SVT · TERMINALE / COURS

L'origine du génotype des individus

Astrolab Cours · astrolabcours.fr

01 Le problème

Deux frères ou deux sœurs ont les mêmes parents, et pourtant ils ne se ressemblent jamais tout à fait (sauf les vrais jumeaux). Chaque enfant reçoit la moitié des chromosomes de sa mère et la moitié de ceux de son père, mais jamais la même moitié. D'où vient cette diversité presque infinie ?

01 L'idée : deux jeux de cartes battus puis réunis

Chaque parent possède un jeu de 23 paires de cartes : dans chaque paire, une carte vient de son propre père, l'autre de sa propre mère.

- Pour fabriquer un gamète, il **garde une seule carte de chaque paire**, tirée au hasard : c'est la méiose.
- Avant de tirer, il arrive que deux cartes d'une même paire **échangent un morceau** : c'est le crossing-over.
- La fécondation **réunit** le demi-jeu du père et le demi-jeu de la mère : on retrouve 23 paires.

Battre les cartes (méiose) puis réunir deux demi-jeux tirés au hasard (fécondation) : voilà d'où vient le génotype unique de chaque individu.

01 La méiose : de 2n à n

La **méiose** est une suite de **deux divisions** qui produit, à partir d'une cellule diploïde ($2n$ chromosomes), **quatre cellules haploïdes** (n chromosomes) : les gamètes.

- **Méiose I** (division réductionnelle) : les chromosomes homologues s'apparient puis se séparent. Chaque cellule fille reçoit un chromosome de chaque paire, encore formé de deux chromatides.
- **Méiose II** (division équationnelle) : les chromatides sœurs se séparent, comme dans une mitose.

Avant la méiose, l'ADN a été répliqué : chaque chromosome est double (deux chromatides). Chez l'humain, $2n = 46$ et $n = 23$.

Le brassage interchromosomique

En anaphase I, chaque paire de chromosomes homologues se sépare **indépendamment des autres** : le chromosome d'origine paternelle peut partir d'un côté ou de l'autre, au hasard.

Avec n paires, cela donne 2^n combinaisons de chromosomes possibles dans un gamète. Chez l'humain, $2^{23} \approx 8$ millions de gamètes différents, sans même compter le crossing-over.

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/svt/terminale/origine-du-genotype/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits

Le brassage intrachromosomique

En prophase I, les chromosomes homologues appariés peuvent échanger des portions de chromatides : c'est le **crossing-over**. Il forme des chromatides **recombinées**, qui portent une nouvelle association d'allèles.

Plus deux gènes sont éloignés sur un chromosome, plus un crossing-over a de chances de se produire entre eux.

La fécondation

La fécondation réunit un gamète mâle et un gamète femelle, choisis au hasard parmi des millions : elle **rétablit la diploïdie** et **amplifie** le brassage. Le nombre de génotypes possibles pour un enfant d'un même couple dépasse $2^{23} \times 2^{23} = 2^{46}$, soit plus de 70 000 milliards.

Le croisement test : lire le brassage

Pour savoir quels gamètes produit un individu hétérozygote pour deux gènes, on le croise avec un **homozygote récessif** pour ces deux gènes. Les gamètes de ce dernier n'apportent que des allèles récessifs : **le phénotype des descendants révèle directement les gamètes** de l'hétérozygote.

Résultat du croisement test	Interprétation
4 phénotypes, 25 % chacun	gènes **indépendants** (sur deux chromosomes différents) : brassage interchromosomique
2 phénotypes parentaux majoritaires, 2 recombinés minoritaires	gènes **liés** (même chromosome) : les recombinés viennent du crossing-over

Les anomalies de la méiose

Une mauvaise séparation des chromosomes (en anaphase I ou II) donne des gamètes avec un chromosome en trop ou en moins. Après fécondation, l'embryon a $2n + 1$ ou $2n - 1$ chromosomes. Exemple : la **trisomie 21**, trois chromosomes 21.

Un crossing-over inégal entre chromosomes mal alignés peut aussi **dupliquer un gène** : c'est une source de nouveaux gènes (familles multigéniques).

Document : le croisement de Morgan

Thomas Hunt Morgan et son équipe croisent des drosophiles. Une femelle hétérozygote, au corps gris et aux ailes longues, est croisée avec un mâle au corps noir et aux ailes vestigiales, homozygote récessif pour les deux gènes.

Phénotype des descendants	Proportion
gris, ailes longues (parental)	environ 41,5 %
noir, ailes vestigiales (parental)	environ 41,5 %
gris, ailes vestigiales (recombiné)	environ 8,5 %
noir, ailes longues (recombiné)	environ 8,5 %

Ce que montre ce document : les deux phénotypes parentaux dominent, donc les deux gènes sont **liés**, sur le même chromosome. Les 17 % de recombinés viennent de crossing-over pendant la méiose de la femelle. Plus deux gènes sont éloignés sur le chromosome, plus ce pourcentage est élevé.

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/svt/terminale/origine-du-genotype/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits

Retour au problème

La méiose brasse les chromosomes de deux façons : chaque paire se répartit au hasard, ce qui donne déjà plus de 8 millions de combinaisons chez l'humain, et les crossing-over échangent des morceaux entre chromosomes d'une même paire. La fécondation réunit ensuite deux gamètes au hasard : deux enfants des mêmes parents ne reçoivent pratiquement jamais la même combinaison.

Les pièges

- La méiose donne **quatre** cellules haploïdes, la mitose **deux** cellules diploïdes.
- Brassage **inter** : chromosomes entiers répartis au hasard. Brassage **intra** : crossing-over entre chromatides homologues.
- 4 phénotypes à 25 % : gènes indépendants. Phénotypes parentaux majoritaires : gènes liés.
- Le croisement test se fait toujours avec un **homozygote récessif**.

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/svt/terminale/origine-du-genotype/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits