

# DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE DES INDIVIDUS

Dans chaque famille, chaque enfant présente des traits empruntés à l'un ou l'autre de ses parents.

Mais il n'est identique ni à l'un de ses parents, ni à ses frères et sœurs (sauf dans le cas particulier des vrais jumeaux). Chaque individu semble donc unique.

Problème :

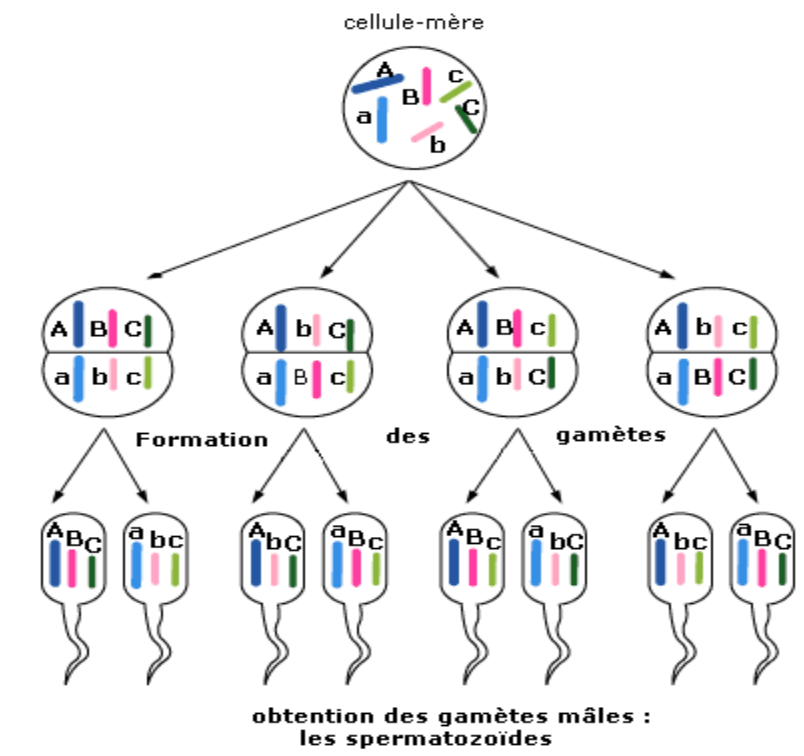
- Pourquoi des frères et sœurs, qui ont pourtant les mêmes parents, n'héritent-ils pas exactement des mêmes caractères ?
- Comment les mécanismes de transmission de l'information héréditaire d'une génération à la suivante peuvent-ils aboutir à une si grande diversité des êtres humains ?

## I- La production des gamètes, premier niveau d'intervention du hasard

Un caryotype de gamètes comprend la moitié du nombre des chromosomes de l'espèce et un chromosome de chaque paire. Chez l'être humain, il y a deux types de gamètes à 23 chromosomes :

- les spermatozoïdes, avec 22 chromosomes et un chromosome sexuel (un X ou un Y) ;
- les ovules, avec 22 chromosomes et un chromosome sexuel (forcément un X).

Lors de la formation des gamètes, les chromosomes homologues se séparent. Or, on a vu que les chromosomes de chaque paire peuvent porter des allèles identiques ou différents. Lors de cette séparation, ils vont donc former des gamètes contenant des informations génétiques différentes.

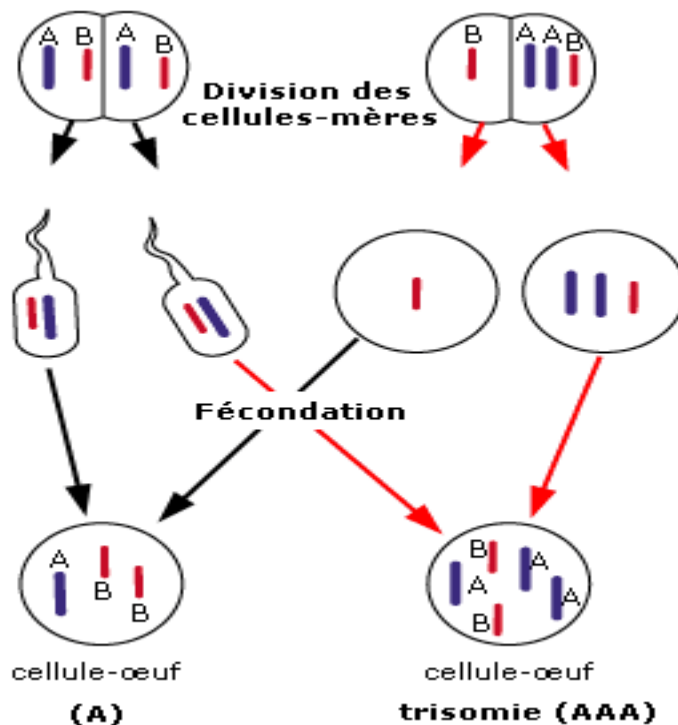


- Si l'on se limite, pour simplifier, à 3 paires des chromosomes, la cellule-mère des spermatozoïdes, représentée sur le schéma ci-dessus et qui contient 6 chromosomes, va se diviser en séparant ses chromosomes homologues au hasard et l'on pourra obtenir 8 spermatozoïdes génétiquement différents, c'est-à-dire contenant des regroupements d'allèles différents.
- Dans les ovaires, les cellules-mères d'ovules subissent le même type de division. Si l'on considère également une cellule à 6 chromosomes au départ, elle peut former 8 ovules génétiquement différents.

Les généticiens ont ainsi calculé qu'un être humain, quel que soit son sexe, peut produire plus de 8 millions de gamètes génétiquement différents, à partir de ses cellules-souches à 23 paires de chromosomes. Ce sont quelques exemplaires de ces spermatozoïdes génétiquement différents qui se retrouvent parmi les 150 à 500 millions de spermatozoïdes éjaculés. Dans les ovaires, seule une partie des ovules sur 8 millions sera émise lors des ovulations au cours de la vie d'une femme, puisque, à raison d'un ovule en moyenne par cycle entre la puberté et la ménopause, une femme ne pourra produire qu'environ 400 à 500 ovules durant sa vie.

Si une erreur de répartition des chromosomes se produit pendant la formation des gamètes, l'un des gamètes obtenus pourra contenir un chromosome en trop. Chez un autre, un chromosome pourra manquer.

Ce type d'erreur pourra se répercuter au moment de la fécondation dans la cellule-œuf obtenue et donc chez le futur enfant avec apparition d'anomalies chromosomiques comme des trisomies (3 chromosomes au niveau d'une « paire » donnée au lieu de 2) ou de monosomie (1 seul chromosome au niveau d'une paire).

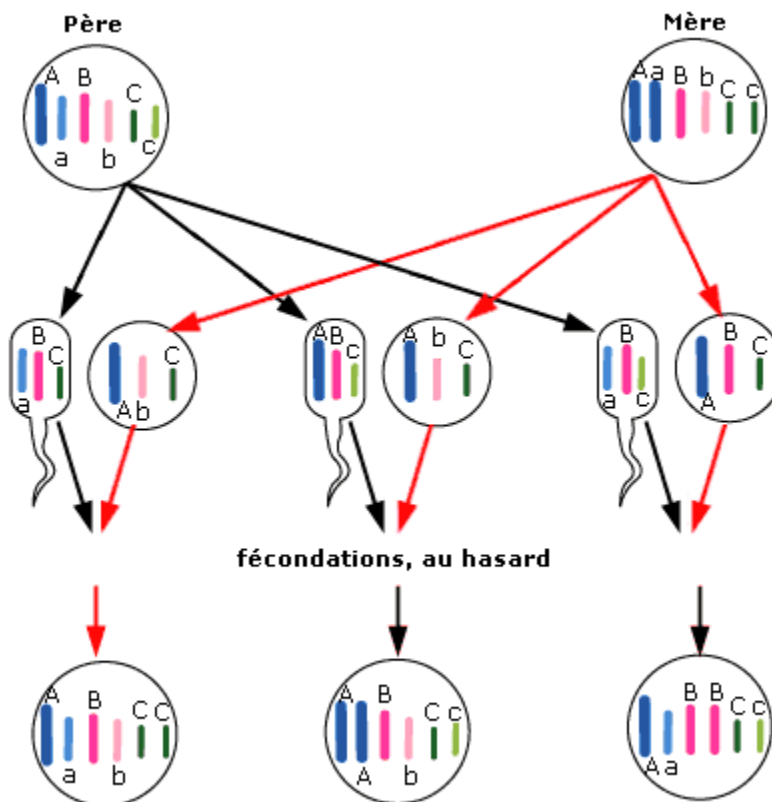


**Doc. 2 : Exemple d'obtention d'une cellule-œuf contenant 3 chromosomes au lieu de 2 : la trisomie.**

## II- La fécondation, deuxième niveau d'intervention du hasard

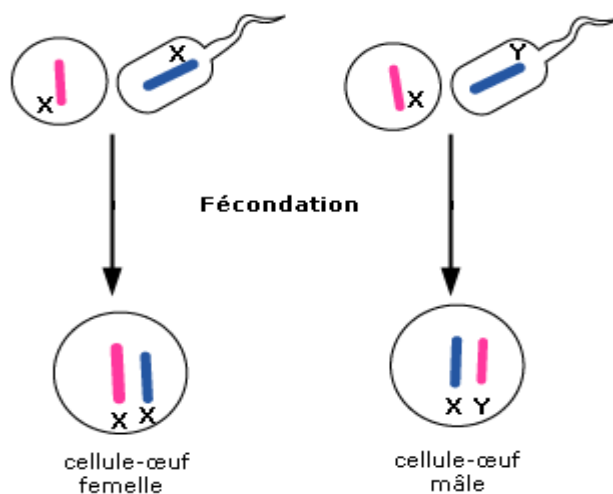
Lors de la fécondation, un spermatozoïde parmi les millions éjaculés rencontre un ovule.

Par exemple, pour chaque parent, il y a 8 gamètes possibles, donc 64 cellules-œufs possibles, selon l'assortiment, au hasard, des gamètes lors de la fécondation. Seules trois solutions sont présentées ici.



**Doc. 3 : Exemples de fécondations, au hasard.**

Dans la cellule-œuf, au sein de chaque paire de chromosomes, un chromosome, et donc un allèle, provient du père et l'autre de la mère. Comme chaque spermatozoïde peut contenir, soit le chromosome X, soit le chromosome Y, c'est le type de spermatozoïde, et donc indirectement le père, qui déterminera le sexe de son futur enfant, en fécondant un ovule qui, lui, ne peut contenir qu'un chromosome X au niveau de la paire de chromosomes sexuels.



**Doc. 4 : Détermination du sexe du futur enfant en fonction de la rencontre des chromosomes lors de la fécondation.**

D'autre part, comme chaque gamète est l'un des 8 millions de gamètes possibles chez chacun des parents, un même couple peut potentiellement être à l'origine, lors de chaque fécondation, de plus de 64 milliards (8 millions x 8 millions) de cellules-œufs génétiquement différentes. Chacun d'entre nous est donc le produit d'une sorte de « tirage au sort » où nous avons une chance sur 64 milliards d'être ce que nous sommes... Or, si même à partir d'un couple de parents donné, la probabilité d'avoir deux frères ou deux sœurs génétiquement identiques est aussi faible (à moins qu'ils ne soient issus de la même cellule-œuf, comme c'est le cas chez les vrais jumeaux), alors la probabilité est encore bien plus faible d'avoir deux individus pris au hasard sur la planète qui soient identiques ! On peut donc dire que la reproduction sexuée crée au hasard de nouveaux programmes génétiques qui sont à l'origine d'individus, tous différents et tous uniques.

## Bilan

- **Chaque individu issu de la reproduction sexuée possède un programme génétique qui contribue à le rendre unique.**
- **Au cours de sa formation, chaque gamète reçoit au hasard un chromosome de chaque paire, soit 23 chromosomes dans l'espèce humaine. Un très grand nombre de combinaisons génétiquement différentes est possible et les gamètes produits par un individu sont donc génétiquement différents.**
- **Lors de la fécondation, les noyaux du spermatozoïde et de l'ovule fusionnent et mélangent ainsi au hasard l'information génétique. Pour chaque paire de chromosomes et chaque gène, un exemplaire vient du père et l'autre de la mère. En rétablissant le nombre de chromosomes de l'espèce, la fécondation rassemble au hasard des allèles provenant de deux individus génétiquement très différents.**
- **La reproduction crée donc, au hasard, un nouveau programme génétique.**