

# Généralités sur la reproduction

## I) Reproduction sexuée et asexuée

- **Reproduction** (au niveau biologique) = processus permettant la **production de nouveaux organismes** d'une espèce à partir d'individus préexistants de cette même espèce, et permettant la **survie de l'espèce**++

→ Pour se reproduire, il faut 2 individus de la **même espèce**, deux espèces différentes ne peuvent pas se reproduire entre elles.

## A) Reproduction sexuée

La reproduction sexuée fait intervenir 2 individus de sexes différents : un mâle et une femelle, et qui implique de fait la fécondation de leurs cellules germinales (gamètes).

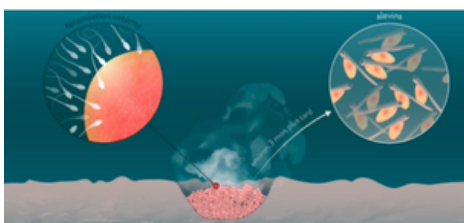
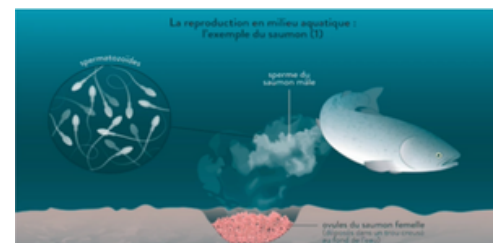
Cette fécondation peut nécessiter :

- **un accouplement** : on parlera alors de reproduction sexuée **interne**
- **sans accouplement** : on parlera de reproduction sexuée **externe**

Si l'on connaît très bien la reproduction sexuée interne, celle externe est souvent source de questionnements. Nous allons donc étudier un premier exemple : les petits poissons.

### Exemple : les petits poissons

La femelle va pondre à un niveau de la rivière (c'est ce qu'on appelle frayer) ses cellules germinales, qui sont des **ovules totalement finis** à un endroit qui est habituellement **protégé**.



Le mâle va venir au même endroit après le passage de la femelle et donc rejeté ces spermatozoïdes ce qui vont se retrouver dans le milieu aquatique et qui vont devoir aller **rejoindre** les ovules pour les féconder.

On a pas d'accouplement entre les poissons et on a vraiment un **dépôt séparé** des gamètes qui vont se rencontrer parce que l'environnement n'est pas très éloigné.

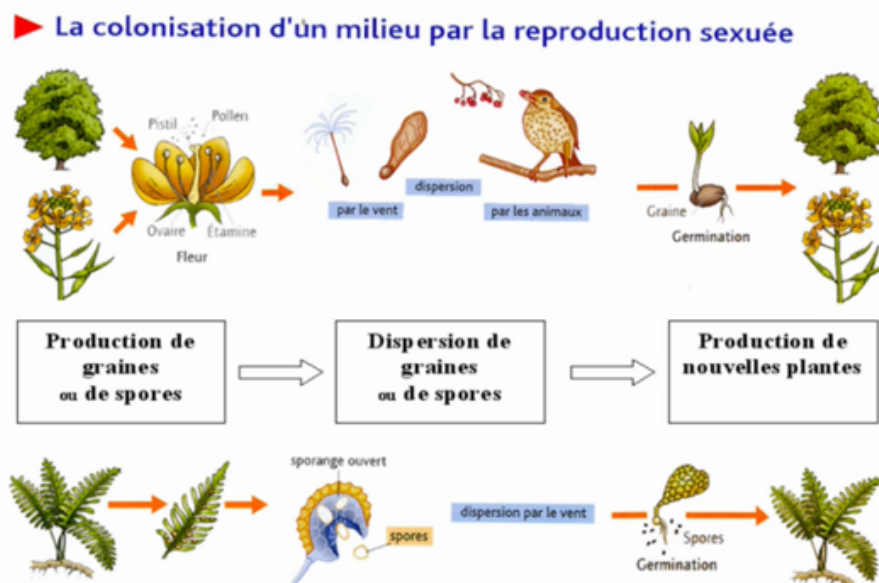
Lorsqu'il y a un courant aquatique, les spermatozoïdes vont être emmenés de la même façon que les ovules.

À priori, toute cette partie va se passer en zone dite **protégée**, souvent dans des herbes, des recoins au fond de la rivière, où la femelle va pouvoir protéger ses ovules et le mâle y aller.

## La dispersion

Au-delà de la séparation entre reproduction sexuée et asexuée, on peut rajouter également la notion de dispersion, principalement utilisée par les **végétaux**. Cela va permettre de **coloniser** de nouveaux biotopes, donc de nouvelles parties de l'environnement, ce qui mène à l'augmentation des chances de survie des espèces considérées.

Lorsqu'on regarde ce qui se passe au niveau des végétaux : Il va y avoir une **pollinisation**, la formation de pollen qui vont être dispersés par le vent et donc potentiellement s'implanter dans un autre biotope. On le retrouve également avec les **fougères** et les **spores** qui peuvent être disséminés par le vent notamment.



## B) Reproduction asexuée

La reproduction asexuée a plusieurs synonymes : multiplication asexuée ou reproduction végétative.

La **reproduction végétative** est le synonyme le plus facilement utilisé puisque c'est le mode de reproduction qui est utilisé le plus souvent par les végétaux. ++ Elle correspond à tous les moyens de multiplication d'une espèce où n'interviennent finalement ni les gamètes ni la fécondation.

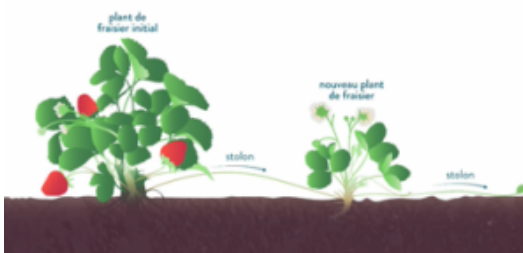
Les conséquences de cette reproduction sont que :

- Le sexe des parents et des enfants va rester identiques puisqu'on est sur une **copie** de l'individu parental.
- L'ensemble des cellules (ou individus) issus de la cellule mère vont constituer ce qu'on appelle un **clone naturel**.

On parle de clone naturel car l'information génétique va être transmise dans son **intégralité**, ce qui veut dire qu'on a des individus qui sont **SIMILAIRES** aux géniteurs.

**ATTENTION** → On a tendance à faire une confusion en disant que les individus sont totalement identiques y compris au niveau génétique. En effet, ils sont censés être identiques puisqu'on va avoir une copie conforme de l'individu parental dans le code génétique. Néanmoins, il ne faut pas oublier que lors de ces copies on peut avoir la **survenue d'une mutation de novo** et donc de fait, nos individus ne seront pas forcément totalement identiques. Cela permet également de faire évoluer une espèce à travers le temps : si elles gardaient la même information génétique au travers des siècles, certaines espèces auraient totalement disparues du globe.

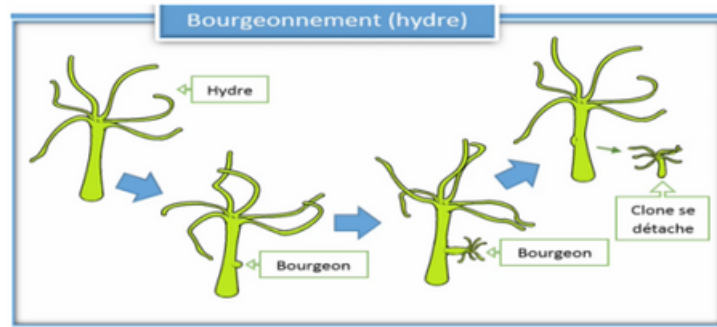
### Exemple : Fraisiers/Framboisiers



Ils vont lancer ce qu'on appelle un **stolon** (= une mini racine) qui va pouvoir aller un petit peu plus loin donc s'enraciner et donner un nouvel individu. Par ce système, on va avoir des fraisiers qui vont se multiplier au fur et à mesure.

## Exemple : Algue

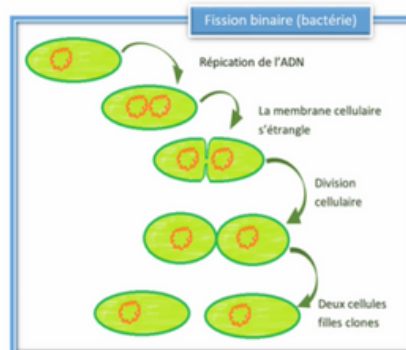
Une algue va être capable de se reproduire par **bourgeonnement**. Le bourgeon va se former au pied de l'algue. Lorsqu'il va arriver à pseudo maturité, il va pouvoir se détacher et se retrouver donc dans le milieu autour de l'algue pour pouvoir aller se figer lui-même dans son biotope naturel.



## Fission binaire des bactéries

La reproduction asexuée est souvent illustrée par les végétaux, mais c'est aussi le **mode de multiplication des bactéries**. Pasteur a bien détaillé ce principe de multiplication des bactéries : c'est ce qu'on appelle la **fission binaire des bactéries**.

On va avoir une première étape avec une **réplication de l'ADN parental** pour avoir **2n ADN** dans la cellule. Une fois qu'on a ces 2n, la membrane cellulaire va pouvoir s'étrangler autour de ces 2 parties d'ADN puis se diviser et donner 2 cellules filles (qui sont clones de la cellule mère puisque à priori l'ADN qui aura été transmis sera exactement le même que celui parental, sous réserve de l'apparition de mutations de novo).



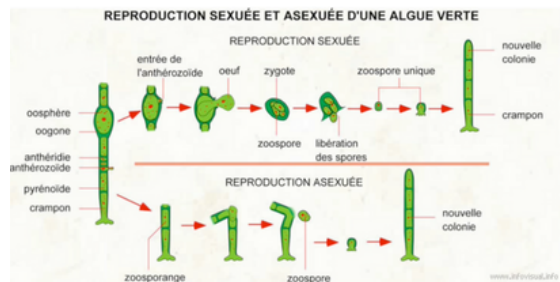
## C) Le continuum entre repro sexuée et asexuée

Les notions de reproduction asexuée et sexuée n'ont pas forcément un caractère dichotomique.++

### Exemple : Algue verte

Cette algue verte est capable d'utiliser les 2 modes de reproduction :

- Premièrement, une reproduction asexuée (donc de type végétative) qui va former des **spores** qui sont obtenus à partir d'une multiplication cellulaire standard de type mitoses. Les spores vont alors être relarguées dans le biotope pour donner une nouvelle colonie.



- Secondairement, l'algue est capable de former elle-même des gamètes :
  - gamètes féminins : des **oogones**
  - gamètes masculins : des **anthérozoïdes**

(vous verrez un tout petit peu après le rapprochement avec les noms qu'on retrouvera dans l'espèce humaine !)

Cet anthérozoïde peut venir lui-même féconder l'oogone pour donner un œuf, puis un zygote.

Le capital génétique du zygote va être le même puisque l'oogone est fécondée par l'anthérozoïde formé par la même algue. Ce zygote va alors pouvoir donner lui-même des spores qui vont donner une nouvelle colonie un petit peu plus loin. On voit que cette division est finalement assez arbitraire et qu'on peut retrouver tous les modes possibles de reproduction dans la nature.

→ Le caractère sexué ou non est une division dichotomique arbitraire.

*Nous allons maintenant voir plus en détail à quoi correspond la reproduction sexuée !*



## II. Reproduction sexuée

Elle implique toujours la participation de 2 individus de même espèce, mais cette fois-ci il faut qu'on ait un sexage des individus.

Il y a 2 individus de sexes différents qui vont produire des gamètes, chacun mâles et femelles.

On n'est plus dans le cas d'une reproduction végétative où l'on va avoir une copie du matériel chromosomique d'une cellule à l'autre. On fait intervenir 2 organismes différents, il y a donc forcément moitié moins de chromosomes que la cellule mère pour chaque gamète.

C'est ce qu'on appelle les **cellules haploïdes**, qui vont contenir non plus  $2n$  chromosomes mais  **$n$  chromosomes**. Ces cellules sont obtenues par **méiose** (c'est le côté **typique** de la gamétogenèse et de la reproduction sexuée). Cette méiose va être différente selon les sexes et va donner 2 cellules complètement différentes :

 Gamète mâle (spz)	<ul style="list-style-type: none"><li>• forme de têtard, quelle que soit l'espèce</li><li>• Sa tête va un peu changer mais on trouvera à peu près la même forme dans toutes les espèces</li></ul>
 Gamète femelle (ovocyte)	<ul style="list-style-type: none"><li>• cellule ronde et grosse qui va être fécondée pour donner le zygote + ses 2 pronoyaux</li></ul>

La fécondation va restaurer la **diploïdie**, c'est à dire le fait d'avoir les  **$2n$  chromosomes**.

Le fait d'avoir ce type de fécondation, en mélangeant le matériel génétique d'individus différents, va être responsable d'un **brassage génétique** extrêmement important (et donc d'une modification du capital génétique / des traits phénotypiques qu'on va obtenir dans la descendance).

**La reproduction sexuée est donc source d'un brassage génétique. ++**

L'individu qui va être obtenu après la fécondation ne sera **jamais** identique à ses 2 parents. Ce type de reproduction assure donc la **diversité** au sein d'une même espèce et va jouer un rôle indispensable dans la **survie et l'évolution** des espèces (puisqu'elle va permettre l'adaptation à l'environnement). ++

Pour arriver à cela, la condition nécessaire, c'est qu'on ait 2 lignées cellulaires totalement différentes dont l'une est capable de passer facilement de  $2n$  à  $n$  chromosomes. On va distinguer dans les animaux qui vont utiliser ce mode de reproduction :

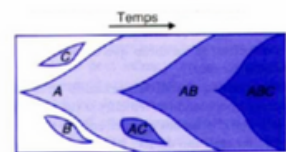
-Des cellules **somatiques** qui auront systématiquement  **$2n$  chromosomes** (dans notre espèce 46 chromosomes).

-Des cellules de la **lignée germinale** qui elles vont avoir à la fois des **cellules à  $2n$  chromosomes** donc **diploïdes**, et des **cellules haploïdes à  $n$  chromosome** qui seront les gamètes utilisés au moment de la fécondation.

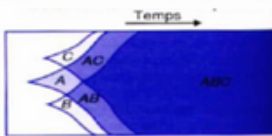
Ce type de reproduction est important dans la survie de l'espèce. On a l'habitude de parler de la théorie de Ridley qui prône le fait que la reproduction sexuée est capable d'**augmenter** très rapidement l'apparition de mutations qui seront **bénéfiques** à la survie de l'espèce, contrairement à ce que l'on pourrait observer en reproduction asexuée.

Dans la reproduction **asexuée**, on peut avoir la survenue d'une mutation de novo ce qui permet en fait la survie de certains végétaux depuis l'apparition de la planète. Néanmoins, les mutations vont être extrêmement **ponctuelles**, rares et il va falloir un certain temps pour voir apparaître une modification de l'espèce.

Procréation asexuée => les mutations favorables A, B et C apparaissent lentement au fil des générations



Procréation sexuée => les mutations favorables A, B et C apparaissent plus rapidement au sein de la population (croisements entre individus mutés)



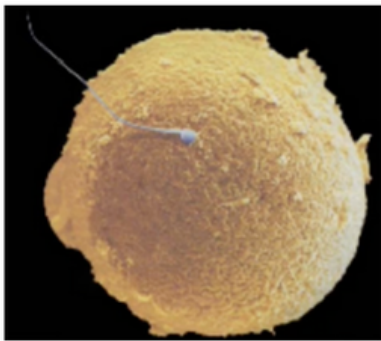
Dans la reproduction **sexuée**, le brassage génétique va permettre l'apparition très rapide de mutation et in fine les individus qui garderont un matériel génétique qui est **compatible avec la survie** dans l'environnement dans lequel ils vivent vont pouvoir continuer à être sur la planète. Ceux qui ont des mutations génétiques défavorables vont progressivement s'éteindre de la planète.

Cette reproduction a un intérêt tout particulier au sein des espèces et on a besoin d'avoir à disposition 2 types de cellules : les gamètes mâles et femelles.

Les gamètes ne se ressemblent pas entre eux et il faut qu'ils remplissent **3 conditions** essentielles pour pouvoir être concevables au niveau biologique : ++

- Des gamètes qui soient de **taille suffisamment importante** (lors de la première partie de la grossesse, le zygote va avoir besoin de réserves nutritives pour se développer puisque le placenta ne sera pas encore formé)
- Des gamètes qui soient **mobiles** afin qu'ils puissent se rencontrer dans le tractus génital
- Un **coût de fabrication** qui soit **raisonnable** pour l'individu (on ne peut pas concevoir qu'une espèce perde la moitié de son énergie à fabriquer que des gamètes puisque cela voudrait dire que le reste du temps elle ne pourrait pas vivre et ne pas s'adapter à son environnement)

Pour répondre à ces 3 conditions, la seule solution est d'avoir une **anisogamie**, c'est à dire des gamètes qui sont totalement différents et qui vont se partager les tâches.



L'ovocyte est une cellule extrêmement **grande** qui va finalement porter les **réserves nutritives**. Il n'a pas de capacité de mobilité compte tenu de sa taille et des enjeux qu'elle représente.

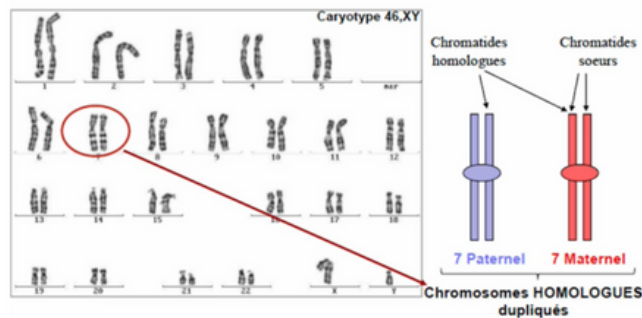
À l'inverse, le spermatozoïde lui est **tout petit** et va avoir la flagelle qui va lui permettre de **bouger** très rapidement

On a un gamète qui va porter la fonction mobilité tandis que l'autre va porter la fonction de coût nutritif.

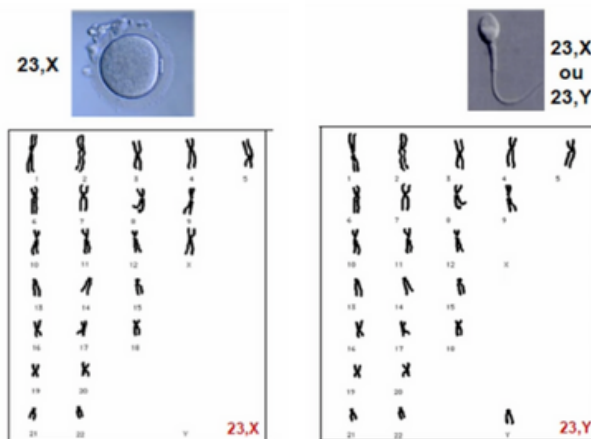
De la même façon, en termes de fabrication, celui qui porte les réserves nutritionnelles est plus difficile à former et donc on aura moins de cellules qui seront formées au fur et à mesure. Au contraire, le gamète mâle a un coût de fabrication extrêmement faible et donc on va avoir énormément de cellules produites.

À cette notion d'anisogamie va se rajouter une autre notion : celle de cycle vital et notamment le **cycle vital des cellules somatiques**. En effet, les cellules somatiques portent  $2n$  chromosomes donc sont diploïdes, et on porte dans l'espèce humaine 23 paires de chromosomes : **22 paires d'autosomes, une paire de gonosomes**.

Chacun de nos 2 chromosomes proviennent soit de notre père soit de notre mère.

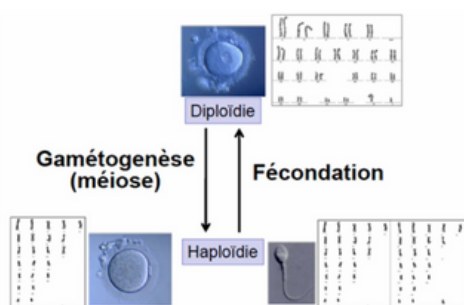


Nos gamètes, eux, sont **haploïdes**, et ne portent donc qu'un seul chromosome. Dans notre espèce, on en aura 23. Le spermatozoïde, quant à lui, va répartir de manière aléatoire le X ou Y et on aura des formules haplotypiques de type 23X ou 23Y dans les gamètes.



Il va falloir pouvoir passer d'une cellule **diploïde** à une cellule **haploïde** pour revenir après au stade diploïde et c'est ça qu'on appelle le cycle vital puisque le passage de la diploïdie vers l'haploïdie est assuré par le phénomène de méiose = la gamétogenèse.

La **fécondation** quant à elle va permettre de restaurer la diploïdie par fusion des gamètes.

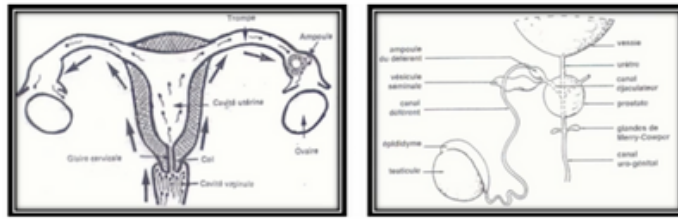


Cette fonction reproductive ne peut avoir lieu que si on a un tractus génital ou un appareil génital qui est dit fonctionnel.

L'appareil génital, c'est l'ensemble des organes anatomiques qui vont participer à ce phénomène de reproduction.

Dans cet appareil génital, on a l'habitude de distinguer la **gonade** qui va être le support essentiel de la gamétogenèse. De manière indissociée, la gonade va être chargée de la production des hormones sexuelles. Ces dernières vont assurer l'apparition des **caractères sexuels** primaires et secondaires et surtout de maintenir le comportement sexuel à l'âge adulte.

Ceci n'est possible que si la différenciation sexuelle s'est faite de manière correcte ++ et donc seulement si on a un tractus génital totalement fonctionnel.



Le tractus génital va permettre d'assurer :

- l'activité sexuelle
- le transport des gamètes
- le **siège de la fécondation** lorsqu'on est face à une reproduction sexuée interne

## FINNN

Bravo d'être arrivé à la fin de cette fiche ! Ce n'est pas un cours très long ni très piégeux, et il y a pas mal de notions de rappels du lycée, donc j'espère que ça a été pour vous :) N'hésitez pas à poser vos questions sur le forum, et surtout à vous entraîner (j'essaierai de vous sortir un mini DM sur les généralités !).  
Je vous souhaite plein de courage <3

*Et maintenant dédié à toutes les belles rencontres du tut : Charlotte mon petit chou (avouez elle rend la biostat plus cool), les deux Iris (aka les personnes les plus drôles que je connaisse), Mathys évidemmmeeent, Houcine+Yacine+JP (avec qui j'ai vécu mes meilleurs moments de la tut rentrée), et tous les autres <3*

*Dédi à Manon et Juliette, et à la biostat/BDR <3*

*Dédi à Lilou, Manon, Elise et Nélia, mon petit groupe de SF <3*

*Dédi à mes fillotes en qui je crois fort fort <3*

*Dédi à Lauriane (oui tu as eu ta dédié je ne mentais pas.)*

*Dédi à toi qui lit cette fiche, ne cesse jamais de croire en toi, tu as déjà fais une bonne partie du chemin !!*