

Chapitre 11 : Développement de l'appareil digestif

2014

Table des matières

<u>Introduction</u>	0
<u>Préambule</u>	0
<u>1. A LA FIN DE LA DELIMITATION DE L'EMBRYON</u>	0
<u>1.1. Formation de l'intestin primitif</u>	0
<u>1.2. Mise en place des mésos</u>	0
<u>1.3. Vascularisation de l'intestin primitif:</u>	0
<u>2. EVOLUTION DE L'INTESTIN PRIMITIF ANTERIEUR</u>	0
<u>2.1. Développement de l'intestin pharyngien</u>	0
<u>2.1.1. La muqueuse bucco-pharyngée</u>	0
<u>2.1.2. Les poches endobranchiales</u>	0
<u>2.1.3. Le plancher de l'intestin pharyngien</u>	0
<u>2.2. Le diverticule respiratoire</u>	0
<u>2.3. Développement de l'œsophage</u>	0
<u>2.4. Développement de l'estomac</u>	0

<u>2.4.1. Formation de l'ébauche</u>	0
<u>2.4.2. Les rotations</u>	0
<u>2.4.3. Évolution des mésogastres ventral et dorsal</u>	0
<u>2.5. Développement du duodénum</u>	0
<u>2.6. Développement des glandes digestives</u>	0
<u>2.6.1. Développement du foie</u>	0
<u>2.6.2. Vésicule biliaire</u>	0
<u>2.6.3. Pancréas</u>	0
3. EVOLUTION DE L'INTESTIN PRIMITIF MOYEN	0
<u>3.1. Formation de l'anse intestinale primitive</u>	0
<u>3.2. Rotation des anses intestinales</u>	0
<u>3.3. Développement de l'appendice</u>	0
4. EVOLUTION DE L'INTESTIN PRIMITIF POSTÉRIEUR	0
<u>4.1. Cloisonnement du cloaque</u>	0
<u>4.2. Evolution de l'allantoïde</u>	0
5. ÉVOLUTION DES MESOS	0
6. LES MALFORMATIONS	0
<u>6.1. Au niveau de l'Intestin pharyngien et région branchiale</u>	0
<u>6.1.1. Kyste et fistule cervicales</u>	0
<u>6.1.2. Kystes du canal thyreo-glosse</u>	0
<u>6.2. Au niveau de l'Intestin primitif antérieur</u>	0
<u>6.2.1. A l'étage supérieur</u>	0
<u>6.2.2. Dans la partie caudale</u>	0
<u>6.3. Au niveau de l'intestin primitif moyen</u>	0
<u>6.4. Au niveau de l'intestin primitif postérieur</u>	0

Introduction

L'appareil digestif se développe à partir de l'intestin primitif ([cf. Chapitre 5 "Quatrième semaine du développement de l'oeuf"](#)). L'endoderme est à l'origine des épithéliums (qui bordent la lumière des différents segments du tube digestif), des dérivés glandulaires et des organes lymphoïdes; le mésenchyme intra-embryonnaire situé autour de l'intestin primitif est à l'origine des constituants musculaires et conjonctifs des parois.

Figure 1 : Développement de l'appareil digestif

Préambule

PRESENTATION GENERALE

L'**intestin primitif** se compose de trois parties que l'on distingue comme suit :

- L'**intestin primitif antérieur**, dans sa partie céphalique, appelée **intestin pharyngien**, tapisse la

lumière de la région branchiale ([cf. Chapitre 5 "Quatrième semaine du développement de l'oeuf"](#)). Il est à l'origine de la cavité buccale et du pharynx avec leurs dérivés glandulaires et lymphoïdes ainsi que du **diverticule respiratoire**. Dans sa **partie caudale**, l'intestin primitif antérieur est à l'origine de l'**oesophage**, de l'**estomac**, d'une partie du duodénum, du **foie** et des voies biliaires et du pancréas.

- **L'intestin primitif moyen** est à l'origine de la partie terminale du duodénum, du jéjunum et de l'iléon, du cecum, de l'appendice et d'une grande partie du colon (segment ascendant et 2/3 du colon transverse).
- **L'intestin primitif postérieur** est à l'origine du reste du colon (1/3 distal du colon transverse, colon descendant, colon sigmoïde), du rectum et du canal anal par division de la région du cloaque.

Figure 2a : L'intestin primitif

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

1. A LA FIN DE LA DELIMITATION DE L'EMBRYON

1.1. Formation de l'intestin primitif

L'intestin primitif s'isole, lors de la délimitation, à la quatrième semaine du développement ([cf. Chapitre 5 "Quatrième semaine du développement de l'oeuf"](#)), par **tubulation du toit du lécithocèle**.

Il reste en communication dans sa partie moyenne avec la **vésicule vitelline** par un canal étroit, le **canal vitellin**, enfermé dans le **cordons ombilical**.

Figure 2b: formation de l'intestin primitif

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

1.2. Mise en place des mésos

Lors de la délimitation de l'embryon, en même temps que s'individualise l'intestin primitif, **l'accolement des lames latérales du mésoblaste splanchnique sur la ligne médiane conduit à la formation d'une fine cloison** au sein de l'embryon. Cette **cloison mésoblastique**, initialement dorso-ventrale, contient l'**intestin primitif** et le maintient suspendu **au sein du coelome intra-embryonnaire** (future cavité pleuro-péritonéale) tout en assurant sa vascularisation via les **branches artérielles de l'aorte dorsale** qui y circulent.

Cette fine cloison prend le nom générique de **méso**, avec cependant des dénominations spécifiques en fonction des étages (**mésogastre** au niveau de l'estomac, **mésentère** au niveau de l'iléon, **mésocôlon** au niveau du côlon...). Le **méso dorsal**, présent tout le long du tube digestif, relie l'intestin primitif à la face dorsale de l'embryon ; le **méso ventral**, uniquement présent au niveau du segment abdominal de l'intestin primitif antérieur relie ce segment à la face ventrale de l'embryon.

Ces mésos vont évoluer pour suivre les transformations et les changements de position du tube digestif dont une partie reste intra péritonéale alors que d'autres segments deviendront rétro péritonéaux.

Fig 2c: La formation des mésos

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

1.3. Vascularisation de l'intestin primitif:

L'intestin primitif est vascularisé par des **branches issues de la face ventrale de l'aorte dorsale** ([cf. Chapitre 10 "Développement du système cardio-vasculaire"](#)) : 5 branches assurent la vascularisation de la portion thoracique de l'intestin primitif et 3 celle de la portion abdominale ; elles cheminent dans les mésos et abordent les différents segments du tube digestif par leur couche périphérique.

Les territoires irrigués par de ces trois dernières branches définissent trois zones de l'intestin primitif à l'origine de l'essentiel du tube digestif définitif :

- la portion abdominale de l'intestin antérieur, vascularisée par le **tronc cœliaque**,
- l'intestin moyen, irrigué par l'**artère mésentérique supérieure** et
- l'intestin postérieur sous la dépendance de l'**artère mésentérique inférieure**.

Fig 3: La vascularisation de l'intestin primitif

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

2. EVOLUTION DE L'INTESTIN PRIMITIF ANTERIEUR

2.1. Développement de l'intestin pharyngien

Portion initiale de l'intestin primitif antérieur, l'intestin pharyngien fait suite à la cavité buccale ([cf. Chap 9.2.2.2](#)) et correspond au revêtement de la face interne des arcs branchiaux.

Ces massifs mésoblastiques sont recouverts en dehors par l'ectoderme qui forme des replis entre les arcs, les poches ectobranchiales. La première de ces poches sera à l'origine du méat acoustique externe ([cf. Chap 16.4.3](#)), les suivantes seront recouvertes par l'importante expansion du deuxième arc et donneront une cavité tubulaire qui disparaît au cours du développement, le sinus cervical.

L'endoderme recouvre la face interne des arcs branchiaux et forme également des replis entre les arcs, les poches endobranchiales, situées en regard des poches ectobranchiales.

2.1.1. La muqueuse bucco-pharyngée

Le revêtement interne de la **région branchiale**, est à l'origine de la muqueuse qui tapisse le pharynx et la partie postérieure de la cavité buccale. Elle est faite d'un épithélium malpighien non kératinisé, dérivant de l'**endoderme**, reposant sur un **chorion conjonctif** très **vascularisé**, dérivant du mésenchyme intra-embryonnaire, qui contient de nombreuses petites glandes salivaires d'origine endodermique.

Figure 4 : La muqueuse bucco-pharyngée

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

2.1.2. Les poches endobranchiales

Les **poches endobranchiales**, apparues sur les faces latérales dès la 4^{ème} semaine donnent au cours des 6^{ème} et 7^{ème} semaines de développement, des dérivés importants :

1) **la première** se creuse et s'allonge en même temps que s'élargit la région buccale, elle donne le **recessus tubo-tympanique** à l'origine de la **trompe auditive** et de la **caisse du tympan**. Son extrémité rejoint le fond de la première poche ectobranchiale qui devient le **méat acoustique externe** (le **tympan** restera une membrane résultant de l'accolement des feuillets endodermique et ectodermique séparés par une fine couche de tissu conjonctif d'origine mésenchymateuse).

2) **la deuxième**, peu profonde, donne un bourgeonnement qui s'enfonce dans le chorion sous-jacent et sera ultérieurement le siège d'une colonisation par des cellules lymphoïdes ; ainsi se constitue de chaque côté l'**amygdale palatine** (les travées endodermiques sont à l'origine des *cryptes*).

Figure 5 : Les premières poches endobranchiales (I et II)

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

3) **La troisième** donne deux bourgeonnements distincts :

- la partie ventrale donne de chaque côté, un bourgeonnement volumineux, l'**ébauche principale du thymus**, qui **plonge** vers la ligne médiane et migre en direction caudale pour rejoindre son homologue contro-latérale

- la partie dorsale donne un petit bourgeon distinct qui se transforme en **ébauche de glande parathyroïde**.

4) **La quatrième** donne également deux bourgeonnements :

- la partie dorsale, une **ébauche de glande parathyroïde**

- la partie ventrale une **ébauche thymique accessoire**

5) La cinquième poche est rudimentaire dans l'espèce humaine qui ne possède pas de corps ultimobranchial. (Les cellules C de la thyroïde qui secrètent la calcitonine, hormone hypocalcémisante, dérivent des cellules des crêtes neurales).

Figure 6 : Les poches endobranchiales suivantes (III, IV, V)

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

A partir de la 8ème semaine, les **ébauches thymiques se rejoignent** sur la **ligne médiane** et le **thymus migre en direction caudale** pour rejoindre sa **localisation définitive** à la partie supérieure du thorax. Les ébauches sont colonisées à partir de la 11^e semaine du développement par des cellules dendritiques et des cellules lymphoïdes, le thymus devient un siège de différenciation des cellules lymphoïdes.

La migration des ébauches thymiques entraîne celle des ébauches parathyroïdiennes : **les ébauches parathyroïdiennes dérivées des 4èmes** poches endobranchiales viennent se placer au pôle inférieur des lobes thyroïdiens, ce sont les *parathyroïdes inférieures*, **celles dérivées des 3èmes** poches endobranchiales s'arrêtent en arrière du pôle supérieur des lobes thyroïdiens, ce sont les *parathyroïdes supérieures*. Ces ébauches glandulaires sont fonctionnelles dès leur individualisation, elles secrètent la parathormone, hypercalcémisante.

Figure 7 : Les poches endobranchiales, migration des ébauches glandulaires

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

2.1.3. Le plancher de l'intestin pharyngien

Le **plancher de l'intestin pharyngien** est également à l'origine de proliférations qui vont permettre la formation de la langue et de la glande thyroïde :

1) La **langue** dérive de bourgeons qui se développent à partir des arcs branchiaux et soulèvent le plancher de l'intestin pharyngien :

- le **premier arc** est à l'origine d'un bourgeon situé sur la **ligne médiane**, le **tuberculum impar**, et d'un **bourgeon latéral de chaque côté**. Ces trois bourgeons se développent très rapidement et constituent ensemble la **partie antérieure de la langue**, en avant du « **V** » **lingual**, qui fait saillie dans la cavité buco-nasale.
- le **deuxième arc** est à l'origine d'un bourgeon sur la ligne médiane qui se développe peu, la **copula**,
- le **troisième arc** est à l'origine d'un bourgeon de chaque côté qui se réunissent pour former l'**éminence hypobranchiale**,
Ces trois bourgeons issus des deuxième et troisième arcs constituent ensemble la **racine de la langue**.

Le mésenchyme des arcs branchiaux est à l'origine des éléments conjonctifs et vasculaires mais les fibres musculaires striées dérivent des somites occipitaux. L'endoderme qui borde la lumière de l'intestin pharyngien donne l'épithélium lingual (malpighien non kératinisé) où apparaissent très tôt les papilles et les premiers bourgeons du goût en regard des terminaisons nerveuses ainsi que des invaginations (*cf. glossaire*) qui sont à l'origine des très nombreuses glandes salivaires intra-linguales.

Figure 8 : Le plancher de l'intestin pharyngien, développement de la langue

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

2) La **glande thyroïde** naît d'un **bourgeonnement** de l'endoderme sur la ligne médiane à la jonction entre le 1er et le 2ème arc (entre **tuberculum impar** et **copula**). Ce bourgeonnement s'invagine dans le **mésenchyme sous-jacent** sous la forme d'un diverticule (*cf. glossaire*) dont l'extrémité se développe pour donner l'**ébauche thyroïdienne** principale. Cette ébauche **migre en direction caudale** pour venir se placer à la 7ème semaine à la **face antérieure du cou**, en avant du **cartilage thyroïde**. Pendant cette migration l'ébauche reste reliée au plancher de l'intestin pharyngien par le **canal thyro-glosse**. Normalement, ce canal disparaît, seules persistent l'extrémité distale qui donne le **lobe pyramidal de la thyroïde** et son orifice proximal sous la forme d'une fossette borgne à la pointe du **V lingual**, le **foramen caecum**. L'ébauche se développe de chaque côté pour former les lobes thyroïdiens, ce développement correspond à une prolifération des cellules d'origine endodermique sous la forme de cordons cellulaires qui se fragmentent, vers la 10ème semaine du développement, en amas à l'origine des vésicules thyroïdiennes. Celles-ci deviennent fonctionnelles vers la 11ème semaine (présence de colloïde et premières sécrétions hormonales). Les cellules C se développent en périphérie des vésicules à partir des cellules des crêtes neurales incluses dans la paroi de l'intestin pharyngien.

Figure 9 : Le plancher de l'intestin pharyngien, développement de la glande thyroïde

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

Figure 10 : Le plancher de l'intestin pharyngien, migration des ébauches de la glande thyroïde

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

2.2. Le diverticule respiratoire

Le **diverticule respiratoire** apparaît à la 4ème semaine sous la forme d'une **gouttière** de la face ventrale de l'**intestin pharyngien** dans sa partie caudale. Cette ébauche restera en communication avec la cavité de l'intestin pharyngien par l'**orifice laryngé**, elle est séparée de la **base de la langue** par l'**épiglotte** résultant d'un bourgeonnement du tissu mésenchymateux du 4ème arc qui soulève le revêtement endodermique sur la ligne médiane juste en arrière de la copula.

Ce **diverticule** sera à l'origine du développement de l'appareil respiratoire ([Cf. Chapitre 12 "Développement de l'appareil respiratoire"](#))

Figure 11 : Le plancher de l'intestin pharyngien: formation du diverticule respiratoire

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

2.3. Développement de l'œsophage

Le **segment** de l'intestin primitif antérieur situé immédiatement en aval du **diverticule respiratoire** se modifie peu au cours du développement. Il garde une forme cylindrique autour d'un **axe longitudinal** et s'allonge du fait de la **descente de l'ébauche gastrique** dans la cavité abdominale. Il devient le **segment thoracique** de l'**intestin primitif antérieur**, après la constitution du diaphragme qui sépare en deux régions la cavité pleuro-péritonéale .

La tunique interne, dérivée de l'endoderme, se transforme en un épithélium pavimenteux stratifié, non kératinisé dans l'espèce humaine. Elle est également à l'origine des éléments glandulaires qui se développent dans le mésenchyme avoisinant, les glandes oesophagiennes et les glandes oesogastriques ou cardiales dans la zone de jonction avec l'estomac.

Le reste du mésenchyme se différencie au cours du développement pour donner les constituants conjonctifs et musculaires de la paroi.

Figure 12 : L'oesophage

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

2.4. Développement de l'estomac

2.4.1. Formation de l'ébauche

Dès la fin de la quatrième semaine, apparaît une dilatation fusiforme de la partie moyenne de l'intestin primitif antérieur. Cette dilatation va évoluer pour donner l'estomac. Les **mésos** situés à ce niveau du tube digestif prennent dès lors le nom de **mésogastre ventral** et **mésogastre dorsal**. L'**ébauche gastrique s'accroît** rapidement dans la région abdominale et va s'aplatir transversalement puis s'accroître de façon dissymétrique, plus importante au bord postérieur qu'au bord antérieur. Il se crée ainsi une **grande courbure** et une **petite courbure** de l'estomac.

Figure 13 : La formation de l'ébauche gastrique

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

2.4.2. Les rotations

Par la suite, une double rotation va amener l'estomac dans sa position anatomique définitive :

- Une **première rotation de 90°** autour d'un **axe longitudinal** dans le sens des aiguilles d'une montre amène le bord postérieur (grande courbure) à gauche et le bord antérieur (petite courbure) à droite. Le **nerf phrénique** qui passait sur les faces latérales de l'estomac est maintenant positionné sur les faces antérieure et postérieure.
- La **deuxième rotation** s'effectue autour d'un **axe dorso-ventral** et entraîne un déplacement de la **partie céphalique** de l'ébauche (cardia et fundus) en bas et à gauche tandis que la **partie caudale** (pylore) se déplace en haut et à droite.

Figure 14 : Les rotations de l'ébauche gastrique

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

2.4.3. Évolution des mésogastres ventral et dorsal

La rotation de l'**estomac** entraîne le déplacement des mésogastres ventral et dorsal ainsi que des organes qui s'y trouvent (le **foie** dans le **mésogastre ventral** et la **rate** dans le **mésogastre dorsal**). Le **développement très important de l'ébauche hépatique vers la droite** entraîne la **rotation de l'estomac autour de son axe longitudinal** et le **déplacement de la rate vers la gauche**. Le mésogastre dorsal s'allonge et vient **s'accoler** partiellement à la **paroi postérieure de l'abdomen**.

Cet allongement et la rotation de l'estomac entraînent l'apparition d'un repli de la cavité péritonéale en arrière de l'estomac: **la bourse omentale**.

Figure 15 : Évolution des mésogastres ventral et dorsal (1)

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

Le **mésogastre ventral**, dans lequel se développe le foie, donnera le **ligament falciforme** qui relie le foie à la paroi abdominale, le **revêtement péritonéal autour du foie** (sauf à son **pôle supérieur** au contact du **diaphragme**) et le **petit omentum** qui relie le foie à l'estomac (ligament hépato-gastrique) et au duodénum (ligament hépato-duodénal).

Le **mésogastre dorsal** donnera le **ligament gastro-splénique** qui relie l'estomac à la rate et le **ligament spléno-rénal** reliant la rate à la paroi postérieure au niveau du rein.

Figure 16 : Évolution des mésogastres ventral et dorsal (2)

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

A la suite de la rotation de l'ébauche gastrique autour de son **axe dorso-ventral**, le **mésogastre dorsal** poursuit son développement vers le bas et vers l'avant formant ainsi une **poche** en dessous de l'**estomac** qui vient recouvrir le **côlon** et les **anses intestinales** et dont les deux feuilletts vont par la suite fusionner pour former le **grand omentum** (qui **fusionnera ultérieurement** avec le **mésocôlon**

transverse).

Figure 17 : Évolution des mésogastres ventral et dorsal, (3) le grand épiploon

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

2.5. Développement du duodénum

Le **duodénum** est constitué de deux segments de part et d'autre de l'**ébauche hépatique** :

- la **portion située en amont du bourgeon hépatique** dérive du segment le plus distal de l'intestin primitif antérieur ;
- la **portion située en aval du bourgeon hépatique** dérive du segment proximal de l'intestin primitif moyen.

La **forme en « U »** du duodénum résulte d'une part à la fois du développement de l'ébauche hépatique et de la rotation de l'estomac qui entraînent un décalage vers la droite du cadre duodénal et d'autre part de la croissance de la tête du pancréas .

En raison de la modification de position des mésos suite à la rotation de l'estomac, le méso duodénum se retrouve plaqué contre la paroi postérieure de la cavité péritonéale et ses feuillets finissent par fusionner avec le péritoine. Le duodénum devient ainsi un organe rétro péritonéal sauf pour une courte portion qui fait suite au pylore.

Figure 18 : Développement du duodénum

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

2.6. Développement des glandes digestives

Les **glandes digestives** annexées au tube digestif (**foie** et **vésicule biliaire**, **pancréas**) dérivent de l'endoderme du **tube digestif** primitif par bourgeonnement dans les **mésos**. Les cellules sécrétrices et les canaux excréteurs de ces organes se différencient à partir de l'endoderme alors que le mésenchyme environnant donnera naissance au reste des parois et au tissu de soutien.

Figure 19 : Développement des glandes digestives

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

2.6.1. Développement du foie

Dès le début de la 4^{ème} semaine, apparaît un bourgeonnement à la face ventrale de l'extrémité distale de l'intestin antérieur qui donne naissance au **diverticule hépatique**.

L'endoderme **prolifère** dans le **mésogastre ventral** en direction du septum transversum. Sa croissance est rapide et il **occupe rapidement une grande partie de la cavité abdominale**. Les cellules endodermiques de la partie distale du bourgeon se différencient en hépatocytes qui vont constituer, avec les ébauches vasculaires, le **parenchyme hépatique** et sont à l'origine des voies biliaires intra-hépatiques. La partie proximale du bourgeon hépatique donne par allongement les voies biliaires extra-hépatiques et le **conduit cholédoque** qui relie la glande au duodénum.

Le foie est recouvert de péritoine sur toute sa surface sauf dans sa partie supérieure en contact avec le diaphragme.

Dès la 4^{ème} semaine le foie assure une fonction hématopoïétique, les cellules souches sanguines se développant dans le mésenchyme environnant.

Figure 20 : Développement du foie

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

2.6.2. Vésicule biliaire

A la fin de la 4ème semaine, un bourgeonnement apparaît à la face inférieure du **conduit cholédoque**. Ce **bourgeon** s'allonge et se dilate pour donner la **vésicule biliaire**, sa partie proximale s'amincit pour former le **conduit cystique** qui relie la vésicule biliaire au conduit cholédoque.

La synthèse biliaire débute dans le foie à la 12e semaine, date à laquelle la vésicule biliaire, les conduits cystique et le cholédoque sont perméables, les pigments biliaires sont à l'origine de la coloration du méconium.

Figure 21 : La vésicule biliaire

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

2.6.3. Pancréas

Le **pancréas** dérive du développement de deux **bourgeons initiaux**, provenant d'une prolifération de l'endoderme de l'extrémité distale de l'intestin antérieur.

Le **bourgeon dorsal** apparaît au 26ème jour dans le mésoduodénum dorsal; quelques jours plus tard, apparaît le **bourgeon ventral** dans le mésoduodénum ventral, dans l'angle formé par le **conduit cholédoque** avec le **duodénum**.

L'endoderme donne naissance aux cellules exocrines et aux canaux excréteurs, ainsi qu'aux différentes cellules endocrines des îlots de Langerhans. Initialement dispersées dans le parenchyme, ces cellules se rassemblent secondairement en amas pour former les îlots endocrines du pancréas.

A la 5ème semaine, le bourgeon ventral effectue une **rotation par la droite** autour du duodénum pour venir **fusionner** en arrière avec le bourgeon dorsal. Cette rotation entraîne une **modification du trajet du conduit cholédoque** dont le segment terminal vient s'aboucher dans le duodénum au niveau de la papille principale sur sa paroi gauche (**ampoule hépato-pancréatique**).

Figure 22 : Le pancréas

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

Habituellement, la fusion des bourgeons pancréatiques s'accompagne d'une **fusion des canaux excréteurs** et d'une disparition de la **partie distale du canal excréteur du bourgeon dorsal**. Le **canal excréteur de bourgeon ventral draine alors l'ensemble du pancréas** et prend le nom de **conduit pancréatique principal**. Dans 10% des cas environ, le canal excréteur du bourgeon dorsal persiste et donne une voie excrétrice accessoire, le **conduit pancréatique accessoire** qui s'abouche dans le duodénum au niveau de la papille duodénale mineure, en amont de la papille principale.

Figure 23 : Le pancréas, les canaux excréteurs

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

Du fait des rotations de l'**estomac** et de l'important développement du **foie**, il y a accolement du **mésoduodénum** à la **paroi postérieure de l'abdomen** puis **fusion** avec le péritoine. Le **pancréas** devient ainsi secondairement un organe partiellement rétropéritonéal.

Figure 24 : L'accolement du mésoduodénum

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

3. EVOLUTION DE L'INTESTIN PRIMITIF MOYEN

L'**intestin moyen** représente la portion médiane de l'intestin primitif, en communication par le **canal vitellin** avec la vésicule vitelline. Il s'étend de l'abouchement du cholédoque jusqu'à la jonction avec

l'**intestin postérieur** en amont de l'abouchement de l'**allantoïde**. Ces limites correspondent chez l'adulte au segment duodénal en aval du conduit cholédoque jusqu'à la jonction des tiers moyen et distal du côlon transverse.

Trois étapes principales marquent l'évolution de ce segment du tube digestif :

- un **allongement important** qui donnera naissance aux anses intestinales ;
- un **développement en partie en dehors** de la cavité abdominale (**hernie physiologique**)
- une **double rotation des anses** intestinales dans la hernie et au moment de la réintégration dans l'abdomen.

Figure 25 : Modifications de l'intestin primitif moyen

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

3.1. Formation de l'anse intestinale primitive

A la 6e semaine, l'**allongement rapide** de l'intestin moyen détermine la formation de l'**anse intestinale primitive**, en communication à son sommet avec le **canal vitellin**. L'abouchement de ce canal marque la limite entre la **partie crâniale** de l'anse intestinale primitive (qui donnera le tiers distal du duodénum et le jéjuno-iléon) et la **partie caudale** de l'anse (qui donnera le segment terminal de l'iléon, le côlon ascendant et le tiers proximal du côlon transverse).

En raison de cet allongement et du développement très rapide de l'**ébauche hépatique**, le volume de la **cavité abdominale** devient insuffisant pour héberger la totalité du tube digestif. L'anse intestinale primitive poursuit donc son développement partiellement dans le **cordon ombilical** et forme une **hernie physiologique** entre la 6e et la 10e semaine de développement.

Figure 26 : L'évolution de l'anse intestinale primitive et la hernie physiologique

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

3.2. Rotation des anses intestinales

Deux rotations successives vont se produire au niveau de l'anse intestinale primitive :

Une **première rotation de 90°** dans le sens inverse des aiguilles d'une montre selon une vue ventrale puis une **deuxième de 180°** toujours dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, soit 270° au total.

La première rotation de 90° se situe dans la **hernie physiologique** : la **partie crâniale de l'anse primitive se déplace vers la droite** de l'embryon. Cette première rotation est terminée à la 8e semaine.

Dans le même temps, l'anse vitelline poursuit son allongement et forme les **anses jéjuno-iléales** qui débutent leur **réintégration** à partir de la 10e semaine.

Cette réintégration se fait de façon ordonnée : la **partie proximale du jéjunum en premier vient se placer à gauche** de la cavité abdominale à la suite du **duodénum**, puis les **anses se succèdent et viennent se ranger à droite** de la précédente. Le **caecum**, qui est une dilatation apparue juste en aval du canal vitellin, **vient se placer en dernier sous le foie**.

Figure 27 : Rotation de l'anse intestinale primitive

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

En même temps qu'a lieu la réintégration, la **deuxième rotation de 180°** survient, amenant la **partie caudale** de l'anse primitive (futur côlon) en avant du **duodénum**. Cette portion caudale s'allonge peu mais voit son diamètre augmenter.

A la fin de la réintégration et de la double rotation, le **caecum glisse vers le bas** et fini par rejoindre sa position anatomique dans la fosse iliaque droite.

A partir de la 8e semaine, le **canal vitellin commence à régresser** et il a normalement disparu sur l'essentiel de son trajet lors de la réintégration des anses. La partie proximale du canal vitellin persiste et constitue un segment borgne, le **diverticule de Meckel**.

Figure 28 : Réintégration des anses intestinales

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

3.3. Développement de l'appendice

En même temps qu'intervient la réintégration, apparaît une évagination du caecum, située le plus souvent au dessous de l'abouchement de l'iléon, dont la paroi est très riche en follicules lymphoïdes, l'**appendice iléo-cecal**.

4. EVOLUTION DE L'INTESTIN PRIMITIF POSTÉRIEUR

L'**intestin primitif postérieur** est la portion du tube digestif qui fait suite à l'intestin moyen et se termine au niveau de la **membrane cloacale**. Cette partie du tube digestif est irriguée par l'artère mésentérique inférieure.

En amont de la membrane cloacale, l'intestin postérieur est en communication avec l'**allantoïde**, leur segment commun formant le **cloaque**.

L'évolution de l'intestin postérieur consiste en un **allongement modéré** de sa partie proximale à l'origine du tiers distal du côlon transverse, du côlon descendant, et du sigmoïde (partie distale du côlon, avant le rectum) et en un cloisonnement du cloaque séparant les **voies digestive** (rectum et canal anal) et **uro-génitale** (sinus uro-génital primitif).

Figure 29 : L'intestin primitif postérieur

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

4.1. Cloisonnement du cloaque

Ce cloisonnement résulte de l'apparition d'un **septum uro-rectal** dans l'angle formé par l'**allantoïde** et l'**intestin postérieur**. Cette cloison résulte d'une prolifération du **mésenchyme** qui s'insère entre les deux structures dérivées de l'endoderme et **progresses en direction caudale** jusqu'au contact de la **membrane cloacale**. Ce septum est renforcé par **deux bourrelets latéraux**. A la 7e semaine, ce septum divise le cloaque en **sinus urogénital primitif** en avant et en **canal ano-rectal** en arrière.

La zone de jonction du septum uro-rectal avec la membrane cloacale forme le **périnée** et la membrane cloacale initiale donne alors naissance à deux zones distinctes : la **membrane urogénitale** en avant et la **membrane anale** en arrière.

Figure 30 : Le cloisonnement du cloaque

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

Dès l'individualisation de la **membrane anale** apparaît un **bourrelet mésenchymateux** qui l'entoure et entraîne la formation d'une dépression : la **dépression anale** (ou proctodeum). A la 8e semaine, la **membrane anale disparaît** et met en communication l'**intestin postérieur avec l'extérieur**. De la sorte, le canal anal a une double origine, **endodermique** pour ses 2/3 proximaux et **ectodermique** pour son 1/3 distal. Cette dualité embryologique explique la double vascularisation du canal anal, branches de l'artère mésentérique inférieure pour sa partie supérieure et branches des artères iliaques pour sa partie terminale.

Figure 31 : La formation du canal anal

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

4.2. Evolution de l'allantoïde

Vers la 6e semaine, au moment où s'individualise le septum uro-rectal, la **partie moyenne** de l'**allantoïde** se **dilate** pour former la **vessie**, sa **portion distale régresse** en laissant subsister un ligament qui relie le sommet de la vessie et l'ombilic : l'**ouraque**. Sa **partie la plus proximale** s'étire pour donner l'**urètre pelvien et membraneux** (cf. [Chapitre 16 "Développement de l'appareil uro-génital"](#)).

Figure 32 : L'évolution de l'allantoïde

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

5. ÉVOLUTION DES MESOS

Le **mésentère**, qui a subi une **rotation** autour de l'**artère mésentérique supérieure**, n'est initialement fixé à la paroi abdominale postérieure qu'au niveau du passage de l'artère.

Après la réintégration de l'intestin, il y a régression des **mésos** du **côlon ascendant** et **descendant** qui adhèrent à la paroi postérieure, ces segments coliques deviennent ainsi **secondairement rétropéritonéaux** et, de ce fait, le mésentère reste fixé à la paroi postérieure selon une **ligne d'insertion** qui va de l'**angle duodéno-jéjunal** à la **jonction iléo-cœcale**.

Figure 33 : Les mésos

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

Le **côlon transverse**, lui, reste appendu à son **méso** qui s'accole au **grand omentum** en avant, il est donc intra péritonéal. Il en est de même pour le colon **sigmoïde** (partie distale du côlon, avant le **rectum**) qui reste libre dans la cavité abdominale.

Figure 34 : Les mésocôlons

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

6. LES MALFORMATIONS

Les malformations peuvent concerner tous les étages de l'appareil digestif.

6.1. Au niveau de l'Intestin pharyngien et région branchiale

6.1.1. Kyste et fistule cervicales

Elles résultent d'une persistance du sinus cervical [§ 2.1.1](#) apparu dès la 6ème semaine et qui normalement disparaît totalement, la communication vers l'extérieur (fistule) est rare.

6.1.2. Kystes du canal thyreo-glosse

Il s'agit de poches résiduelles persistantes sur le trajet du **canal thyreo-glosse**, la persistance d'un reliquat de parenchyme glandulaire est possible donnant une **glande thyroïde accessoire** [§ 2.1.3](#).

Figure 35 : Anomalies de l'intestin pharyngien et de la région branchiale

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

6.2. Au niveau de l'intestin primitif antérieur

6.2.1. A l'étage supérieur

Les malformations sont secondaires à des anomalies de l'individualisation de l'ébauche respiratoire : les plus fréquentes sont des atrésies (*cf. glossaire*) de l'œsophage **accompagnées** ou non de **fistule tracheo-œsophagienne** ; il peut également s'agir de **sténose œsophagienne**, simple réduction de calibre de l'œsophage sans anomalie de l'arbre bronchique.

Figure 36 : Anomalies de l'œsophage

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

6.2.2. Dans la partie caudale

1) La malformation la plus fréquente est la **sténose du pylore**, véritable urgence chirurgicale des premières semaines de vie en raison du blocage du transit et des vomissements du fait de l'**hypertrophie** de la couche musculaire de la paroi qui provoque une réduction de calibre de la lumière.

2) Les autres malformations sont plus rares et résultent d'une anomalie de la formation des voies biliaires et de la fusion des bourgeons pancréatiques (*(cf § 2.6)*):

- **atrésie des voies biliaires** avec **dilatations des voies biliaires** et ictère post-natal
- **pancréas annulaire** souvent asymptomatique

Figure 37 : Anomalies de l'intestin primitif antérieur

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

6.3. Au niveau de l'intestin primitif moyen

Les malformations les plus fréquentes sont des anomalies de l'extrémité proximale du canal vitellin:

- Le **diverticule de Meckel** correspond à la persistance de la zone terminale du canal vitellin sous la forme d'un diverticule attenant à l'abouchement dans l'iléon, à quelques centimètres de la jonction iléo-coecale. Il peut être le siège d'une inflammation voire d'une infection (tableau clinique proche de l'appendicite aiguë),
- Ailleurs ce sont des anomalies portant sur la **zone de jonction du canal vitellin avec l'ombilic**: persistance sous la forme d'une **bride** (cordon fibreux) qui peut empêcher la bascule du caecum dans la fosse iliaque droite (*cf. §3.2*), persistance d'une cavité résiduelle formant un **kyste**, voire même canal restant ouvert vers l'extérieur après la section du cordon ombilical (**fistule omphalo-mésentérique**),
- Une autre malformation est l'**omphalocèle** qui correspond à un défaut de réintégration des anses intestinales qui restent dans le cordon ombilical en dehors de la cavité abdominale, recouverts du péritoine et de la paroi amniotique,
- Les autres malformations, plus rares, sont secondaires à un **défaut de rotation** avec risque de volvulus ou à une réduction de calibre (atrésie ou sténose) avec risque d'occlusion intestinale.
- **La Maladie de Hirschprung** ou **mégacolon congénital** est lié à un défaut de développement des cellules nerveuses de la paroi colique (Plexus d'Auerbach et de Meissner) (*cf. Chap 15 1.2.3.1*) donnant un colon dilaté avec accumulation des fèces pouvant entraîner un syndrome d'occlusion.

6.4. Au niveau de l'intestin primitif postérieur

Les malformations les plus fréquentes sont les **atrésies ano-rectales** qui peuvent se situer à différents

niveaux. Elles sont associées ou non à une **imperforation anale** et être accompagnées de **fistules recto-génitales** (communication anormale avec l'urètre dans le sexe masculin ou le vagin dans le sexe féminin).

Ces malformations peuvent être corrigées par une intervention chirurgicale, leur dépistage est systématique à la naissance.

Annexes

Glossaire

- **atrésies** : Développement défectueux d'un organe creux s'accompagnant d'une réduction de calibre (au maximum fermeture totale de la lumière)
- **diverticule** : Ebauche accessoire apparaissant à partir d'un organe creux et restant attachée (au moins provisoirement) à ce dernier.
- **invaginations** : Expansion cellulaire à partir d'un feuillet ou d'un organe se développant dans un tissu sous-jacent (en dedans de la limite initiale).