

Concours section : AGRÉGATION INTERNE SCIENCES DE LA VIE TERRE
Epreuve matière : Epreuve scientifique
N° Anonymat : N250NAT1018628

Nombre de pages : 20

10.86 / 20

Epreuve - Matière : 102 - 7063 Session : 2025

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuillet officiel, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Remplir soigneusement le cadre relatif au concours OU à l'examen qui vous concerne.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuillet officiel.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) sur le nombre total de pages que comporte la copie (y compris les pages vierges).
- Placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre de numérotation des pages.

Épreuve scientifique à partir
d'une question de synthèse

Les chromosomes
eu caryotes.

A. 122

Introduction

Dans l'histoire du vivant, on commence par des cellules procaryotes ("pro" = avant et caryote = noyau) telles que les cyanobactéries avec des traces sous forme de stromatolithes. Petites cellules de 10 micromètres en moyenne, qui peuvent contenir tout l'équipement enzymatique nécessaire au fonctionnement de cet organisme unicellulaire dans son cytoplasme. Au fur et à mesure du temps, les organismes deviennent plus complexes, plus grands, il y a nécessité de compartimenter les cellules (organites) afin de garder l'efficacité des fonctions avec des concentrations enzymatiques raisonnables d'un point de vue énergétique pour la cellule. (mitochondrie et enzymes nécessaires à la respiration cellulaire.)

L'évolution du vivant voit une nouvelle forme apparaître, les eucaryotes (eu = vrai, caryote = noyau), organisme végétal ou animal contenant un noyau, (compartiment cellulaire contenant les informations génétiques de l'être vivant). Cette forme présente des avantages et permet notamment la complexification des êtres vivants. Les chromosomes, forme condensée de la molécule d'ADN (acide désoxyribonucléique) grâce à des protéines, portent l'information génétique des eucaryotes.

Ce sont des molécules linéaires (à l'inverse de certaines bactéries où ils sont circulaires), présentes en deux exemplaires (diploïdie) chez la majorité des eucaryotes.

Nous nous intéresserons dans un premier temps à leur localisation dans la cellule, la nature

de la molécule et à sa structure. puis dans un second temps, nous nous pencherons sur les mécanismes permettant le maintien de l'information qu'elle contient, au sein de l'organisme lui-même au de génération en génération. Enfin, nous terminerons par étudier les mécanismes permettant l'expression de l'information contenue dans ces chromosomes.

Commençons donc par l'étude de la localisation, la nature et la structure des chromosomes.

I- Localisation, nature et structure des chromosomes.

Commençons par localiser les chromosomes dans la cellule.

A- Localisation dans la cellule eucaryote

On a mis en évidence la localisation des chromosomes, support de l'information génétique, dans le noyau grâce à une expérience de transfert de noyau.

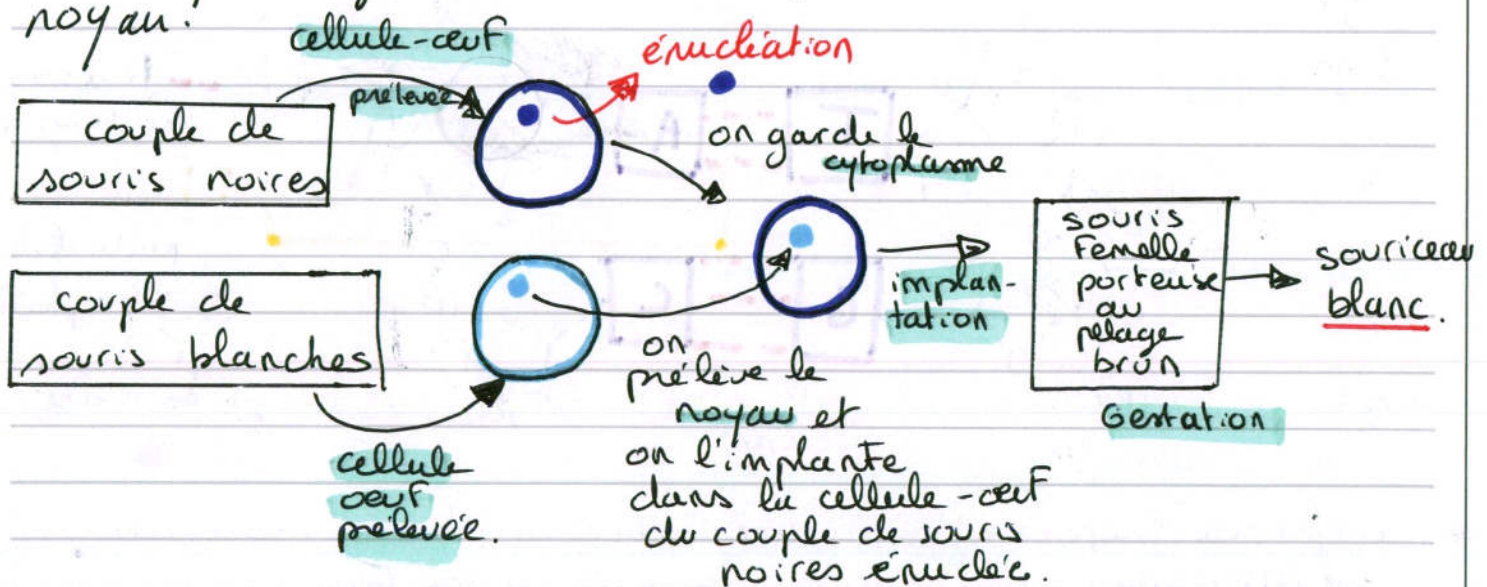


Schéma représentant l'expérience de transfert de noyau.

Cette expérience met bien en évidence que l'information "couleur du pelage" se trouve dans le noyau de la cellule.

Maintenant que nous avons vu où se trouve l'information dans la cellule, voyons quelle est sa nature.

B- Nature des chromosomes eucaryotes.

Voyons de quoi sont fait les chromosomes.

Les chromosomes sont constitués d'une molécule d'ADN (acide désoxyribonucléique), double brin, anti-parallèle, en hélice et linéaire.

L'ADN est une molécule constituée de bases azotées, l'adénine, la thymine, la cytosine et la guanine, d'un désoxyribose ainsi qu'un groupement phosphate. Cet ensemble constitue un nucléotide, qui mis bout à bout constituent un brin d'ADN.

L'autre brin vient s'y associer par complémentarité de bases : l'adénine s'associe à la thymine, la cytosine à la guanine.

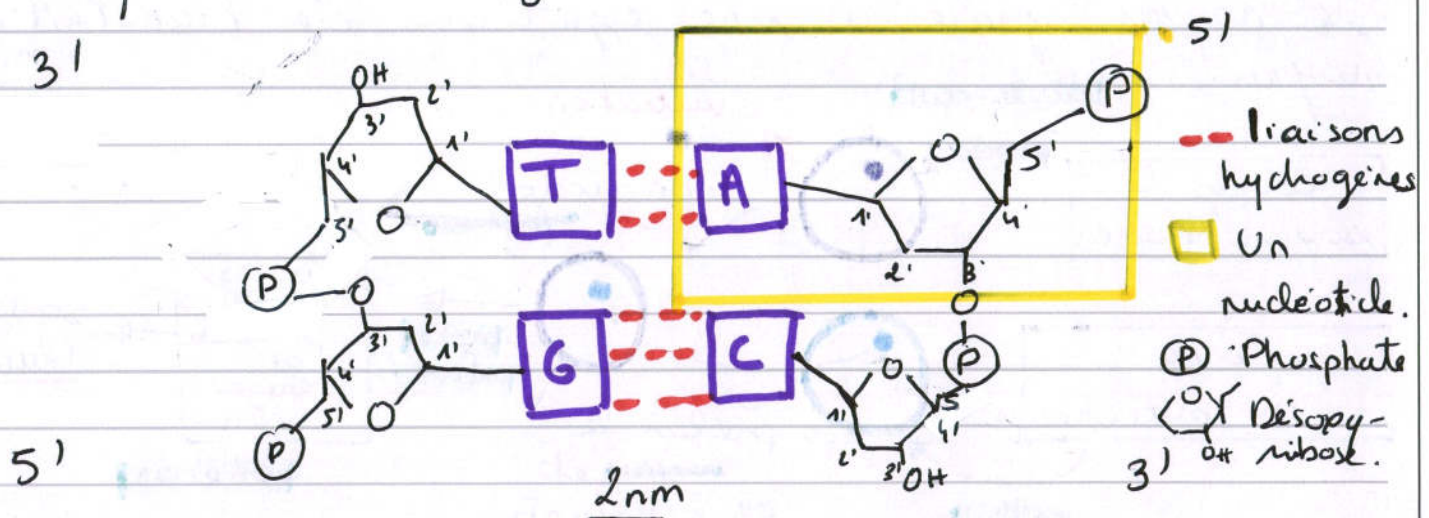


Schéma représentant une portion de la molécule d'ADN avec la complémentarité de ses bases.

Epreuve - Matière : 102 - 7063

Session : 2025

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuillet officiel, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Remplir soigneusement le cadre relatif au concours OU à l'examen qui vous concerne.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuillet officiel.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) sur le nombre total de pages que comporte la copie (y compris les pages vierges).
- Placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre de numérotation des pages.

Les chromosomes sont donc constitués d'ADN, mais la molécule est associée à des protéines, ce qui lui donne sa structure, que nous allons étudier dans la partie suivante.

C- Structure des chromosomes eucaryotes.

Les histones, des protéines organisées en octaèdres permettent à la molécule d'ADN de s'enrouler autour d'eux et de commencer le phénomène de compaction.

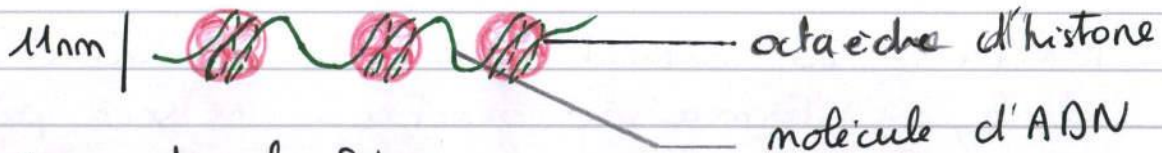
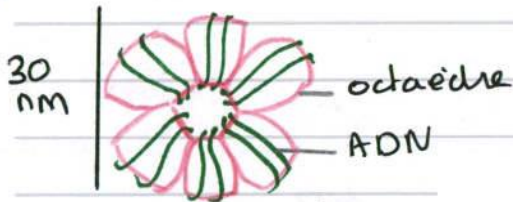


Schéma de la fibre nucléosomique

Cette dernière a un taux de compaction de 6.

Sous cette forme, la molécule d'ADN peut être répliquée, et on peut la voir sous forme euchromatique si on observe une cellule au microscope.

Le taux de compaction augmente encore avec la fibre solénoïde représentée ci-après.



Vue apicale
de la fibre solénoïdale.

Les octaèdres d'histones s'enroulent les uns sur les autres pour former une hélice. Le taux de compaction passe à 40. (x40)

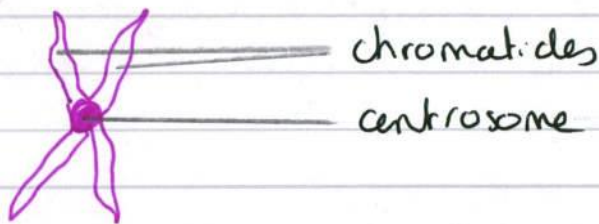
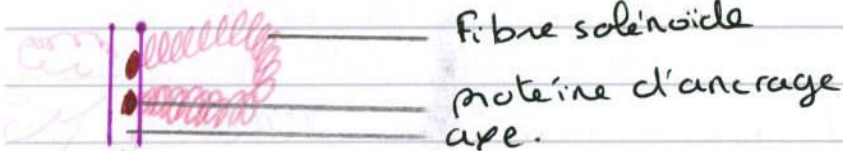


schéma d'un chromosome.

La fibre solénoïdale s'organise ensuite en rosette et forme alors les chromosomes. Forme ultra condensée de la molécule d'ADN.

Lorsqu'on regarde une cellule au microscope, on peut observer à partir du stade fibre solénoïdale de l'hétérochromatine, plus foncée car plus opaque aux électrons.

En fonction du moment du cycle cellulaire de la cellule, l'information génétique ne sera pas sous la même forme.

- Entre deux phases de division cellulaire, on la retrouvera sous forme décondensée. (permet la réplication).

- Lors d'une phase de division, la forme chromosomique est nécessaire pour assurer la bonne répartition de l'information.

Nous allons nous étudier ces mécanismes

dans la partie à venir, maintenant que nous avons localisé, étudié la nature et la structure de la molécule portant l'information génétique.

II- Le maintien de l'information génétique.

Dans un premier temps nous nous intéresserons à ce maintien au sein de l'individu.

A- Au sein de l'individu, lors de la formation de nouvelles cellules.

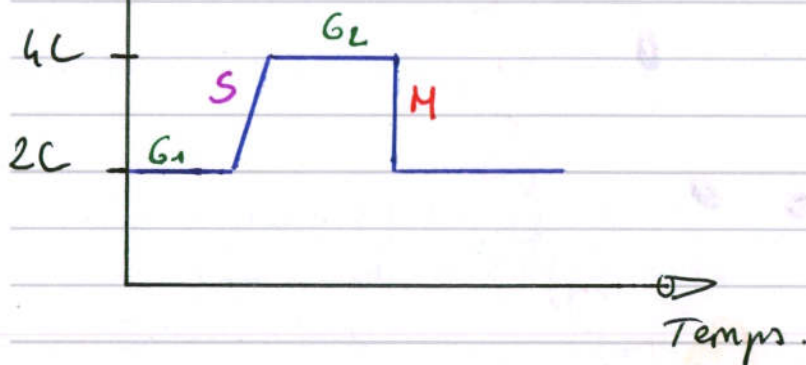
a- Cycle cellulaire

Dans un organisme eucaryote, produire de nouvelles cellules, pour la croissance, la défense de l'organisme etc est un enjeu important.

Toutes les cellules de l'organisme porte la même information (la totalité de l'information génétique).

Bien que des erreurs puissent être faites, les mécanismes permettent la copie de la totalité de l'information de façon conforme à l'information initiale.

Quantité d'information



G₁ préparation à la réplication

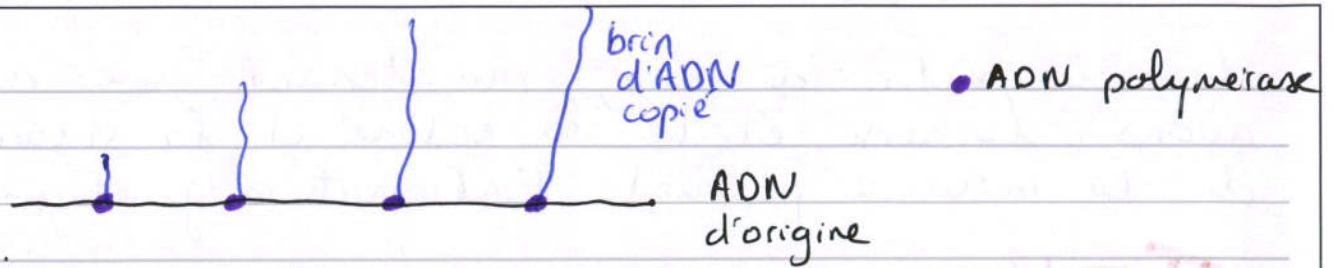
G₂ préparation à la division.

S synthèse (réplication de l'ADN)

M mitose

Schéma du cycle cellulaire d'une cellule.

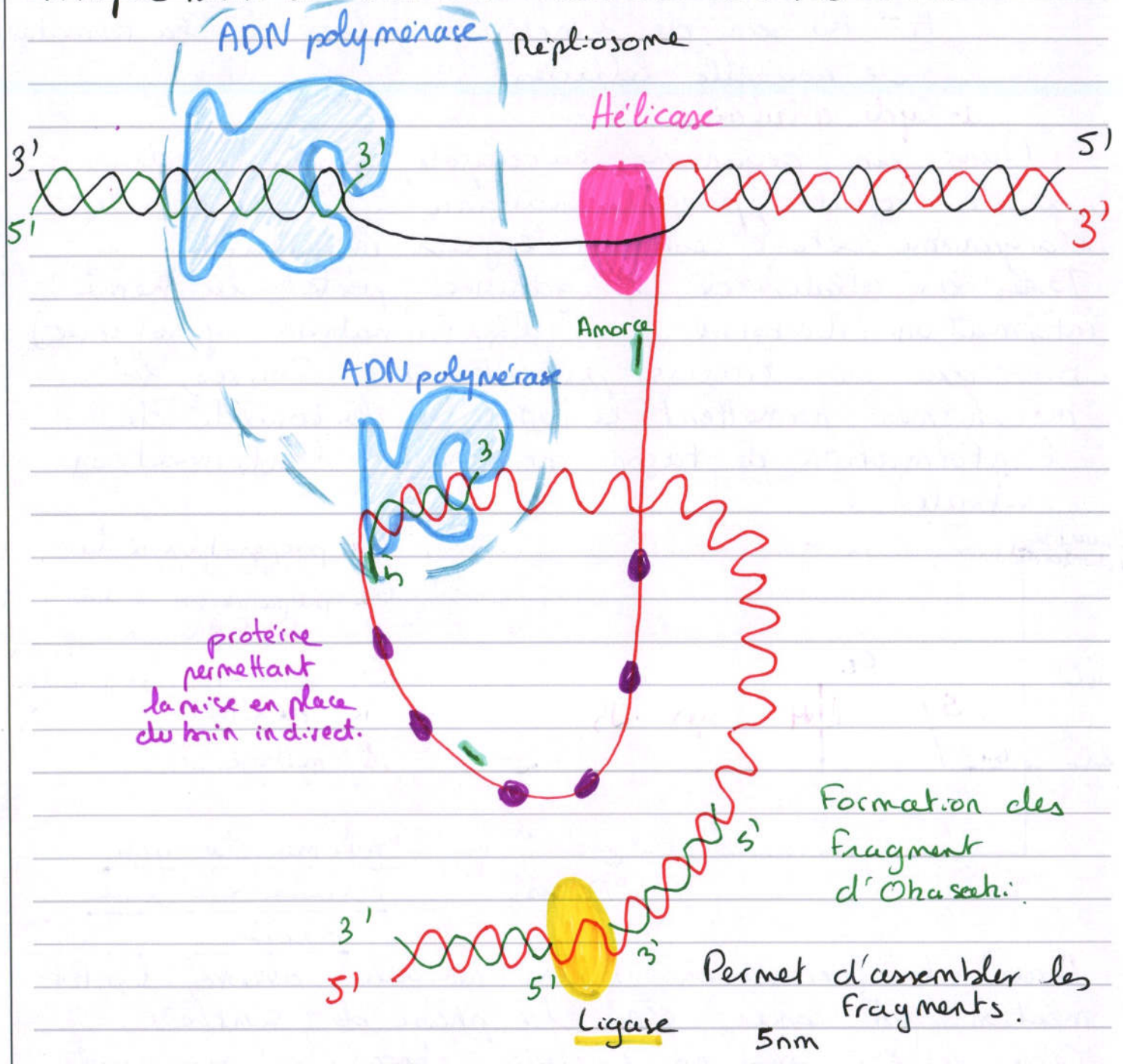
Avant la formation d'une nouvelle cellule, l'information est copiée, c'est la phase de synthèse. Cela a été mis en évidence chez les procaryote avec l'observation de la réplication d'un bin d'ADN.



Schema de l'observation qui a mis en évidence la transcription

b - La réplication

Voyons chez les eucaryotes, comment se déroule la réplication qui permet le passage de chromosomes simple brin à des chromosomes doubles brins.



Schema d'une fourche de réplication

Epreuve - Matière :

Session :

2025

CONSIGNES

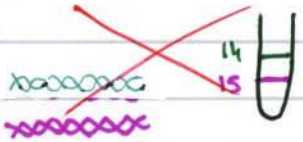
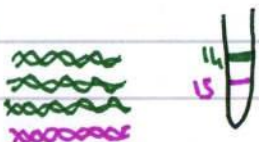
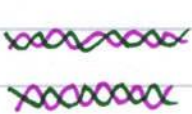
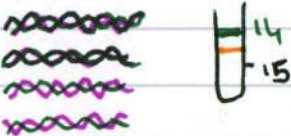
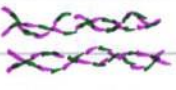
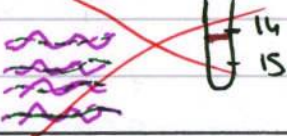
- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuillet officiel, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Remplir soigneusement le cadre relatif au concours OU à l'examen qui vous concerne.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuillet officiel.
- Numéroter chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) sur le nombre total de pages que comporte la copie (y compris les pages vierges).
- Placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre de numérotation des pages.

La réplication ne peut se faire que dans le sens 5' vers 3' car nous avons vu dans la première partie que les nucléotides ne peuvent s'ajouter qu'au niveau du 3^{ème} carbone du ~~et de~~ ~~desoxyribose~~ ~~de~~ ~~oxyribose~~ ~~au~~ ~~niveau~~ ~~de~~ ~~son~~ ~~groupe~~ ~~ment~~ OH pour faire une liaison phospho di ester.

C'est pourquoi, on a un brin où la transcription est directe. Pour l'autre, les mécanismes sont plus complexes et font intervenir des protéines supplémentaires (voir schéma ci-dessous).

La répllication chez les eucaryotes est dite semi-conservative. Cela a été mis en évidence grâce à une expérience dans laquelle, on a utilisé un isotope lourd de l'azote, ^{15}N dans le milieu. Les brins de départ ne sont fait qu'avec de l'azote lourd. Puis, on remet de l'isotope léger, ^{14}N dans le milieu et on met en culture à chaque fin de cycle cellulaire, on centrifuge pour "voir" comment sont répartis les isotopes ^{14}N et ^{15}N .

9.120.

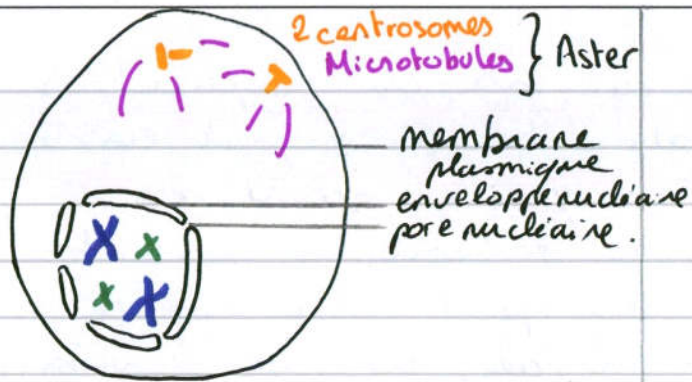
Repliation conservative			
Repliation semi-conservative			Avec les résultats obtenus, on a peut valider l'hypothèse d'une répliation semi-conservative
Repliation dispersive			
	1er cycle cellulaire	2ème cycle cellulaire	

Maintenant que nous avons vu la répliation, voyons comment lors la division cellulaire sont répartis les chromosomes.

c- La Mitose

Lors de la mitose, l'information génétique préalablement dupliquée est répartie dans les 2 cellules filles formées de façon identique. Elles doivent comporter les même informations que la cellule mère.

Elle se déroule en quatre phases; détaillées ci-après dans le schéma.

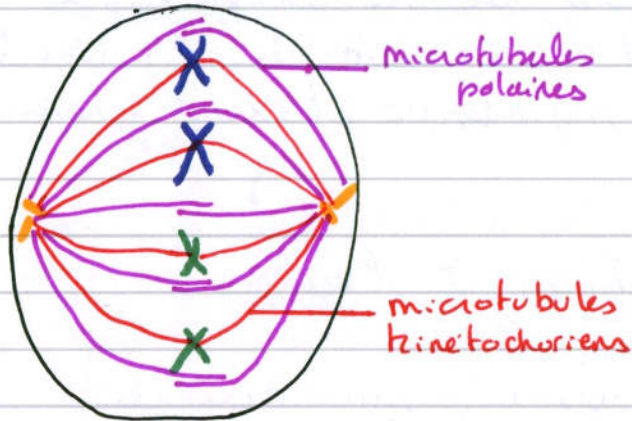


Cellule avec 2 paires de chromosomes (doublet car après synthèse).

PROPHASE

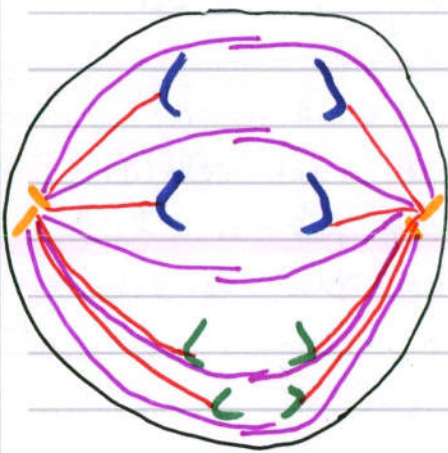
Condensation de l'ADN en chromosome.

les centrosomes migrent vers les deux pôles de la cellule mettant en place un réseau de microtubules.



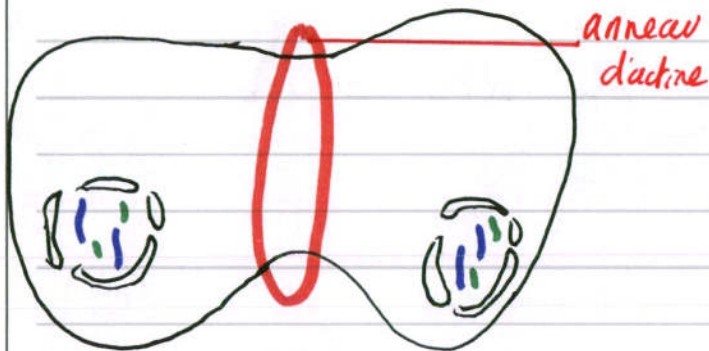
MÉTAPHASE.

Alignement des chromosomes sur le fuseau mitotique. les microtubules kinétochoriens sont fixés au centrosome des chromosomes.



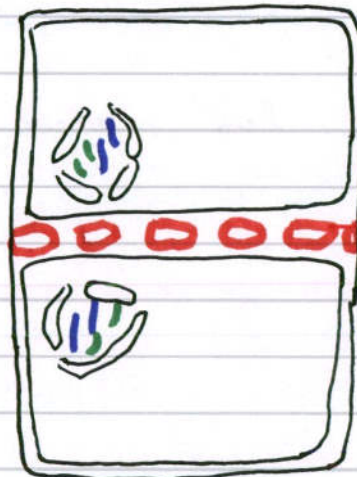
ANAPHASE

Raccourcissement des microtubules kinétochoriens qui entraînent les chromatides de part et d'autre de la cellule.



cytodierèse, chez la cellule animale, un anneau d'actine permet la division de la cellule.

TÉLOPHASE.



Reconstitution de la paroi pecto-cellulosique.

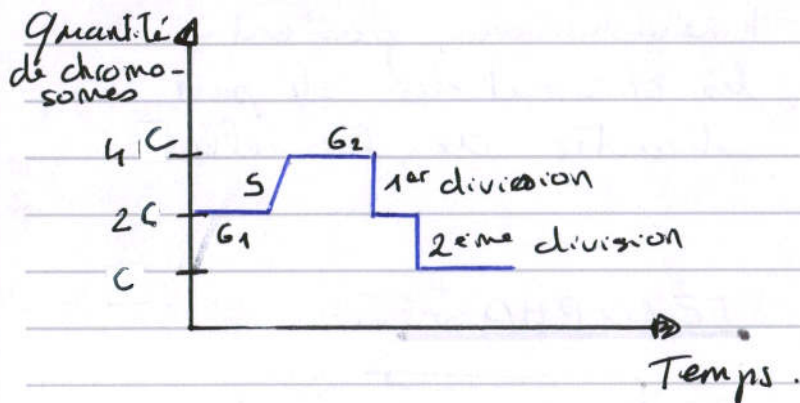
Chez les cellules végétales, on a reconstitution de la paroi pecto-cellulosique.

Il peut arriver, lors du mécanisme de répllication des erreurs qui ne seront pas détaillées ici, il existe des mécanismes de réparation qui ne seront pas détaillés non plus. Si cela ne fonctionne pas et que l'erreur persiste, cela peut être source d'anomalie chez l'individu, létale ou non ou bien source de diversité par la suite.

Maintenant que nous avons vu les mécanismes de conservation de l'information au sein de l'individu voyons comment elle est maintenue d'une génération à l'autre.

B - D'une génération à l'autre.

Pour former un nouvel individu, un type de division particulière est nécessaire afin de maintenir le nombre de chromosome de l'espèce. C'est la méiose.



On voit que l'on fabrique des cellules qui ont perdu la moitié de leurs chromosomes, ce sont les gamètes.

Voyons les mécanismes de cette division.

10.86 / 20

Epreuve - Matière : 102 - 7063

Session : 2025

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuillet officiel, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Remplir soigneusement le cadre relatif au concours OU à l'examen qui vous concerne.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuillet officiel.
- Numéroter chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) sur le nombre total de pages que comporte la copie (y compris les pages vierges).
- Placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre de numérotation des pages.

prophase I



Schéma de la méiose.

Métaphase I

Crossing-over possible entre chromosomes homologues.
Brassage INTERchromosomique.



A la différence de la mitose, ici ce sont les chromosomes homologues qui s'alignent et qui se séparent.

Anaphase I

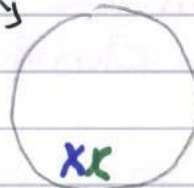
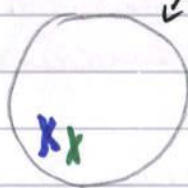
Répartition au hasard des chromosomes de part et d'autre de la cellule → brassage INTERchromosomique.



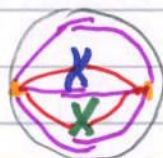
Télophase I

1^{ère} division équationnelle

Prophase II

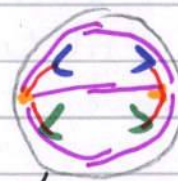


Métaphase II

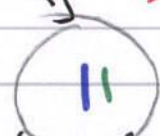
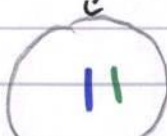
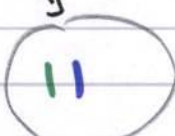


Puis, les chromatides des chromosomes se séparent.

Anaphase II



Télophase II

2^{ème} division réductionnelle

On obtient des cellules à n chromosome (Haploïdes).

13/20

Ensuite la Fécondation, donc la rencontre des gamètes et le partage de leur patrimoine génétique ramène la diploïdie de l'espèce. Le hasard de la rencontre des gamètes génère encore de la diversité.

Pour donner une idée :

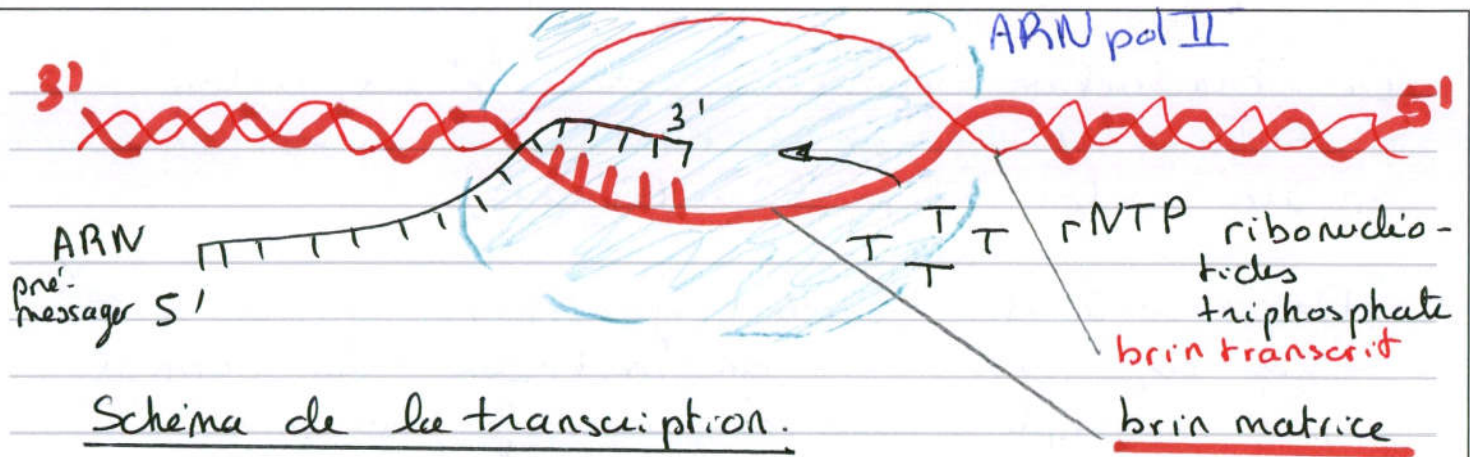
$2^{23} \approx 8\,000\,000$ de gamètes possibles
 $8\,000\,000 \times 8\,000\,000 = 16$ milliards
de possibilités différentes lors de la
formation d'un nouvel individu.

Maintenant que nous avons vu comment l'information contenue dans les chromosomes est maintenue, nous allons voir comment elle peut s'exprimer.

III- Expression de l'information contenue dans les chromosomes eucaryotes.

L'information est contenue sous forme de séquence nucléotidique dans l'ADN et l'ARN (Acide ribonucléotique).

L'information va dans un premier temps être transcrite d'ADN en ARN pour pouvoir sortir du noyau. L'ARN devra subir une maturation avant de pouvoir sortir du noyau.



Le brin d'ARN pré-messager va ensuite se voir ajouter une coiffe ~~et~~ au début et une queue polyA à la fin.

Il va subir un épissage, c'est à dire l'élimination des séquences non codantes (introns) pour ne garder que les exons.

Ainsi, ces ARN messager mature peuvent sortir du noyau par les pores nucléaires.

→ Cette structure en mosaïque a été mise en évidence grâce à l'observation microscopique d'ADN et d'ARN qui s'hybrident en pontic.



schéma d'hybridation
ADN / ARN.

Cela met en évidence le génome en mosaïque des eucaryotes ce qui n'est pas le cas des procaryotes.

Ensuite vient le phénomène de traduction qui permet de passer d'un langage en séquence nucléotidique à un langage en séquence d'acide aminés (20) pour obtenir une protéine.

La traduction nécessite deux sous unités ribosomique (40S et 60S).

La traduction commence lors d'un codon initiateur (AUG) et se termine à la rencontre d'un codon stop (3 différents).

- Découverte du code génétique grâce à des expériences où on met des ARN connus par exemple que des Uraciles, Guanine... pour voir quel Acide aminé cela donne. On se rend compte de sa redondance.

D'autres associations sont testées jusqu'à connaissance de tout le code.

Fonctionne en codon (3 acides nucléiques donnent un acide aminé).

L'aminocétyle permet former un complexe codon, acide aminé qui est ensuite utilisé par le ribosome.

- Rôle des protéines chaperonnes dans la formation en 3 dimensions des protéines.

- Adressage des protéines.

→ Réticulum endoplasmique rugueux
Réticulum, Appareil de Golgi, lysosome, membrane externe.

→ Cytosol
Noyau, mitochondrie...

La sous-unité 60S du ribosome est divisée en 3 parties :

- Une qui fixe l'aminocétyle le complexe codon-AA
- Une qui permet le lien entre les deux acides aminés (liaison)
- Une qui permet la sortie du codon restant.

Epreuve - Matière :

Session : 2025

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuillet officiel, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Remplir soigneusement le cadre relatif au concours OU à l'examen qui vous concerne.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuillet officiel.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) sur le nombre total de pages que comporte la copie (y compris les pages vierges).
- Placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre de numérotation des pages.

Conclusion.

Les chromosomes ~~ont~~ tant que support de l'information génétique permet donc de part sa nature (molécule d'ADN) de porter l'information sous forme de séquence d'acide nucléiques. De part sa structure (compaction) le stockage dans le noyau et une répartition efficace de l'information lors de la formation de nouvelle cellule. (clone ou reproduction).

L'expression de l'information met en jeu des mécanismes complexes prenant en compte la compartimentation cellulaire eucaryotes.

Les produits de l'expression chromosomique permettent le fonctionnement des organismes eucaryotes grâce aux différentes fonctions que peuvent remplir les protéines.

L'étude et la compréhension de ces mécanismes est un enjeu majeur pour nos futurs élèves (citoyens en devenir) cela leur

permettra de comprendre les problématiques contemporaines telles que :

- l'eugénisme (question éthique) - séquençage des chromosomes du fœtus pour choisir ses caractères.
- la polyploïdisation dans l'industrie agroalimentaire ...

