

Chapitre 5 : Physiologie de la reproduction des invertébrés.

Définition :

La reproduction est le processus par lequel de nombreux organismes d'une espèce sont issus d'individus préexistants. La reproduction est l'un des caractères qui permettent de définir les organismes vivants (l'espèce) et elle assure la continuité de l'espèce. Donc, la reproduction est une machine évolutive, source de diversité et l'adaptation des organismes à leurs environnements, et aussi la source d'une vie nouvelle.

Les types de la reproduction :

La reproduction est assurée par deux modalités différentes : reproduction **asexuée** et **sexuée**.

1. La reproduction asexuée ou (Multiplication asexuée) :

1.1. Définition :

Elle permet à un organisme unique de produire des descendants sans l'utilisation des cellules sexuées. Ce type de reproduction permet la conservation des individus (espèces).

1.2. Modalités : La reproduction asexuée se réalise par plusieurs processus :

- **Mitose binaire** (exp : *Paramécie*, *Trypanosoma*).
- **Mitose multiple ou schizogonie** (exp : *Plasmodium*).
- **Scissiparité** (exp : Turbellariés, divers Annélides).
- **Bourgeonnement** (exp : Spongiaires, Cnidaires, Annélides...).
- **Stobilisation** (exp : Scyphozoaires, Cestodes).

2. La reproduction sexuée :

Les métazoaires impliquent la production des cellules haploïdes, sexuées, différentes morphologiquement, les gamètes mâles (spermatozoïdes) et femelles (ovules) résultent d'une méiose.

La rencontre des gamètes c'est le processus de fécondation qui aboutit à l'état diploïde (2N ch) c'est œuf fécondé ou le zygote.

I. Organisation fonctionnelle des systèmes reproducteurs

1.1. Les systèmes reproducteurs :

Les gonocytes peuvent être enveloppés par des épithéliums faits de cellules somatiques qui les isolent du reste de l'organisme comme par exemple les diploblastiques (Spongiaires, Cnidaires, certains annélides polychètes) ou certains triploblastiques. Ils peuvent être protégés dans des organes spécialisés (testicules et ovaires) comme les chez les triploblastiques évolués (Invertébrés et vertébrés).

1.2. Reproduction des Diploblastiques et Triploblastiques Acœlomates :

1.2.1. La reproduction des Spongiaires :

Les spongiaires sont des métazoaires diploblastiques, aquatiques (en générale marins, mais quelques uns vivent en eau douce), dont l'organisation est très primitive. La reproduction se fait par voie sexuée ou asexuée.

a. La reproduction sexuée :

Les gonocytes forment des spermatozoïdes ou ovules. On distingue 2 types d'éponges :

- **Les éponges siliceuses** qui sont **hermaphrodites** (le même individu forme des spermatozoïdes et des ovules).
- **Les éponges calcaires** sont **gonochoriques** (il existe des éponges mâles qui ne produisent que des spermatozoïdes, et éponges femelles qui ne produisent que des ovules).

Après une fécondation (union d'un spermatozoïde et d'un ovule), l'œuf qui en résulte se développe et forme une larve nageante sorte de blastula partiellement ciliée appelée **amphiblastula**. Ensuite la gastrulation s'opère et la gastrula se fixe par son blastopore qui se bouche. L'oscule s'ouvre ensuite à la partie opposée.

b. La reproduction asexuée :

Elle peut se faire par des **bourgeons actifs** ou par **des bourgeons dormants**.

b.1. Bourgeons actifs (Bourgeons externes) :

Cette éponge est de forme irrégulière, Elle émet des bourgeons qui se séparent et donnent chacun une nouvelle éponge.

b.2. Bourgeons dormants (Bourgeons internes) :

Chez certains éponges d'eau douce, à l'approche de l'hiver il se forme des massifs de cellules amiboïdes chargées de réserves et que l'on appelle archeocytes au tour de ces cellules, se différencie une membrane épaisse formée de deux couches chitineuses séparées par une rangée d'éléments squelettiques : **les amphidiques**. Cette membrane possède une petite ouverture : le micropyle. L'ensemble porte le nom de **gemma**. Au froid, l'éponge meurt, mais pas les gemmes. Et, lorsque l'hiver est passé et que la température remonte, les archeocytes s'échappent par le micropyle et redonnent de petites éponges qui grandissent ensuite.

1.2.2. La reproduction des Cnidaires :

Les Cnidaires sont des Métazoaires diploblastiques, aquatiques 99% marins.

1. Reproduction des Hydres :

Ce sont de petits polypes de 1 cm de long, abondants dans les étendues d'eau douce. Selon les conditions de l'environnement, les hydres se reproduisent par voie **sexuée** (gamétogenèse) ou par voie **asexuée** (blastogenèse).

a. Reproduction sexuée :

Les espèces peuvent être **gonochoriques** ou **hermaphrodites**. Les cellules interstitielles de l'ectoderme donnent des cellules germinales qui colonisent soit **des ampoules testiculaires** situées dans le tiers supérieur de la colonne gastrale où elles se différencient en **spermatogonies**, soit **des ampoules ovariennes** situées dans le tiers inférieur où elles se différencient en **ovogonies**. De nombreuses ovogonies donnent **un seul ovule** entouré par environ 10 mille cellules nourricières. La fécondation se fait sur place (*in situ*) et les œufs se développent à l'abri d'une épaisse coque grillagée : c'est **la forme résistante**.

b. Reproduction asexuée

Dans des conditions favorables (alimentation, température, pH), **le bourgeonnement** s'installe dès que l'hydre a atteint sa taille normale. Les bourgeons apparaissent au tiers inférieur de la colonne gastrique. La jeune hydre totalement formée se détache si l'alimentation est abondante sinon elle reste accrochée à la souche, forment ainsi une colonie bourgeonnante temporaire, pouvant associer des unités de 1^e, 2^e et 3^e ordre. Ce phénomène est également lié à un activateur qui permettra la croissance de tel ou tel bourgeon.

1.2.3. La reproduction chez les Plathelminthes :

Les plathelminthes ou platodes sont des métazoaires triploblastiques acéломates. Certains plathelminthes sont libres, d'autres sont parasites.

- Les platodes sont des organismes **hermaphrodites** mais la **fécondation croisée est de règle**. La partie femelle est remarquable par la dissociation des fonctions germinales et vitélogénèse. Les œufs fécondés sont inclus dans des cocons de ponte contenant une ou plusieurs cellules dont les réserves sont utilisées au cours du développement embryonnaire.

a. La reproduction sexuée :

Les plathelminthes sont en majorité des **hermaphrodites** protérandriques mais la fécondation croisée et de règle. La reproduction est active chez les formes libres (Turbellariés).

Chez certains turbellariés **la fécondation est dite traumatique**. Les spermatozoïdes injectés par le pénis en un point quelconque du corps, gagnent les ovaires où a lieu la fécondation. Et chez les autres turbellariés l'insémination est normale, et les spermatozoïdes introduits dans l'atrium, peuvent être stockés dans les conduits utérins (réceptacles séminaux) où a lieu la fécondation.

b. La multiplication asexuée : Les Turbellariés.

La reproduction asexuée est très répandue chez les turbellariés.

Elle résulte de **division transversale (scissiparité)** précédées de **la régénération des parties manquantes**. Cette **paratomie** aboutit à la constitution de **chaîne d'individus bien différenciés**.

La multiplication asexuée est inhibée en phase de reproduction sexuée.

Les cestodes :

Les cestodes endoparasites au corps rubané. Les cestodes sont des **hermaphrodites** protérandriques et chaque proglottis contient un appareil génital mâle et un appareil génital femelle.

Les cocons de ponte ou les œufs embryonnés s'accumulent dans l'utérus qui est en relation avec l'ootype.

La maturation des deux appareils n'est pas synchrone selon les auteurs, il y aurait **soit fécondation croisée** entre **un proglottis mâle antérieur et un proglottis femelle postérieur**, soit **autofécondation dans un proglottis**, dans ce dernier cas, les spermatozoïdes s'accumuleraient temporairement dans l'atrium génital jusqu'à la maturation de l'appareil femelle.

1.2.4. La reproduction chez les Nématelminthes

Vers ronds leurs corps non segmenté. **Les spermatozoïdes sans flagelles**, développement post-embryonnaire entrecoupé **de mues**.

a. La reproduction sexuée :

Ils sont fondamentalement **gonochoriques** qui se reproduisent par voie sexuée. Il existe un **dimorphisme sexuel**. « le mâle est en général de taille réduite (20-30%) comparativement à la femelle, et présente à l'extrémité caudale souvent en forme de crosse, de fins stylets copulateurs qui émergent du cloaque jouent un rôle important lors de la copulation (rétention de la femelle, transfert du sperme). La femelle présente une vulve ventrale.

La spermatogenèse aboutit à des **spermatozoïdes volumineux et aflagellés**, animés **de mouvements amiboïdes, riches en produits de sécrétion**.

Il existe d'autre type de reproduction (des cas particuliers) tel que :

-La parthénogenèse :

Dans le cas où les mâles sont moins nombreux que les femelles chez les Nématodes ou ils sont parfois absents, les femelles se reproduisent par **parthénogenèse**.

En **l'absence de mâle**, **l'autofécondation** assure la production d'œufs puis d'embryons. En cas d'accouplement, les spermatozoïdes issus du mâle dominent ceux de l'individu hermaphrodite et fécondent la majorité des ovules, il y a **fécondation croisée**, ce qui est favorable à la biodiversité et à l'hétérozygotie de la descendance.

Il existe également **des espèces gynogénétiques** où les spermatozoïdes assurent uniquement l'activation des ovules mais ne participent pas à la caryogamie ; Il se produit une seule division de maturation qui préserve la diploïdie.

- L'hermaphroditisme :

Chez les espèces hermaphrodites, la gamétogenèse montre une évolution particulière. La glande génitale, **ovotestis** fonctionne à la fois comme **un ovaire** et comme **un testicule avec une autofécondation**. Les premières cellules sexuelles parvenant à maturité sont des **spermatozoïdes** ; la période de la spermatogenèse est brève immédiatement suivie par l'ovogenèse. Les spermatozoïdes formés, séjournent dans le tractus génital et fécondent les ovocytes au fur et à mesure de leur maturation.

1.3. Reproduction des Triploblastiques Coelomates :

1.3.1. La reproduction des Annélides

Les annélides ou vers annelés sont des gonochoriques et quelques cas des hermaphrodites, ils peuvent se reproduire de façon sexuée ou asexuée.

Le développement des Annélides est principe **indirect**. L'œuf se développe sur le mode spiral et engendre une **larve trochophore**. Les capacités de multiplication asexuée, de régénération sont inégalement réparties selon les classes, les espèces, le milieu et le mode de vie.

Cet embranchement est divisé en 3 classes selon la présence ou l'absence des parapodes et les soies.

- 1. Classe des Polychètes** : sexes séparés. Larve trochophore libre. Exp : les Néréidiens
- 2. Classe des Oligochètes** : ils sont hermaphrodites, développement direct. Exp : *Lumbricus terrestris*.
- 3. Classe des Achètes ou Hirudinées** : hermaphrodites avec un développement direct. Il n'y a pas de larves trochophore, pondent des œufs riches en vitellus. Exp : *Hirudo officinalis*

1. Les polychètes : peuvent se reproduire de façon **asexuée** ou **sexuée**.

1.1. Reproduction asexuée

La reproduction asexuée se fait par **régénération**. Les polychètes sont capables de régénérer les parties manquantes, ce qui est un caractère spécifique. Il existe 2 types de fragmentation :

- a. La fragmentation des métamères ou la schizométabérie**
- b. Stolonisation ou schizogamie.**

1.2. Reproduction sexuée :

La reproduction sexuée est très diversifiée chez les polychètes. Chez certaines espèces primitives, chaque segment possède un épithélium germinatif et la gamétogenèse peut s'effectuer dans l'ensemble de l'organisme, dans ce cas les ovocytes et les spermatozoïdes peuvent flotter librement dans le coelome. Chez d'autres espèces plus évoluées, les gonades sont bien constituées. Les adultes sont gonochoriques à l'exception de quelques cas d'hermaphroditisme.

1.3.2. Reproduction des Insectes

Chez les Insectes en général **les sexes sont séparés** et leur reconnaissance est facilitée par l'organisation des pièces génitales et dans certains cas par l'existence d'un **dimorphisme sexuel**. Les appareils génitaux mâle et femelle sont construits sur le même plan et comportent 2 parties essentielles :

- a- **L'appareil génital externe** : ectodermique, est présentée par des formations appendiculaires ou **gonopodes** qui assurent le rapprochement des sexes, le transfert du sperme ou le dépôt des œufs.
- b- **L'appareil génital interne** : comprend les gonades, les gonoductes latéraux (origine mésodermique) et conduit médian (ectodermique).

Les gonades hébergent des cellules germinales primordiales et l'évolution orientée vers la différenciation des gamètes. Les glandes annexes sont d'origine mésodermique chez le mâle et ectodermique chez la femelle.

1. L'appareil génital femelle :

Organisation et activité :

L'appareil génital interne comporte 2 ovaires, 2 oviductes latéraux mésodermiques, et un oviducte médian ectodermique qui débouche dans un **atrium génital** constitué de zones spécialisées (vagin, une bourse copulatrice, une poche incubatrice ou utérus), en fonction du mode de reproduction (oviparité, ovoviviparité ou viviparité). Une spermathèque et des glandes accessoires ou collatérales qui débouchent dans un atrium génital.

1.1. Les ovaires :

Ils comportent un nombre spécifique d'**ovarioles** (environ 200 chez l'abeille : *Apis mellifera*, 8 chez *Periplaneta*). Chaque ovariole contient 2 zones fonctionnelles :

- **Le germarium apical** où se trouvent les cellules germinales et les cellules somatiques.
- **Le vitellarium** où se développent les cellules sexuelles.

L'évolution des cellules germinales permet de distinguer 2 catégories d'ovarioles :

- a. **Les ovarioles panoïstiques** : les cellules germinales donnent des ovogonies et les cellules somatiques donnent des cellules folliculaires.
- b. **Les ovarioles méroïstiques** : les cellules germinales donnent des ovogonies et des cellules nourricières ou trophocytes. Ces trophocytes peuvent accompagner les ovocytes, on a alors :

b.1. Ovarioles méroïstiques polytrophiques ou peuvent rester dans le germarium forment une masse tropharium,

b. 2. Ovarioles méroïstiques télotrophique (acrotrophiques), ces trophocytes sont reliés temporairement aux ovocytes par des cordons trophiques (nourriciers).

1.2. Spermathèque et glandes collatérales :

La spermathèque (réceptacle séminal) et les glandes collatérales ont une origine ectodermique.

La spermathèque stocke les spermatozoïdes pour une éventuelle fécondation et les glandes collatérales permettent le maintien des œufs en amas.

2. L'appareil génital mâle :

Il comporte une paire de testicules, 2 spermiductes latéraux ou canaux déférents plus ou moins contournés, un conduit génital médian qui se prolonge dans la cavité génitale, des vésicules séminales qui emmagasinent les spermatozoïdes et des glandes annexes. Il présente aussi un gonopode qui permet le rapprochement des sexes et le transfert du sperme dans les voies génitales femelles.

2.1. Les testicules :

Chaque testicule comporte **des ampoules ou follicules testiculaires (tubes séminifères)** dont le nombre varie selon les espèces « 2 chez les Poux, 4 chez les Lépidoptères et 200 les Orthoptères ». Ces ampoules sont reliées par de courts pédicelles aux canaux déférents. Les cellules germinales y subissent la spermatogenèse (évolution nucléaire) et la spermiogenèse (évolution cytoplasmique) qui aboutit à la formation du **spermatozoïde flagellé mobile dépourvu de réserves**.

Chaque ampoule possède une succession de zones où les cellules sont à différents stades de leur évolution :

- **Le germarium la zone apical** qui est une zone de multiplication des spermatogonies.
- Une **zone de croissance** très peu marquée.
- Une **zone de maturation** (division de méiose) : réduction chromatique.
- Une **zone de transformation** (spermiogenèse)

2.2. Glandes annexes et vésicules séminales :

Elles élaborent des peptides, des enzymes et des mucopolysaccharides qui agglutinent les spermatozoïdes à la sortie des vésicules séminales qui les emprisonnent dans un spermatophore. Les sécrétions des glandes annexes mâles transmises aux femelles au cours de l'accouplement les insectes possèdent 1 à n paires de glandes accessoires de forme et de taille variables, spécifiques ont une fonction multiple.

3. La fécondation :

La fécondation est **interne** et a lieu lors de la ponte. L'œuf reçoit une goutte de sperme lorsqu'il passe devant le conduit de la spermathèque où étaient emmagasinés les spermatozoïdes. L'accouplement est assuré par un ensemble de signaux spécifiques.