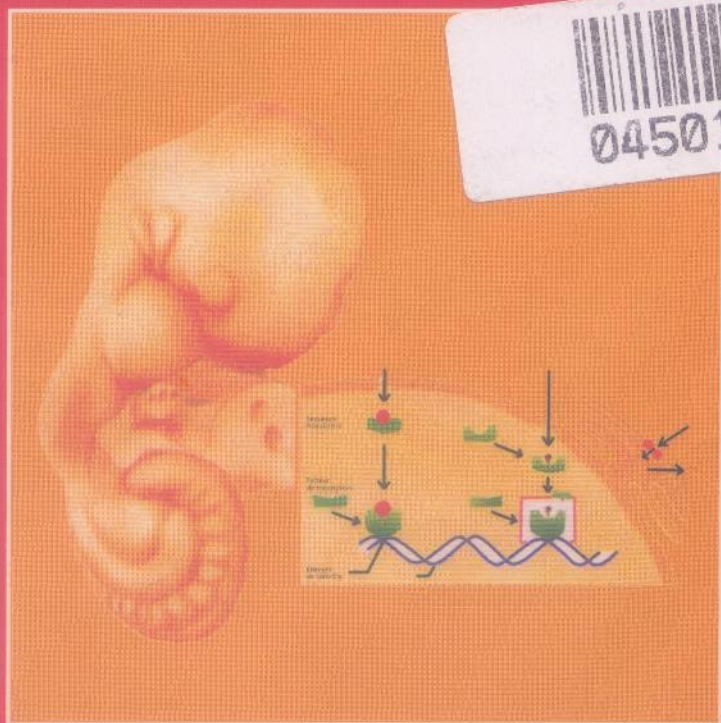


# ATLAS DE POCHE D' EMBRYOLOGIE

ULRICH DREWS



045015



Médecine - Sciences  
Flammarion

# Atlas de poche d'embryologie

Ulrich Drews

Traduit de l'allemand par

Anne Eichmann

Docteur en Biologie

Institut d'Embryologie Cellulaire et Moléculaire du CNRS  
et du Collège de France, Nogent-sur-Marne

Préface à l'édition française par

Gérard Couly

Professeur

Hôpital Necker, Paris

176 planches de Astried Rothenburger et Rüdiger Gay



Médecine-Sciences

Flammarion

87, quai Panhard et Levassor, 75013 Paris

<http://www.medecine.flammarion.com>

MD 10 83

045015

(4)



045015

## Sommaire

<b>CHAPITRE I : Reproduction</b>
----------------------------------

Introduction .....	1
--------------------	---

<b>I. Cellules germinales</b>
-------------------------------

<b>1.1</b>	<b>Cycle de la vie</b> .....	<b>4</b>
	Le cycle de la vie passe par une phase haploïde et une phase diploïde.	
	A. Cycle de la vie <i>Fécondation. Zygote. Embryon. Individu. Méiose. Gamètes. Individu et lignée germinale</i>	
	B. « Sexualité » chez les bactéries <i>Infection. Transfection. Conjugaison</i>	
<b>1.2</b>	<b>Cycle cellulaire</b> .....	<b>6</b>
	Méiose et fécondation se complètent dans un cycle cellulaire.	
	A. Cycle cellulaire dans la lignée germinale <i>Cycle cellulaire avec mitose. Cycle cellulaire avec méiose. Cycle cellulaire avec fusion cellulaire</i>	
	B. Développement des cellules germinales mâles et femelles <i>Spermatogénèse. Ovogenèse</i>	
<b>1.3</b>	<b>Chromosomes</b> .....	<b>8</b>
	Dans le cycle cellulaire, les chromosomes homologues sont séparés l'un de l'autre au cours de la mitose.	
	A. Structures des chromosomes <i>Double hélice de l'ADN. Nucléosome. Transcription. Euchromatine et hétérochromatine. Synthèse de l'ADN. Super-hélice. Chromosome métaphasique. Ensemble des chromosomes humains</i>	
<b>1.4</b>	<b>Méiose</b> .....	<b>10</b>
	Au cours de la méiose, les chromosomes homologues s'apparient et échangent des gènes.	
	A. Les chromosomes dans la méiose <i>Prophase I. Stade leptotène (chromosomes fins). Stade zygotène (chromosomes appariés). Stade pachytène (chromosomes courts et épais). Stade diplotène (chromosomes dédoublés). Métaphase I. Métaphase II</i>	
<b>1.5</b>	<b>Fécondation</b> .....	<b>12</b>
	Le spermatozoïde passe à travers la membrane pellucide et active l'ovocyte.	
	A. Fécondation <i>Réaction acrosomique. Fixation du spermatozoïde. Membrane pellucide. Fusion des membranes cellulaires. Deuxième division de maturation. Pronucleus</i>	

- 1.6 Vue d'ensemble : lignée germinale** ..... 14  
 Les cellules germinales apparaissent dans le sac vitellin de l'embryon en tant que lignée de cellules souches. Elles se différencient dans les gonades et transmettent le génome à la génération suivante par les gamètes.
- A. Lignée germinale de l'Homme  
*Zygote pluripotent. Migration des cellules germinales primordiales. Installation dans les ébauches gonadiques. Différenciation sexuelle. Période embryonnaire. Naissance. Puberté. Fécondation. Loi de protection de l'embryon*

## II. Organes génitaux masculins

- 1.7 Organes génitaux masculins** ..... 16  
 Les spermatozoïdes mûrissent dans les canaux génitaux masculins. L'éjaculat est formé.
- A. Organes génitaux masculins  
*Testicules et épидидyme. Prostate et vésicules séminales. Bulbe et urètre. Composition de l'éjaculat. Structure du réflexe sexuel*
- 1.8 Spermatogenèse** ..... 18  
 Les spermatozoïdes se différencient dans les tubes séminifères du testicule.
- A. Développement des cellules de Leydig et des tubes séminifères  
*Période embryonnaire. Puberté. Coopération entre les cellules de Sertoli et de Leydig*
- B. Spermatogenèse  
*Spermatogonies. Méiose. Spermiogenèse*
- 1.9 Vague de spermatogenèse** ..... 20  
 Chez l'Homme, les spermatogonies se développent de manière asynchrone.
- A. Vague de spermatogenèse  
*Formation du syncytium. Vague de spermatogenèse. Le requin. La souris. L'Homme. Stades dans l'épithélium séminifère chez l'Homme*

## III. Organes génitaux féminins

- 1.10 Organes génitaux féminins** ..... 22  
 La fécondation et le développement de l'embryon ont lieu dans les organes génitaux féminins.
- A. Organes génitaux féminins  
*Trompe de Fallope. Isthme. Ampoule. Cellules ciliées dans l'ampoule. Courant liquide dans la trompe. Utérus. Col de l'utérus. Portio et canal cervical. Passage de l'épithélium muqueux dans l'épithélium vaginal. Vagin. Appareil génital externe. Corps caverneux. Structure du réflexe sexuel*
- 1.11 Ovogenèse** ..... 24  
 Les ovocytes commencent leur développement pendant la période embryonnaire et se différencient pendant le cycle.
- A. Développement de l'ovogenèse  
*Prolifération. Formation du follicule primordial. Arrêt de la première division de maturation. Développement du follicule*

- B. Cycle ovarien  
*Croissance constitutive du follicule. Production d'hormones. Follicule ovarien. Ovulation. Corps jaune*
- 1.12 Ovulation** ..... 26  
 Le pic de LH provoque la différenciation terminale de l'ovocyte et l'éclatement du follicule.
- A. Ovaire avec follicule mûr  
*Maturation de l'ovule. Effets de l'augmentation préovulatoire du niveau de LH. L'ovocyte lors de l'ovulation*
- B. Mouvements de la trompe et de l'ovaire
- 1.13 Cycle menstruel** ..... 28  
 Le cycle menstruel est contrôlé par les hormones du follicule ovarien dans l'ovaire.
- A. Cycle menstruel  
*Phase folliculaire. Déclenchement de l'ovulation. Phase lutéinique. Lutéolyse. Régulation centrale. Mécanismes de rétroaction*
- 1.14 Endomètre** ..... 30  
 Au cours de chaque cycle, la muqueuse se prépare à une implantation.
- A. Préparation de l'endomètre à l'implantation  
*Cycle avec menstruation. Cycle avec implantation. Phase de prolifération. Début de la phase sécrétoire. Milieu de la phase sécrétoire. Fin de la phase sécrétoire. Réaction déciduale*

## IV. Grossesse et naissance

- 1.15 Vue d'ensemble : déroulement de la grossesse** ..... 32  
 Les étapes du développement embryonnaire sont mises en rapport avec la grossesse.
- A. Développement précoce  
*Première semaine : transport de l'ovule dans la trompe. 2<sup>e</sup> semaine : implantation*
- B. Période embryonnaire  
*3<sup>e</sup> semaine : disque embryonnaire. 4<sup>e</sup> semaine : plicature. 5<sup>e</sup> - 8<sup>e</sup> semaine : période embryonnaire*
- C. Période fœtale  
*11<sup>e</sup> - 14<sup>e</sup> SA : oblitération de la cavité chorale. 15<sup>e</sup> - 18<sup>e</sup> SA : amniocentèse. 19<sup>e</sup> - 22<sup>e</sup> SA : mouvements de l'enfant. 23<sup>e</sup> - 26<sup>e</sup> SA : fonctions pulmonaires. 27<sup>e</sup> - 40<sup>e</sup> SA : descente de l'abdomen. Date de l'accouchement*
- 1.16 Calendrier de gravidité** ..... 34  
 Le calendrier de gravidité permet de déterminer l'âge de la grossesse et la date de l'accouchement.
- A. Calendrier de gravidité permettant de déterminer la date de l'accouchement  
*Durée de la grossesse. Temps de gestation après les dernières règles (p.m.). Temps de gestation après l'ovulation (p.o.). Détermination de la date de l'accouchement. Échographie*

<b>1.17</b>	<b>Niveau hormonal</b> .....	36
	Le niveau hormonal pendant la grossesse et l'accouchement est contrôlé par l'enfant.	
	A. Niveau hormonal pendant la grossesse <i>HCG (gonadotrophines chorioniques humaines). Progestérone. (Estrogènes. hPL (hormone lactogène placentaire humaine))</i>	
	B. Unité feto-placentaire	
	C. Contrôle hormonal de l'accouchement <i>Ouverture du col de l'utérus. Début du travail</i>	
<b>1.18</b>	<b>Naissance</b> .....	38
	Chez l'Homme, la naissance est déterminée par la taille de la tête de l'enfant.	
	A. Passage dans la filière pelvigénitale <i>Période d'ouverture. Phase d'expulsion. Pivotement de la tête dans la filière pelvigénitale. « Apparition » de la tête. Passage de la tête. Passage des épaules. Élimination du placenta</i>	

## CHAPITRE 2 : Développement humain

### I. Période embryonnaire

<b>2.0</b>	<b>Introduction</b> .....	40
	<i>Divisions en stades. Données d'âge. Données de longueur. Stades Carnegie. Vésicule choriale. Échographie. Développement précoce. Période embryonnaire. Période fœtale. Placenta et membranes fœtales</i>	
	Division en stades	
<b>2.1</b>	<b>Stades Carnegie</b> .....	42
	A. Définition des stades Carnegie <i>Courbe de croissance : rapport entre taille, âge et stade</i>	
<b>2.2</b>	<b>Diamètre chorial et échographie</b> .....	44
	Les diamètres intérieur et extérieur du chorion sont représentés à l'échelle pour permettre une comparaison avec les images obtenues à l'échographie.	
	A. Diamètre chorial pendant la période embryonnaire	
	B. Examen échographique au stade 16 (8 <sup>e</sup> SA) <i>Position de la sonde en coupe longitudinale et en coupe transversale</i>	
<b>2.3</b>	<b>Vue d'ensemble : développement précoce</b> .....	46
	Le développement humain est représenté à l'échelle sur un axe temporel et suivant les stades Carnegie.	
	C. Développement précoce : 1 <sup>re</sup> - 3 <sup>e</sup> semaine <i>« Première semaine ». « Deuxième semaine ». « Troisième semaine »</i>	

<b>2.4</b>	<b>Vue d'ensemble : période embryonnaire</b> .....	48
	D. Période embryonnaire : 4 <sup>e</sup> - 8 <sup>e</sup> semaine <i>1<sup>re</sup> - 3<sup>e</sup> semaine : développement précoce. 4<sup>e</sup> semaine : plicature. 5<sup>e</sup> - 8<sup>e</sup> semaine : organogénèse</i>	
	« Première semaine » : déplacement dans la trompe	
<b>2.5</b>	<b>Vue d'ensemble : « première semaine »</b> .....	50
	A. De l'ovulation à l'implantation <i>Déplacement dans la trompe. Le blastocyste libre dans la lumière de l'utérus</i>	
	B. Développement de l'ovocyte en blastocyste <i>Stade 1 : ovocyte fécondé. Stade 2 : segmentation. Stade 3 : blastocyste libre</i>	
<b>2.6</b>	<b>Stade 4 : fixation</b> .....	52
	A. Fixation du blastocyste sur la muqueuse <i>Glissement. Fixation</i>	
	B. Morula et blastocyste libre chez l'Homme <i>Morula à 32 cellules. Blastocyste initial à 58 cellules. Blastocyste à 107 cellules</i>	
	C. Fixation du blastocyste du singe Rhésus <i>Blastocyste libre. Contact avec la muqueuse</i>	
	« Deuxième semaine » : implantation	
<b>2.7</b>	<b>Vue d'ensemble : « deuxième semaine »</b> .....	54
	A. Implantation du blastocyste <i>Phase précoce. Affaissement d'implantation. Croissance invasive. Implantation interstitielle. Phase terminale. Expansion du blastocyste. Début de la circulation utéro-placentaire. Réaction déciduale</i>	
	B. Cône d'implantation dans la muqueuse utérine <i>Lieu d'implantation. Saignement d'implantation</i>	
<b>2.8</b>	<b>Stade 5 : disque embryonnaire didermique</b> .....	56
	A. Développement du disque embryonnaire didermique et du trophoblaste <i>Affaissement d'implantation. Trophoblaste compact. Trophoblaste lacunaire. Phase finale : circulation du sang maternel dans les lacunes. Formation de la cavité primitive. Croissance des amnioblastes. Formation du sac vitellin primaire. Élargissement du trophoblaste</i>	
	« Troisième semaine » : disque embryonnaire tridermique	
<b>2.9</b>	<b>Vue d'ensemble : « troisième semaine »</b> .....	58
	A. Réorganisation des cavités embryonnaires (« éclatement du sac vitellin ») <i>L'embryon avant et après la réorganisation</i>	
	B. Croissance du disque embryonnaire <i>Vésicule choriale au stade 8. Orientation de l'embryon</i>	

2.10	<b>Stade 6 : transformation du sac vitellin</b> .....	60
	A. Mésoblaste extra-embryonnaire et transformation du sac vitellin <i>Élargissement du mésoblaste et éclatement du sac vitellin primaire. Formation du sac vitellin définitif, de la cavité chorale et du pédicule de fixation. Croissance différente du bouton embryonnaire et du trophoblaste</i>	
2.11	<b>Stades 6b et 7 : ligne primitive</b> .....	62
	A. Développement de la ligne primitive (Stade 6b) <i>Élargissement du mésoblaste extra-embryonnaire. Apparition du mésoblaste intra-embryonnaire</i>	
	B. Développement de la corde (Stade 7) <i>Ligne primitive avec corde. Invagination de la corde à travers le nœud de Hensen. Diverticule allantoïdien. Canal amniotique</i>	
2.12	<b>Stade 8 : canal axial</b> .....	64
	A. Canal axial et apparition de la corde dans le toit de l'intestin <i>Disque embryonnaire avec canal axial. Ligne primitive. Sillon primitif. Corde. Plaque chordale. Plaque préchordale</i>	
2.13	<b>Stade 9 : premiers somites</b> .....	66
	A. Pli céphalique, somites et lames latérales <i>Reconstitution de l'embryon Ludwig. Intestin antérieur et intestin postérieur. Différenciation des feuilletts embryonnaires</i>	
« Quatrième semaine » : plicature de l'embryon		
2.14	<b>Vue d'ensemble : « quatrième semaine »</b> .....	68
	A. Lieu d'implantation au cours de la 4 <sup>e</sup> semaine <i>Position dans l'utérus. Coupe transversale de la vésicule germinale installée</i>	
	B. Élargissement de la cavité amniotique et développement du cordon ombilical <i>Au début et à la fin de la quatrième semaine</i>	
2.15	<b>Plicature</b> .....	70
	A. Plicature du sac vitellin et développement de la forme du corps <i>Redressement des organes axiaux. Flexion cranio-caudale. Fermeture du tube digestif</i>	
2.16	<b>Stade 10 : système circulatoire</b> .....	72
	A. Vaisseaux sanguins au stade 10 <i>Îlots sanguins et plexus capillaire dans l'embryon Ingalls. Trajet des veines vitellines et ombilicales</i>	
	B. Vaisseaux dans l'embryon Payne à 7 somites <i>Vue dorsale de l'embryon. Vaisseaux en vue dorsale. Position du cœur</i>	
2.17	<b>Stade 10 : embryon Corner</b> .....	74
	A. Origine de l'embryon <i>Vue du côté gauche de l'embryon. Vue dans le neuropore antérieur</i>	

2.18	<b>Stade 10 : histologie</b> .....	76
	A. Formation de base du corps embryonnaire <i>Subdivision des feuilletts du disque embryonnaire. Coupes histologiques de l'embryon Corner : péricarde. Sac vitellin. Pli caudal et pédicule de fixation</i>	
2.19	<b>Stade 10 : anneau cœlomique</b> .....	78
	A. Anneau cœlomique au début de la 4 <sup>e</sup> semaine <i>Cavité péricardique. Canaux cœlomiques. Cavité péritonéale. Le cœlome dans l'embryon Corner et dans le profil corporel de l'embryon Davis</i>	
2.20	<b>Stade 11 : neuropores antérieur et postérieur</b> .....	80
	A. Embryon Blechschmidt, 3,1 mm <i>Photographie du matériel original. Reconstitution du même embryon</i>	
2.21	<b>Stade 12 : flexion cranio-caudale</b> .....	82
	A. Embryon Blechschmidt, 2,57 mm <i>Préparation suite à une opération de grossesse tubaire. Embryon avant la fixation. Reconstitution du tube neural, du tube digestif et du mésonéphros. Organisation des cavités cœlomiques</i>	
2.22	<b>Stade 13 : vésicules cérébrales primaires</b> .....	84
	A. Embryon Blechschmidt, 4,2 mm <i>Développement du cordon ombilical. Reconstitution. Système nerveux. Cœur et vaisseaux. Tube digestif. Mésonéphros</i>	
5 <sup>e</sup> - 8 <sup>e</sup> semaine : organogenèse		
2.23	<b>Stade 14 : myotomes</b> .....	86
	A. Embryon Blechschmidt, 6,3 mm <i>Aspect extérieur. Représentation du conduit intestinal, du cœur et des reins, des myotomes et des cavités corporelles</i>	
2.24	<b>Stade 15 : topographie des vaisseaux sanguins</b> .....	88
	A. Embryon Blechschmidt, 7 mm et 7,5 mm <i>Embryon Blechschmidt, 7 mm. Cliché original. Embryon Blechschmidt, 7,5 mm. Topographie des vaisseaux sanguins. Artères de la tête</i>	
2.25	<b>Stade 16 : bourgeons faciaux</b> .....	90
	A. Embryon Blechschmidt, 8,8 mm, 9,6 mm et 10 mm <i>Vue frontale du visage de l'embryon de 8,8 mm. Embryon de 9,6 mm, cliché original. Reconstitution partielle de l'embryon de 10 mm. Conduit intestinal et cavité abdominale. Système locomoteur</i>	
2.26	<b>Stade 17 : vésicule tœlencéphalique</b> .....	92
	A. Embryon Blechschmidt, 9,8 mm et 11,7 mm <i>Embryon de 9,8 mm, vue dorsale. Préparation éclaircie de l'embryon de 11,7 mm. Préparation séquentielle de l'embryon de 11,7 mm</i>	

2.27	<b>Stades 18 et 19 : corps de forme cuboïde</b> .....	94
	A. Embryon Blechschmidt, 13 mm, 13,5 mm et 16,2 mm <i>Embryon in situ avec sac vitellin. Reconstitution partielle : système nerveux central, artères, conduit intestinal. Embryon isolé après la fixation</i>	
2.28	<b>Stade 20 : mains en pronation</b> .....	96
	A. Embryon Blechschmidt, 17,5 mm <i>Aspect extérieur. Conduit intestinal et cavités corporelles</i>	
2.29	<b>Stade 20 : squelette cartilagineux et musculature</b> .....	98
	B. Embryon Blechschmidt, 17,5 mm <i>Squelette cartilagineux et système veineux de la tête. Base du crâne. Musculature du squelette</i>	
2.30	<b>Stade 23 : histologie</b> .....	100
	A. Embryon de 30 mm, coupes sagittales <i>Système nerveux central. Colonne vertébrale et base du crâne. Canal stomato-intestinal. Ovaire et mésonéphros</i>	
2.31	<b>Stade 23 : préparation séquentielle de la tête</b> .....	102
	A. Embryon Blechschmidt, 29 mm <i>Cerveau et squelette viscéral. Ouverture du ventricule latéral et du quatrième ventricule. Coupe médiane du diencephale, du mésencéphale et du plancher du quatrième ventricule. Thorax et bassin</i>	
2.32	<b>Stade 23 : échographie</b> .....	104
	A. Forme du corps et membranes de l'œuf à la fin de la période embryonnaire <i>Embryon Blechschmidt, 29 mm, face. Embryon au stade 22</i>	
	B. Examen échographique correspondant à la 10 <sup>e</sup> SA (8 <sup>e</sup> semaine) <i>Coupe frontale de la tête et du thorax. Coupes sagittales</i>	
<b>II. Période fœtale</b>		
2.33	<b>Vue d'ensemble : période fœtale</b> .....	106
	A. Courbe de croissance au cours de la période fœtale <i>Caractérisation de la période fœtale. Semaines d'aménorrhée (SA). Mois lunaires. Trimestre lunaire. Longueur cranio-caudale (LCC). Longueur cranio-calcanéenne (LCCI). Augmentation du poids. Développement de la forme du corps</i>	
Du 2 <sup>e</sup> au 10 <sup>e</sup> mois		
2.34	<b>10<sup>e</sup> SA : situation</b> .....	108
	A. Fœtus Blechschmidt, 30 mm : préparation séquentielle <i>Vue dans le ventricule latéral et sur la paroi abdominale. Thorax et ventre</i>	

2.35	<b>12<sup>e</sup> SA : centres d'ossification</b> .....	110
	A. Squelette cartilagineux et centres d'ossification <i>Squelette cartilagineux d'un fœtus de LCC 40 mm (Blechschmidt). Crâne et tronc. Centres d'ossification : calotte crânienne, squelette viscéral, colonne vertébrale et côtes, squelette des extrémités</i>	
2.36	<b>14<sup>e</sup> SA : coupe sagittale</b> .....	112
	A. Fœtus de 60 mm, collection Tonutti <i>Tête. Cou. Cage thoracique. Espace abdominal</i>	
2.37	<b>16<sup>e</sup> SA : échographie</b> .....	114
	A. Fœtus de 68 mm LCC, fœtus de 75 mm LCC	
	B. Examen échographique au cours de la 16 <sup>e</sup> SA <i>Vue en coupe sagittale. Vue sagittale de la colonne vertébrale</i>	
2.38	<b>Nouveau-né</b> .....	116
	A. Crâne du nouveau-né <i>Fontanelles et sutures crâniennes. Proportions du squelette</i>	
	B. Évolution des proportions corporelles jusqu'à la naissance	

### III. Membranes fœtales et placenta

#### Chorion

2.39	<b>Vue d'ensemble : chorion et villosités choriales</b> .....	118
	A. Développement des villosités choriales <i>Trophoblaste compact. Lacunes dans le syncytium. Passage du sang maternel et formation des trabécules. Pénétration du cytotrophoblaste. Coque cytotrophoblastique. Pénétration du mésoblaste et des vaisseaux. Arborences villosités et villosités de fixation</i>	
2.40	<b>Coque cytotrophoblastique</b> .....	120
	A. Développement de la coque cytotrophoblastique <i>Plaque chorale. Lame basale. Section à travers le lieu d'implantation</i>	
2.41	<b>Différenciation des villosités choriales</b> .....	122
	A. Villosités choriales pendant la 4 <sup>e</sup> semaine <i>Vésicule chorale isolée. Nœuds syncytiaux. Villosités de 1<sup>er</sup>, 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> ordre. Différenciation de la couche trophoblastique</i>	

#### Placenta

2.42	<b>Vue d'ensemble : placenta et membranes fœtales</b> .....	124
	A. Développement du placenta et des membranes fœtales <i>Calvitie du chorion à la 10<sup>e</sup> SA. Utérus et placenta. Oblitération de la cavité chorale et de la cavité utérine. Placenta et membranes fœtales à la 13<sup>e</sup> SA et vers la fin de la grossesse</i>	

2.43	<b>Formation du placenta</b> .....	126
	A. Organisation fonctionnelle <i>Villosités placentaires. Agrandissement d'une villosité après le 4<sup>e</sup> mois. Résorption des colonnes de cytotrophoblaste. Structure en cotylédon. Vaisseaux villex. Arborescences villexes. Artérioles spiralées</i>	
2.44	<b>Placenta à maturité</b> .....	128
	A. Coupe du placenta à maturité avec septum placentaire	
	B. Décollement du placenta	
	C. Le placenta après la naissance <i>Partie maternelle et partie fœtale</i>	
2.45	<b>Membranes fœtales chez les jumeaux</b> .....	130
	A. Jumeaux dizygotes <i>Naissances multiples après ovulation provoquée artificiellement</i>	
	B. Jumeaux homozygotes <i>Séparation dans la morula, dans le blastocyste et après formation de la cavité amniotique. Malformations du dédoublement. Alimentation sanguine chez les jumeaux</i>	

### CHAPITRE 3 : Embryologie générale

3.0	<b>Introduction</b> .....	132
	<i>Embryologie comparée. Structure de base du corps embryonnaire. Régulation du développement. Différenciation des tissus. Théorie du Gastræa et théorie du feuillet embryonnaire. Théorie moléculaire</i>	

#### I. Embryologie comparée

3.1	<b>Phylogénèse</b> .....	134
	Chaque nouvelle étape d'organisation du monde animal repose sur un nouveau principe du développement embryonnaire et se construit à partir des étapes précédentes.	
	A. Ontogénèse et phylogénèse chez les vertébrés <i>Étapes d'organisation du protozoaire. Stade blastula. Stade gastrula. Formation du mésoblaste. Métamérie, sac vitellin et disque embryonnaire. Cavité amniotique. Placenta</i>	
3.2	<b>Vue d'ensemble : développement précoce</b> .....	138
	La quantité de vitellus de l'ovocyte détermine le développement embryonnaire.	
	A. Comparaison du développement précoce <i>Type d'œuf et segmentation. Blastula. Gastrulation. Formation du mésoblaste. Forme du corps. Oursins. Amphibiens. Oiseaux. Mammifères supérieurs (Homme)</i>	

#### Oursin

3.3	<b>Oursin</b> .....	140
	L'oursin présente la forme originelle de la gastrulation, et l'amphioxus la division de base du mésoblaste.	
	A. Développement de l'oursin <i>Fécondation. Segmentation. Blastula. Début de la gastrula. Gastrulation et formation du mésoblaste. Stade larvaire</i>	
	B. Formation du mésoblaste chez l'amphioxus <i>Amphioxus. Formation du mésoblaste chez l'embryon</i>	

#### Amphibiens

3.4	<b>Amphibiens</b> .....	142
	Les bases de l'embryologie découlent de recherches sur les tritons et les grenouilles.	
	A. Développement précoce des amphibiens <i>Segmentation et gastrulation. Mouvements cellulaires et induction lors de la gastrulation. Différenciation des feuilletts embryonnaires</i>	
3.5	<b>Expériences classiques</b> .....	144
	Induction et détermination ont été définies dans des expériences sur des œufs d'amphibiens.	
	A. Expériences de ligature	
	B. Devenir présomptif et potentialités du développement <i>Carte du devenir présomptif. Carte des potentialités de développement. Puissance d'auto-différenciation</i>	
	C. Expérience de l'organisateur de Spemann <i>Transplantation de la lèvres dorsale du blastopore. Induction des structures archencéphaliques et spino-caudales</i>	

3.6	<b>Facteurs de croissance</b> .....	146
	Les hormones peptides locales sont le substrat moléculaire de l'induction.	
	A. Cascade d'inductions chez l'embryon d'amphibien <i>Induction du mésoblaste, de la plaque neurale et de la placode cristallinienne</i>	
	B. Identification des facteurs de croissance lors de l'induction du mésoblaste	

#### Embryon de poulet

3.7	<b>Disque embryonnaire</b> .....	148
	C'est chez le poulet qu'on peut étudier le plus simplement le développement précoce d'un disque embryonnaire.	
	A. Développement du disque embryonnaire <i>Segmentation. Disque embryonnaire formé d'épiblaste et d'hypoblaste. Croissance de la ligne primitive</i>	

<b>3.8</b>	<b>Nœud de Hensen</b> .....	150
	Le nœud de Hensen correspond à laèvre dorsale du blastopore (organisateur).	
	B. Le nœud de Hensen en tant que centre d'organisation	
	<i>Élargissement du mésoblaste de la ligne primitive. Invagination de la chorde. Redressement de l'ébauche céphalique. Plaque préchordale</i>	
<b>3.9</b>	<b>Plicature</b> .....	152
	Le corps embryonnaire se forme par plicature à partir du disque embryonnaire.	
	C. Plicature chez l'embryon de poulet	
	<i>Redressement de l'ébauche céphalique. Plicature à l'orifice intestinal. Organes primaires en avant du nœud de Hensen et feuillet embryonnaires en arrière de celui-ci</i>	
<b>3.10</b>	<b>Sac vitellin et cavité amniotique</b> .....	154
	Le bourgeon caudal est le blastème de la partie inférieure du corps. Les plis amniotiques fusionnent au-dessus de l'embryon.	
	D. Transformation du nœud de Hensen en bourgeon caudal	
	E. Sac vitellin et cavité amniotique	
	<i>Enveloppement du vitellus. Fusion des plis amniotiques. Cavité amniotique. Chorion</i>	
<b>3.11</b>	<b>Organes extra-embryonnaires</b> .....	156
	L'allantoïde est une évagination du cloaque d'où provient la chorio-allantoïde qui est le précurseur d'un placenta.	
	F. Position de l'embryon dans l'œuf	
	G. Développement de la chorio-allantoïde	
	<i>Croissance de l'allantoïde. Chorion et cavité choriale. Fusion du chorion et de l'allantoïde. Transplantation chorio-allantoïdienne</i>	
<b>3.12</b>	<b>Transplantation caille-poulet</b> .....	158
	Le tissu de caille est un marqueur stable des mouvements cellulaires dans un embryon de poulet hôte.	
	A. Transplantation de la crête neurale	
	B. Expériences démontrant l'origine du système nerveux périphérique	
	<i>Système neuro-végétatif. Ganglions cervicaux</i>	
Mammifères		
<b>3.13</b>	<b>Mammifères</b> .....	160
	Les mammifères dérivent d'ancêtres ovipares.	
	A. Début du développement chez les mammifères	
	<i>Segmentation. Blastocyste. Disque embryonnaire didermique. Disque embryonnaire tridermique. Plicature. Cavités embryonnaires. Placenta vitellin. Placenta allantoïdien</i>	
<b>3.14</b>	<b>Implantation</b> .....	162
	La nidation du blastocyste et la formation des membranes embryonnaires est spécifique à chaque espèce animale.	
	B. Déroulement de l'implantation chez les différentes espèces	
	<i>Implantation superficielle chez le porc. Implantation interstitielle chez l'Homme. Inversion des feuillet embryonnaires chez la souris</i>	

<b>3.15</b>	<b>Principes de formation du placenta</b> .....	164
	Le placenta est plus facile à comprendre dans un contexte plus large.	
	A. Contact entre les villosités choriales et la muqueuse	
	<i>Principes de résorption et de diffusion. Placenta épithélio-chorial, endothélio-chorial et hémo-chorial</i>	
	B. Placenta en labyrinthe et placenta vilieux chez l'Homme	
	<i>Placenta en labyrinthe à la 2<sup>e</sup> semaine. Troncs vilieux à la 3<sup>e</sup> semaine. Arborescences vilieuses pendant la période fœtale</i>	
	C. Aspect extérieur du placenta	
	<i>Porc. Homme. Singe Rhesus. Souris</i>	
<b>3.16</b>	<b>Souris transgéniques</b> .....	166
	Des gènes isolés peuvent être insérés dans la lignée germinale de la souris.	
	A. Production de souris transgéniques	
	<i>Injection. Transfert du blastocyste. Souris transgéniques. Établissement d'une souche homozygote</i>	
	B. Identification de la région déterminant le sexe (SRY)	
	<i>Transfection de la séquence Sry dans une souche de souris</i>	

### Drosophile

<b>3.17</b>	<b>Drosophile</b> .....	168
	Les gènes responsables de la régulation du développement ont été découverts chez la mouche du vinaigre.	
	A. Gènes de segmentation de la drosophile	
	<i>Blastoderme syncytial et expression des gènes de segmentation. Disques imaginaux dans la larve</i>	

### II. Structure fondamentale du corps embryonnaire

<b>3.18</b>	<b>Forme du corps</b> .....	170
	La ligne primitive correspond au blastopore de la gastrula.	
	A. Développement de la forme du corps	
	<i>Gastrulation dans l'œuf pauvre en vitellus. Stade larvaire chez les amphibiens. Étalement fictif en disque embryonnaire. Développement de la forme du corps sur un disque embryonnaire</i>	
<b>3.19</b>	<b>Formation de base</b> .....	172
	L'archétype du corps de vertébré découle d'un intestin en forme de nasse et d'une tige axiale avec lame musculaire permettant la locomotion.	
	A. Région pharyngée viscérale et région somatique abdominale	
	<i>Variété primitive de tunicier. Larve libre nageuse de tunicier. Vertébré agathe. Schéma de fonctionnement des vaisseaux branchiaux</i>	
	B. Base du crâne et squelette viscéral	
	<i>Transformation des arcs branchiaux en mâchoires supérieure et inférieure chez le requin</i>	

<b>3.20</b>	<b>Arcs branchiaux</b> .....	174
	Les éléments de base des arcs branchiaux sont représentés en trois dimensions.	
	C. Les arcs branchiaux chez l'embryon <i>Cloisons et poches branchiales. Cartilage, artère et nerf des arcs branchiaux</i>	
<b>3.21</b>	<b>Somites</b> .....	176
	Les éléments de base des somites sont le sclérotome, le myotome et le dermatome.	
	A. Différenciation des somites <i>Formation des somites dans le mésoblaste paraxial. Migration des cellules du sclérotome. Différenciation du myotome. Résorption du dermatome</i>	
<b>3.22</b>	<b>Resegmentation</b> .....	178
	Les corps vertébraux définitifs sont composés de la partie supérieure et de la partie inférieure d'un somite.	
	B. Resegmentation de la colonne vertébrale <i>Sous-division du sclérotome. Resegmentation. Colonne vertébrale humaine au stade 16</i>	
<b>3.23</b>	<b>Bourgeons des extrémités</b> .....	180
	L'activité cholinestérase histochimique permet d'observer la formation du patron dans les bourgeons des extrémités.	
	A. Cholinestérase embryonnaire (ChE) dans les bourgeons des extrémités <i>Induction du bourgeon. Détermination des axes. Zone marginale et zone de progression. Différenciation des muscles et des os. Délimitation des doigts</i>	
	B. Expériences <i>Auto-différenciation. Zone de polarisation postérieure. Expression des gènes Hox. Hypothèse de la formation d'un patron</i>	
<b>3.24</b>	<b>Feuillets embryonnaires</b> .....	182
	Les tissus définitifs découlent systématiquement des feuillets embryonnaires.	
	A. Différenciation des feuillets embryonnaires <i>Organisation des feuillets embryonnaires chez l'embryon humain. Différenciation des feuillets embryonnaires dans la région somitique</i>	

### III. Régulation du développement

<b>3.25</b>	<b>Mouvements d'organisation</b> .....	184
	Le mouvement cellulaire dans l'embryon apparaît à cause de la conformation des assises épithéliales et des mouvements amiboïdes des cellules isolées.	
	A. Assises épithéliales <i>Agrégation dans le bouton embryonnaire. Assise épithéliale dans l'ectoblaste. Migration du mésoblaste. Mésoblaste palissadique et plicature neurale</i>	
	B. Migration de cellules isolées <i>Migration des cellules de la crête neurale. Organisation du mésenchyme. Croissance des fibres nerveuses</i>	

<b>3.26</b>	<b>« Cell Adhesion Molecules »</b> .....	186
	Le mouvement cellulaire et la formation des tissus sont contrôlés par les molécules d'adhésion cellulaire.	
	C. Mouvements amiboïdes <i>Flux cytoplasmique. Points de contact et contraction. Inhibition par contact</i>	
	D. « Cell Adhesion Molecules » (CAM) <i>Mise en évidence au sein d'une suspension cellulaire. Agrégats et « cell sorting ». Formes moléculaires des molécules d'adhésion cellulaire. Sélectines. Intégrines</i>	
<b>3.27</b>	<b>Organisation du génome</b> .....	188
	La réplication génique et la redondance dans le génome sont à la base de la différenciation des différents types de cellules dans les organismes multicellulaires.	
	A. Organisation du génome <i>Principe opéron des bactéries et familles géniques des eucaryotes. Développement des gènes homéotiques. Expression du groupe Hox chez la souris</i>	
	B. Régulation du cycle cellulaire <i>Cycle cellulaire. Déclenchement de la mitose</i>	
<b>3.28</b>	<b>Régulation hormonale</b> .....	190
	Au contraire de la régulation hormonale définitive, les inducteurs et les hormones embryonnaires provoquent une détermination irréversible dans le génome.	
	A. Régulation de la croissance et de la différenciation <i>Lignées cellulaires et interaction cellulaire. Régulation génique par induction</i>	
	B. Prolifération et morphogenèse <i>Phase blastème. Contrôle de la morphogenèse. Tissus différenciés</i>	
<b>3.29</b>	<b>Chaînes de transduction</b> .....	192
	Les hormones embryonnaires contrôlent le cycle cellulaire. Leur activation dans les cellules adultes provoque une croissance cancéreuse (oncogène).	
	C. Chaînes de transduction du signal pour la croissance et la différenciation <i>Hormones transmembranaires. Récepteurs à activité tyrosine-kinase. Récepteurs couplés à la protéine G. Oncogènes</i>	

### IV. Différenciation des tissus

<b>3.30</b>	<b>Dents, peau et poils</b> .....	194
	Les dents dérivent des écailles et les poils d'épithélium kératinisé.	
	A. Écailles placoïdes et dents <i>Écailles placoïdes chez les vertébrés inférieurs. Développement des dents</i>	
	B. Peau et poils <i>Peau. Développement des poils</i>	
<b>3.31</b>	<b>Glandes ectoblastiques</b> .....	196
	La glande de base de la peau est la glande sébacée dans le bourgeon pileux.	
	A. Parenté des glandes ectoblastiques <i>Poils et patron d'écaille hypothétique. Glandes</i>	
	B. Développement et croissance cyclique de la glande mammaire <i>Croissance prénatale. Dépendance des androgènes chez la souris. Grossesse et lactation</i>	

<b>3.32</b>	<b>Tissu de soutien</b> .....	198
	Les tissus de soutien se développent à partir d'une cellule mésoblastique produisant du collagène.	
	A. Différenciation	
	<i>Mésenchyme. Fibrocyte dans le tissu conjonctif. Tendons, cartilage, os. Types de collagènes</i>	
	B. Ossification enchondrale	
	<i>Modèle cartilagineux. Manchon osseux et noyau osseux. Cartilage épiphysaire</i>	
<b>3.33</b>	<b>Musculature du squelette</b> .....	200
	Tous les muscles du squelette proviennent des somites.	
	A. Développement de la musculature squelettique	
	<i>Détermination, migration et différenciation terminale des myoblastes</i>	
<b>3.34</b>	<b>Hématopoïèse et lymphopoïèse</b> .....	202
	Les cellules souches du sang et les cellules endothéliales naissent dans le mésoblaste du sac vitellin.	
	A. Îlots sanguins et hématopoïèse	
	<i>Îlots sanguins du sac vitellin. Phases de l'hématopoïèse</i>	
	B. Système lymphatique	
	<i>Moelle osseuse. Thymus. Amygdales. Pulpe blanche de la rate. Nœuds lymphatiques</i>	
<b>3.35</b>	<b>Immunoglobulines</b> .....	204
	Le système immunitaire est un exemple bien étudié de la détermination, de la prolifération et de la différenciation des cellules.	
	C. Détermination et différenciation des lymphocytes	
	<i>Super-famille des immunoglobulines. Détermination et différenciation</i>	

#### CHAPITRE 4 : Système nerveux

<b>4.0</b>	<b>Introduction</b> .....	206
<b>4.1</b>	<b>Vue d'ensemble : organisation fonctionnelle</b> .....	208
	Le tube neural se divise dans la moelle épinière en nerfs spinaux pour l'appareil locomoteur, en encéphale pharyngé pour la nutrition et en vésicules cérébrales pour les organes centraux des sens.	
	A. Structure archaïque du système nerveux	
	<i>« Phylontacte ». Schéma des vésicules cérébrales et de la moelle épinière</i>	
	B. Division embryonnaire du système nerveux central	
	<i>Système nerveux central au stade 17 et à la 16<sup>e</sup> SA</i>	

#### Tube neural et moelle épinière

<b>4.2</b>	<b>Tube neural</b> .....	210
	Le tube neural se forme à partir de la plaque neurale dans l'ectoblaste.	
	A. Plicature neurale au stade 10	
	<i>Gouttière neurale. Crête neurale. Tube neural fermé</i>	

	B. Déplacement des neuropores antérieur et postérieur	
	<i>Courbure de l'embryon. Tube neural et bourgeon caudal</i>	
<b>4.3</b>	<b>Moelle épinière</b> .....	212
	La membrane basale du neuro-épithélium se trouve à l'extérieur. Pour la division cellulaire, les cellules migrent vers l'intérieur.	
	A. Prolifération du neuro-épithélium	
	<i>Position de la membrane basale. Division des cellules neuro-épithéliales</i>	
	B. Différenciation des neurones et des cellules gliales	
	<i>Différenciation cellulaire. Neurones. Cellules gliales. Ganglions spinaux. Substance grise et substance blanche de la moelle épinière</i>	
<b>4.4</b>	<b>Nerfs spinaux</b> .....	214
	Les fibres nerveuses suivent les myoblastes dans la périphérie.	
	A. Moelle épinière et nerfs spinaux	
	<i>Croissance des fibres pionnières. Nerfs spinaux. Lame fondamentale et lame alaire. Formation de la gaine de myéline</i>	
	B. Développement de la queue de cheval	
<b>4.5</b>	<b>Dermatomes</b> .....	216
	Les dermatomes sont les zones d'innervation en provenance des somites des nerfs spinaux dans la peau.	
	A. Nerfs spinaux et dermatomes	
	B. Nerfs périphériques et dermatomes	
	<i>Disposition par rapport aux somites. Segments et nerfs périphériques. Branches dorsales. Branches ventrales et formation des plexus. Dermatome. Neuromères et colonnes motrices dans la moelle épinière</i>	
<b>4.6</b>	<b>Système neuro-végétatif</b> .....	218
	Les cellules neuro-végétatives proviennent de la crête neurale.	
	A. Ébauche segmentée du système neuro-végétatif	
	<i>Migration des cellules de la crête neurale. Différenciation des ganglions végétatifs. Arcs réflexes locaux. Régulation locale et centrale</i>	
	B. Organisation fonctionnelle	
	<i>Systèmes sympathique et parasymphatique. Connexion des ganglions végétatifs dans la tête</i>	

#### Vésicules cérébrales

<b>4.7</b>	<b>Neuromères et placodes</b> .....	220
	Les neuromères et les placodes reflètent l'organisation segmentée d'origine du tube neural.	
	A. Neuromères et placodes au stade 11	
	<i>Ébauche céphalique avec placodes. Neuromères</i>	
	B. Arrangement segmentaire des nerfs des arcs branchiaux	
	<i>Neuromères et ganglions céphaliques chez l'Homme. Neurones moteurs et neuromères dans l'embryon de poulet</i>	

- 4.8 Vésicules cérébrales** ..... 222  
 Les vésicules cérébrales représentent l'organisation fonctionnelle du cerveau et des ventricules.  
 A. Vésicules cérébrales  
*Prosencéphale, mésencéphale, rhombencéphale. Flexions mésencéphalique et cervicale. Organisation définitive du tronc cérébral, télencéphale et diencéphale. Métencéphale et myélencéphale. Flexion pontique*

- 4.9 Voies sensorielles centrales** ..... 224  
 Les voies nerveuses des organes des sens centraux partent du tronc cérébral et vont jusqu'aux zones de projection du cerveau.  
 A. Trajet des voies sensorielles centrales dans le tronc cérébral  
*Voie olfactive. Voie visuelle. Voie auditive*  
 B. Projection des voies sensorielles centrales dans le cortex cérébral

Tronc cérébral

- 4.10 Lame fondamentale et lame alaire** ..... 226  
 Le tube neural se subdivise en une lame fondamentale motrice et une lame alaire sensitive; des centres nerveux spéciaux des nerfs des arcs branchiaux s'insèrent au niveau du rhombencéphale.  
 A. Lame fondamentale et lame alaire dans le tronc cérébral  
*Comparaison de la moelle épinière et du rhombencéphale. Ganglions du tronc cérébral*  
**4.11 Tronc cérébral** ..... 228  
 La lame fondamentale et la lame alaire peuvent être observées sous différentes formes dans les sections du tronc cérébral.  
 A. Modification de la lame fondamentale et de la lame alaire  
*Ébauche du cerveau à la 14<sup>e</sup> SA. Myélencéphale. Métencéphale. Mésencéphale. Diencéphale et télencéphale.*

- 4.12 Nerfs crâniens** ..... 230  
 Le trajet définitif des nerfs crâniens est déterminé par la disposition des arcs branchiaux.  
 A. Nerfs crâniens et arcs branchiaux  
*Trajet des nerfs crâniens à la 5<sup>e</sup> semaine et à la fin de la période embryonnaire*  
 B. Noyaux centraux du tronc cérébral  
*Noyaux moteurs. Noyaux sensitifs*

Cervelet

- 4.13 Cervelet** ..... 232  
 Le cervelet, qui est l'organe de l'équilibre, représente le métencéphale sous la forme d'un élargissement de la lèvre rhombique dorsale.  
 A. Développement et organisation du cervelet  
*Racine du cervelet dans la lèvre rhombique dorsale. Cervelet et plexus choroïde du IV<sup>e</sup> ventricule à la 16<sup>e</sup> SA. Organisation fonctionnelle du cervelet. Paléocérébellum. Néocérébellum. Division selon les afférences. Vestibulocérébellum, spinocérébellum et pontocérébellum*

- 4.14 Cortex cérébelleux** ..... 234  
 En plus des zones de prolifération internes dans le tube neural (moelle épinière et cerveau), une zone de prolifération externe apparaît pour le cervelet.  
 B. Développement histologique du cortex cérébelleux  
*Olives bulbaires du cervelet. Zone matrice externe et cellules de Purkinje. Couche moléculaire et stratum granulaire du cervelet*

Cerveau

- 4.15 Vue d'ensemble : rotation des hémisphères** ..... 236  
 Les hémisphères cérébraux en croissance recouvrent le tronc cérébral.  
 A. Croissance des hémisphères  
*Rotation des hémisphères. Croissance des vésicules du télencéphale. Le rhinencéphale, origine du télencéphale. Les hémisphères recouvrent le tronc cérébral*  
**4.16 Vue d'ensemble : noyaux et voies nerveuses** ..... 238  
 Le cerveau est composé de noyaux de base sur le plancher du ventricule et de cortex cérébral dans les parois du ventricule.  
 A. Centres nerveux et voies hémisphériques  
*Cumulus ganglionnaire et plaque corticale. Noyaux centraux et capsule interne. Corps calleux et «limbe»*  
**4.17 Cortex cérébral** ..... 240  
 Les noyaux de base apparaissent comme la substance grise de la moelle épinière, dans la zone intermédiaire du tube neural, tandis que les cellules nerveuses du cortex migrent vers l'extérieur.  
 A. Développement du cortex cérébral à partir de l'épithélium neural  
*Manteau et plaque corticale. Épithélium neural et zone matrice. Développement de la plaque corticale. Formation de la couche corticale par « inside-out layering »*  
**4.18 Paléocortex, archicortex et néocortex** ..... 242  
 La croissance du néocortex déplace les zones de paléocortex et de l'archicortex dans la base du cerveau.  
 A. Phylogénèse des hémisphères cérébraux  
*Reptiles (alligator). Mammifères inférieurs (lapin). Mammifères supérieurs (chien)*  
 B. Paléocortex, archicortex et néocortex à la fin de la période embryonnaire  
*Organisation de la zone matrice. Paléocortex. Corps strié et insule. Archicortex. Néocortex. Croissance de la vésicule télencéphalique*  
**4.19 Voie pyramidale** ..... 244  
 Les voies centrales du cerveau comme le faisceau pyramidal traversent les centres nerveux de base et atteignent le cervelet par le plus court chemin.  
 A. Trajet de la voie pyramidale  
 B. Centres nerveux du système extrapyramidal  
*Origine. Différenciation anatomique et fonctionnelle. Fonction*

### Ventricule et commissures

- 4.20 Système limbique** ..... 246  
Après pénétration du segment du néocortex, les parties anciennes du cerveau se trouvent dans la paroi médiane du ventricule (système limbique).
- A. Développement des ventricules latéraux  
*Zone de fusion avec le diencéphale. Système ventriculaire à la 14<sup>e</sup> SA. Extension de la corne antérieure et de la corne postérieure*
- B. Superposition du néocortex sur le système limbique  
*Agrandissement du corps calleux à la 16<sup>e</sup>, 20<sup>e</sup> et 30<sup>e</sup> SA*
- 4.21 Plexus choroïde et hippocampe** ..... 248  
Le plexus et l'hippocampe s'invaginent dans la paroi médiane du ventricule et prennent part à la rotation des hémisphères.
- A. Développement du plexus choroïde  
*Invagination du plexus choroïde dans le ventricule latéral. Position dans la paroi du ventricule. Apparition de la toile choroïdienne, du ténia choroïde et de la lamina affixa. Irrigation vasculaire du plexus*
- B. Développement de l'hippocampe  
*Le cortex de l'hippocampe. Dans la paroi du ventricule latéral et les lobes temporaux*
- 4.22 Commissures** ..... 250  
Les liaisons fibreuses entre les hémisphères cérébraux passent par la lame commissurale dans la lame terminale.
- A. Commissures du télencéphale  
*Formation des commissures dans la lame terminale. Lame commissurale. Rayonnement dans les hémisphères cérébraux. Commissure antérieure. Fornix et commissure du fornix. Corps calleux. Croissance du corps calleux. Septum pellucidum. Fissure transverse*

### Épiphyse et hypophyse

- 4.23 Épiphyse** ..... 252  
L'épiphyse se forme à partir d'un œil dans le toit du diencéphale.
- A. De la cellule photosensible au pinéaloctyte  
*Œil pariétal chez le sphénoïde. Ébauche de l'épiphyse. Cellules photosensibles. Apparition d'une cellule pinéale à partir d'une cellule sensorielle*
- B. Développement de l'épiphyse chez l'Homme  
*Épiphyse à la 14<sup>e</sup> SA. Innervation sympathique. Différenciation des cellules pinéales à partir de l'épithélium neural*
- 4.24 Hypophyse** ..... 254  
L'hypophyse provient d'une placode dans le toit de la cavité buccale ectoblastique.
- A. Développement de l'hypophyse  
*Stade placodes. Poche de Rathke et infundibulum. Ligature du toit du pharynx. Hypophyse pharyngée. Lobes antérieur, moyen et postérieur de l'hypophyse*

### Résumé

- 4.25 Cerveau : résumé** ..... 256  
Voies efférentes pour le contrôle du système moteur, voies afférentes en provenance des organes sensoriels centraux et séparation dans un cortex épicrotique et dans «l'emotional brain» (système limbique).
- A. Cerveau : résumé  
*Contrôle de la motricité. Arc réflexe dans la moelle épinière et dans le rhombencéphale. Gyrus précentral et voie pyramidale. Cervelet. Voies sensorielles centrales. Système limbique*

## CHAPITRE 5 : Organes sensoriels

- 5.0 Introduction** ..... 258  
*Évolution. Placodes. Lignes latérales. Chaînes de transduction. Rhinencéphale. Œil. Oreille. Oreille interne. Chaîne des osselets de l'oreille*

### Cellules sensorielles

- 5.1 Évolution** ..... 260  
Les cellules sensorielles de l'ectoblaste se rassemblent pour former des champs sensoriels (placodes).
- A. Évolution des cellules sensorielles  
*Neurones sensoriels : réseaux de nerfs chez Hydra. Neurones sensoriels dans l'ectoblaste. Rassemblement en champs sensoriels. Œil enfoncé des gastéropodes. Cellules photosensibles dans le tube neural du lancelet. Œil cristallin de la seiche. Œil cristallin chez les vertébrés*
- B. Transmission des stimuli dans les cellules sensorielles primaires et secondaires  
*Cellule sensorielle primaire. Cellule sensorielle secondaire*
- 5.2 Placodes** ..... 262  
Les placodes sensorielles sont analogues à la crête neurale.
- A. Classification des placodes  
*Placodes sensorielles : placode olfactive. Vésicule optique et placode cristallinienne. Placode otique. Placodes dorso-latérales et épipharyngées*
- B. Différenciation des placodes  
*Vésicule otique. Placodes dorso-latérales et épipharyngées. Crête neurale*
- 5.3 Chaîne de transduction** ..... 264  
Les cellules sensorielles possèdent des récepteurs couplés à la protéine G.
- A. Chaîne de transduction des cellules sensorielles centrales  
*Cellules sensorielles olfactives. Cellules photosensibles. Cellules ciliées. Cellules du goût. Propriétés communes dans la chaîne de transduction*

## Goût

- 5.4 Organes des lignes latérales et bourgeons du goût** ..... 266  
 Les cellules ciliées, capteurs du courant, et les bourgeons du goût situés dans l'ectoblaste, se résorbent lors du passage à la vie terrestre.
- A. Placodes et champs sensoriels  
*Champs sensoriels de la tête des vertébrés : organes des lignes latérales. Bourgeons du goût*
- B. Bourgeons du goût chez l'Homme  
*Papilles caliciformes. Cellules sensorielles dans les bourgeons du goût. La langue chez les nouveau-nés*

## Odorat

- 5.5 Odorat** ..... 268  
 La placode olfactive donne naissance à des cellules sensorielles primaires qui se régénèrent et qui envoient un axone au cerveau.
- A. Développement de l'odorat  
*Induction de la placode olfactive. Invagination de la fosse olfactive. Fosse nasale. Bulbe olfactif et fibres olfactives*

## Vue

- 5.6 Cupule optique** ..... 270  
 La cupule optique apparaît par invagination de la vésicule optique.
- A. Développement de la cupule optique  
*Fossettes optiques. Vésicule optique et placode cristallinienne. Cupule optique*
- B. Cupule optique et fente colobomique  
*Rétine. Nerf optique et fente colobomique. Cristallin*
- 5.7 Organes annexes de l'œil** ..... 272  
 La substance propre de la cornée est le prolongement de la sclérotique qui elle-même se prolonge dans la dure-mère.
- C. Organes annexes de l'œil  
*Ébauche de l'œil au stade 20 et à la 16<sup>e</sup> SA. Choroïde et sclérotique. Cornée. Iris et corps ciliaire. Paupières et appareil lacrymal*

## Ouïe

- 5.8 Oreille** ..... 274  
 L'oreille interne provient de la vésicule otique, l'oreille moyenne de la première poche pharyngée, et le conduit auditif externe de la première cloison pharyngée.
- A. Développement de l'oreille  
*Vésicule otique et intestin pharyngé au stade 13. Placode otique. Fossette otique. Vésicule otique et première poche pharyngienne. Ébauche des osselets de l'oreille. Élargissement de l'oreille moyenne. Conduit auditif externe*

- 5.9 Oreille interne** ..... 276  
 L'endolymphe de la vésicule otique correspond au liquide cérébral interne du cerveau, tandis que la périlymphe correspond au liquide cérébral externe.
- B. Transformation de la vésicule otique en labyrinthe  
*Canaux semi-circulaires et cochlée*
- C. Différenciation des cellules sensorielles  
*Cellules sensorielles dans les ampoules. Cellules sensorielles dans la cochlée. Espace périlymphatique*
- 5.10 Déplacement de l'articulation de la mâchoire** ..... 278  
 L'articulation primaire de la mâchoire est déplacée dans la chaîne des osselets de l'oreille.
- D. Déplacement de l'articulation primaire de la mâchoire dans la chaîne des osselets de l'oreille  
*Dérivation de l'articulation primaire de la mâchoire. Intestin en forme de nasse chez les vertébrés agnathes. Columelle des oiseaux. Articulation secondaire de la mâchoire chez les mammifères. Chaîne des osselets de l'oreille chez l'Homme*
- E. Développement du pavillon de l'oreille

## CHAPITRE 6 : Système cardio-vasculaire

- 6.0 Introduction** ..... 280
- 6.1 Système circulatoire** ..... 282  
 Les systèmes circulatoires embryonnaire et définitif se relayent et se superposent.
- A. Systèmes circulatoires chez l'embryon  
*Circulation corporelle, vitelline, placentaire et pulmonaire*

## Tube cardiaque

- 6.2 Tube cardiaque** ..... 284  
 Dans le disque embryonnaire, le blastème cardiaque est divisé en une ébauche gauche et une ébauche droite.
- A. Formation du tube cardiaque dans le mésoblaste viscéral  
*Position sous l'intestin antérieur. Blastème cardiaque lors de la plicature. Fusion des ébauches gauche et droite.*
- B. Développement du cœur lors de la plicature chez le poulet  
*Plicature et différenciation du manteau du myocarde*
- 6.3 Tube cardiaque chez l'Homme** ..... 286  
 Chez l'Homme, le blastème cardiaque se trouve en avant du pli céphalique.
- C. Lame cardiogène et tube cardiaque chez l'Homme  
*Déplacement sous l'intestin antérieur. Voie afférente veineuse. Voie efférente artérielle. Cavité péricardique et canaux célomiques*

- 6.4 Vue d'ensemble : transformation** ..... 288  
Le cœur gauche provient de l'anse descendante du tube cardiaque, tandis que le cœur droit provient de l'anse montante.
- A. Formation de la plicature cardiaque  
*Régions définitives du cœur dans le tube cardiaque*
- B. Transformation du tube cardiaque en cœur définitif  
*Formation des flux sanguins laminaires parallèles. Canalisation du flux sanguin par les septa et les valves*

#### Formation des septa

- 6.5 Sinus et oreillette** ..... 290  
Dans le septum de l'oreillette, le septum primum et le septum secundum se superposent en quinconce.
- A. Transformation du sinus veineux  
*Déplacement de la voie afférente vers la droite. Embouchures veineuses et sinus coronarien*
- B. Formation des septa dans l'oreillette  
*Septum primum et septum secundum. Association des veines. Développement de la fonction valvulaire*
- 6.6 Voie efférente** ..... 292  
Dans la voie efférente, les flux sanguins sont séparés par un septum spiralé.
- A. Cloisonnement du ventricule et de la voie efférente  
*Déplacement dans le pli bulbo-ventriculaire. Bourgeons endocardiques dans le canal AV. Septum spiralé dans le tronc et le cône. Fermeture du foramen interventriculaire*

#### Vaisseaux

- 6.7 Artères** ..... 294  
Les grosses artères proviennent des arcs aortiques (artères des arcs branchiaux).
- A. Développement des artères  
*Voies vasculaires chez l'embryon. Descente du cœur. Dérivés des arcs aortiques*
- 6.8 Veines** ..... 296  
Les veines vitellines se transforment en veines portes et les veines cardinales en veines caves.
- A. Développement des veines  
*Grosses veines à la troisième semaine. Veines vitellines et ombilicales. Veines cardinales*
- 6.9 Transformation du système circulatoire** ..... 298  
A la naissance, la circulation placentaire unique est divisée en circulation corporelle et circulation pulmonaire.
- A. Transformation du système circulatoire à la naissance  
*Système circulatoire fœtal. Système circulatoire après la naissance. Foramen ovale. Artères ombilicales. Veine ombilicale et ductus venosus. Ductus arteriosus*

#### Malformations

- 6.10 Malformations** ..... 300  
Des anomalies dans la formation des septa provoquent une séparation incomplète du système circulatoire et des mélanges sanguins.
- A. Malformations  
*Séparation normale de la circulation corporelle et de la circulation pulmonaire. Anomalies du septum primum et du septum secundum. Anomalie du septum interventriculaire. Inversion du shunt. Transposition des gros vaisseaux. Tétralogie de Fallot*

### CHAPITRE 7 : Appareil digestif

- 7.0 Introduction** ..... 302
- 7.1 Vue d'ensemble : organisation du tube digestif** ..... 304  
Le tube digestif apparaît lors de la plicature.
- A. Développement et organisation du tube digestif  
*Plicature du sac vitellin. Orifices intestinaux antérieur et postérieur. Fermeture du tube digestif. Anse ombilicale. Rotation de l'intestin*

#### Intestin pharyngé

- 7.2 Dérivés de l'intestin pharyngé** ..... 306  
Les poches branchiales se transforment en organes branchiogènes.
- A. Intestin pharyngé  
*Poches branchiales et intestin pharyngé. Dérivés de l'intestin pharyngé. Glande thyroïde. Trompe auditive. Amygdales palatines. Thymus. Glandes parathyroïdes inférieures. Corps ultimobranchial*
- 7.3 Sinus cervical et kystes cervicaux** ..... 308  
L'opercule se développe au-dessus du 3<sup>e</sup> et du 4<sup>e</sup> arc.
- A. Langue et sinus cervical  
*Développement de la langue. Formation du sinus cervical*
- B. Kystes cervicaux latéraux  
*Fistule branchiogène. Fistules préotiques*

#### Poumons

- 7.4 Bourgeon pulmonaire** ..... 310  
Les poumons se développent dorsalement et médialement dans les canaux cœlomiques qui se transforment en cavités pleurales.
- A. Développement du bourgeon pulmonaire  
*Bourgeon pulmonaire au stade 12. La trachée et l'œsophage. Atresie de l'œsophage et fistule œsophago-trachéale*

- B. Croissance des poumons dans les cavités coelomiques  
*Délimitation des cavités pleurales. Pli pleuro-péricardique. Diaphragme et pli pleuro-péritonéal. Développement du hile pulmonaire*
- 7.5 **Différenciation des poumons** ..... 312  
Les poumons grandissent à la manière d'une glande. Leurs extrémités sont les canalicules où bourgeonnent les alvéoles.
- C. Différenciation des poumons  
*Lobes pulmonaires et segments. Croissance de type glandulaire du système de canaux. Formation des ramifications terminales. Bourgeoisement des alvéoles. Cellules épithéliales alvéolaires. Septa primaires et secondaires*

### Cordon ombilical et rotation de l'intestin

- 7.6 **Vue d'ensemble : mésentères** ..... 314  
Les mésentères sont les voies suivies par les vaisseaux et les nerfs en direction de l'intestin.
- A. Mésentères et gros vaisseaux  
*Mésentères dorsal et ventral. Mésentères dans l'épigastre. Mésentère de l'anse ombilicale. Trajet des vaisseaux. Vaisseaux ombilicaux, tronc artériels. Veine porte. Rapports mésentériques après la naissance*
- 7.7 **Rotation de l'estomac et de l'intestin** ..... 316  
La position des mésentères peut être expliquée par la rotation de l'estomac et l'inclinaison et la rotation du cordon ombilical.
- A. Rotation de l'estomac et de l'intestin  
*Position de départ. Rotation de l'estomac. Rotation de l'anse ombilicale. Inclinaison de l'estomac. Déplacement du pancréas ventral. Fusion du canal hépatique et du canal pancréatique*
- 7.8 **Déduction de la situation** ..... 318  
Les vaisseaux suivent le trajet des mésentères avant les fusions.
- A. Situation définitive  
*Formation d'une poche dans le mésentère. Grand omentum. Mésentère du cordon ombilical. Trajet des vaisseaux. Fusions à la paroi abdominale. Mésogastre dorsal et mésogastre ventral. Duodénum. Racine mésentérique. Mésocôlon transverse et mésocôlon sigmoïde*

### Foie

- 7.9 **Foie** ..... 320  
Bien que le foie soit à l'origine une glande, les canaux hépatiques ne se forment que secondairement à partir des trabécules de cellules hépatiques.
- A. Différenciation du foie  
*Ligature du bourgeon hépatique. Développement des trabécules des cellules hépatiques. Lobe hépatique sécréteur et veineux. Division en lobes chez le nouveau-né et chez l'enfant*

### Malformations

- 7.10 **Malformations** ..... 322  
Les malformations apparaissent à cause d'anomalies lors de la fermeture de la paroi abdominale et lors de la rotation de l'intestin.
- A. Malformations du conduit stomato-intestinal  
*Hernie congénitale du diaphragme. Défauts de la paroi abdominale. Persistance de la hernie ombilicale physiologique. Défauts de rotation. Pancréas annulaire. Sténoses et atrésies. Atrésie totale du canal cystique*

## CHAPITRE 8 : Système uro-génital

- 8.0 **Introduction** ..... 324
- 8.1 **Vue d'ensemble : systèmes rénaux** ..... 326  
Les canaux génitaux femelles proviennent du mésonéphros et les canaux génitaux mâles du pronéphros, tandis que le métanéphros se transforme en reins définitifs.
- A. Tubes néphrotiques et canaux génitaux  
*Tubes néphrotiques des annélides. Glomérules externes et internes de l'embryon de vertébré. Transformation du pronéphros et du mésonéphros en canaux génitaux. Systèmes néphrotiques au stade indifférencié. Canaux génitaux femelles. Canaux génitaux mâles*

### I. Développement des reins

- 8.2 **Ascension du rein** ..... 328  
L'ascension des reins est liée à la descente du cœur, à l'ascension de la moelle épinière et à la descente des viscères.
- A. Ascension du rein  
*Position des segments d'origine. Ascension des reins par rapport à la colonne vertébrale. Descente des viscères. Développement du sinus uro-génital*
- 8.3 **Différenciation du rein** ..... 330  
Le bassinnet et les tubes collecteurs proviennent du bourgeon urétéral. Les néphrons se différencient dans le blastème métanéphrogène.
- A. Différenciation du métanéphros  
*Bourgeon urétéral et blastème métanéphrogène. Division dichotomique du bourgeon urétéral. Fusion permettant la formation du bassinnet. Séparation des lobes. Tubes collecteurs et arcades des néphrons. Différenciation de la vésicule rénale en néphron.*

- 8.4 Malformations** ..... 332  
 La complication la plus courante d'une malformation des reins ou des voies urinaires est l'infection ascendante.  
 A. Malformations du rein et des voies urinaires  
*Kystes néphrotiques congénitaux. Néphropathie polykystique. Forme héréditaire autosomique dominante et récessive. Néphropathie multikystique. Rein pelvien et rein en fer à cheval. Embouchure caudale d'un uretère surnuméraire. Valvule urétrale. Fistules et kystes de l'ouraqué*

## II. Organes sexuels

- 8.5 Détermination du sexe** ..... 334  
 Les chromosomes sexuels sont répartis lors de la fécondation. La « sex determining region » du chromosome Y induit un testicule dont les hormones déterminent le développement masculin. Le développement féminin est constitutif chez les mammifères.  
 A. Étapes de la détermination du sexe  
*Sexe chromosomique. Sexe gonadique. Sexe somatique. Détermination du cerveau*  
 B. Mécanismes de la régulation  
*Expression de Sry sur le chromosome Y. Hormones du testicule. AMH et testostérone. Effet de la testostérone spécifique de phases*
- 8.6 Gonades** ..... 336  
 Les cellules germinales primordiales migrent du sac vitellin dans les gonades indifférenciées et s'y transforment en spermatogonies ou en ovogonies.  
 A. Différenciation des gonades  
*Migration des cellules germinales primordiales. Ébauche indifférenciée des gonades. Migration des cellules germinales. Délimitation de la crête gonadique. Différenciation du testicule. Différenciation de l'ovaire. Homologie entre le testicule et l'ovaire*
- 8.7 Canaux génitaux** ..... 338  
 Les crêtes génitales fusionnent entre le rectum et la vessie pour former le lig. large.  
 A. Formation des organes génitaux internes  
*Trajet des canaux génitaux. Arrondissement des gonades. Développement femelle. Développement mâle. Descente du testicule. Hernie inguinale congénitale*
- 8.8 Croissance du vagin** ..... 340  
 Les uretères sont intégrés dans la vessie, tandis que les canaux de Wolff et de Müller continuent à grandir et provoquent la croissance du vagin.  
 A. Séparation des uretères et des canaux de Wolff  
*Intégration des embouchures des canaux dans la vessie. Séparation des reins. Intégration dans la vessie. Croissance des canaux génitaux. Position d'uretères surnuméraires*  
 B. Croissance de l'ébauche du vagin  
*Croissance du vagin dépendant de la testostérone. Féminisation testiculaire*

- 8.9 Organes génitaux externes** ..... 342  
 Les phénotypes masculin et féminin se forment à partir de l'ébauche indifférenciée du tubercule génital, des plis urétraux et des bourrelets labio-scrotaux.  
 A. Développement des organes génitaux externes  
*Ébauche indifférenciée. Lame urétrale et gouttière urétrale. Développement masculin. Différenciation du corps caverneux. Canalisation du gland. Prépuce. Développement féminin*
- 8.10 Malformations des organes sexuels** ..... 344  
 L'importance des malformations dépend du niveau d'AMH et de testostérone. Les origines chromosomiques, gonadiques et hormonales des malformations peuvent être déduites de la cascade de la détermination du sexe.  
 A. Anomalies du développement sexuel  
*Anomalies des organes sexuels en fonction de l'AMH et de la testostérone. Formation intersexuelle des organes génitaux externes. Hypospadié*  
 Tableau résumé  
*Origines chromosomiques, gonadiques et somatiques. Anomalies centrales de la détermination*

## CHAPITRE 9 : Tête

- 9.0 Introduction** ..... 346
- 9.1 Bourgeons faciaux** ..... 348  
 La face se développe à partir des bourgeons faciaux. Des anomalies peuvent provoquer des fentes labiales ou de la mâchoire et du palais.  
 A. Bourgeons faciaux et processus palatin  
*Développement de la face. Cavité buccale et membrane pharyngée. Bourgeons faciaux. Processus maxillaire supérieur. Enfoncement du sillon nasal. Palais primaire et secondaire. Redressement des processus palatins. Formation de fentes*
- 9.2 Chondrocrâne** ..... 350  
 La division anatomique et fonctionnelle de la base du crâne peut être déduite du développement.  
 A. Développement du crâne : chondrocrâne  
*Lame basale et capsules des organes des sens. Rapport entre les éléments cartilagineux et la base du crâne définitive. Représentation schématique des éléments cartilagineux. Rapport avec la base du crâne définitive*
- 9.3 Neurocrâne et viscérocrâne** ..... 352  
 La base du crâne cartilagineuse est étendue autour de la calotte crânienne et du squelette de la face à ossification membraneuse.  
 B. Neurocrâne et viscérocrâne  
*Chondrocrâne et cartilage des arcs branchiaux. Élargissement par ossification membraneuse. Neurocrâne. Viscérocrâne*

<b>9.4</b>	<b>Veines cérébrales et méninges</b> .....	354
	La croissance du cerveau provoque le resserrement des plexus veineux qui sont intégrés entre les feuillets de la dure-mère.	
	A. Développement des veines cérébrales	
	<i>Interruption de la veine cardinale. Fusion des plexus veineux</i>	
	B. Dérivation des méninges	
	<i>Espace sous-arachnoïdien externe entre la pie-mère et l'arachnoïde. Dure-mère et plexus veineux épidual</i>	
<b>9.5</b>	<b>Malformations</b> .....	356
	Des anomalies lors de la formation du tube neural provoquent d'importantes malformations de la tête ou la formation de fentes dans le canal de la moelle épinière dans les régions occipitales et lombaires.	
	A. Malformations de la tête et du système nerveux central	
	<i>Formation de fentes faciales. Cyclopie et proboscis. Anencéphalie. Encéphalocèle. Myélocèle. « Tethered cord ». Hydrocéphalie interne et externe</i>	

## CHAPITRE 10 : Origines des malformations

A.	Définition des malformations congénitales .....	358
	<i>Importance de la maladie. Déduction morphologique. Anomalie lors de la migration des cellules de la crête neurale. Neurofibromatose de Recklinghausen. Crête neurale et malformations cardiaques</i>	
B.	Origines génétiques des malformations .....	358
	<i>Hérédité dominante et récessive. Anomalies chromosomiques. Gènes homéotiques. Syndromes de malformation. Syndrome de l'X fragile</i>	
C.	Origines exogènes .....	360
1.	Phases sensibles aux tératogènes .....	360
	<i>Réactions pendant le développement précoce. Formations doubles. Tératome. Môle hydatiforme et chorio-carcinome. Réaction pendant la période embryonnaire. Réaction pendant la période fœtale</i>	
2.	Infections intra-utérines .....	362
	<i>Rubéole. Cytomégalovirus. Virus de l'herpès simplex. Varicelle. Virus du SIDA. Toxoplasmose</i>	
3.	Dommages causés par des médicaments .....	363
	<i>Embryopathie due à la thalidomide. Hormones. Syndrome alcoolique fœtal. Nicotine. Irradiation radioactive</i>	
D.	Tératologie .....	364
1.	Points d'attaque des tératogènes .....	364
	<i>Points cibles sur l'ADN : anomalies des populations cellulaires en prolifération. Induction de mutations. Mutations dans la lignée germinale. Influence des chaînes embryonnaires de transduction. Vitamine A. Hormones. Médicaments neurologiques</i>	
2.	Phénocopie .....	366
	<i>Phénocopie</i>	
	Bibliographie et crédits photographiques .....	367
	Index .....	369

# ATLAS DE POCHE D' EMBRYOLOGIE

ULRICH DREWS



Concis et exhaustif, cet atlas de poche couvre en 370 pages et 176 planches couleurs l'ensemble de cette discipline fascinante qu'est l'embryologie.

Le développement de l'embryon humain est traité de façon didactique et moderne avec, notamment, des comparaisons avec les données de l'exploration échographique obtenues pendant la grossesse. L'ouvrage comporte également un important chapitre d'embryologie comparée. Enfin, les développements du système nerveux, des organes sensoriels, des appareils cardio-vasculaire, digestif, uro-génital et de la tête font chacun l'objet d'un chapitre exhaustif. Le livre se termine par l'étude des principales malformations.

C'est pour tous les étudiants en médecine et en sciences un ouvrage particulièrement pratique grâce à la liaison du texte et des images, qui en fait un outil précieux pour se préparer rapidement et efficacement aux examens.

FM 0115-06-VI



9 782257 101150

[www.medecine.flammarion.com](http://www.medecine.flammarion.com)

Médecine - Sciences  
Flammarion