

Corrigé du bac 2015 : SVT spécialité Série S – Pondichéry

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2015

SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

SÉRIE S

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 3H30

COEFFICIENT : 8

Enseignement de Spécialité

L'usage de la calculette n'est pas autorisé.

Partie I : Le syndrome « triplo X », un ensemble de diversité du vivant

Louise est atteinte du syndrome « triplo X » qui se caractérise par la présence de 3 chromosomes X au lieu de 2. Cela provient d'une perturbation au cours de la méiose.

La méiose est une double division cellulaire qui permet la formation de gamètes. La fécondation correspond à la fusion de 2 gamètes et aboutit à une cellule œuf à 2 n chromosomes à l'origine d'un nouvel individu.

On cherche à comprendre comment la méiose et la fécondation permettent normalement le maintien de la stabilité du caryotype et en quoi une perturbation dans la méiose peut conduire à la présence de 3 chromosomes X.

Dans un premier temps nous détaillerons le déroulement de la méiose et la fécondation qui permettent le maintien d'un caryotype stable.

Dans un second temps nous expliquerons comment une perturbation lors de la méiose, peut aboutir à la présence de 3 chromosomes X.

1) La méiose et la fécondation vecteur de stabilité du caryotype

1.1) La méiose

La méiose est un processus de double division cellulaire qui permet d'aboutir à 4 gamètes, qui sont des cellules à n chromosomes à 1 chromatide à partir d'une cellule mère diploïde.

La méiose est précédée d'une **phase de réplication de l'ADN**. Donc au début de la méiose, la cellule contient 2n chromosomes à 2 chromatides.

Lors de la **première division cellulaire**, les chromosomes vont se condenser pendant la Prophase I et l'enveloppe nucléaire va disparaître. La cellule a alors 2 chromosomes à 2 chromatides. Les chromosomes homologues **s'apparient** sur toute leur longueur.

Lors de la Métaphase I, les chromosomes appariés vont s'aligner le long de l'équateur du fuseau, les microtubules vont se fixer au niveau du centromère de chaque chromosome.

Lors de l'Anaphase I, les chromosomes homologues vont migrer vers les 2 pôles grâce à la rétraction des microtubules. Il y a une **disjonction aléatoire des paires de chromosomes**.

C'est pendant la Télophase I que les chromosomes vont se condenser pour former à nouveau de la chromatine, et que la cellule va être séparée en **2 cellules à n chromosomes à 2 chromatides** avec la formation d'une nouvelle enveloppe cellulaire pour chacune des 2 nouvelles cellules créées.

La **seconde division** commence donc par la Prophase II durant laquelle les chromosomes se condensent et l'enveloppe nucléaire se désintègre.

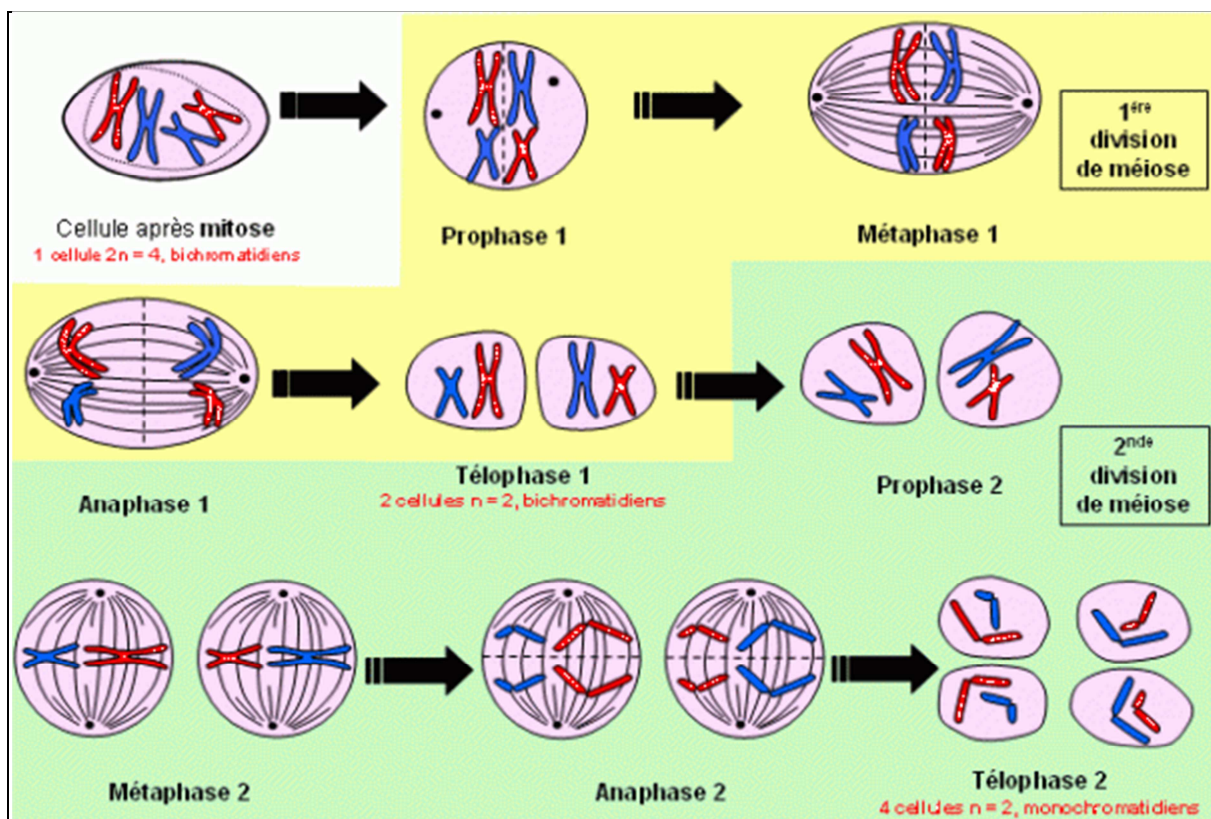
Lors de la métaphase II, les n chromosomes à 2 chromatides s'alignent le long de l'équateur, et les microtubules se placent le long des différentes chromatides.

La rétraction des microtubules lors de l'Anaphase II permet la migration des chromatides après division du centromère de chaque chromosome vers les 2 pôles.

La cellule va se diviser lors de la Télophase II et les chromatides vont se décondenser.

On obtient donc **4 cellules à n chromosome à 1 chromatide : Les gamètes.**

Voici ci-dessous un schéma de la Méiose d'une cellule à $2n=4$ chromosomes.



La **méiose a donc séparé les chromosomes homologues**. IL en est de même pour la paire de chromosomes sexuels XX chez la mère, et XY chez le père. Chez la mère tous les ovules contiendront un chromosome X, mais chez le père 50% des spermatozoïdes contiendront le chromosome X et 50% le chromosome Y.

1.2) La fécondation

Lors de la fécondation, 2 gamètes se rencontrent et fusionnent. On obtient donc une unique cellule œuf avec le contenu génétique des 2 gamètes à n chromosomes des 2 parents. La cellule obtenue est donc à $2n$ chromosomes. En se divisant, elle va donner chez l'Homme un individu

dont le caryotype sera constitué de 22 paires de chromosomes et une paire de chromosomes sexuels. Ce sera une fille si l'ovule fusionne avec un spermatozoïde contenant le chromosome X, et ce sera un garçon si le spermatozoïde contient Y.

La méiose et la fécondation permettent donc de stabiliser le caryotype selon un modèle prédéfini. Ce sont les 2 mécanismes complémentaires de la reproduction sexuée.

2) Les anomalies lors de la méiose

Il est possible qu'il y ait une anomalie lors de la méiose de l'un des parents. En effet, les microtubules peuvent être mal agencés durant la métaphase I ou II et induire une erreur lors de l'anaphase.

2.1) Anomalie lors de l'anaphase I

Lors de la métaphase I, les microtubules d'un même pôle peuvent s'accrocher à une même paire de chromosomes. Cela mènera à la migration des 2 chromosomes de la même paire vers le même pôle lors de l'anaphase I, et donc à la présence d'une paire d'un même chromosome dans la même cellule.

On obtient donc à la télophase I deux cellules, dont l'une est à 22 chromosomes et l'autre à 24 chromosomes. Après la deuxième division on obtient donc 2 gamètes à 22 chromosomes et 2 gamètes à 24 chromosomes.

Dans le cas de Louise, si lors de l'anaphase I de sa maman, les deux chromosomes X ont migré vers le même pôle, il se peut que Louise se retrouve alors avec de 2 chromosomes X par sa mère et un autre chromosome X par son père, ce qui amène au « triplo X ».

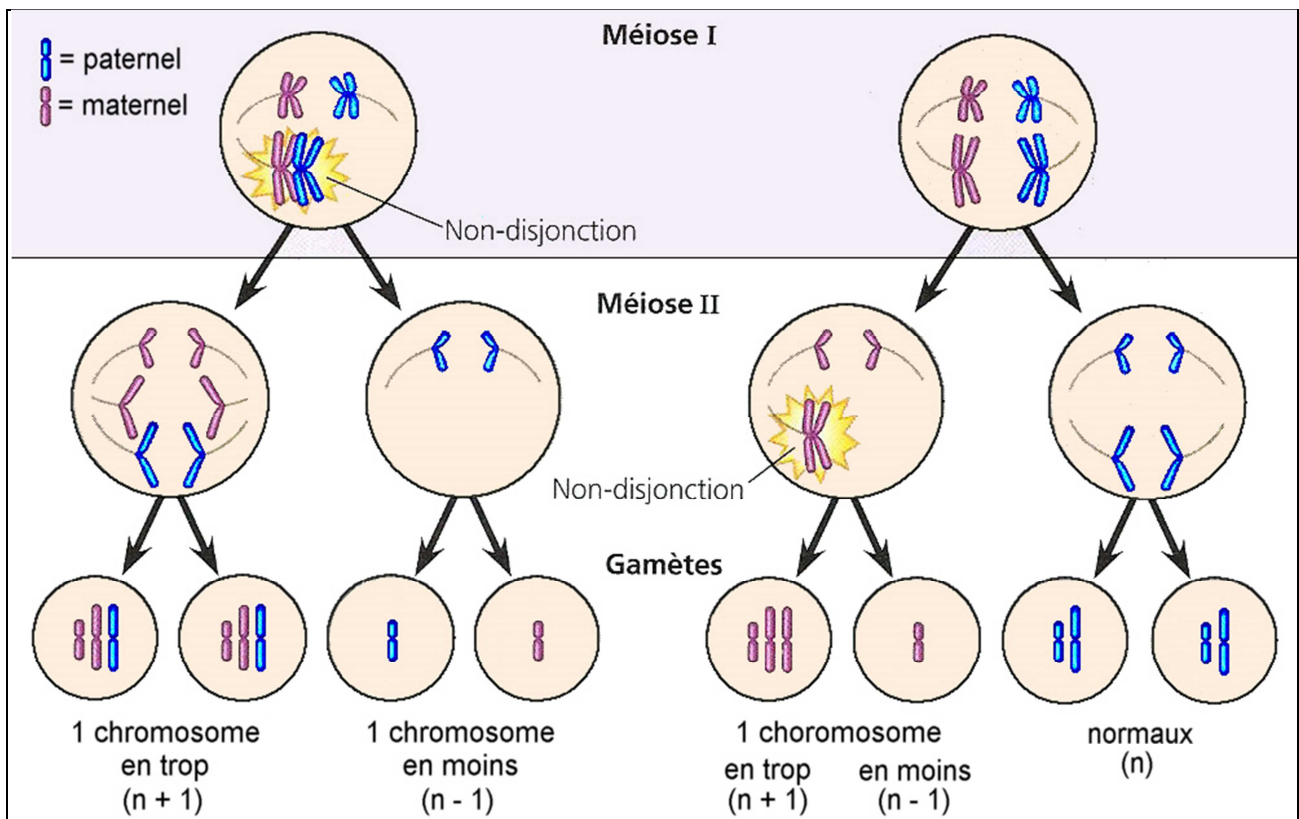
2.2) Anomalie lors de l'anaphase II

Il est possible que lors de l'anaphase, les 2 chromatides d'un même chromosome peuvent migrer vers le même pôle cellulaire. En fin de télophase II, on obtient donc 4 gamètes dont 2 sont normaux, et 2 sont anormaux, un est à 24 chromosomes et l'autre à 22 chromosomes.

Dans le cas de Louise, si durant **l'anaphase II de la mère ou de son père**, les deux chromatides du chromosome X ont migré vers le même pôle, cela a pu aboutir à la formation d'un gamète à 2 chromosomes X, ce qui peut être à l'origine du « Triplo X ».

Le schéma ci-dessous montre la méiose dans le cas d'une mauvaise disjonction, par exemple du chromosome X lors de l'anaphase I (schéma gauche) ou lors de la anaphase II (schéma droite).

Méiose anormale :



La méiose est une double division cellulaire qui permet la formation de gamètes à contenu génétique quantitativement toujours identique. La fécondation qui représente la fusion de deux gamètes mène donc également à une cellule œuf où le contenu génétique est quantitativement toujours le même. Cependant, il est possible que si des chromosomes migrent au mauvais pôle de la cellule lors de l'anaphase I ou II, le contenu des gamètes soit quantitativement différent et par conséquent celui de la cellule œuf aussi.

Partie II – Exercice 1 : Paléoplages en baie d'Hudson

On peut observer des paléoplages, c'est à dire des anciennes plages fossiles le long de la baie d'Hudson. On cherche à comprendre la présence de ses plages en altitude.

Le document 1 nous montre les variations du niveau de la mer depuis 8000 ans. On observe que ce dernier a fortement augmenté jusqu'en -7500 où il est passé à -4m. Le niveau de la mer a ensuite continué d'augmenter de 4m jusqu'en -2000 pour atteindre le niveau actuel.

Le document 2a est une carte qui nous montre la présence des glaciers sur le continent Nord-Américain au Wisconsinien et en 2013. On observe la présence de 3 grands glaciers durant le Wisconsinien et notamment

l'inlandsis Laurentidien qui recouvrait la baie d'Hudson. On observe qu'en 2013 il ne reste plus qu'un inlandsis: celui du Groenland et que ce dernier a une surface plus réduite qu'au Wisconsinien. On constate donc que l'inlandsis Laurentidien a totalement disparu en 2013.

Le document 2b montre le taux de remontée de la lithosphère continentale depuis la dernière période glaciaire. On observe que dans la baie d'Hudson, la lithosphère continentale est remontée à une moyenne de 10mm/ an et que plus nous nous éloignons de la baie, moins la remontée de lithosphère est grande.

Un dernier graphique nous montre l'évolution de l'altitude de la baie d'Hudson depuis 2004. On observe que l'altitude n'a cessé d'augmenter à raison d'environ 15 mm/an.

Réponses au QCM

1. Au cours des 6000 dernières années, le niveau de la mer s'est élevé d'environ 2,5m.
2. Le glacier qui recouvrait la baie d'Hudson il y a - 6000 ans a aujourd'hui disparu.
3. En baie d'Hudson, la lithosphère continentale se soulève en moyenne à un rythme de 10mm par an depuis -6000 ans.
4. Pour conclure, la présence des paléoplages en altitude peut s'expliquer par la fonte du glacier et la remontée de la lithosphère continentale qui se poursuit actuellement.

Partie II – Exercice 2 (spé) : L'adaptation à l'aridité des plantes à métabolisme CAM (Métabolisme Acide Crassuléen)

Certaines plantes vivant dans des milieux particulièrement arides en journée ont adapté leur métabolisme aux conditions environnementales, ce qui leur permet d'éviter le dessèchement. Ces plantes sont des plantes grasses. Elles réalisent la photosynthèse comme toutes les plantes chlorophylliennes. C'est-à-dire qu'elles produisent leur matières organiques en prélevant dans leur milieu l'eau et les ions d'une part, et le CO₂ d'autre part, mais elles ont un métabolisme appelé CAM, qui est un peu différent des autres plantes chlorophylliennes.

On cherche à comprendre comment les particularités du métabolisme qualifié de CAM permettent à ces plantes de survivre malgré l'aridité de leur milieu de vie.

Le document 1 montre l'évolution de l'absorption du CO₂ en fonction du temps selon 2 plantes d'espèces différentes.

On observe que la *Kalanchoe daigremontiana*, qui a un métabolisme CAM, absorbe du CO₂ de 0 à 12h et de 24 à 36h, à un taux de 5 micro mol/ m² de feuille /s. Il s'agit des périodes de nuit. De 12 à 24h, lorsqu'il fait jour, la consommation de CO₂ de la plante est nulle.

La *Peperomia obtusifolia*, qui a un métabolisme C3, c'est à dire le métabolisme de base des plantes chlorophylliennes, absorbe quant à elle du CO₂ à un taux de 1 micro mol/ m² de feuilles /s entre 12 et 24h. Il s'agit de la période de jour. Et on observe que entre 0 et 12h et 24 et 36h, lorsqu'il fait nuit, son taux d'absorption de CO₂ est nul.

On en déduit donc que les plantes CAM absorbent du CO₂ durant la nuit, contrairement aux plantes C3 qui l'absorbent le jour et en quantité 5 fois plus importante.

Le document 2 montre l'ouverture des stomates chez une plante au métabolisme C3 et au métabolisme CAM en fonction du moment de la journée.

On observe que **la plante CAM** a un pourcentage d'ouverture des stomates d'environ 70% seulement et cela durant les périodes d'obscurité. Durant les périodes lumineuses, l'ouverture de ces stomates est nulle.

On observe aussi que **la plante C3** à une ouverture des stomates nulle la nuit et de quasiment 100% le jour.

Il est rappelé que les **stomates permettent les échanges gazeux avec l'atmosphère** à savoir l'absorption du CO₂ et le rejet d'O₂ et de vapeur d'eau. Or durant la nuit le taux d'humidité est plus élevé et la température ambiante est plus basse. Ainsi, si les stomates s'ouvrent la nuit pour les plantes CAM, cela permet de limiter la perte en eau de la plante.

Or on rappelle que d'après le document 1, le taux d'échange de CO₂ entre la plante et l'atmosphère est élevé durant la nuit, ce qui est dû au fait que les stomates ne s'ouvrent que la nuit. Cela permet donc aux plantes CAM de conserver leur eau.

Le document 3 montre la teneur en dioxygène d'une enceinte, dans laquelle a été placée une plante CAM, selon si elle est dans l'obscurité ou non.

On observe que de 0 à 5 minutes, lorsque la plante est dans l'obscurité, le taux d'oxygène dans l'enceinte est d'environ 250 micromoles/ L et que ce dernier diminue très légèrement pendant les 5 minutes. La plante consomme O₂ au cours de la respiration.

De 5 à 15 minutes, la plante est à la lumière et le taux de dioxygène dans l'enceinte passe progressivement d'environ 240 micromoles/ L à 350 micromoles/ L. L'O₂ est donc rejeté par la plante.

De 15 à 20 minutes, la plante est à nouveau dans l'obscurité et le taux de dioxygène dans l'enceinte diminue à nouveau lentement, jusqu'à environ 320 micromoles/ L.

On observe donc que la plante rejette du dioxygène (O₂) lorsqu'elle est à la lumière. Elle réalise donc la photosynthèse.

On sait que le rejet d'O₂ provient de la photolyse de l'eau grâce à l'énergie lumineuse et donc se fait le jour.

Cela montre que chez les plantes CAM, comme chez les plantes C₃, la phase photochimique de la photosynthèse se déroule pendant le jour. Par conséquent, la production d'ATP et de composés réduits RH₂ nécessaires à la production de sucres se déroule également le jour.

Or nous avons vu que le CO₂ est absorbé la nuit. Ce dernier est donc nécessairement stocké pendant la nuit.

Le document 4 nous montre l'évolution de la concentration en malate et en amidon contenue dans les feuilles d'une plante CAM, en fonction de l'heure du jour et donc de son exposition à la lumière.

On observe que le taux d'amidon diminue de 18 à 6h, lorsqu'il fait nuit et passe d'une concentration de 80 à 25 micromol /g de matière fraîche. Il est donc consommé.

Cependant, de 6 à 18h, lorsqu'il fait jour, le taux de d'amidon remonte pour atteindre une concentration de 80 micromol /g de matière fraîche. Il est donc produit.

Le malate, quant à lui, a une concentration qui augmente de 18 à 6h lorsqu'il fait nuit, et passe de 50 à 175 micromol /g de matière fraîche. En revanche, de 6 à 18h, sa concentration baisse et atteint 50 micromol/g de matière fraîche. Il est donc produit la nuit et consommé le jour, à l'inverse de l'amidon qui est un composé organique produit lors de la photosynthèse.

On en déduit donc que la matière organique est produite le jour, à la suite du cycle de Calvin. De plus, on peut conclure que le CO₂ est stocké sous forme de malate pendant la nuit, avant de se réduire et de libérer du CO₂ nécessaire au cycle de Calvin le jour.

Le document 5 nous informe sur les réactions métaboliques des plantes CAM. On observe que les réactions métaboliques aboutissant à la production de matière organique se décomposent en deux phases distinctes.

La première est spécifique aux plantes CAM :

- Elle permet la **production de malate** par fixation du CO₂ atmosphérique sur le phosphoénol-pyruvate. Cette étape se passe la nuit quand la plante CAM absorbe le CO₂ atmosphérique.
- Le jour, **le malate est dégradé** en pyruvate libérant du CO₂ qui sera utilisable pour le cycle de Calvin. Ce dernier correspond à la seconde phase (phase chimique) qui est la même que pour les plantes photosynthétiques normales.

Le cycle de Calvin permet la fixation du CO₂, et donc la production de matière organique en consommant de l'ATP et de RH₂ produits lors de la phase photochimique de la photosynthèse.

Le cycle de Calvin est donc réalisé durant le jour chez les plantes CAM comme chez les plantes en C₃.

On peut donc conclure que l'avantage du métabolisme CAM est le stockage du CO₂ sous forme de malate durant la nuit. Cela permet à la plante d'absorber le CO₂ la nuit et donc d'ouvrir ses stomates lorsque la

température est plus basse, afin de limiter les pertes en eau et donc la déshydratation de la plante dans un environnement pauvre en eau.