

## محاضرة 06:

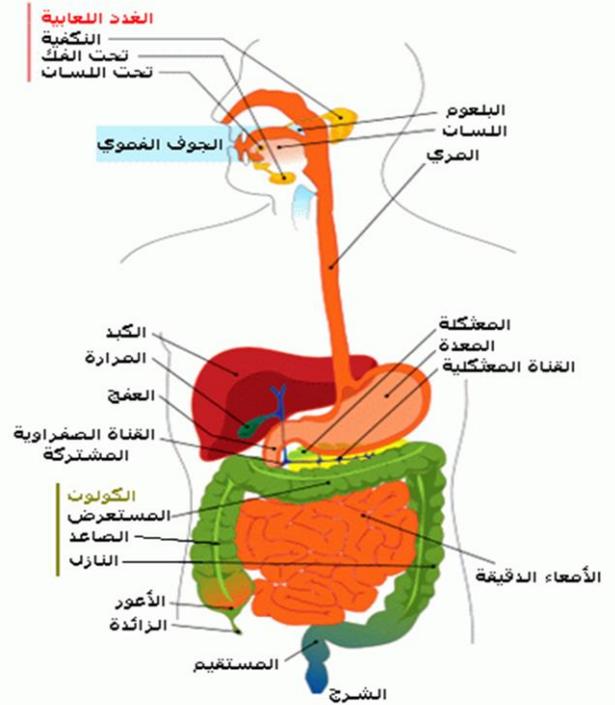
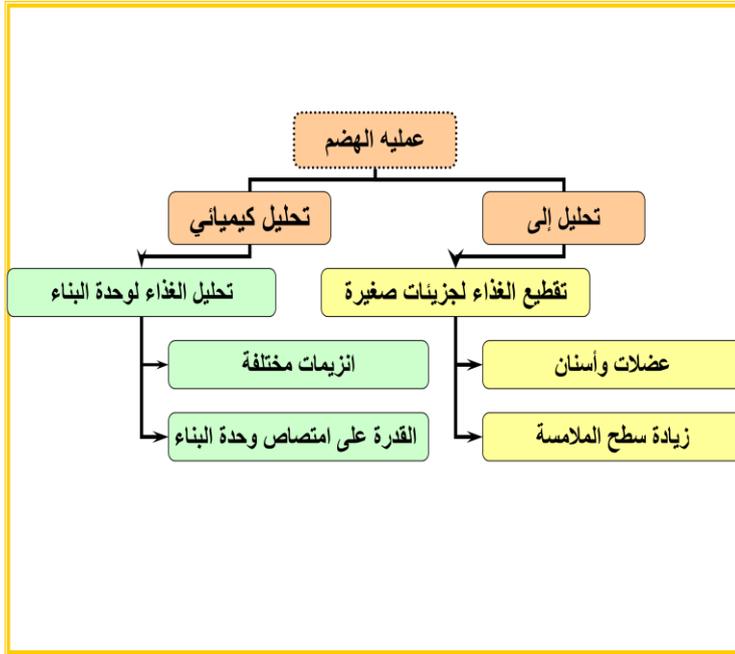
### الجهاز الهضمي للإنسان

جهاز الهضم قناة طويلة ومتعرجة تبدأ بالفم وتنتهي بفتحة الشرج.

وهو الجهاز المسؤول عن هضم الأغذية حيث يحول جزيئات الغذاء المعقدة والكبيرة إلى جزيئات أصغر قابلة للامتصاص أي تستطيع النفاذ عبر الأغشية الخلوية.

تتم هذه العملية بواسطة تأثيرات ميكانيكية تحدث بفعل العضلات والأسنان وتأثيرات كيميائية تحفزها الأنزيمات.

#### 1- جهاز الهضم:



#### 1-1- وظائف الجهاز الهضمي:

يقوم الجهاز الهضمي بعدد من الوظائف الوظيفية ذات العلاقة بالمعاملة الميكانيكية والكيميائية للطعام ومروره من خلال مختلف مناطق القناة الهضمية وامتصاص نواتج الهضم:

\* **تناول الطعام (Ingestion):** والذي يتضمن انتقال الطعام من خلال الفم إلى القناة الهضمية .

\* **دفع الطعام (Propulsion):** على طول القناة الهضمية وتشمل بلع الطعام والحركات التمرجية التي تحدث في جدار القناة الهضمية وبشكل نسقي .

تعمل هذه الحركة على مزج الطعام بالعصارات الهاضمة ودفع الطعام إلى الأجزاء التالية من القناة الهضمية

\* **الهضم الميكانيكي (Digestion Mekanique):** يتضمن مضغ الطعام ومزجه باللعاب بمساعدة اللسان .

كما تساهم الحركات المزجية للمعدة والحركات القطعية للأمعاء والتي تحدث على شكل تقلصات موضعية نسقية في المعالجة الميكانيكية للطعام.

\* **الهضم الكيميائي (Digestion Chemique):**

يتضمن عددا من الخطوات المسؤولة عن تحويل جزيئات الطعام المعقدة التركيب إلى مكوناتها الأساسية. تحدث التفاعلات الهضمية بواسطة الإنزيمات الهاضمة التي تفرزها الغدد الهاضمة والتي تبدأ من تجويف الفم وتكتمل وبشكل تام في الأمعاء الدقيقة .

### \* الامتصاص (Absorption):

وهو عبارة عن العمليات المسؤولة عن نقل نواتج الهضم والفيتامينات والأملاح المعدنية من تجويف القناة الهضمية إلى جهاز الدوران. تعتبر الأمعاء الدقيقة الموقع الرئيسي للامتصاص حيث تقوم الخلايا الطلائية بامتصاص المواد بطريقتي النقل الفعال والسلبى .

\* الإخراج (Défécation): يتضمن طرح المواد الغير قابلة للهضم إلى الخارج عن طريق فتحة الشرج.

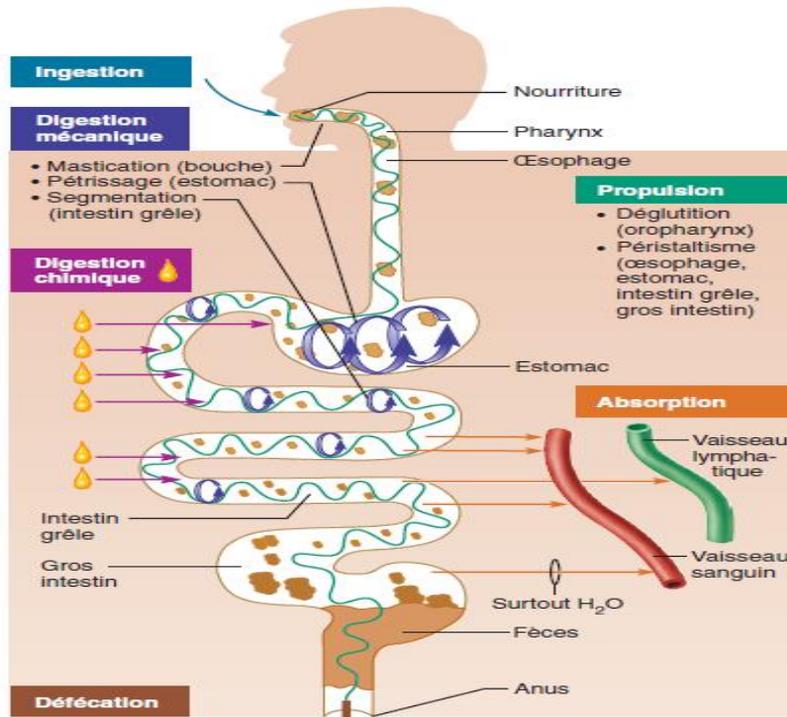


Figure 23.2 Fonctions du tube digestif. Remarquez que les sites de la digestion chimique produisent des enzymes ou reçoivent des enzymes et d'autres sécrétions élaborées par les organes annexes (extérieurs au tube digestif).

© ERPI, tous droits réservés.

### 2-1-2-1- بنية القناة الهضمية :

تقريبا تشترك جميع أعضاء الجهاز الهضمي في ترتيب عام مع اختلاف بسيط في كل واحد منهما وهي تتكون من الداخل إلى الخارج كالآتي :

**1-2-1-1- الطبقة المخاطية (Muqueuse):** وهذه الطبقة تحتوي على خلايا تقوم بإفراز العصارات الهضمية وبعض الهرمونات والإنزيمات الهاضمة وأيضاً على أوعية دموية لتغذية ذلك العضو، وتحتوي على طبقات عضلية تساعد الأعضاء على الحركة التوجيهية .

**2-2-1-2- الطبقة تحت مخاطية (Sous-muqueuse):** وهذه الطبقة تحتوي على أوعية دموية وأعصاب .

**3-2-1-3- الطبقة العضلية (Musculaire):** وهذه الطبقة تحتوي على طبقة عضلية طولية ودائرية بالإضافة إلى وجود أعصاب .

**4-2-1-4- الطبقة المصلية (Séreuse):** وهي عبارة عن غشاء شفاف يغطي السطح الخارجي للجهاز الهضمي باستثناء المريء ، القناة الشرجية ، المنطقة السفلى من المستقيم .

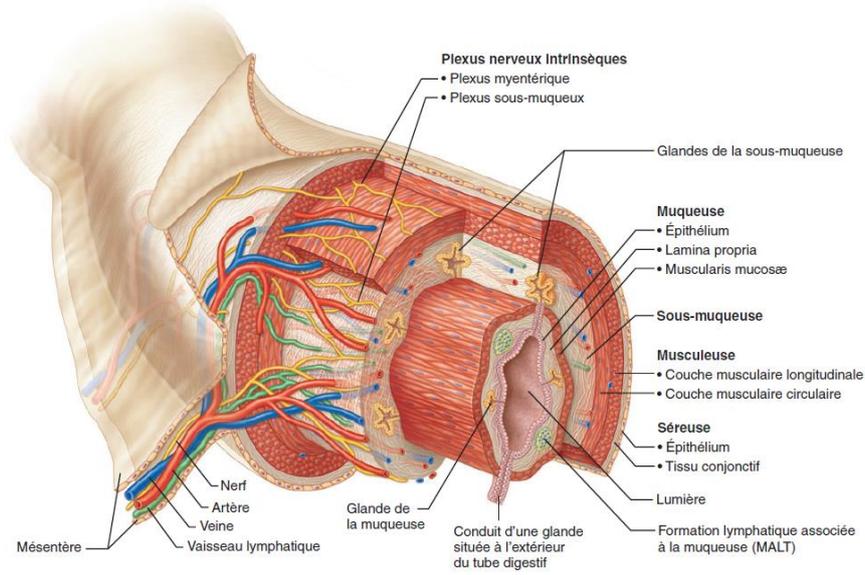


Figure 23.6 Structure fondamentale du tube digestif. Le tube digestif se compose de quatre couches principales: la muqueuse, la sous-muqueuse, la musculuse et la séreuse.

## 2- الوظائف الرئيسية لأعضاء الجهاز الهضمي:

الفم: تحليل آلي وكيميائي للطعام (نشاء).

المريء: تمرير الطعام للمعدة.

المعدة: تحليل آلي وكيميائي للطعام (بروتين).

الاثنى عشر: تحليل كيميائي - دهون.

الأمعاء الدقيقة: تحليل كيميائي وامتصاص وحدات البناء.

الأمعاء الغليظة: امتصاص الماء وإفراز الفضلات.

### 1-2- الفم :

يعتبر الفم الجزء الأول في الجهاز الهضمي والذي تتم فيه المرحلة الأولى من عملية الهضم ، يحتوي الفم بداخله على عدة وسائل مساعدة في هذه العملية وهي:

• الأسنان: يتكون السن من مادة عظمية صلبة وبداخلها لب رخو يحتوي أوعية دموية وأعصابا لتغذية السن بالغذاء ، وللأسنان دور كبير في عملية الهضم حيث تقوم بتقطيع الطعام إلى أجزاء صغيرة لتسهيل عملية البلع ، بالنسبة للبالغين عددها 32 سنا.

اللسان: ينقل الطعام من جهة لأخرى في الفم، ويقوم بخلط فتات الطعام باللعاب، واللسان يحتوي على براعم الذوق فيحفز إفراز اللعاب.

الغدد: يوجد في الفم ثلاثة أزواج من الغدد اللعابية ، وجميع هذه الغدد تفرز اللعاب الذي يساعد على مضغ الطعام ، والكلام ، ومنع تسوس الأسنان وأمراض اللثة ، وهي مقسمة كالتالي:

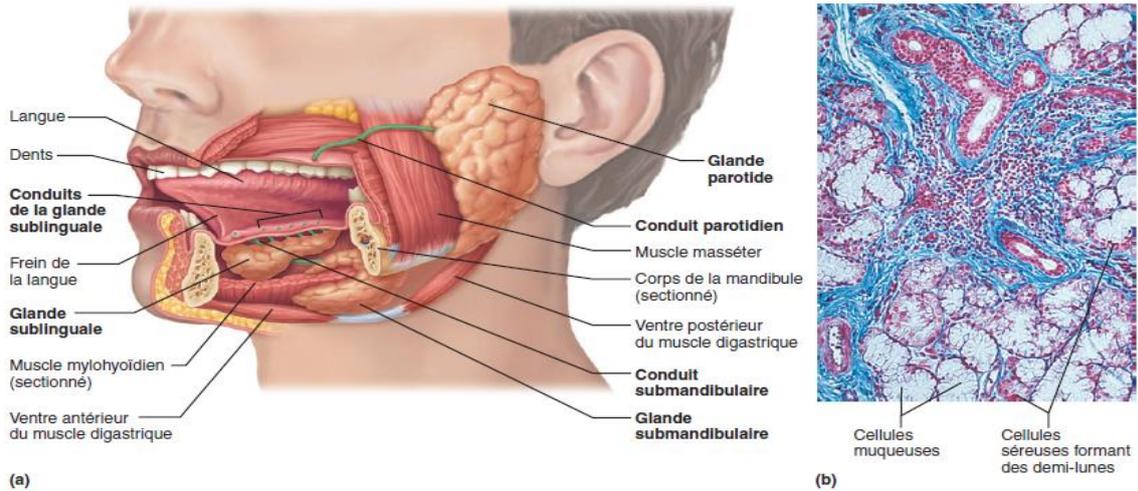
\*الغدد النكفية: وهي عبارة عن زوج من الغدد اللعابية تتواجد أمام الأذن وتصب قناتها داخل الوجنة مقابل الضرس العلوي الثاني .

\*الغدد تحت فكية: وهي عبارة عن زوج من الغدد تتواجد في الجانب على مقربة من مؤخرة عظم الفك السفلي وتصب قناتها في الفم .

\* الغدة تحت اللسانية: وهي زوج من الغدد وهما الأصغر بين الغدد اللعابية ، وتقعان تحت اللسان مباشرة ،

وتصب قناتها في قاع الفم.

\* غدد صغيرة : يوجد هناك غدد صغيرة كثيرة ومتعددة في الغشاء المخاطي الذي يبطن الفم واللسان.

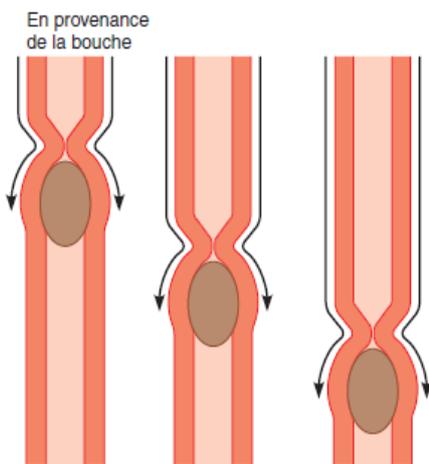


**Figure 23.9 Glandes salivaires.** (a) Les glandes parotide, submandibulaire et sublinguale associées à la face gauche de la cavité orale. (b) Photomicrographie de la glande sublinguale (150×), une glande salivaire mixte mais sécrétant surtout du mucus. Les cellules muqueuses sont colorées en bleu clair et les unités produisant le liquide séreux, en violet. Les cellules séreuses forment parfois des demi-lunes (appelées semi-lunes séreuses) autour de la base des cellules muqueuses.

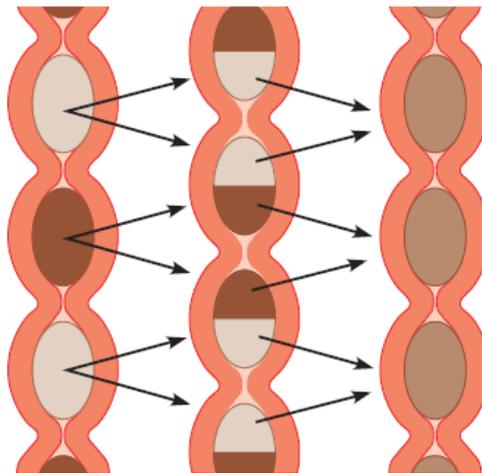
## 2-2- المريء:

هي قناة عضلية موصلة بين البلعوم والمعدة ويبلغ طولها حوالي 25 سم قابلة للانقباض والتمدد وفي آخر المريء توجد العضلة العاصرة التي تدفع الغذاء كاملا على المعدة.

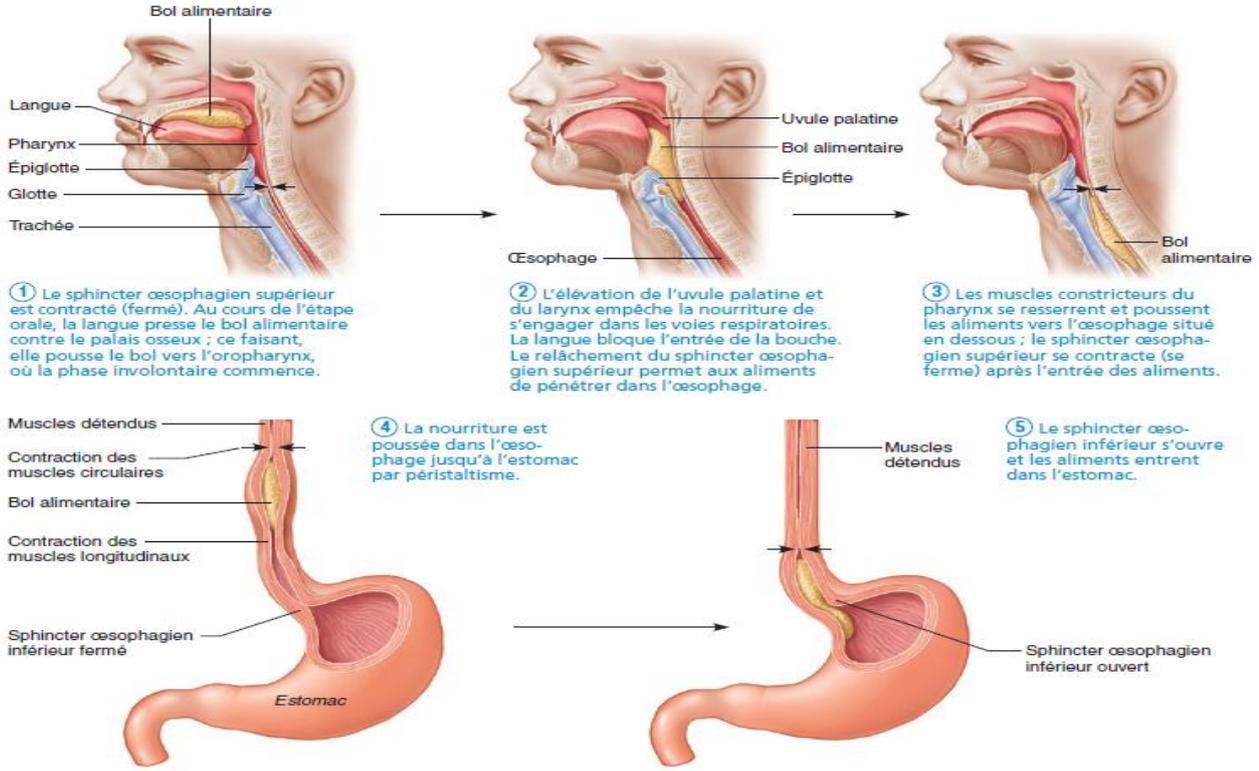
عملية انقباض وانبساط عضلات المريء تجعل الغذاء يندفع باتجاه المعدة.



(a) **Péristaltisme:** Les segments contigus des organes du tube digestif se contractent et se relâchent tour à tour en déplaçant la nourriture vers l'extrémité distale du tube.



(b) **Segmentation:** Des segments non contigus des organes du tube digestif se contractent et se relâchent tour à tour, déplaçant la nourriture vers l'avant, puis vers l'arrière. Ce mouvement crée un brassage et un déplacement lent.



**Figure 23.13 Déglutition.** Le processus de déglutition comporte une étape volontaire (orale) (1) et des étapes involontaires (pharyngo-œsophagiennes) (2 à 5).

### 3-2- فتحة الفؤاد:

- بلع الطعام
- إثارة الأعصاب في البلعوم
- إرسال إشارة للدماغ
- إرسال أمر من الدماغ لفتحة الفؤاد
- تفتح فتحة الفؤاد وتستقبل الطعام

### 4-2- المعدة:

- المعدة هي عضو عضلي مجوف يقع في القسم العلوي للبطن إلى اليسار قليلاً.
- يطحن الغذاء في المعدة ويتحول إلى ما يشبه العجينة (كيموس).
- تتم العملية بواسطة العضلات القوية الموجودة في جدران المعدة، عملية انقباضها وانبساطها تجعل الغذاء ينطحن ويتحول إلى كيموس
- يتم في المعدة تحليل البروتينات إلى مواد أبسط ويبدأ تحليل الدهون.
- تتم عمليات التحليل بواسطة مواد هضم تفرز إلى داخل المعدة من جدرانها.

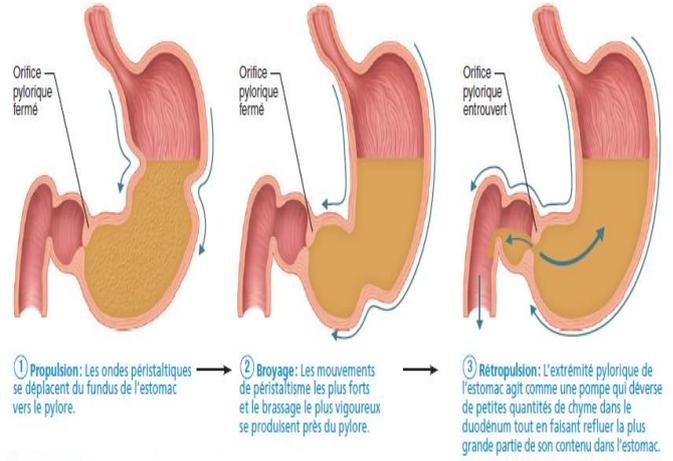
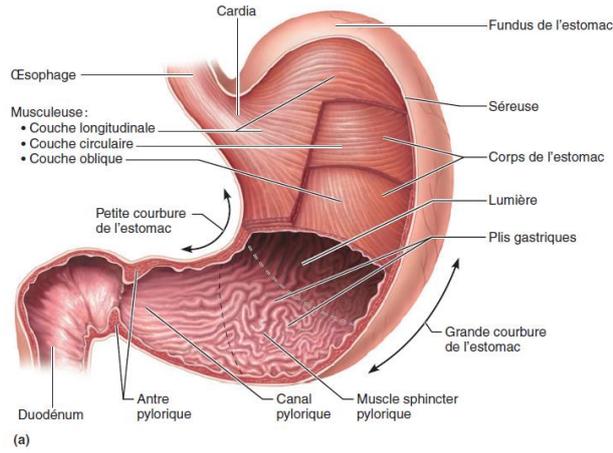


Figure 23.19 Les ondes péristaltiques de l'estomac.

© ERPI, tous droits réservés.

## 1-4-2- إفرازات المعدة:

تقوم المعدة بعدة إفرازات حيث يحول حامض الهيدروكلوريك (HCl) وهو يعتبر مولد الببسين، الببسين الخامل إلى ببسين هاضم وفعال ويعمل على تحليل البروتينات إلى وحدات صغيرة تدعى عديدة الببتيد وببتيدات ، وكذلك يقتل البكتيريا – لأنها لا تستطيع العيش في بيئة حامضية.

والليباز الذي يعمل على تحويل الدهون إلى غليسرول وأحماض دهنية .

- يعمل الببسين على تحليل البروتينات لوحدات أصغر تسمى الببتيدات.
- التحليل الكيميائي للبروتينات يبدأ في المعدة ولكنه لا يكتمل في هذه المحطة بل في المحطات الهضمية التالية.
- الببسين يعمل في PH منخفض فقط.

## 2-4-2- الخلايا المخاطية:

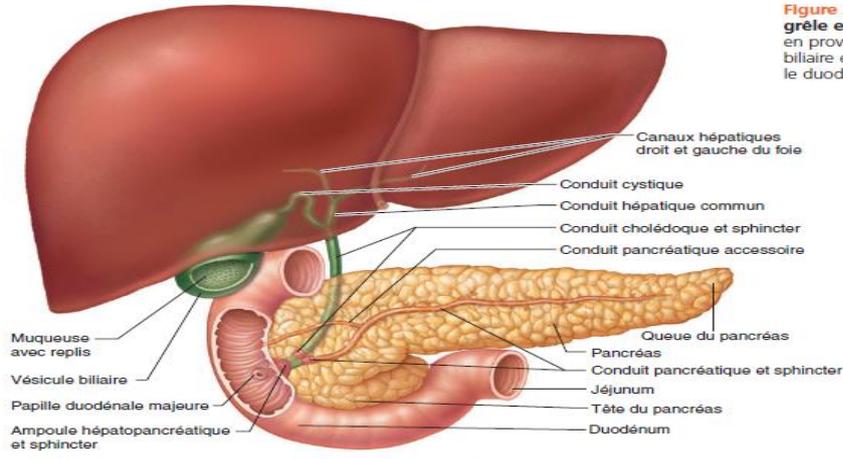
تقوم هذه الخلايا بإفراز طبقة مخاطية باستمرار لتغطي جدار المعدة.

وبذلك تكون بمثابة جدار واقى مؤقت يحمي الخلايا من التآكل بفعل الحامضية العالية.

بالإضافة لهذه الوسيلة الدفاعية، تقوم المعدة بتجديد خلاياها باستمرار.

## 2-5-الاثني عشر:

- تبدأ فيه عملية تحليل الدهون.
- تستمر فيه عملية تحليل البروتين
- تنتهي فيه عملية تحليل الكربوهيدرات
- تبدأ فيه عملية امتصاص الماء والمعادن للدم.



**Figure 23.21 Duodénum de l'intestin grêle et organes connexes.** Des conduits en provenance du pancréas, de la vésicule biliaire et du foie se déversent dans le duodénum.

© ERPI, tous droits réservés.

## \*\* تحليل الدهون:

تعتبر الدهون مواد صعبة التحليل والهضم وذلك لكونها غير قابلة للذوبان في الماء.

هذا يعني أن الدهون لن تذوب في عصارة المعدة الكيموس – الغنية بالإنزيمات المحللة، لذلك فإن الإنزيمات لن تستطيع تحليلها لوحدة البناء، مما يسبب عدم توفير الحوامض الدهنية للجسم.

\*تفرز أملاح المرارة من كيس المرارة، الموجود عند الكبد، والذي يحتوي على عصارة المرارة التي تتكون في الأساس في الكبد.

تنشط أملاح المرارة عملية تحليل الدهون، حيث تقوم بتحويلها لمستحلب

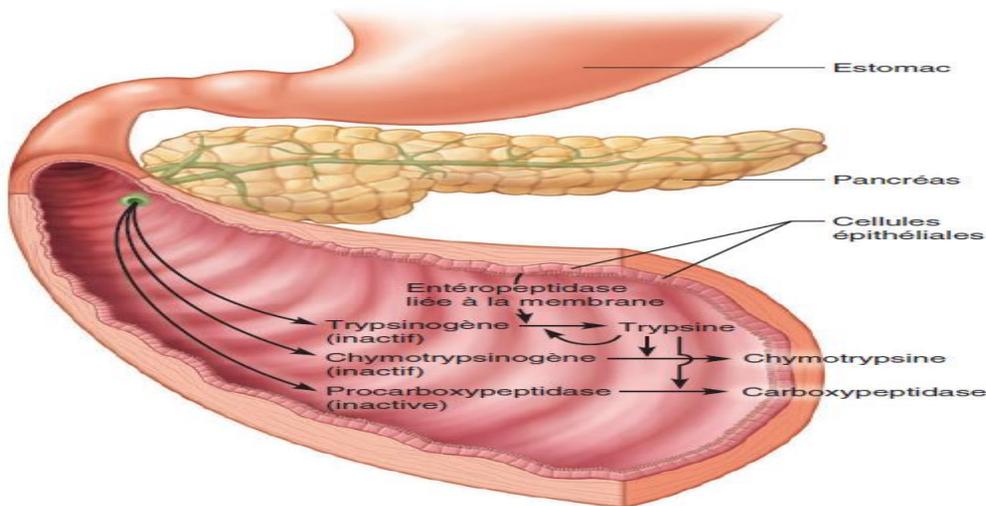
❖ **البنكرياس:** يقوم بإفراز:

\* مادة بيكربونات الصوديوم ( $\text{NaHCO}_3$ ):

تقوم هذه المادة بمعادلة درجة الحمضية لمحلول الكيموس، وتحويله لوسط قاعدي.

\* إنزيمات هاضمة:

تشارك في عملية التحليل الكيميائي للمواد الغذائية.



**Figure 23.27 Activation des protéases pancréatiques dans l'intestin grêle.** Les protéases pancréatiques sont sécrétées sous forme inactive, puis activées dans le duodénum.

© ERPI, tous droits réservés.

## \*\*تحليل الكربوهيدرات:

• في الفم:

النشاء ← سكر ثنائي

• في المعدة:

السكريات المعقدة ← سكر ثنائي

سكر ثنائي ← سكر أحادي

• في الاثنى عشر:

السكريات الثنائية ← سكريات أحادية

## الأمعاء الدقيقة:

- الأمعاء الدقيقة هي أنبوب طويل جداً يلتوي داخل البطن طوله 6-7 أمتار تقريباً، وتنقسم الأمعاء إلى ثلاثة أقسام:
  - الإثنى عشر وتصب فيه إفرازات الكبد والبنكرياس.
  - الصائم وهو أغلظ وأقصر من اللفائفي.
  - اللفائفي.
- في الأمعاء ينتهي تحليل البروتينات، الكربوهيدرات والدهنيات، وما بقي من سكريات إلى مواد غذائية أبسط.
- يتم في الأمعاء الدقيقة امتصاص جزيئات الغذاء إلى داخل سائل الدم (ماء، معادن، فيتامينات وغيرها).

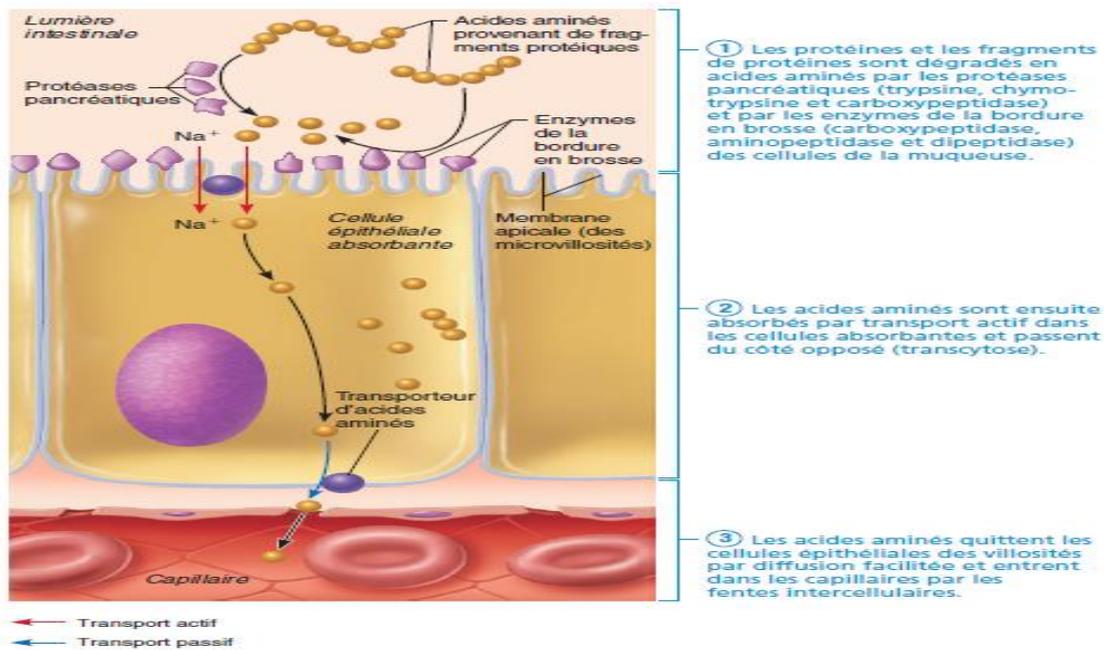
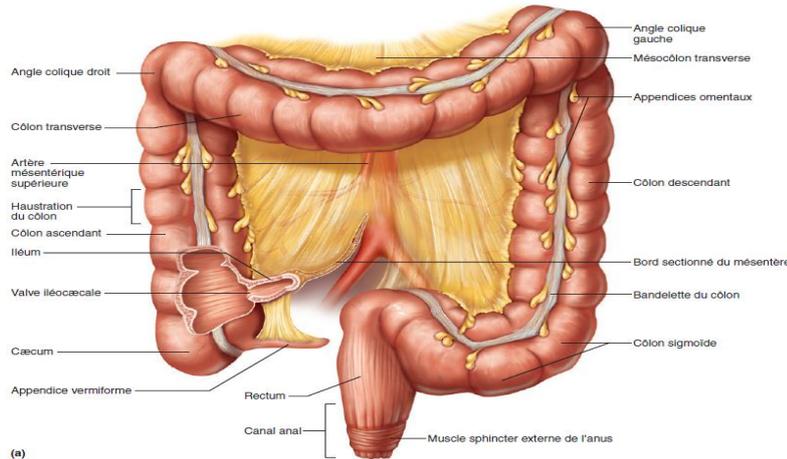


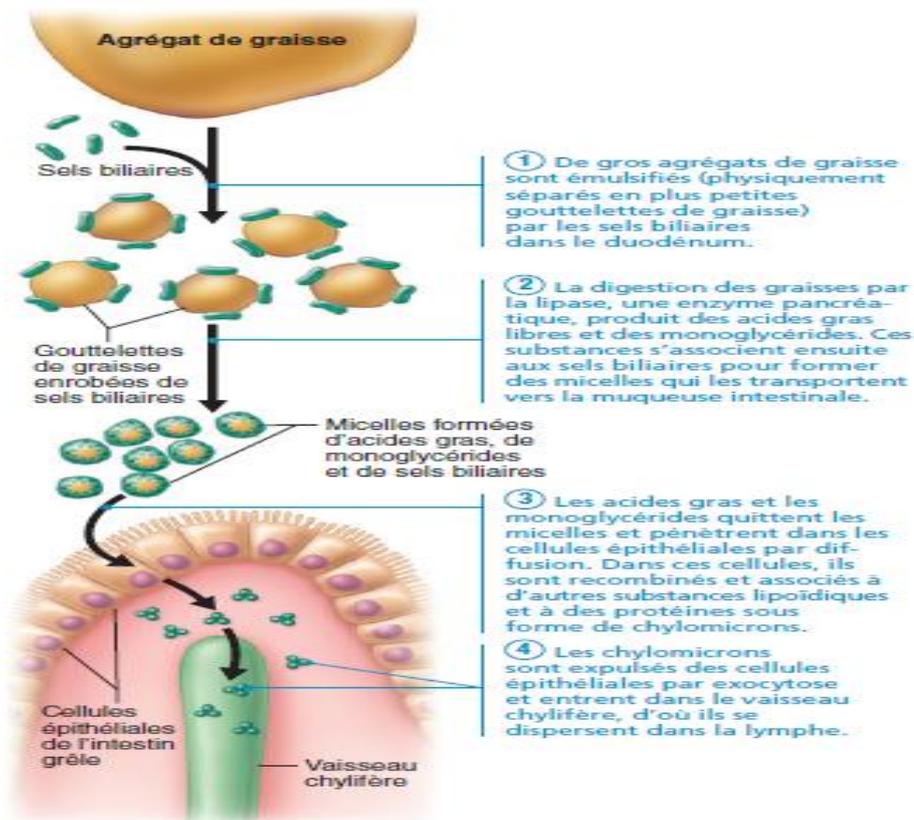
Figure 23.33 Digestion des protéines et absorption des acides aminés dans l'intestin grêle.

## 7-2- الأمعاء الغليظة:

- يبلغ طول الأمعاء الغليظة حوالي المتر ترتبط بالأمعاء الدقيقة عند منطقة تسمى بالأعور حيث تقوم هذه الامعاء بعدة وظائف منها :
  - الامتصاص: حيث يقوم بامتصاص الماء والصوديوم وبعض المعادن وبعض الفيتامينات.
  - يفرز المخاط الذي يحمي جدار الأمعاء من احتكاك الطعام.
  - الإخراج والتبرز.
  - يقوم القولون بصناعة فيتامين B12 / k حيث توجد البكتيريا النافعة.
  - التخلص من المواد الضارة مثل المعادن الثقيلة كالزئبق.



**Figure 23.29 Anatomie macroscopique du gros intestin.**  
**(a) Vue schématique. (b) Structure du canal anal.**



**Figure 23.34 Émulsification, digestion et absorption des graisses.**

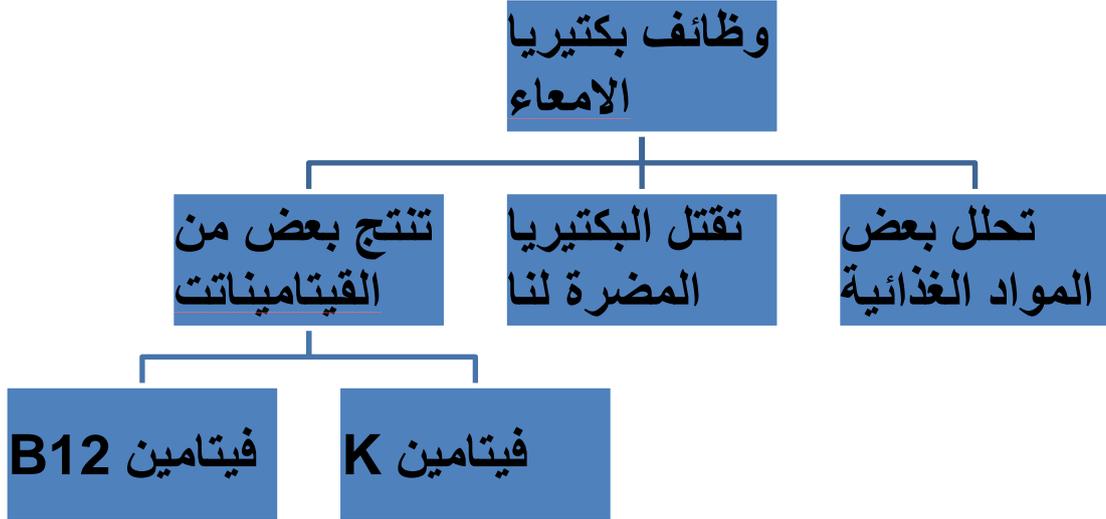
ماذا يحدث في الأمعاء الغليظة؟

• يستمر امتصاص الماء المتبقي.

يساهم بتحليل قسم من المواد الغذائية بمساعدة البكتيريا الجيدة والتي تستوطن هذه الأمعاء كبيت لها.

• تبدأ عملية تجميع الفضلات وتكديسها، ومن ثم تجميعها في المستقيم.

\*\* أهمية بكتيريا الأمعاء:



❖ الإخراج:

❖

فضلات ← تصل للمستقيم بفعل الحركة الدودية تتراكم ← فتولد ضغط يثير الأعصاب (إشارة للدماغ) ← الشعور بالرغبة في الإخراج ← التحكم ببعضلات فتحة الشرج-فتح العضلات الحلقية ← إفراز البراز

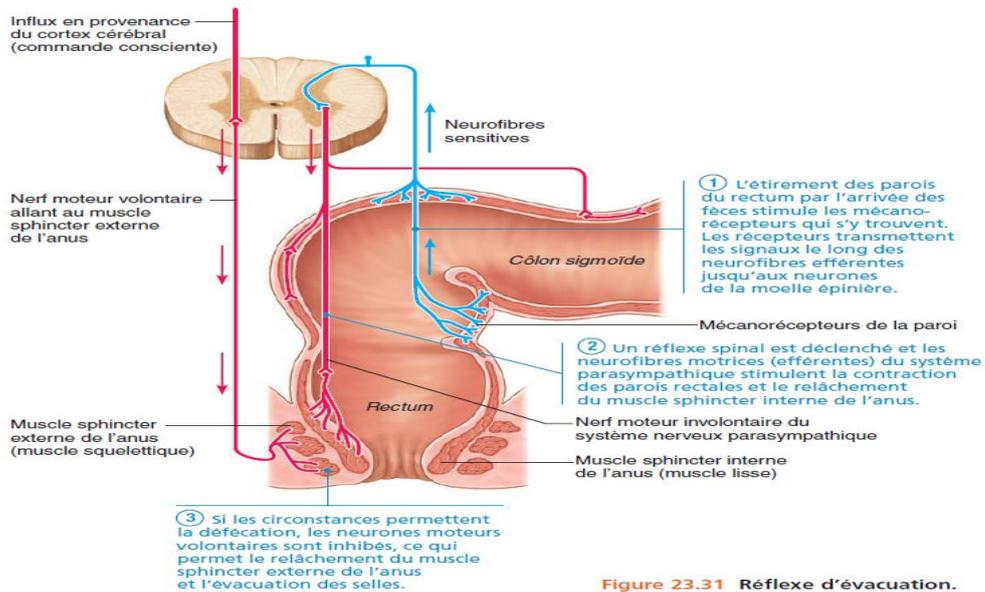


Figure 23.31 Réflexe d'évacuation.

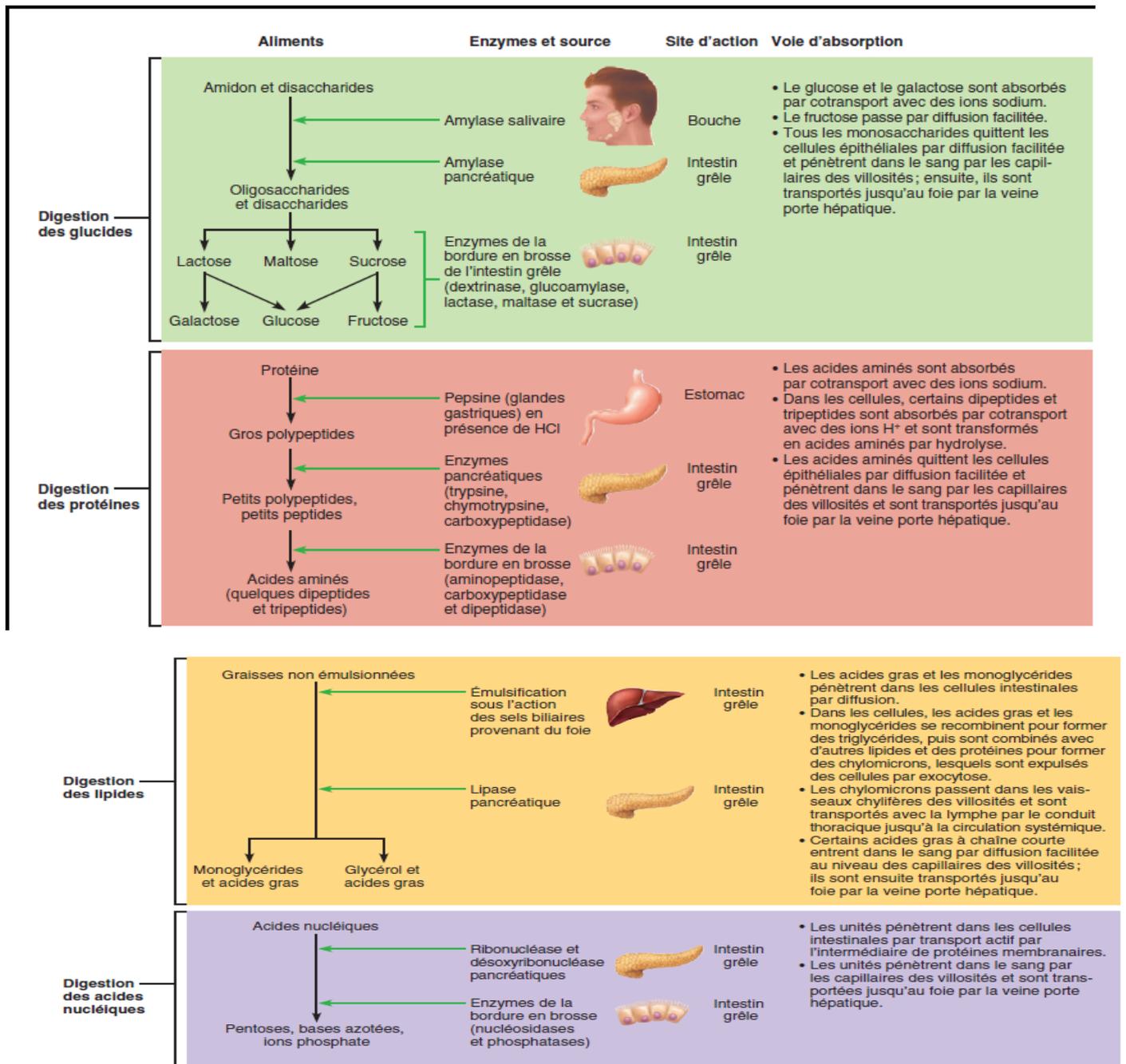


Figure 23.32 Digestion chimique et absorption des aliments.

**TABLEAU 23.2** Vue d'ensemble des fonctions des organes gastro-intestinaux

ORGANE	FONCTIONS PRINCIPALES*	COMMENTAIRES/AUTRES FONCTIONS
Bouche et organes annexes associés	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ingestion: la nourriture est volontairement introduite dans la cavité orale.</li> <li>■ Propulsion: l'étape de déglutition volontaire (orale) est amorcée par la langue; pousse la nourriture vers le pharynx.</li> <li>■ Digestion mécanique: la mastication est effectuée par les dents et le mélange, par la langue.</li> <li>■ Digestion chimique: la dégradation chimique de l'amidon est amorcée par l'amylase salivaire présente dans la salive, qui est sécrétée par les glandes salivaires.</li> </ul>	La bouche sert de réceptacle; la plupart des fonctions sont assurées par les organes annexes associés; le mucus de la salive contribue à dissoudre les aliments pour que leur goût puisse être perçu, et il les humidifie pour que la langue puisse former un bol alimentaire qui peut être avalé; la cavité orale et les dents sont nettoyées et lubrifiées par la salive.
Pharynx et œsophage	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Propulsion: les ondes péristaltiques poussent le bol alimentaire vers l'estomac, ce qui constitue l'étape involontaire de la déglutition (pharyngo-œsophagienne).</li> </ul>	Principalement des passages pour la nourriture; lubrifiés par le mucus.
Estomac	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Digestion mécanique et propulsion: les ondes péristaltiques mélangent la nourriture au suc gastrique et la poussent vers le duodénum.</li> <li>■ Digestion chimique: la pepsine commence la digestion des protéines.</li> <li>■ Absorption: absorbe certaines substances liposolubles (AAS, alcool, certains médicaments).</li> </ul>	Sert également à emmagasiner la nourriture jusqu'à ce qu'elle puisse passer dans le duodénum; l'acide chlorhydrique qu'il produit est un agent bactériostatique et un activateur d'enzymes protéolytiques; le mucus sécrété par l'estomac le lubrifie et l'empêche de digérer ses propres tissus; le facteur intrinsèque qu'il élabore est essentiel à l'absorption intestinale de la vitamine B <sub>12</sub> .
Intestin grêle et organes annexes associés (foie, vésicule biliaire, pancréas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Digestion mécanique et propulsion: la segmentation par le muscle lisse de l'intestin grêle a pour effet de mélanger continuellement le contenu intestinal avec les sucs digestifs, de déplacer lentement la nourriture le long du tube digestif et de la faire passer par la valve iléocœcale, ce qui laisse assez de temps pour permettre la digestion et l'absorption.</li> <li>■ Digestion chimique: les enzymes digestives provenant du pancréas et les enzymes fixées aux membranes de la bordure en brosse achèvent la digestion de tous les types de nutriments.</li> <li>■ Absorption: produits de la dégradation des glucides, des lipides, des protéines et des acides nucléiques; les vitamines, l'eau et les électrolytes sont absorbés par des mécanismes actifs et passifs.</li> </ul>	L'intestin grêle présente de nombreuses adaptations qui facilitent la digestion et l'absorption (plis circulaires, villosités et microvillosités); le mucus alcalin élaboré par les glandes intestinales et le suc riche en bicarbonate provenant du pancréas neutralisent le chyme acide et créent un milieu propice à l'activité enzymatique; la bile produite par le foie émulsionne les graisses et facilite (1) la digestion des lipides et (2) l'absorption des acides gras, des monoglycérides, du cholestérol, des phospholipides et des vitamines liposolubles; la vésicule biliaire emmagasine et concentre la bile; la bile est relâchée dans l'intestin grêle sous l'effet de certains signaux hormonaux.
Gros intestin	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Digestion chimique: certains résidus alimentaires sont digérés par des bactéries intestinales (qui élaborent aussi la vitamine K et certaines vitamines B).</li> <li>■ Absorption: absorbe la plus grande partie de l'eau résiduelle et des électrolytes (surtout NaCl) ainsi que les vitamines élaborées par les bactéries.</li> <li>■ Propulsion: pousse les fèces vers le rectum par péristaltisme, pétrissage haustral et mouvements de masse.</li> <li>■ Défécation: réflexe déclenché par l'étirement du rectum; évacue les déchets de l'organisme.</li> </ul>	Emmagasine temporairement et concentre les résidus jusqu'au moment de la défécation; un mucus abondant produit par les cellules caliciformes facilite le passage des fèces dans le côlon.

\* Les carrés colorés figurant en face de chacune des fonctions correspondent au code de couleurs des fonctions digestives qui est présenté à la figure 23.2.

**TABLEAU 23.1 Hormones et substances paracrines qui jouent un rôle dans la digestion\***

HORMONE	SITE DE PRODUCTION	STIMULUS DE LA PRODUCTION	ORGANE CIBLE	ACTIVITÉS
Cholécystokinine (CCK)	Muqueuse du duodénum et du jéjunum	Chyme gras en particulier, mais aussi protéines partiellement digérées	Foie, pancréas Pancréas Vésicule biliaire Muscle sphincter de l'ampoule hépatopancréatique (sphincter d'Oddi)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potentialise l'action de la sécrétine sur ces organes.</li> <li>Accroît la production de suc pancréatique riche en enzymes.</li> <li>Stimule la contraction de l'organe et l'expulsion de la bile qui y est emmagasinée.</li> <li>Relâche le sphincter pour permettre l'entrée de la bile et du suc pancréatique dans le duodénum.</li> </ul>
Peptide inhibiteur gastrique (GIP, ou peptide insulino-tropique gastrique)	Muqueuse du duodénum	Glucose, acides gras et acides aminés contenus dans l'intestin grêle	Estomac Pancréas (cellules bêta)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhibe la production de HCl (effet mineur).</li> <li>Stimule la libération d'insuline.</li> </ul>
Gastrine	Muqueuse de l'estomac (cellules G)	Aliments (en particulier les protéines partiellement digérées) présents dans l'estomac (stimulation chimique); acétylcholine libérée par les neurofibres	Estomac (cellules pariétales) Intestin grêle Valve iléocœcale Gros intestin	<ul style="list-style-type: none"> <li>Augmente la sécrétion de HCl.</li> <li>Stimule l'évacuation du contenu gastrique (effet mineur).</li> <li>Stimule la contraction des muscles lisses de l'intestin.</li> <li>Relâche la valve iléocœcale.</li> <li>Stimule les mouvements de masse.</li> </ul>
Histamine	Muqueuse de l'estomac	Aliments dans l'estomac	Estomac	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stimule la libération de HCl par les cellules pariétales.</li> </ul>
Gastrine entérique	Muqueuse du duodénum	Aliments acides partiellement digérés dans le duodénum	Estomac	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stimule les glandes et la motilité gastriques.</li> </ul>
Motiline	Muqueuse du duodénum	Jeûne; libération régulière toutes les 1½ à 2 heures par un stimulus nerveux	Duodénum proximal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stimule le complexe de mobilité migrante.</li> </ul>
Sécrétine	Muqueuse du duodénum et du jéjunum	Chyme acide (aussi protéines partiellement digérées, graisses, liquides hypertoniques et hypotoniques, agents irritants présents dans le chyme)	Estomac Pancréas Foie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhibe la sécrétion et la motilité gastriques au cours de la phase gastrique de la sécrétion.</li> <li>Accroît la sécrétion du suc pancréatique riche en ions bicarbonate; potentialise l'action de la CCK.</li> <li>Accroît la production de la bile.</li> </ul>
Sérotonine	Muqueuse de l'estomac	Aliments dans l'estomac	Estomac	<ul style="list-style-type: none"> <li>Déclenche la contraction des muscles lisses de l'estomac.</li> </ul>
Somatostatine	Muqueuse de l'estomac; muqueuse du duodénum	Aliments dans l'estomac; stimulation par les neurofibres du système nerveux sympathique	Estomac Pancréas Intestin grêle Vésicule biliaire et foie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhibe la sécrétion gastrique de toutes les substances.</li> <li>Inhibe la sécrétion.</li> <li>Diminue la circulation sanguine dans le tube digestif et inhibe ainsi l'absorption intestinale.</li> <li>Inhibe la contraction de l'organe et la libération de la bile.</li> </ul>
Peptide vasoactif intestinal	Neurones entériques	Chyme contenant des aliments partiellement digérés	Intestin grêle Pancréas Estomac	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stimule la sécrétion de tampons; dilate les capillaires intestinaux.</li> <li>Augmente la sécrétion.</li> <li>Inhibe la sécrétion d'acide.</li> </ul>

\* À l'exception de la somatostatine, tous ces polypeptides stimulent aussi la croissance des organes sur lesquels ils agissent (particulièrement de la muqueuse).