



SPÉ SVT · TERMINALE

✓ EXIGIBLE AU BAC

PRIORITÉ P1

Brassage génétique et diversité

méiose, fécondation et anomalies de la méiose

🎯 À LA FIN DE CETTE FICHE, TU SAURAS...

- ✓ Décrire les deux mécanismes du brassage génétique lors de la méiose : brassage interchromosomique et crossing-over.
- ✓ Expliquer comment la fécondation ajoute un brassage supplémentaire au moment de la reproduction sexuée.
- ✓ Identifier une non-disjonction et sa conséquence sur le caryotype d'un individu.

TON PARCOURS DE RÉVISION — coche chaque partie une fois révisée !

- | | |
|--|---|
| ☐ 1 · Les mots à connaître | ☐ 7 · La carte mentale |
| ☐ 2 · Les règles essentielles | ☐ 8 · Trouve l'erreur |
| ☐ 3 · Méthode | ☐ 9 · Exercices type Bac |
| ☐ 4 · Exemple type Bac | ☐ 10 · QCM chrono (5 min) |
| ☐ 5 · Les pièges à éviter | ☐ 11 · Ta carte « 30 secondes » |
| ☐ 6 · Tips pour t'en souvenir | ☐ ∞ Corrections (pour les parents) |

👤 LE COIN DES PARENTS — pas besoin de connaître le cours, tout est justifié.

1. Consulte avec l'élève le calendrier des échéances (DS, épreuves de spécialité, Grand Oral) pour vérifier qu'aucune date n'est oubliée.
2. Propose un rythme de sessions de travail pour ce chapitre, durée, pauses, alternance des matières, sans intervenir sur le contenu scientifique.
3. Observe les signaux d'alerte (fatigue persistante, stress, décrochage) et échange avec l'élève, sans se substituer aux professionnels du lycée.

1 Les mots à connaître *surligne ceux que tu confonds !*

Méiose — une division cellulaire qui produit, à partir d'une cellule à double lot de chromosomes (diploïde), des gamètes à un seul lot de chromosomes (haploïdes) ; elle comprend deux divisions successives.

Chromosome homologue — l'un des deux chromosomes d'une même paire dans une cellule diploïde, un exemplaire hérité de chaque parent, portant les mêmes gènes mais pas nécessairement les mêmes allèles.

Brassage interchromosomique — le mécanisme de diversité génétique par lequel chaque paire de chromosomes homologues se répartit de façon indépendante et aléatoire dans les gamètes, lors de la première division de méiose.

Crossing-over — un échange réciproque de fragments de chromatides entre deux chromosomes homologues, pendant la prophase de la première division de méiose ; il crée des chromatides aux associations alléliques nouvelles, appelé brassage intrachromosomique.

Fécondation — l'union d'un gamète mâle et d'un gamète femelle, choisis au hasard parmi les combinaisons produites par la méiose, qui reconstitue une cellule diploïde et ajoute un brassage supplémentaire.

Non-disjonction, trisomie et monosomie — la non-disjonction est un défaut de séparation des chromosomes homologues ou des chromatides sœurs pendant la méiose, qui produit des gamètes avec un chromosome en excès ou en défaut ; le caryotype issu de la fécondation d'un tel gamète est anormal, avec un chromosome surnuméraire (trisomie, trois exemplaires au lieu de deux dans une paire) ou manquant (monosomie, un seul exemplaire au lieu de deux).

Gamète — une cellule reproductrice haploïde, produite par méiose, spermatozoïde ou ovule chez l'être humain.

Caryotype — la représentation ordonnée de l'ensemble des chromosomes d'une cellule, qui permet d'en compter le nombre et d'en observer la forme.

Brassage génétique et diversité génétique — le brassage génétique regroupe les mécanismes, brassage interchromosomique, crossing-over et fécondation, qui recombinent le matériel génétique parental à chaque génération ; il produit la diversité génétique, la variété des combinaisons alléliques observées entre individus d'une même espèce.

Chromatide — chacune des deux copies identiques d'un chromosome répliqué, restées accolées l'une à l'autre jusqu'à leur séparation lors de la division cellulaire.

Allèle et gène — un gène est un segment d'ADN qui porte une information héréditaire précise, à un emplacement donné d'un chromosome ; un allèle est l'une des versions possibles de ce gène, portées par les deux chromosomes homologues d'une paire.

Prophase, anaphase et seconde division de méiose — la prophase est la phase où se produisent les crossing-over, entre chromatides de chromosomes homologues ; l'anaphase est la phase où les chromosomes homologues de chaque paire se séparent et migrent vers les pôles opposés, réalisant le brassage interchromosomique (première division). La seconde division sépare ensuite les chromatides sœurs de chaque chromosome, comme lors d'une mitose, pour produire les gamètes haploïdes définitifs. Une non-disjonction peut survenir lors de l'une ou l'autre division, et toucher n'importe quelle paire de chromosomes.

2 Les règles essentielles *chaque règle avec son exemple*

- 1 **La méiose est une division cellulaire qui produit des gamètes haploïdes à partir d'une cellule diploïde, réduisant de moitié le nombre de chromosomes.**

exemple → Chez l'être humain, une cellule diploïde à 46 chromosomes, soit 23 paires, produit des gamètes à 23 chromosomes.

- 2 **Le brassage interchromosomique résulte de la répartition aléatoire, indépendante pour chaque paire, des chromosomes homologues lors de la première division de méiose.**

exemple → Pour 3 paires de chromosomes homologues, il existe $2 \times 2 \times 2$ soit 8 combinaisons possibles de chromosomes dans un gamète.

- 3 Le crossing-over résulte d'un échange de fragments entre chromatides de chromosomes homologues, pendant la prophase de la première division de méiose.**

exemple → Un crossing-over entre deux chromatides homologues portant des allèles différents d'un même gène crée deux chromatides recombinés, porteuses d'une association allélique inédite.

- 4 La fécondation réunit au hasard un gamète mâle et un gamète femelle, ce qui multiplie encore le nombre de combinaisons génétiques possibles à la génération suivante.**

exemple → Si chaque gamète parental peut présenter 8 combinaisons chromosomiques différentes, la fécondation permet 8×8 soit 64 combinaisons possibles pour l'œuf formé.

- 5 Une non-disjonction est un défaut de séparation des chromosomes homologues, ou des chromatides sœurs, pendant la méiose, qui produit des gamètes avec un chromosome en trop ou en moins.**

exemple → Une non-disjonction lors de la première division de méiose peut produire un gamète à 24 chromosomes et un gamète à 22 chromosomes, au lieu de deux gamètes à 23 chromosomes.

- 6 Un gamète issu d'une non-disjonction, une fois fécondé par un gamète normal, produit un caryotype anormal, avec un chromosome surnuméraire (trisomie) ou manquant (monosomie).**

exemple → La fécondation d'un ovule à 24 chromosomes, porteur d'un chromosome 21 supplémentaire, par un spermatozoïde normal à 23 chromosomes produit un caryotype à 47 chromosomes, trisomique pour le chromosome 21.

Méthode — Calculer le nombre de combinaisons chromosomiques possibles dans les gamètes à partir du nombre de paires de chromosomes homologues

Exemple suivi : espèce à 4 paires de chromosomes homologues.

- Étape 1** Identifier le nombre de paires de chromosomes homologues de l'espèce, ici 4 paires.
- Étape 2** Appliquer le principe du brassage interchromosomique : chaque paire se répartit indépendamment des autres dans les gamètes, avec 2 possibilités par paire.
- Étape 3** Multiplier le nombre de possibilités de chaque paire entre elles : $2 \times 2 \times 2 \times 2$.
- Étape 4** Calculer le résultat : $2 \times 2 \times 2 \times 2$ égal 16 combinaisons chromosomiques possibles.
- Étape 5** Retenir que ce calcul ne prend en compte que le brassage interchromosomique, pas les crossing-over qui augmentent encore la diversité.

4 Exemple type Bac — rédigé pas à pas

Chez une espèce dont la cellule diploïde possède 3 paires de chromosomes homologues, calculer le nombre de combinaisons chromosomiques différentes que peut produire la méiose par le seul brassage interchromosomique.

Étape 1 — Identifier le nombre de paires de chromosomes homologues : 3 paires.

Étape 2 — Pour chaque paire, un gamète reçoit soit le chromosome d'origine paternelle, soit celui d'origine maternelle : 2 possibilités par paire.

Étape 3 — Multiplier les possibilités des 3 paires entre elles, indépendantes les unes des autres : $2 \times 2 \times 2$.

Conclusion : $2 \times 2 \times 2$ égal 8 : la méiose peut produire 8 combinaisons chromosomiques différentes par brassage interchromosomique seul, pour 3 paires de chromosomes homologues.

5 Les pièges à éviter *les erreurs classiques en DS...*

✗ Confondre le nombre de chromosomes d'une cellule diploïde avec celui d'un gamète haploïde, qui en compte deux fois moins.

✗ Oublier que le crossing-over s'ajoute au brassage interchromosomique : le nombre réel de combinaisons génétiques possibles est bien supérieur au seul calcul en puissances de 2.

✗ Croire qu'une non-disjonction affecte systématiquement la même paire de chromosomes, alors qu'elle peut toucher n'importe quelle paire lors de la première ou de la seconde division de méiose.

6 Tips — pour t'en souvenir

Pour retrouver le nombre de combinaisons chromosomiques d'un gamète, compte le nombre de paires de chromosomes homologues et multiplie 2 autant de fois qu'il y a de paires.

Distingue bien les deux brassages : interchromosomique, entre paires de chromosomes ; intrachromosomique par crossing-over, entre chromatides d'une même paire.

Retiens qu'une non-disjonction touche toujours un gamète en excès et un gamète en défaut, jamais les deux à la fois de la même façon.

7 La carte mentale *dessiner, c'est mémoriser !*

« BRASSAGE GÉNÉTIQUE » au centre, 3 branches colorées : BRASSAGE INTERCHROMOSOMIQUE (répartition aléatoire des paires), CROSSING-OVER (échange de fragments entre chromatides), FÉCONDATION (union au hasard de deux gamètes). Un exemple chiffré par branche. Redessine-la de mémoire après avoir lu la fiche.



ta carte mentale, de mémoire...

8 À toi de jouer — trouve l'erreur

Un élève affirme : « Une cellule humaine diploïde possède 46 chromosomes ; après méiose, chaque gamète possède aussi 46 chromosomes, car la méiose ne fait que copier les chromosomes. »

→ cherche l'erreur avant de lire la réponse !

L'erreur : L'élève confond méiose et simple copie cellulaire : la méiose est une division réductionnelle qui divise par deux le nombre de chromosomes, elle ne les recopie pas à l'identique dans chaque gamète. Une cellule diploïde humaine possède 46 chromosomes, soit 23 paires. La méiose produit des gamètes haploïdes, à 23 chromosomes chacun, un seul représentant de chaque paire. La fécondation rétablira ensuite les 46 chromosomes en réunissant deux gamètes.

9 Exercices type Bac *corrections en fin de fiche ✂*

Exercice 1. Chez une espèce dont la cellule diploïde possède 5 paires de chromosomes homologues, calculer le nombre de combinaisons chromosomiques possibles par brassage interchromosomique seul.

Exercice 2. Un gamète issu d'une non-disjonction porte 24 chromosomes au lieu de 23. Il est fécondé par un gamète normal à 23 chromosomes. Calculer le nombre de chromosomes du caryotype obtenu, et indiquer s'il s'agit d'une trisomie ou d'une monosomie.

10 QCM — 10 questions

⌚ 5 MIN MAX • OBJECTIF 8/10

Une seule bonne réponse par question, sans calculatrice — entraînement épreuve d'automatismes du Bac 2026.

1. Que produit la méiose à partir d'une cellule diploïde ?

- ☐ A des gamètes haploïdes
- ☐ B des gamètes diploïdes
- ☐ C des cellules diploïdes identiques

2. Une cellule diploïde humaine possède 46 chromosomes. Combien de chromosomes possède un gamète humain normal ?

- ☐ A 46
- ☐ B 23
- ☐ C 92

3. Le brassage interchromosomique résulte :

- ☐ A d'un échange de fragments entre chromatides homologues
- ☐ B de l'union au hasard de deux gamètes
- ☐ C de la répartition aléatoire et indépendante des paires de chromosomes homologues dans les gamètes

4. Pour une espèce à 3 paires de chromosomes homologues, le nombre de combinaisons chromosomiques possibles par brassage interchromosomique seul est :

- ☐ A 8
- ☐ B 6
- ☐ C 3

5. Le crossing-over se produit :

- ☐ A pendant la fécondation
- ☐ B pendant la prophase de la première division de méiose
- ☐ C après la formation des gamètes

6. La fécondation contribue à la diversité génétique parce que :

- ☐ A elle double artificiellement le nombre de chromosomes
- ☐ B elle provoque systématiquement des crossing-over supplémentaires
- ☐ C elle réunit au hasard deux gamètes parmi toutes les combinaisons produites par la méiose

7. Une non-disjonction pendant la méiose provoque :

- ☐ A un gamète avec un chromosome en excès ou en défaut
- ☐ B la disparition complète d'une paire de chromosomes
- ☐ C un doublement de tous les chromosomes du gamète

8. La fécondation d'un gamète normal à 23 chromosomes par un gamète issu d'une non-disjonction à 24 chromosomes produit un caryotype à :

- ☐ A 46 chromosomes
- ☐ B 47 chromosomes
- ☐ C 48 chromosomes

9. Le caryotype est :

- ☐ A la séquence complète de l'ADN d'un individu
- ☐ B le nombre de gènes portés par un chromosome
- ☐ C la représentation ordonnée des chromosomes d'une cellule

10. Pour une espèce à 5 paires de chromosomes homologues, le nombre de combinaisons chromosomiques par brassage interchromosomique seul est :

- ☐ A 10
- ☐ B 32
- ☐ C 25

**11**

En 30 secondes — ta carte de dernière révision

découpe-la et garde-la dans ta trousse — révision de veille de contrôle !

- La méiose produit des gamètes haploïdes à partir d'une cellule diploïde, par deux divisions successives.
- Le brassage interchromosomique, répartition aléatoire des paires, et le crossing-over, échange de fragments entre chromatides, recombinent le matériel génétique parental ; la fécondation ajoute un brassage supplémentaire en unissant deux gamètes au hasard.
- Une non-disjonction produit des gamètes avec un chromosome en excès ou en défaut, à l'origine de caryotypes anormaux comme la trisomie.

PLAN DE RÉVISION ESPACÉE — relis la carte et refais le QCM : ☐ J+1 ☐ J+3 ☐ J+7 ☐ J+14



QCM en ligne

VA PLUS LOIN — TESTE-TOI SUR CETTE NOTION

 Scanne le QR code (ou clique dessus) : le QCM chronométré de cette notion, note immédiate, chaque erreur expliquée. Gratuit, sans inscription.

 Pour t'entraîner — QCM en nombre, évaluations, explications détaillées, analyse de tes points faibles — l'abonnement Réussito (sans engagement) : via le QR code ou sur reussito.fr/abo

 Débloque toutes les fiches de Terminale : via le QR code ou sur reussito.fr/terminale



L'élève travaille sans les solutions sous les yeux ; vous corrigez ensemble avec ces pages. Chaque réponse est justifiée : pas besoin de connaître le cours.

Correction des exercices

Exercice 1. Pour 5 paires de chromosomes homologues, le nombre de combinaisons par brassage interchromosomique est $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$, soit 32 combinaisons chromosomiques possibles.

Exercice 2. Le caryotype obtenu compte $24 + 23$, soit 47 chromosomes. Comme il y a un chromosome de plus que les 46 attendus, il s'agit d'une trisomie.

Réponses du QCM — expliquées une par une

- 1 → A** La méiose réduit de moitié le nombre de chromosomes, produisant des gamètes haploïdes. *Piège : un gamète diploïde résulterait d'une absence de réduction chromosomique, contraire à la définition de la méiose ; des cellules diploïdes identiques décrivent plutôt une mitose, pas une méiose.*
- 2 → B** La méiose divise par deux le nombre de chromosomes : $46 \div 2$ égal 23. *Piège : 46 chromosomes correspondrait à une absence de réduction ; 92 chromosomes doublerait à tort le nombre initial au lieu de le diviser par deux.*
- 3 → C** Le brassage interchromosomique correspond à la répartition indépendante des paires de chromosomes homologues en anaphase de la première division de méiose. *Piège : l'échange de fragments entre chromatides définit le crossing-over, un brassage intrachromosomique, pas interchromosomique ; l'union de deux gamètes définit la fécondation, un mécanisme distinct.*
- 4 → A** $2 \times 2 \times 2$ égal 8 combinaisons, une puissance de 2 par paire de chromosomes homologues. *Piège : 6 additionnerait à tort 2 par paire au lieu de multiplier ; 3 ne compte que le nombre de paires, sans tenir compte des deux choix possibles par paire.*
- 5 → B** Le crossing-over est un échange de fragments de chromatides entre chromosomes homologues, qui a lieu pendant la prophase de la première division de méiose. *Piège : la fécondation est un mécanisme distinct, postérieur à la méiose ; après la formation des gamètes, aucun échange de fragments chromosomiques n'est plus possible.*
- 6 → C** La fécondation associe au hasard un gamète paternel et un gamète maternel, ce qui multiplie le nombre de combinaisons génétiques possibles pour l'œuf formé. *Piège : doubler le nombre de chromosomes est un effet normal et attendu de la fécondation, pas un artefact ; la fécondation ne provoque pas de nouveaux crossing-over, qui ont déjà eu lieu pendant la méiose.*
- 7 → A** Une non-disjonction est un défaut de séparation des chromosomes homologues ou des chromatides sœurs, qui produit un gamète avec un chromosome supplémentaire ou manquant. *Piège : la disparition complète d'une paire toucherait les deux gamètes, alors qu'une non-disjonction déséquilibre un seul gamète en trop et un seul en moins ; un doublement de tous les chromosomes décrirait une absence totale de méiose, pas une simple non-disjonction.*
- 8 → B** $24 + 23$ égal 47, soit un chromosome de plus que les 46 attendus : ce caryotype est trisomique. *Piège : 46 chromosomes correspondrait à une fécondation normale, sans non-disjonction ; 48 chromosomes ajouterait à tort deux chromosomes en trop au lieu d'un seul.*

9 → C

Le caryotype range et classe les chromosomes d'une cellule, ce qui permet d'en compter le nombre et d'en observer la forme. *Piège : la séquence complète de l'ADN d'un individu n'est pas ce qu'affiche un caryotype, qui se limite au nombre et à la forme des chromosomes ; le nombre de gènes portés par un chromosome n'est pas non plus visible sur un caryotype, qui ne montre que la morphologie des chromosomes.*

10 → B

$2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$ égal 32, en multipliant les deux possibilités de chaque paire pour les 5 paires. *Piège : 10 additionnerait à tort 2 par paire au lieu de multiplier ; 25 confondrait avec 5 au carré, une opération qui ne correspond pas au principe du brassage interchromosomique, où chaque paire n'offre que 2 possibilités, pas 5.*