SVT	Thème 2A3 : Reproduction des plantes entre vie fixée et mobilité	Term Spécialité
DST type 1	Thème 1A1 : L'origine du génotype des individus	ESTHER

La famille Radford (type 1) – Les arguments !



Dans la famille Radford, il y a 18 enfants issus des mêmes parents. Malgré quelques ressemblances, tous les enfants présentent des phénotypes uniques, preuves de la diversité de leur génotype.

Présentez les brassages et les anomalies qui peuvent se produire lors de la méiose. Vous montrerez comment ces mécanismes conduisent à une grande diversité génétique des gamètes produits par un même individu.

Vous rédigerez un texte argumenté. On attend que l'exposé soit étayé par des expériences, des observations, des exemples… Vous pourrez vous appuyer sur la photographie proposée.

Consigne : à partir de ce sujet, déterminez des arguments pertinents à placer dans une copie.

Rappel : un argument constitue une preuve, une manière de vérifier une notion et peut se présenter sous la forme de texte et/ou de schémas. Un argument peut être construit à l'aide d'une expérience (faite en classe ou étudiée), une observation, une coloration, une expérience historique, un exemple suffisamment détaillé, une démonstration mathématique et/ou une exploitation du document ressource éventuellement fourni avec le sujet.

Dans le corrigé fourni, 9 arguments différents sont proposés, seuls 3 arguments pertinents sont attendus dans une copie de terminale pour valider pleinement le critère « arguments » dans le barème de bac.

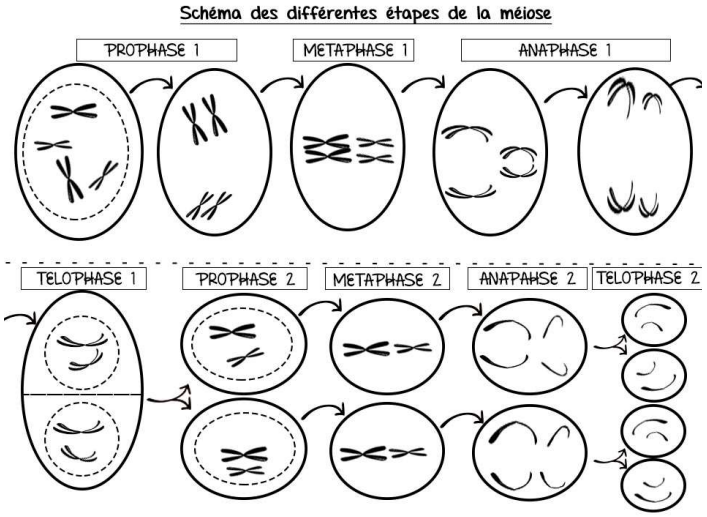
Quelques arguments possibles sur ce sujet de type 1 !

Imaginons les notions clés à présenter et des arguments possibles :

Notion abordée : méiose

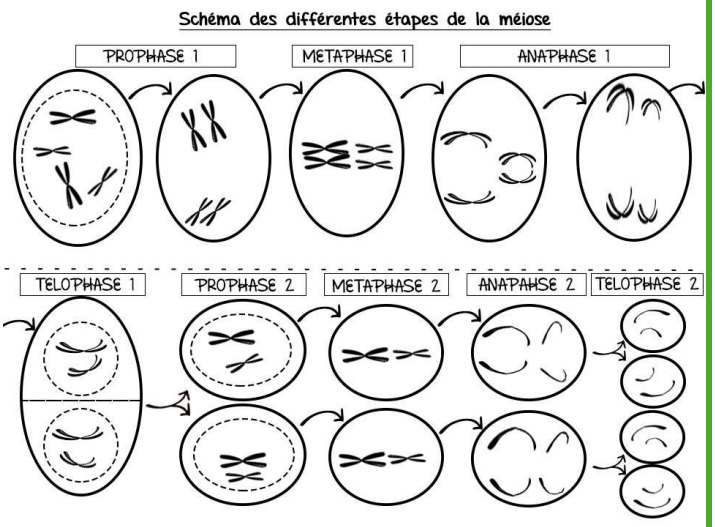
Argument de type observation au microscope

Pour expliquer la diversité des enfants Radford, nous devons comprendre comment sont produits les gamètes chez les parents. Les gamètes sont produits lors de la méiose de cellules-mères chez Mr et Mme Radford. Voici les différentes étapes de la méiose qui permettent de fabriquer les gamètes.



Cette version n'est pas argumentée mais la notion de méiose est validée

Pour expliquer la diversité des enfants Radford, nous devons comprendre comment sont produits les gamètes chez les parents. Les gamètes sont produits lors de la méiose de cellules-mères chez Mr et Mme Radford.
Si nous réalisons une coupe de testicule (ou d'ovaires) en colorant l'ADN, nous pourrions observer au microscope optique les cellules en cours de divisions de méiose. Voici un schéma des étapes observées :



Cette version est argumentée et la notion de méiose est validée

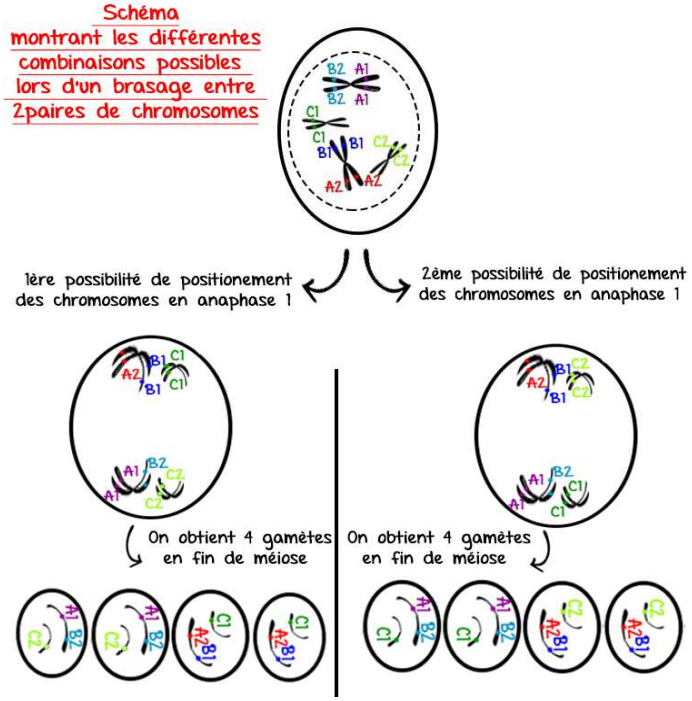
Méthodologie :

Les phrases permettant d'identifier les ARGUMENTS sont écrites en bleues. Nous vous conseillons de changer de couleur dans votre copie pour que le correcteur repère plus facilement vos arguments (ou vos tentatives)

Notion abordée : brassage interchromosomique

1er exemple d'argument

Lors de la métaphase et de l'anaphase de la première division, les chromosomes homologues se séparent aléatoirement aux deux extrémités de la cellule.

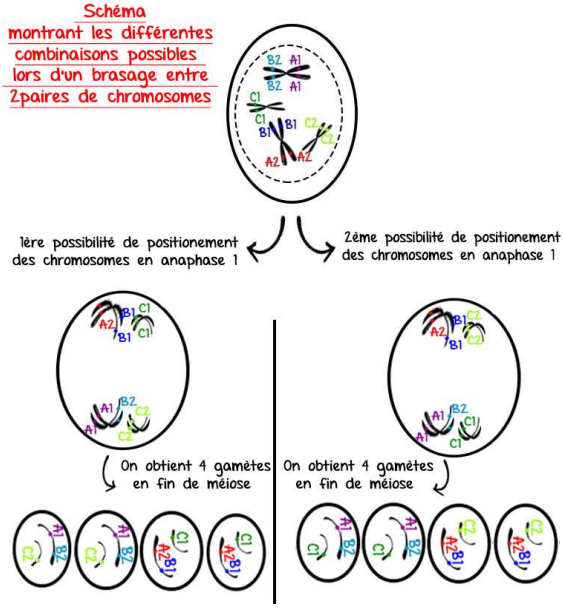


On voit qu'il y a plusieurs types de gamètes différents produits lors de chaque méiose et que toutes les méioses n'aboutissent pas aux mêmes gamètes.

Ces mélanges se font au hasard et sont appelés brassages **interchromosomiques**. Ils expliquent une grande partie de la diversité des gamètes produite par un individu.

Cette version n'est pas argumentée mais la notion de brassage est validée

Lors de la métaphase et de l'anaphase de la première division, les chromosomes homologues se séparent aléatoirement aux deux extrémités de la cellule.



Argument de type démonstration mathématique

Lors de la méiose, avec cette cellule à 2 paires de chromosomes (2n=4), on a pu faire $2^2=4$ cellules filles différentes selon la position des chromosomes lors de la première division de méiose. On peut calculer qu'avec 23 paires de chromosomes (2n=46) comme chez l'être humain, le nombre cellules différentes que l'on peut former selon la position des chromosomes en métaphase 1 est de $2^{23}=8$ millions de gamètes avec un contenu différent.

Ces mélanges se font au hasard et sont appelés brassages **inter**chromosomiques. Ils expliquent une grande partie de la diversité des gamètes produite par un individu.

Notion abordée : brassage interchromosomique

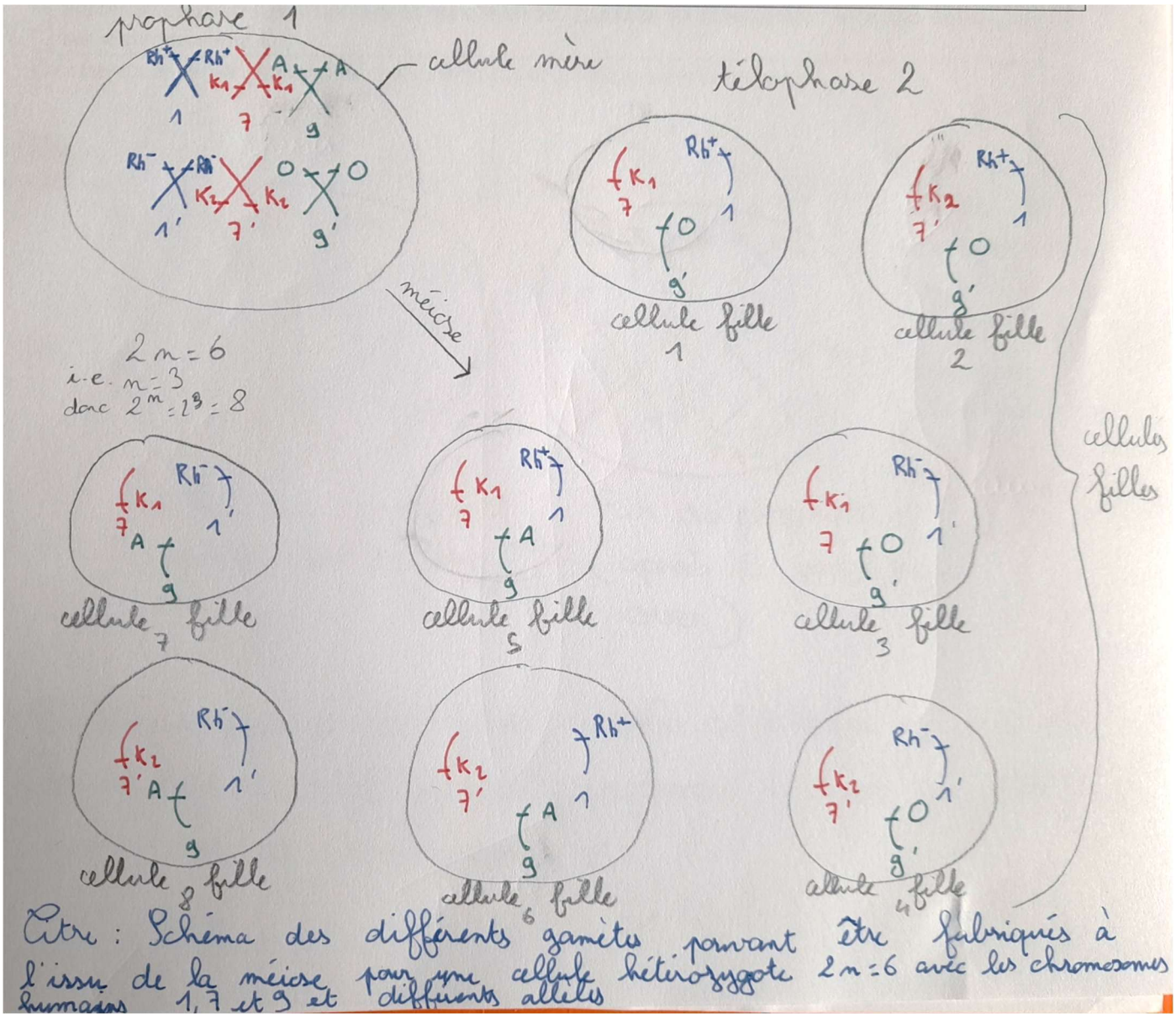
2ème exemple d'argument

Lors de la métaphase et de l'anaphase de la première division, les chromosomes homologues se séparent aléatoirement aux deux extrémités de la cellule.
Ces mélanges se font au hasard et sont appelés brassages **inter**chromosomiques. Ils expliquent une grande partie de la diversité des gamètes produite par un individu.

Argument issu d'une évaluation flash schéma !

Argument de type exemple précis

Nous pouvons démontrer la diversité des gamètes produits avec 3 gènes indépendants chez un individu hétérozygote pour ces gènes dans l'espèce humaine : le gène ABO, le gène Rhésus et le gène Kell.

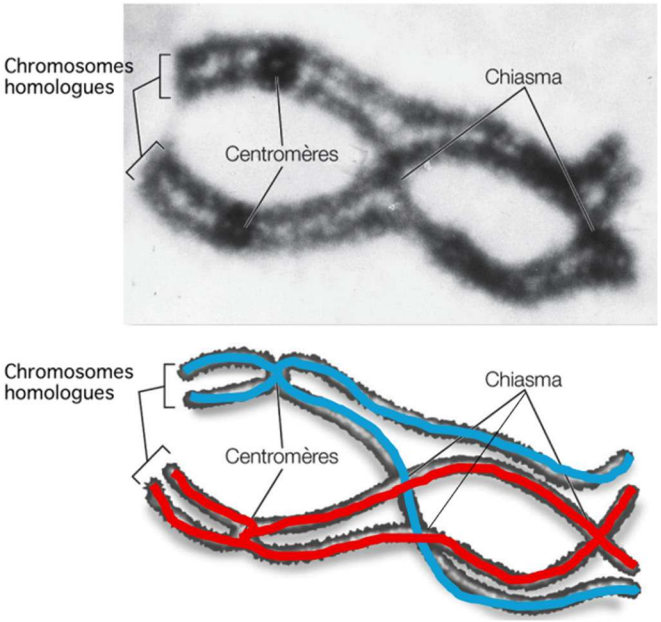


Titre : Schéma des différents gamètes pouvant être fabriqués à l'issu de la méiose pour une cellule hétérozygote 2n = 6 avec les chromosomes humains 1, 7 et 9 et différents allèles

Notion abordée : brassage intrachromosomique

1er exemple d'argument

Lors des étapes de divisions de méiose, si on observe attentivement au microscope électroniques les chromosomes pendant la prophase 1 et la métaphase 1, nous pouvons voir des mélanges entre les chromatides d'une paire de chromosomes.



Argument de type observation au microscope

Schéma d'observation (en haut) et d'interprétation (en bas) de figures de crossing-over visibles au microscope électronique dans des cellules de testicules en méiose.

On appelle ces structures des crossing-over ou enjambements. Ils se produisent pendant la prophase de la première division et ils ont pour conséquence d'augmenter encore les mélanges entre les informations génétiques en méiose. On parle de brassages **intra**chromosomiques.

Ces mélanges de chromatides génèrent de nouvelles combinaisons d'allèles sur les chromatides ayant subis ces échanges ce qui augmentent encore la diversité génétique des gamètes fabriqués (par Mr et Mme Radford).

Notion abordée : brassage intrachromosomique

2ème exemple d'argument

Le scientifique Thomas Morgan étudiait des croisements chez les Mouches au début du vingtième siècle. Il s'est notamment intéressé à deux caractères, la couleur des yeux (sepia ou bruns) et taille des ailes (normales ou vestigiales). Il réalise un test cross entre deux lignées pures, des mouches à yeux rouges et ailes longues et des mouches à yeux bruns et ailes vestigiales (voir schéma). Il obtient des résultats inattendus en F2 (deuxième génération) qui sont présentés dans le schéma :

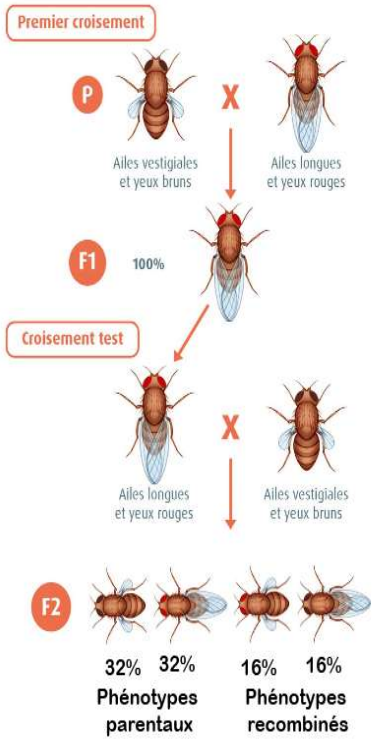


Schéma et tableau de croisement du test-cross réalisé par Thomas Morgan

Argument de type « expérience historique »

		Gamètes de F1			
		(Vg, Bw)	(Vg+, Bw+)	(Vg, Bw+)	(Vg+, Bw)
Gamète du parent récessif	(Vg Bw)	(Vg Vg// Bw Bw) [Yeux bruns, ailes courtes]	(Vg+ Vg+// Bw+ Bw+) [Yeux rouges, ailes longues]	(Vg Vg// Bw+ Bw) [Yeux rouges, ailes courtes]	(Vg Vg+// Bw Bw) [Yeux bruns, ailes longues]
Résultats attendus d'après Morgan car les gènes sont liés		50%	50%	0%	0%
Résultats observés		32%	32%	16%	16%
		Phénotypes parentaux		Phénotypes recombinés	

Si le gène SEPIA à l'origine de la couleur des yeux et le gène VESTIGIAL à l'origine de la taille des ailes étaient sur des chromosomes on aurait dû observer une répartition équiprobable des phénotypes en F2 (25%, 25%,25%, 25%). Si ces deux gènes sont sur le même chromosome on aurait dû observer les deux phénotypes parentaux à part égale (50% ; 50%). Les phénotypes recombinés indiquent donc qu'il y a eu une recombinaison des allèles lors de la méiose.

Le phénomène à l'origine de cette recombinaison est le crossing-over ou enjambements. Ils se produisent pendant la prophase de la première division et ils ont pour conséquence d'augmenter encore les mélanges entre les chromosomes en méiose. On parle de brassages **intra**chromosomiques.

Notion abordée : brassage intrachromosomique

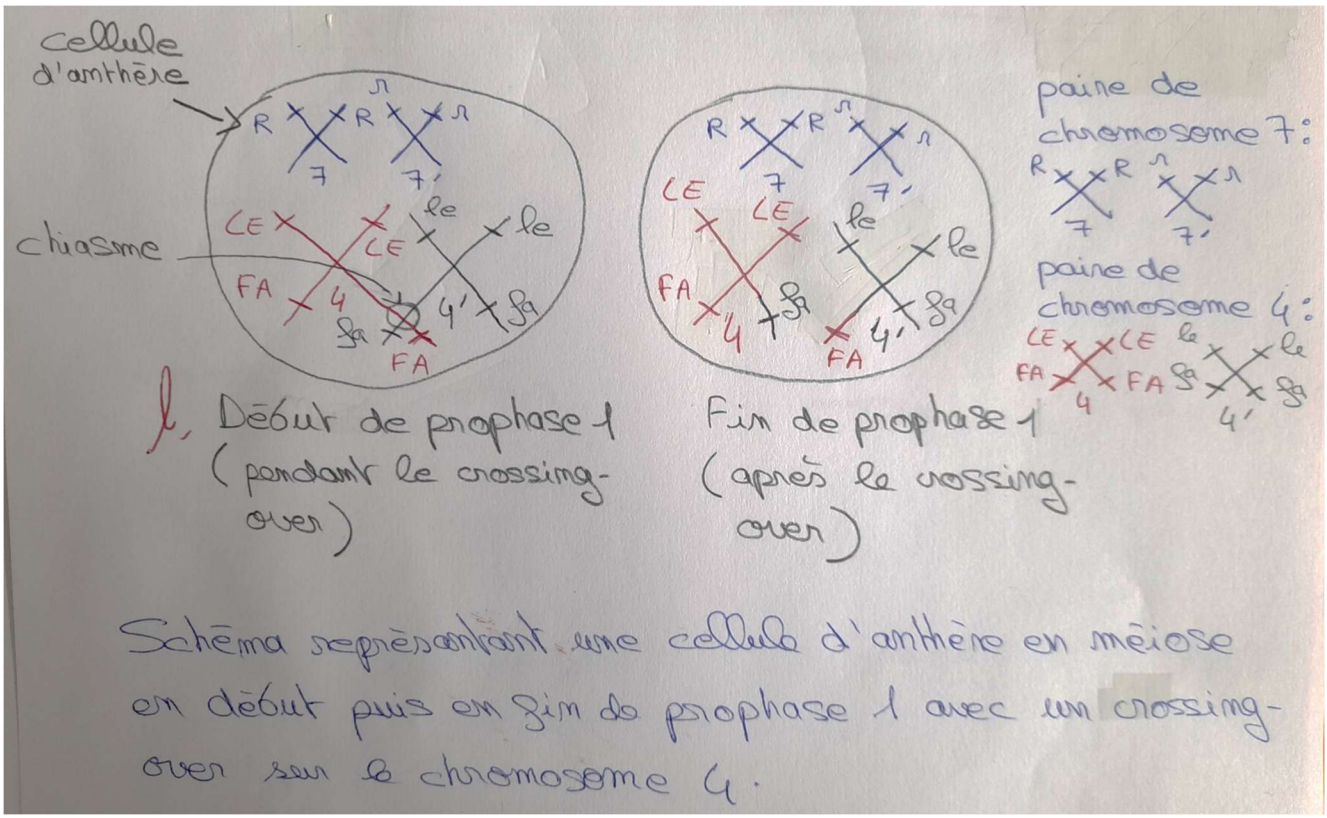
3ème exemple d'argument

Lors des étapes de divisions de méiose (en prophase 1 ou métaphase 1), il existe des mélanges entre les chromatides d'une paire de chromosomes. On appelle ces structures d'échanges des crossing-over ou enjambements. Ils se produisent pendant la prophase de la première division et ils ont pour conséquence d'augmenter encore les mélanges entre les informations génétiques en méiose. On parle de brassages **intra**chromosomiques.

Argument issu d'une évaluation flash schéma !

Argument de type exemple précis

Nous pouvons démontrer la diversité des gamètes lors d'un crossing-over 3 gènes (2 liés et 1 indépendants) chez un individu hétérozygote pour ces gènes dans l'espèce de petit pois : le gène LE/le, le gène Fa/fa et le gène R/r.



Notion abordée : anomalie de brassage interchromosomique

exemple d'argument

Lors des étapes de divisions de méiose, des erreurs de répartition des chromosomes en anaphase 1 ou en anaphase 2 peuvent conduire à des cellules-œuf ayant des trisomies.

Argument de type observation au microscope

En effet, lors de la réalisation d'un caryotype, certains individus n'ont pas une paire mais 3 chromosomes par 1 de leur chromosome. Voici un exemple de caryotype possible :

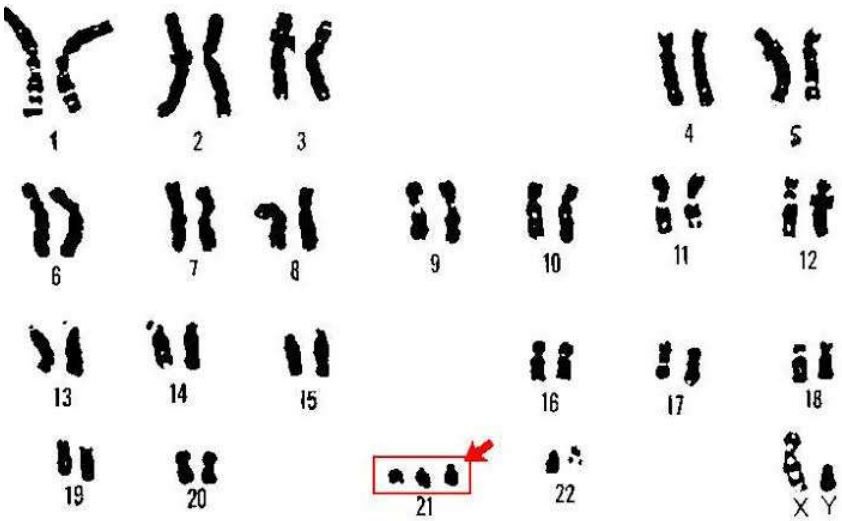


Schéma d'observation d'un caryotype d'un individu atteint du syndrome de Down (ou trisomie 21)

Ces erreurs de répartitions sont souvent létales mais si elles touchent les chromosomes sexuels ou les chromosome 21, 18 ou 13 elles conduisent à des gamètes viables qui donneront naissance à des phénotypes nouveaux, donc elles augmentent la diversité génétique.

Notion abordée : anomalie de brassage intrachromosomique

1er exemple d'argument

Lors des brassages intrachromosomiques, il arrive que les crossing-over soient inégaux. Cela signifie qu'un des chromosomes récupère un plus long ou plus court « morceau » de chromatide que l'autre. Cela n'est pas sans conséquences car certains gènes se retrouvent ainsi supprimés, ou dupliqués.

Argument de type exemple précis

Il existe une maladie nommée syndrome de Charcot-Marie-Tooth causant de sévère malformations du système nerveux. En analysant leur génome **par séquençage**, on constate que les personnes touchées ont un souci génétique, il leur manque une copie du gène PMP22 sur l'un de leur chromosome. Ce gène est nécessaire à la fabrication de la myéline qui permet de fabriquer les gaines autour des neurones. Les individus ont des pathologies nerveuses absentes chez les individus « normaux ». Cet exemple montre la diversité possible liée à des erreurs de crossing-over.

2ème exemple d'argument

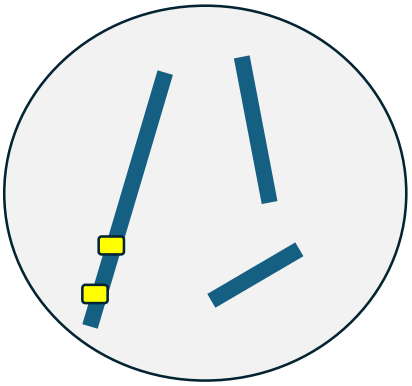
Lors des brassages intrachromosomiques, il arrive que les crossing-over soient inégaux. Cela signifie qu'un des chromosomes récupère un plus long ou plus court « morceau » de chromatide que l'autre. Cela n'est pas sans conséquences car certains gènes se retrouvent ainsi supprimés, ou dupliqués.

Argument de type observation avec coloration

En analysant leur génome d'une cellule ayant subi une anomalie de crossing-over **à l'aide d'un marquage immunologique (ou fluorescent) sur le gène PMP22, nous pourrons observer au microscope électronique les figures suivantes**



Observation d'une cellule ayant subi une méiose normale (témoin)



Observation d'une cellule ayant subi une anomalie de crossing-over (avec duplication du gène)



Observation d'une cellule ayant subi une anomalie de crossing-over (avec perte du gène)

Le gène PMP22 marqué apparait en jaune fluo.