

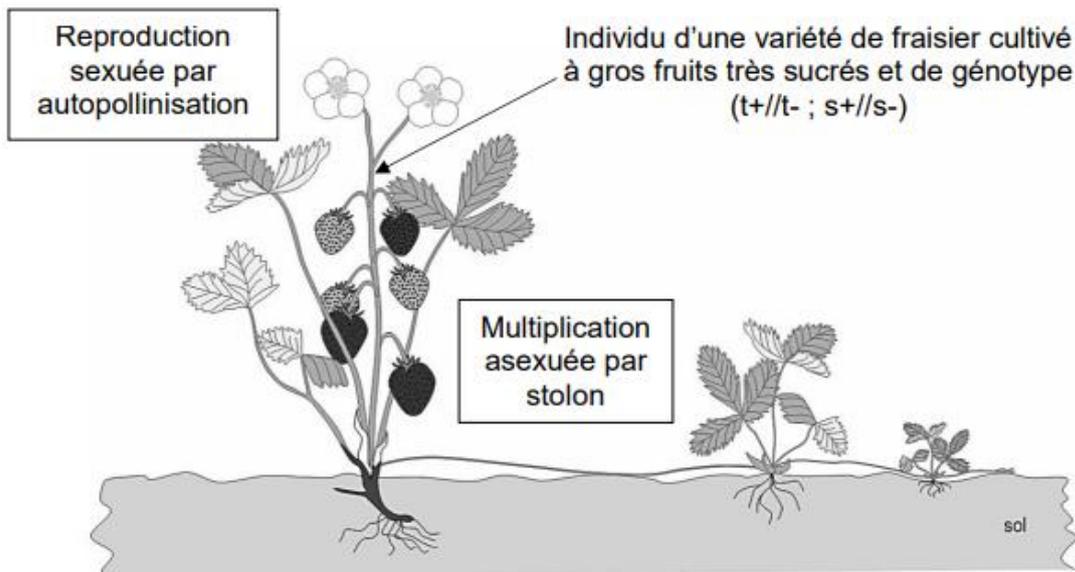
EXERCICE 1 : Reproduction et hérédité chez les végétaux

En agronomie, certaines variétés végétales aux caractéristiques intéressantes sont cultivées afin de les multiplier en grand nombre et de les commercialiser. Les individus de ces variétés recherchées sont très souvent hétérozygotes pour plusieurs gènes codant les caractéristiques d'intérêt. Ainsi, le choix du mode de reproduction de ces individus hétérozygotes est déterminant pour en obtenir de grandes quantités possédant toutes les mêmes caractéristiques intéressantes.

Montrer que les modes de reproduction existant chez les végétaux ne sont pas équivalents pour obtenir, à partir d'individus hétérozygotes pour deux gènes indépendants, une descendance elle-même entièrement hétérozygote.

Vous rédigerez un texte argumenté. On attend des expériences, des observations, des exemples pour appuyer votre exposé et argumenter votre propos. Vous pourrez utiliser l'exemple proposé dans le document ci-après.

Document : un exemple d'une variété végétale d'intérêt



Source : d'après Banque de schémas, académie de Dijon

Les caractéristiques recherchées chez le fraisier cultivé sont contrôlées par des allèles de deux gènes indépendants :

- le gène « T » qui intervient dans la détermination de la taille des fruits existant sous deux versions : l'allèle dominant « t+ » pour des fruits de grande taille et l'allèle « t- » pour des fruits de petite taille ;
- le gène « S » qui intervient dans la détermination de la teneur en sucre des fruits existant sous deux versions : l'allèle dominant « s+ » pour l'obtention de fruits sucrés et l'allèle « s- » pour l'obtention de fruits très peu sucrés.

=> Plan apparent avec Introduction Développement (paragraphe avec titre) et conclusion

Aide : il s'agit ici de comparer les deux modes de reproduction chez ce fraisier =>

- Reproduction asexuée en utilisant les connaissances sur la mitose
- Reproduction sexuée en montrant la diversité des gamètes obtenus (en expliquant pourquoi) et donc une diversité des fraisiers obtenus après fécondation en donnant quelques exemples.

La finalité est de montrer ici l'intérêt d'un des types de reproduction pour obtenir des fraises économiquement intéressantes.

OUTIL DE DÉTERMINATION DE NOTE

Critères de référence (et descripteurs du niveau de maîtrise attendu dans le cadre des attendus du programme de SVT)

- Logique et complétude¹ de la construction du texte par rapport à la question posée ;
- Exactitude et complétude des connaissances² à mobiliser dans les champs disciplinaires concernés (sciences de la vie et/ou sciences de la Terre) ;
- Pertinence³, complétude et exactitude des **arguments** nécessaires pour étayer l'exposé (principes ou exemples d'expériences, observations, situations concrètes... éventuellement issus du ou des documents proposés) ;
- Qualité de l'exposé (syntaxe, vocabulaire scientifique, clarté de tout mode de communication scientifique approprié).

Construction logique par rapport au sujet : le candidat a compris le sujet		Construction scientifique non logique : le candidat n'a pas compris le sujet		
Les idées clés sont toutes traitées Connaissances complètes et exactes Arguments exacts, suffisants et pertinents (bien associés ou à propos).	Idee clés incomplètes mais adossées à des Connaissances suffisantes arguments exacts avec des arguments manquants ou erreurs dans les arguments présentés OU Connaissances incomplètes mais exactes et associées à des arguments recevables (exactes et à propos)	Connaissances incomplètes et toutes ne sont pas étayées par des arguments OU les arguments ne sont pas exacts ou pertinents (non ou mal associés ou non à propos)	De rares éléments exacts pour répondre à la question posée (Connaissances et arguments)	Aucun élément (connaissances et arguments) pour répondre correctement à la question
7	6	5	4	3
				2
				1
				0

¹ Logique et complétude de la construction scientifique : Toutes les idées clés attendues (toutes les grandes parties du sujet) sont présentes et organisées de façon logique.

² Exactitude et complétude des connaissances : Toutes les notions associées aux idées clés sont mobilisées, sans oublis ou erreurs majeures.

³ Pertinence : l' (les) argument (s) est (sont) bien choisi (s) et bien associé (s) à la connaissance énoncée (il est « à propos »).

➤ **Construction scientifique logique par rapport au sujet**

Complétude des idées clefs

Les idées essentielles : la reproduction asexuée permet d'obtenir des plants identiques au plant initial (ici un fraisier présentant des gros fruits bien sucrés grâce à la mitose qui est une reproduction conforme

La reproduction sexuée permet d'obtenir une descendance présentant une diversité génétique si les parents sont hétérozygotes (cas du fraisier présenté). Le brassage chromosomique est à l'origine d'une recombinaison des allèles.

Connaissances complètes et exactes, les arguments sont exacts et suffisants

- La mitose est une reproduction conforme. Les cellules filles issues de cette division présentent le même génotype que la cellule mère. La mitose est précédée d'une réplication de l'ADN
- Définition de la mitose, les étapes
- La plante mère génère de nouveaux plants issus d'une reproduction asexuée (prolifération par des stolons).
- Les nouveaux plants ont le même génotype que la plante mère (t+//t, s+//s) et ont le même phénotype [t+,s+] donc gros fruits sucrés.(schéma 1)
- On montre avec cet exemple que les deux cellules filles ont le génotype (t+//t, s+//s) : toutes les cellules de la nouvelle plante ont ce génotype.
- La méiose est une division permettant le passage d'une cellule mère diploïdes des gamètes à 4 cellules filles haploïdes. La méiose est précédée d'une réplication de l'ADN
- Définition de la méiose, deux divisions successives avec 4 phases chacune.
- Génotype de la plante mère : double hétérozygote avec gènes indépendants => brassage interchromosomique
- Obtention d'une diversité de gamète : 4 types de gamètes (t+/, s+//), (t/,s/) et (t+/s/), (t/,s+//).
- Par autofécondation on peut obtenir : (t/,s/) x (t/,s/) => (t//t, s//s) de phénotype [t,s] donc fraisier à petits fruits et peu sucrés.

Comparaison des résultats => les modes de reproduction existant chez les végétaux ne sont donc pas équivalents pour obtenir une descendance identique à la plante mère.

➤ **Qualité de l'exposé**

Critères de qualité de forme : syntaxe, orthographe, grammaire

Schéma(s) clair(s), légendé(s) et titré(s), mise en page satisfaisante, facilité de lecture.

Schéma attendu : schéma 1 => mitose avec génotype et formule chromosomique

Schéma 2 => méiose avec brassage interchromosomique (Prophase 1 – Métaphase 1 avec deux possibilités de répartition – Résultats en télophases 1 – Résultats en Télophase 2) 4 types de gamètes dont deux recombinés à l'origine de nouveau génotype après fécondation (donner un exemple).

Un exemple de rédaction :

Introduction :

Certaines variétés végétales présentent des phénotypes intéressants : c'est le cas d'une variété de fraisier dont les fruits sont gros et sucrés. Ce fraisier est hétérozygote pour les deux gènes respectivement responsables de la taille du fruit et de la teneur en sucre. Cependant deux modes de reproduction de ce fraisier sont possibles : une reproduction sexuée par autopolinisation (il s'agit d'une fécondation entre les organes mâles et femelles d'une même fleur) et une reproduction asexuée par multiplication grâce à des stolons.

Nous allons montrer que ces deux modes de reproduction ne sont pas équivalents pour obtenir une descendance hétérozygote présentant le phénotype intéressant à gros fruits sucrés.

Dans une première partie, nous nous intéresserons à la reproduction asexuée qui fait intervenir la mitose. La mitose est une reproduction conforme. Puis nous verrons que la reproduction sexuée est à l'origine d'une diversité génétique de la descendance. Nous nous intéresserons alors à la méiose, division qui intervient dans la production des gamètes mâles et femelles.

I Reproduction asexuée des fraisiers et conservation du génotype

A Multiplication asexuée et mitose

La reproduction asexuée des fraisiers est assurée par une multiplication de cellules à l'origine de stolons au niveau desquels se développent un nouveau plant de fraisier. Cette multiplication se fait par mitose.

La mitose est une division cellulaire qui, à partir d'une cellule mère, permet l'obtention de deux cellules filles génétiquement identiques à la cellule mère : ce sont des clones.

La mitose est précédée d'une répllication de l'ADN : au cours de cette répllication les chromosomes à une chromatide passent à deux chromatides sœurs identiques génétiquement. La cellule entre alors en mitose qui comprend quatre phases : la prophase caractérisée par une condensation du matériel chromosomique, la métaphase, l'anaphase et la télophase.

B Les modalités de la mitose : de la cellule mère à deux cellules filles.

La cellule mère est diploïde donc à $2n$ chromosomes à deux chromatides après la répllication.

Le génotype est $(t+//t, s+//s)$ avec deux gènes situés sur deux paires de chromosomes. On notera donc $2n = 4$ chromosomes.

Schéma de la mitose

Voir Annexe 1

Les deux cellules filles sont à $2n = 4$ et présentent le même génotype $(t+//t, s+//s)$ et le même phénotype $[t+ s+]$ que la cellule mère. Par divisions mitotiques successives, le nouveau plant de fraisier présentera donc les mêmes caractéristiques que la plante initiale : c'est un clone de la plante mère. La descendance est entièrement hétérozygote pour les deux gènes.

La reproduction sexuée peut-elle assurée une reproduction à l'identique de la plante mère ?

II Reproduction sexuée et brassage chromosomique au cours de la méiose

A La méiose et l'obtention de gamètes

La méiose est une division permettant le passage d'une cellule diploïde à 4 cellules haploïdes à l'origine des gamètes. Elle est précédée, comme la mitose, d'une répllication de l'ADN : les cellules germinales qui entrent en méiose ont donc des chromosomes à deux chromatides sœurs.

Elle est caractérisée par deux divisions successives :

- une division réductionnelle assurant le passage d'une cellule à $2n$ chromosomes à deux chromatides à deux cellules filles haploïdes avec des chromosomes à deux chromatides. Au cours de cette division, il y a séparation des chromosomes homologues.
- une division équationnelle, semblable à une mitose car elle est caractérisée par la séparation des chromatides. On obtient donc alors 4 cellules filles haploïdes avec des chromosomes à une chromatide.

Chacune de ces divisions passe par 4 phases : prophase, métaphase, anaphase et télophase.

Nous allons montrer que le fraisier de génotype $(t+//t, s+//s)$ peut produire des gamètes différents. Les deux gènes, l'un responsable de la taille du fruit et l'autre responsable de la teneur en sucre du fruit sont des gènes indépendants. Lors de la formation des gamètes, il y a alors un brassage interchromosomique.

Schéma de la méiose d'une cellule mère de gamète du fraisier

Voir Annexe 2

Ainsi, au cours de l'anaphase I de méiose, la séparation indépendante des paires de chromosomes homologues et leur migration au hasard vers les pôles de la cellule conduit à de multiples arrangements entre les chromosomes. Chaque cellule, en fin de division réductionnelle, ne reçoit que l'un ou l'autre des chromosomes de chacune des paires d'homologues (50 %). C'est le brassage interchromosomique. Cette répartition au hasard aboutit à un nombre de combinaisons d'allèles élevés. Le fraisier produit 4 types de gamètes équiprobables (25% chacun) : (t+, s+), (t/, s/) et (t+/s/), (t/,s+).

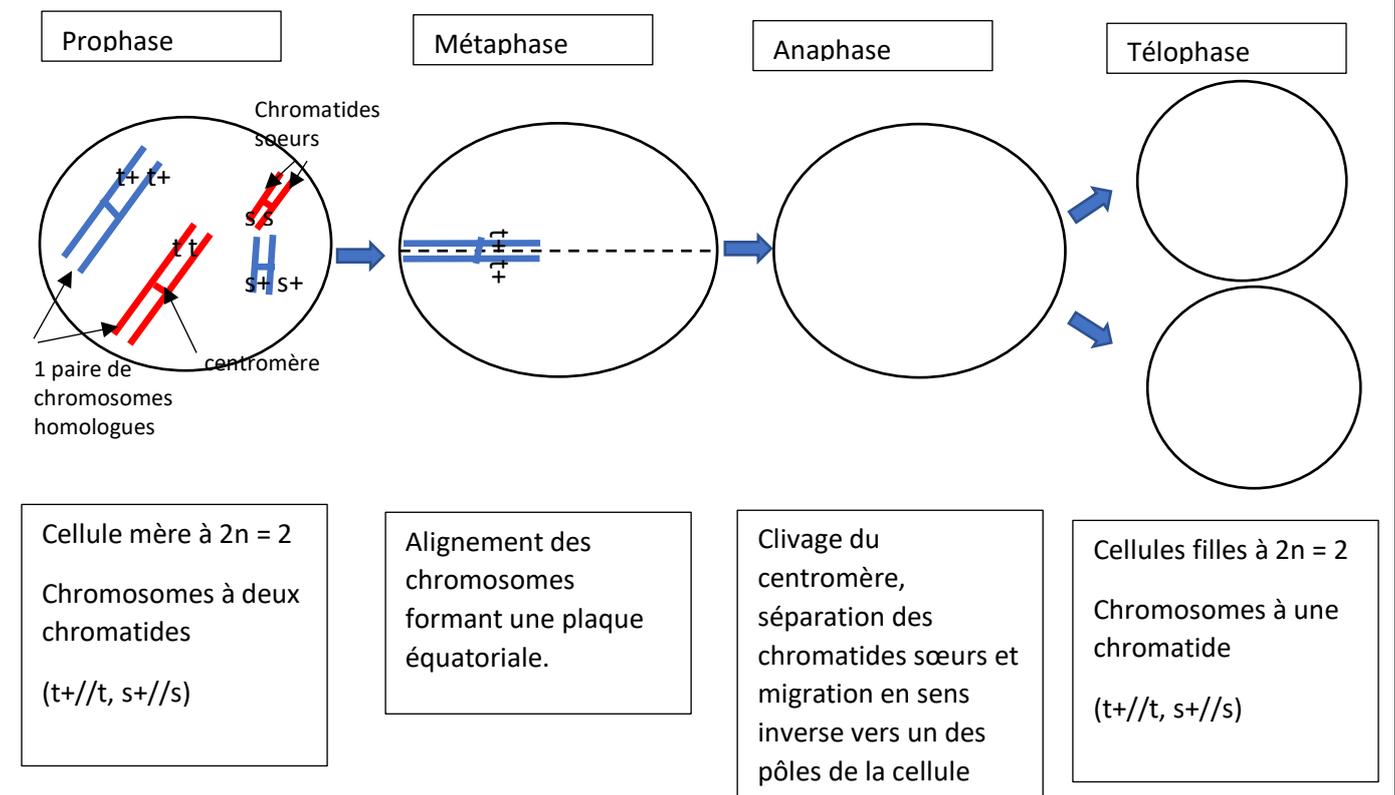
Chez les organismes eucaryotes comme le fraisier, la méiose permet donc l'obtention de gamètes haploïdes. Lors de la reproduction sexuée, la fécondation entre un gamète mâle et un gamète femelle réunit deux génomes apportant chacun un lot d'allèles. La cellule-œuf qui en résulte est diploïde et présente de nouvelles combinaisons d'allèles à l'origine de la diversité génétique de la descendance.

- ✓ S'il y a fécondation entre un gamète mâle (t/,s/) et un gamète femelle (t+, s+), la cellule-œuf aura pour génotype (t+//t, s+//s) comme la plante mère.
- ✓ Mais s'il y a fécondation entre un gamète mâle (t/,s/) et un gamète femelle (t/, s/), la cellule-œuf aura pour génotype (t//t, s//s) et la plante n'est plus hétérozygote comme la plante mère. Le phénotype est [t,s], petits fruits peu sucrés.
- ✓ Un autre exemple : s'il y a fécondation entre un gamète mâle (t+/s/) et un gamète femelle (t/, s/), la cellule-œuf aura pour génotype (t+//t, s//s) et la plante n'est plus hétérozygote pour le gène responsable de la teneur en sucre. Le phénotype est alors [t+, s], fraisier à gros fruit mais peu sucrés.

Conclusion :

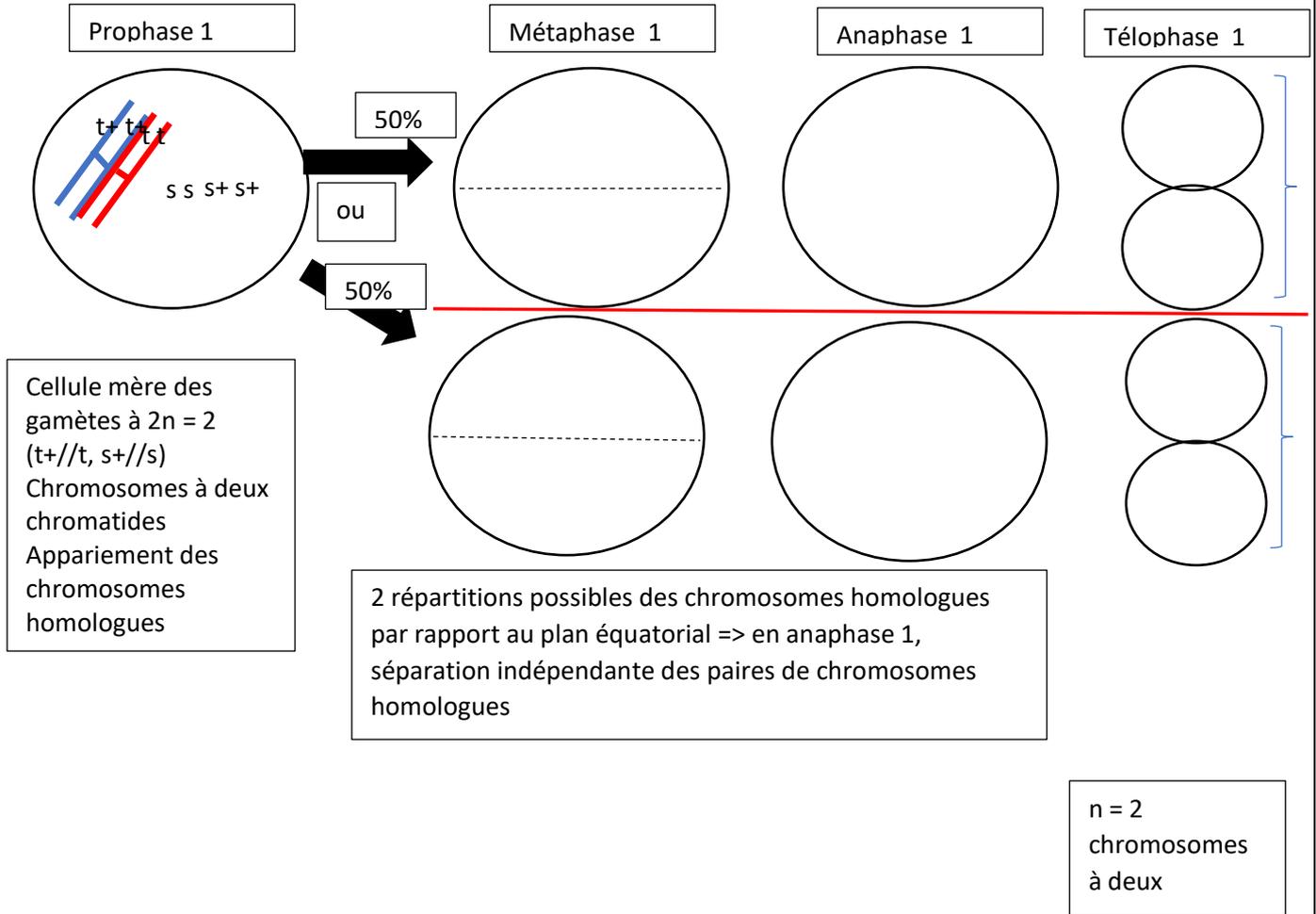
Les modes de reproduction existant chez les végétaux ne sont donc pas équivalents pour obtenir une descendance identique à la plante mère. Dans l'exemple du fraisier double hétérozygote pour deux gènes d'intérêt, la reproduction asexuée assure à l'identique l'obtention d'individu hétérozygote pour ces deux gènes. Par contre, le brassage interchromosomique lors de la méiose entraîne l'apparition de nouvelles combinaisons d'allèles dans les gamètes. La rencontre au hasard de ces gamètes entraîne l'apparition de nouveaux génotypes différents de celui de la plante mère. La descendance ne sera donc pas entièrement hétérozygote.

Annexe 1 Schéma de la mitose (à compléter, mettre le locus ...)



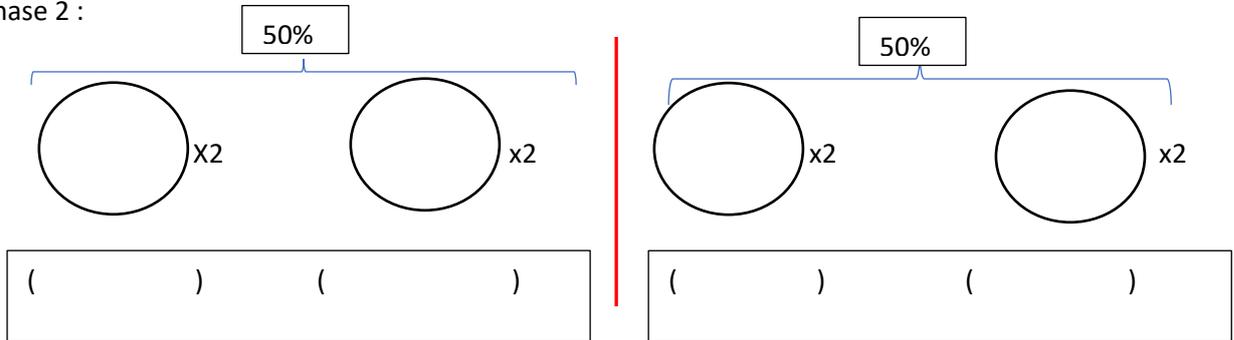
Annexe 2 Schéma de la méiose (à compléter....)

Division réductionnelle



Division équationnelle

Chaque cellule se divise à nouveau avec cette fois séparation des chromatides. On obtient alors 4 types de cellules en télophase 2 :



4 types de gamètes équiprobables => 4 génotypes possibles grâce au brassage interchromosomique