

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.

Introduction:

Au cours de ce travail, nous tenterons d'expliquer comment les chromosomes eucaryotes sont à la fois un support d'information génétique stable et une source de diversité.

A ce titre, nous présenterons la composition et la structure des chromosomes puis comment ils sont transmis de manière conforme lors des divisions cellulaires. Nous présenterons ensuite comment ils permettent l'expression du phénotype.

Dans une partie suivante, nous présenterons leur dynamique au cours de la reproduction sexuée puis nous terminerons par présenter quelques anomalies de ces différents mécanismes et leurs potentielles conséquences.

I) Composition et structure des chromosomes.

Chez les Eucaryotes, les chromosomes sont des structures observées dès que les progrès de la microscopie furent suffisants. Ils sont notamment étudiés dès le XIX^e siècle.

C'est vers le milieu du XX^e siècle que de nombreuses réponses sur leur structure et leur dynamique seront établies.

Les chromosomes sont des structures présentes dans le noyau des cellules eucaryotes.

Ils sont composés de molécules d'ADN enroulées autour de protéines : les histones.

On sait depuis la fin du XIX^e que l'ADN est un acide nucléique composé de base azotée mais c'est en 1952 que Crick, Watson et Franklin démontrèrent sa structure.

L'ADN est constitué d'un enchaînement de nucléotides. Un nucléotide est composé d'une base azotée (ou nucléique) d'un sucre, le desoxyribose, et d'un groupement phosphate.

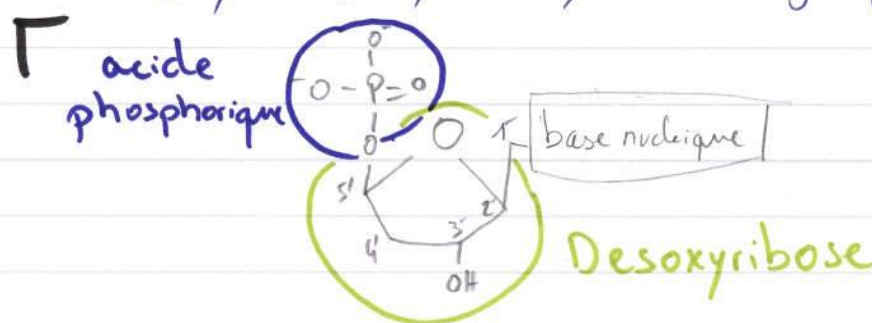


Fig1: Structure d'un nucléotide

Les nucléotides s'assemblent en chaînes en établissant une liaison entre le phosphate en 5' du desoxyribose et le -OH en 3' du nucléotide adjacent.

L'ADN est constitué de brins antisen-
sibles associés entre eux par la complémentarité
des bases azotées.

Les bases azotées de l'ADN,
~~il y a~~ sont l'adénine, la thymine, la cytosine
et la guanine.

Associées dans un nucléotide, on les nomme
adénosine, thymidine, cytosidine et guanine.

Pour des raisons pratiques, les bases
azotées ou les nucléotides seront souvent
abrégiés par leur initiale.

Les nucléotides sont appariés par des liaisons
hydrogènes : 2 entre A et T
3 entre C et G

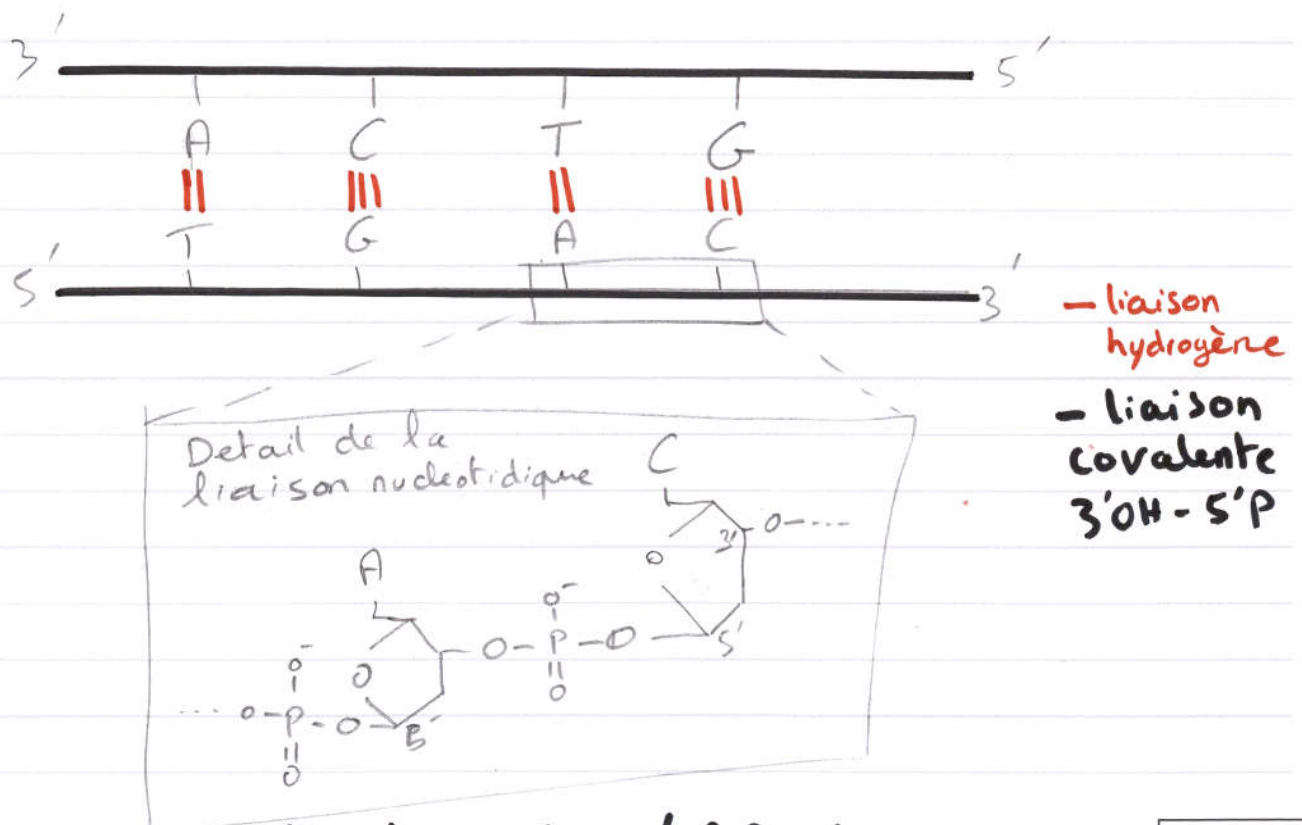


Fig 2 : structure de l'ADN

Les 2 brins d'ADN s'enroulent en double hélice avec un pas de 10 nucléotides et une largeur de 2 nm.

Ce filament d'ADN est enroulé autour de support protéique : les histones.

L'ensemble ADN + histone est ~~appelé~~ compose la chromatine.

Les histones sont des tétramères où l'ADN forme 2 tours.

Les histones ont la capacité de s'associer, s'empiler pour former des formes plus condensées de la chromatine.

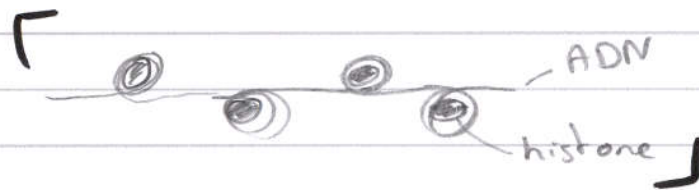


Fig 3 : structure de la chromatine

Un chromosome eucaryote est composé d'une molécule d'ADN (avant répllication) et peut être plus ou moins condensé selon l'étape du cycle cellulaire.

Les extrémités sont nommées télomères et la zone centrale du chromosome est le centromère.

II) Le chromosome lors de la division conforme : la mitose.

Lors d'un cycle cellulaire, les chromosomes connaissent plusieurs phases.

Afin de les comprendre, on peut étudier les expériences historiques de dosage de l'ADN sur des cultures synchrones.

14.46 / 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.

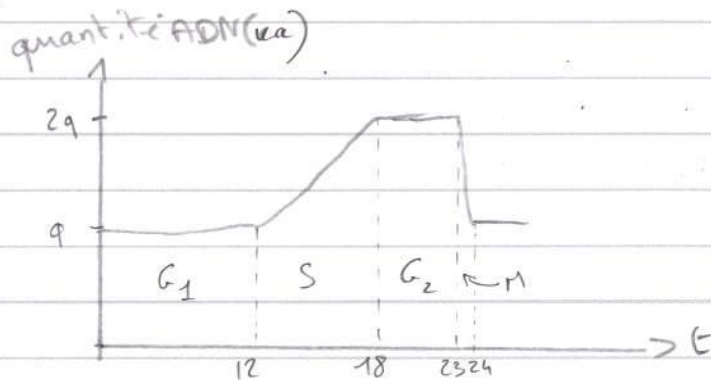


Fig 4 : dosage de la quantité d'ADN
 au cours d'un cycle cellulaire

Lors de la phase G_1 , les chromosomes sont de condensé. L'expression des gènes est possible. Cette phase dure de quelques heures à plusieurs jours : c'est l'état normal d'une cellule qui ne se divise pas.

La phase S correspond à la phase de répllication de l'ADN : on observe un doublement de la quantité d'ADN en environ 6h (Remarque : les durées indiquées sur le fig 4 sont des durées moyennes pour des cellules humaines).

La phase G2 correspond à la préparation de la division : les éléments membranaires, les ribosomes, les organites sont produits en quantité pour assurer la division.

La mitose est l'étape de division. à proprement parler elle assure la répartition conforme des chromosomes.

La chromatine est condensée, les chromosomes sont visibles au microscope.

a) La réplication

La réplication de l'ADN lors de la phase S entraîne la synthèse d'une seconde chromatide.

La réplication de l'ADN se fait de manière semi-conservative où chaque brin sert de matrice pour la synthèse d'un nouveau brin complémentaire.

La réplication a été montrée par Meselson et Stahl sur des bactéries puis par Taylor sur des végétaux la même année (1958).

~~L'ex~~ Nous parlerons ici uniquement des travaux réalisés chez les eucaryotes.

~~La~~ Taylor cultive des cellules végétales (racines) dans un milieu standard puis les place dans un milieu contenant de la thymidine tritiée ^3H pendant 1 cycle cellulaire avant de poursuivre la culture dans un milieu froid.

L'incorporation de la ^3H -thymidine s'observe en autoradiographie.

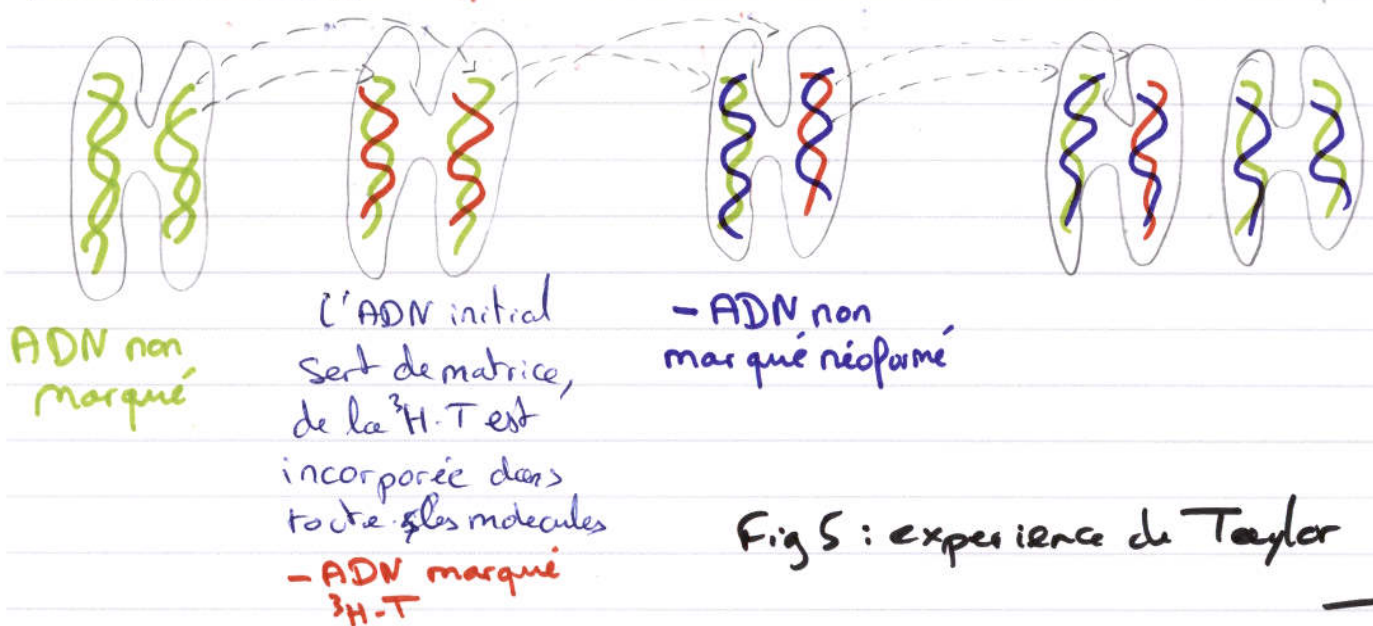
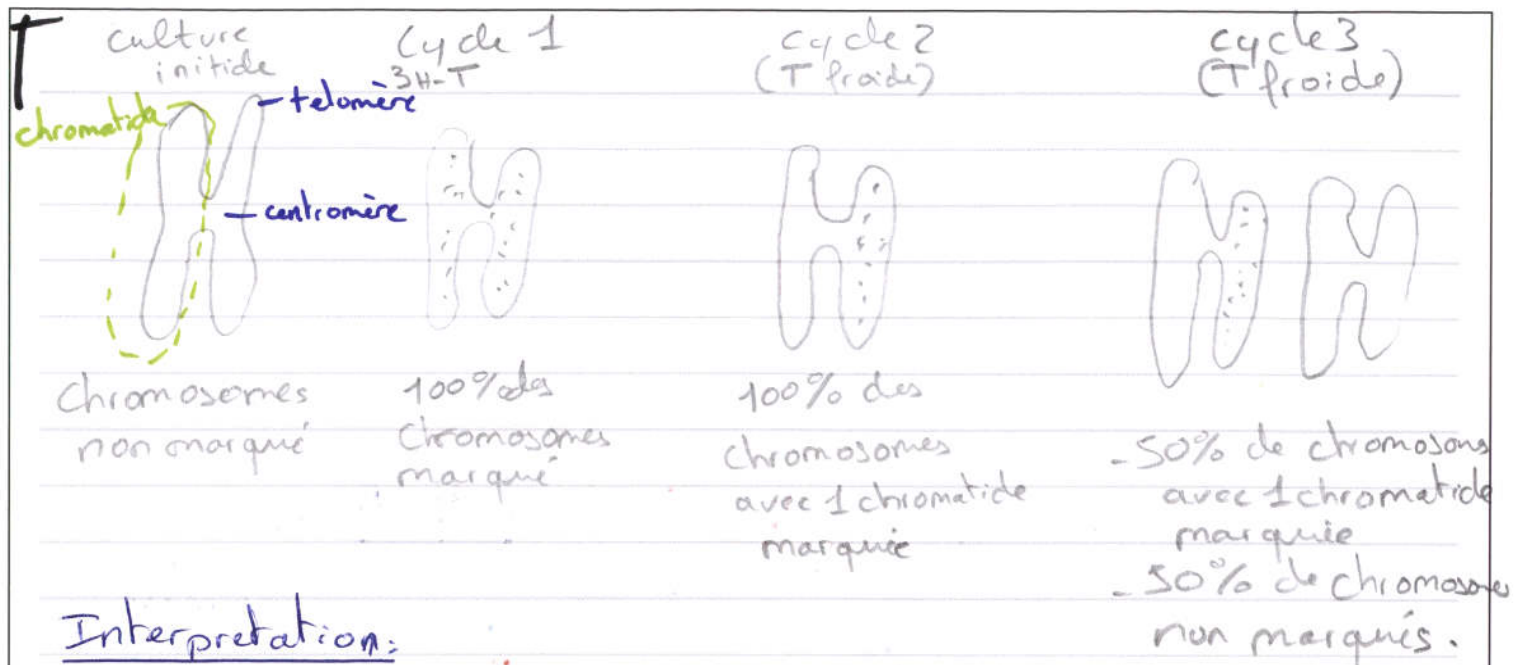


Fig 5 : expérience de Taylor

L'expérience montre que l'ADN est répliqué de manière semi conservative.

Les brins des cycles précédents sont utilisés comme matrices.

Les progrès de la microscopie électronique ont permis d'observer la structure de répllication pendant la phase S



Fig 6 : Yeux de répllication (dessin interprété)

La replication de l'ADN se fait grâce à une machinerie d'enzymes, dont l'ADN polymérase. Elle est capable de synthétiser un brin d'ADN dans le sens $3' \rightarrow 5'$ à partir d'une amorce et d'un brin matrice.

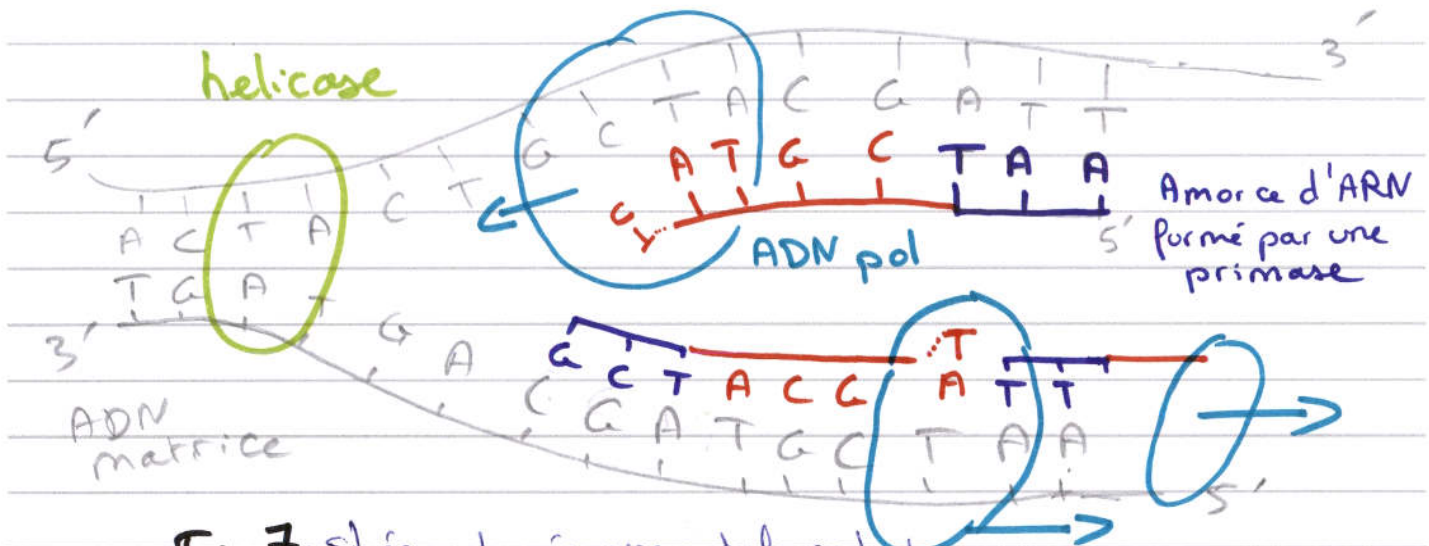


Fig 7: Schéma du mécanisme de la réplication

Sur l'un des brins, l'ADN polymérase avance en suivant la progression de l'helicase, qui ouvre la double hélice.

Sur l'autre brin, elle forme de petites portions (fragment d'Okazaki) discontinues.

Les amorces sont éliminées par une activité 5' exonucléase et remplacées par de l'ADN.

A la fin de la phase S, les chromosomes sont formés de 2 chromatides (décondensés) reliés par le centromère.

b) La mitose.

La mitose permet la ségrégation conforme des chromosomes dans les 2 cellules filles.

C'est un processus où les chromosomes se condensent, le maximum étant atteint lors de la métaphase.

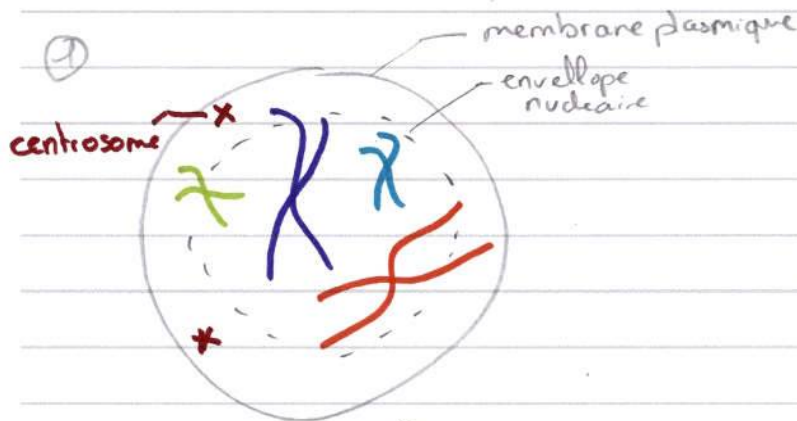
C'est lors de cette étape que l'on observe le mieux les chromosomes lors la réalisation de caryotype (ou l'expérience de Taylor, fig 6)

14.46 / 20

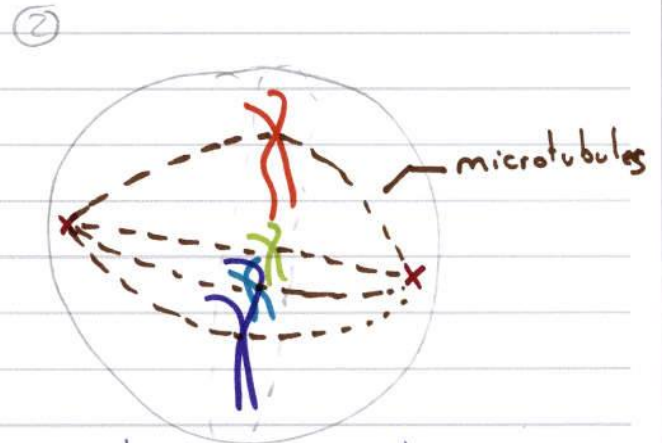
Epreuve - Matière : 102-7063 Session : 2025

CONSIGNES

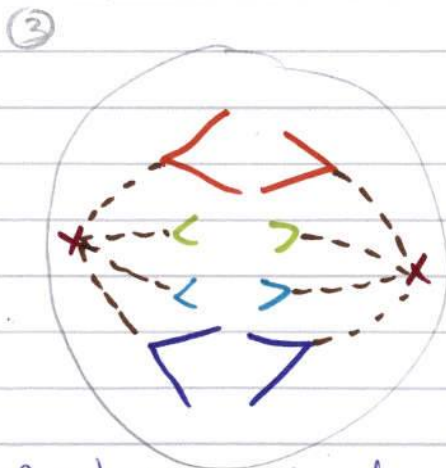
- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuillet officiel, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Remplir soigneusement le cadre relatif au concours OU à l'examen qui vous concerne.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Rédiger avec un 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.



prophase: les chromosomes se condensent, l'enveloppe nucléaire se fragmente

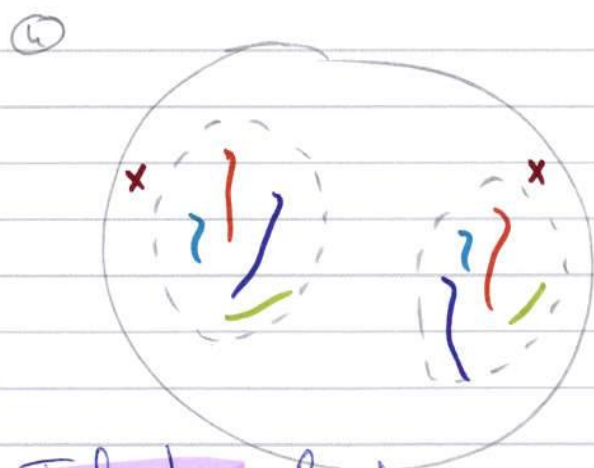


metaphase: les chromosomes s'alignent sur le plan équatorial de la cellule sous la tension des microtubules



Anaphase: séparation des chromatides et migration vers chaque pôle de la cellule

Fig 8
les principales étapes de la mitose.



Telophase: les chromosomes à 1 chromatide forment 2 lots identiques.

9.126

La mitose est assurée par un réseau de fibres (microtubules) polymérisées à partir du centrosome. Ces fibres forment le fuseau mitotique.

Lors de la métaphase, le centromère de chaque chromosome est attaché à une fibre du fuseau. Cet attachement a lieu grâce à un complexe protéique : le kinétochore.

Il est capable de détecter une tension correcte à l'aide d'un système de régulation :

l'Anaphase Promoting Complex.

Quand l'APC détecte un attachement correct de tous les chromosomes, l'anaphase se ~~déclenche~~ déclenche par la rupture des kinétochores qui maintenaient les chromatides entre elles.

Lors de la télophase, l'enveloppe nucléaire se reforme et la chromatine commence à se décondenser.

Dans le même temps, la séparation des 2 cellules filles a lieu par une contraction d'un anneau d'actine situé sous la membrane qui pince la cellule en son centre jusqu'à la fusion des membranes plasmiques, entraînant la séparation des 2 cellules filles : c'est la cytokinèse.

Rq : Les schémas de la fig 8 représentent une cellule diploïde hypothétique à $2n=4$.

Ainsi, nous avons vu que les chromosomes sont le support d'une information génétique conforme lors de la répllication et dont la répartition lors de la mitose est finement contrôlé par l'APC et le réseau de microtubules.

II) Les chromosomes, support de l'expression des gènes.

Les gènes sont des portions d'ADN de quelques ~~au~~ centaines à plusieurs milliers de nucléotides.

Dans l'espèce humaine, les chromosomes sont répartis en 23 paires de chromosomes homologues et on estime qu'ils portent environ 21000 gènes.

Certaines colorations mettent en évidence des bandes claires et sombres sur les chromosomes. Cela permet d'établir une sorte de cartographie de la position des gènes sur les chromosomes.

Les gènes ne peuvent être exprimés que lorsque les chromosomes sont décondensés, notamment en phase G1.

L'expression des gènes est réalisée par le complexe de l'ARN polymérase qui produit un ARN messager à partir de l'un des deux brins de l'ADN.

Cet ARNm sera ensuite traduit en protéines dans le cytoplasme.

La découverte de l'association gène/protéine peut être attribuée à Beadle et Tatum grâce à leur travail sur le champignon *N. crassa* en 1941.

Les expériences de Brechet ont permis de découvrir la mobilité de l'ARNm entre noyau et cytoplasme.

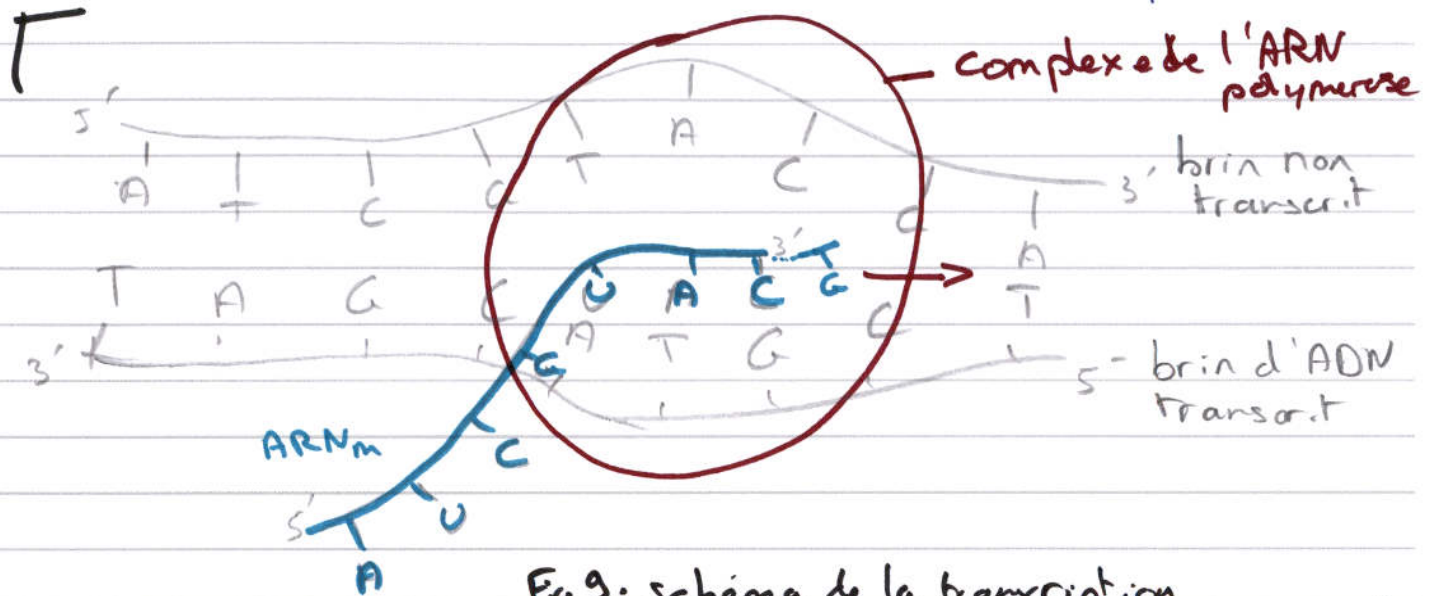


Fig 9: schéma de la transcription

La transcription des gènes dépend de nombreux facteurs. Elle est régulée par la présence de séquences d'ADN régulatrices, souvent en amont des gènes, sur lesquelles peuvent venir se fixer des facteurs de transcription qui vont favoriser le recrutement des différents éléments du complexe de la transcription.

Ces régulations ont lieu grâce à la flexibilité de la chromatine qui peut rapprocher des facteurs protéiques fixés sur des régions parfois lointaines de l'ADN.

C'est par exemple le cas de l'épinoche, un petit poisson qui possède des ~~ex~~ nageoires pelviennes uniquement chez l'espèce marine et pas chez l'espèce lacustre.

Les recherches ont montré qu'une séquence (PEL) très en amont du gène responsable de la mise en place de ces nageoires était mutée chez l'espèce lacustre.

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.

Chez l'espèce marine, cette séquence est le site de fixation d'un facteur de transcription qui vient courber la chromatine et recruter l'ARN polymérase.

Dans d'autres cas, ce sont des modifications de l'ADN (méthylation) ou des histones qui ~~viennent~~ rendent les promoteurs des gènes plus ou moins accessibles à la transcription.

Par des expériences de FIS # (hybridation de sondes fluorescentes in situ) on a pu montrer que l'état de condensation de la chromatine et la position des chromosomes dans le noyau influence l'accessibilité des gènes.

Ainsi, la chromatine est moins condensée en périphérie du noyau et les portions de chromosomes qui s'y trouvent sont plus transcrits.

Cela suggère que la position des chromosomes dans le noyau est régulée lorsqu'ils sont dicondensés en G1.

III) Les chromosomes, source de diversité.

a) La meiose

La reproduction sexuée ~~n'est~~ permet d'obtenir des individus uniques à partir du patrimoine génétique de 2 parents.

Au sein d'une espèce, le nombre de chromosomes et la ploïdie (nombre de 'copies' de chaque chromosome) est conservé.

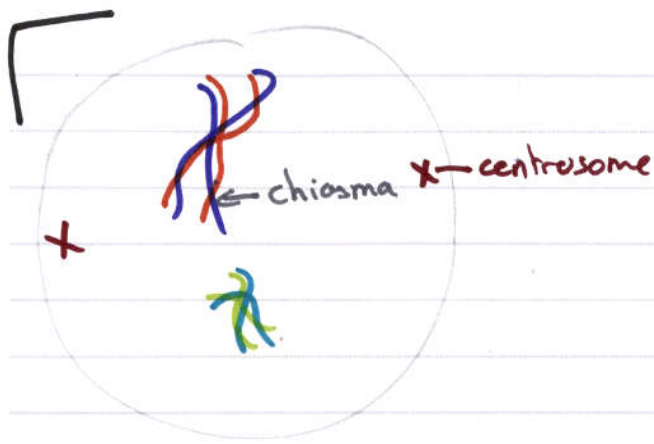
Cependant chaque individu possède une combinaison statistiquement unique d'allèles.

Cette combinaison est rendue possible grâce à l'obtention de gamètes haploïdes produites lors de la meiose.

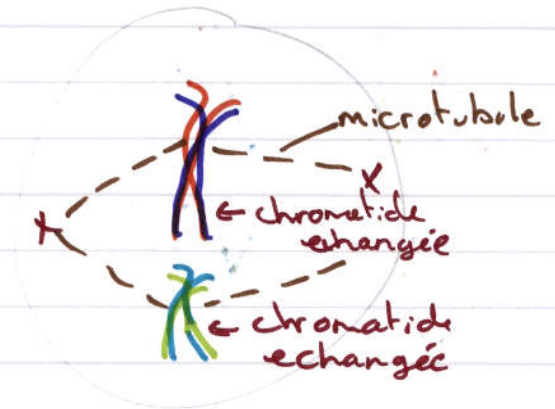
La meiose est une division cellulaire non-conforme qui produit 4 cellules génétiquement différentes.

Cela est rendu possible par 2 étapes :

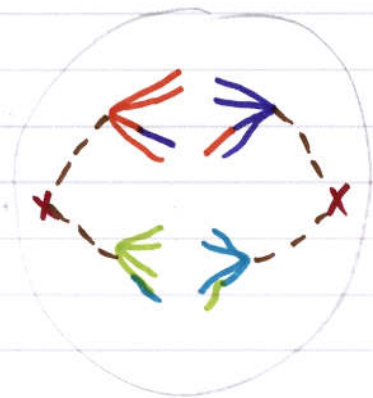
- le brassage intrachromosomique lors de la prophase I
- le brassage interchromosomique lors de l'anaphase I.



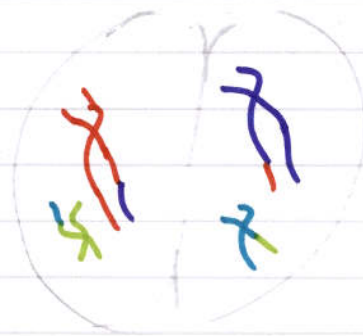
prophase I: les chromosomes homologues s'assemblent en tétrades (ou bivalent)
Des crossing over ont lieu



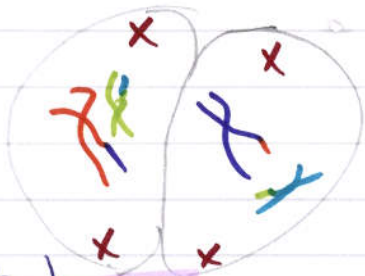
metaphase I: les bivalents s'alignent sur le plan équatorial. Chaque chromosome est attaché d'un seul côté du fuseau meiotique



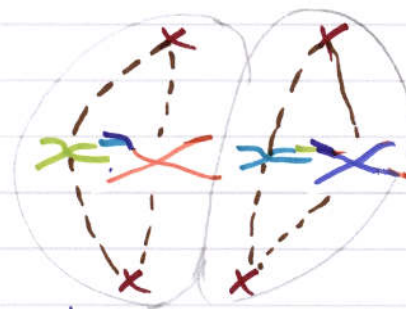
Anaphase I: les paires de chromosomes homologues sont séparés aléatoirement.



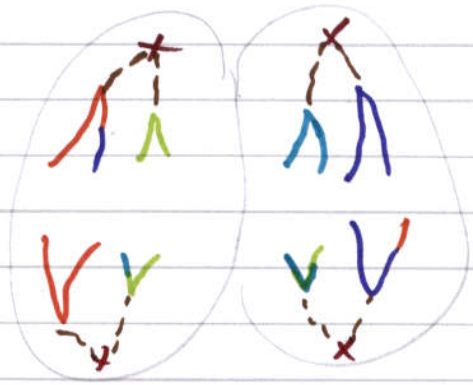
telophase I: obtention de 2 lots haploïdes. Séparation en 2 cellules



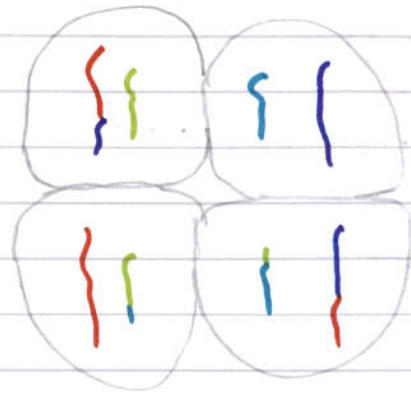
prophase II: mise en place du second fuseau de division, perpendiculaire au 1^{er}



metaphase II: alignement des chromosomes



Anaphase II: Séparation des chromatides des chromosomes.



Telophase II: séparation, reconstitution des enveloppes nucléaires
 ↳ 4 gamètes différentes.

Fig 10: schéma des étapes de la méiose pour une cellule initiale diploïde à $2n=4$

- Lors de la prophase I, la formation de tétrades de chromosomes homologues permet les échanges de chromatides au niveau de croisement, les chiasmata.

Ces échanges ont lieu par recombinaison homologues.

Ce mécanisme, nommé crossing over, permet d'obtenir de nouvelles combinaisons d'allèles portées par les chromosomes, différentes des combinaisons parentales.

- Lors de l'anaphase I (brassage interchromosomique) les paires de chromosomes sont séparées aléatoirement. Dans le cas du schéma ($2n=4$) le nombre de combinaison est faible, mais pour une ~~seule~~ cellule humaine, le nombre de combinaisons possible est de 2^{23} .

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.

A travers la meiose, nous avons pu voir en quoi les chromosomes sont un support de diversité génétique, permettant d'obtenir des gamètes uniques et de fait, des individus aux nouvelles combinaisons alléliques.

b) Les cas de polyploidie.

Le nombre de chromosomes homologues varient selon les êtres vivants.

Si chez les animaux, le plupart sont diploides, il n'est pas rare de trouver des niveaux de plaidie très différents chez les plantes et les champignons et levures.

Par exemple, la levure *Saccharomyces cerevisiae* étudiée en laboratoire est haploïde ($n=16$).

Cependant les souches utilisées dans la production viticole sont souvent diploïdes voire tétraploïdes.

Chez les végétaux, des phénomènes d'hybridisme associée à des changements de ploidie ont largement été décrits.

Il s'agit d'événement relativement rare mais qui peuvent donner naissance à une nouvelle espèce.

On distingue 2 mécanismes :

- l'allopolyploidisation : des gamètes d'espèces différentes se fécondent puis le génome se duplique
- l'autopolyploidisation : des gamètes anormales ($2n$) se fécondent pour donner un individu polyploide ($4n$)
Ce niveau de ploidie peut être conservé ou réduit à $2n$.

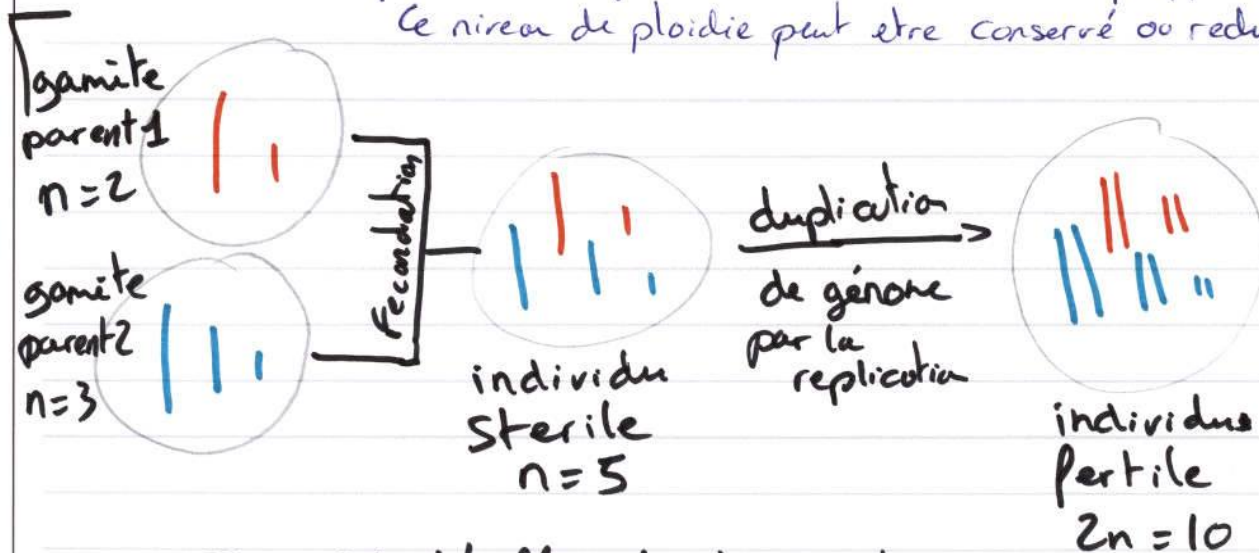
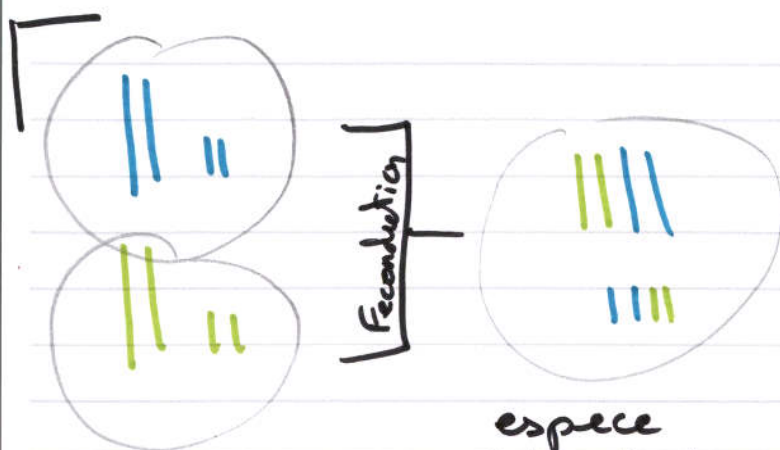


Fig 11: l'allopolyploidisation



gamètes
anormaux
 $2n=4$

espece
tetraploide
 $4n=8$

fig 12 : l'auto polypléidisation

Par ces mécanismes de polyploïdisation, il n'est pas rare de trouver des espèces végétales avec un grand nombre de chromosomes homologues.

Certaines variétés de fraisières sont par exemple deca ploïdes ($10n$)

c) Les erreurs lors des divisions cellulaires.

Bien que la dynamique des chromosomes soit finement régulée lors des divisions cellulaires, des erreurs peuvent se produire.

Lors de la mitose, des anomalies de ségrégation des chromosomes peuvent se produire.

Dans le cas de l'espèce humaine, les cellules filles obtenues porteraient 45 et 47 chromosomes.

Dans la plupart des cas, l'aneuploidie (anomalie du nombre de chromosome) est détectée et la cellule entre en apoptose.

Cependant, cela peut conduire à la cancérisation. En effet, 90% des tumeurs présentent une aneuploidie.

Cela s'explique par le changement du nombre de copies des gènes contrôlant le cycle cellulaire :

- diminution des gènes de contrôle (suppresseur de tumeur)
- augmentation des oncogènes (stimulateur du cycle).

Dans les cellules cancéreuses, des translocations sont également observées fréquemment.

Il s'agit d'un remaniement des chromosomes où un fragment d'un chromosome est échangé avec un chromosome non homologue.

Il existe plusieurs modalités de translocation, réciproque ou non, qui conduisent à de graves anomalies chromosomiques.

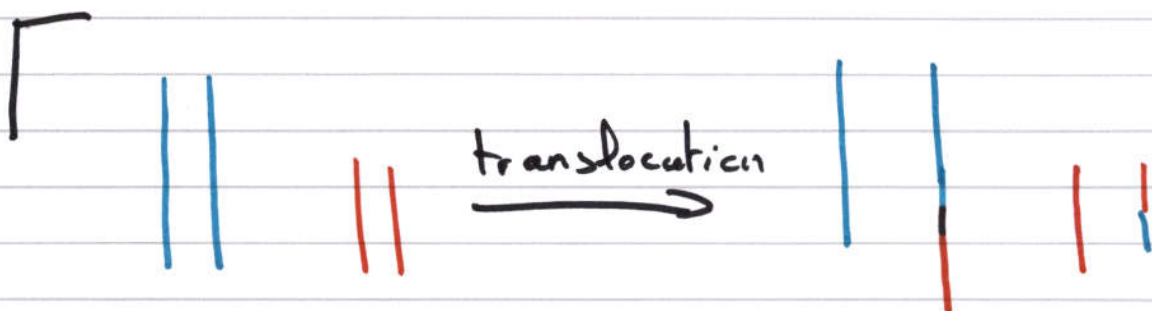


Fig 13 : exemple de translocation réciproque

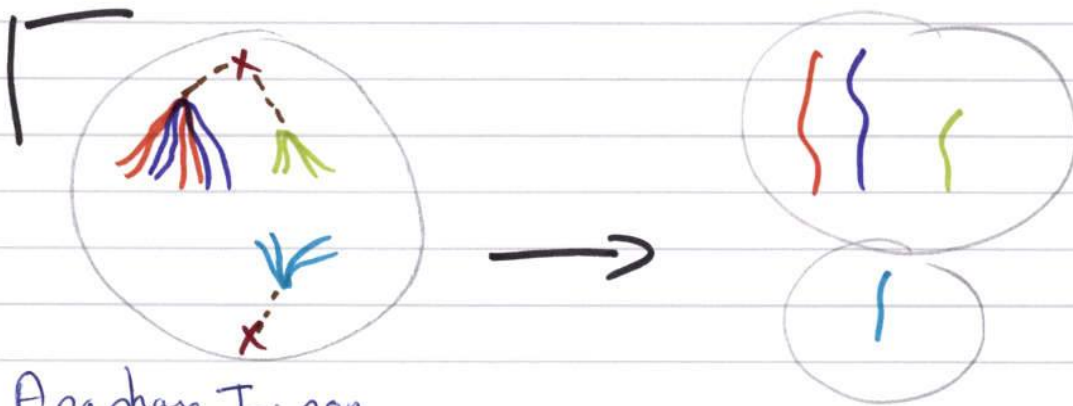
Epreuve - Matière : 102-7063 Session : 2025

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.

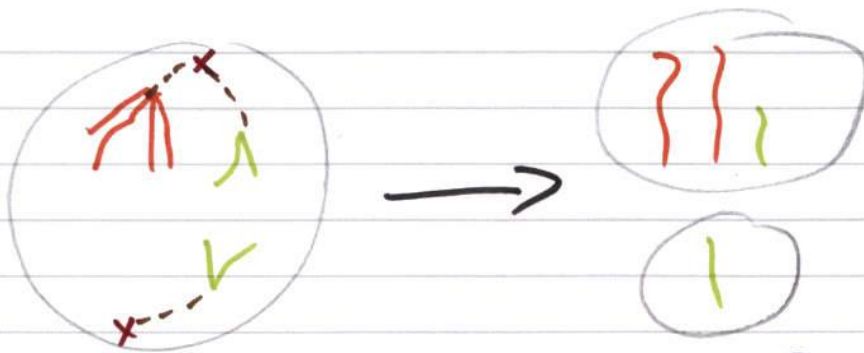
Des phénomènes similaires s'observent lors de la méiose

Une non disjonction des chromosomes homologues en 1^{ère} division de méiose ou des chromatides en 2^{ème} division conduisent à la formation de gamètes aneuploïdes



Anaphase I : non disjonction des chromosomes homologues violet/rouge

Formation de gamètes aneuploïdes



Anaphase II : non disjonction
des chromatides sœurs

Formation de
gamètes
aneuploïdes

Fig 14 : exemple de non disjonction pendant
la méiose et conséquences.

Si ces gamètes passent la fécondation,
la cellule œuf sera également aneuploïde.

Chez l'Humain les seules aneuploïdies viables
à long terme sont la trisomie 21 et la
monosomie de X (syndrome de Turner).

Il est bien documenté que le risque de
non disjonction augmente avec l'âge.

Ainsi, les grossesses après 40 ans sont particulièrement
surveillées pour un risque accru de trisomie 21
(non disjonction en 2^e division dans les ovocytes)

Bien que ces remaniements chromosomiques ~~se~~ aient le plus souvent des effets délétaires, on en observe également au cours de l'évolution.

Ainsi entre ~~le~~ Homo sapiens et le chimpanzé, il y a une différence d'une paire (H. sapiens $2n=46$, Chimpanzé $2n=48$).

En comparant les caryotypes, on remarque que les gènes présents sur l'un des petits chromosomes du chimpanzé sont présents sur l'un de nos grands chromosomes.

On conclut qu'une translocation complète d'un chromosome de notre ancêtre commun a réduit le nombre de 24 à 23 paires.

Les translocations sont dues à des recombinaisons sur de petites séquences d'ADN entre chromosomes non-homologues.

Les non-disjonctions sont causées par des défauts d'attachements des microtubules au kinétochore. Cela peut venir d'un défaut ayant échappé à l'APC, d'un défaut des centrosomes ou des microtubules eux-mêmes.

Par exemple, ~~des~~ une molécule toxique comme le taxol bloque la polymérisation des microtubules et empêche la mitose.

Cette molécule, issue de l'if, est utilisée pour lutter contre les cellules cancéreuses à la prolifération déréglée.

d) Les modifications de l'ADN

L'ADN polymérase est une enzyme avec un bon taux de fidélité de l'ordre de 1 erreur tous les 10^3 à 10^4 nucléotides.

Cependant, cela est considérable, rapporté à la taille d'un génome humain ($3,2 \cdot 10^9$ pb).

Il existe donc des systèmes de réparations de l'ADN en fonction du dommage subit : simple mésappariement (mismatch), liaison intrabrin (dimère T=T), cassure simple ou double brin.

Ces mécanismes sont généralement basés sur l'excision d'une petite séquence concernée (5-10 nt) puis resynthétiser par l'ADN pol I.

~~Selon les cellules~~

Ces mécanismes de réparations ont été observés sur des patients atteints d'une intolérance aux UV, Xeroderma pigmentosum, chez qui le mécanisme de réparation des dimères T=T est inopérant.

Selon les cellules touchées, les mutations génétiques peuvent conduire à l'apoptose de la cellule, ~~et~~ au développement de cancers. (cellules somatiques) ou à l'apparition de nouvelles allèles hérissables (cellules germinales).

Ces allèles peuvent être délétaires (maladies génétiques) ou porteuses d'une innovation génétique qui sera exposée aux moteurs de l'évolution (sélection, dérive).

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.

Dans de nombreux cas, une mutation peut être complètement silencieuse.

D'autres phénomènes tels que les transposons (certaines résistances chez les plantes) ou les rétrovirus (SNCV chez l'Humain) peuvent modifier notre génome.

Conclusion. Au cours de ce travail,

nous avons pu explorer quelques propriétés des chromosomes eucaryotes.

Nous avons montré qu'ils sont source de stabilité de l'information génétique au travers de la réplication et de la mitose. Nous avons également pu montrer qu'ils sont source de diversité à travers la méiose et les mécanismes de polyploïdisation.

Enfin, la dynamique des chromosomes peut être altérée par de nombreux phénomènes (crossing over inégal, translocation, non disjonction...)

14.46 / 20

qui peut être à l'origine de pathologies (maladies génétiques, cancers) mais qui peut aussi être impliquée dans des mécanismes évolutifs.

Par ces divers aspects, nous avons pu montrer que les chromosomes sont le support de cette apparente dualité entre stabilité et diversité.

26/26

