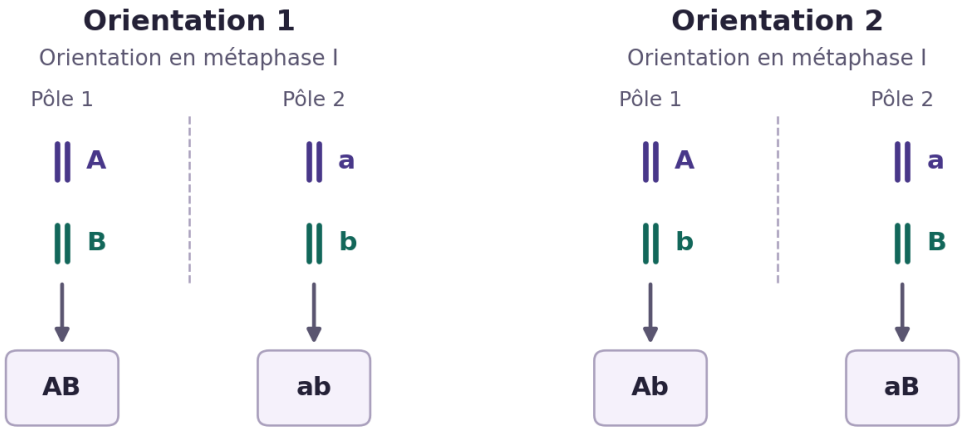
Brassage génétique en terminale

Fiche de cours · Répartition des chromosomes pendant la méiose

Notations. Aa Bb indique un double hétérozygote. AB désigne un gamète qui porte A et B. Le phénotype A– indique la présence d'au moins un allèle dominant A.

Pourquoi quatre combinaisons sont possibles

En métaphase I, les paires de chromosomes homologues s'alignent. L'orientation d'une paire est indépendante de celle d'une autre. En anaphase I, les homologues se séparent. Si A/a et B/b sont portés par des paires différentes, le chromosome portant A peut être associé à celui qui porte B ou à celui qui porte b dans les produits de la méiose.



Combinaisons observées après les divisions pour ces deux orientations

Deux orientations possibles en métaphase I pour les paires A/a et B/b. Les quatre combinaisons se répartissent sur un ensemble de méioses.

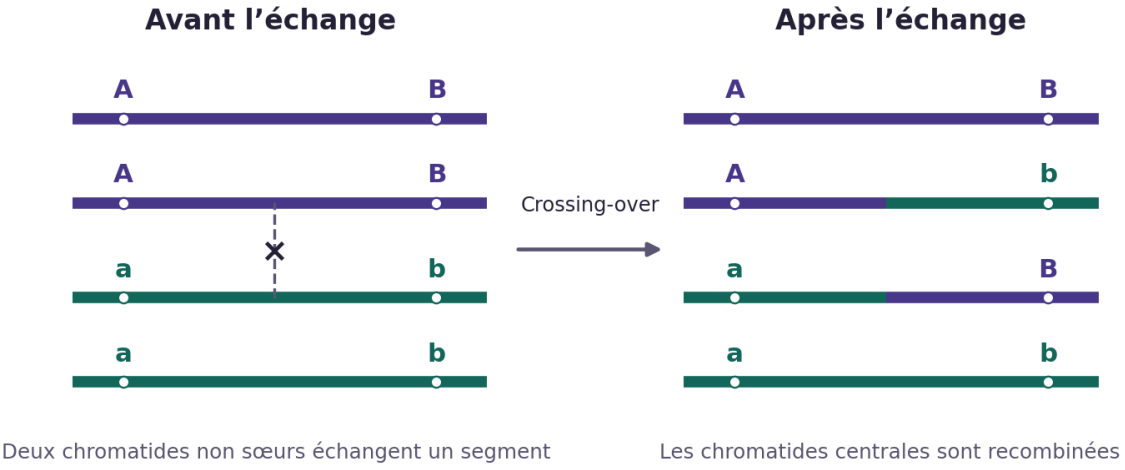
Dans un ensemble de méioses, deux paires qui s'orientent indépendamment donnent un quart de gamètes de chaque type. Les valeurs attendues sont 25 % pour AB, Ab, aB et ab.

Repère	Brassage interchromosomique	Brassage intrachromosomique
Ce qui se répartit ou s'échange	Chromosomes de paires différentes	Segments de chromatides homologues non sœurs
Moment déterminant	Orientation en métaphase I, séparation en anaphase I	Crossing-over pendant la prophase I
Résultat typique dans un croisement-test	Quatre classes voisines de 25 % pour deux loci qui s'assortissent indépendamment	Deux classes parentales majoritaires si les deux loci sont liés et suffisamment proches

Crossing-over et croisement-test

Fiche de cours · Échanges de segments et proportions de descendants

Prophase I. Quand deux chromatides non sœurs de chromosomes homologues échangent un segment entre A et B, les associations AB et ab peuvent donner Ab et aB.



Un crossing-over entre les deux loci. Les deux chromatides qui échangent des segments portent ensuite Ab et aB.

Lire les résultats d'un croisement-test

1. Identifier la phase. AB/ab et Ab/aB correspondent tous deux à Aa Bb. Les lignées de départ révèlent les associations parentales et donc les deux autres associations, recombinées.

2. Lire les gamètes de F1. Le testeur aa bb donne toujours ab. Avec le gamète Ab de F1, le descendant est Aa bb et présente le phénotype A– bb.

3. Calculer la recombinaison. Somme les effectifs des deux classes recombinées, divise par l'effectif total et multiplie par 100. Les classes parentales majoritaires soutiennent une liaison des gènes.

Portée. Des fréquences proches de 25 % pour chaque classe peuvent correspondre à deux chromosomes distincts ou à deux loci très éloignés sur le même chromosome.

Quatre classes de descendants

Croisement 1 · Interpréter un croisement-test

On croise deux lignées fictives AA BB et aa bb. Leur descendant F1, Aa Bb, est croisé avec un testeur aa bb. Les deux caractères suivent la dominance définie dans le cours. On cherche à savoir si la répartition observée est compatible avec l'assortiment indépendant.

Effectifs du croisement-test de F1 avec aa bb. Données simulées.

Phénotype observé	A– B–	A– bb	aa B–	aa bb
Descendants	126	119	123	132

Questions

1. Quels gamètes le testeur transmet-il ? Quelles combinaisons de l'hétérozygote sont attendues dans le modèle d'assortiment indépendant ?
2. Associe chacune des quatre classes de descendants à son génotype et au gamète transmis par F1.
3. Calcule la proportion de chaque classe et compare-la à la répartition attendue. Que suggèrent les effectifs ?
4. Par rapport aux lignées de départ, identifie les deux combinaisons recombinées et calcule leur proportion totale.

Calculs et conclusion

Gènes liés et crossing-over

Croisement 2 · Calculer la proportion de recombinants

Chez un autre organisme fictif, deux lignées AA BB et aa bb donnent un hybride F1 Aa Bb. On réalise un croisement-test avec aa bb. Les effectifs ont été regroupés selon les combinaisons transmises par F1, déduites du phénotype des descendants.

Combinaisons transmises par F1 lors du croisement-test. Données simulées.

Gamète de F1	AB	Ab	aB	ab
Descendants	424	72	78	426

Questions

1. Retrouve les associations parentales à partir des lignées. Si les deux gènes sont liés, comment s’écrit la phase de F1 ?
2. Calcule la proportion des classes parentales et celle des classes recombinées. Compare-les aux valeurs attendues pour un assortiment indépendant.
3. Pour une méiose avec un crossing-over unique entre les deux loci, représente les quatre chromatides obtenues et indique lesquelles ont changé d’association.
4. Rédige une conclusion qui relie les effectifs observés à la position relative des deux gènes.

Calculs et schéma

Comparer X et Y

Croisement 3 · Reconnaître couplage et répulsion

On étudie les mêmes deux gènes chez un troisième organisme fictif. Dans la série X, le parent F1 vient du croisement AA bb × aa BB. Dans la série Y, il vient de AA BB × aa bb. Les deux F1, de génotype Aa Bb, sont croisés séparément avec des testeurs aa bb dans des conditions comparables.

Effectifs associés aux gamètes des deux F1. Données simulées.

Série	AB	Ab	aB	ab
X	51	202	198	49
Y	201	51	47	201

Questions

1. Écris les deux associations héritées des lignées de départ dans X et Y. Indique la phase de chaque F1 dans un modèle de gènes liés.
2. Pour chaque série, identifie les deux classes recombinées et calcule leur fréquence totale.
3. Additionne X et Y colonne par colonne. Quelle impression donnerait ce tableau cumulé si tu l’analysais seul ?
4. Calcule une fréquence de recombinaison commune en regroupant les recombinants une fois identifiés dans chaque série.
5. Rédige une conclusion qui explique pourquoi ces deux croisements sont compatibles avec des gènes liés malgré des classes parentales différentes.

Calculs et conclusion

Corrigé du croisement 1

Croisement-test de deux gènes indépendants

1. Le testeur transmet toujours ab

Le testeur est homozygote récessif pour les deux gènes, donc tout gamète porte a et b. Si A/a et B/b s'assortissent indépendamment, F1 produit AB, Ab, aB et ab avec une probabilité de 1/4 pour chaque combinaison. On obtient 1/4 en multipliant les probabilités 1/2 des deux allèles transmis.

2. Chaque classe permet de retrouver le gamète de F1

AB donne Aa Bb, donc A- B-. Ab donne Aa bb, donc A- bb. aB donne aa Bb, donc aa B-. ab donne aa bb. Dans chaque cas, les allèles du testeur sont a et b. Ils laissent apparaître les caractères donnés par les allèles du gamète de F1.

3. Les quatre proportions sont proches d'un quart

L'effectif total est de 500 descendants. Dans l'ordre du tableau, les proportions sont 25,2 %, 23,8 %, 24,6 % et 26,4 %. Le modèle prévoit 125 descendants par classe si on applique exactement 25 % à 500. Les variations autour de 125 sont compatibles avec l'assortiment indépendant dans cet échantillon.

4. Les combinaisons recombinées représentent 48,4 %

Les lignées AA BB et aa bb transmettaient AB et ab à F1. Les deux autres combinaisons sont Ab et aB. Leur proportion dans la descendance est (119 + 123) ÷ 500 × 100 = 48,4 %. Cette valeur proche de 50 % correspond au cas de quatre classes de fréquence voisine.

À retenir. Le modèle prévoit 25 % pour chacune des quatre classes et 50 % pour les deux classes recombinées prises ensemble.

Corrigé du croisement 2

Gènes liés et calcul de la fréquence de recombinaison

1. F1 porte les combinaisons AB et ab

Le premier parent transmet AB et l'autre transmet ab. Dans le modèle de deux gènes sur la même paire de chromosomes, la phase de F1 s'écrit AB/ab. AB et ab sont les classes parentales et Ab et aB les classes recombinées. La phase vient du croisement qui a produit F1.

2. Les classes recombinées représentent 15 %

Les effectifs parentaux totalisent 424 + 426 = 850 descendants, soit 85 %. Les recombinants totalisent 72 + 78 = 150 descendants, soit 15 % sur 1 000. Dans le modèle d'assortiment indépendant, les classes parentales totalisent 50 % et les classes recombinées totalisent aussi 50 %.

3. Deux chromatides deviennent recombinées

Après réplication, les quatre chromatides portent AB, AB, ab et ab. Si deux chromatides homologues non sœurs échangent un segment entre les loci, les chromatides qui participent à l'échange deviennent Ab et aB. Les deux autres portent encore AB et ab. Les quatre associations du schéma sont AB, Ab, aB et ab.

4. Deux classes majoritaires et 15 % de recombinants soutiennent une liaison

Les classes AB et ab, héritées des lignées de départ, rassemblent 850 descendants sur 1 000. Les associations Ab et aB sont minoritaires. Cette répartition soutient l'hypothèse de deux loci liés sur une même paire de chromosomes. Un crossing-over entre les loci permet d'expliquer la présence des associations recombinées.

À retenir. La fréquence calculée concerne les gamètes recombinés pour les loci A et B. Un crossing-over unique entre ces loci modifie deux chromatides sur quatre dans la méiose représentée.

Corrigé du croisement 3

Même génotype et associations parentales différentes

1. X est en répulsion et Y est en couplage

Dans X, AA bb donne Ab et aa BB donne aB. F1 est donc Ab/aB. Dans Y, AA BB donne AB et aa bb donne ab. F1 est donc AB/ab. Dans les deux cas, l'écriture Aa Bb indique les allèles possédés. La phase précise ceux qui se trouvent ensemble sur chaque homologue.

2. Les fréquences sont 20 % dans X et 19,6 % dans Y

Dans X, AB et ab sont les recombinants. Ils totalisent 51 + 49 = 100 sur 500, donc 20 %. Dans Y, les recombinants sont Ab et aB. Ils totalisent 51 + 47 = 98 sur 500, donc 19,6 %. Les deux valeurs sont proches malgré le changement de phase.

3. Les colonnes cumulées semblent presque équilibrées

On obtient 252 AB, 253 Ab, 245 aB et 250 ab. Les quatre totaux sont proches de 250 sur 1 000. Chaque colonne mélange une classe parentale dans une série et une classe recombinée dans l'autre. Ce regroupement efface l'information sur les associations héritées dans chaque F1.

4. Le regroupement selon l'origine donne 19,8 %

Les deux séries comportent 100 + 98 = 198 recombinants sur 500 + 500 = 1 000 descendants. La fréquence commune estimée est 198 ÷ 1 000 × 100 = 19,8 %. Cette mise en commun suppose que les deux séries étudient les mêmes loci dans des conditions comparables.

5. La phase change et les classes parentales restent majoritaires

Les deux croisements donnent environ 80 % de descendants issus des associations parentales de la série. X transmet surtout Ab et aB, tandis que Y transmet surtout AB et ab. Les résultats soutiennent une liaison des deux gènes et un brassage intrachromosomique à l'origine des classes minoritaires.

À retenir. Pour combiner les données, identifie d'abord les classes parentales et recombinées dans chaque croisement.