

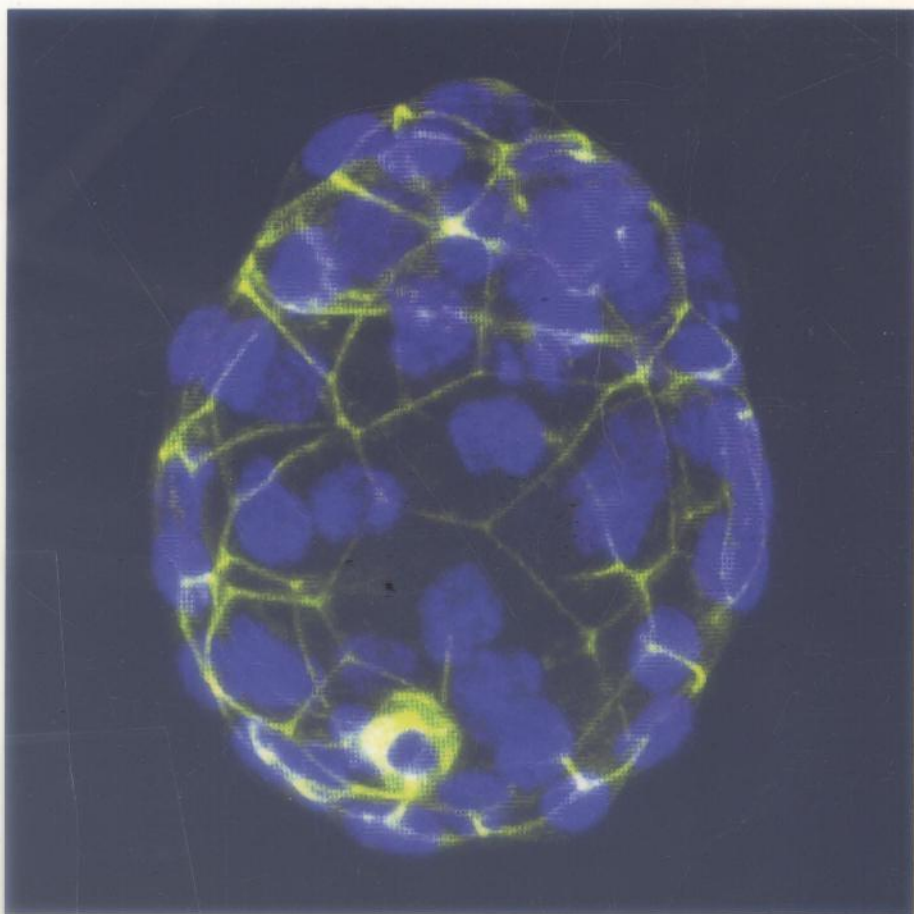
Synthèses



059293

# La reproduction animale et humaine

M. Saint-Dizier, S. Chastant-Maillard, coord.



éditions  
**Quæ**

MD 1299

## Table des matières

# La reproduction animale et humaine

Marie Saint-Dizier, Sylvie Chastant-Maillard,  
coordinatrices

059293



059293

Éditions Quae  
RD10, 78026 Versailles Cedex

# Table des matières



<b>Préface</b> .....	15
<b>Chapitre 1. La différenciation sexuelle des gonades et de l'appareil génital</b> ...	19
<i>Eric Pailhoux, Maëlle Pannetier, Béatrice Mandon-Pépin</i>	
Aspects cellulaires de la différenciation gonadique .....	21
Modèles génétiques de la différenciation gonadique .....	30
Le déterminisme du sexe dans l'évolution .....	33
La différenciation du tractus génital .....	34
Perspectives .....	38
Références bibliographiques .....	38
<b>Chapitre 2. Le développement folliculaire ovarien et l'ovulation</b> .....	41
<i>Danielle Monniaux, Rozenn Dalbies-Tran, Stéphane Fabre, Nadine Gérard, Philippe Monget, Frédérique Clément</i>	
Le développement folliculaire .....	41
Régulation du développement folliculaire basal .....	46
Régulation du développement folliculaire terminal .....	48
L'ovulation .....	52
Conclusion .....	54
Références bibliographiques .....	55
<b>Chapitre 3. La méiose</b> .....	57
<i>Christine Mézard, Nicolas Macaisne, Mathilde Grelon</i>	
La lignée germinale .....	57
Le déroulement de la méiose .....	58
La recombinaison méiotique .....	61
Références bibliographiques .....	65
<b>Chapitre 4. Maturation de l'ovocyte</b> .....	67
<i>Pascal Mermillod</i>	
Croissance de l'ovocyte .....	68
Maturation ovocytaire .....	74
Conclusion .....	83
Références bibliographiques .....	84
<b>Chapitre 5. Le testicule</b> .....	87
<i>Bernard Jégou, Antoine D. Rolland, Océane Albert</i>	
Tissu interstitiel .....	89

Les tubules séminifères .....	95
La barrière hémato-testiculaire .....	110
Références bibliographiques .....	113
<b>Chapitre 6. Maturation des spermatozoïdes</b> .....	117
<i>Françoise Dacheux, Jean-Louis Dacheux, Xavier Druart</i>	
L'épididyme, un tubule unique aux fonctions complexes .....	117
Environnement protéique des spermatozoïdes .....	119
Modifications des spermatozoïdes dans l'épididyme .....	125
Protéines épидидymaires et fertilité .....	130
Conclusion .....	131
Références bibliographiques .....	131
<b>Chapitre 7. Neurophysiologie de l'érection et de l'éjaculation</b> .....	135
<i>Pierre Clément, Jacques Bernabé, François Giuliano</i>	
Neurophysiologie de l'érection .....	135
Neurophysiologie de l'éjaculation .....	142
Conclusion .....	147
Références bibliographiques .....	148
<b>Chapitre 8. Développement, neuroanatomie et fonction des neurones à Gonadotropin Releasing Hormone (GnRH)</b> .....	149
<i>Anne Duittoz, Vincent Prévot</i>	
GnRH : formes, structure .....	150
Développement des neurones à GnRH .....	152
Anatomie du système à GnRH-I .....	157
Sécrétion pulsatile de GnRH .....	161
Conclusion .....	167
Références bibliographiques .....	167
<b>Chapitre 9. Kisspeptines et contrôle de la libération de GnRH</b> .....	171
<i>Alain Caraty, Nicolas de Roux</i>	
Découverte des kisspeptines et du GPR54 .....	172
Les kisspeptines et l'axe gonadotrope .....	173
Les cellules à kisspeptines de l'hypothalamus .....	175
Les kisspeptines : le lien permettant les rétrocontrôles stéroïdiens sur la sécrétion de GnRH .....	175
Site d'action des kisspeptines pour le contrôle de la libération de GnRH .....	177
Kisspeptines et puberté .....	178
Kisspeptines et reproduction saisonnée .....	179
Kisspeptines et métabolisme énergétique .....	179
Pharmacologie de l'axe gonadotrope par les kisspeptines .....	180
Action des kisspeptines en dehors de l'axe gonadotrope .....	180
Perspectives .....	181
Références bibliographiques .....	182

<b>Chapitre 10. La sécrétion des hormones gonadotropes hypophysaires et sa régulation</b> .....	185
<i>Joëlle Cohen-Tannoudji, Yves Combarnous, Raymond Counis</i>	
Différenciation et organisation fonctionnelle de l'hypophyse .....	185
Biosynthèse et structure des hormones gonadotropes .....	189
Régulation de la synthèse et de la libération des hormones gonadotropes ..	194
Perspectives .....	202
Références bibliographiques .....	203
<b>Chapitre 11. La puberté</b> .....	205
<i>Carine Villanueva, Nicolas de Roux</i>	
Modifications corporelles au cours de la puberté chez l'homme .....	205
Évolution séculaire de l'âge de la puberté .....	208
Mécanismes biologiques et contrôle neuroendocrinien de l'initiation de la puberté .....	209
Les maladies de la puberté .....	214
Conclusion .....	216
Références bibliographiques .....	217
<b>Chapitre 12. Les cycles œstriens</b> .....	219
<i>Marc-Antoine Driancourt, Sandrine Fréret, Marie Saint-Dizier</i>	
Dynamique folliculaire et fluctuations hormonales au cours du cycle .....	220
Arrêts du cycle œstrien : anœstrus saisonnier et anœstrus post-partum .....	225
La phase folliculaire .....	226
La phase lutéale .....	227
Conclusion .....	232
Références bibliographiques .....	233
<b>Chapitre 13. La cyclicité chez la femme : régulation et maîtrise pharmacologique</b> .....	235
<i>Sophie Christin-Maitre, Léopoldine Bricaire, Emmanuelle Laroche, Nathalie Bourcigaux</i>	
Mise en place de la cyclicité à la puberté .....	235
La réserve folliculaire .....	238
La phase folliculaire du cycle .....	238
Impact du vieillissement ovarien sur la phase folliculaire .....	240
La phase lutéale du cycle .....	240
La maîtrise pharmacologique de la cyclicité féminine .....	241
Conclusion .....	247
Références bibliographiques .....	247
<b>Chapitre 14. La ménopause physiologique et pathologique</b> .....	251
<i>Alain Gougeon, Henri Rozenbaum</i>	
Âge de survenue de la ménopause et facteurs susceptibles de l'influencer ..	251
Préménopause, transition ménopausique et diagnostic de la ménopause .....	252
Les causes de la ménopause .....	253

Les conséquences de la ménopause .....	259
Les traitements de la ménopause .....	264
Conclusion .....	270
Références bibliographiques .....	271
<b>Chapitre 15. Rythmes biologiques et reproduction</b> .....	275
<i>Martine Migaud</i>	
Nature et propriétés des rythmes biologiques .....	275
Rythmes nycthéméraux et circadiens .....	276
Les rythmes saisonniers et circannuels .....	280
Conclusion .....	297
Références bibliographiques .....	297
<b>Chapitre 16. Comportements sexuels</b> .....	301
<i>Matthieu Keller</i>	
Description du comportement sexuel .....	301
Mécanismes de contrôle du comportement sexuel .....	303
Modulations sociales du comportement sexuel .....	308
Conclusion .....	311
Références bibliographiques .....	312
<b>Chapitre 17. La fécondation</b> .....	315
<i>Ghylène Goudet, Sylvie Mugnier, Nathalie Le Foll, Sylvie Chastant-Maillard, Jean-Philippe Wolf</i>	
Maturation finale des gamètes avant la fécondation .....	315
Étapes de la fécondation .....	318
Conclusion .....	328
Références bibliographiques .....	328
<b>Chapitre 18. Le développement pré-implantatoire</b> .....	331
<i>Véronique Duranthon, Claire Chazaud, Maxime Gasnier, Christopher O'Neill, Jo Leroy</i>	
Événements morphologiques .....	332
Modifications épigénétiques et régulation de l'expression génique .....	333
Mise en place des premiers lignages .....	334
Signalisation embryotrophe .....	336
Métabolisme embryonnaire .....	338
Sensibilité et adaptation de l'embryon à son micro-environnement .....	341
Conclusion .....	342
Références bibliographiques .....	342
<b>Chapitre 19. Interactions mère-embryon en période péri-implantatoire chez les mammifères</b> .....	345
<i>Olivier Sandra, Gérard Chaouat, Nathalie Lédée</i>	
Mise en place de la réceptivité utérine .....	346
Établissement de la gestation chez les mammifères .....	349

Perturbations des interactions materno-embryonnaires et conséquences sur le déroulement de la gestation .....	353
Perspectives .....	359
Références bibliographiques .....	360
<b>Chapitre 20. Le placenta</b> .....	367
<i>Anne Tarrade, Pascale Chavatte-Palmer, Michel Guillomot, Sylvaine Camous, Danièle Evain-Brion</i>	
La structure du placenta .....	367
Classification des différents types de placentas .....	370
Particularités du développement du placenta humain .....	375
Les différentes fonctions placentaires .....	375
Environnement maternel et placenta .....	389
Pathologie de la gestation d'origine placentaire .....	390
Conclusion .....	392
Références bibliographiques .....	392
<b>Chapitre 21. Immunologie de la grossesse : un dialogue bénéfique, programmé entre la mère et le fœtus</b> .....	395
<i>Philippe Le Bouteiller</i>	
Les interfaces foëto-maternelles pendant la grossesse .....	395
Expression du HLA par les cellules trophoblastiques .....	397
Menaces immunitaires maternelles contre le fœtus .....	398
Autre limitation au rejet du fœtus : les cellules T régulatrices .....	404
Conclusion .....	405
Références bibliographiques .....	405
<b>Chapitre 22. Programmation fœtale</b> .....	409
<i>Pascale Chavatte-Palmer, Anne Tarrade</i>	
Contexte historique et principe .....	409
Impact du RCIU sur la descendance .....	411
Effets de l'obésité ou du diabète maternel sur la descendance .....	413
Effets des glucocorticoïdes .....	414
Exposition aux polluants et aux perturbateurs endocriniens .....	415
Implication des mécanismes épigénétiques dans la programmation fœtale .....	419
Perspectives .....	420
Références bibliographiques .....	422
<b>Chapitre 23. La parturition</b> .....	425
<i>Michelle Breuïller-Fouché, Zahra Tanfin, Thomas Schmitz</i>	
Caractéristiques de la contraction utérine pendant la parturition .....	425
Maturation cervicale .....	431
Rupture des membranes fœtales .....	432
De la quiescence utérine à la parturition .....	432
Physiopathologie des anomalies de la durée de gestation .....	441

Les modèles d'études de la parturition .....	441
Stratégie de prise en charge de l'accouchement prématuré, aspects pharmacologiques .....	442
Conclusion .....	443
Références bibliographiques .....	443
<b>Chapitre 24. La lactation</b> .....	447
<i>Vanessa Lollivier, Lucile Yart, Marion Boutinaud, Frédéric Dessauge</i>	
Anatomie de la glande mammaire .....	447
Mammogenèse ou développement de la glande mammaire .....	448
Synthèse du lait .....	451
Régulation hormonale de la lactation .....	455
Arrêt de la lactation ou tarissement .....	457
Conclusion .....	458
Références bibliographiques .....	458
<b>Chapitre 25. La mise en place du comportement maternel chez les mammifères : régulations comportementales et physiologiques</b> .....	461
<i>Frédéric Lévy</i>	
Les bases hormonales .....	462
Les circuits neuronaux .....	464
Effets de l'expérience maternelle sur les circuits neuronaux .....	466
Les régulations sensorielles .....	467
Conclusion .....	471
Références bibliographiques .....	472
<b>Chapitre 26. Les interactions entre métabolisme et reproduction</b> .....	475
<i>Joëlle Dupont, Pascal Froment, Svetlana Uzbekova, Sébastien Elis, Daniel Guillaume, Virginie Maillard</i>	
Régulation métabolique de l'axe hypothalamo-hypophysaire (HH) .....	476
Régulation métabolique des fonctions ovariennes .....	479
Régulation métabolique des fonctions testiculaires .....	482
Conclusion .....	484
Références bibliographiques .....	484
<b>Chapitre 27. La fertilité humaine : approches épidémiologique et démographique</b> .....	487
<i>Rémy Slama, Henri Leridon</i>	
Les composantes de la fertilité humaine .....	487
Outils d'étude de la fertilité à l'échelle des populations .....	494
Menaces sur la fertilité humaine ? .....	500
Conclusion .....	503
Références bibliographiques .....	503
<b>Chapitre 28. Toxicologie de la reproduction</b> .....	507
<i>René Habert, Gabriel Livera, Virginie Rouiller-Fabre</i>	
Les perturbateurs endocriniens .....	507

Toxicologie de la reproduction masculine .....	513
Toxicologie des fonctions de reproduction féminine .....	520
Difficultés d'évaluation du risque .....	523
Conclusion .....	528
Références bibliographiques .....	529
<b>Chapitre 29. Outils et méthodes de maîtrise de la reproduction : indications, performances et limites .....</b>	<b>533</b>
<i>Marc-Antoine Driancourt, José Alberto Delgadillo</i>	
Les situations physiologiques qui nécessitent une maîtrise de la reproduction .....	534
Les raisons logistiques et techniques pour maîtriser la reproduction .....	535
Objectifs de maîtrise et méthodes utilisées chez les animaux de ferme dans une optique d'agriculture « naturelle » .....	537
Les outils de maîtrise de la reproduction (agriculture équilibrée et intensive) et leurs effets sur l'axe hypothalamo-hypophyso-gonadique ..	539
Objectifs de maîtrise et méthodes utilisées chez les animaux de ferme dans une optique d'agriculture « équilibrée » .....	547
Objectifs de maîtrise et méthodes utilisées dans une optique d'agriculture intensive .....	549
Conclusion .....	550
Références bibliographiques .....	551
<b>Chapitre 30. Biotechnologies des gamètes et de l'embryon .....</b>	<b>553</b>
<i>Claire Ponsart, Catherine Joly, Brigitte Le Guienne, Nathalie Beaujean, Daniel Le Bourhis, Olivier Gérard, Pascal Mermillod, Yann Locatelli</i>	
Gamète mâle : insémination, sexage, congélation et évaluation de la qualité .....	553
Biotechnologies de l'ovocyte .....	563
Biotechnologies de l'embryon .....	569
Conclusion .....	575
Références bibliographiques .....	575
<b>Chapitre 31. L'assistance médicale à la procréation .....</b>	<b>579</b>
<i>Pierre Jouannet, Patricia Fauque, Roger Léandri, Catherine Payat</i>	
Des interventions médicales multiples dont la nature et les enjeux sont très différents .....	580
Description des techniques .....	581
Stratégies d'AMP et résultats .....	590
Les innovations et les évolutions envisageables .....	596
Références bibliographiques .....	598
<b>Chapitre 32. Infertilité et AMP, implications éthiques .....</b>	<b>603</b>
<i>René Frydman</i>	
Problèmes éthiques posés par l'AMP .....	604
Consentement éclairé .....	605

Cadre thérapeutique .....	605
Responsabilité sociale .....	606
Non-commercialisation .....	606
Recherche .....	606
La nécessité d'une vision mondiale .....	607
Conclusion .....	608
<b>Chapitre 33. Particularités de la reproduction de la chienne</b> .....	609
<i>Sylvie Chastant-Maillard, Karine Reynaud, Marie Saint-Dizier</i>	
Particularités du cycle œstral canin .....	610
Particularités de la période périovulatoire .....	613
Fécondation .....	617
Développement embryonnaire .....	617
Reproduction assistée .....	617
Conclusion .....	621
Références bibliographiques .....	621
<b>Chapitre 34. La reproduction chez les chevaux</b> .....	625
<i>Jean-François Bruyas</i>	
Particularités anatomiques de l'appareil génital .....	625
Cycle œstral de la jument .....	627
Éléments de physiologie sexuelle chez l'étalon .....	634
Fécondation et gestation .....	636
Méthodes de reproduction artificielle .....	645
Conclusion .....	650
Références bibliographiques .....	651
<b>Chapitre 35. La reproduction des poissons</b> .....	653
<i>Julien Bobe, Alexis Fostier, Yann Guiguen, Jean-Jacques Lareyre, Florence Le Gac</i>	
Le déterminisme et la différenciation du sexe .....	654
Forte variabilité de l'âge à la puberté et cycles saisonniers souvent très marqués .....	658
La gamétogenèse .....	659
Le contrôle endocrinien de la reproduction .....	666
Conclusion .....	671
Références bibliographiques .....	671
<b>Chapitre 36. La reproduction des oiseaux</b> .....	673
<i>Élisabeth Blesbois</i>	
De la poule à l'œuf, un système reproducteur femelle très spécialisé .....	674
Un système reproducteur mâle plutôt expéditif .....	677
Un parcours du combattant pour les spermatozoïdes et une fécondation polyspermique .....	679
Une adaptation aux variations de l'environnement chez les espèces sauvages et domestiques .....	683

Des cycles annuels de reproduction, des séries et des cycles journaliers de ponte .....	684
Conclusion .....	685
Références bibliographiques .....	685
<b>Chapitre 37. Évolution et reproduction</b> .....	687
<i>Philippe Monget, Julien Bobe, Jean-Louis Couderc, Sylvie Dufour, Michel Guillomot, Dominique Joly, Matthieu Keller, Géraldine Pascal</i>	
Des métazoaires non vertébrés aux vertébrés .....	689
Chez les vertébrés, évolution des stratégies d'alimentation de la descendance chez les ovipares et les vivipares .....	697
Chez les euthériens, évolution des placentas et des facteurs anti-lutéolytiques .....	698
Conclusion .....	700
Références bibliographiques .....	701
<b>Chapitre 38. Comprendre et raisonner la reproduction : l'intérêt de la modélisation</b> .....	703
<i>Fabienne Blanc, Olivier Martin, Jacques Agabriel, Nicolas Friggens</i>	
Approche systémique et modélisation : un autre regard sur la reproduction .....	704
Intégrer des connaissances et représenter le fonctionnement complexe du système reproducteur à l'aide de modèles conceptuels .....	707
Des modèles mathématiques nécessaires pour comprendre les dynamiques du système reproducteur et leur variabilité .....	711
Intérêt de la modélisation pour tester des hypothèses et cibler les efforts de recherche .....	716
Des modèles pour prédire la performance de reproduction et aider à la conduite de la reproduction en élevage .....	717
Perspectives .....	724
Références bibliographiques .....	725
<b>Annexe. Biosynthèse des stéroïdes sexuels</b> .....	727
<b>Liste des abréviations</b> .....	729
<b>Index</b> .....	737
<b>Liste des auteurs</b> .....	743

Comment le sexe est-il déterminé ? Comment se déclenche la puberté ? Quel dialogue l'embryon établit-il avec l'organisme maternel ? Comment le comportement maternel se met-il en place ? Par quels subterfuges le fœtus échappe-t-il au système immunitaire de sa mère ? Quelles stratégies les oiseaux et les poissons utilisent-ils pour se reproduire ?

Ensemble des processus par lesquels les espèces se perpétuent et évoluent en fonction de leur environnement, la reproduction a fait l'objet de nombreuses recherches et s'est enrichie de nouveaux outils d'exploration du vivant qui ont bouleversé nos connaissances des mécanismes et renouvelé les concepts. La façon dont l'embryon puis le fœtus intègrent leur environnement, l'influence du métabolisme sur la reproduction, sa régulation centrale, ont été, par exemple, largement revisités. La maîtrise des cycles sexuels et les biotechnologies de la reproduction ont également bénéficié d'importants progrès, tant chez l'homme pour la contraception et l'assistance médicale à la procréation, que chez les animaux où elles facilitent l'élevage et permettent la sauvegarde d'espèces menacées et de génotypes d'intérêt.

Plus de cent spécialistes français et étrangers de renom ont contribué à cet ouvrage de référence qui synthétise les connaissances actuelles sur la reproduction et leurs applications chez l'animal et l'homme. Il s'adresse à un large public : étudiants, enseignants, chercheurs, ingénieurs et médecins au sein des universités, écoles agronomiques et vétérinaires, instituts de recherche et entreprises travaillant dans le domaine de la reproduction, et à toute personne souhaitant se familiariser avec les mécanismes passionnants qui sont à l'origine de la vie.

**Marie Saint-Dizier**, docteur vétérinaire, docteur en sciences de la vie, maître de conférences à AgroParisTech, enseigne la reproduction animale et étudie la maturation des gamètes à l'Inra, dans l'unité mixte de recherche Physiologie de la reproduction et des comportements.

**Sylvie Chastant-Maillard**, docteur vétérinaire, docteur en sciences de la vie, professeur à l'École nationale vétérinaire de Toulouse, enseigne la reproduction animale et travaille sur la santé du nouveau-né à l'Inra, dans l'unité mixte de recherche Interactions hôte-pathogènes.

En couverture : embryon de souris 3 jours et demi après la fécondation, les noyaux sont en bleu et les membranes des cellules en jaune. © Inserm/Eid, André.



49,50 €

ISBN : 978-2-7592-2208-7

éditions  
**Quæ**



9 782759 222087

Éditions Cirad, Ifremer, Inra, Irstea  
[www.quae.com](http://www.quae.com)

ISSN : 1777-4624  
Réf. : 02454