

Corrigé – SVT 2026 Amérique du Nord Jour 1

Le sujet comporte deux exercices obligatoires : un exercice de synthèse sur la reproduction sexuée et un exercice d'analyse de documents sur les conséquences du changement climatique et les biotechnologies.

Il mobilise directement les compétences du programme de Terminale SVT : argumenter, organiser des informations issues de documents, exploiter des données expérimentales, relier connaissances et observations scientifiques.

Exercice 1 — La reproduction sexuée, une source de diversité

Sujet

Il faut expliquer les mécanismes de la reproduction sexuée qui créent de nouveaux génomes et donc de la diversité génétique chez les individus d'une même espèce.

La reproduction sexuée permet l'émergence de nouveaux génomes individuels. Chez les eucaryotes, elle repose sur deux étapes complémentaires : la méiose, qui produit des gamètes haploïdes génétiquement différents, puis la fécondation, qui réunit deux gamètes d'origine différente. Ces mécanismes assurent le brassage des allèles et expliquent la diversité génétique des individus d'une population.

Tout d'abord, la méiose permet de passer d'une cellule diploïde à des cellules haploïdes. Chez un individu diploïde, les chromosomes sont organisés par paires : pour chaque paire, un chromosome vient du père et l'autre de la mère. Lors de la méiose, ces chromosomes homologues sont séparés. Chaque gamète ne reçoit donc qu'un seul chromosome de chaque paire. Ainsi, pour un gène donné, un gamète ne possède qu'un seul des deux allèles de l'individu parent.

La méiose produit de la diversité grâce au brassage interchromosomique. Lors de la première division de méiose, les paires de chromosomes homologues se répartissent de manière aléatoire dans les cellules filles. Pour deux paires de chromosomes, plusieurs combinaisons sont possibles. Plus le nombre de paires de chromosomes est élevé, plus le nombre de combinaisons possibles dans les gamètes devient important. Chez l'être humain, avec 23 paires de chromosomes, le nombre de combinaisons possibles par brassage interchromosomique est très élevé. Ce mécanisme explique que deux gamètes produits par un même individu soient rarement identiques.

Ensuite, il existe aussi un brassage intrachromosomique. Pendant la prophase I de méiose, les chromosomes homologues peuvent s'apparier et échanger des fragments de chromatides : c'est le crossing-over. Ce mécanisme crée de nouvelles associations d'allèles sur un même chromosome. Il est particulièrement important lorsque les gènes sont liés, c'est-à-dire situés sur le même chromosome. Le crossing-over permet alors de produire des combinaisons génétiques nouvelles qui n'existaient pas telles quelles chez les parents.

La fécondation amplifie encore cette diversité. Elle correspond à la fusion de deux gamètes haploïdes, généralement issus de deux individus différents. Le hasard intervient à nouveau : parmi des millions de spermatozoïdes et un ovule, une combinaison particulière est réalisée. La cellule-œuf obtenue est diploïde

et possède un génome unique, composé d'un lot d'allèles d'origine maternelle et d'un lot d'allèles d'origine paternelle. Ainsi, chaque individu issu de la reproduction sexuée possède une combinaison originale d'allèles.

On peut illustrer cela avec un exemple simple. Si un parent est hétérozygote pour deux gènes portés par deux chromosomes différents, par exemple A/a et B/b, il peut produire plusieurs types de gamètes : AB, Ab, aB et ab. Après fécondation avec un gamète d'un autre individu, de très nombreuses combinaisons génotypiques deviennent possibles. Cette diversité génétique se traduit ensuite par une diversité de phénotypes, selon les relations de dominance, de récessivité et l'influence de l'environnement.

Enfin, la reproduction sexuée peut aussi être source de diversité par des accidents de méiose. Par exemple, une mauvaise séparation des chromosomes ou des chromatides peut entraîner des anomalies chromosomiques. Un crossing-over inégal peut provoquer des duplications ou des pertes de fragments chromosomiques. Ces accidents sont souvent défavorables, parfois létaux, mais ils peuvent aussi contribuer à l'évolution des génomes, par exemple en créant des familles multigéniques.

Ainsi, la reproduction sexuée crée de la diversité génétique grâce au brassage interchromosomique, au brassage intrachromosomique et au hasard de la fécondation. Elle associe donc stabilité de l'espèce, car le caryotype est globalement conservé, et diversité des individus, car chaque descendant reçoit une combinaison originale d'allèles. C'est pourquoi la reproduction sexuée est un mécanisme essentiel de diversification du vivant.

Une très bonne copie doit contenir :

méiose
gamètes haploïdes
brassage interchromosomique
brassage intrachromosomique
crossing-over
fécondation
hasard
nouveau génome
diversité allélique
accidents de méiose

Le programme insiste précisément sur le fait que la fécondation rassemble deux génomes d'origine indépendante, que la méiose répartit les allèles dans les gamètes et que le crossing-over participe à la diversification génomique.

Erreurs fréquentes à éviter

Ne pas écrire seulement :

La reproduction sexuée mélange les gènes.

C'est trop vague.

Il faut expliquer **comment** :

méiose → brassages → gamètes différents
fécondation → rencontre aléatoire → génome unique

Exercice 2 — Changement climatique, plantes et biotechnologies

Sujet

Il faut montrer deux choses :

1. comment les plantes réagissent au changement climatique ;
1. comment les biotechnologies utilisent certaines capacités adaptatives des plantes.

Le thème se rattache à deux parties du programme : les climats de la Terre et la plante domestiquée. Le programme précise que le réchauffement climatique affecte la biodiversité et les productions agricoles, tandis que les biotechnologies peuvent être mobilisées pour créer de nouvelles variétés végétales.

Le changement climatique modifie plusieurs paramètres environnementaux, notamment la concentration atmosphérique en CO₂, la température et la disponibilité en eau. Les plantes, en particulier les plantes cultivées, doivent réagir à ces contraintes. Les documents montrent que ces réponses passent notamment par les stomates, structures foliaires impliquées dans les échanges gazeux et la perte d'eau. Les biotechnologies cherchent ensuite à exploiter ces mécanismes adaptatifs afin de créer des plantes plus résistantes à la sécheresse.

1. Les plantes réagissent à l'augmentation du CO₂ atmosphérique

Les stomates sont des ouvertures situées principalement sur l'épiderme des feuilles. Ils permettent les échanges gazeux nécessaires à la photosynthèse : entrée de CO₂ et sortie de dioxygène. Mais ils sont aussi responsables d'une perte d'eau sous forme de vapeur par transpiration.

Le document 1a présente une expérience menée sur *Arabidopsis thaliana*. Des plants sont cultivés pendant six semaines dans des atmosphères contenant différentes concentrations de CO₂. L'histogramme montre que l'ouverture des stomates diminue lorsque la concentration en CO₂ augmente. Pour 150 ppm de CO₂, l'ouverture est forte, autour de 0,6 en rapport largeur/longueur. Pour 450 ppm, elle diminue, puis elle devient encore plus faible à 800 ppm. Les barres d'erreur ne se chevauchent pas, donc les résultats sont considérés comme significativement différents.

On peut donc conclure qu'une hausse de CO₂ atmosphérique entraîne une fermeture relative des stomates. Cette réaction peut être avantageuse pour la plante : si le CO₂ est plus abondant dans l'air, la plante peut maintenir une entrée suffisante de CO₂ tout en limitant l'ouverture stomatique, donc en réduisant les pertes d'eau.

Le document 1b complète cette observation. Les photographies de l'épiderme inférieur des feuilles montrent que la densité des stomates est plus élevée dans un milieu à faible taux de CO₂ que dans un milieu à fort taux de CO₂. Les stomates, repérés par les lignes pointillées, sont plus nombreux lorsque le CO₂ est faible.

Cela montre que les plantes peuvent adapter non seulement l'ouverture de leurs stomates, mais aussi leur densité. Quand le CO₂ est rare, la plante produit davantage de stomates pour favoriser les échanges gazeux. Quand le CO₂ est plus abondant, elle peut réduire leur densité, ce qui limite la transpiration.

2. La sécheresse fragilise la croissance et les rendements agricoles

Le changement climatique ne se limite pas à une augmentation du CO₂. Il accentue aussi les sécheresses. Le document 2a indique que les sécheresses du sol sont devenues plus fréquentes, plus longues et plus intenses depuis la fin des années 1980. La fréquence des sécheresses a été multipliée par deux au niveau national en France depuis les années 1960, et par trois dans le Sud de la France.

La sécheresse constitue donc une contrainte majeure pour les plantes. Elle réduit la disponibilité en eau dans le sol, ce qui limite l'absorption d'eau par les racines. Or l'eau est indispensable à la turgescence cellulaire, à la croissance, au transport des sels minéraux et au fonctionnement photosynthétique.

Le document 2b montre les effets d'un déficit en eau sur le blé et le riz. Les paramètres mesurés sont comparés à des plantes cultivées en sol humide, qui servent de référence. Tous les principaux caractères sont détériorés en situation de sécheresse : biomasse, rendement, masse de 1000 grains, nombre de grains par épi, longueur de la tige florifère. Le rendement diminue fortement, d'environ 25 à 30 % selon la culture.

Cela montre que le déficit hydrique affecte directement la production agricole. Même si la plante peut fermer ses stomates pour économiser l'eau, cette fermeture limite aussi les échanges gazeux et peut réduire la photosynthèse. Il existe donc un compromis : limiter les pertes d'eau sans trop diminuer l'entrée de CO₂ nécessaire à la production de matière organique.

3. Les stomates sont une cible possible pour améliorer la tolérance à la sécheresse

Le document 3 présente des expériences de mutagenèse chez *Arabidopsis thaliana*. Le gène EPF intervient dans la formation des stomates. Les chercheurs créent différents génotypes mutants, qui présentent des densités stomatiques différentes.

Le document 3a montre que le mutant EPF2OE possède une faible densité stomatique, autour de 100 stomates par mm², tandis que le plant sauvage Col-0 en possède environ 200, et le mutant epf1epf2 environ 500. La quantité d'eau émise par les feuilles suit la même tendance : elle est faible chez EPF2OE, intermédiaire chez Col-0, et élevée chez epf1epf2.

On peut donc établir une relation claire :

densité stomatique élevée → pertes d'eau importantes
densité stomatique faible → pertes d'eau réduites

Cette donnée est essentielle : manipuler la densité stomatique peut permettre de rendre une plante plus économe en eau.

Le document 3b montre la résistance à la sécheresse de ces mutants. L'arrosage est arrêté à J0 pendant 10 jours. La température de surface des feuilles augmente lorsque les plantes manquent d'eau, car l'évaporation d'eau diminue et refroidit moins la feuille. À J10, les photographies montrent que le mutant EPF2OE conserve un meilleur aspect que le mutant epf1epf2, très flétri.

On peut en déduire que les plantes à faible densité stomatique perdent moins d'eau et résistent mieux à la sécheresse. Toutefois, une densité trop faible pourrait aussi limiter les échanges gazeux et donc réduire la photosynthèse. Le bon objectif biotechnologique n'est donc pas de supprimer les stomates, mais de trouver un équilibre entre économie d'eau et maintien de la production de matière organique.

4. Les biotechnologies cherchent à exploiter ces capacités adaptatives

Le document 4 présente un exemple de transgénèse chez le blé. Un gène HaHB4 provenant du tournesol, impliqué dans la résistance à la sécheresse, est introduit dans le blé grâce à un vecteur. On obtient ainsi un blé transgénique HaHB4.

Les photographies du document 4a montrent que, sur un sol sec, les plants transgéniques présentent un meilleur développement que les plants sauvages. Les plants WT semblent plus fragilisés, tandis que les plants TG paraissent plus vigoureux.

Le document 4b confirme cette observation par des mesures. En condition de sécheresse, le rendement en grains du blé transgénique est supérieur à celui du blé sauvage. L'efficacité d'utilisation de l'eau est également plus élevée chez le blé transgénique. Les étoiles indiquent que les différences sont significatives.

La transgénèse permet donc d'introduire dans une plante cultivée un gène d'intérêt issu d'une autre espèce. Ici, le gène du tournesol améliore la capacité du blé à produire des grains en condition de sécheresse. C'est un exemple d'application biotechnologique utilisant les capacités adaptatives des plantes.

Conclusion générale

Les documents montrent que les plantes réagissent au changement climatique par des modifications physiologiques et morphologiques. L'augmentation du CO₂ peut réduire l'ouverture et la densité des stomates, ce qui limite les pertes d'eau. Cependant, la sécheresse, accentuée par le changement climatique, détériore la croissance, la biomasse et les rendements agricoles. Les stomates apparaissent donc comme un élément clé de l'adaptation : ils permettent les échanges gazeux mais provoquent aussi des pertes d'eau.

Les biotechnologies cherchent à exploiter ces mécanismes. La mutagenèse dirigée peut modifier la densité stomatique, et la transgénèse peut introduire un gène de résistance à la sécheresse, comme HaHB4 dans le blé. Ces approches permettent d'obtenir des plantes plus résistantes et plus efficaces dans l'utilisation de l'eau. Toutefois, elles doivent être évaluées avec prudence, car une plante cultivée doit à la fois économiser l'eau, maintenir la photosynthèse, conserver un bon rendement et préserver les équilibres agronomiques et environnementaux.

Ce qu'un correcteur valorise dans l'exercice 2

Une copie doit faire apparaître :

stomates
échanges gazeux
photosynthèse
transpiration
augmentation du CO₂
sécheresse
déficit hydrique
diminution des rendements
densité stomatique
mutagénèse dirigée
transgénèse
OGM
résistance à la sécheresse
efficacité d'utilisation de l'eau

Il faut aussi relier les documents entre eux :

Doc 1 : les stomates réagissent au CO₂

Doc 2 : la sécheresse diminue la croissance et les rendements

Doc 3 : modifier la densité stomatique peut améliorer la tolérance à la sécheresse

Doc 4 : la transgénèse peut améliorer le rendement du blé en sol sec

Conseils pédagogiques

Pour l'exercice 1, il faut éviter de réciter le cours sans plan. Le bon plan est :

1. La méiose crée des gamètes différents
2. La fécondation crée un génome unique
3. Les accidents de méiose peuvent aussi diversifier les génomes

Pour l'exercice 2, il faut éviter le catalogue document par document. Le bon plan est :

1. Les plantes modifient leurs stomates face au CO₂
2. La sécheresse diminue les performances agricoles
3. Les biotechnologies utilisent ces mécanismes pour améliorer la tolérance au stress hydrique

La clé d'une excellente copie est de toujours faire le lien entre :

donnée observée → interprétation biologique → réponse au problème