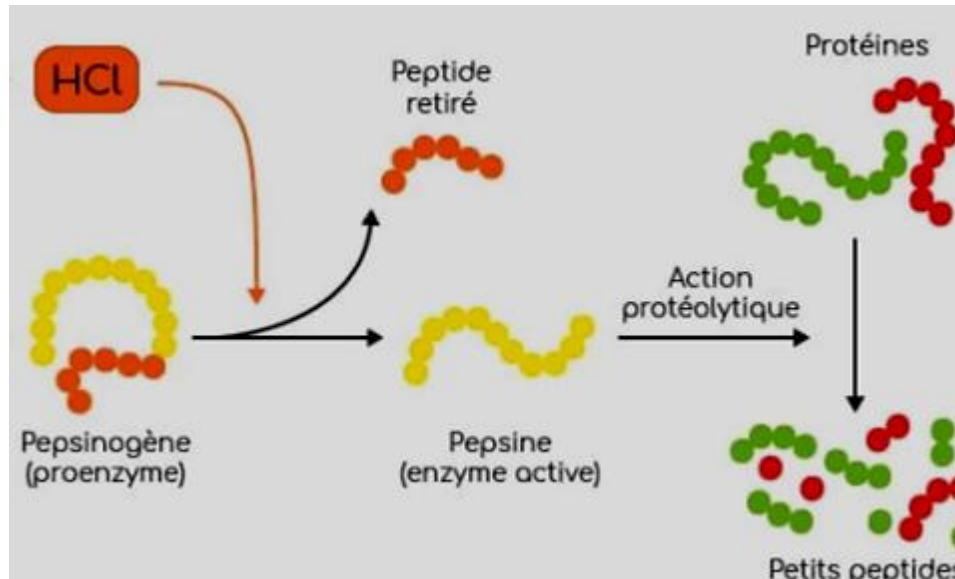
La sécrétion des enzymes

- Les cellules principales sécrètent deux enzymes: pepsinogène et lipase



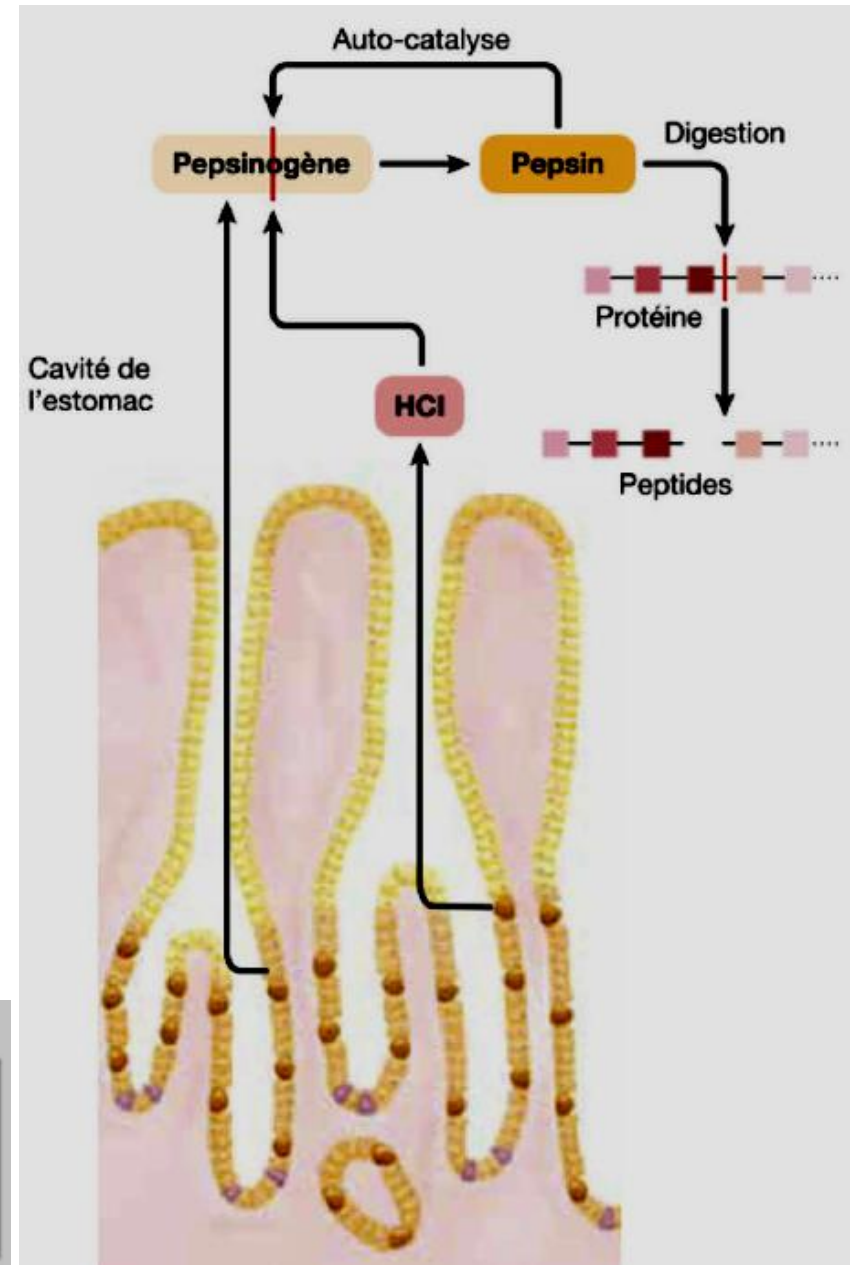
La sécrétion des enzymes: le pepsinogène

- Sécrété sous forme inactive (pepsinogène) et va être activé en pepsine en milieu acide (HCl)
- La pepsine agit sur les protéines (clivage des liaisons peptidiques entre les acides aminés)
→ la digestion des protéines commence dans l'estomac

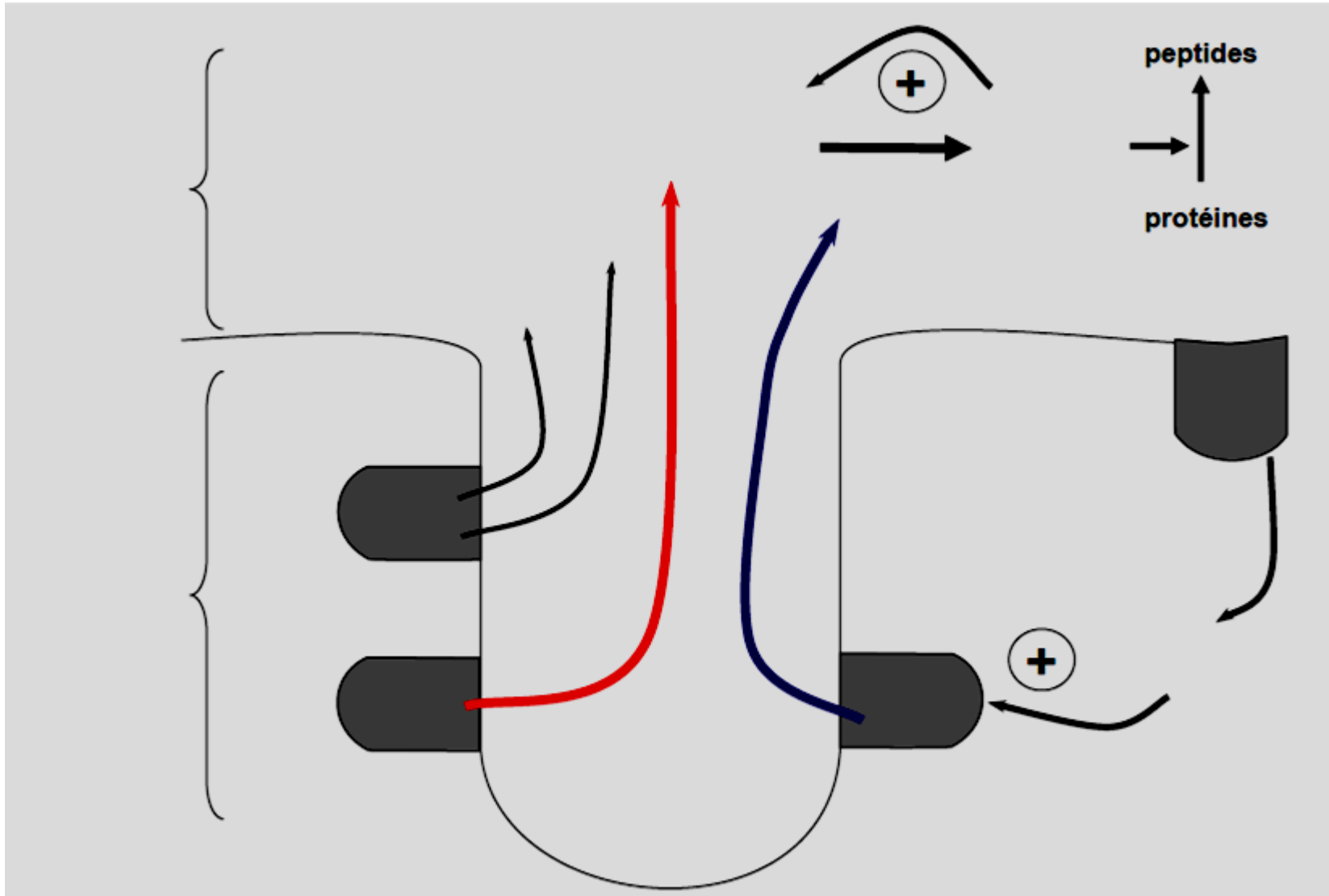


Activation du pepsinogène et HCl

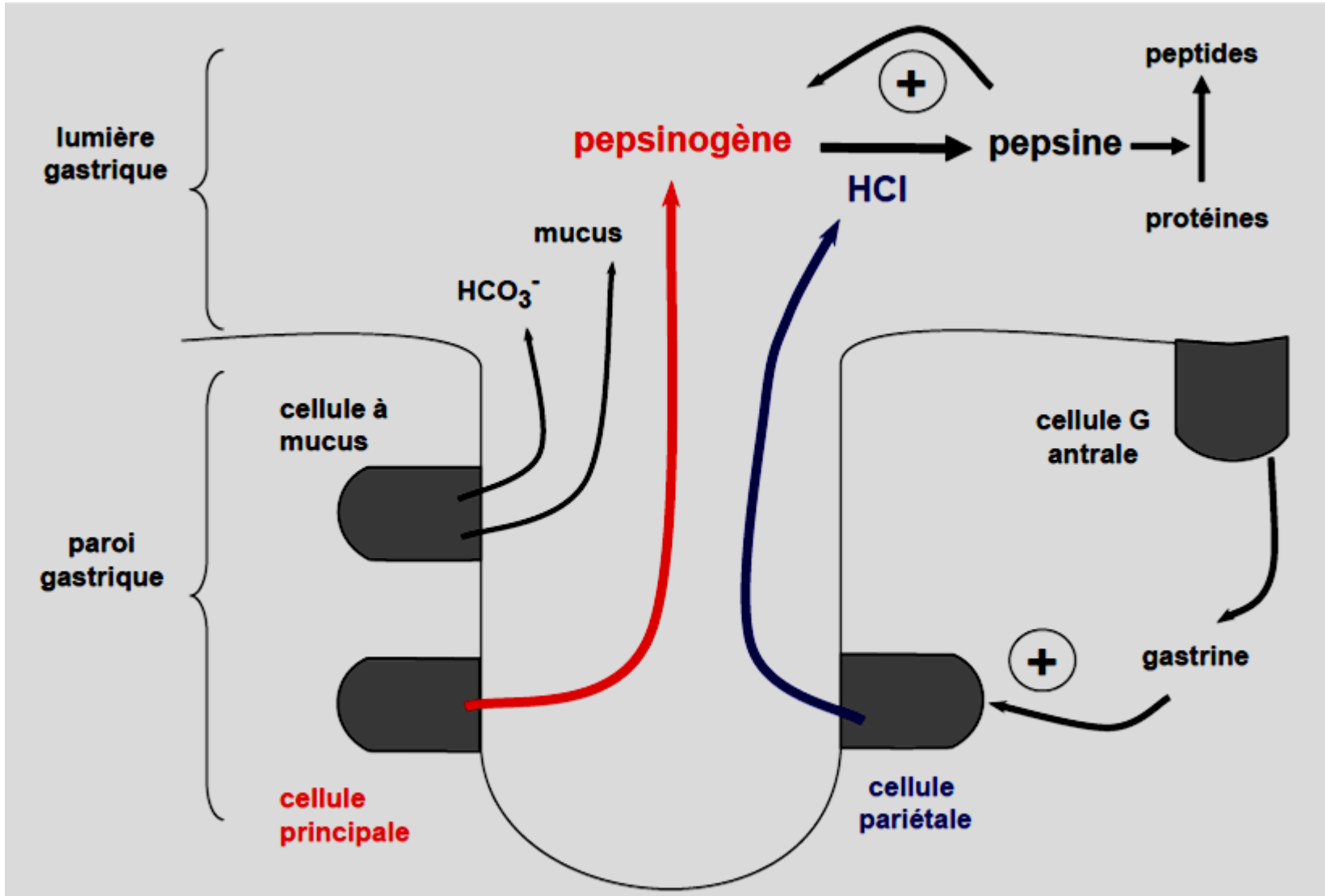
- Les pepsinogènes sont activés en pepsines par HCl et par les pepsines déjà présentes dans l'estomac.
- Les pepsines commencent la digestion des protéines, les scindant en des molécules plus petites.
- Les pepsines sont les plus actives à un pH très bas, entre 1,5 et 3,5.



Activation du pepsinogène et HCl

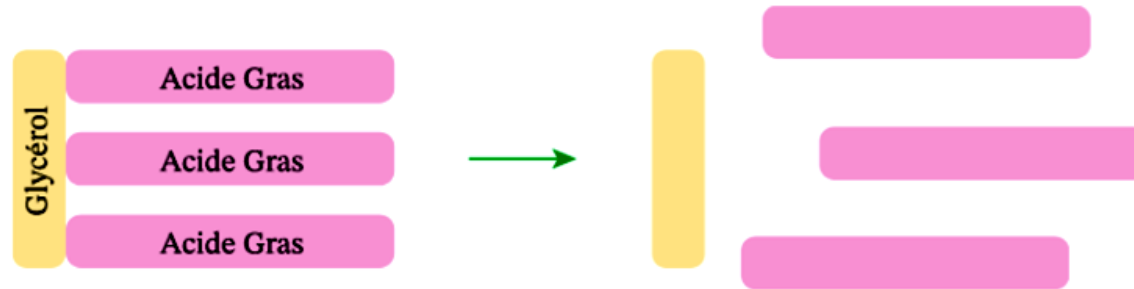


Activation du pepsinogène et HCl



La sécrétion des enzymes : la lipase gastrique

- Hydrolyse les triglycérides en acides gras, monoglycérides et diglycérides



- Action identique à celle de la lipase pancréatique mais moins abondante
- Rôle modéré chez l'adulte (c'est surtout la lipase pancréatique qui dégrade les lipides)
- La lipase gastrique est activé à pH acide
- Elle est présente dès la naissance (digestion des lipides du lait maternel), ce qui n'est pas le cas de la lipase pancréatique

La régulation de la sécrétion et de la motilité gastrique

- Les sécrétions gastrique sont contrôlées par des mécanismes nerveux et hormonaux. Elle se découpe en 3 phases:

Phases	Contrôle nerveux	Contrôle hormonal	Effet
Phase céphalique	- Déclenché par goût, vue, odorat - Voies parasympathiques Nerf X (vague)		Stimule sécrétions gastriques
Phase gastrique	-Mécanorécepteurs + chemorécepteurs de l'estomac - Voies parasympathiques Nerf X (vague)	- Stimulation des cellules G	Stimule sécrétion de gastrine→ sécrétions et contraction muscles lisses
Phase intestinale (plutôt inhibitrice : frein duodénal)	Récepteurs un niveau de l'intestin	- Sécrétion de cholestykinine + sécrétine	-L'arrivée des aliments au niveau de l'intestin → hormones intestinales → inhibent sécrétions de l'estomac - Cholestykinine + sécrétine inhibent sécrétion et motilité

Les 3 phases de la sécrétion du suc gastrique: céphalique, gastrique, intestinale

Phase céphalique

- Le flux de suc gastrique survient avant que les aliments atteignent l'estomac
- Il est dû à la stimulation réflexe des **nerfs vagues X** (parasymphathiques)
- Initiée par la vue, l'odeur ou le goût des aliments (Quand les nerfs vagues ont été sectionnés (vagotomie), cette phase de sécrétion gastrique ne se produit pas)

REMARQUE: La stimulation sympathique (par exemple au cours des états émotionnels, inhibe l'activité gastrique).

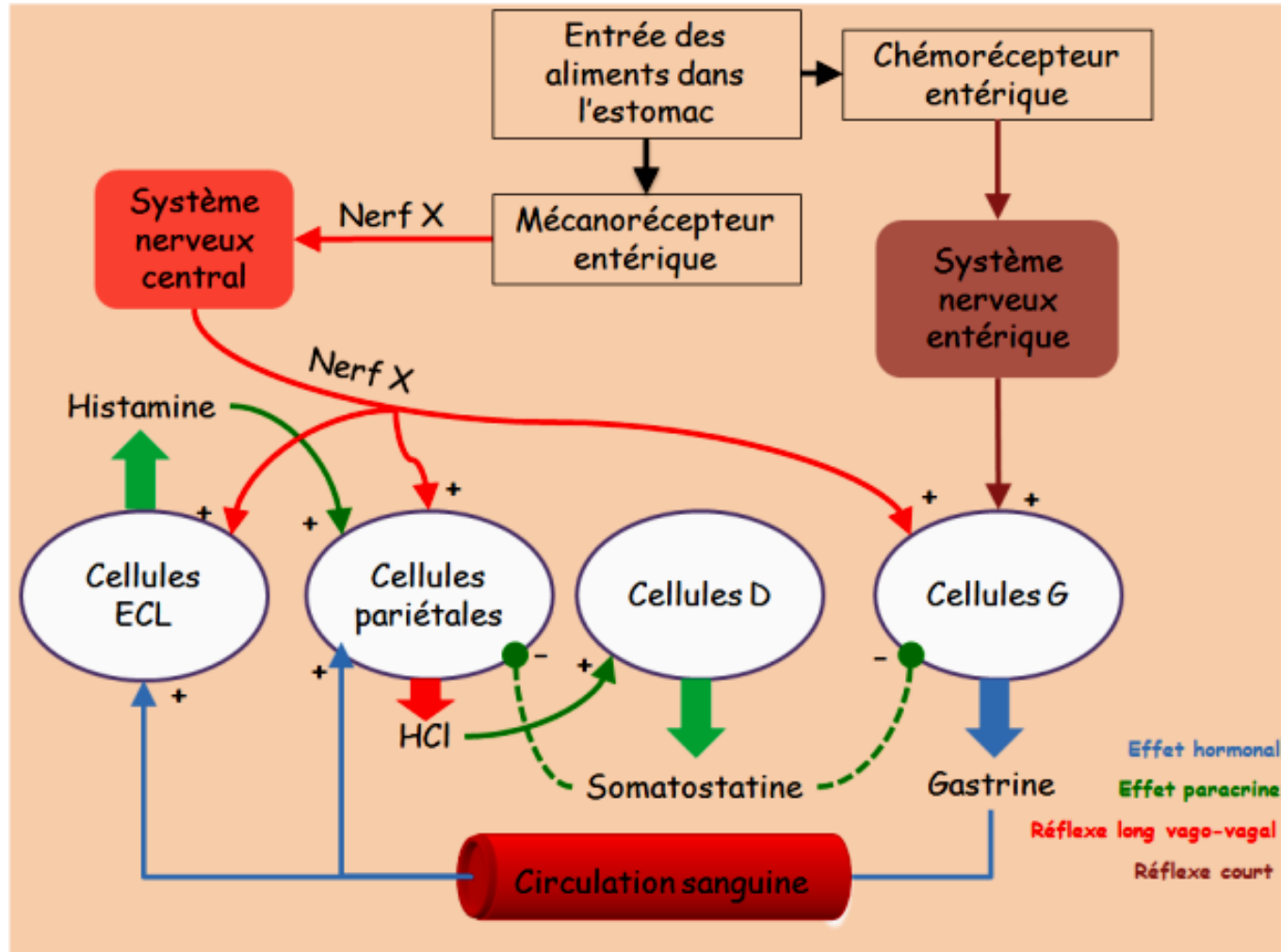
Les 3 phases de la sécrétion du suc gastrique: céphalique, gastrique, intestinale

Phase gastrique

- Quand elles sont stimulées par les aliments, les cellules endocrines situées dans le pylore sécrètent la **gastrine**
- La gastrine, en circulant avec le sang qui vascularise l'estomac, stimule les glandes gastriques à produire plus de suc gastrique.
- De cette façon, la sécrétion de suc digestif se poursuit après la terminaison du repas et la fin de la phase céphalique.
- La sécrétion de gastrine s'arrête quand le pH dans le pylore tombe à environ 1,5.

Les 3 phases de la sécrétion du suc gastrique: céphalique, gastrique, intestinale

Contrôle de la phase gastrique

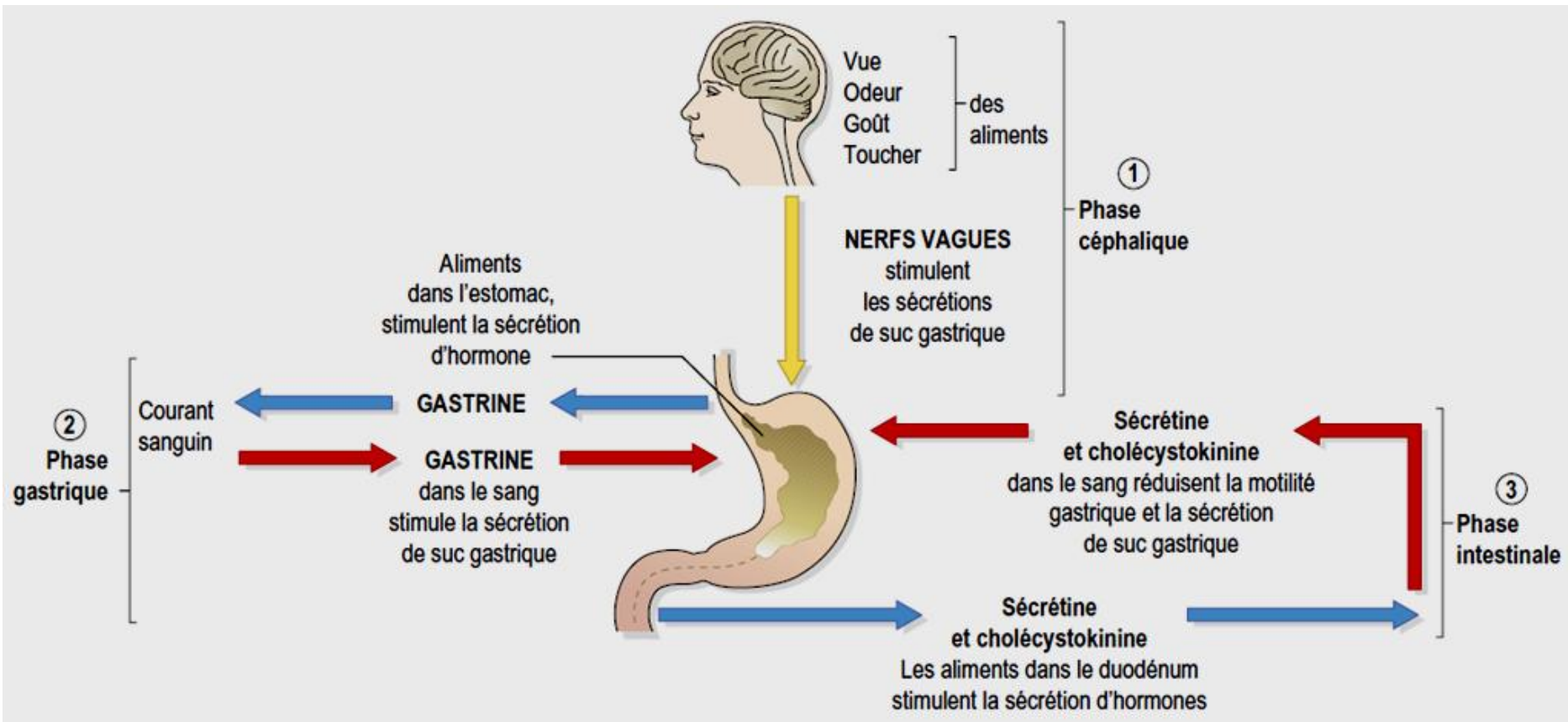


Les 3 phases de la sécrétion du suc gastrique: céphalique, gastrique, intestinale

Phase intestinale

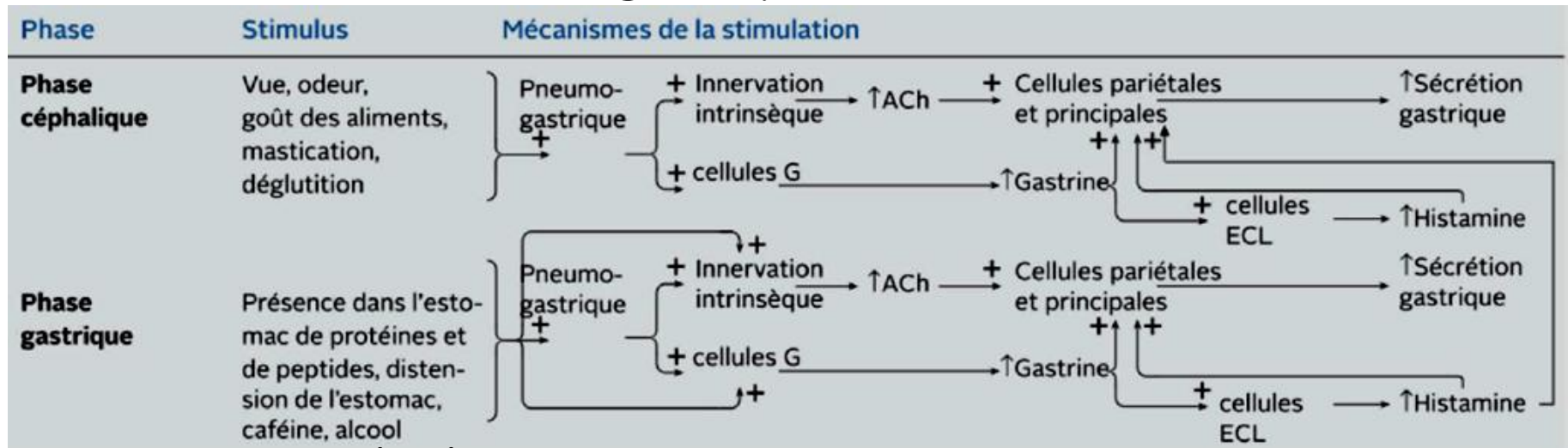
- Quand le contenu de l'estomac partiellement digéré atteint l'intestin grêle, la **sécrétine** et la **cholécystokinine** sont produites par les cellules endocrines de la muqueuse intestinale.
- Elles ralentissent la sécrétion de suc gastrique et diminuent la motilité gastrique.
- En ralentissant la vidange de l'estomac, le chyme dans le duodénum devient plus intimement mélangé avec la bile et le suc pancréatique.
- Cette phase de la sécrétion gastrique est plus marquée quand le repas a une teneur élevée en graisses.

Les 3 phases de la sécrétion du suc gastrique: céphalique, gastrique, intestinale (BILAN)

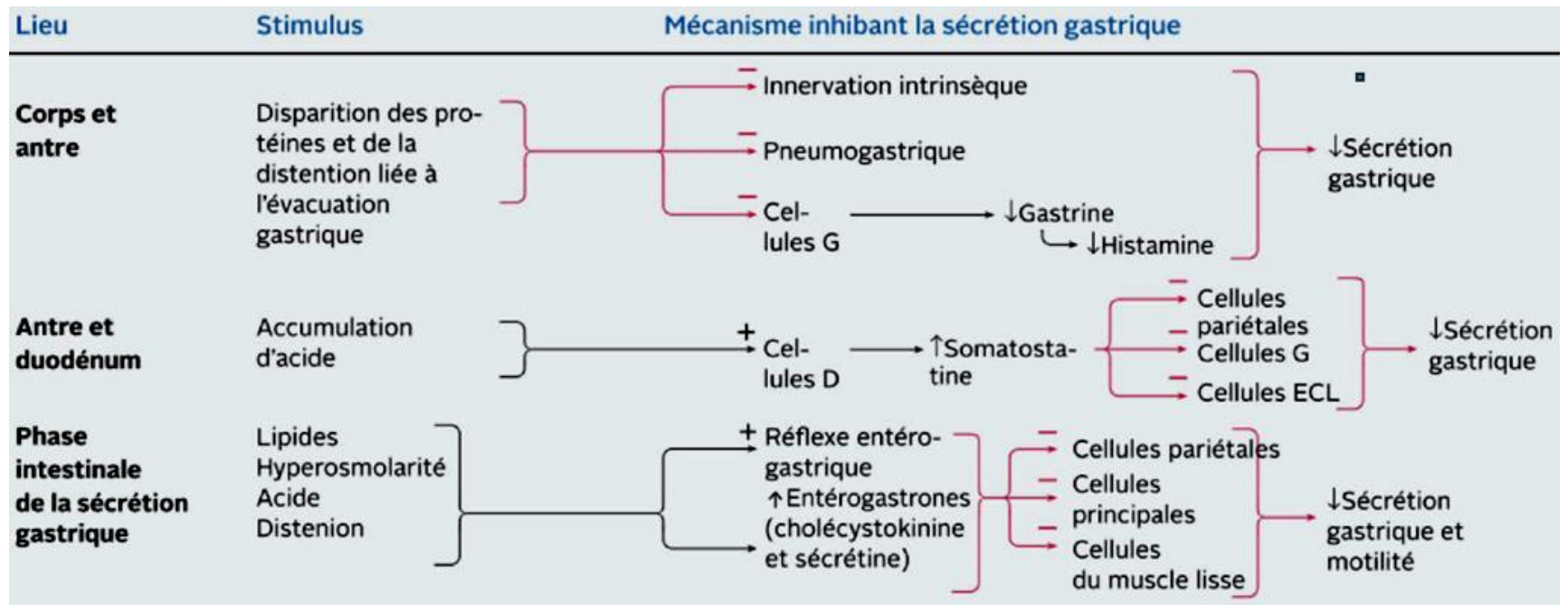


II - La phase gastrique : sécrét° gastriQ et digest° chimiQ

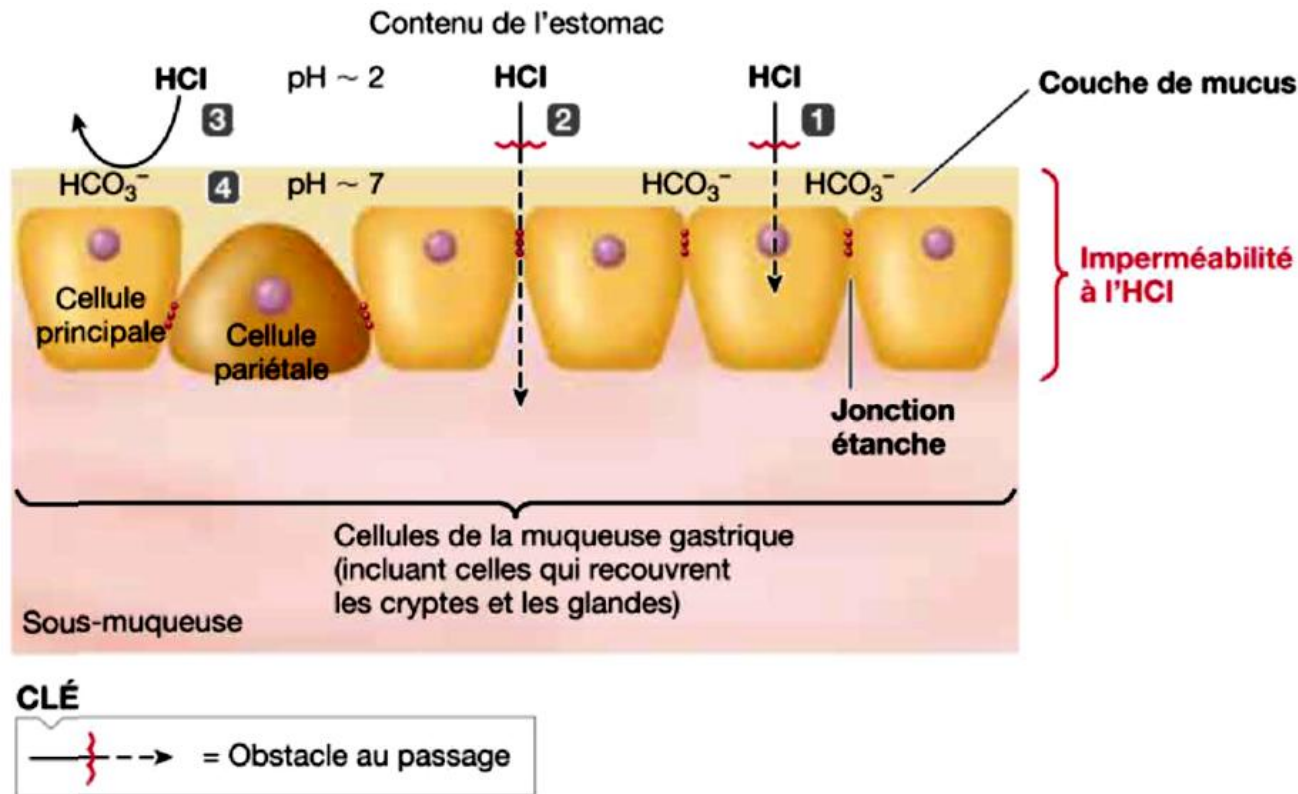
Stimulation des sécrétions gastriques



Inhibition des sécrétions gastriques



Rôle barrière de la muqueuse gastrique



- 1- La membrane des cellules de la muqueuse sont imperméables à H⁺ → HCl ne peut pas entrer dans les cellules
- 2- Les jonctions serrées qui unissent les cellules ne laisse pas passer HCl
- 3- Couche de mucus → protection supplémentaire
- 4- Mucus riche en HCO₃⁻ → neutralise l'acidité au contact de la muqueuse → barrière chimique. Le pH du mucus est de 7, alors que celui de la lumière = 2 !

BILAN des sécrétions gastriques et leur contrôle

Type de cellule sécrétrice	Produit de sécrétion	Stimulus de la sécrétion	Rôle(s) du produit de sécrétion
Cellules exocrines			
Cellules à mucus	Mucus alcalin	Stimulation mécanique par le contenu	Protection de la muqueuse contre les agressions mécaniques, la pepsine et l'acide
Cellules principales	Pepsinogène	ACh, gastrine	Une fois activé commence la digestion des protéines
Cellules pariétales	Acide chlorhydrique	ACh, gastrine, histamine	Activation du pepsinogène, clivage du tissu conjonctif, dénaturation des protéines, destruction des micro-organismes
	Facteur intrinsèque		Facilitation de l'absorption de la vitamine B ₁₂
Cellules endo/paracrines			
Cellules de type entérochromaffine (ECL)	Histamine	ACh, gastrine	Stimulation des cellules pariétales
Cellule G	Gastrine	Produits protéiques, ACh	Stimulation des cellules pariétales et des cellules ECL
Cellule D	Somatostatine	Acide	Inhibition des cellules pariétales, des cellules G et des cellules ECL

A suivre...

III - Phase intestinale

