

Chapitre I : Généralités en physiologie de la reproduction et modes de reproduction

Le sexe et la reproduction sont deux processus distincts et qui peuvent être séparés :

- ✓ La reproduction consiste en la création de nouveaux individus ;
- ✓ Le sexe consiste en la combinaison de gènes de deux individus différents en un nouvel arrangement.

La reproduction en l'absence de sexe est fréquente chez les unicellulaires, chez qui se confondent reproduction et division cellulaire. Le mécanisme de la mitose équationnelle assure en principe la transmission conforme de l'information génétique, les nouveaux individus étant identiques à leurs prédécesseurs. Certains organismes pluricellulaires se reproduisent également par un simple processus de mitoses successives suivies d'une fragmentation de l'organisme parental, le fragment détaché du parent constituant le nouvel individu : il s'agit du bouturage chez les plantes, du bourgeonnement ou de la scissiparité chez les animaux. Dans la reproduction non sexuée il n'y a pas de brassage de gènes.

1.1. Définition

La reproduction n.f. (1690), est l'action par laquelle les êtres vivants se multiplient. Elle permet d'obtenir de nouveaux individus afin d'assurer la pérennité de l'espèce. « La fonction génératrice est en même temps placée à la base et au sommet de l'édifice biologique...c'est grâce à elle que la vie se recommence perpétuellement, que l'espèce est contenue dans l'individu, l'infini dans le fini » (Baron, 1888).

1.2. Les modes de reproduction

On distingue deux modes de reproduction : la reproduction sexuée et la reproduction asexuée :

1.2.1. La reproduction sexuée :

Elle est connue chez les végétaux, les bactéries (conjugaison), les unicellulaires et les pluricellulaires. Elle nécessite un mâle et une femelle appartenant à la même espèce. Les cellules sexuelles sont des cellules spécialisées appelées gamètes.

L'union des cellules reproductrices mâle et femelle a lieu :

- ✓ Dans le milieu : fécondation externe (fucus, oursin, truite).

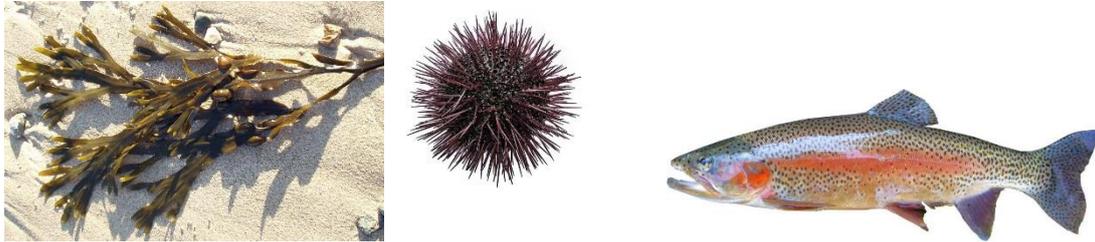


Figure 1 : Exemples d'espèces à fécondation externe.

- ✓ Dans l'organisme : fécondation interne (cerf, poule).



Figure 2 : Exemples d'espèces à fécondation interne.

Chez les plantes à fleurs (le lys), le pollen produit un tube pollinique qui s'enfonce dans le pistil et conduit les cellules reproductrices mâles jusqu'à l'ovule.

La reproduction sexuée implique une fécondation : l'union d'un gamète mâle (spermatozoïde) avec le gamète femelle (ovule). Il en résulte la formation d'une cellule-œuf à partir de laquelle un nouvel individu est obtenu. Il s'agit d'une fécondation interne et donc, d'un accouplement.

La formation des gamètes dont l'étape essentielle est la méiose qui est une série de deux divisions cellulaires est suivie d'une fécondation qui est une fusion cellulaire.

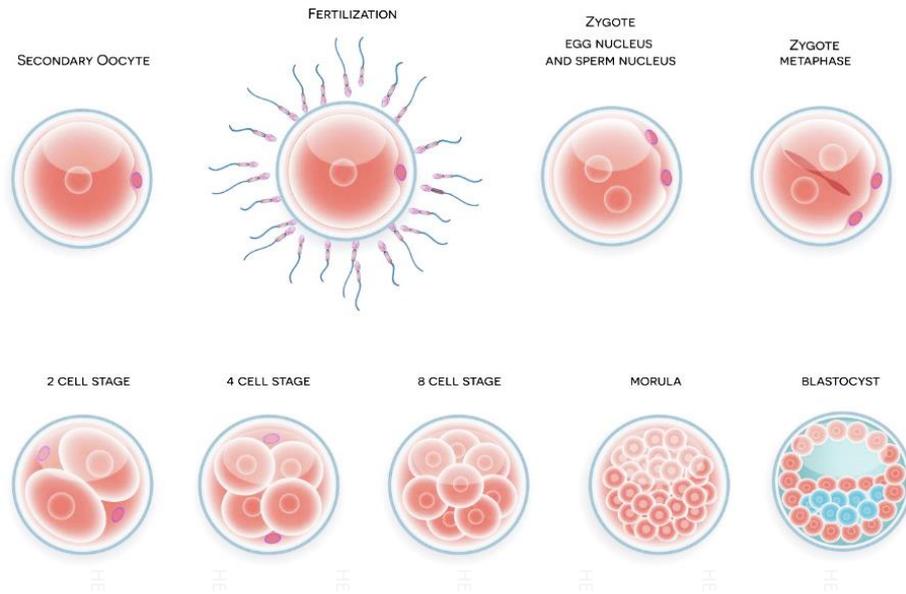


Figure 3 : Premières étapes du développement embryonnaire.

1.2.2. Types de reproduction

On retrouve les organismes ovipares, vivipares et ovovivipares.

1.2.2.1. Les ovipares

Chez les ovipares, la cellule-œuf est émise dans le milieu extérieur et le développement de l'embryon se fait dans un œuf. Le plus souvent, les œufs sont pondus et abandonnés.



Figure 4 : L'œuf d'une tortue.

Parfois, ils sont enterrés ou cachés afin de les préserver des prédateurs. Il existe différents systèmes de protection de l'embryon en cours de formation :

- ✓ Une gangue gélatineuse, par exemple chez les amphibiens.
- ✓ Une enveloppe plus ou moins souple, chez les insectes ou invertébrés.

- ✓ Une coquille à base de calcaire qui peut rester souple (reptiles) ou être rigide (oiseaux).

La nutrition de l'embryon est assurée par des réserves stockées au préalable dans la cellule-œuf. Par exemple, dans l'œuf de poule, « le jaune » est la cellule-œuf gorgée de réserves nutritives.

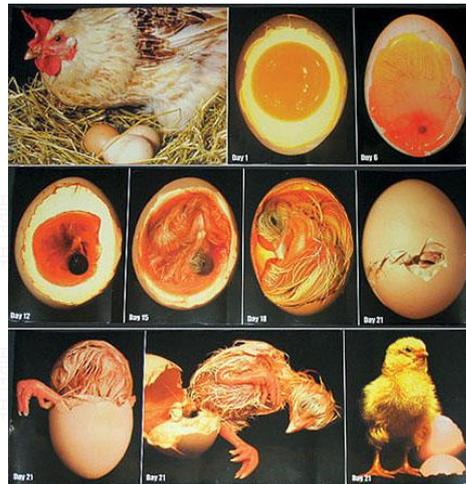


Figure 5 : Développement de l'embryon d'un œuf de poule.

1.2.2.2. Les vivipares

Chez les vivipares, la cellule-œuf se développe dans les voies génitales de la mère. L'embryon va s'implanter et se développer dans l'utérus. C'est le cas des mammifères.

La nutrition de l'embryon est assurée par des échanges entre le sang de la mère et celui de l'embryon. Hormis le cas des mammifères de type marsupiaux (avec poche ventrale comme les kangourous), ces échanges se font grâce à un organe embryonnaire : le placenta.



Figure 6 : Foetus chihuahua et son placenta in-utéro.

1.2.2.3. Les ovovivipares

Certains animaux sont dits ovovivipares car les œufs sont conservés et éclosent dans le corps de la femelle et les petits naissent donc directement. Quelques poissons (les guppys) ou certains reptiles (comme la vipère) pratiquent ce mode reproductif qui augmente les chances de survie de l'espèce par la protection assurée aux œufs. L'embryon puise dans les réserves nutritives initialement stockées dans la cellule-œuf et n'entretient aucun échange avec l'organisme maternel.



Figure 7 : Exemple d'un animal ovovivipare : le guppy

1.2.3. La reproduction asexuée

Encore appelée reproduction végétative, la reproduction asexuée correspond à une simple multiplication cellulaire. On obtient un clone de cellules qui se ressemblent sur tous les points. Elle se déroule sans fécondation et il n'y a pas d'intervention des cellules reproductrices.

Dans ce mode de reproduction, les descendants sont identiques sur le plan génétique, aussi bien entre eux qu'avec leur unique parent, tandis que la reproduction sexuée produit des individus différents génétiquement, tant entre eux qu'avec leurs parents.

Ce mode de reproduction est moins répandu chez les animaux que chez les végétaux mais on le trouve néanmoins dans des groupes variés où il coexiste, le plus souvent, avec un mode de reproduction sexuée. C'est notamment le cas chez les hydres d'eau douce, les coraux, certaines méduses et anémones de mer, certains vers et certains insectes. En outre, certains animaux sont capables de régénérer un membre amputé, comme les crabes et les tritons, voire une grande partie du corps, comme les vers de terre.

Enfin, il peut y avoir fragmentation du ou des embryons (polyembryonie) ce qui aboutit à la formation de plusieurs individus identiques génétiquement alors que l'embryon d'origine résulte de la reproduction sexuée. C'est ce phénomène qui est à l'origine des vrais jumeaux ou jumeaux monozygotes dans l'espèce humaine.

La reproduction asexuée des animaux revêt diverses modalités. Il peut s'agir du bourgeonnement de nouveaux individus à partir de l'organisme parental, comme chez l'hydre et chez certaines méduses. Lorsque les nouveaux individus restent unis à l'organisme d'origine, il se forme une colonie, comme chez les coraux.

La reproduction asexuée peut aussi résulter du fractionnement de l'organisme en plusieurs parties, comme chez certains vers et chez l'anémone de mer.



Figure 8 : Reproduction asexuée par fragmentation chez une étoile de mer.

Cette étoile de mer a perdu un bras qui peut se transformer en une nouvelle étoile de mer par le processus de fragmentation asexuée.

Karen Gowlett-Holmes / Oxford Scientific / Getty Images

La parthénogenèse constitue un cas à part. Le terme de parthénogenèse vient du grec parthenos = vierge : elle constitue un mode de reproduction indépendant de la fécondation et donc du spermatozoïde. Le développement parthénogénétique se rencontre en particulier dans l'embranchement des Arthropodes (Insectes notamment), mais aussi chez certains Lézards et chez le Dindon.

Cette modalité est originale car, bien qu'asexuée, elle nécessite des cellules reproductrices. En effet, dans la parthénogenèse, une cellule reproductrice femelle se développe en un nouvel individu sans avoir été fécondée. Par exemple, chez les **abeilles**, la parthénogenèse est le seul mécanisme de production des mâles, appelés **faux-bourdon**, alors que les femelles, ouvrières ou reines, résultent de la reproduction sexuée entre la reine et les mâles (chez les abeilles, les reines sont les seules femelles à acquérir la capacité à se reproduire et donc à pondre des œufs).

Bibliographie :

Bay K, Main KM, Toppari J, Skakkebaek NE: Testicular descent: INSL-3, testosterone, genes and the intrauterine milieu. *Nature Rev Urol* 2011; 8: 187-196.

Berta P, Hawkins JR, Sinclair AH, Taylor A, Griffiths BL, Goodfellow PN, Fellous M. Genetic evidence equating SRY and the testis determining factor. *Nature* 348 (1990) 448–450.

Drion P, Beckers JF, Derivaux J, Hanzen C, Ectors F. 2002. *Physiologie de la reproduction*. Université de Liège. Faculté de Médecine vétérinaire.

Evans HE, de Lahunta A: *Miller's anatomy of the dog*, 4th ed., 2013.

Faraj J. Apport de la cytogénétique et de la biologie moléculaire dans les troubles de la différenciation sexuelle. Thèse pour l'obtention du doctorat en médecine. Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, Royaume du Maroc (2015) 221 p.

Grinspon RP, Rey RA. Molecular Characterization of XX Maleness. *Int. J. Mol. Sci.* 2019; 20:6089.

Hafez ESE, Hafez B: *Reproduction in farm animals*, 7th ed., 2000.

Hammes A, Guo JK, Lutsch G, Leheste JR, Landrock D, Ziegler U et al. Two splice variants of the Wilms'tumor 1 gene have distinct functions during sex determination and nephron formation. *Cell* 106 2001319-329.

Joe H, Fuquay JW, Willard ST. *Applied animal reproduction*, 6th ed., 2004.

Kuttenn F, d'Acremont MF, Mowszowicz I. Anomalies de la différenciation sexuelle. *Encycl Méd Chir* (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris, tous droits réservés), Endocrinologie- Nutrition, 10-033-A-10 (2003) p 26.

Lin L, Achermann JC. Steroidogenic factor-1 (SF-1, Ad4BP, NR5A1) and disorders of testis development. *Sexual Development* 2 (4–5) (2008) 200–209.

Paget, Sandrine. Etude cytogénétique et moléculaire d'un cas d'intersexualité chez le chien et le cheval. Thèse d'exercice, Université Paul Sabatier - Toulouse III, 2001, 200 p.

Pannetier M, Fabre S, Batista F et al. FOXL2 activates P450 aromatase gene transcription : towards a better characterization of the early steps of mammalian ovarian development. *J Mol Endocrinol* 36 (3) (2006) 399–413.

Rey R, Josso N, Racine C. Sexual Differentiation. [Updated 2020 May 27]. In: Feingold KR, Anawalt B, Boyce A, et al., editors. *Endotext* [Internet]. South Dartmouth (MA): MDTText.com, Inc.; 2000. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279001/>

Rice W. Evolution of the Y sex chromosome in animals. *Bioscience* 1996; 46:331–43.

Royer-Pokora B, Beier M, Henzler M, Alam R, Schumacher V, Weirich A, et al. Twenty-four new cases of WT1 germline mutations and review of the literature: genotype/phenotype correlations for Wilms tumor development. *Am J Med Genet A* 127 (2004) 249-57.

Sekido R, Bar I, Narvaez V et al. SOX9 is upregulated by the transient expression of SRY specifically in Sertoli cell precursors. *Developmental Biology* 274 (2) (2004) 271–279.

Sekido R, Lovell-Badge R. Sex determination involves synergistic action of SRY and SF1 on a specific Sox9 enhancer. *Nature* 453 (7197) (2008) 930–934.

Senger PL. Pathways to pregnancy and parturition. 2005. 3^{ème} édition. Current Conceptions, Inc.

Tevosian SG, Albrecht KH, Crispino JD, Fujiwara Y, Eicher EM, Orkin SH. Gonadal differentiation, sex determination and normal Sry expression in mice require direct interaction between transcription partners GATA4 and FOG2. *Development* 129 (2002) 4627–4634.

Wilhelm D, Englert C. The Wilms tumor suppressor WT1 regulates early gonad development by activation of Sf1. *Genes & Development* 16 (14) (2002) 1839–1851.

Sitographie :

Library of Reproduction Images (LORI: <http://lorimainsection.blogspot.ca>)

Ludivine Pasquier. Définitions Propédeutique : ensemble des techniques d'examens <https://slideplayer.fr/slide/3966384/>

Jean-Loup Huret, Claude Leonard, John RK Savage. (2000) MRC Radiation, Genome Stability Unit, Harwell, Didcot, OX11 0RD, UK <http://atlasgeneticsoncology.org/Educ/PolyMecaFr.html>

<http://nico8386.free.fr/cours/BA/Embryog%E9n%E8se%20-%20Organogen%E8se/Organogen%E8se/12%20Syst%E8me%20g%E9nital.doc>

<http://www.embryology.ch/francais/ugenital/diffmorpho01.html>

<https://veteriankey.com/testes-and-scrotum/>

<https://www.aquaportail.com/definition-1995-ovipare.html>

<http://www.usa-gardening.com/hatching-chicken-eggs/chicken-embryo-development.html>

<https://imgur.com/a/OifpM?gallery>

<https://monjardindidees.fr/zoom-sur-le-guppy/>

<https://veteriankey.com/male-reproductive-system-2/>