

Mise en situation et objectifs

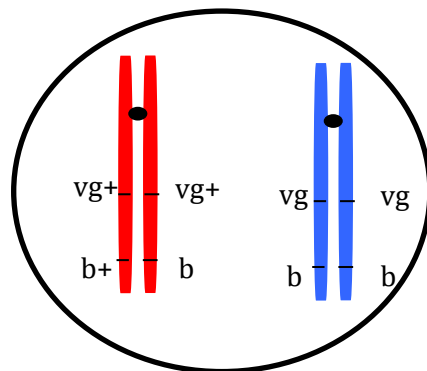
Nous avons vu que lors de la méiose, la ségrégation indépendante des chromosomes homologues peut produire une diversité de gamètes chez un individu hétérozygote pour **deux gènes indépendants**. Nous allons maintenant étudier le cas d'un individu hétérozygote pour **deux gènes liés**, c'est-à-dire situés sur la même paire de chromosomes, afin de savoir si la méiose peut créer une diversité de gamètes dans un tel cas.

Nous utilisons l'exemple d'une drosophile F1 hétérozygote pour deux gènes liés :

- Le **gène vestigial** qui existe sous deux versions alléliques, l'allèle vg^+ qui conduit des ailes longues et l'allèle vg qui conduit à des ailes réduites ou vestigiales.
- Le **gène black**, qui existe sous deux versions alléliques, l'allèle b^+ qui conduit à un corps clair et l'allèle b qui conduit à un corps noir. Contrairement au gène *ebony* déjà étudié, le gène *black* est situé sur le même chromosome que le gène *vestigial*.

La drosophile F1 est de génotype $\left(\frac{vg^+ b^+}{vg b}\right)$.

Cette notation signifie que les allèles vg^+ et b^+ sont sur le même chromosome : F1 les a hérités du même parent. De même, les allèles vg et b proviennent du même parent de F1 et sont sur le même chromosome. Voici une représentation des chromosomes et allèles étudiés d'une drosophile F1 :



Cellule diploïde d'un individu F1

La drosophile F1 a le corps clair et les ailes longues ; elle est donc de phénotype $[vg^+ b^+]$. On peut en déduire que l'allèle vg^+ est dominant sur l'allèle vg , et que l'allèle b^+ est dominant sur l'allèle b .

Étapes 1 et 2 : voir schéma

Étape 3

Si la méiose se déroule selon nos connaissances (possibilité 1, à gauche sur le schéma), l'individu F1 produit deux types de gamètes de génotypes $(vg b)$ et $(vg^+ b^+)$.

L'individu P2 est de lignée pure donc homozygote et son phénotype correspond aux allèles récessifs vg et b . Il est donc double récessif de génotype $\left(\frac{vg b}{vg b}\right)$.

Par conséquent il ne peut produire qu'un seul type de gamètes de génotype $(vg b)$.

Dans ce cas l'échiquier de croisement est le suivant :

	$(vg^+ b^+)$ $\frac{1}{2}$	$(vg b)$ $\frac{1}{2}$
$(vg b)$ 1 (100%)	$\left(\frac{vg^+ b^+}{vg b}\right)$ $[vg^+ b^+]$ $\frac{1}{2}$	$\left(\frac{vg b}{vg b}\right)$ $[vg b]$ $\frac{1}{2}$

Tableau de croisement théorique F1 x P2

Étape 4

D'après les résultats du comptage réel, le croisement d'un individu F1 avec un individu double récessif donne 4 populations de descendants F2 :

- Deux populations de **phénotypes dits parentaux** [vg+ b+] et [vg b] : chacun de ces phénotypes correspond à une association d'allèle existante sur un chromosome de F1
- Deux populations de **phénotypes dits recombinés** [vg b+] et [vg+ b] : chacun de ces phénotypes correspond à une association d'allèles qui ne sont pas situés sur le même chromosome de F1.

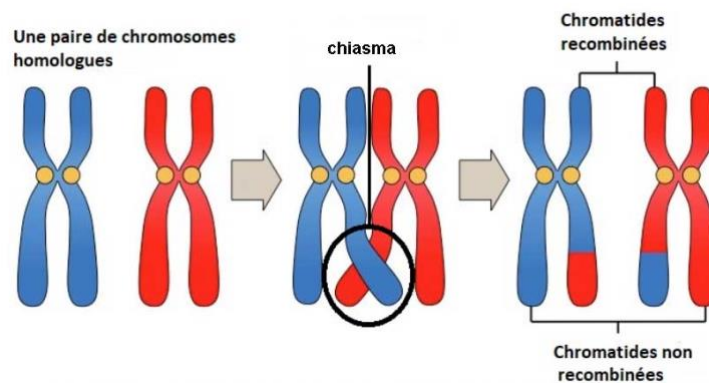
Ce résultat n'est pas en accord avec notre tableau de croisement théorique, qui prévoit seulement des individus F2 de phénotypes parentaux. Nous devons donc trouver une explication à l'apparition des phénotypes recombinés.

Étape 5

Dans le croisement F1 x P2, P2 est un individu récessif pour les deux caractères étudiés : il ne possède que les allèles récessifs. Ce croisement est donc un **croisement test** : le résultat du croisement reflète directement les gamètes produits par F1. Ainsi :

- Les descendant de phénotype [vg+ b+] montrent que F1 produit des gamètes de génotype (vg+ b+)
- Les descendant de phénotype [vg b+] montrent que F1 produit des gamètes de génotype (vg b+)
- Les descendant de phénotype [vg+ b] montrent que F1 produit des gamètes de génotype (vg+ b)
- Les descendant de phénotype [vg b] montrent que F1 produit des gamètes de génotype (vg b)

La méiose de F1 a donc permis de rassembler sur un même chromosome des allèles qui n'étaient pas sur le même chromosome comme vg et b+ par exemple, ou bien vg+ et b. Le mécanisme qui permet cela est le **crossing-over**, échangé équilibré de segments de chromatides entre les deux chromosomes homologues d'une paire. Les crossing-over ont lieu lorsque les chromosomes sont appariés (= mis par paires), lors de la prophase de la première division méiotique.



Étapes d'un crossing over

Étape 6 et 7 : voir schéma

Le crossing-over entre les deux gènes étudiés ne se produit pas lors de chaque méiose : la fréquence des gamètes recombinés (vg b+) et (vg+ b) est donc nettement inférieure à celle des gamètes parentaux (vg+ b+) et (vg b); par conséquent, à l'issue du **croisement les phénotype recombinés sont nettement plus rares que les phénotypes parentaux**, ce qui est en accord avec les résultats du comptage réel.

Étape 8 :

Le croisement F1 x P2 produit des individus F2 ayant 4 génotypes possibles :

$$\left(\frac{vg+ b+}{vg b}\right), \left(\frac{vg b}{vg b}\right), \left(\frac{vg+ b}{vg b}\right), \left(\frac{vg b+}{vg b}\right).$$

La fécondation a donc créé de la diversité puisqu'elle a permis d'obtenir des descendants de quatre phénotypes différents à partir de seulement deux génotypes parentaux, ceux de P2 et de F1. Cela est dû au fait que la fécondation réunit à chaque fois un gamète (vg, eb) de P2 avec un des quatre types de gamètes de l'individu F1. **La fécondation a donc créer de la diversité à partir de la diversité de gamètes résultant des méioses avec et sans crossing-over chez l'individu F1.**

Étape 9

Pour produire des **chromosomes recombinés** portant les associations d'allèles $vg^+ eb$ et $vg eb^+$, le crossing-over doit nécessairement avoir lieu entre les locus des deux gènes *vestigial* et *black*. Un crossing-over à tout autre emplacement n'entraînerait aucun échange d'allèle entre ces deux chromosomes, et ne générerait donc pas de gamètes recombinés.

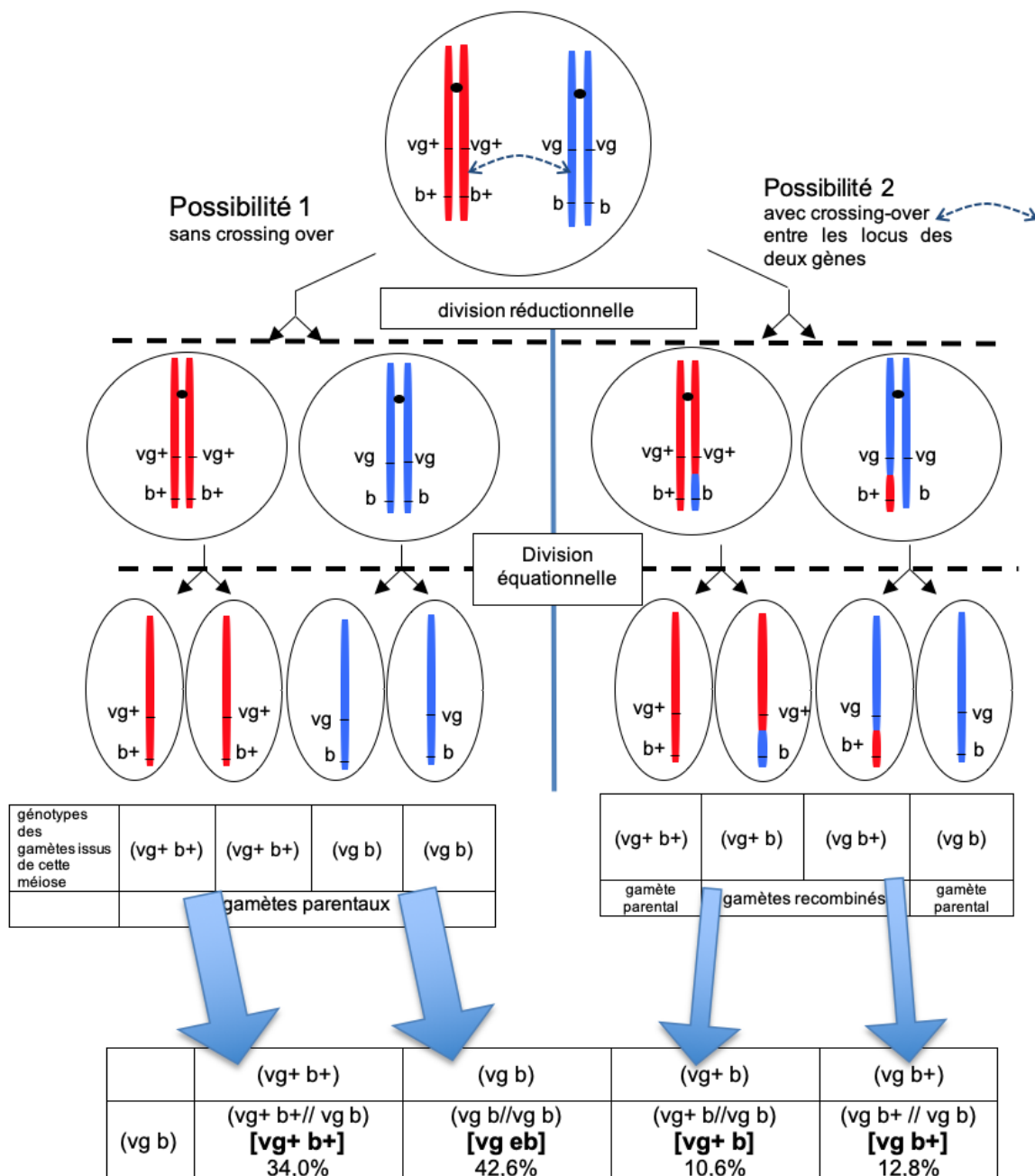


Tableau de croisement F1 x DR

1^{ère} ligne : gamètes de l'individu F1

1^{ère} colonne : gamètes de l'individu DR (un seul type de gamètes)

Les cases représentent les descendants issus de la rencontre des différents gamètes