



# PHYSIOLOGIE DIGESTIVE

Motricité · Sécrétions · Absorption

PARCOURS : Préparation EIDE

AUTEUR : Anaïs - Daranjo - IDE

DATE : Juin 2026

### 1. Objectifs du chapitre

À la fin de ce chapitre, tu dois être capable de :

- expliquer les grandes fonctions du système digestif ;
- différencier ingestion, motricité, sécrétion, digestion, absorption et élimination ;
- comprendre les principaux mouvements digestifs ;
- expliquer la déglutition, le péristaltisme, la segmentation, la vidange gastrique et la motricité colique ;
- connaître les principales sécrétions digestives ;
- expliquer le rôle de la salive, du suc gastrique, de la bile, du suc pancréatique et du suc intestinal ;
- comprendre la digestion des glucides, lipides et protéines ;
- connaître le rôle des enzymes digestives ;
- expliquer l'absorption intestinale de l'eau, des électrolytes, du glucose, des acides aminés, des acides gras et des vitamines ;
- comprendre les grandes fonctions métaboliques du foie ;
- expliquer le rôle du foie dans le métabolisme glucidique, lipidique, protéique, la détoxification, la production de bile et le stockage ;
- comprendre la fonction exocrine du pancréas ;
- expliquer le rôle des enzymes pancréatiques et des bicarbonates ;
- comprendre le rôle du microbiote intestinal dans la digestion, l'immunité, les vitamines et la barrière intestinale.

### Introduction générale

Le système digestif permet à l'organisme de transformer les aliments en molécules utilisables par les cellules.

Manger ne suffit pas.

Les aliments doivent être fragmentés, mélangés, digérés, absorbés, transportés, transformés, stockés ou éliminés.

Le tube digestif est un long tube spécialisé qui va de la bouche à l'anus.

Il est associé à plusieurs organes annexes :

- glandes salivaires ;
- foie ;
- vésicule biliaire ;
- pancréas ;
- système nerveux entérique ;
- système vasculaire digestif ;
- système lymphatique intestinal ;
- microbiote intestinal.

La digestion repose sur plusieurs grandes fonctions :

- ingestion ;
- propulsion ;
- brassage ;
- sécrétion ;
- digestion mécanique ;
- digestion chimique ;
- absorption ;
- métabolisme post-absorptif ;
- élimination des déchets.

Le système digestif travaille avec :

- le système nerveux ;
- le système endocrine ;
- le système cardiovasculaire ;
- le système lymphatique ;
- le foie ;
- le pancréas ;
- le système immunitaire ;
- les reins ;
- le métabolisme cellulaire.

Il ne sert donc pas uniquement à "digérer".

Il participe aussi à l'immunité, au métabolisme énergétique, à l'équilibre hydrique, à la régulation hormonale, à la détoxification, à la production de certaines vitamines et à l'homéostasie générale.

### 2. Vue d'ensemble

Le système digestif assure plusieurs fonctions successives et complémentaires.

Fonction	Rôle principal
Ingestion	faire entrer les aliments dans le tube digestif
Motricité	faire avancer et mélanger le contenu digestif
Sécrétion	libérer eau, mucus, acide, enzymes, bile, bicarbonates
Digestion	dégrader les aliments en petites molécules
Absorption	faire passer les nutriments vers sang ou lymph
Élimination	évacuer les résidus non absorbés

Ces fonctions doivent être coordonnées.

Un trouble de motricité, de sécrétion, de digestion ou d'absorption peut provoquer des symptômes digestifs.

#### Exemples :

- dysphagie ;
- reflux ;
- nausées ;
- vomissements ;
- diarrhée ;
- constipation ;
- ballonnements ;
- douleurs abdominales ;
- amaigrissement ;
- carences ;
- dénutrition.

## Ingestion

### 3. Définition

L'ingestion correspond à l'entrée des aliments et des liquides dans le tube digestif par la bouche.

Elle implique :

- comportement alimentaire ;
- faim ;
- appétit ;
- mastication ;
- salivation ;
- formation du bol alimentaire ;
- déglutition.

L'ingestion est volontaire au départ, mais elle déclenche ensuite des mécanismes réflexes et automatiques.

### 4. Mastication

La mastication fragmente mécaniquement les aliments.

Elle augmente la surface de contact entre les aliments et les enzymes digestives.

Elle permet aussi de mélanger les aliments avec la salive.

La mastication dépend :

- des dents ;
- de la langue ;
- des muscles masticateurs ;
- de l'articulation temporo-mandibulaire ;
- de la salivation ;
- de la coordination neurologique.

Une mauvaise mastication peut gêner la digestion, augmenter le risque de fausse route ou favoriser une alimentation insuffisante.

### 5. Bol alimentaire

Le bol alimentaire est la masse d'aliments mastiqués et mélangés à la salive.

Il doit être suffisamment humide et cohérent pour être avalé.

La langue joue un rôle majeur dans sa formation et son déplacement vers le pharynx.

## **Motricité**

### **6. Définition**

La motricité digestive correspond aux mouvements du tube digestif.

Elle permet :

- progression des aliments ;
- mélange avec les sécrétions ;
- contact avec la muqueuse ;
- fragmentation mécanique ;
- stockage temporaire ;
- vidange progressive ;
- élimination des résidus.

La motricité digestive est assurée par le muscle lisse de la paroi digestive, sauf au niveau de certaines zones sous contrôle volontaire comme la bouche, le pharynx, le début de l'œsophage et le sphincter anal externe.

### **7. Contrôle de la motricité**

La motricité digestive dépend de plusieurs niveaux de contrôle :

- système nerveux entérique ;
- système parasympathique ;
- système sympathique ;
- hormones digestives ;
- distension du tube digestif ;
- composition du contenu ;
- inflammation ;
- microbiote ;
- état émotionnel ;
- médicaments.

Le système nerveux entérique peut organiser des réflexes locaux, mais il est modulé par le système nerveux autonome.

## **Sécrétion**

### **8. Définition**

La sécrétion digestive correspond à la libération de substances dans la lumière du tube digestif.

Ces substances permettent :

- lubrification ;
- protection ;
- digestion ;
- neutralisation de l'acidité ;
- émulsification des graisses ;
- défense antimicrobienne ;
- facilitation du transit ;
- absorption.

Les sécrétions digestives comprennent :

- salive ;
- mucus ;
- acide chlorhydrique ;
- pepsinogène ;
- facteur intrinsèque ;
- bile ;
- enzymes pancréatiques ;
- bicarbonates ;
- suc intestinal ;
- eau ;
- électrolytes.

## 9. Quantité de sécrétions

Le tube digestif reçoit chaque jour plusieurs litres de sécrétions.

Ces liquides sont ensuite en grande partie réabsorbés, surtout dans l'intestin grêle et le côlon.

Si la sécrétion augmente ou si l'absorption diminue, une diarrhée peut apparaître.

# Digestion

## 10. Définition

La digestion est l'ensemble des mécanismes qui transforment les aliments en molécules suffisamment petites pour être absorbées.

Elle comprend :

- digestion mécanique ;
- digestion chimique.

La digestion mécanique fragmente et mélange.

La digestion chimique utilise des enzymes pour couper les grandes molécules.

## 11. Digestion mécanique

La digestion mécanique comprend :

- mastication ;
- brassage gastrique ;
- segmentation intestinale ;
- mélange avec les sécrétions ;
- émulsification des graisses par la bile.

Elle ne transforme pas chimiquement les molécules, mais elle facilite l'action des enzymes.

## 12. Digestion chimique

La digestion chimique utilise des enzymes.

Ces enzymes coupent :

- glucides en monosaccharides ;
- protéines en acides aminés ou petits peptides ;
- lipides en acides gras, monoglycérides et autres produits absorbables.

La digestion chimique commence dans la bouche, se poursuit dans l'estomac et devient majeure dans l'intestin grêle.

# Absorption

## 13. Définition

L'absorption correspond au passage des nutriments, de l'eau, des ions et des vitamines de la lumière digestive vers le milieu intérieur.

Les molécules absorbées passent :

- dans le sang ;
- ou dans la lymphe pour une grande partie des lipides.

L'intestin grêle est le principal site d'absorption.

Le côlon absorbe surtout l'eau, les électrolytes et certains produits issus du microbiote.

## 14. Surface d'absorption

L'intestin grêle possède une très grande surface d'absorption grâce à :

- plis circulaires ;
- villosités ;
- microvillosités.

Les microvillosités forment la bordure en brosse.

Cette organisation augmente énormément la surface de contact entre le contenu intestinal et les cellules absorbantes.

# Élimination

## 15. Définition

L'élimination correspond à l'évacuation des résidus non digérés ou non absorbés sous forme de selles.

Les selles contiennent :

- eau ;
- fibres non digérées ;
- bactéries ;
- cellules intestinales mortes ;
- pigments biliaires transformés ;
- mucus ;
- résidus alimentaires ;
- électrolytes ;
- produits du microbiote.

L'élimination dépend surtout du côlon, du rectum, du sphincter anal interne, du sphincter anal externe et du contrôle neurologique.

## 16. Défécation

La défécation est l'expulsion des selles.

Elle implique :

- motricité colique ;
- remplissage rectal ;
- réflexe recto-anal ;
- relâchement du sphincter anal interne ;
- contrôle volontaire du sphincter anal externe ;
- contraction abdominale ;
- relaxation du plancher pelvien.

Elle est à la fois réflexe et volontairement contrôlée.

## 17. Schéma à insérer

**Image conseillée :**

Schéma du trajet digestif : bouche œsophage estomac intestin grêle côlon rectum anus, avec les fonctions principales à chaque étape.

### 15.2. Motricité digestive

## 18. Définition générale

La motricité digestive permet le déplacement et le mélange du contenu digestif.

Elle repose sur la contraction coordonnée des muscles de la paroi digestive.

La paroi digestive possède généralement deux couches musculaires principales :

- couche circulaire ;
- couche longitudinale.

La couche circulaire rétrécit la lumière du tube digestif.

La couche longitudinale raccourcit le segment digestif.

La coordination de ces couches permet les mouvements digestifs.

## 19. Système nerveux entérique

Le système nerveux entérique est le réseau nerveux propre du tube digestif.

Il comprend notamment :

- plexus myentérique ;
- plexus sous-muqueux.

Le plexus myentérique contrôle surtout la motricité.

Le plexus sous-muqueux contrôle surtout les sécrétions et la circulation locale.

Il peut fonctionner de manière autonome, mais il est modulé par le système nerveux autonome.

## 20. Parasympathique et sympathique

Le parasympathique stimule globalement :

- motricité digestive ;
- sécrétions ;

- péristaltisme ;
- digestion.

Le sympathique freine globalement :

- motricité digestive ;
- sécrétions ;
- perfusion digestive selon contexte.

En situation de stress aigu, le corps privilégie les muscles, le cœur et le cerveau. La digestion devient moins prioritaire.

## **Déglutition**

### **21. Définition**

La déglutition est le mécanisme qui permet de faire passer le bol alimentaire de la bouche vers l'estomac.

Elle comprend trois phases :

1. phase orale ;
2. phase pharyngée ;
3. phase œsophagienne.

La phase orale est volontaire.

Les phases pharyngée et œsophagienne sont principalement réflexes.

### **22. Phase orale**

Pendant la phase orale :

- les aliments sont mastiqués ;
- ils sont mélangés à la salive ;
- la langue forme le bol alimentaire ;
- la langue pousse le bol vers l'arrière de la bouche.

Cette phase dépend d'une bonne coordination entre langue, joues, dents, salive et muscles de la bouche.

### **23. Phase pharyngée**

La phase pharyngée est rapide et réflexe.

Elle doit protéger les voies respiratoires.

Pendant cette phase :

- le voile du palais ferme le nasopharynx ;
- le larynx remonte ;
- l'épiglotte participe à la protection laryngée ;
- les cordes vocales se ferment ;
- la respiration s'interrompt brièvement ;
- le sphincter supérieur de l'œsophage s'ouvre ;
- le bol alimentaire passe dans l'œsophage.

Une mauvaise coordination peut entraîner une fausse route.

### **24. Phase œsophagienne**

Dans l'œsophage, le bol alimentaire est propulsé vers l'estomac par des ondes péristaltiques.

Le sphincter inférieur de l'œsophage se relâche pour permettre le passage dans l'estomac.

Puis il se referme pour limiter le reflux gastro-œsophagien.

## **Péristaltisme**

### **25. Définition**

Le péristaltisme est une onde de contraction qui propulse le contenu digestif vers l'aval.

Il repose sur une contraction en amont du bol alimentaire et un relâchement en aval.

Schéma fonctionnel :

contraction derrière le contenu + relâchement devant = progression

Le péristaltisme est présent dans :

- œsophage ;
- estomac ;

- intestin grêle ;
- côlon.

## 26. Rôle physiologique

Le péristaltisme permet :

- propulsion du bol alimentaire ;
- progression du chyme ;
- déplacement des selles ;
- vidange des segments digestifs ;
- coordination entre les parties du tube digestif.

Un péristaltisme insuffisant peut provoquer stase, constipation, ballonnements ou iléus selon contexte.

Un péristaltisme excessif peut favoriser crampes et diarrhée.

## Segmentation

### 27. Définition

La segmentation est un mouvement de brassage, surtout présent dans l'intestin grêle.

Elle consiste en des contractions locales alternées qui mélangent le chyme sans forcément le propulser rapidement.

### 28. Rôle

La segmentation permet :

- mélange du chyme avec les enzymes ;
- contact avec la muqueuse intestinale ;
- amélioration de la digestion ;
- amélioration de l'absorption ;
- progression lente et contrôlée.

Elle est donc essentielle pour l'efficacité de l'intestin grêle.

### 29. Différence péristaltisme / segmentation

Mouvement	Fonction principale
Péristaltisme	propulser
Segmentation	mélanger

Les deux sont nécessaires.

Un contenu digestif doit avancer, mais aussi être suffisamment mélangé pour être digéré et absorbé.

## Vidange gastrique

### 30. Définition

La vidange gastrique correspond au passage progressif du contenu de l'estomac vers le duodénum.

L'estomac ne vide pas tout d'un coup.

Il libère le chyme progressivement à travers le pylore.

Cela permet au duodénum de recevoir une quantité adaptée de chyme acide et partiellement digéré.

### 31. Rôle de l'estomac

L'estomac assure plusieurs fonctions :

- stockage temporaire ;
- brassage ;
- fragmentation ;
- début de digestion des protéines ;
- acidification ;
- régulation du passage vers le duodénum.

Le contenu gastrique mélangé aux sécrétions devient le chyme.

### 32. Facteurs qui accélèrent la vidange gastrique

La vidange gastrique est favorisée par :



- distension gastrique modérée ;
- contenu plutôt liquide ;
- faible teneur en graisses ;
- faible osmolarité ;
- activité parasympathique ;
- gastrine selon contexte.

### 33. Facteurs qui ralentissent la vidange gastrique

La vidange gastrique ralentit lorsque le duodénum détecte :

- acidité importante ;
- graisses ;
- hyperosmolarité ;
- distension ;
- produits de digestion ;
- irritation.

Des hormones comme la CCK, la sécrétine et le GIP participent au freinage de la vidange gastrique.

C'est une protection du duodénum.

### 34. Vomissement

Le vomissement est un réflexe coordonné qui expulse le contenu gastrique.

Il implique :

- centre du vomissement dans le tronc cérébral ;
- contractions abdominales ;
- relaxation de certains sphincters ;
- fermeture protectrice des voies aériennes ;
- coordination digestive et respiratoire.

Il peut être déclenché par toxines, irritation digestive, troubles vestibulaires, médicaments, grossesse, hypertension intracrânienne, douleurs, émotions ou infections.

## Motricité colique

### 35. Rôle du côlon

Le côlon reçoit un contenu liquide venant de l'intestin grêle.

Il absorbe progressivement l'eau et les électrolytes.

Il transforme ce contenu en selles.

La motricité colique doit permettre :

- brassage ;
- absorption d'eau ;
- stockage ;
- progression lente ;
- évacuation.

### 36. Haustrations

Les haustrations sont des contractions segmentaires du côlon.

Elles mélangent le contenu colique.

Elles favorisent l'absorption d'eau et d'électrolytes.

Elles donnent au côlon son aspect bosselé.

### 37. Mouvements de masse

Les mouvements de masse sont des contractions puissantes qui propulsent les selles sur une distance plus longue.

Ils surviennent quelques fois par jour.

Ils sont souvent favorisés après les repas par le réflexe gastro-colique.

C'est pourquoi l'envie d'aller à la selle peut apparaître après un repas.

### 38. Réflexe gastro-colique

Le réflexe gastro-colique est une augmentation de la motricité colique après l'arrivée d'aliments dans l'estomac.

Il prépare le côlon à avancer son contenu.

Il est particulièrement marqué chez certains nourrissons, mais existe aussi chez l'adulte.

### 39. Constipation et diarrhée

La constance des selles dépend du temps de transit.

Si le transit est trop lent :

- plus d'eau est absorbée ;
- les selles deviennent dures ;
- constipation possible.

Si le transit est trop rapide :

- l'eau est moins absorbée ;
- les selles restent liquides ;
- diarrhée possible.

### 40. Schéma à insérer

**Images conseillées :**

Schéma de la déglutition en trois phases : orale, pharyngée, œsophagienne.

Schéma comparatif péristaltisme versus segmentation.

Schéma de la vidange gastrique avec pylore et frein duodénal.

## 15.3. Sécrétions digestives

### 41. Définition générale

Les sécrétions digestives sont les liquides et substances libérés dans le tube digestif pour permettre la digestion, la protection et l'absorption.

Elles comprennent :

- salive ;
- suc gastrique ;
- bile ;
- suc pancréatique ;
- suc intestinal ;
- mucus ;
- bicarbonates ;
- enzymes ;
- eau ;
- électrolytes.

Les sécrétions digestives sont régulées par :

- système nerveux entérique ;
- parasympathique ;
- hormones digestives ;
- présence d'aliments ;
- distension ;
- pH ;
- composition du chyme.

## Salive

### 42. Définition

La salive est une sécrétion produite par les glandes salivaires.

Les principales glandes salivaires sont :

- parotides ;
- submandibulaires ;
- sublinguales.

La salive est libérée dans la cavité buccale.

### 43. Composition de la salive

La salive contient :

- eau ;
- mucus ;
- ions ;
- bicarbonates ;
- amylase salivaire ;
- lipase linguale en faible quantité ;
- immunoglobulines A ;
- lysozyme ;
- lactoferrine ;
- substances antimicrobiennes.

#### 44. Rôles de la salive

La salive permet :

- humidification des aliments ;
- formation du bol alimentaire ;
- lubrification ;
- début de digestion des glucides ;
- protection des dents ;
- protection antimicrobienne ;
- dissolution des molécules du goût ;
- facilitation de la déglutition ;
- maintien du pH buccal.

La salive est donc indispensable à la mastication, au goût, à la déglutition et à la santé bucco-dentaire.

#### 45. Amylase salivaire

L'amylase salivaire commence la digestion de l'amidon.

Elle coupe certains glucides complexes en molécules plus petites.

Son action commence dans la bouche et peut se poursuivre brièvement dans l'estomac tant que le pH n'est pas trop acide.

#### 46. Sécheresse buccale

Une diminution de salive peut provoquer :

- difficulté à avaler ;
- troubles du goût ;
- caries ;
- mauvaise haleine ;
- irritation buccale ;
- gêne alimentaire ;
- risque d'infections buccales.

Certains médicaments, maladies ou traitements peuvent diminuer la salivation.

## Suc gastrique

#### 47. Définition

Le suc gastrique est la sécrétion produite par la muqueuse de l'estomac.

Il participe surtout à :

- digestion des protéines ;
- acidification ;
- défense antimicrobienne ;
- transformation du bol alimentaire en chyme ;
- absorption très limitée de certaines substances.

#### 48. Composition du suc gastrique

Le suc gastrique contient :

- acide chlorhydrique ;
- pepsinogène ;
- facteur intrinsèque ;

- mucus ;
- bicarbonates ;
- eau ;
- électrolytes.

Ces éléments sont produits par différents types cellulaires de la muqueuse gastrique.

#### 49. Cellules pariétales

Les cellules pariétales produisent :

- acide chlorhydrique ;
- facteur intrinsèque.

L'acide chlorhydrique rend le pH gastrique très acide.

Le facteur intrinsèque est indispensable à l'absorption de la vitamine B12 dans l'iléon.

#### 50. Rôles de l'acide chlorhydrique

L'acide chlorhydrique permet :

- dénaturation des protéines ;
- activation du pepsinogène en pepsine ;
- destruction partielle de certains microbes ;
- création d'un pH favorable à la pepsine ;
- libération de certains nutriments liés aux aliments.

Mais l'acide peut aussi agresser la muqueuse si les mécanismes protecteurs sont insuffisants.

#### 51. Cellules principales

Les cellules principales produisent le pepsinogène.

Le pepsinogène est une forme inactive.

Il est activé en pepsine par l'acidité gastrique.

La pepsine commence la digestion des protéines.

#### 52. Protection de la muqueuse gastrique

La muqueuse gastrique se protège de l'acide grâce à :

- mucus ;
- bicarbonates ;
- jonctions serrées ;
- renouvellement cellulaire ;
- bonne vascularisation ;
- prostaglandines ;
- barrière épithéliale.

Si cette protection diminue, la muqueuse devient vulnérable.

##### Exemples :

- gastrite ;
- ulcère ;
- prise d'AINS ;
- infection à *Helicobacter pylori* ;
- stress physiologique sévère ;
- ischémie muqueuse.

#### 53. Régulation de la sécrétion acide

La sécrétion acide est stimulée par :

- gastrine ;
- histamine ;
- acétylcholine ;
- distension gastrique ;
- peptides alimentaires.

Elle est freinée par :

- somatostatine ;
- acidité excessive ;
- sécrétine ;

- arrivée d'acide dans le duodénum ;
- certains médicaments.

## Bile

### 54. Définition

La bile est produite par le foie.

Elle est stockée et concentrée dans la vésicule biliaire.

Elle est libérée dans le duodénum lors de la digestion, surtout après un repas riche en graisses.

La bile ne contient pas d'enzymes digestives majeures.

Elle facilite surtout la digestion et l'absorption des lipides.

### 55. Composition de la bile

La bile contient :

- sels biliaires ;
- phospholipides ;
- cholestérol ;
- bilirubine ;
- eau ;
- électrolytes ;
- bicarbonates en partie.

### 56. Rôle des sels biliaires

Les sels biliaires émulsifient les graisses.

L'émulsification fragmente les grosses gouttelettes lipidiques en petites gouttelettes.

Cela augmente la surface de contact pour les lipases.

Les sels biliaires participent aussi à la formation des micelles, nécessaires à l'absorption des lipides.

### 57. Bilirubine

La bilirubine provient de la dégradation de l'hème, notamment celui de l'hémoglobine.

Le foie la conjugue et l'élimine dans la bile.

Dans l'intestin, elle est transformée par le microbiote en pigments responsables en partie de la couleur des selles.

Un trouble de l'élimination de la bilirubine peut provoquer un ictère.

### 58. Libération de la bile

La présence de lipides dans le duodénum stimule la sécrétion de CCK.

La CCK provoque :

- contraction de la vésicule biliaire ;
- relaxation du sphincter d'Oddi ;
- libération de bile dans le duodénum.

La bile rejoint alors le chyme pour faciliter la digestion lipidique.

## Suc pancréatique

### 59. Définition

Le suc pancréatique est produit par le pancréas exocrine.

Il est libéré dans le duodénum.

Il contient :

- enzymes digestives ;
- bicarbonates ;
- eau ;
- électrolytes.

Il est indispensable à la digestion des glucides, lipides et protéines.

## 60. Enzymes pancréatiques

Le pancréas exocrine produit notamment :

- amylase pancréatique ;
- lipase pancréatique ;
- trypsinogène ;
- chymotrypsinogène ;
- proélastase ;
- procarboxypeptidases ;
- nucléases.

Certaines enzymes protéolytiques sont sécrétées sous forme inactive pour éviter l'autodigestion du pancréas.

## 61. Bicarbonates pancréatiques

Les bicarbonates neutralisent l'acidité du chyme gastrique arrivant dans le duodénum.

Cela protège la muqueuse duodénale.

Cela crée aussi un pH favorable à l'activité des enzymes pancréatiques.

La sécrétine stimule fortement la sécrétion de bicarbonates.

## Suc intestinal

### 62. Définition

Le suc intestinal correspond aux sécrétions produites par la muqueuse de l'intestin grêle.

Il contient :

- eau ;
- mucus ;
- bicarbonates ;
- électrolytes ;
- enzymes de bordure en brosse ;
- substances protectrices.

### 63. Enzymes de la bordure en brosse

La bordure en brosse des entérocytes porte des enzymes qui terminent la digestion.

Exemples :

- disaccharidases ;
- peptidases ;
- entéropeptidase.

Les disaccharidases coupent les petits glucides en monosaccharides.

Les peptidases finissent la digestion des peptides.

L'entéropeptidase active le trypsinogène en trypsine, ce qui déclenche ensuite l'activation d'autres enzymes pancréatiques.

### 64. Mucus intestinal

Le mucus protège la muqueuse.

Il facilite le passage du contenu intestinal.

Il participe à la barrière intestinale.

Il limite le contact direct entre microbes, enzymes et épithélium.

### 65. Tableau récapitulatif des sécrétions

Sécrétion	Origine	Rôle principal
Salive	glandes salivaires	lubrification, début digestion amidon
Suc gastrique	estomac	acidité, pepsine, facteur intrinsèque
Bile	foie/vésicule biliaire	émulsification et absorption des lipides
Suc pancréatique	pancréas exocrine	digestion enzymatique + bicarbonates
Suc intestinal	intestin grêle	protection + digestion finale + absorption

### 66. Schéma à insérer

Image conseillée :

Schéma des sécrétions digestives : bouche = salive, estomac = acide/pepsine, foie-vésicule = bile, pancréas = enzymes/bicarbonates, intestin = enzymes de bordure en brosse.

## 15.4. Digestion des nutriments

### 67. Définition

La digestion des nutriments consiste à transformer les macromolécules alimentaires en petites molécules absorbables.

Les trois grandes familles énergétiques sont :

- glucides ;
- lipides ;
- protéines.

Les enzymes digestives coupent ces molécules progressivement.

## Glucides

### 68. Définition

Les glucides alimentaires comprennent :

- amidon ;
- glycogène animal en faible quantité ;
- disaccharides ;
- monosaccharides ;
- fibres.

Les glucides digestibles doivent être transformés en monosaccharides pour être absorbés.

Les principaux monosaccharides absorbés sont :

- glucose ;
- galactose ;
- fructose.

### 69. Digestion des glucides

La digestion des glucides commence dans la bouche avec l'amylase salivaire.

Elle se poursuit surtout dans l'intestin grêle avec l'amylase pancréatique.

Puis les enzymes de la bordure en brosse terminent la digestion.

Exemples :

Enzyme	Substrat	Produit
Amylase salivaire	amidon	fragments glucidiques
Amylase pancréatique	amidon	maltose, oligosaccharides
Maltase	maltose	glucose
Saccharase	saccharose	glucose + fructose
Lactase	lactose	glucose + galactose

### 70. Lactase et lactose

La lactase permet de digérer le lactose.

Si l'activité lactase est insuffisante, le lactose reste dans l'intestin.

Il attire de l'eau et peut être fermenté par le microbiote.

Cela peut provoquer :

- ballonnements ;
- douleurs ;
- gaz ;
- diarrhée.

C'est le mécanisme de l'intolérance au lactose.

## Lipides

### 71. Définition

Les lipides alimentaires comprennent principalement :

- triglycérides ;
- phospholipides ;
- cholestérol ;
- vitamines liposolubles ;
- acides gras.

Les lipides sont hydrophobes, donc peu solubles dans l'eau.

Leur digestion nécessite une organisation particulière avec la bile et les lipases.

## **72. Émulsification par la bile**

Les graisses forment spontanément de grosses gouttelettes.

La bile les émulsifie.

Cela les fragmente en petites gouttelettes.

La surface de contact augmente.

La lipase pancréatique peut alors agir plus efficacement.

## **73. Digestion enzymatique des lipides**

La lipase pancréatique est l'enzyme principale de digestion des triglycérides.

Elle transforme les triglycérides en :

- acides gras libres ;
- monoglycérides.

La colipase aide la lipase à agir en présence des sels biliaires.

## **74. Micelles**

Les produits de digestion des lipides sont intégrés dans des micelles avec les sels biliaires.

Les micelles permettent de transporter les lipides jusqu'à la bordure en brosse des entérocytes.

Elles facilitent l'absorption des lipides.

## **75. Chylomicrons**

Dans l'entérocyte, les lipides sont réassemblés.

Ils forment des chylomicrons.

Les chylomicrons passent principalement dans la lymphe, puis rejoignent la circulation sanguine.

C'est une différence majeure avec le glucose et les acides aminés, qui passent directement vers le sang portal.

# **Protéines**

## **76. Définition**

Les protéines alimentaires sont formées de longues chaînes d'acides aminés.

Elles doivent être digérées en :

- acides aminés ;
- dipeptides ;
- tripeptides.

Ces molécules peuvent ensuite être absorbées par les entérocytes.

## **77. Digestion gastrique des protéines**

La digestion des protéines commence dans l'estomac.

L'acide chlorhydrique dénature les protéines.

La pepsine coupe les protéines en peptides plus petits.

La pepsine est active en milieu acide.

## **78. Digestion pancréatique des protéines**

Dans le duodénum, le pancréas libère des enzymes protéolytiques sous forme inactive.

**Exemples :**

- trypsinogène ;



- chymotrypsinogène ;
- procarboxypeptidases ;
- proélastase.

L'entéropeptidase active le trypsinogène en trypsine.

La trypsine active ensuite d'autres enzymes pancréatiques.

Ces enzymes coupent les peptides en fragments plus petits.

## 79. Digestion finale

Les peptidases de la bordure en brosse et de l'entérocyte terminent la digestion.

Les produits finaux sont :

- acides aminés ;
- dipeptides ;
- tripeptides.

Ils sont ensuite absorbés.

## Enzymes digestives

### 80. Définition

Les enzymes digestives sont des protéines qui accélèrent la digestion chimique des nutriments.

Elles sont spécifiques d'un type de molécule.

Famille enzymatique	Cible
Amylases	glucides
Lipases	lipides
Protéases	protéines
Peptidases	peptides
Disaccharidases	disaccharides
Nucléases	acides nucléiques

### 81. Conditions d'activité

Les enzymes digestives ont besoin de conditions adaptées.

**Exemples :**

- la pepsine fonctionne en milieu acide ;
- les enzymes pancréatiques fonctionnent mieux en milieu neutre à légèrement alcalin ;
- les sels biliaires facilitent l'action des lipases ;
- les enzymes de bordure en brosse nécessitent une muqueuse intestinale fonctionnelle.

Un trouble du pH ou de la sécrétion pancréatique peut donc perturber la digestion.

### 82. Insuffisance pancréatique exocrine

Si le pancréas exocrine ne produit pas assez d'enzymes, la digestion est insuffisante.

Les lipides sont particulièrement touchés.

Cela peut provoquer :

- selles grasses ;
- diarrhée ;
- amaigrissement ;
- carences en vitamines liposolubles ;
- douleurs abdominales selon cause ;
- dénutrition.

Les selles grasses sont appelées stéatorrhée.

### 83. Schéma à insérer

**Image conseillée :**

Schéma digestion des nutriments : glucides monosaccharides, protéines acides aminés, lipides acides gras/monoglycérides absorption.

### 84. Définition

L'absorption intestinale correspond au passage des nutriments et liquides de la lumière intestinale vers le sang ou la lymphe.

Elle a lieu principalement dans l'intestin grêle.

Le côlon absorbe surtout l'eau, le sodium, le chlore et certains produits du microbiote.

L'absorption nécessite :

- une muqueuse intacte ;
- une surface suffisante ;
- des transporteurs ;
- des enzymes de bordure en brosse ;
- une vascularisation ;
- un drainage lymphatique ;
- une motricité adaptée.

## Eau

### 85. Absorption de l'eau

L'eau est absorbée surtout par osmose.

Elle suit les mouvements de solutés, notamment le sodium.

Une grande quantité d'eau entre chaque jour dans le tube digestif par :

- boissons ;
- aliments ;
- salive ;
- suc gastrique ;
- bile ;
- suc pancréatique ;
- suc intestinal.

La majorité est réabsorbée.

### 86. Intestin grêle et côlon

L'intestin grêle absorbe une grande partie de l'eau.

Le côlon récupère le reste.

Si le côlon n'a pas assez de temps pour réabsorber l'eau, les selles restent liquides.

Si le transit est trop lent, trop d'eau est absorbée et les selles deviennent dures.

## Électrolytes

### 87. Sodium

Le sodium est largement absorbé dans l'intestin.

Son absorption favorise souvent l'absorption d'eau.

Il peut être absorbé par plusieurs mécanismes :

- cotransport avec glucose ou acides aminés ;
- échangeur sodium/H<sup>+</sup> ;
- canaux selon segments ;
- mécanismes électrochimiques.

### 88. Chlore et bicarbonates

Le chlore est absorbé ou sécrété selon les segments.

Les bicarbonates peuvent être sécrétés pour neutraliser l'acidité ou participer à l'équilibre local.

Dans certaines diarrhées, une perte importante de bicarbonates peut contribuer à une acidose métabolique.

### 89. Potassium

Le potassium est absorbé ou sécrété selon les besoins et les segments.

Une diarrhée importante peut entraîner des pertes de potassium.  
Cela peut provoquer une hypokaliémie.

## **Glucose**

### **90. Absorption du glucose**

Le glucose est absorbé au niveau de l'intestin grêle.  
Il entre dans l'entérocyte principalement grâce à un cotransporteur sodium-glucose.  
Ce transport utilise le gradient de sodium créé par la pompe sodium-potassium.  
Ensuite, le glucose sort vers le sang par des transporteurs GLUT.  
Il rejoint la circulation porte vers le foie.

### **91. Glucose et sodium**

Le cotransport sodium-glucose est très important.  
Il explique le principe des solutions de réhydratation orale.  
Même en cas de diarrhée, l'absorption couplée sodium-glucose peut rester efficace.  
Le sodium et le glucose favorisent l'absorption d'eau.

## **Acides aminés**

### **92. Absorption des acides aminés**

Les acides aminés sont absorbés par des transporteurs spécifiques dans l'intestin grêle.  
Certains utilisent le sodium.  
D'autres fonctionnent avec d'autres gradients.  
Les dipeptides et tripeptides peuvent aussi être absorbés, puis hydrolysés dans l'entérocyte.  
Les acides aminés passent ensuite dans le sang portal vers le foie.

### **93. Rôle du foie**

Après absorption, les acides aminés arrivent au foie.  
Le foie peut :

- les utiliser pour fabriquer des protéines ;
- les transformer ;
- les distribuer ;
- les dégrader si excès ;
- produire de l'urée à partir de l'azote.

## **Acides gras**

### **94. Absorption des lipides**

Les acides gras et monoglycérides issus de la digestion des lipides sont incorporés dans des micelles.  
Ils traversent ensuite la membrane des entérocytes.  
Dans l'entérocyte, ils sont réassemblés en triglycérides.  
Ils sont emballés dans des chylomicrons.  
Les chylomicrons passent dans les vaisseaux lymphatiques intestinaux, appelés chylifères.  
Ils rejoignent ensuite la circulation sanguine.

### **95. Acides gras à chaîne courte et moyenne**

Certains acides gras plus courts peuvent passer plus directement vers le sang portal.  
Les lipides longs passent surtout par la voie lymphatique sous forme de chylomicrons.

## **Vitamines**

## 96. Vitamines hydrosolubles

Les vitamines hydrosolubles comprennent notamment les vitamines du groupe B et la vitamine C.

Elles sont absorbées par des transporteurs spécifiques.

Elles sont généralement peu stockées, sauf exceptions comme la vitamine B12.

Elles doivent donc être apportées régulièrement.

## 97. Vitamine B12

La vitamine B12 nécessite le facteur intrinsèque produit par les cellules pariétales de l'estomac.

Le complexe vitamine B12-facteur intrinsèque est absorbé dans l'iléon terminal.

Si le facteur intrinsèque manque, l'absorption de B12 diminue.

Cela peut provoquer une anémie mégalo-blastique et des troubles neurologiques.

## 98. Vitamines liposolubles

Les vitamines liposolubles sont :

- A ;
- D ;
- E ;
- K.

Elles nécessitent une digestion et absorption correcte des graisses.

Elles dépendent donc de :

- bile ;
- sels biliaires ;
- pancréas exocrine ;
- muqueuse intestinale ;
- transport lipidique.

Une malabsorption des graisses peut provoquer des carences en vitamines liposolubles.

## 99. Absorption et pathologies

Une malabsorption peut être liée à :

- atteinte de la muqueuse intestinale ;
- insuffisance pancréatique ;
- défaut de bile ;
- résection intestinale ;
- maladie inflammatoire ;
- infection ;
- intolérance ;
- maladie coeliaque ;
- atteinte lymphatique ;
- troubles de motricité.

Conséquences possibles :

- diarrhée chronique ;
- amaigrissement ;
- dénutrition ;
- carences ;
- anémie ;
- œdèmes par hypoalbuminémie ;
- fatigue ;
- troubles osseux ;
- troubles neurologiques selon carences.

## 100. Schéma à insérer

**Image conseillée :**

Schéma d'une villosité intestinale : entérocytes, microvillosités, capillaire sanguin, chylifère lymphatique, absorption glucose/acides aminés vers sang et lipides vers lymph.

## 15.6. Foie

### 101. Définition

Le foie est un organe central du métabolisme.

Il reçoit une grande partie du sang provenant du tube digestif par la veine porte.

Il traite les nutriments absorbés avant leur distribution générale.

Il assure de très nombreuses fonctions :

- métabolisme glucidique ;
- métabolisme lipidique ;
- métabolisme protéique ;
- détoxification ;
- production de bile ;
- stockage ;
- synthèse de protéines plasmatiques ;
- transformation de la bilirubine ;
- participation à l'immunité ;
- régulation de nombreux nutriments.

Le foie est donc un organe de tri, transformation, stockage, production et détoxification.

### 102. Circulation porte

Le sang provenant de l'intestin passe d'abord par le foie via la veine porte.

Cela permet au foie de recevoir directement :

- glucose ;
- acides aminés ;
- vitamines ;
- toxines absorbées ;
- médicaments absorbés ;
- produits du microbiote ;
- nutriments.

Le foie peut ainsi contrôler ce qui entre dans la circulation générale.

## Métabolisme glucidique

### 103. Rôle général

Le foie maintient la glycémie.

Il peut stocker, libérer ou fabriquer du glucose selon les besoins.

Il joue donc un rôle majeur entre les repas et après les repas.

### 104. Après un repas

Après un repas, la glycémie augmente.

Sous l'effet de l'insuline, le foie favorise :

- entrée du glucose ;
- stockage sous forme de glycogène ;
- transformation d'un excès en lipides selon contexte.

La synthèse de glycogène s'appelle glycogénogenèse.

### 105. Pendant le jeûne

Pendant le jeûne, la glycémie tend à baisser.

Sous l'effet du glucagon et d'autres hormones, le foie peut produire ou libérer du glucose.

Il utilise :

- glycogénolyse ;
- néoglucogenèse.

La glycogénolyse dégrade le glycogène en glucose.

La néoglucogenèse fabrique du glucose à partir de lactate, glycérol et certains acides aminés.

## Métabolisme lipidique

## 106. Rôle général

Le foie participe au métabolisme des lipides.

Il peut :

- synthétiser des acides gras ;
- oxyder des acides gras ;
- produire des lipoprotéines ;
- produire du cholestérol ;
- transformer le cholestérol en acides biliaires ;
- produire des corps cétoniques en situation de jeûne prolongé ;
- stocker temporairement certains lipides.

## 107. Lipoprotéines

Les lipides circulent dans le sang sous forme de lipoprotéines.

Le foie produit notamment des VLDL, qui transportent des triglycérides.

Il participe aussi au métabolisme du cholestérol avec les LDL et HDL.

Ce métabolisme est important pour comprendre les dyslipidémies, l'athérosclérose et certaines maladies métaboliques.

## 108. Corps cétoniques

En jeûne prolongé ou déficit important en glucose disponible, le foie peut produire des corps cétoniques à partir des acides gras.

Les corps cétoniques peuvent servir de carburant alternatif pour certains tissus, notamment le cerveau après adaptation.

En excès, ils peuvent contribuer à une acidocétose selon le contexte, notamment dans le diabète de type 1 déséquilibré.

# Métabolisme protéique

## 109. Rôle général

Le foie transforme les acides aminés absorbés.

Il peut :

- synthétiser des protéines plasmatiques ;
- transformer certains acides aminés ;
- dégrader les acides aminés en excès ;
- produire de l'urée ;
- participer à la coagulation ;
- produire l'albumine.

## 110. Albumine

L'albumine est une protéine plasmatique majeure produite par le foie.

Elle participe à :

- pression oncotique ;
- transport de molécules ;
- maintien de l'eau dans les vaisseaux.

Une insuffisance hépatique ou une dénutrition peut diminuer l'albumine.

Cela peut favoriser des œdèmes ou une ascite selon le contexte.

## 111. Facteurs de coagulation

Le foie produit la majorité des facteurs de coagulation.

Certains nécessitent la vitamine K.

Une insuffisance hépatique peut donc provoquer des troubles de coagulation.

Cela peut se traduire par un TP bas, un INR élevé et un risque hémorragique selon le contexte.

## 112. Cycle de l'urée

La dégradation des acides aminés produit de l'ammoniac, toxique.

Le foie transforme l'ammoniac en urée.

L'urée est ensuite éliminée par les reins.

Si le foie ne fonctionne pas correctement, l'ammoniac peut s'accumuler et participer à des troubles neurologiques.

## Détoxification

### 113. Définition

La détoxification hépatique correspond à la transformation de substances potentiellement toxiques pour faciliter leur élimination.

Le foie métabolise :

- médicaments ;
- alcool ;
- toxines ;
- hormones ;
- bilirubine ;
- produits du microbiote ;
- substances étrangères.

### 114. Phases de détoxification

On distingue classiquement :

- réactions de phase I ;
- réactions de phase II.

Les réactions de phase I modifient chimiquement une molécule.

Les réactions de phase II conjuguent la molécule pour la rendre plus hydrosoluble.

Les substances peuvent ensuite être éliminées dans :

- bile ;
- urine après passage rénal.

### 115. Médicaments et foie

De nombreux médicaments sont métabolisés par le foie.

Une insuffisance hépatique peut modifier leur élimination.

Certains médicaments peuvent aussi être hépatotoxiques.

Le foie est donc un organe central en pharmacologie.

## Production de bile

### 116. Rôle

Le foie produit la bile.

La bile permet :

- élimination de bilirubine ;
- élimination de cholestérol ;
- digestion et absorption des lipides ;
- absorption des vitamines liposolubles ;
- excrétion de certaines substances.

La bile est stockée dans la vésicule biliaire puis libérée dans le duodénum.

### 117. Sels biliaires et cycle entérohépatique

Les sels biliaires sont en grande partie réabsorbés dans l'iléon terminal.

Ils retournent au foie par la circulation porte.

Ce recyclage s'appelle cycle entérohépatique.

Il permet d'économiser les sels biliaires.

Une atteinte de l'iléon peut perturber ce cycle et provoquer une malabsorption des graisses ou une diarrhée biliaire selon contexte.

## Stockage

### 118. Substances stockées par le foie

Le foie stocke plusieurs substances.

Substance	Intérêt
Glycogène	réserve rapide de glucose

Substance	Intérêt
Vitamine A	vision, épithéliums
Vitamine D	métabolisme phosphocalcique
Vitamine B12	globules rouges, système nerveux
Fer	hémoglobine, enzymes
Cuivre	métabolisme enzymatique
Certains lipides	réserve ou transformation

Le foie est donc aussi un organe de réserve.

### 119. Foie et immunité

Le foie contient des macrophages spécialisés appelés cellules de Kupffer.

Ils participent à la filtration du sang portal.

Ils peuvent éliminer :

- bactéries ;
- débris ;
- substances étrangères ;
- particules venant du tube digestif.

Le foie est donc exposé à de nombreuses substances intestinales et participe à la défense.

### 120. Schéma à insérer

**Image conseillée :**

Schéma du foie comme carrefour : veine porte depuis intestin, métabolisme glucose/lipides/protéines, bile vers intestin, détoxification, stockage.

## 15.7. Pancréas exocrine

### 121. Définition

Le pancréas possède deux grandes fonctions :

- fonction endocrine ;
- fonction exocrine.

La fonction endocrine correspond à la production d'hormones, comme l'insuline et le glucagon.

La fonction exocrine correspond à la production du suc pancréatique, libéré dans le duodénum.

Dans ce chapitre, on s'intéresse au pancréas exocrine.

### 122. Organisation du pancréas exocrine

Le pancréas exocrine contient :

- cellules acineuses ;
- cellules canalaire.

Les cellules acineuses produisent les enzymes digestives.

Les cellules canalaire produisent un liquide riche en bicarbonates.

Le suc pancréatique rejoint le duodénum par les canaux pancréatiques.

## Enzymes digestives

### 123. Rôle général

Les enzymes pancréatiques sont indispensables à la digestion des nutriments.

Elles digèrent :

- glucides ;
- lipides ;
- protéines ;
- acides nucléiques.

### 124. Principales enzymes



Enzyme	Rôle
Amylase pancréatique	digestion de l'amidon
Lipase pancréatique	digestion des triglycérides
Phospholipase	digestion des phospholipides
Cholestérol estérase	digestion des esters de cholestérol
Trypsine	digestion des protéines, activation d'autres enzymes
Chymotrypsine	digestion des protéines
Élastase	digestion de certaines protéines
Carboxypeptidases	digestion des peptides
Nucléases	digestion ADN/ARN alimentaires

### 125. Enzymes protéolytiques inactives

Les enzymes qui digèrent les protéines sont produites sous forme inactive.

Cela protège le pancréas contre l'autodigestion.

#### Exemples :

- trypsinogène ;
- chymotrypsinogène ;
- proélastase ;
- procarboxypeptidases.

Dans le duodénum, le trypsinogène est activé en trypsine par l'entéropeptidase.

La trypsine active ensuite les autres proenzymes.

### 126. Pancréatite

Si les enzymes pancréatiques s'activent trop tôt dans le pancréas, elles peuvent léser le tissu pancréatique.

Cela participe au mécanisme de la pancréatite aiguë.

La pancréatite est une inflammation du pancréas qui peut être grave selon l'intensité et les complications.

## Bicarbonates

### 127. Définition

Les bicarbonates sont des ions basiques,  $\text{HCO}_3^-$ .

Le pancréas exocrine en sécrète dans le duodénum.

Ils neutralisent l'acidité du chyme gastrique.

### 128. Rôle des bicarbonates

Les bicarbonates permettent :

- protection de la muqueuse duodénale ;
- neutralisation de l'acide gastrique ;
- augmentation du pH duodénal ;
- fonctionnement optimal des enzymes pancréatiques ;
- limitation de l'irritation acide.

Sans bicarbonates suffisants, le duodénum serait trop acide et les enzymes pancréatiques fonctionneraient mal.

## Neutralisation de l'acidité gastrique

### 129. Chyme acide

Le contenu venant de l'estomac est acide.

Il contient :

- acide chlorhydrique ;
- aliments partiellement digérés ;
- pepsine ;
- eau ;
- mucus ;
- nutriments.

Quand il arrive dans le duodénum, il doit être neutralisé.

### 130. Sécrétine

La sécrétine est une hormone digestive libérée par le duodénum lorsque le chyme acide arrive.

Elle stimule les cellules canalaire du pancréas.

**Résultat :**

- sécrétion de bicarbonates ;
- neutralisation du chyme ;
- protection du duodénum.

### 131. CCK

La CCK, ou cholécystokinine, est libérée surtout en présence de graisses et d'acides aminés dans le duodénum.

Elle stimule :

- sécrétion d'enzymes pancréatiques ;
- contraction de la vésicule biliaire ;
- libération de bile ;
- ralentissement de la vidange gastrique.

Elle coordonne donc la digestion des lipides et protéines.

### 132. Insuffisance pancréatique exocrine

Une insuffisance pancréatique exocrine provoque une digestion insuffisante.

Elle touche surtout les graisses.

Signes possibles :

- diarrhée chronique ;
- selles grasses ;
- selles malodorantes ;
- amaigrissement ;
- carences en vitamines A, D, E, K ;
- douleurs abdominales selon cause ;
- dénutrition.

Causes possibles :

- pancréatite chronique ;
- mucoviscidose ;
- chirurgie pancréatique ;
- obstruction canalaire ;
- cancer du pancréas selon contexte.

### 133. Schéma à insérer

**Image conseillée :**

Schéma pancréas exocrine : cellules acineuses = enzymes, cellules canalaire = bicarbonates, libération dans le duodénum, neutralisation du chyme acide.

## 15.8. Microbiote intestinal

### 134. Définition

Le microbiote intestinal correspond à l'ensemble des micro-organismes vivant dans le tube digestif.

Il comprend :

- bactéries ;
- virus ;
- champignons ;
- archées ;
- bactériophages.

La majorité du microbiote se trouve dans le côlon.

Le microbiote est très variable selon les individus.

Il est influencé par :

- alimentation ;

- âge ;
- médicaments ;
- antibiotiques ;
- infections ;
- mode de naissance ;
- allaitement ;
- environnement ;
- maladies ;
- immunité ;
- transit ;
- stress ;
- habitudes de vie.

### 135. Relation hôte-microbiote

Le microbiote vit en interaction avec l'organisme.

Il peut être bénéfique lorsque l'équilibre est respecté.

Il participe à :

- digestion partielle ;
- production de certaines molécules ;
- maturation immunitaire ;
- protection contre certains pathogènes ;
- maintien de la barrière intestinale ;
- modulation de l'inflammation ;
- métabolisme de certains nutriments.

L'équilibre du microbiote est parfois appelé eubiose.

Un déséquilibre est appelé dysbiose.

## Digestion partielle

### 136. Fermentation des fibres

Certaines fibres alimentaires ne sont pas digérées par les enzymes humaines.

Le microbiote peut les fermenter.

Cette fermentation produit notamment des acides gras à chaîne courte.

**Exemples :**

- acetate ;
- propionate ;
- butyrate.

Ces molécules peuvent être utilisées par les cellules du côlon et influencer le métabolisme.

### 137. Butyrate

Le butyrate est un acide gras à chaîne courte important.

Il sert de carburant aux colonocytes, les cellules du côlon.

Il participe à :

- santé de la muqueuse colique ;
- barrière intestinale ;
- modulation de l'inflammation ;
- environnement local du côlon.

Les fibres alimentaires favorisent généralement la production d'acides gras à chaîne courte par le microbiote.

### 138. Gaz intestinaux

La fermentation microbienne peut produire des gaz.

**Exemples :**

- hydrogène ;
- méthane ;
- CO<sub>2</sub> ;
- sulfures selon substrats et microbiote.

Une production excessive ou une sensibilité digestive peut provoquer ballonnements, douleurs ou flatulences.

## Immunité

### 139. Rôle immunitaire

L'intestin est un grand organe immunitaire.

Il est exposé à :

- aliments ;
- microbes ;
- toxines ;
- antigènes ;
- microbiote.

Le microbiote participe à l'éducation du système immunitaire.

Il aide à différencier les microbes tolérés des agents dangereux.

### 140. Effet barrière

Le microbiote protège contre certains pathogènes par plusieurs mécanismes :

- occupation de l'espace ;
- compétition pour les nutriments ;
- production de substances antimicrobiennes ;
- stimulation du mucus ;
- renforcement de la barrière ;
- modulation immunitaire.

C'est ce qu'on appelle parfois l'effet de résistance à la colonisation.

### 141. Antibiotiques et microbiote

Les antibiotiques peuvent perturber le microbiote.

Cette perturbation peut favoriser :

- diarrhée associée aux antibiotiques ;
- sélection de certaines bactéries résistantes ;
- prolifération de pathogènes comme Clostridioides difficile dans certains cas ;
- modification temporaire ou durable de l'équilibre intestinal.

Les antibiotiques sont parfois nécessaires, mais ils peuvent avoir un impact digestif.

## Vitamines

### 142. Production de vitamines

Le microbiote peut participer à la production de certaines vitamines.

Exemples :

- vitamine K ;
- certaines vitamines du groupe B selon les bactéries.

Cette production ne remplace pas forcément les apports alimentaires, mais elle contribue à l'environnement métabolique intestinal.

### 143. Vitamine K

La vitamine K est importante pour la coagulation.

Elle intervient dans l'activation de certains facteurs de coagulation.

Le microbiote intestinal participe en partie à sa production.

Cependant, l'équilibre en vitamine K dépend aussi de l'alimentation, de l'absorption digestive, du foie et de certains médicaments.

## Barrière intestinale

### 144. Définition

La barrière intestinale est l'ensemble des mécanismes qui contrôlent ce qui passe de la lumière intestinale vers le milieu intérieur.

Elle comprend :

- mucus ;
- épithélium intestinal ;
- jonctions serrées ;
- microbiote ;
- immunité locale ;
- IgA ;
- peptides antimicrobiens ;
- renouvellement cellulaire ;
- motricité ;
- acidité gastrique en amont.

Cette barrière doit être sélective.

Elle doit laisser passer les nutriments, mais empêcher l'entrée excessive de microbes, toxines et antigènes dangereux.

#### 145. Jonctions serrées

Les jonctions serrées relient les cellules épithéliales intestinales entre elles.

Elles limitent le passage non contrôlé entre les cellules.

Si la barrière est altérée, la perméabilité intestinale peut augmenter.

Cela peut favoriser l'inflammation selon le contexte.

#### 146. Mucus intestinal

Le mucus forme une couche protectrice entre le contenu intestinal et l'épithélium.

Il limite le contact direct avec les microbes.

Il contient aussi des molécules de défense.

Une altération du mucus peut fragiliser la barrière.

#### 147. IgA sécrétoires

Les IgA sécrétoires sont des anticorps présents dans les muqueuses.

Elles participent à la défense locale.

Elles peuvent neutraliser des microbes ou toxines sans déclencher une inflammation excessive.

Elles sont importantes pour l'équilibre immunitaire intestinal.

#### 148. Dysbiose

La dysbiose correspond à un déséquilibre du microbiote.

Elle peut être associée à :

- alimentation pauvre en fibres ;
- antibiotiques ;
- infections ;
- maladies inflammatoires ;
- stress ;
- troubles de motricité ;
- certaines pathologies métaboliques.

Elle n'est pas toujours la cause unique d'une maladie, mais elle peut participer à certains déséquilibres digestifs, immunitaires ou métaboliques.

#### 149. Axe intestin-cerveau

L'intestin communique avec le cerveau par plusieurs voies :

- nerf vague ;
- hormones ;
- cytokines ;
- métabolites microbiens ;
- système immunitaire ;
- système nerveux entérique.

Cela explique pourquoi le stress peut modifier le transit, la douleur digestive ou l'appétit.

Cela explique aussi pourquoi certaines maladies digestives ont une dimension neuro-immunitaire et émotionnelle.

#### 150. Schéma à insérer

### Image conseillée :

Schéma du microbiote intestinal : fibres fermentation acides gras à chaîne courte ; microbiote immunité, barrière, vitamines, protection contre pathogènes.

## Synthèse du chapitre

Le système digestif transforme les aliments en nutriments utilisables par l'organisme.

Ses grandes fonctions sont l'ingestion, la motricité, la sécrétion, la digestion, l'absorption et l'élimination.

La motricité digestive permet de faire avancer et de mélanger le contenu digestif. La déglutition permet le passage de la bouche à l'estomac. Le péristaltisme propulse le contenu. La segmentation mélange le chyme. La vidange gastrique régule l'arrivée du chyme dans le duodénum. La motricité colique permet l'absorption d'eau, le stockage et l'évacuation des selles.

Les sécrétions digestives sont indispensables. La salive lubrifie et commence la digestion de l'amidon. Le suc gastrique acidifie, protège partiellement contre les microbes et commence la digestion des protéines. La bile émulsifie les lipides. Le suc pancréatique apporte enzymes et bicarbonates. Le suc intestinal protège et termine la digestion grâce aux enzymes de bordure en brosse.

Les glucides sont digérés en monosaccharides. Les protéines sont digérées en acides aminés, dipeptides et tripeptides. Les lipides sont émulsifiés par la bile, digérés par les lipases, intégrés dans des micelles, absorbés par les entérocytes puis transportés sous forme de chylomicrons.

L'intestin grêle est le principal site d'absorption. Il absorbe eau, électrolytes, glucose, acides aminés, lipides et vitamines. Le côlon absorbe surtout l'eau, les électrolytes et certains produits du microbiote.

Le foie est un organe central du métabolisme. Il régule le glucose, transforme les lipides, métabolise les protéines, produit l'urée, synthétise l'albumine et les facteurs de coagulation, détoxifie de nombreuses substances, produit la bile et stocke plusieurs vitamines et minéraux.

Le pancréas exocrine produit des enzymes digestives et des bicarbonates. Les enzymes digèrent glucides, lipides et protéines. Les bicarbonates neutralisent l'acidité gastrique dans le duodénum.

Le microbiote intestinal participe à la digestion partielle des fibres, à la production d'acides gras à chaîne courte, à l'immunité, à la production de certaines vitamines, à la protection contre les pathogènes et au maintien de la barrière intestinale.

## À retenir absolument

Notion	Définition courte
Ingestion	entrée des aliments dans le tube digestif
Motricité	mouvements de propulsion et de mélange
Sécrétion	libération de liquides, enzymes, bile, mucus
Digestion	transformation des aliments en molécules absorbables
Absorption	passage vers sang ou lymph
Élimination	évacuation des résidus sous forme de selles
Déglutition	passage bouche œsophage estomac
Péristaltisme	propulsion du contenu digestif
Segmentation	brassage intestinal
Vidange gastrique	passage progressif estomac duodénum
Salive	lubrification, début digestion amidon
Suc gastrique	HCl, pepsine, facteur intrinsèque
Bile	émulsification des lipides
Suc pancréatique	enzymes + bicarbonates
Suc intestinal	digestion finale et protection
Amylase	digestion des glucides
Lipase	digestion des lipides
Protéases	digestion des protéines
Micelles	transport intestinal des lipides digérés
Chylomicrons	transport lymphatique des lipides
Villosités	augmentation de la surface d'absorption
Bordure en brosse	microvillosités + enzymes finales
Veine porte	transporte nutriments intestinaux vers foie
Foie	métabolisme, bile, stockage, détoxification

Notion	Définition courte
Pancréas exocrine	enzymes digestives et bicarbonates
Sécrétine	stimule bicarbonates pancréatiques
CCK	stimule enzymes pancréatiques et bile
Microbiote	micro-organismes intestinaux
Dysbiose	déséquilibre du microbiote
Barrière intestinale	protection sélective de la muqueuse

## Mini-évaluation

Réponds aux questions suivantes :

1. Quelles sont les grandes fonctions du système digestif ?
2. Quelle est la différence entre digestion et absorption ?
3. Qu'est-ce que l'ingestion ?
4. Quel est le rôle de la mastication ?
5. Qu'est-ce que le bol alimentaire ?
6. Qu'est-ce que la motricité digestive ?
7. Quel est le rôle du système nerveux entérique ?
8. Quelle est l'action globale du parasympathique sur la digestion ?
9. Quelle est l'action globale du sympathique sur la digestion ?
10. Quelles sont les trois phases de la déglutition ?
11. Comment la phase pharyngée protège-t-elle les voies respiratoires ?
12. Qu'est-ce que le péristaltisme ?
13. Qu'est-ce que la segmentation ?
14. Quelle est la différence entre péristaltisme et segmentation ?
15. Qu'est-ce que la vidange gastrique ?
16. Quels facteurs ralentissent la vidange gastrique ?
17. Quel est le rôle de la motricité colique ?
18. Qu'est-ce que le réflexe gastro-colique ?
19. Quelles sont les principales sécrétions digestives ?
20. Quel est le rôle de la salive ?
21. Quelle enzyme salivaire commence la digestion de l'amidon ?
22. Que contient le suc gastrique ?
23. Quel est le rôle de l'acide chlorhydrique ?
24. Quel est le rôle du facteur intrinsèque ?
25. Comment la muqueuse gastrique se protège-t-elle de l'acide ?
26. Quel est le rôle de la bile ?
27. Que font les sels biliaires ?
28. Quel est le rôle de la bilirubine ?
29. Quel est le rôle du suc pancréatique ?
30. Pourquoi les enzymes protéolytiques pancréatiques sont-elles sécrétées sous forme inactive ?
31. Quel est le rôle des bicarbonates pancréatiques ?
32. Quel est le rôle du suc intestinal ?
33. Qu'est-ce que la bordure en brosse ?
34. Comment les glucides sont-ils digérés ?
35. Quel est le rôle de la lactase ?
36. Pourquoi une insuffisance en lactase peut-elle provoquer une diarrhée ?
37. Comment les lipides sont-ils digérés ?
38. Qu'est-ce qu'une micelle ?
39. Qu'est-ce qu'un chylomicron ?
40. Comment les protéines sont-elles digérées ?
41. Quelles sont les grandes familles d'enzymes digestives ?
42. Où se fait principalement l'absorption intestinale ?
43. Comment l'eau est-elle absorbée ?
44. Pourquoi le sodium favorise-t-il l'absorption de l'eau ?
45. Comment le glucose est-il absorbé ?
46. Pourquoi le cotransport sodium-glucose est-il important dans la réhydratation orale ?
47. Comment les acides aminés rejoignent-ils le foie ?
48. Pourquoi les lipides passent-ils surtout par la lymphe ?

49. Quelle vitamine nécessite le facteur intrinsèque ?
50. Quelles sont les vitamines liposolubles ?
51. Pourquoi une malabsorption des graisses peut-elle provoquer des carences vitaminiques ?
52. Quel est le rôle de la veine porte ?
53. Quel est le rôle du foie dans la glycémie ?
54. Quelle est la différence entre glycogénogenèse et glycogénolyse ?
55. Qu'est-ce que la néoglucogenèse ?
56. Quel est le rôle du foie dans le métabolisme lipidique ?
57. Quel est le rôle du foie dans le métabolisme protéique ?
58. Pourquoi le foie produit-il de l'urée ?
59. Quelles protéines plasmatiques importantes sont produites par le foie ?
60. Qu'est-ce que la détoxification hépatique ?
61. Que stocke le foie ?
62. Quelle est la différence entre pancréas endocrine et pancréas exocrine ?
63. Quelles cellules pancréatiques produisent les enzymes digestives ?
64. Quelles cellules pancréatiques produisent les bicarbonates ?
65. Quel est le rôle de la sécrétine ?
66. Quel est le rôle de la CCK ?
67. Qu'est-ce que le microbiote intestinal ?
68. Qu'est-ce que la dysbiose ?
69. Quel est le rôle du microbiote dans la digestion des fibres ?
70. Que sont les acides gras à chaîne courte ?
71. Comment le microbiote participe-t-il à l'immunité ?
72. Comment le microbiote protège-t-il contre certains pathogènes ?
73. Quelles vitamines peuvent être produites en partie par le microbiote ?
74. Qu'est-ce que la barrière intestinale ?
75. Quels éléments composent la barrière intestinale ?
76. Quel est le lien entre intestin et cerveau ?