

PHYSIOLOGIE DU SYSTÈME DIGESTIF

LA PHASE BILIO-PANCRÉATIQUE

FACULTÉ DE MÉDECINE SBA
COURS 2^E ANNÉE MÉDECINE 2024-20245

Dr KENNAB Naima

Maitre assistante en physiologie clinique et exploration fonctionnelle métabolique et nutrition

PLAN

- Introduction
- Rappel anatomo-histologique
- Les conduits bilio-pancréatiques
- La bile
 - Composition
 - Formation de la bile et sa sécrétion
 - Stockage de la bile dans la vésicule biliaire
 - Cycle entéro-hépatique
 - Rôle physiologique
- Le suc pancréatique
 - Composition
 - Sécrétion du suc pancréatique
 - Rôle physiologique
- Régulation de la sécrétion de la bile et du suc pancréatique
- Conclusion

introduction

- **Le pancréas, le foie et la vésicule biliaire** sont des organes annexes associés à l'intestin grêle.
- Le foie produit **la bile** qui sera emmagasinée, concentrée et libérée par la vésicule biliaire.
- Le pancréas, pour sa part, produit et sécrète **le suc pancréatique**.

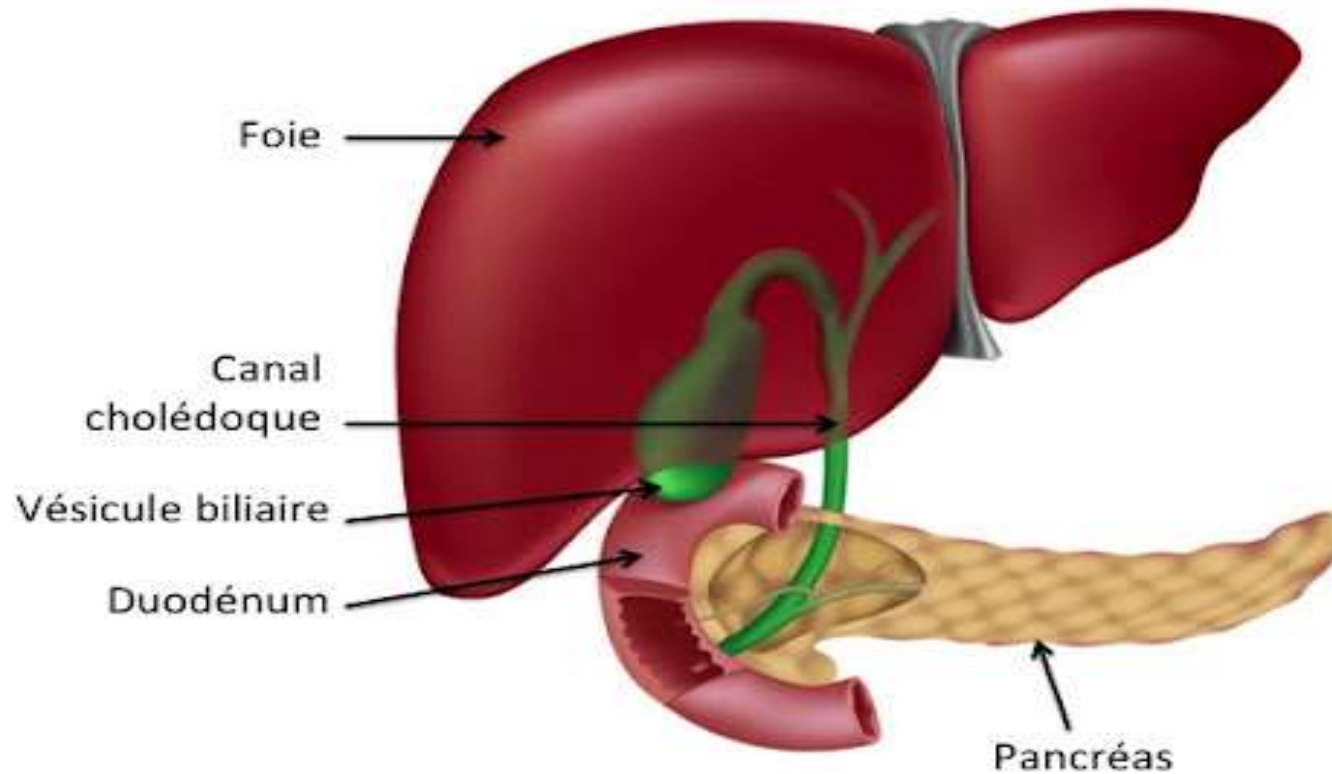
Introduction

- **La bile** est un agent émulsifiant des graisses ; elle les disperse en fines gouttelettes facilitant ainsi l'action des enzymes digestives.
- **Le suc pancréatique** est indisponible à la digestion des aliments car il contient de très nombreuses enzymes qui jouent un rôle majeur dans la digestion.
- La sécrétion de la bile et du suc pancréatique sont contrôlés par le système nerveux mais surtout par des hormones gastro-intestinales.

Rappel anatomo-histologique

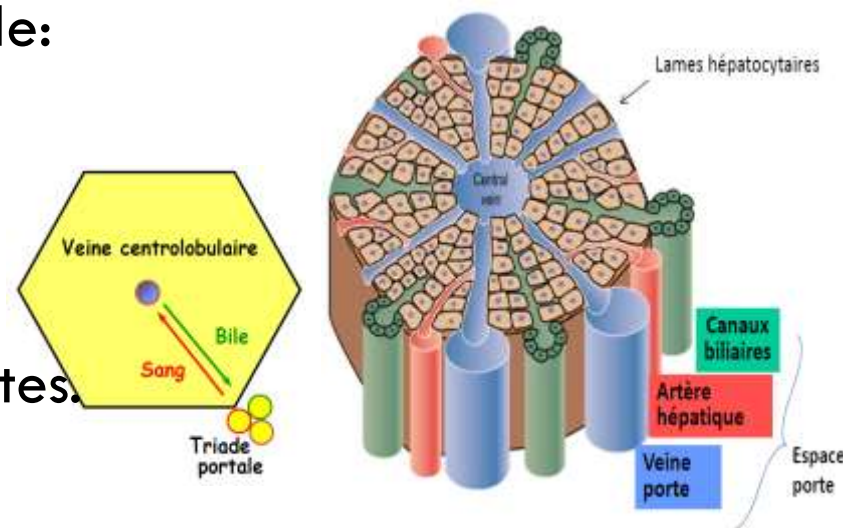
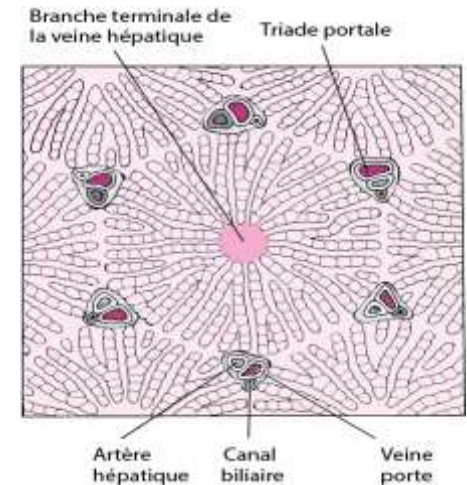
□ Organes digestifs accessoires

Le foie, les voies biliaires, le pancréas

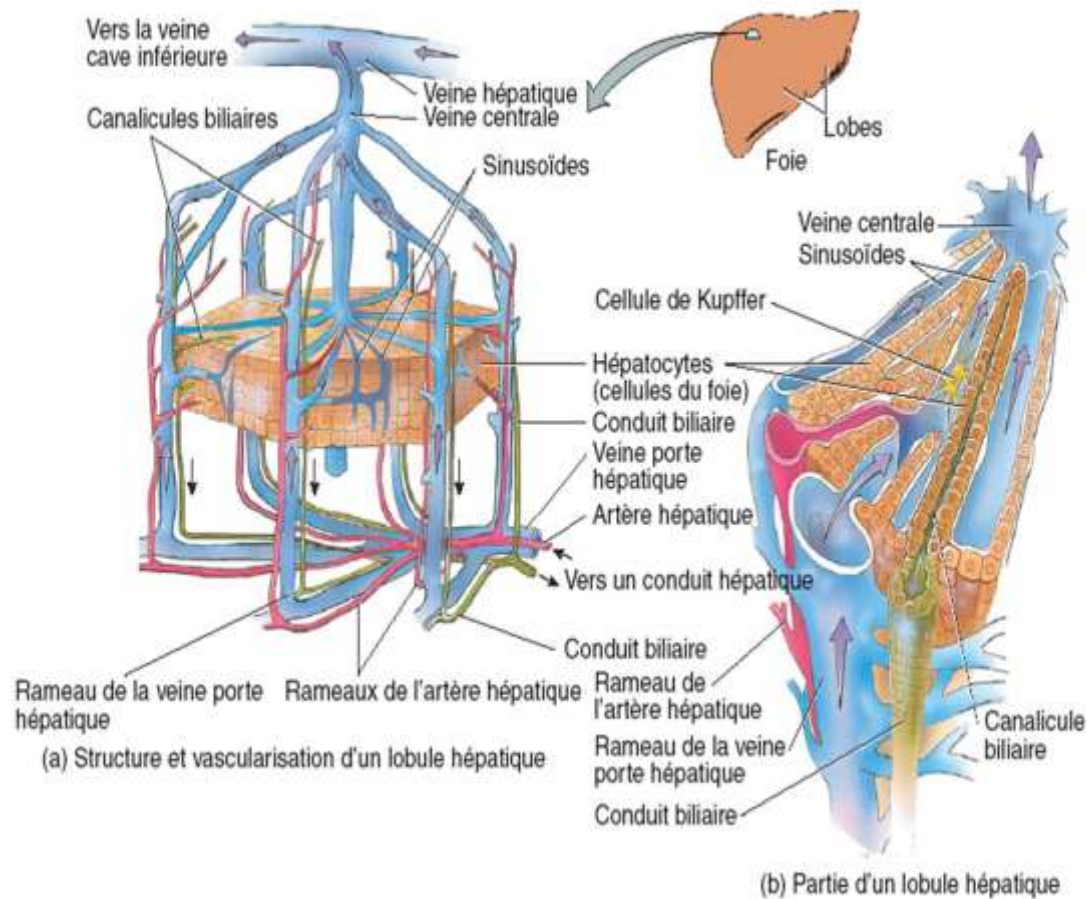


Unité fonctionnelle du foie

- Unité fonctionnelle du foie: **le lobule hépatique** (hexagone).
 - hépatocytes orientés radialement vers l'extérieurs et partent d'une **veine centrale du foie**.
 - Un **canalicule biliaire** s'insèrent entre chaque ligne d'hépatocytes formant des petits conduits qui acheminent la bile vers **le conduit hépatique**
 - L'espace interlobulaire est formé de:
 - canaux biliaires,
 - artère hépatique,
 - veine porte
 - **Les sinusoides** du foie passent entre les travées d'hépatocytes.

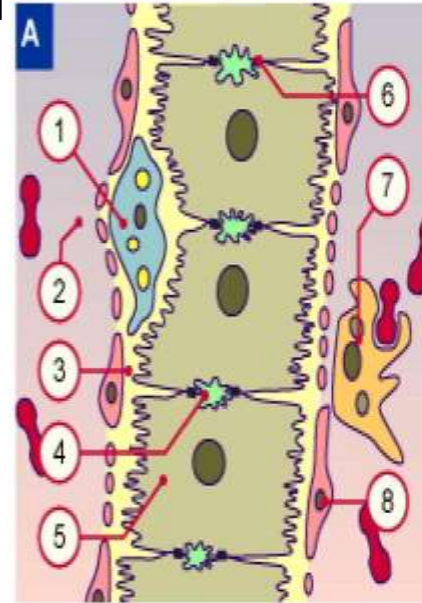


Unité fonctionnelle du foie

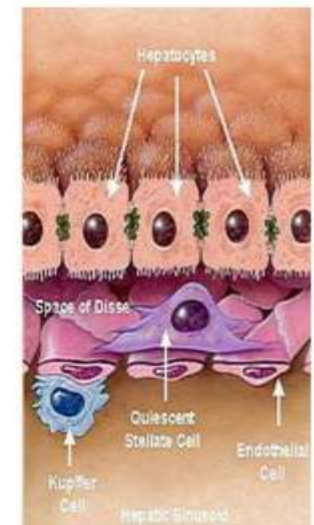
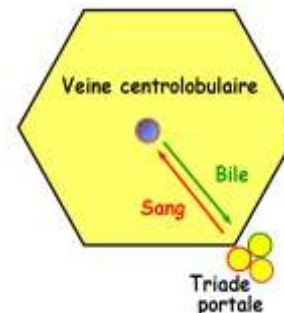


L'unité fonctionnelle du foie

- La paroi des sinusoides sont mince et très perméable formé des cellules endothéliales fenestrés.
- Les nutriments passent par les parois des sinusoides et pénètrent dans les hépatocytes où ils seront traités.
- Les hépatocytes sécrètes la bile dans les canalicules biliaires

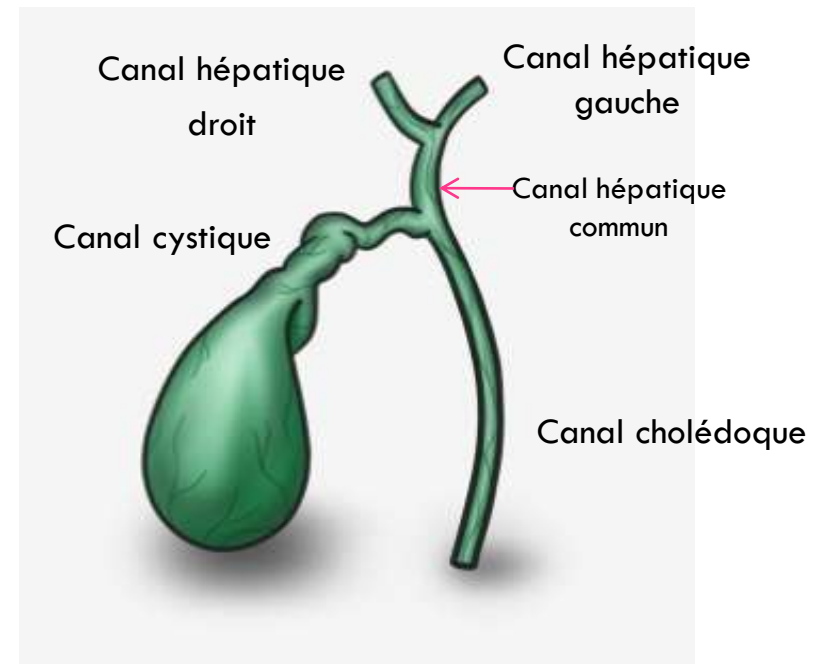


- 1 Cellules de Ito avec vacuoles lipidiques
- 2 Lumière des capillaires sinusoides
- 3 Espace de Disse
- 4 Canalicules biliaires
- 5 Hépatocyte
- 6 Tight-junction
- 7 Cellules de Kupffer en phagocytose
- 8 Endothélium discontinu



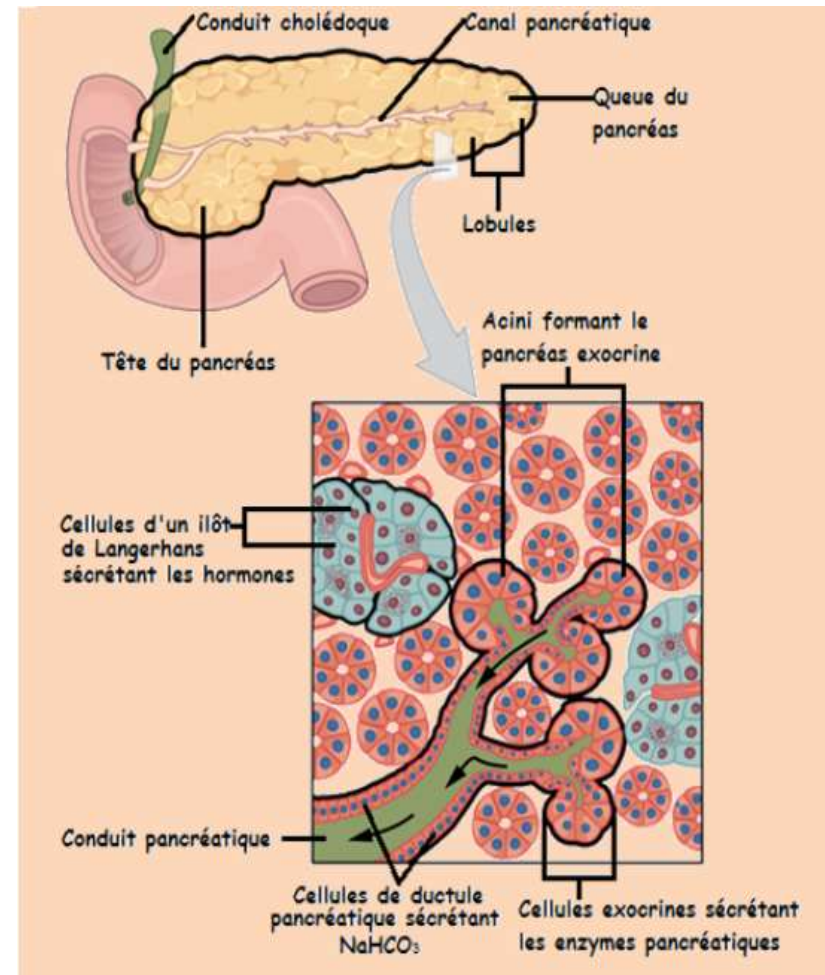
La vésicule biliaire

- La vésicule biliaire: poche **muscleuse** verte à paroi fine,
- Taille: un kiwi
- La muqueuse : multiples replis (la distension).
- Rôle:organe de stockage de la bile
- Elle est reliée au canal cystique qui est lié au canal cholédoque

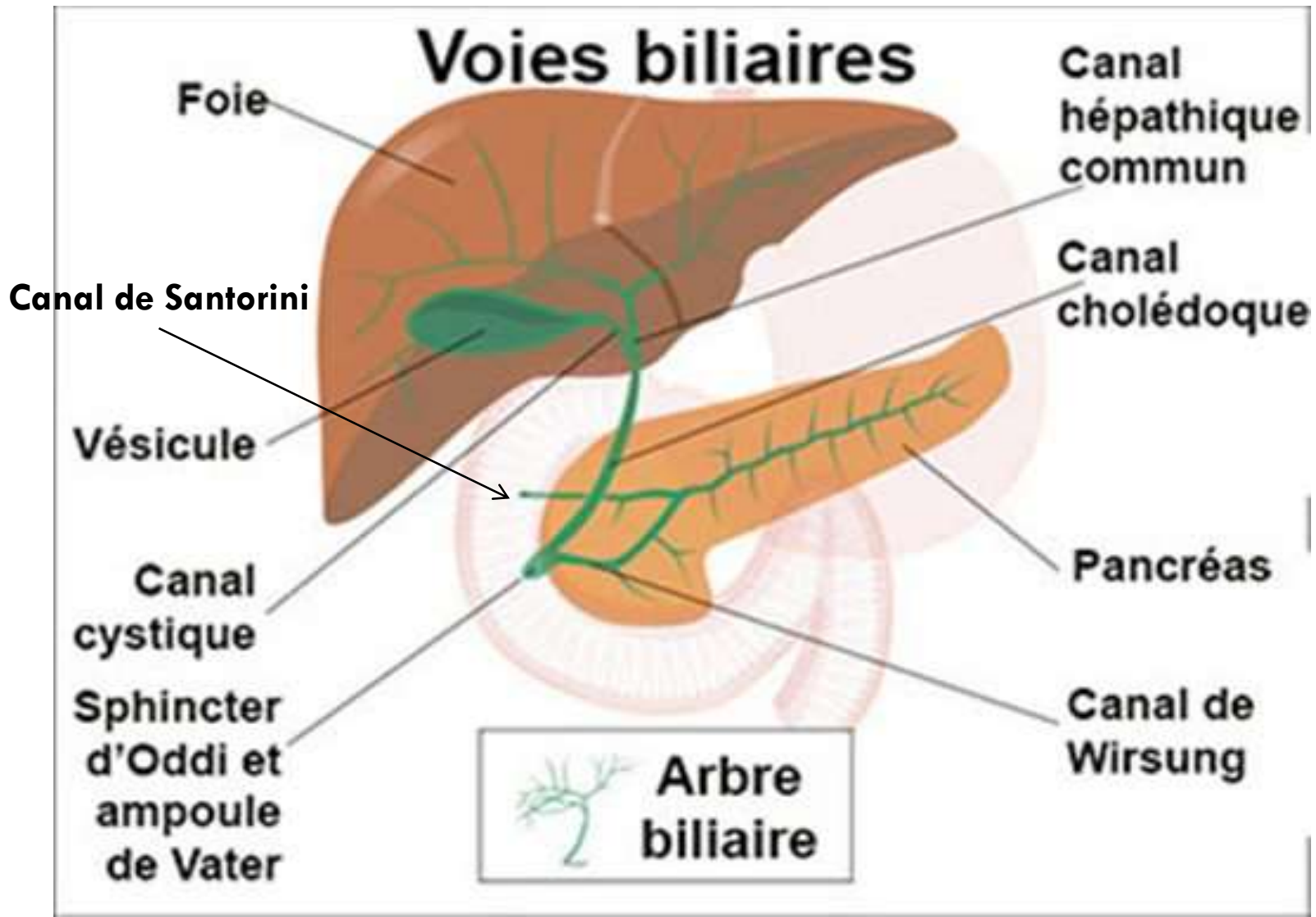


Le pancréas exocrine

- Le pancréas est une glande **double**, endocrine et exocrine :
- **Le tissu endocrine** (îlots de Langerhans), dispersés au sein du parenchyme ;
 - élaborent notamment l'insuline et le glucagon.
- **Le tissu exocrine**, responsable de la sécrétion du suc pancréatique, constitue **95%** de la glande.
 - Il est formé de lobules constitués d'acinus qui sont drainés par des canaux excréto-sécréteurs.

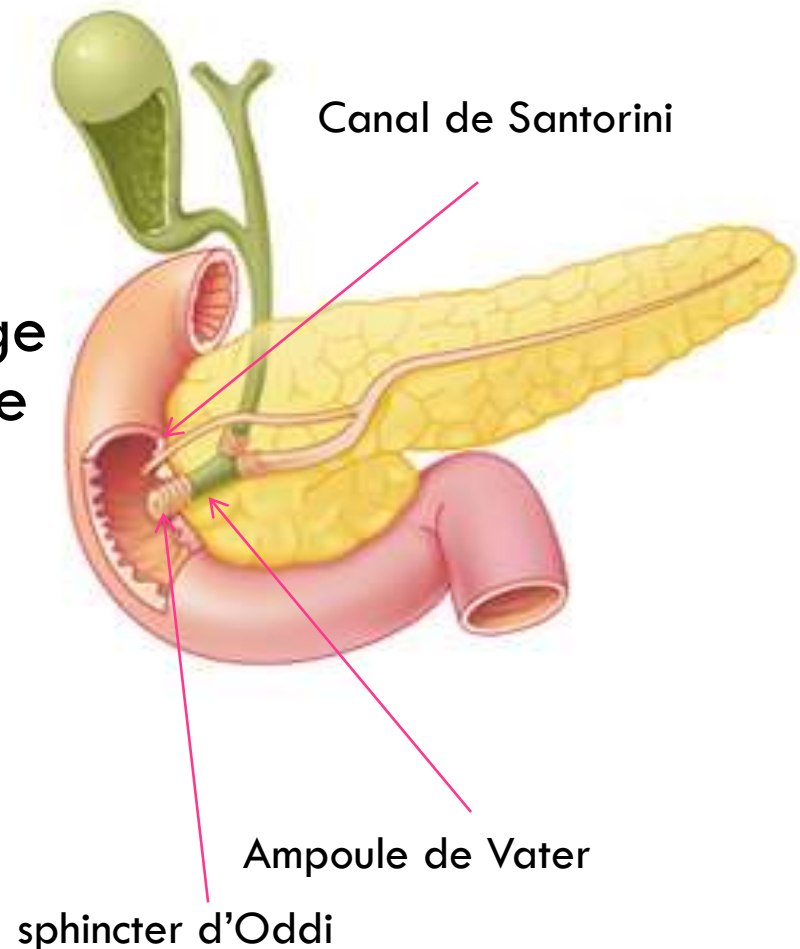


Les conduits bilio-pancréatiques



Les conduits bilio-pancréatiques

- ❑ La bile et le suc pancréatique se mélangent dans l'ampoule hépato-pancréatique (ampoule de Vater) avant de se déverser dans le duodénum.
- ❑ le **sphincter hépato-pancréatique** contrôle le passage de la bile et du suc pancréatique dans le duodénum.
- ❑ **Le conduit pancréatique accessoire (canal de Santorini)** permet le passage d'une petite quantité du suc pancréatique au duodénum.



La bile

La bile hépatique est un **liquide jaune clair, nettement alcaline (PH=8,0)**, de **faible densité**,
la bile vésiculaire est **brun foncé**, légèrement alcaline, un peu filante, beaucoup plus dense.

Le foie produit environ **900 ml** de bile par jour.

Composition de la bile

- La bile est formée de l'eau (97%) et de substances dissoutes :
 - **Sels biliaires** (50% des substances dissoutes) dont les principaux sont :
 - L'acide cholique,
 - L'acide chénodésoxycholique,
 - L'acide désoxycholique, et
 - L'acide lithocholique
 - **Pigments biliaires (bilirubine et la biliverdine):** responsable de la couleur jaune dorée de la bile et la coloration jaune des selles.
 - **Cholestérol, triglycérides, phospholipides** (lécithine ...)
 - **Electrolytes.**

Formation de la bile

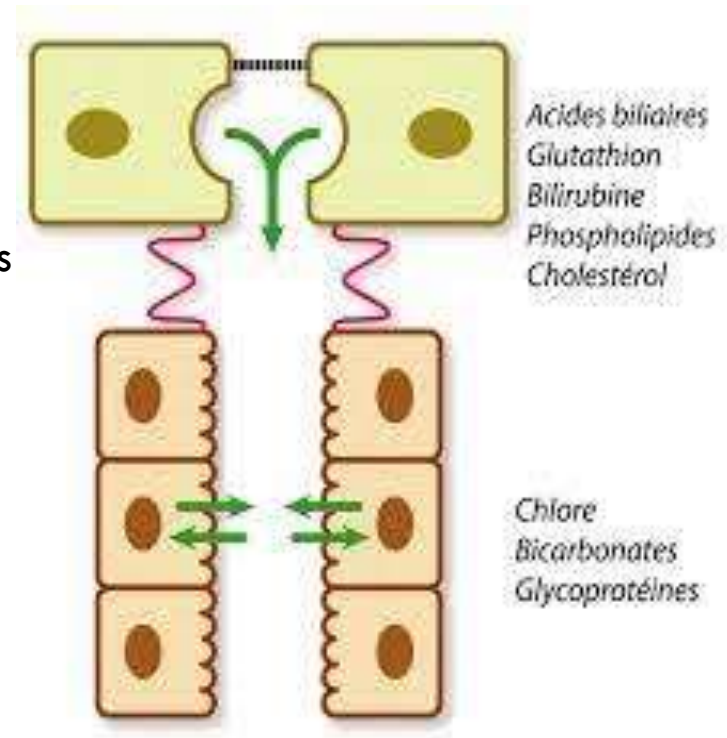
La bile est libérée par le foie en deux étapes :

□ **Sécrétion initiale**

- Effectuée par, **les hépatocytes** ;
- Contient de grandes quantités d'acides biliaires, de cholestérol et d'autres constituants organiques
- Libérée dans les minuscules canalicules hépatiques
- Stimulée par **les sel biliaires**

□ **Sécrétion secondaire:**

- Sécrétée par les cellules épithéliales sécrétoires bordant les canaux et les canalicules.
- Solution aqueuse riche en bicarbonate et en sodium
- Elle peut jusqu'à doubler la sécrétion initiale
- Stimulée par **la sécrétine**



Stockage et concentration de la bile dans la vésicule biliaire

- La bile est sécrétée de façon **continue** par les cellules hépatiques (900 ml/J),
 - Phase prandiale: la bile se déversent directement dans le duodénum;
 - Phase interprandiale: la bile est émmagasinée dans la VB (volume: 30 – 60ml).
- La muqueuse de la VB absorbe en permanence de **l'eau, du sodium**, des **chlorures** et la pluparts des petits électrolytes (sauf le Ca) ce qui concentre les autres constituants comme les sels biliaires, le cholestérol, la lécithine et la bilirubine.

Stockage et concentration de la bile dans la vésicule biliaire

- La bile est stockée et concentrée jusqu'à **15 fois** dans la VB soit environ 12 heures de sécrétions hépatiques.

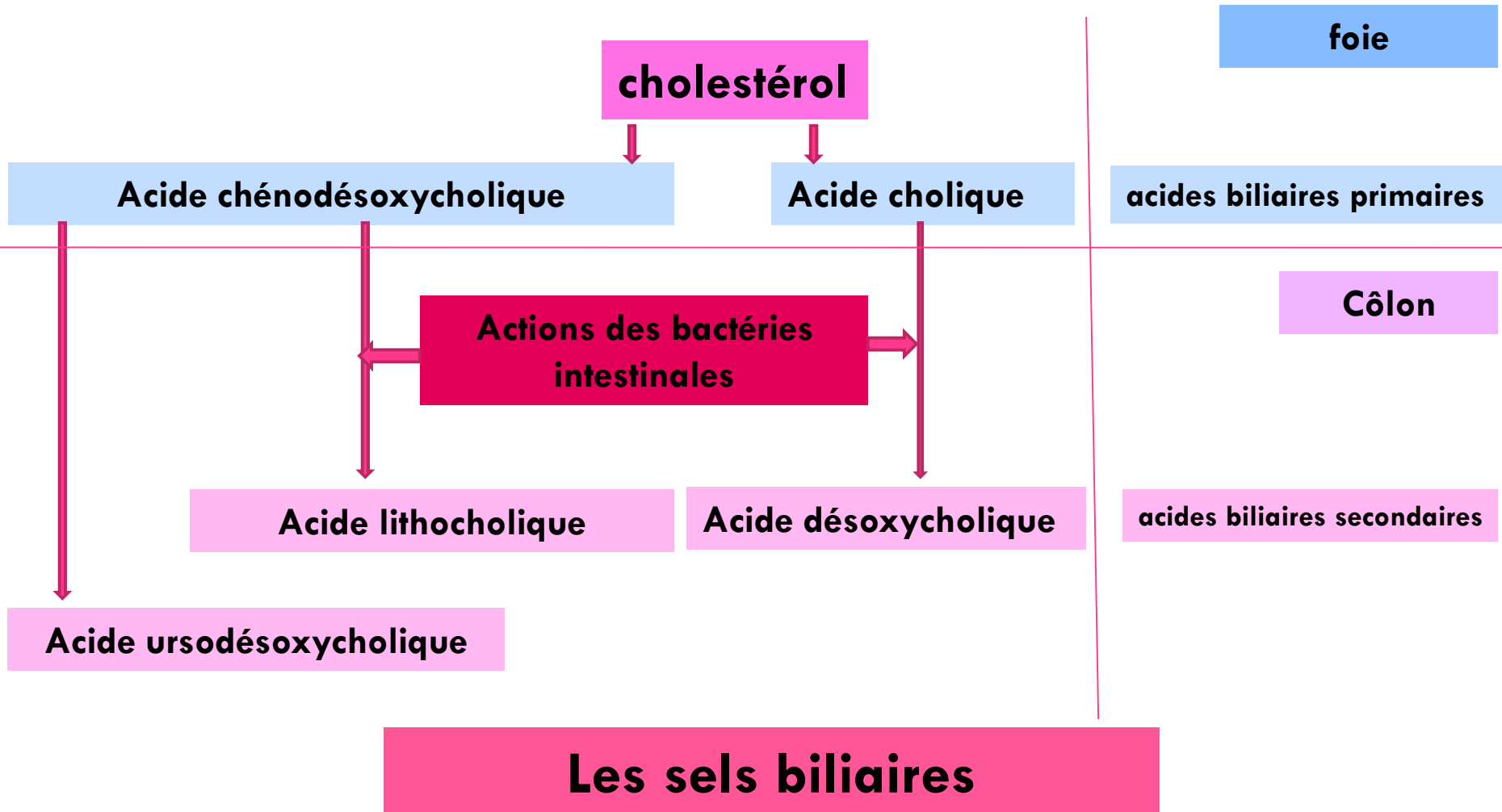
	Bile hépatique	Bile de la vésicule biliaire
Eau	97.5 g/dl	92 g/dl
Sels biliaires	1.1 g/dl	6 g/dl
Bilirubine	0.04 g/dl	0.3 g/dl
Cholestérol	0.1 g/dl	0.3 à 0.9 g/dl
Acides gras	0.12 g/dl	0.3 à 1.2 g/dl
Lécithine	0.04 g/dl	0.3 g/dl
Na ⁺	145 mEq/l	130 mEq/l
K ⁺	5 mEq/l	12 mEq/l
Ca ⁺	5 mEq/l	23 mEq/l
Cl ⁻	100 mEq/l	25 mEq/l
HCO ₃ ⁻	28 mEq/l	10 mEq/l

Cycle entéro-hépatique

Recyclage des acides biliaires

- Les acides biliaires sont synthétisés à partir **du cholestérol** dans les hépatocytes.
- Les deux principaux acides biliaires (primaires) formés dans le foie sont **l'acide cholique** et **l'acide chénodésoxycholique**.
- Dans le côlon, des bactéries convertissent l'acide cholique en **acide désoxycholique** et **l'acide chénodésoxycholique** en acide **lithocholique**.
- De plus, de petites quantités d'acides **ursodésoxycholique** sont formées à partir d'acide chénodésoxycholique.
- Elles sont conjuguées à de la glycine ou de la taurine

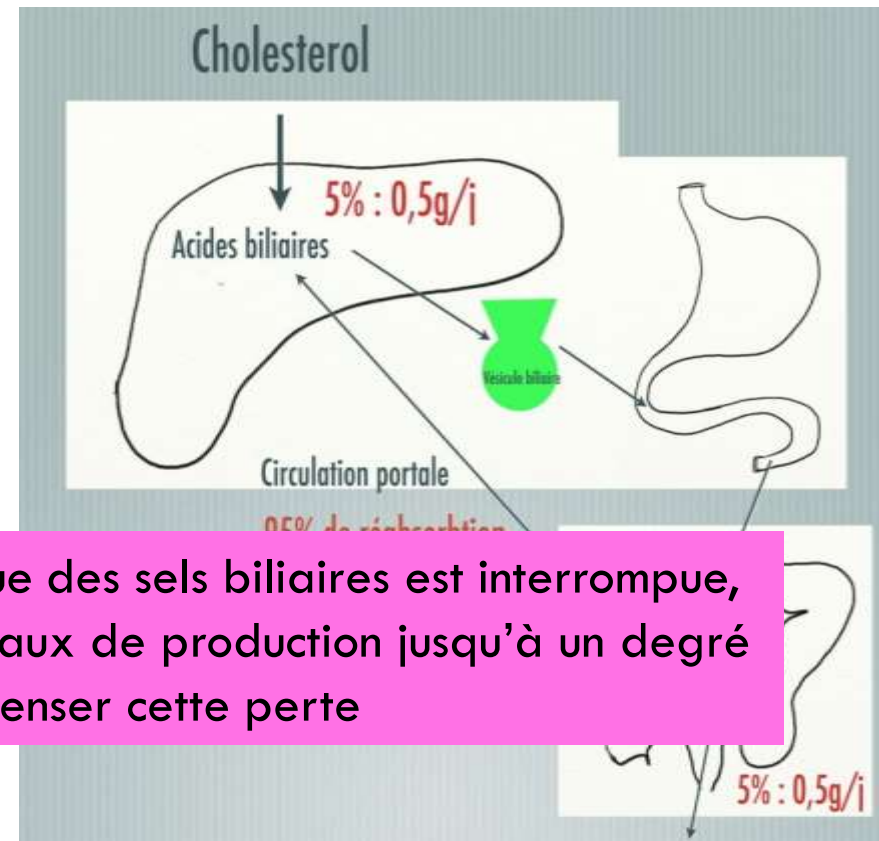
Cycle entéro-hépatique recyclage des acides biliaires



Cycle entéro-hépatique

recyclage des acides biliaires

- Les sels biliaires sont recyclés de manière répétée dans la circulation entéro-hépatique.
 - De **90 à 95%** des sels biliaires sont absorbés dans l'intestin grêle (iléon).
 - Les **5 à 10 %** de sels restants s'engagent dans le côlon et sont convertis en sels d'acides désoxycholique et d'acide lithocholique.



Lorsque la circulation entéro-hépatique des sels biliaires est interrompue, le foie est incapable d'augmenter le taux de production jusqu'à un degré suffisant pour compenser cette perte

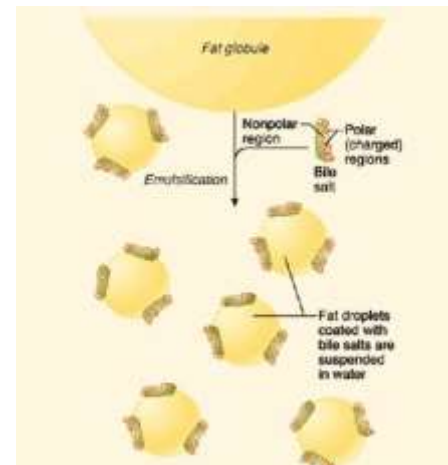
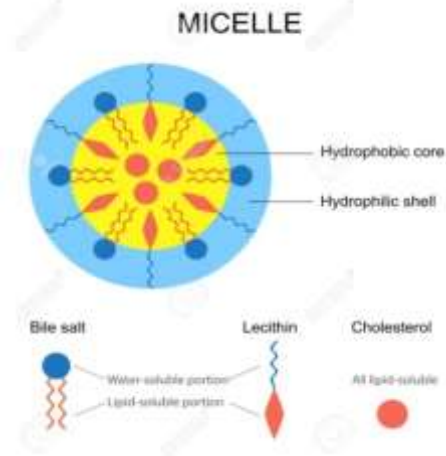
- Les sels biliaires absorbés sont retransportés vers le foie dans la veine porte puis réexcrétés dans la bile. (circulation entéro-hépatique).

Rôle de la bile

- La bile remplit deux fonctions importantes :
 - Elle joue un rôle important dans la digestion et l'absorption des graisses grâce à l'effet émulsifiant des sels biliaires
 - Elle permet d'excréter plusieurs déchets (liposolubles) véhiculés par le sang. C'est le cas de la bilirubine, produit final de la dégradation de l'hémoglobine et l'excès de cholestérol.

Émulsification des graisses

- Les sels biliaires sont des molécules amphipathiques,
- Ils possèdent à la fois des domaines hydrophile et hydrophobe.
- Ils ont tendance à former des disques cylindriques appelés **micelles** dont lesquelles, les régions hydrophiles pointent vers l'extérieur et les régions hydrophobes vers l'intérieur de la structure.
- Les micelles jouent un rôle important dans le maintien des lipides en solution et dans leur transport jusqu'à la bordure en brosse des cellules épithéliales de l'intestin. Où ils sont absorbés.



Encadré clinique

- En absence des sels biliaires, jusqu'à 50% des graisses ingérées apparaissent dans les fèces (**stéatorrhée**). Il en résulte une très mauvaise absorption des vitamines liposolubles.
- La résection de l'iléon terminal ou la présence d'une maladie à son niveau empêchant la réabsorption des sels biliaires et s'accompagne d'une augmentation de la quantité des graisses dans les fèces (**stéatorrhée**).
- Le rôle de concentration de la bile de la vésicule biliaire, expose cette dernière au risque des calculs par précipitation du cholestérol et du calcium.

Le suc pancréatique

Le suc pancréatique est un liquide **incolore, non visqueux, de PH neutre ou alcalin 7 à 8,4**, selon le débit de la sécrétion.

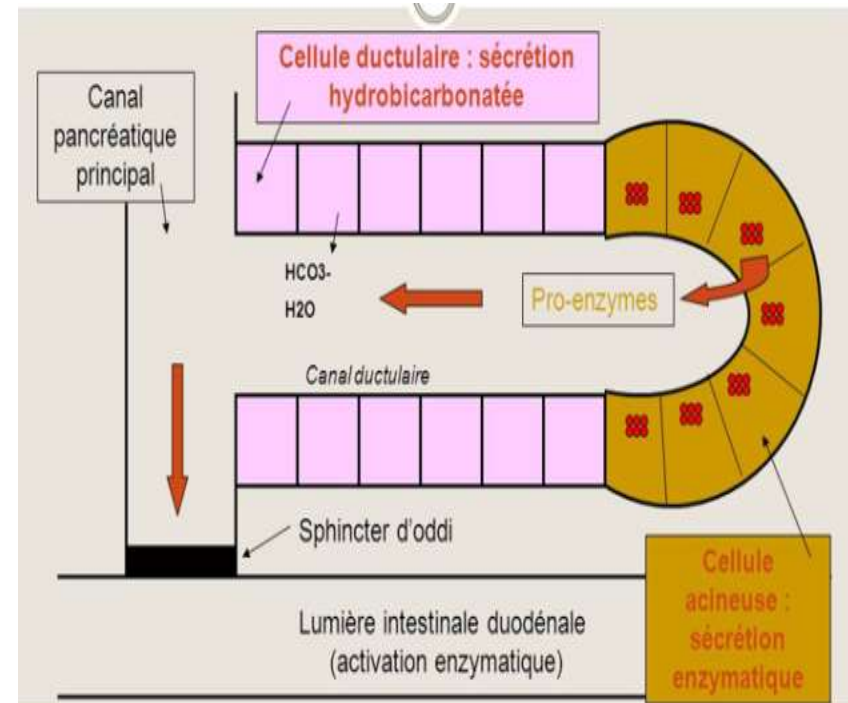
La quantité produite par jour varie approximativement de **1 à 2,5 L**

Composition du suc pancréatique

- Le suc pancréatique est un **liquide alcalin** contenant surtout de **l'eau**, du **HCO₃⁻** et un mélange varié d'enzymes:
 - **L'amylase pancréatique** pour la digestion de l'amidon
 - **La lipase pancréatique** pour la digestion des lipides
 - **Les protéases inactive** (la forme active digèrent le pancréas) : (**trypsinogène**, **chymotrypsinogène** et **procarboxypeptidases**) qui, une fois activées dans le duodénum sous l'action des entérokinases, assurent la digestion des protéines ;
 - **Les nucléases** pour la digestion des acides nucléiques (ADN et ARN).

La sécrétion du suc pancréatique

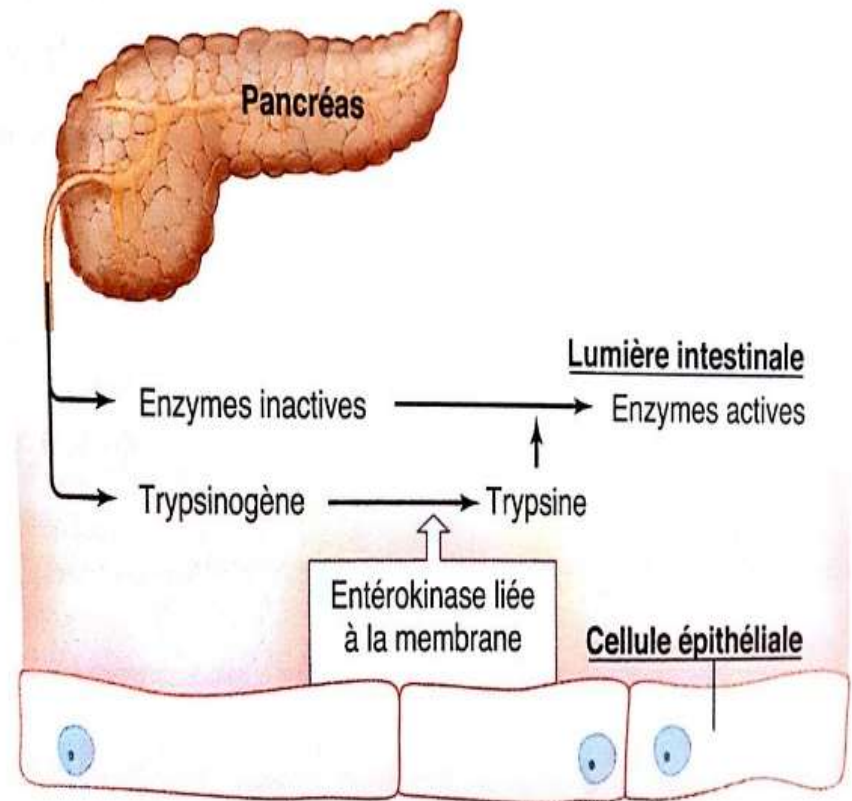
- Le mélange des sécrétions produites par les cellules acineuses et les cellules qui tapissent les conduits pancréatiques produit le **suc pancréatique**.
- **Les cellules acineuses** assurent une sécrétion riche en enzymes
- **Les cellules épithéliales** du conduit pancréatique assurent une sécrétion aqueuse riche en bicarbonate.



La sécrétion du suc pancréatique

sécrétion enzymatique

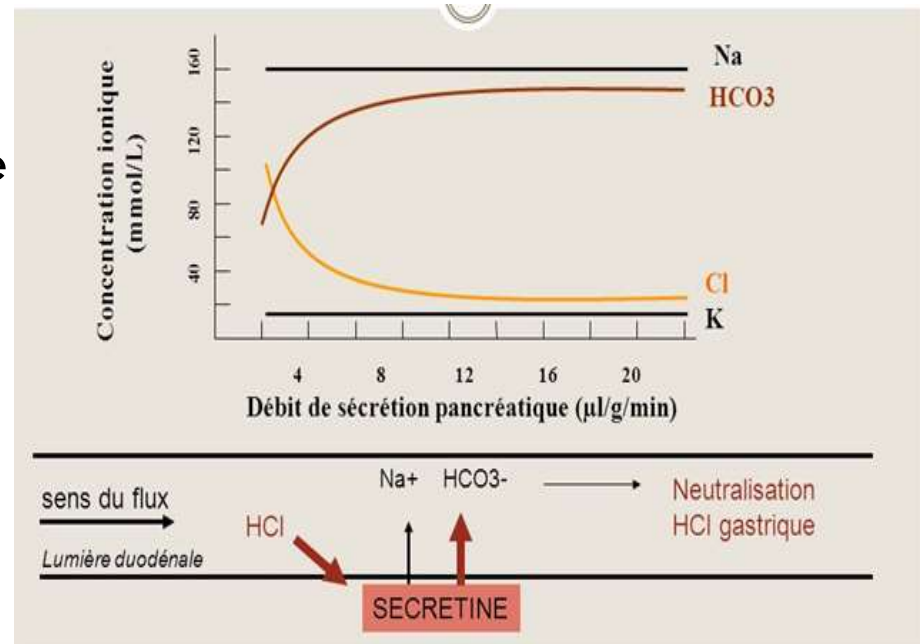
- Le pancréas produit entre **6 à 20 g/j** de **protéines** par les cellules acineuses.
- Ces protéines sont, pour la plupart, des enzymes et jouent un rôle fondamental dans la digestion des aliments.
- La plupart de ces enzymes, à l'exception de la lipase et de l'amylase, sont produites dans le pancréas sous forme **inactive**, les **zymogènes**.
- Ceux-ci sont secondairement activés dans le duodénum par clivage protéolytique.



Sécrétion du suc pancréatique

sécrétion hydro-électrolytique

- C'est une sécrétion riche en **bicarbonates**, avec une concentration qui augmente avec le débit de sécrétion jusqu'à un maximum de 150 mmol/l, alors que celle du chlore diminue, la somme restant constante.
- Les concentrations du **sodium** et du **potassium** sont voisines de celles du plasma et indépendantes du débit sécrétoire. Elles équilibrent la sécrétion des anions
- La sécrétion pancréatique **alcaline** permet de **tamponner le chyme acide** qui parvient dans le duodénum.



Rôle du suc pancréatique

- La sécrétion pancréatique alcaline permet de tamponner le chyme acide qui parvient dans le duodénum, ce qui crée un PH adapté à l'action des enzymes digestives présentes dans l'intestin.
- Les enzymes pancréatiques jouent un rôle clé dans la digestion des aliments:
 - L'amylase pancréatique hydrolyse l'amidon
 - La lipase hydrolyse les triglycérides en monoglycérides et acides gras.
 - Les protéases dégradent les protéines en acides aminés, dipeptides et tripeptides.

Régulation des sécrétions bilio-pancréatiques

Les mêmes facteurs (influx nerveux et hormones gastro-intestinaux) régissent la sécrétion de bile et de suc pancréatique ainsi que la libération de ces substances dans l'intestin grêle, où elles jouent leurs rôles dans la digestion des aliments.

Régulation des sécrétions bilio-pancréatiques

phase interdigestives

- Le foie produit de la bile de façon continue.
- En dehors des périodes de digestion en cours, le muscle du sphincter de l'ampoule hépatopancréatique, ou sphincter d'Oddi, est fermé.
- La bile élaborée reflue donc dans le conduit cystique et dans la vésicule biliaire, où elle est emmagasinée jusqu'à ce qu'elle devienne nécessaire.

Régulation des sécrétions biliopancréatiques

phase postprandiale: contrôle nerveux

- **La phase céphalique**, qui fait intervenir des réflexes passant par le nerf vague, et **la phase gastrique**, qui met en jeu le réflexe vago-vagal via la distension de l'estomac, jouent un rôle modeste sur la sécrétion pancréatique et entraîne une faible contraction de la VB.

Régulation des sécrétions bilio-pancréatiques

phase postprandiale: contrôle hormonale

- L'arrivée dans le duodénum d'un chyme acide stimule la sécrétion de la **Sécrétine**,
- La présence des protéines et surtout des graisses dans le chyme, stimule la sécrétion de la **cholécystokinine**.
- **La sécrétine** est sécrétée par les cellules S intestinale
- **La cholécystokinine** est sécrétée par les cellules I intestinales.
- Lorsque les aliments ne contiennent pas de graisse, la vésicule biliaire se vide très peu ;
- Lorsque des quantités suffisantes de graisses sont présentes, la vésicule se vide complètement en environ 1 heure.

Régulation des sécrétions bilio-pancréatiques

phase postprandiale: contrôle hormonale

La sécrétine

- Stimule la libération du suc pancréatique riche en bicarbonates en simulant la sécrétion de grandes quantités de bicarbonates par les cellules canalaire du pancréas.
- Augmente la libération de la bile en stimulant la sécrétion d'une solution aqueuse d'ions sodium et de bicarbonates par les canaux hépatiques.
- Inhibe la motilité et la sécrétion gastrique acide.

La cholécystokinine

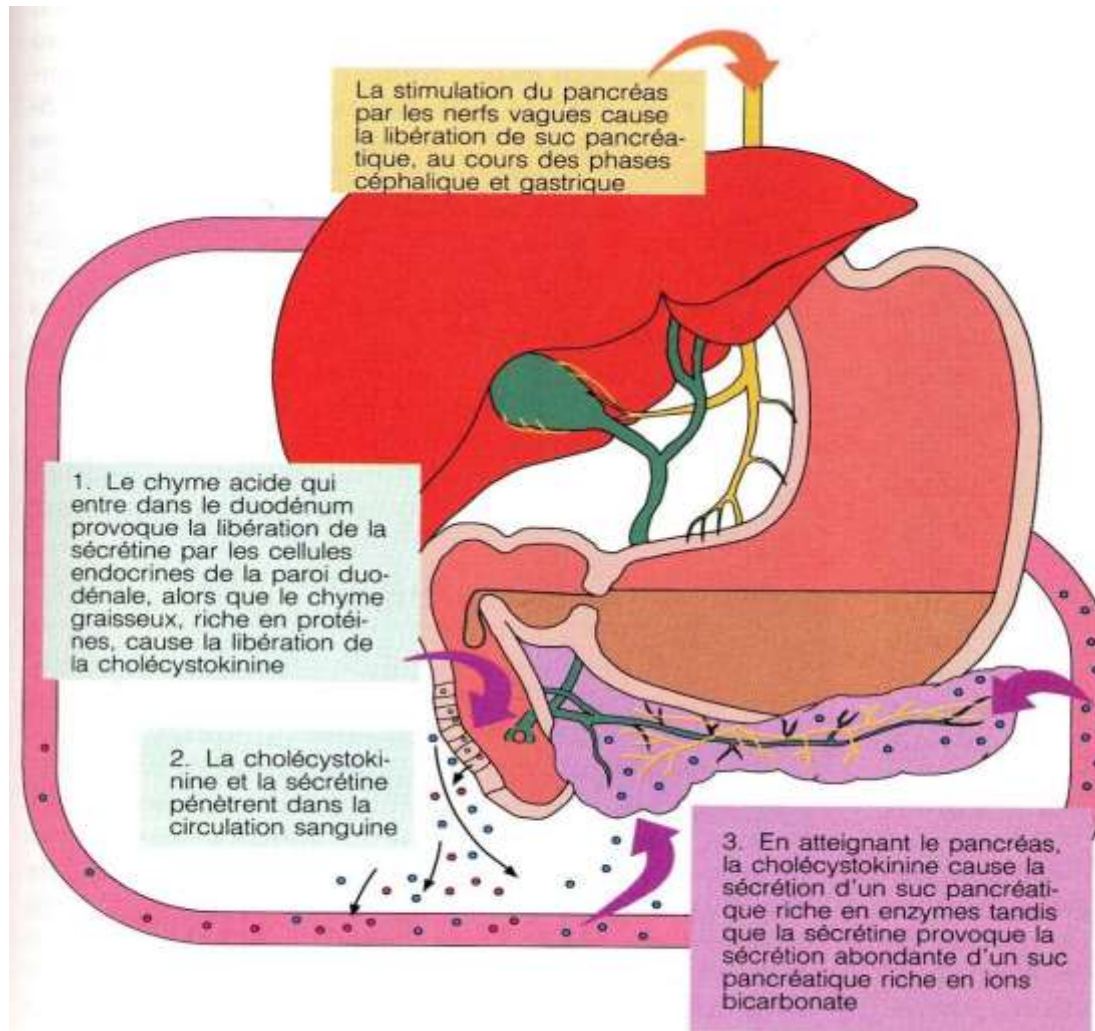
- Elle stimule le pancréas et déclenche la libération d'un suc pancréatique, riche en enzymes par les cellules acineuses.
- Elle déclenche une forte contraction du muscle lisse de la vésicule biliaire, entraînant la vidange de cette dernière et l'apparition d'ondes péristaltiques le long du conduit cholédoque.
- Elle amorce le relâchement du sphincter hépato-pancréatique pour permettre le passage de la bile dans l'intestin grêle.
- Elle potentialise l'effet de la sécrétine.
- Enfin elle inhibe la motilité et les sécrétions gastriques.

Régulation des sécrétion bilio-pancréatiques

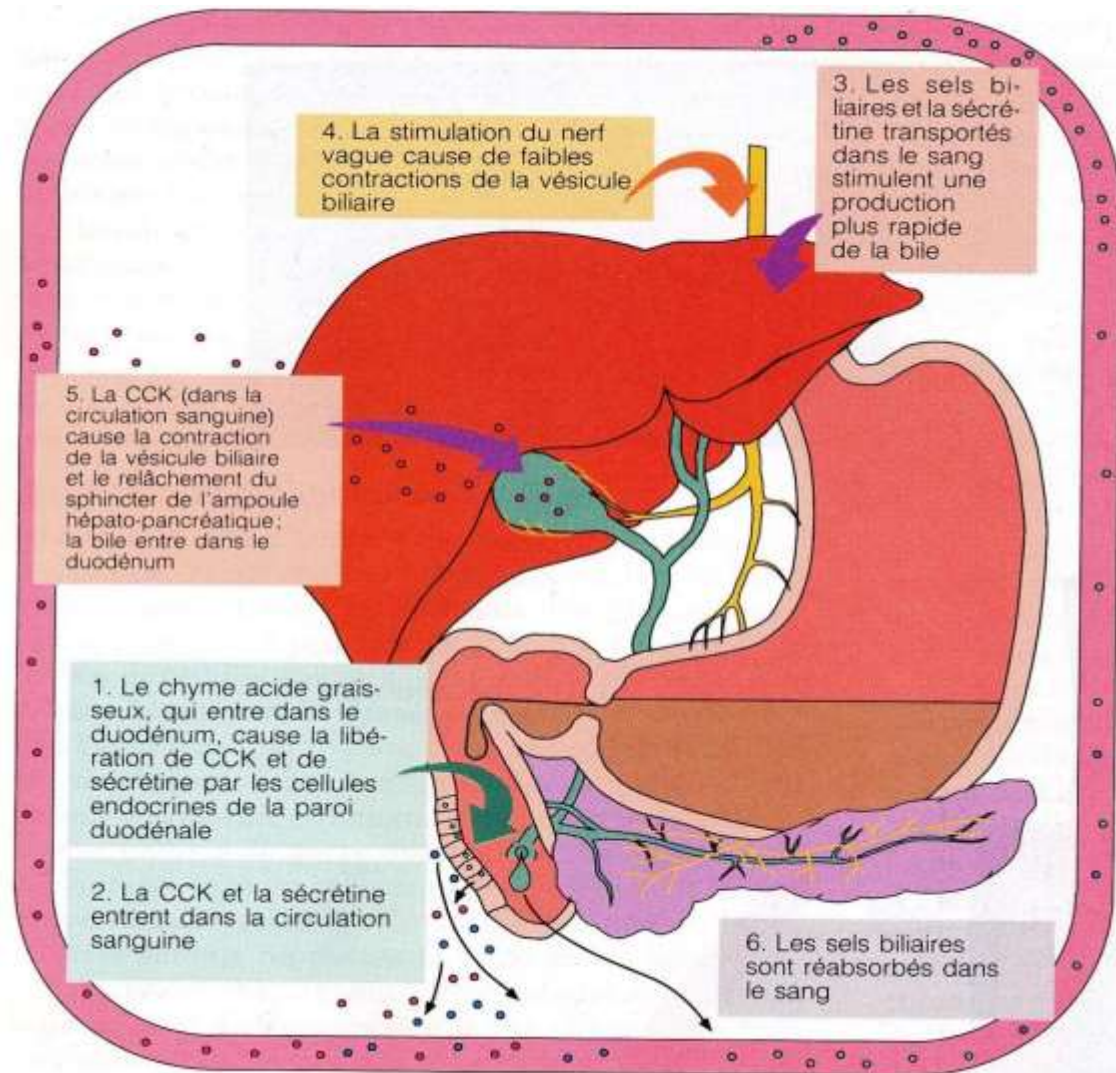
phase postprandiale: **flux hépatiques des sels biliaires**

- La quantité de bile que le foie peut, chaque jour, former est étroitement dépendante de la disponibilité en sels biliaires – plus la quantité de sels biliaires est importante dans le cycle entéro-hépatique (habituellement un total de 2,5g), plus la vitesse de sécrétion de bile est élevée.
- L'ingestion d'un excès de sels biliaires peut augmenter la sécrétion biliaire de plusieurs centaines de millimètres par jour.

Contrôle de la sécrétion du suc pancréatique



Contrôle de la sécrétion de la bile



Conclusion

- La phase bilio-pancréatique joue un rôle clé dans la digestion.
- Elle est responsable de la sécrétion d'un suc bilio-pancréatique alcalin permettant de tamponner le chyme acide arrivant dans l'intestin et favorisant ainsi l'activité des enzymes intervenant dans la digestion.
- Elle fournit les enzymes clés de la digestion lipase, amylase, protéases et nucléases.
- Et enfin, elle favorise la digestion des graisses grâce à leur émulsification par les sels biliaires.