

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.

Les chromosomes eucaryotes

• Toute cellule est caractérisée par une membrane plasmique renfermant un cytoplasme et de l'ADN (Acide Désoxyribonucléique) présent soit sous forme libre dans le cytoplasme (cas des Bactéries) soit enfermé dans un noyau (cas des cellules eucaryotes). Cette compartimentation de la cellule, datant d'il y a 2,5 milliards d'année, a permis entre autre de protéger l'ADN des facteurs environnementaux (externes à la cellule) et internes (présents dans le cytoplasme).

L'ADN est une molécule importante pour la cellule : c'est le support de l'information génétique, nécessaire à toute cellule vivante. Cette molécule, dans le cas des cellules eucaryotes, est associée à des protéines formant ainsi des chromosomes. Ces derniers sont également présents dans d'autres organites de la cellule eucaryote : les mitochondries et les plastides (organites spécifiques des cellules végétales). Nous n'aborderons ici que les chromosomes eucaryotes contenus dans le noyau, comme indiqué dans le sujet.

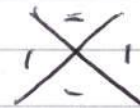
• En quoi ces chromosomes permettent-ils à la cellule de fonctionner et de transmettre l'information génétique à la génération suivante ?

D'où nous pencherons sur ces deux points, puis nous verrons que des éléments ~~extérieurs~~ peuvent impacter ces molécules. la structure de

I Les chromosomes eucaryotes, des molécules codées

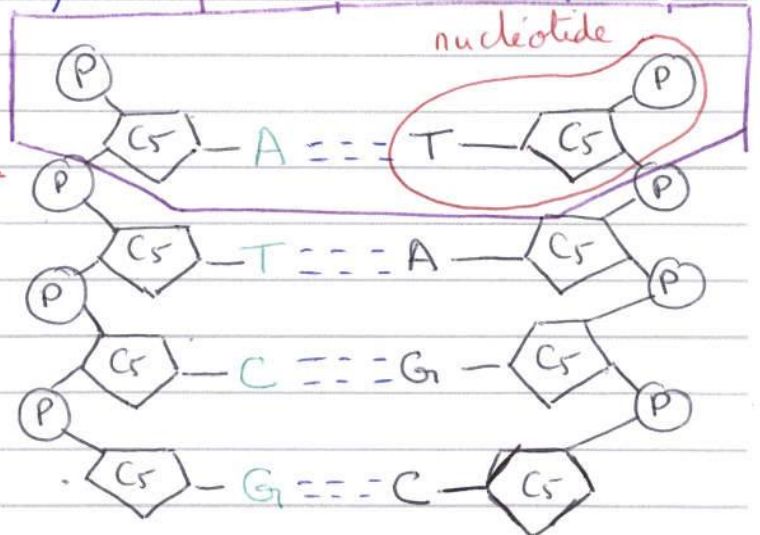
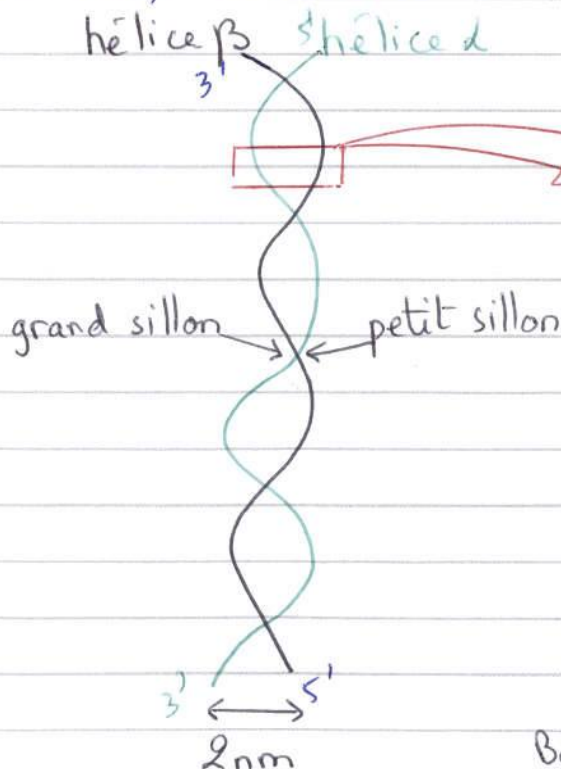
A) La structure (Voir ^① p. 3-4 puis p. 2)

② C'est en travaillant sur la radioactivité que Rosalind Franklin a obtenu le premier cliché de la molécule d'ADN, par cristallographie fractionnée :



REPRÉSENTATION DU CLICHÉ

Elle a permis à Cricks et Watson d'interpréter cette photo de l'ADN ; l'ADN est une molécule bicaténaire (formée de deux molécules en hélice), une paire de bases complémentaires



liaisons hydrogènes

Cs : désoxyribose (=pentose)

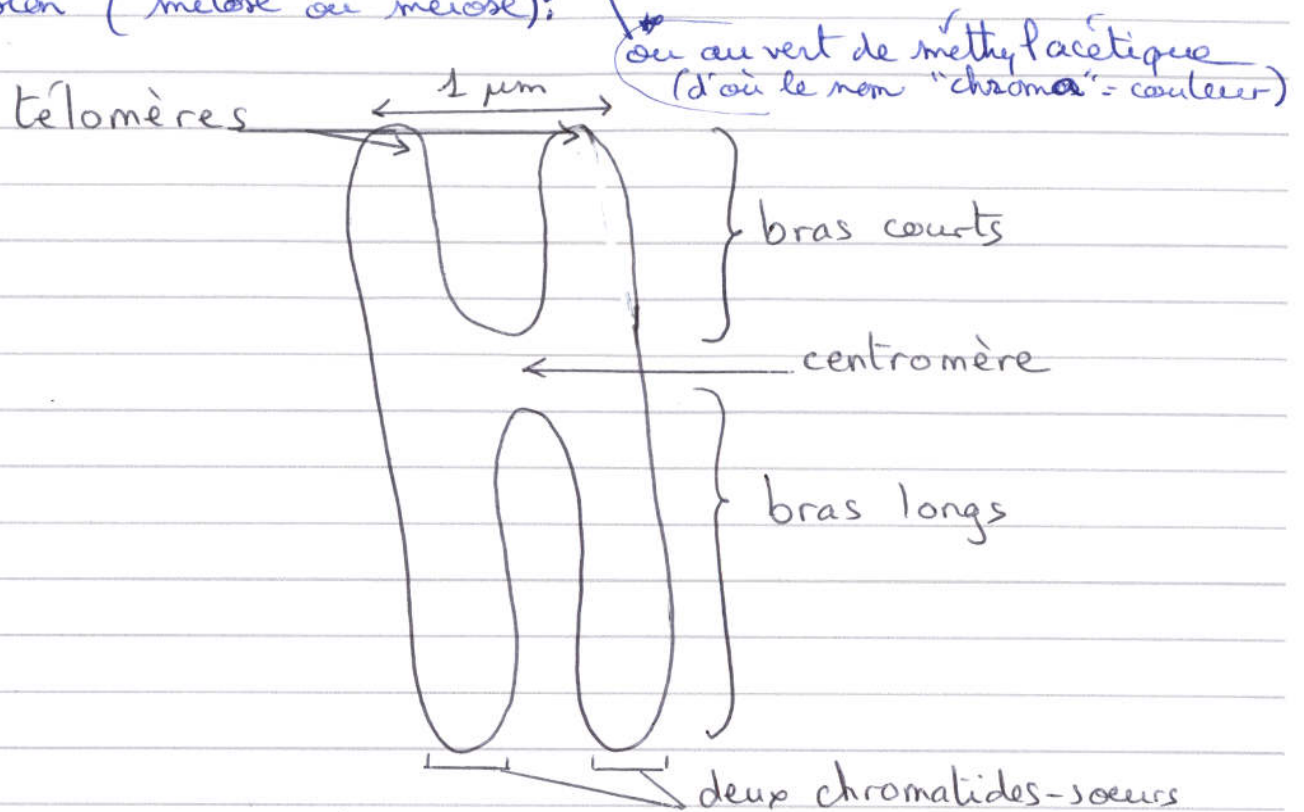
(P) : groupement phosphate

Bases azotées { A et G : purines

{ T et C : pyrimidines

SCHEMA D'UNE MOLECULE D'ADN

① Les chromosomes sont observables au microscope optique sous coloration au Feulgen * lorsque les cellules sont en division (mitose ou méiose);



SCHEMA D'UN CHROMOSOME DOUBLE

Ils se présentent sous forme de chromosome double au début de la division cellulaire et sous forme de chromosome simple (= à une chromatide) à la fin de cette division.

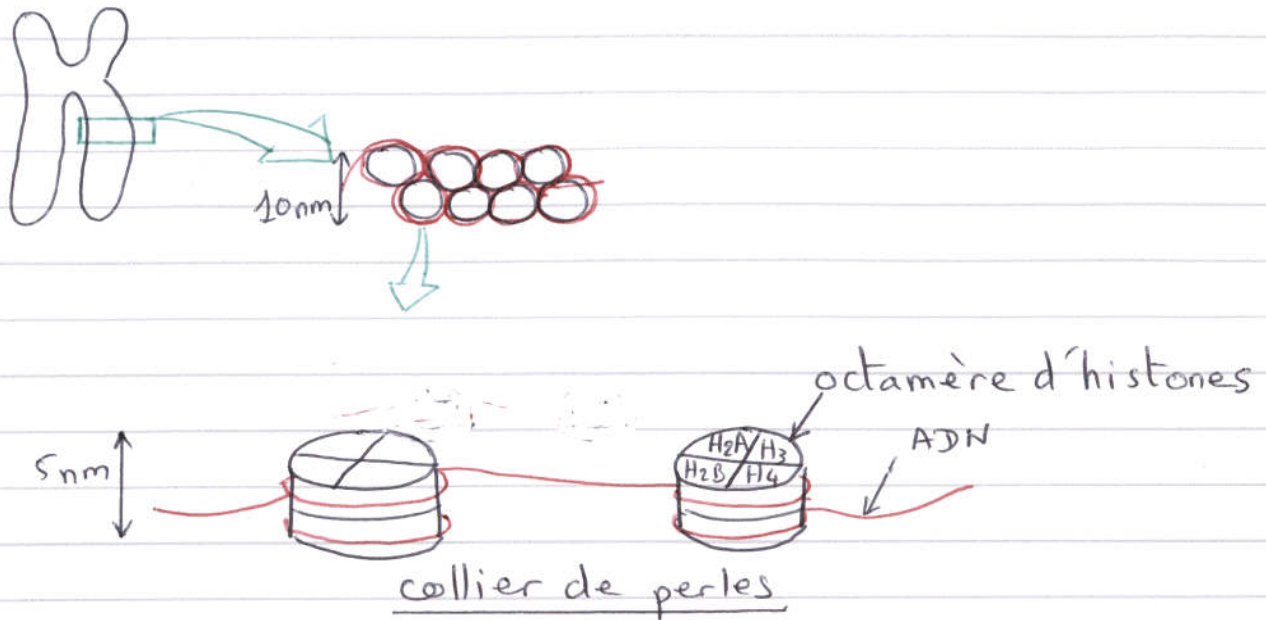
Ils sont au nombre de 46 (23 paires de chromosomes) chez l'Homme, mais leur nombre varie selon l'espèce (48 chez le chimpanzé).

Par un traitement enzymatique, nous pouvons voir au ME * le squelette du chromosome indiquant qu'il est composé de deux types de molécules : des acides nucléiques et des protéines appelées histones.

* ME = Microscope Electronique

La visibilité des chromosomes dépend de l'état de condensation de la molécule d'ADN :

- ADN condensé = euchromatine;
- ADN décondensé = hétérochromatine.



SCHEMA DES DIFFERENTS NIVEAUX D'ORGANISATION D'UN CHROMOSOME

② Voir p 2

ADN humain

= 25 000 gènes + parties non codantes

- satellites
- télomères
- transposons

Pa

10.64 / 20

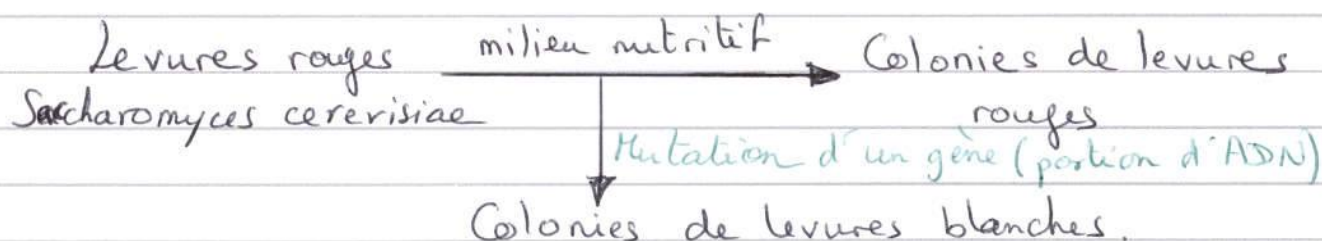
Epreuve - Matière : 102-7063

Session : 2025

CONSIGNES

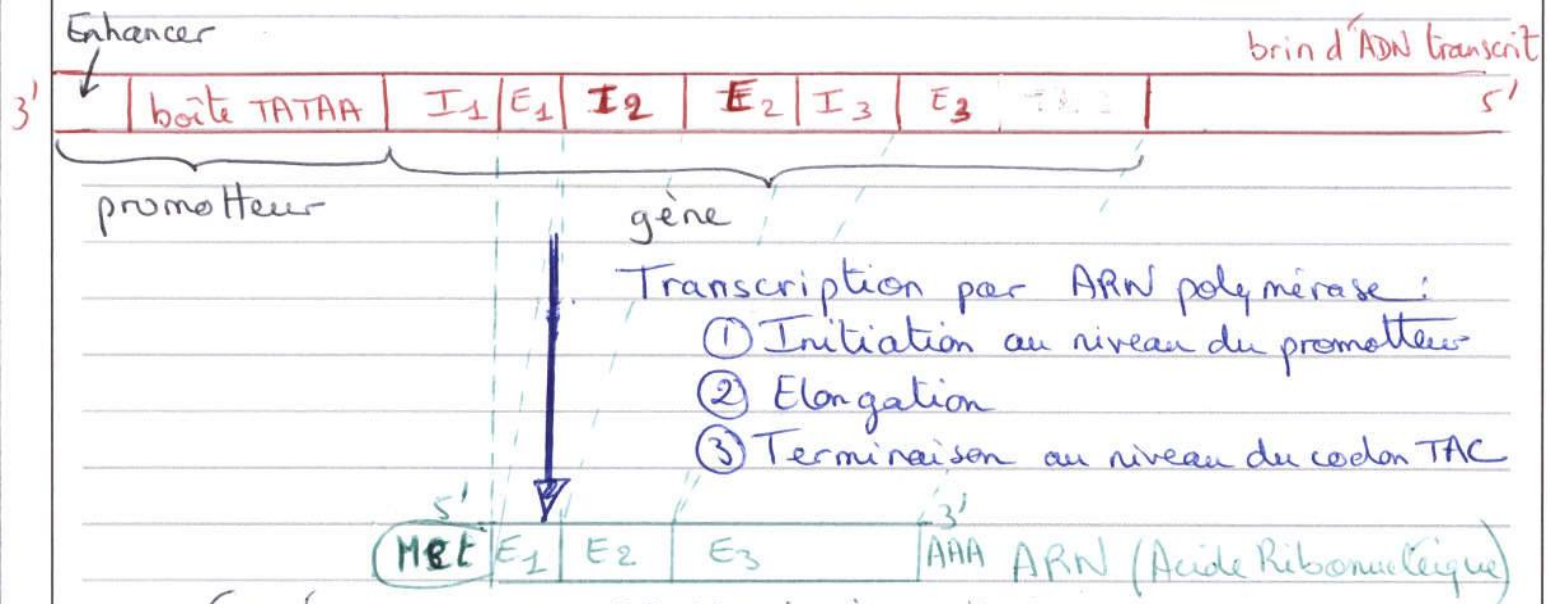
- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuillet officiel, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Remplir soigneusement le cadre relatif au concours OU à l'examen qui vous concerne.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Rédiger avec un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

② suite
Le séquençage de la molécule d'ADN montre qu'elle est constituée d'une succession de nucléotides. Ceci correspond à une information génétique codant pour un caractère comme l'a montré l'expérience de Beadle et Tatum (1920's) avec des bactéries.
Si on reste dans les limites du sujet sur les cellules eucaryotes, nous pouvons démontrer le rôle de l'information génétique portée par l'ADN et donc par le chromosome :



EXPÉRIENCE MONTRANT LA CONSÉQUENCE D'UNE MODIFICATION DE NUCLEOTIDES

B) La transcription



SCHEMA DE LA TRANSCRIPTION

Au cours de l'élongation de l'ARN, qui est construit par complémentarité des bases azotées (l'Adénine est remplacé par la Thymines, la Thymines par l'Uracile, la Guanine par la Cytosine, et la Cytosine par la Guanine), celui-ci subit un épissage qui vise à supprimer les portions non codantes de l'ADN, les introns, et donc à conserver les portions codantes appelées exons.

Cet ARN (messager, de transfert) est également protégé par une tête méthylée (en 5') et une queue poly A (en 3') qui serviront à transporter la molécule en dehors du noyau, vers le cytoplasme, lieu où se poursuivra le mécanisme d'expression génétique avec la traduction (formation de protéines à partir de l'ARNm et d'ARNt par l'action de ribosomes, formés d'ARN ribosomiaux issus de la transcription de l'ADN du nucléole du noyau).

Ainsi les chromosomes eucaryotes sont un assemblage d'acides nucléiques, porteurs d'informations génétiques, enroulés autour d'histones. Ces informations génétiques sont codées en une succession de nucléotides et doivent être transcrites par des complexes enzymatiques puis traduits par des ribosomes en protéines, molécules caractérisant le phénotype cellulaire, et macroscopique d'un organisme pluricellulaire.

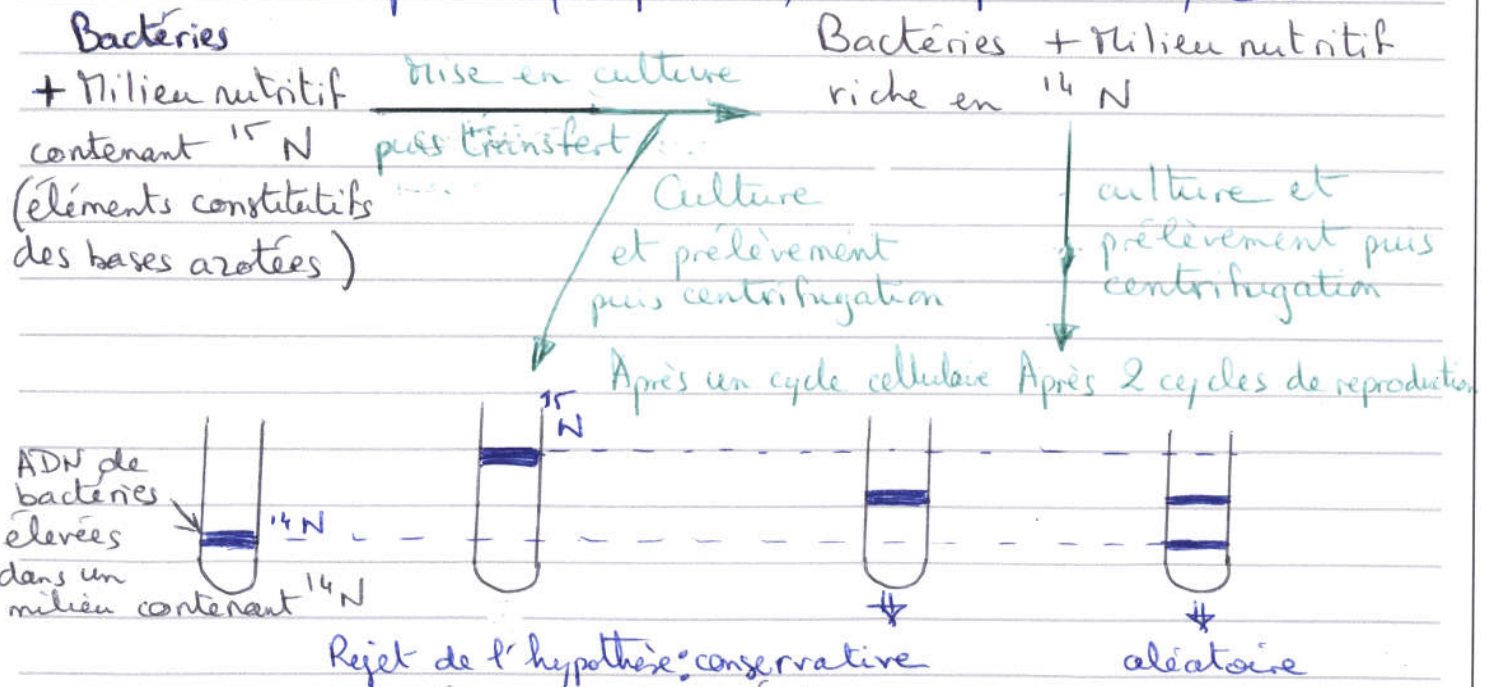
Ces protéines jouent des rôles différents assurant ainsi les nombreuses fonctions des cellules, dont celle de la reproduction.

II Les chromosomes eucaryotes, des molécules transmissibles

A) Une transmission identique

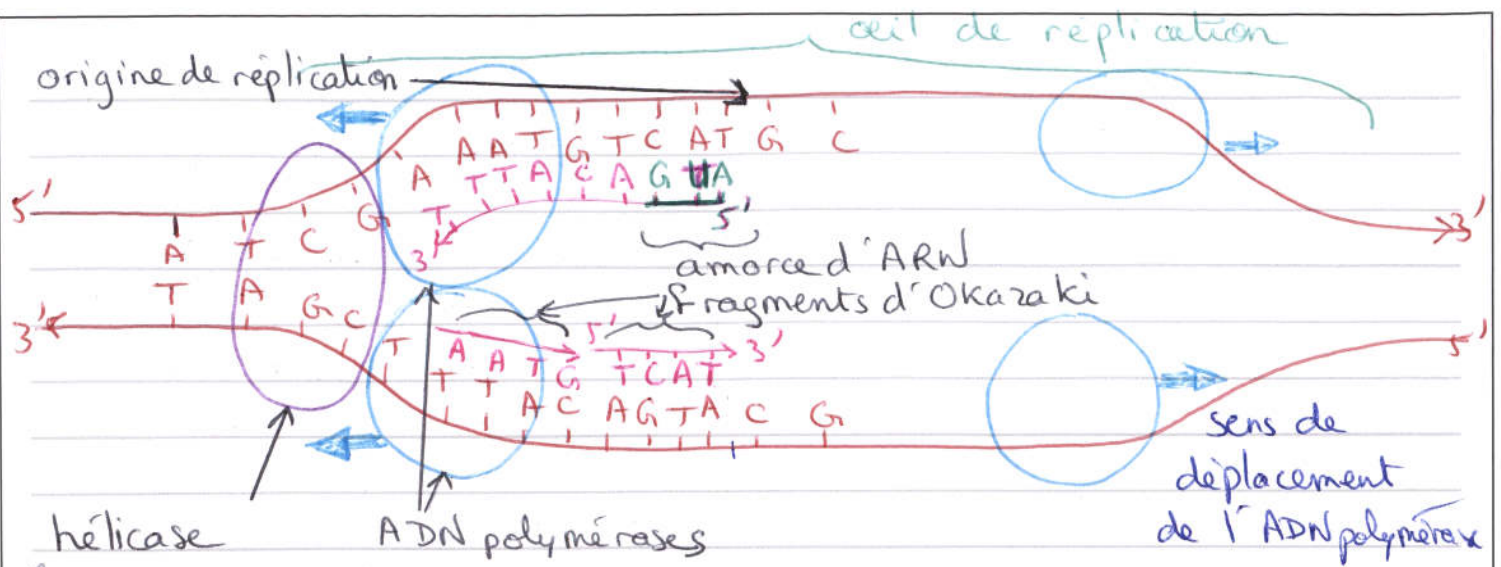
De nombreux scientifiques se sont penchés sur les mécanismes permettant de répliquer la molécule d'ADN, notamment Meselson et Stahl qui ont testé trois hypothèses et validé une seule grâce à leur expérience décrite ci-après.

A l'époque, il était admis qu'une cellule se divise en deux cellules identiques lors de la mitose. La répllication a lieu lors de la phase S (=duplication) de l'interphase du cycle cellulaire.



MODALITÉS DE L'EXPÉRIENCE DE MESELSON ET STAHL

Ainsi la répllication est semi-conservative :



(=enzyme séparant les deux brins antiparallèles d'ADN)

SCHEMA DU MECANISME D'ÉLONGATION DE LA RÉPLICATION

La répllication se déroule en trois étapes :

① **Initiation** : deux hélicases séparent les deux brins d'ADN de part et d'autre de l'origine de répllication et se déplacent en sens opposé.

Un œil de répllication est ainsi créé (il y en a plusieurs le long de la molécule d'ADN).

Une amorce d'ARN_m est construite par complémentarité de chaque brin d'ADN (une seule est illustrée pour une meilleure visibilité du schéma) par une ARN polymérase.

② **Elongation** : un complexe enzymatique comprenant l'ADN polymérase construit chaque brin complémentaire d'ADN à la suite de l'amorce dans le sens 5' → 3'.

③ **Terminaison** : une autre ADN polymérase remplace les amorce d'ARN_m puis une ligase les soude pour former un brin entier.

Epreuve - Matière : 102 - 7063

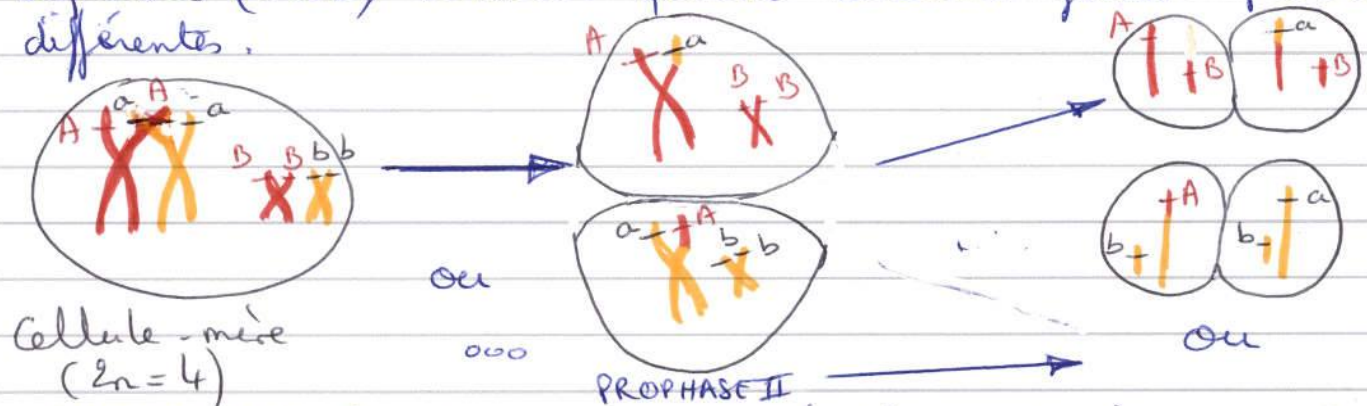
Session : 2025

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.

B) Une transmission amenant de la diversité

Certaines cellules subissent également des méioses chez les organismes à reproduction sexuée : des cellules-mères diploïdes ($= 2n$) donnant quatre cellules-filles haploïdes (n) différentes.



PROPHASE I : Crossing-over
 (= échanges de portions d'ADN entre chromosomes homologues) = Brassage intrachromosomique
 MÉTAPHASE I = Brassage interchromosomique

4 Cellules-filles ($n=2$)

Les chromosomes sont donc modifiés.

Les chromosomes eucaryotes sont donc des molécules reproductibles grâce à un système enzymatique dont la principale enzyme est l'ADN polymérase.

Malgré les copies conformes formées par cette répllication semi-conservative, les chromosomes peuvent présenter des variations lors de la ~~pro~~phase I de méiose, créant ainsi de la diversité génétique.

Cette diversité est également causée par d'autres facteurs que nous allons aborder ci-dessous.

III Les chromosomes eucaryotes, des molécules évolutives

A) Les mutations

Les mutations sont des modifications de l'ADN. Elles peuvent être : ~~spontanées~~

- spontanées et concernant les erreurs de répllication dont la plupart sont réparées via un système de réparation

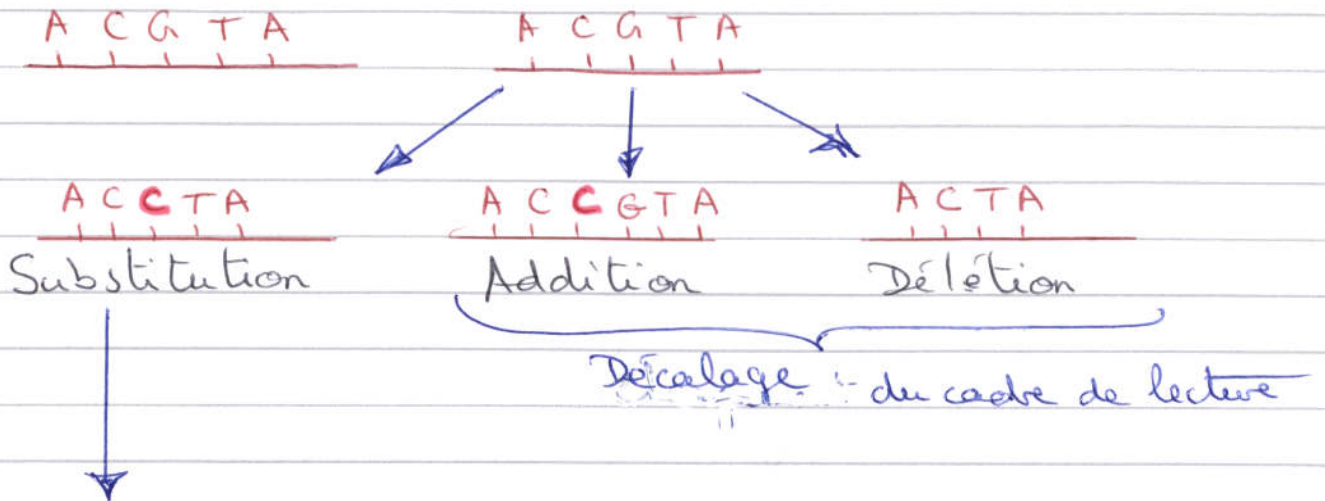
- provoquées par des agents mutagènes :

- × les rayons UVs créent des dimères de thymine, causant une déformation de la molécule d'ADN

- × les produits chimiques ...

Trop de mutations peuvent entraîner des cancers.

Il existe trois types de mutations :



- silencieuse = aucune conséquence (car le code génétique est redondant : différents codons codent pour un même acide aminé).
- non silencieuse et provoque l'arrêt de la transcription s'il y a formation d'un codon stop, ou la synthèse d'une protéine non fonctionnelle si le codon code un autre acide aminé.

LES TROIS TYPES DE MUTATION

B) Les incorporations de gènes

• Les virus infectent une cellule et y prolifèrent en intégrant leur génome à l'ADN de la cellule infectée. Ce mécanisme est en cours de recherche pour soigner des maladies génétiques : c'est la thérapie génique.

• Les parties mobiles de l'ADN (transposons, satellites) sont des portions d'ADN capables de se déplacer et de s'insérer dans les molécules d'ADN.

qui consiste à utiliser des virus comme vecteurs de gènes codant des protéines fonctionnelles.

Les chromosomes eucaryotes peuvent présenter des modifications dans la succession des nucléotides et engendrer un phénotype différent de celui d'origine.

Les chromosomes eucaryotes ont un rôle indispensable dans la vie de la cellule : ils portent l'information génétique, codée en nucléotides, qui est la trame nécessaire à la formation des protéines constitutives de la cellule et dont certaines servent à participer aux différents mécanismes, vus dans cette rédaction, voire à les contrôler. (notamment ceux)

Cette information génétique est donc transmise à toutes les cellules lors des divisions cellulaires. Elle est "noyée" dans des parties non codantes dont certaines servent à réguler la transcription et la réplication. Ces parties non codantes sont aussi regroupées au niveau des extrémités des télomères des chromosomes, parties qui, au cours du temps, ont tendance à se raccourcir.

Par la structure condensée du chromosome, la réplication présente peu d'erreurs. Mais il en survient et cela peut être létal pour la cellule ou favorable (si le caractère issu de la séquence modifiée présente un avantage à la cellule ou à l'individu).

Certaines modifications sont utilisées à des fins thérapeutiques ou agricoles (transgénèse → OGM).