

Royaume du Maroc



Ministère de l'éducation nationale du préscolaire et des sports
Académie régionale de l'éducation nationale de Marrakech
Direction provinciale Marrakech

Résumé de:
L'unité 2
Information génétique, nature,
expression et lois statistiques
de la transmission des caractères
héréditaires
avec exercices de restitution des
connaissances

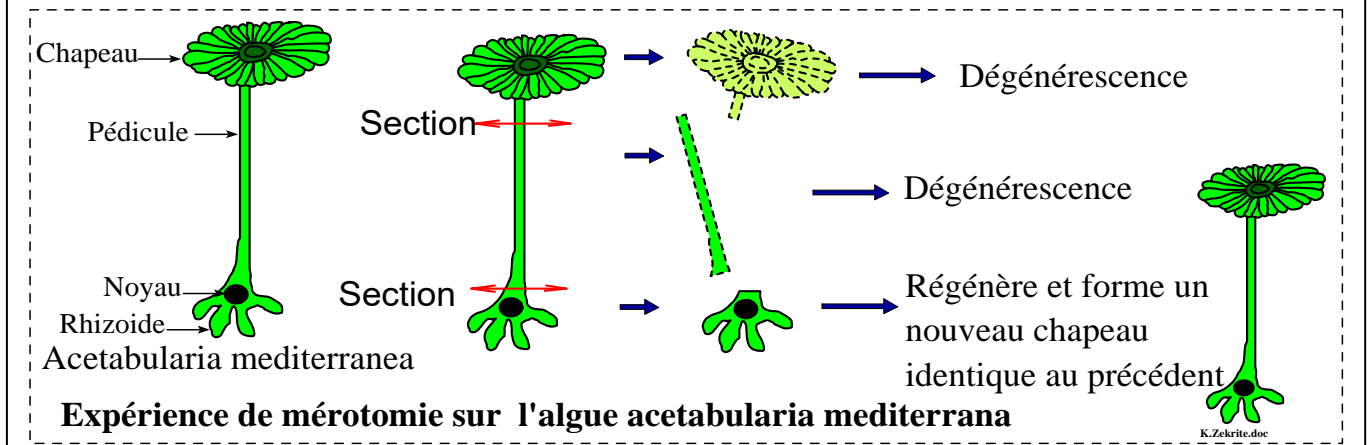
2^{ème} bac – science physique
option français

Proposé par prof : Khadija Zekrite
2025/2026

L'information génétique, est l'ensemble des données qui déterminent les caractéristiques héréditaires d'un organisme, contenues dans son ADN ou son ARN. Elle est transmise de génération en génération et code pour la production de protéines qui jouent un rôle dans le développement et le fonctionnement du corps.

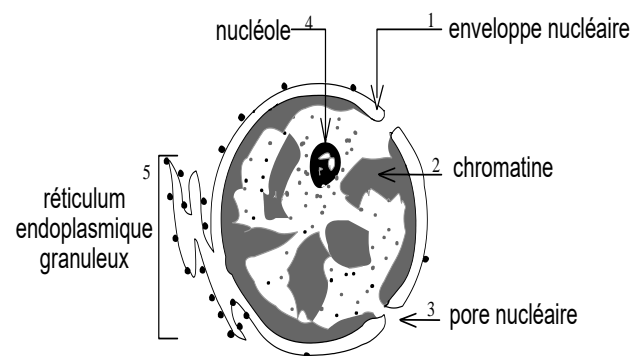
Localisation de l'information génétique dans la cellule

L'acétabulaire est une algue verte unicellulaire de grande taille. Le noyau de cette algue est toujours situé près du rhizoïde. On sectionne cette algue en deux endroits différents, ce qui permet de séparer trois parties : le chapeau, le pédicule et le rhizoïde. La figure ci-dessous représente les endroits des sections et les résultats obtenus



Les expériences de transfert du noyau réalisées chez l'acétabulaire et chez le crapaud montrent que l'information génétique se localise dans le noyau de chaque cellule (animale ou végétale).

Ce programme détermine les caractéristiques spécifiques et individuels de chaque être vivant



Ultrastructure du noyau

Transmission de l'information génétique d'une cellule à une autre

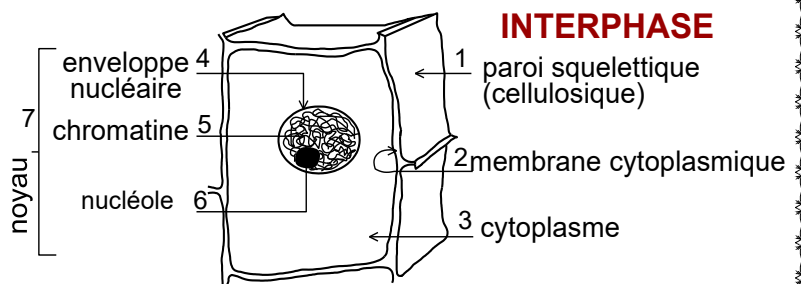
I/ Les étapes de la mitose

- ★ La croissance des tissus et le renouvellement des cellules sont assurés par une division cellulaire appelée mitose.
- ★ La mitose est un processus continu mais on peut le diviser en 4 phases : la prophase, la métaphase, l'anaphase et la télophase
- ★ La mitose est précédée par une phase plus longue appelée interphase.
- ★ La mitose donne naissance à deux cellules filles identiques et semblables à la cellule mère (même nombre de chromosomes et même information génétique). On dit que la mitose est une reproduction asexuée conforme.

1/ Les étapes de la mitose chez une cellule végétale

❖ L'interphase.

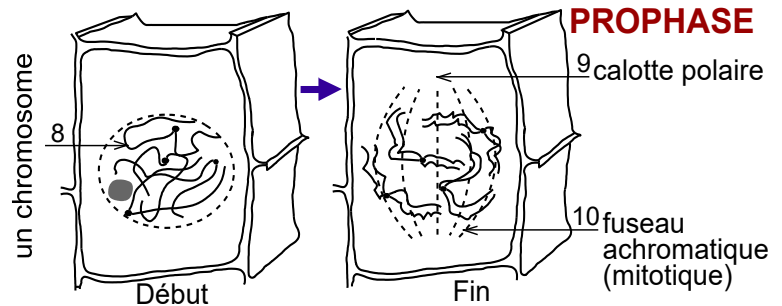
Pendant l'interphase, la cellule possède un noyau entier avec sa membrane, sa chromatine (nucléofilaments enchevêtré متشابكة) et son nucléole



❖ La prophase

Ce stade est le plus long, il se caractérise par :

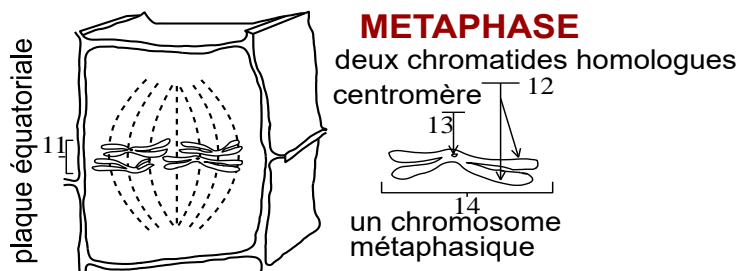
- Un gonflement du noyau et la disparition de l'enveloppe nucléaire et du nucléole.
- Une condensation de la chromatine en chromosomes, les chromosomes s'individualisent et deviennent visible.
- Chaque chromosome est fissurée longitudinalement en **deux chromatides** homologues, réunies par **un centromère**.
- L'apparition d'un fuseau de fibres entre les deux pôles de la cellule appelé **fuseau achromatique = mitotique**.



❖ la métaphase

Stade très court (quelques minutes), se caractérise par :

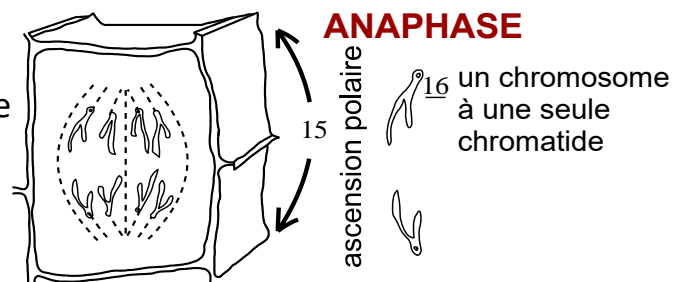
- Une condensation maximale des chromosomes clivés.
- Un regroupement des chromosomes dans le plan équatorial de la cellule formant une **plaque équatoriale**.
- Chaque chromosome métaphasique constitué de 2 chromatides est lié par son centromère aux fibres du fuseau achromatique.



❖ l'anaphase.

Stade, dont la durée est longue, se caractérise par :

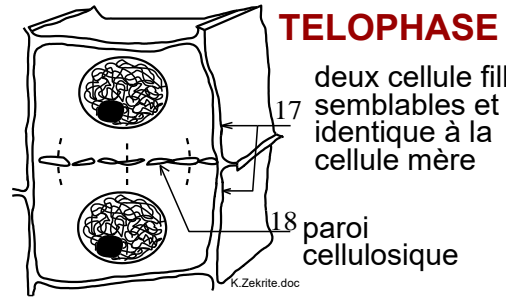
- Un regroupement et une décondensation des chromosomes en chromatine.
- L'enveloppe nucléaire entoure chacun des deux lots de chromatine, donnant naissance à deux noyaux fils.
- La disparition du fuseau mitotique.
- La division du cytoplasme (cytodiérèse) par formation d'une nouvelle membrane et d'une paroi cellulosique.
- La formation de deux cellules filles identiques.



❖ la télophase

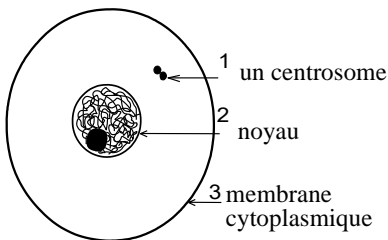
Stade très court (2 à 3 mn), se caractérise par :

- Un clivage du centromère et séparation des chromatides homologues.
- Les chromatides de chacun des chromosomes migrent vers les pôles opposés de la cellule.
- Cette migration, appelée ascension polaire, est sous l'effet de la contraction des fibres achromatiques.
- Ainsi, il se forme deux lots identiques de chromosomes dans chacun des deux pôles de la cellule.

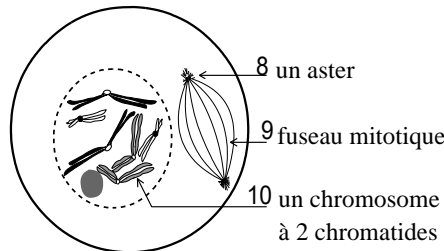


2/ La mitose chez la cellule animale

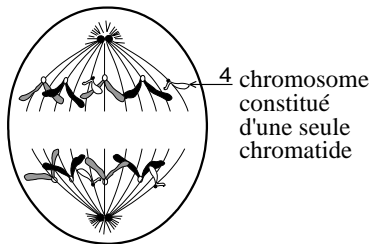
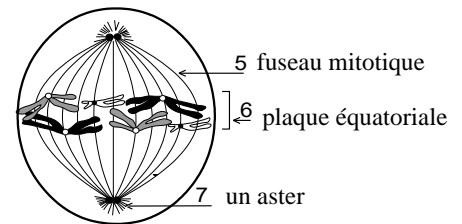
Intérphase



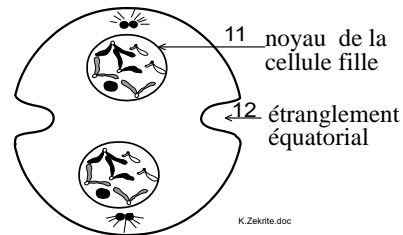
Prophase



Métaphase



Anaphase



Télophase

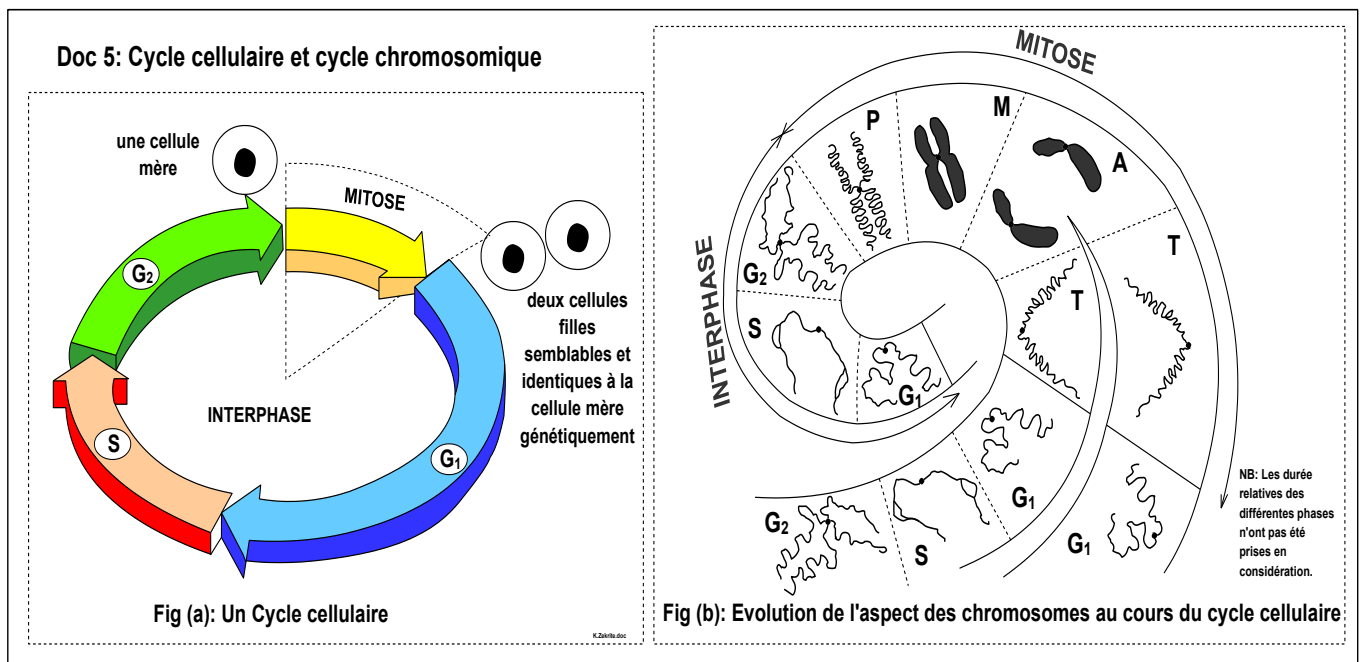
Le centrosome est un organite propre à la cellule animale, il est constitué de deux centrioles. Au cours de la prophase cet organite se divise en deux centrioles et chaque centriole formera par la suite un aster qui migre vers un pôle de la cellule

★ La mitose chez la cellule animale et chez la cellule animale se déroulent dans les mêmes étapes (prophase, métaphase, anaphase et télophase) et ont les mêmes caractéristiques générales.

★ Il y'a deux différences majeurs entre la mitose chez la cellule animale et chez la cellule végétale :

- Le fuseau achromatique se forme, chez la cellule animale, entre deux asters issus de la division du centrosome ; par contre chez la cellule végétale, le fuseau achromatique se forme entre deux calottes polaires (condensation cytoplasmique).
- Pendant la télophase, la division du cytoplasme (cytodiérèse) s'effectue, chez la cellule animale par un étranglement équatorial (resserrement médian de la membrane plasmique), alors que chez la cellule végétale, la séparation des deux cellules filles se fait par la formation d'une nouvelle paroi cellulosique.

3/ Le cycle cellulaire et le cycle chromosomique :



- Les cellules ont un fonctionnement cyclique. Un cycle cellulaire comporte deux étapes : l'interphase suivi par la mitose.
 - L'interphase comporte trois phases :
 - La phase G_1 (growth): première phase de croissance de la cellule : chaque chromosome est constitué d'une seule chromatide (monochromatidien).
 - La phase S, phase de synthèse : dédoublement des chromosomes.
 - La phase G_2 , deuxième phase de croissance (growth) : chaque chromosome devient bichromatidien, la cellule achève sa croissance et se prépare à la division.
 - La mitose : *en prophase et en métaphase de la mitose les chromatides subissent une condensation (enroulement = spiralisation) qui se traduit par une augmentation du diamètre apparent et une diminution de longueur, ils deviennent visibles et on parle alors de chromosome. Pendant l'anaphase, les chromatides se séparent et chacun rejoint une cellule fille. Pendant la télophase les chromosomes se décondensent et redonnent la chromatine et un nouveau cycle chromosomique commence.*
- La mitose donne naissance à deux cellules semblables entre elles et identiques à la cellule mère : se caractérisent par les mêmes caractères héréditaires et renferment le même nombre de chromosomes.

Nature chimique de l'information génétique

I/ Les chromosomes sont le support de l'information génétique

1/ La formule chromosomique

- Le nombre de chromosomes présents dans chaque cellule constitue la formule chromosomique. La formule chromosomique varie d'une espèce à une autre, c'est une caractéristique de l'espèce.
- Il existe des espèces dites haploïdes et des espèces diploïdes.
- Un individu diploïde ($2n$ chromosomes) possède deux exemplaires homologues de

chaque chromosome.

❖ Chez un individu haploïde (n chromosomes) chaque chromosome est représenté par un seul exemplaire

2/ Le caryotype = la carte chromosomique

❖ **Le caryotype ou carte chromosomique**, est une représentation ordonnée de tous les chromosomes d'une cellule.

- Une analyse du caryotype humain révèle que la formule chromosomique est la même chez l'homme et chez la femme, ce stock est diploïde formé de 23 paires de chromosomes homologues ($2n=46$). Les 22 paires de chromosomes sont identiques dans les deux sexes, ce sont **les autosomes** (A). Cependant une différence notable existe entre le caryotype masculin et féminin : la paire n°23, qui est différente constitue les **chromosomes sexuels ou gonosomes**.

Deux chromosomes X chez la femme, un chromosome X et un chromosome Y chez l'homme.

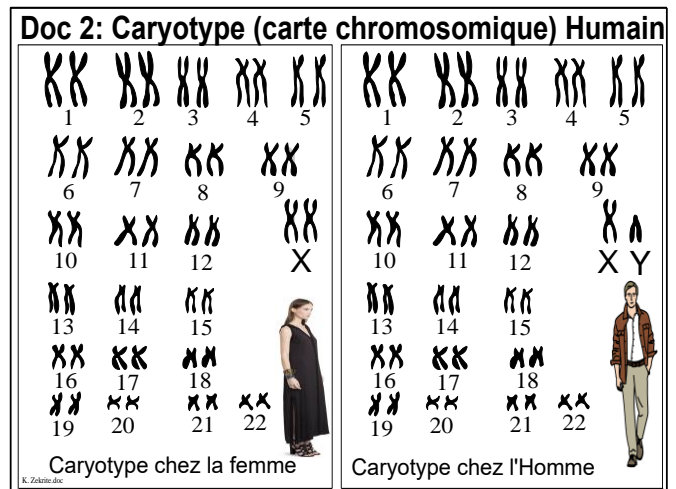
- On peut écrire la formule chromosomique développée des deux sexes comme suit :

Chez la femme : $2n = 46 = 44A + XX = 22AA + XX$

Chez l'homme : $2n = 46 = 44A + XY = 22AA + XY$

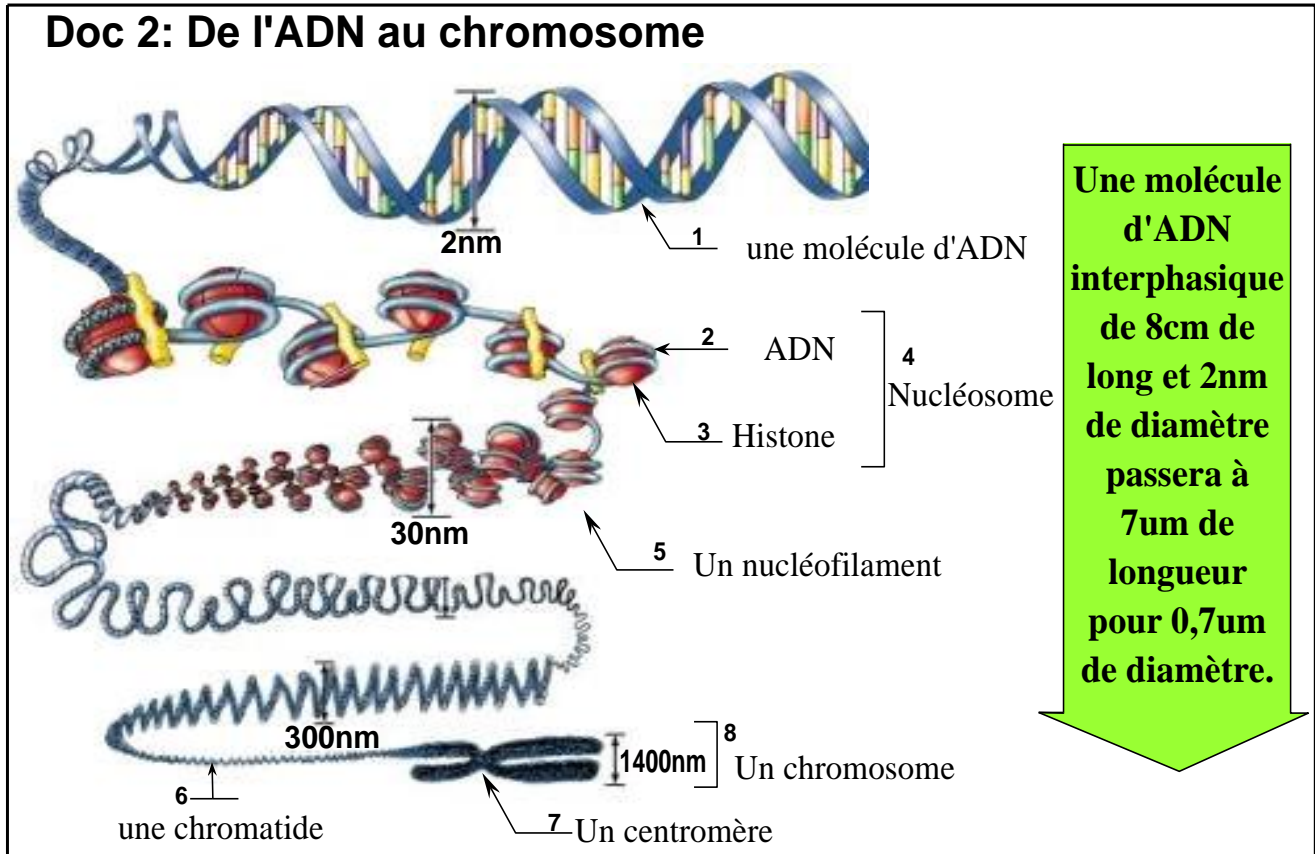
❖ La réalisation d'un caryotype passe par les techniques suivantes :

- Culture de globules blancs ou toute cellule capable de se diviser en culture.
- Ajout de la colchicine au milieu de culture, substance qui bloque les divisions en métaphase (stade de la mitose où les chromosomes sont bien visibles).
- Placer les cellules dans un milieu hypotonique (moins concentré) pour les faire éclater, les chromosomes métaphasiques se dispersent.
- Coloration et fixation des chromosomes.
- Prise d'une photographie des chromosomes, la photo obtenue est une **garniture chromosomique** : ensemble des chromosomes de la cellule mais non classés.
- Après agrandissement des clichés, on découpe et on classe les chromosomes selon leur taille (du plus grand au plus petit), selon la position du centromère et les bandes colorées. Si la cellule est diploïde on regroupe les chromosomes par paires. On peut faire ce travail grâce à un ordinateur.



Conclusion : Le caryotype et la formule chromosomique sont caractéristiques de l'espèce et du sexe ce qui confirme que les chromosomes sont le support de l'information génétique. Leur constance des cellules mère aux cellules filles pendant la mitose permet un transfère conforme de l'information génétique

II/ Constituants et structure des chromosomes

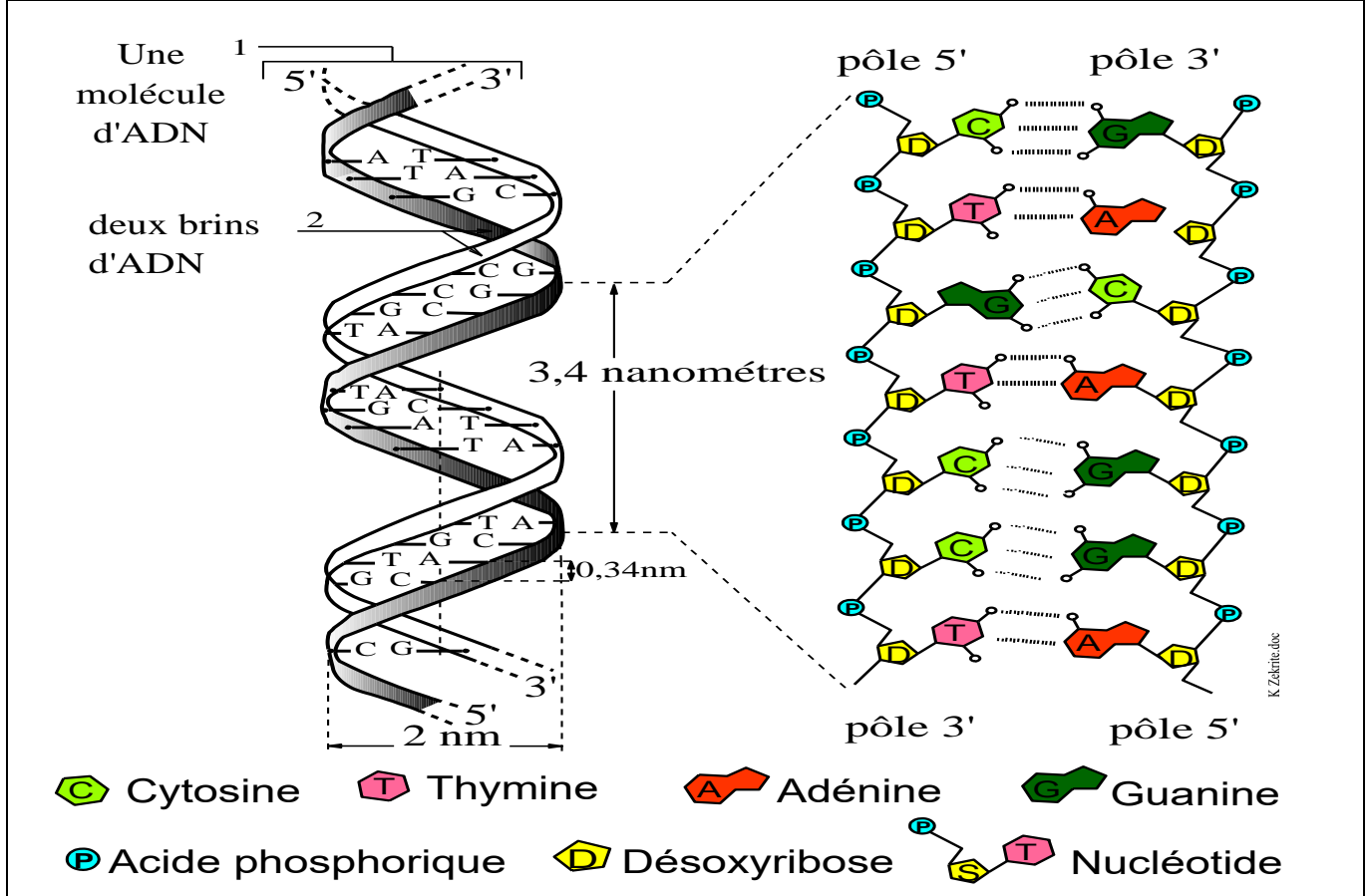


- ❖ Au cours de l'interphase la chromatine apparaît constituée d'un ensemble de **nucléofilaments** (fibres de chromatine) enchevêtrés. Chaque nucléofilament est formé d'une molécule d'**ADN (acide désoxyribonucléique)**, qui s'enroule autour de protéines appelées **histones**, ce qui donne au nucléofilament l'aspect d'un collier de perle قلادة لؤلؤ
- ❖ Le chromosome métaphasique est constitué de deux chromatides, chaque chromatide est formé d'une molécule d'ADN. Le chromosome métaphasique contient donc deux molécules d'ADN.
- ❖ La molécule d'ADN s'enroule autour des histones et donne un nucléofilament. Les nucléofilaments légèrement condensés au cours de l'interphase constituent la chromatine.
- ❖ Au cours de la prophase et de la métaphase, le nucléofilament dupliqué (constitué de deux nucléofilaments accolés au niveau du centromère), s'enroule fortement et s'organise sous forme de chromosome : bâtonnet court épais, bien individualisé, visible au microscope optique et surtout facilement transportable.
- ❖ Vers la fin de la mitose, chaque nucléofilament se décondense, devient long et fin, non visible au microscope optique. L'ensemble des nucléofilaments s'enchevêtrent et reconstituent la chromatine.

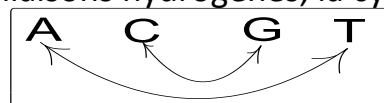
❖ Plusieurs expériences ont permis de conclure que la nature chimique de l'information génétique chez les êtres vivants est chimique, il s'agit de la molécule d'acide désoxyribonucléique : ADN, composante essentielle des chromosomes.
 Remarque : Chez certains virus, comme le VIH, agent du sida, le matériel génétique est contenu dans la molécule d'ARN : 'acide ribonucléique.

II/ Structure de la molécule d'ADN :

Doc 2 : Aspect de la double hélice de la molécule d'ADN (conception de Watson et Crick : 1953)



- ❖ L'acide désoxyribonucléique (ADN) est une macromolécule hélicoïdale formée de deux brins associés : **double hélice**.
- ❖ Chaque brin d'ADN est formé par l'enchaînement de nombreux **nucléotides** : polymère pluri-nucléotidique.
- ❖ Chaque nucléotide est constitué de 3 éléments : un **acide phosphorique**, un **désoxyribose** et une **base azotée**.
- ❖ Chaque nucléotide se distingue de l'autre par la base azotée qu'il renferme : **l'adénine (A), la guanine (G), la cytosine (C) et la thymine**.
- ❖ Des liaisons hydrogènes entre les bases complémentaires assurent la structure double hélice : l'adénine se lie à la thymine par deux liaisons hydrogènes, la cytosine se lie à la guanine par trois liaisons hydrogènes.



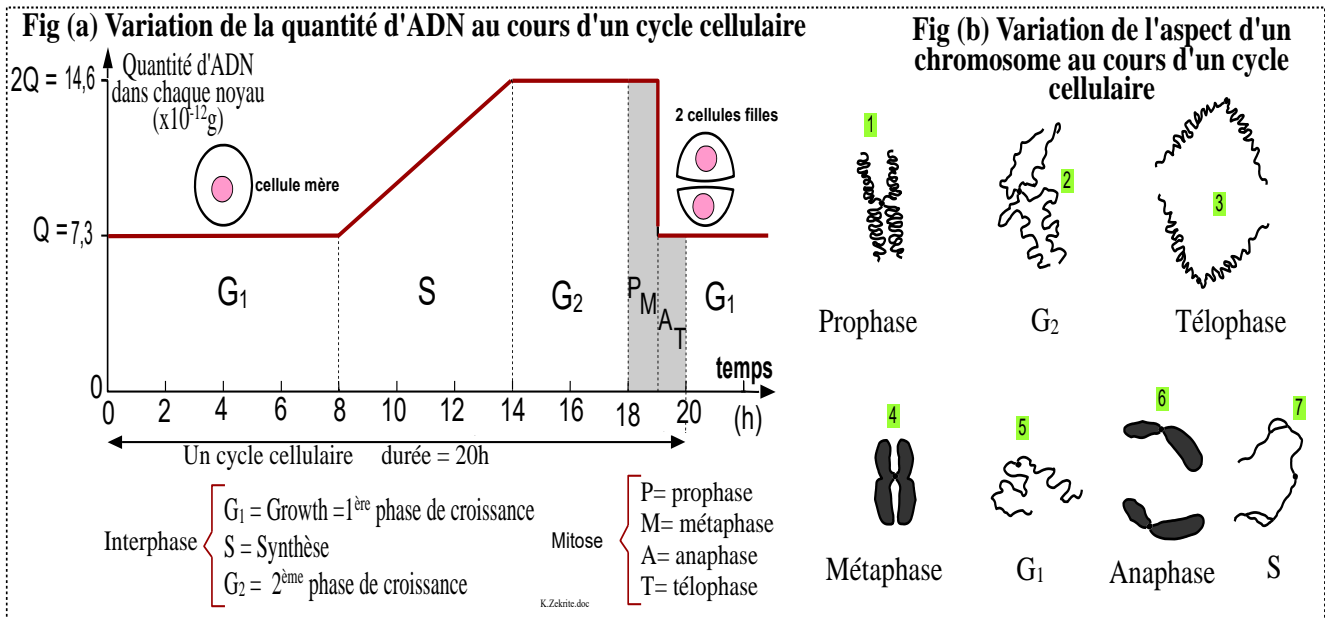
❖ Les deux brins d'ADN sont complémentaires de **polarité antagoniste** (l'un 3' → 5' et l'autre 5' → 3').

❖ L'information génétique réside dans le nombre et l'ordre des nucléotides. La suite des nucléotides le long d'un brin d'ADN. La molécule d'ADN peut être décrite comme un message écrit dans un code à 4 lettres (A, T, C et G).

La réplication de l'ADN

La réplication de l'ADN est le processus par lequel une molécule d'ADN est dupliquée pour produire deux copies identiques

I/ Variation de la quantité d'ADN au cours d'un cycle cellulaire :



❖ La quantité d'ADN, comme l'aspect du chromosome, subie des variations au cours du cycle cellulaire :

❖ Pendant l'interphase :

- phase G₁ : la quantité d'ADN est constante et égale à Q.
- phase S : la quantité d'ADN augmente progressivement et atteint le double (2Q), cette évolution est due à une duplication de l'ADN (réplication de l'ADN)
- phase G₂ : la quantité d'ADN est constante et égale à 2Q.

❖ Pendant la mitose :

- En prophase et en métaphase, la quantité d'ADN est constante et égale à 2Q.
- En anaphase : la quantité d'ADN diminue de la moitié et revient à sa valeur initiale Q, cela est dû à la migration polaire des chromatides (répartition égale de l'information génétique).
- En télophase la quantité d'ADN de chaque cellule fille reste stable et égale à Q. En fin de télophase se forme deux cellules filles portant la même quantité d'ADN de la cellule mère, chaque cellule entre en interphase et un nouveau cycle commence.

❖ Conclusion : le maintien de la quantité d'ADN d'une cellule mère aux cellules filles est le résultat de:

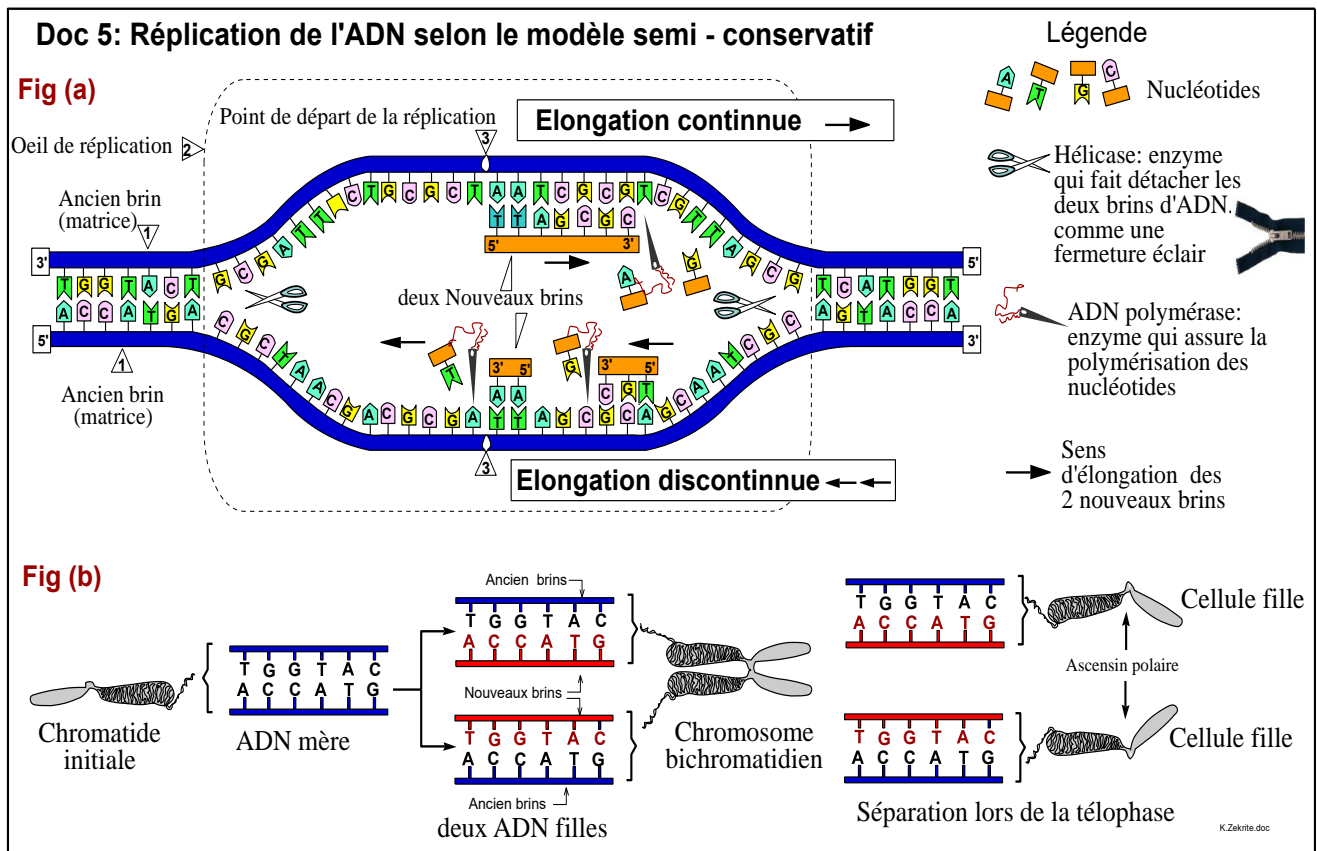
- La duplication d'ADN pendant la phase S de l'interphase, qui est la cause de la duplication du chromosome.

- La séparation des chromatides pendant l'anaphase de la mitose, qui engendre la diminution de la quantité d'ADN et son retour à la quantité initiale. Ainsi en fin de télophase, les deux cellules filles contiennent la même quantité d'ADN.

Conclusion : Pendant la phase S de l'interphase la cellule se prépare à la division, elle dédouble son information génétique, en effet, chaque molécule d'ADN se duplique, on parle de réplication d'ADN. (نسخ)

II/ Mécanisme de la réplication de l'ADN

La réplication d'ADN se déroule selon **un modèle semi conservatif** : Chaque molécule d'ADN fille conserve la moitié (un brin) de la molécule mère ; alors que l'autre moitié est élaboré en utilisant les nucléotides du milieu de vie.



❖ Une observation de la chromatine en microscopie électronique pendant la phase S de l'interphase, montre l'existence de plusieurs zones appelées « **yeux de réplication** » où la molécule d'ADN est localement en deux exemplaires.

❖ La réplication se produit à l'extrémité de chaque œil et progresse en sens inverse. Les différents yeux de réplication finissent par se rejoindre et la molécule d'ADN est ainsi dupliquée.

❖ Au niveau d'un œil, La réplication se déroule suivant les étapes suivantes :

- Les deux brins de la molécule d'ADN parentale s'écartent par rupture des liaisons hydrogènes qui unissent les bases azotées, Cette ouverture est assurée par une enzyme appelée : **hélicase**.

- Les deux brins parentaux jouent le rôle de matrice (قالب), en effet, Les nucléotides libres

fournis par les nutriments se positionnent en face de leurs bases complémentaires : (A devant T et inversement, C devant G et inversement). **L'ADN polymérase** assure la liaison (la polymérisation) de ces nucléotides entre eux pour former un nouveau brin d'ADN.

- l'ADN polymérase ne peut relier les nucléotides que dans le sens 5' → 3', de ce fait :
 - + l'élongation du brin néo- formé se fait dans le sens 5' → 3'.
 - + Au niveau d'un nœud de réplication, la duplication s'effectue de façon synchrone pour les deux brins, mais suivant deux sens contraires.
- A la fin de la réplication et en absence d'erreur, on obtient deux copies conforme d'ADN, semblables à la molécule mère. Chaque molécule fille est la réplique (نسخة) de la molécule mère (ce qui justifie la désignation : réplication d'ADN), elle est composée d'un brin ancien (parental) et d'un brin néo- synthétisé, c'est la réplication semi conservative.
- Les deux copies d'ADN restent accrochées l'une à l'autre au niveau de la zone

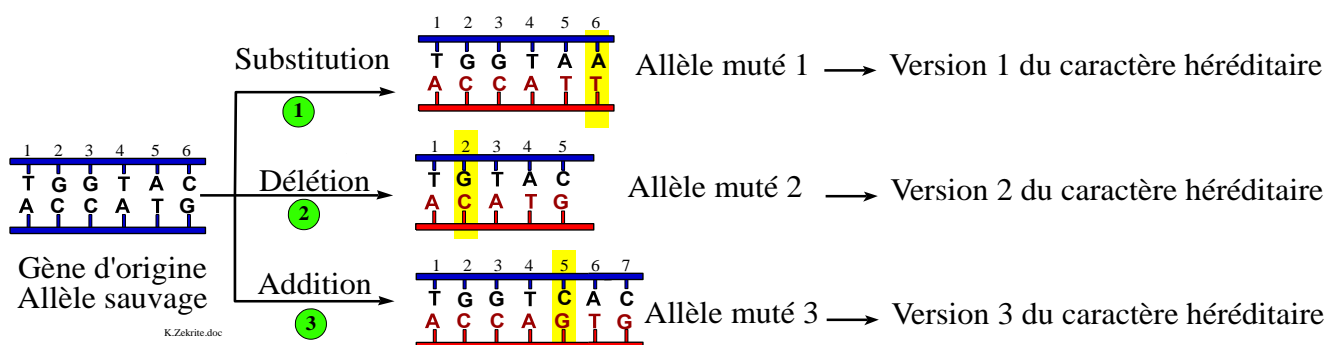
Expression de l'information génétique

I/ Notion de caractère héréditaire, mutation, Gène et allèle :

- ❖ **Un caractère héréditaire** est une particularité externe ou interne, qualitative ou quantitative, morphologique ou physiologique qui se transmet de génération en génération, il est programmé au niveau de l'ADN. Ex : Couleur des yeux, nombre de doigts de la main, groupes sanguins, couleur des pétales d'une fleur, forme du petit pois, quelques maladies ...
- ❖ **Un phénotype** : caractère observable d'un individu, Il s'exprime à l'échelle moléculaire (groupes sanguins), cellulaire (pneumocoques R et S) et macroscopique ou individuel (Couleur des pétales, forme de la langue...).
- ❖ **Une mutation** : est une modification brusque de la séquence nucléotidique d'un gène (l'ADN), ce qui entraîne, la plupart du temps, un changement du caractère correspondant. Une mutation est :

- Spontanée ou provoquée.
- Rare : une probabilité d'environ $1/10^8$.
- Réversible : (le caractère sauvage ↔ le caractère muté)
- Généralement les mutations sont indépendantes l'une de l'autre.

Les types de mutations



❖ On peut citer trois types de mutations :

- **Mutation par substitution** : remplacement d'un ou de plusieurs nucléotides par un autre (d'autres).
- **Mutation par délétion** : perte d'un ou de plusieurs nucléotides.
- **Mutation par insertion** : addition d'un ou de plusieurs nucléotides.

❖ **Un gène** : est une portion de chromosome (donc d'ADN) qui gouverne un caractère héréditaire. L'emplacement de chaque gène sur un chromosome s'appelle **locus**, cet emplacement reste fixe chez les individus de la même espèce, exemple, chez l'Homme : le gène qui détermine le groupe rhésus est porté par le chromosome n° 1, le gène qui détermine le groupe sanguin (ABO) est porté par le chromosome n° 9 (voir la figure de la couverture). Sur un même chromosome on trouve plusieurs gènes, par exemple, chez l'Homme : le chromosome n° 1 contient 2281 gènes, le chromosome Y comporte 104 gènes.

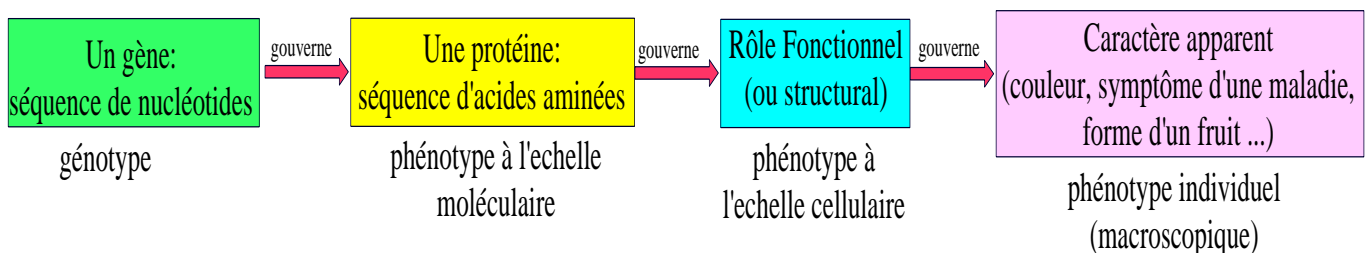
❖ **Génome** : l'ensemble des gènes d'un individu.

❖ **Génotype** : l'ensemble des gènes (allèles) concernant les caractères étudiés.

❖ **Un allèle** : est une version d'un même gène occupant un même locus, qui peut varier d'un individu à l'autre. Au sein d'une même espèce. Le génome d'un individu est différent de celui d'un autre individu, c'est le polymorphisme génétique. Ce polymorphisme est dû aux mutations. Exemple: l'un des gènes du chromosome 9 chez l'humain détermine le groupe sanguin, il peut exister sous trois versions différents: l'allèle A, l'allèle B et l'allèle O.

II/ Relation gène protéine caractère

❖ Il y'a une relation : gène → protéine → caractère : en effet, un gène étant une séquence ordonnée de nucléotides (niveau génétique), cette séquence code pour une séquence d'acides aminés, correspondant à une protéine donnée (niveau moléculaire), La protéine synthétisée effectue une fonction déterminée ou bien joue un rôle structural dans la cellule (niveau cellulaire), par conséquent apparait un phénotype macroscopique. Le phénotype est donc caractérisé à différentes échelles : individuel, cellulaire et moléculaire et il est le résultat de l'expression du génotype.

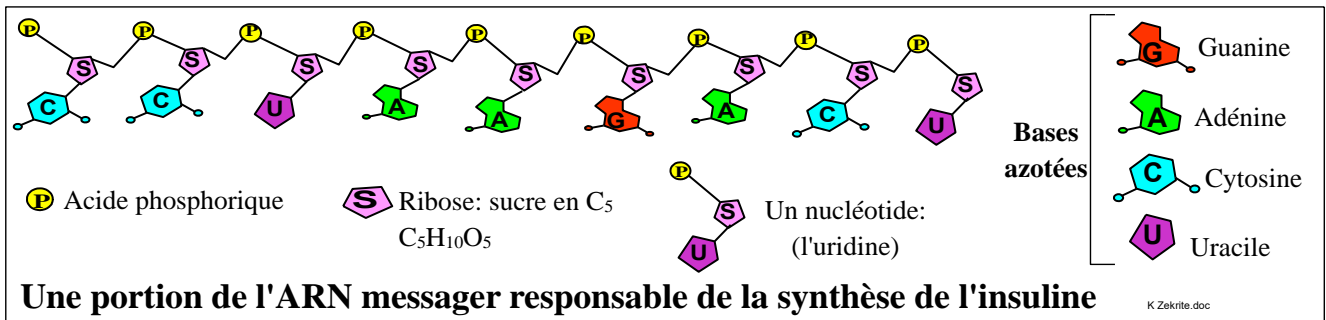


Le génotype gouverne le phénotype à différents niveaux

III/ L'ARNm intermédiaire entre les gènes et les protéines

❖ L'ARN messager (ARNm) est un intermédiaire portant les informations génétiques de l'ADN au cytoplasme. Il est synthétisé dans le noyau au cours d'un processus appelé **transcription** et assure, au niveau du cytoplasme, l'assemblage des acides aminés pour donner une protéine par un processus appelé **Traduction = Lecture**.

❖ La molécule d'ARN est plus courte que celle de l'ADN, et par conséquent, sa masse moléculaire est inférieure à celle de l'ADN. Sa durée de vie est courte, elle est rapidement dégradée juste après la synthèse de la protéine. Il existe trois types d'ARN dans la cellule : ARN messager : ARNm ; ARN de transfert : ARNt ; ARN ribosomal : ARNr.



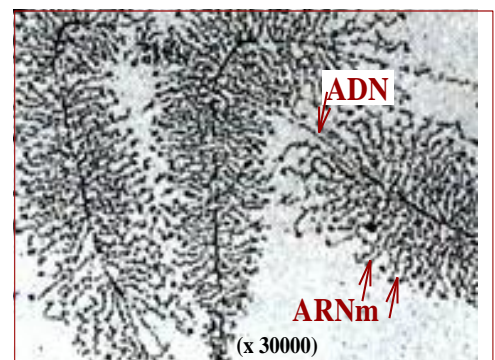
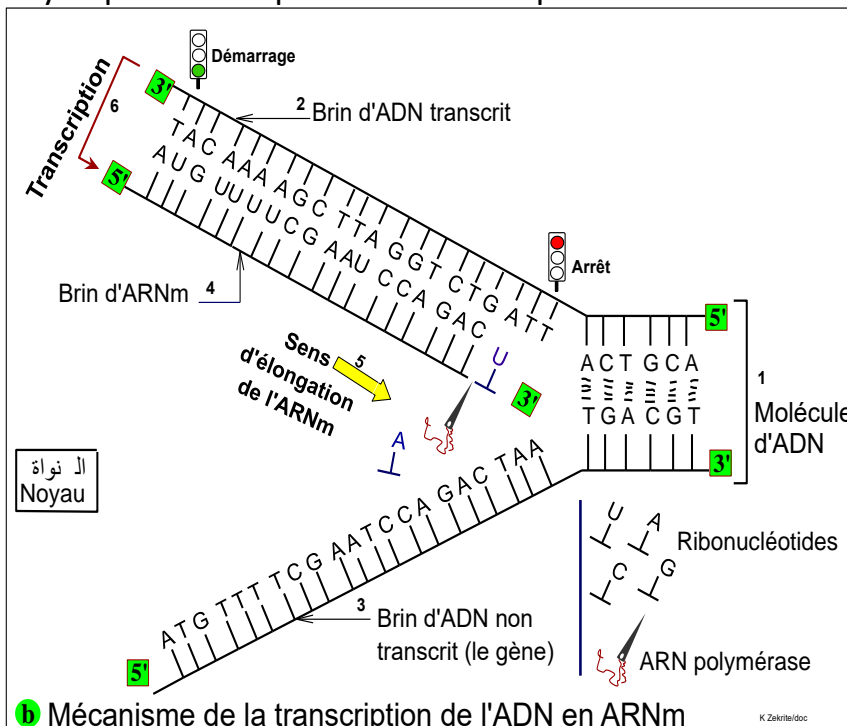
❖ La molécule d'ADN et la molécule d'ARN sont toutes les deux constituées d'une séquence de nucléotide, les différences entre les deux sont citées dans le tableau suivant :

	L'ADN	L'ARN
Le sucre	Désoxyribose : $C_5H_{10}O_4$	Ribose : $C_5H_{10}O_5$
Nombre de brins	Deux brins en double hélice	Un seul brin
Les bases azotées	A ; C ; G ; T	A ; C ; G ; U : U remplace T de l'ADN

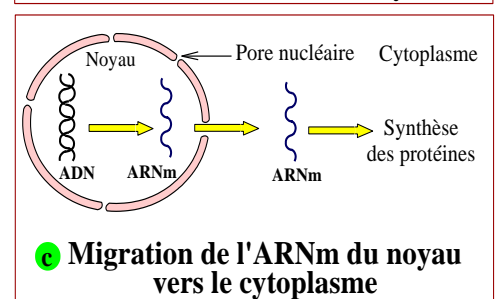
❖ L'ARNm comme l'ADN est une succession de 4 nucléotides différents, le nombre l'agencement et les types de nucléotides dans un fragment donné d'ADN ou d'ARN, définissent des informations génétiques.

III/ La transcription : Synthèse de l'ARNm à partir de l'ADN

❖ La transcription est l'opération de copiage de l'ADN en ARNm, elle se déroule dans le noyau pendant la phase S de l'interphase.



a Electronographie montrant des molécules d'ARNm en cours de synthèse



- ❖ La transcription se déroule suivant les étapes suivantes :
 - Séparation des deux brins d'ADN
 - Des nucléotides viennent s'apparier (تطابق) aux nucléotides de l'un des brins d'ADN.
 - L'ARNm est synthétisé par polymérisation des nucléotides sous l'action de **l'ARN polymérase**: L'ARN polymérase permet l'établissement des liaisons chimiques entre les nucléotides.
 - L'appariement des nucléotides respecte la complémentarité des bases azotées : la cytosine se place devant la guanine et inversement. L'adénine se place devant la thymine et l'uracile se place devant l'adénine.
 - On appelle ce mécanisme de copiage : **la transcription**, le brin servant de modèle à l'ARNm est appelé **brin transcrit**.
 - L'ARNm s'allonge dans **le sens 5' → 3'**, qui est le sens d'avancement de l'ARN polymérase. Cette enzyme se détache lorsqu'elle rencontre un code qui indique la fin du gène, ainsi la transcription prend fin.
- ❖ Le brin d'ARNm ainsi synthétisé est complémentaire du brin d'ADN non transcrit. L'information contenue dans l'ARNm est identique à celle du brin non transcrit, le nucléotide uracile (U) occupe dans l'ARNm la place du nucléotide thymine (T) de l'ADN.
- ❖ La transcription de l'ADN n'est pas totale ; elle est discontinue et produit des molécules d'ARNm plus courtes que celles d'ADN. Seules les séquences portant les gènes sont transcrites.
- ❖ Après sa transcription, l'ARNm formé, **quitte** le noyau vers le cytoplasme à travers les pores nucléaires pour jouer le rôle d'**intermédiaire** entre l'ADN et la synthèse des protéines.

IV : La traduction de l'ARNm en protéine

La traduction est le processus qui consiste à « lire » les informations contenues dans l'ARNm et à les convertir en une séquence d'acides aminés : protéine, elle se déroule dans le cytoplasme

1/ Le code génétique

Tableau du code génétique

		2 ^{ème} lettre				
		U	C	A	G	
1 ^{ère} lettre	U	UUU] phénylalanine UUC] UUA] leucine UUG]	UCU] sérine UCC] UCA] UCG]	UAU] tyrosine UAC] UAA] non sens UAG]	UGU] cysteine UGC] UGA non sens UGG] tryptophane	3 ^{ème} lettre
	C	CUU] leucine CUC] CUA] CUG]	CCU] proline CCC] CCA] CCG]	CAU] histidine CAC] CAA] glutamine CAG]	CGU] arginine CGC] CGA] CGG]	
	A	AUU] isoleucine AUC] AUA] AUG] méthionine	ACU] thréonine ACC] ACA] ACG]	AAU] asparagine AAC] AAA] lysine AAG]	AGU] sérine AGC] AGA] arginine AGG]	
	G	GUU] valine GUC] GUA] GUG]	GCU] alanine GCC] GCA] GCG]	GAU] acide GAC] aspartique GAA] acide GAG] glutamique	GGU] glycine GGC] GGA] GGG]	

❖ Les types d'acides aminés incorporés dans la protéine dépendent des types de nucléotides qui forment l'ARNm, il y'a donc une correspondance entre les nucléotides et les acides aminés ; ce qui impose que la succession de nucléotides de l'ARNm se traduit (traduction = lecture) en une séquence d'acide aminé tout en respectant un code génétique.

❖ **Un codon** : Séquence de trois nucléotides portés par l'ARNm correspondant à un acide aminé ou à un codon stop.

❖ **Le code génétique** repose sur la correspondance entre, d'une part, des **codons** portés par l'**ARN messager** et, d'autre part, les acides aminés incorporés dans les protéines synthétisées. Le code génétique est universel, il est le même quelle que soit la cellule vivante considérée. N'importe quelle cellule est capable de « lire » un gène provenant de n'importe qu'elle autre espèce et de produire la protéine correspondante.

❖ Le code génétique comporte 64 triplets ou codons. A trois exceptions près, chaque codon sur l'ARNm correspond un acide aminé donné.

❖ Un même acide aminé peut être codé par plusieurs codons différents. En revanche, un même codon, code toujours, le même acide aminé.

❖ Trois codons ne désignent aucun acide aminé (codons stop), ils correspondent à un signal de ponctuation, qui marque la fin de la synthèse de la protéine.

2/ Les éléments nécessaires à la traduction :

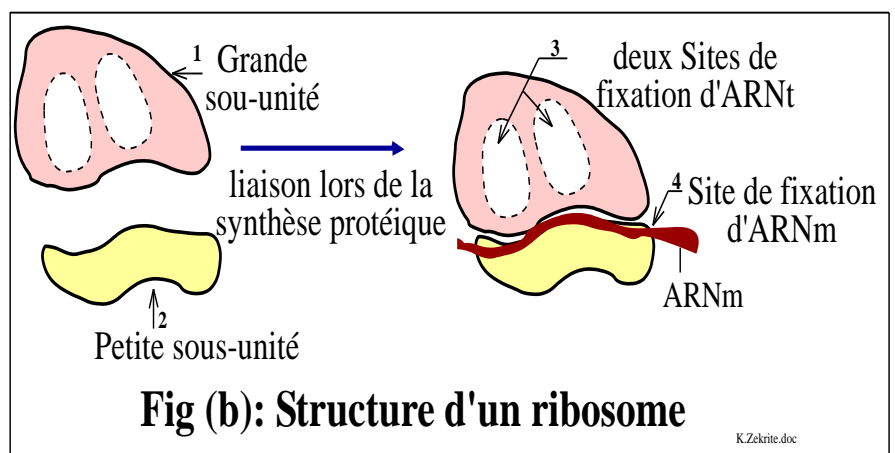
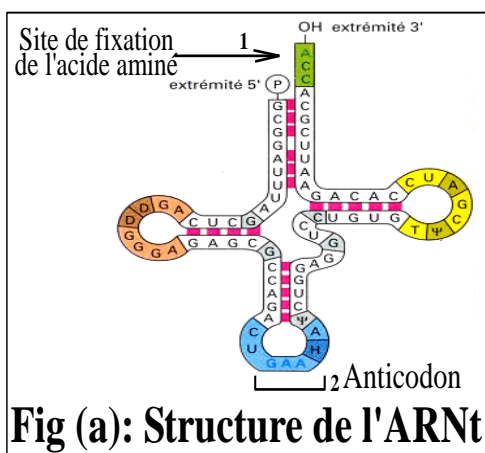
La traduction fait intervenir les éléments suivants :

- L'ARNm en provenance du noyau porte le message du gène et les acides aminés, éléments de base des protéines.

- Les ribosomes : organites cellulaires formés d'ARN ribosomique et de protéines. Ils sont constitués de deux sous unités une plus petite qui « lit » l'ARN messager et une plus grosse qui se charge de la polymérisation des acides aminés pour former la protéine correspondante. Ils sont les sites d'incorporation des acides aminés.

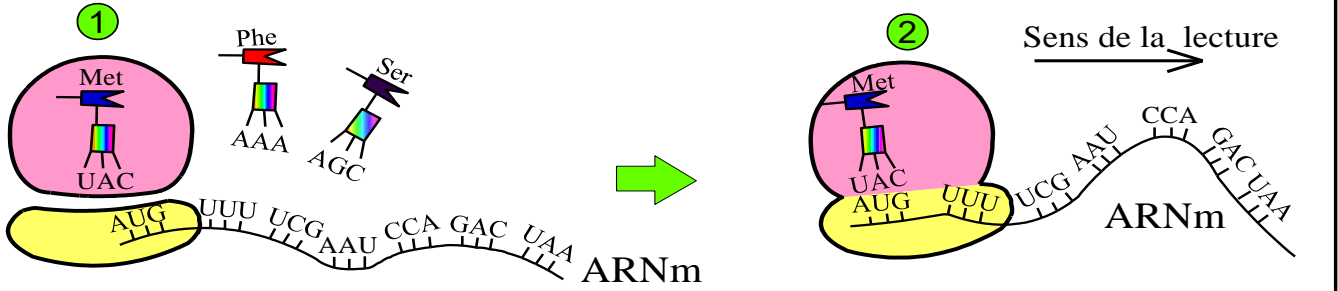
- L'ARN de transfert (ARNt) qui a pour rôle de transporter les acides aminés vers les ribosomes.

- Les acides aminés : élément de base des protéines.

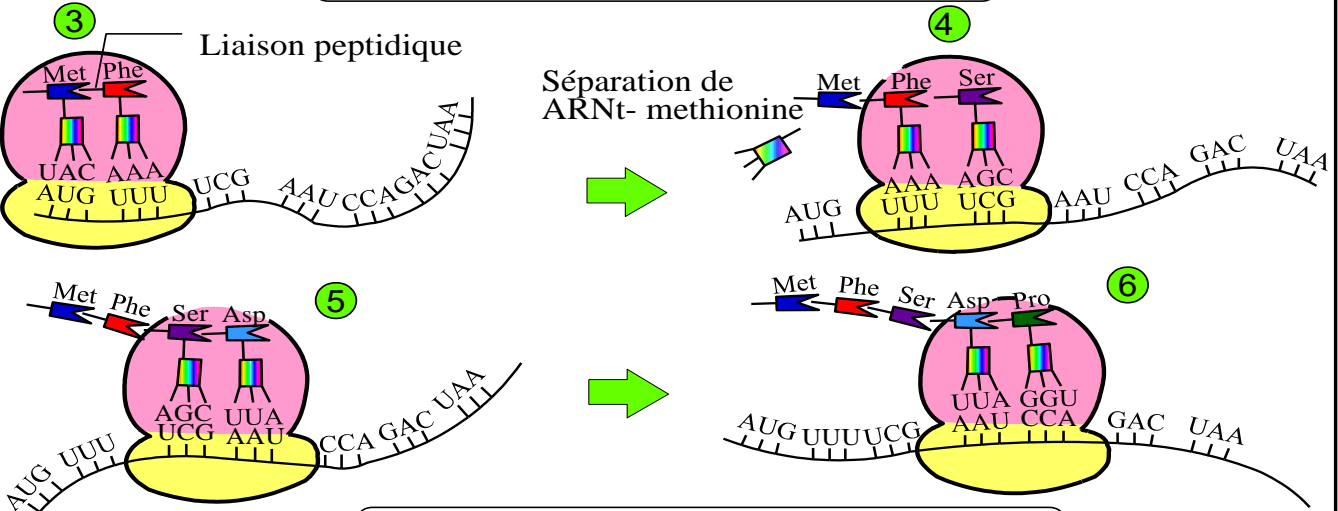


3/ Les étapes de la traduction

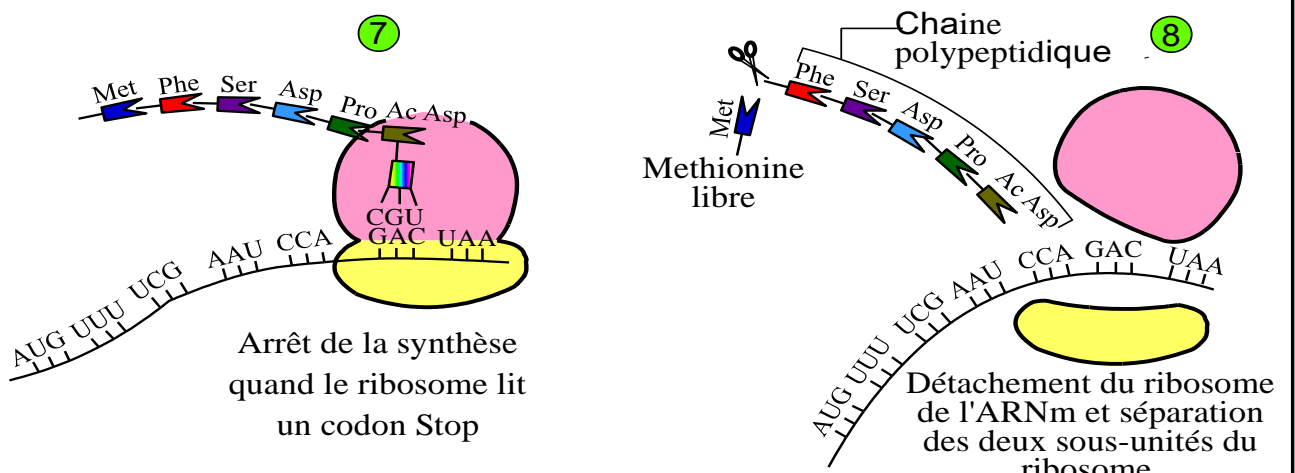
Doc 5: Les trois étapes de la traduction



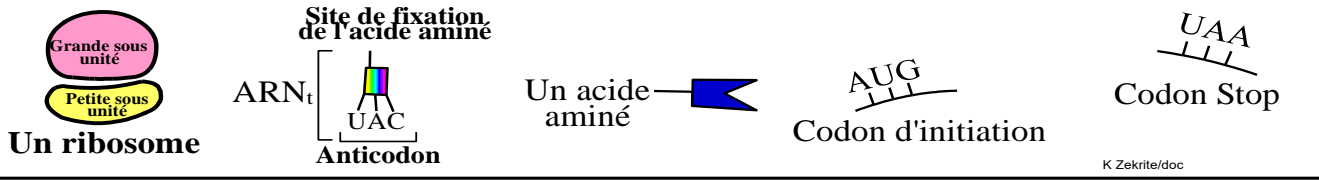
Initiation = ةي ادبلا



Elongation = الا سد تظالة



Terminaison = ةي اهنلا



K Zekrite/doc

La traduction est le décodage de l'information génétique portée par l'ARNm en une protéine (succession d'acides aminés). Elle a lieu dans le cytoplasme et se déroule en trois étapes :

① **L'initiation** : au cours de laquelle la petite sous unité du ribosome se fixe au niveau d'un triplet de l'ARNm. Ce triplet est toujours le codon AUG qui code pour la méthionine. C'est le codon d'initiation. Il y'a lecture de ce codon par le ribosome ce qui entraîne l'appel d'un ARNt à anticodon complémentaire (UAC), et porteur de l'acide aminé correspondant : la méthionine. La grande sous unité s'installe, ainsi le ribosome devient fonctionnel.

② **L'élongation** :

- La lecture du 2^{ème} codon de l'ARNm fait venir un 2^{ème} ARNt à anticodon complémentaire et porteur d'un 2^{ème} acide aminé bien déterminé par le code génétique.
- Une *liaison peptidique* s'établit entre le 1^{er} et le 2^{ème} acide aminé.
- Le 1^{er} ARNt est libéré dans le cytoplasme.
- Le ribosome se déplace alors sur l'ARNm au niveau d'un 3^{ème} codon.
- La lecture de l'ARNm recommence : il y'a appel d'un 3^{ème} ARNt et mise en place d'un 3^{ème} acide aminé. Le polypeptide à trois acides aminés ainsi formé peut continuer à s'allonger par la mise en place d'autres acides aminés grâce à la succession des mêmes événements (association codon- anticodon → formation de liaison peptidique entre deux acides aminés → déplacement du ribosome).

③ **La terminaison** : Lorsque le ribosome arrive à un *codon Stop* (UGA ou UAG ou UAA), la traduction s'arrête car aucun ARNt ne contient l'anticodon correspondant à l'un de ces trois codons. Il y'a dissociation des deux sous-unités du ribosome et libération du polypeptide dans le cytoplasme.

Remarque :

Sur une même molécule d'ARNm, se placent plusieurs ribosomes les uns à la suite des autres, cela forme une structure sous forme d'un collier appelée **polysome** ou **polyribosome**.

Rôle de la reproduction sexuée dans la transmission de l'information génétique et de la stabilité du caryotype.

La reproduction sexuée implique la participation de deux organismes parentaux de la même espèce, de sexe différents. Ce mode de reproduction fait intervenir deux phénomènes fondamentaux :

- la formation des gamètes, cellules haploïdes, ne contenant qu'un exemplaire de chacun des chromosomes caractéristiques de l'espèce et qui sont issues d'une division particulière appelée **la méiose**.

- **La fécondation** : Union des deux gamètes mâle (♂) et femelle (♀), et qui aboutit à la formation d'une cellule appelée œuf, cette cellule subit une intense multiplication par des mitoses successives pour donner un nouveau-né unique génétiquement (à l'exception des vrais jumeaux). Si un individu est unique, c'est que le programme génétique dans la cellule-œuf est unique génétiquement.

I/ Les étapes de la méiose

❖ Seules les cellules germinales (héréditaires = cellules mères des gamètes) subissent la méiose. Elle se trouve au niveau des organes génitaux :

- au niveau des testicules chez les mâles d'animaux et au niveau des ovaires chez les femelles.

- au niveau des organes sexuels de la fleur (anthère et ovaire) chez les végétaux à fleurs.

❖ La méiose est la succession de deux divisions cellulaires :

■ La première division = **division réductionnelle** : elle sépare les chromosomes homologues et aboutit à la formation de 2 cellules à n chromosomes à 2 chromatides.

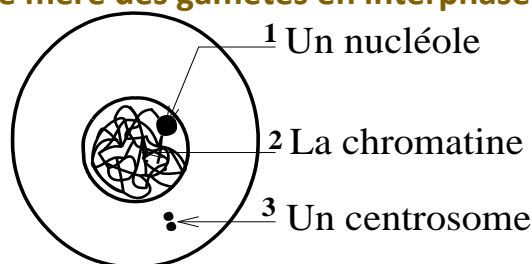
■ La deuxième division = **division équationnelle** : elle sépare les chromatides de chaque chromosome et permet la formation de 4 cellules à n chromosomes à une seule chromatide et donc réduit la quantité d'ADN.

❖ Chacune des deux divisions est constituées de 4 étapes : la prophase, la métaphase, l'anaphase et la télophase. Seule la première division est précédée d'une interphase, il n'y'a pas d'interphase entre la division réductionnelle et équationnelle, en effet à la fin de la 1^{ère} division les chromosomes sont encore dédoublés.

❖ La méiose permet la réduction du nombre de chromosomes et la quantité d'ADN : une cellule germinale diploïde produit 4 cellules haploïdes

Les étapes de la méiose chez une cellule animale :

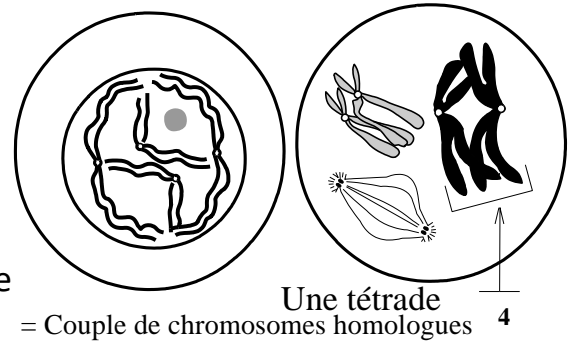
Cellule mère des gamètes en interphase (2n)



1/ Division réductionnelle

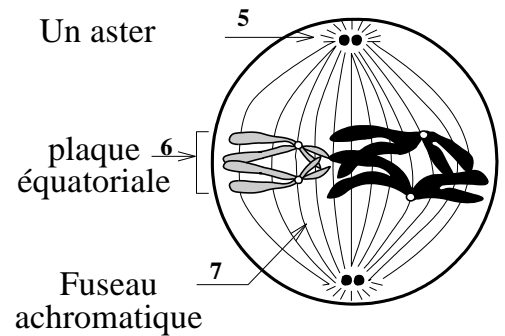
Prophase I :

- Disparition de la membrane nucléaire et du nucléole.
- Formation du fuseau achromatique
- Condensation de la chromatine en chromosomes.
- Les chromosomes homologues constitué chacun de deux chromatides se rapprochent, deux à deux formant des **tétrades**. Cet appariement donne n paires de tétrades.



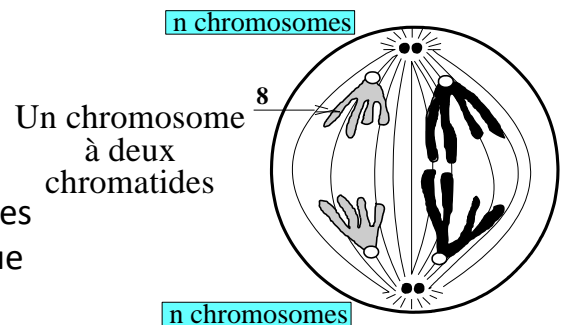
Métaphase I

- Les paires de chromosomes homologues se placent dans le plan équatorial de la cellule formant la plaque équatoriale.
- Les deux chromosomes de chaque paire se font face car leurs centromères sont disposés de part et d'autre de la plaque équatoriale.



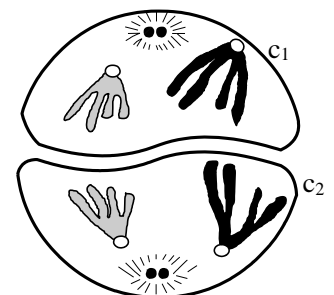
Anaphase I

- Les chromosomes homologues de chaque paire se séparent sans scission de leur centromère et ils migrent chacun vers un pôle de la cellule, on parle de disjonction des chromosomes homologues.
- Il y'a, alors, formation de deux lot de n chromosomes se dirigeant chacun, vers un pôle de la cellule. Chaque chromosome est bichromatidien.



Télophase I

- Les chromosomes de chaque lot, toujours constitués de deux chromatides, arrivent à un pôle de la cellule et se rassemblent
- Division du cytoplasme (cytodiérèse) et formation de **deux cellules filles haploïdes**.

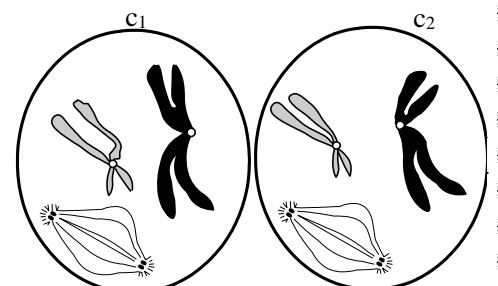


Deux cellules filles (n)

2/ Division équationnelle :

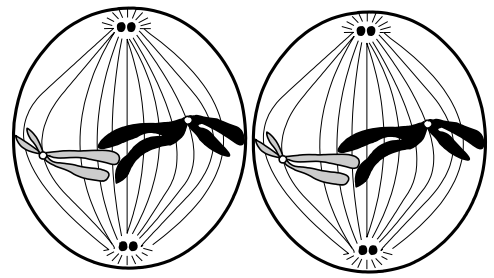
Prophase II

- Formation du fuseau achromatique dans chaque cellule fille.
- Maintien des chromosomes dédoublés (pas de tétrades)



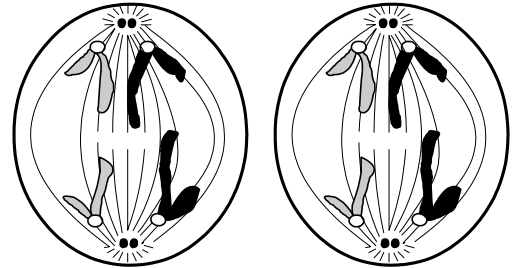
Métaphase II

Disposition des chromosomes bichromatidiens dans le plan équatorial de la cellule, ce qui définit la plaque équatoriale.



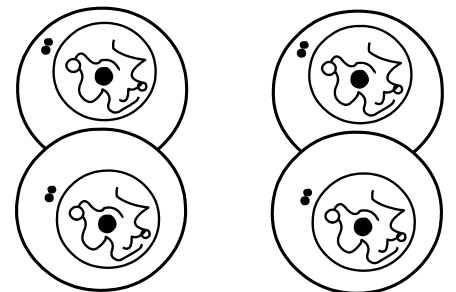
Anaphase II

- Les chromatides soeurs de chaque chromosome se séparent après rupture de leur centromère et migrent vers les pôles opposés de la cellule.
- Ainsi il se forme à chaque pôle des deux cellules n chromosomes, chacun contient un seul chromatide



Télophase II

- Décondensation des chromosomes en chromatine, formation de l'enveloppe nucléaire et du nucléole.
- Division du cytoplasme de chacune des deux cellules, ainsi il se forme quatre cellules filles haploïdes.

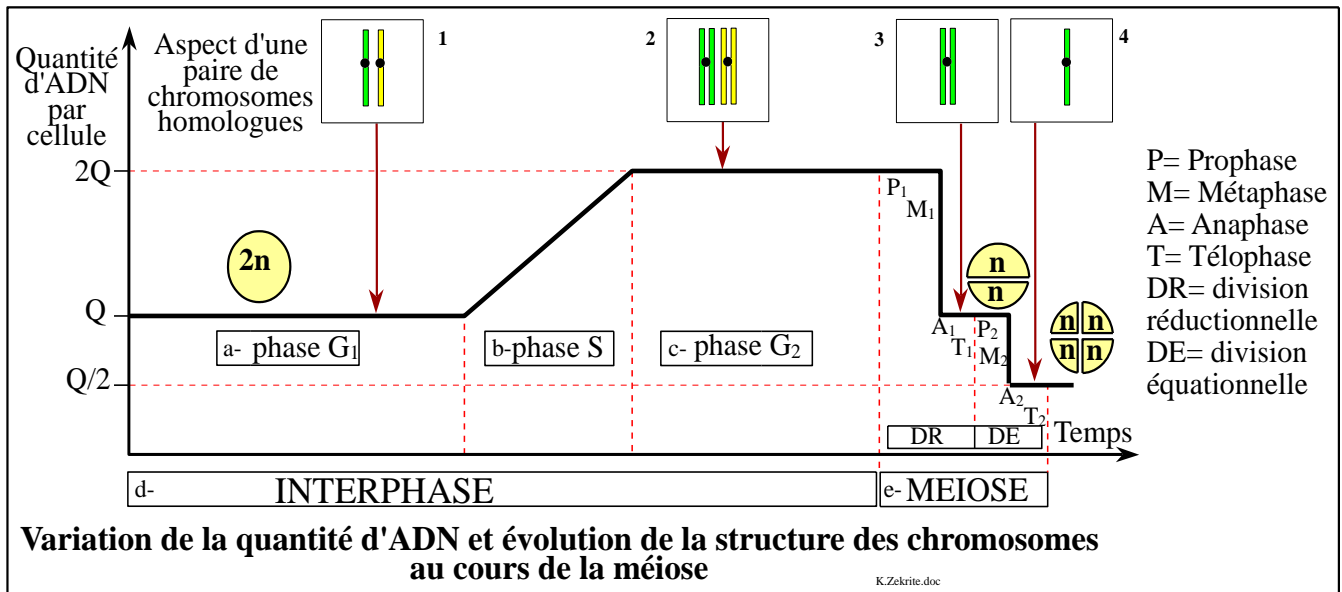


Quatre cellules filles (n)

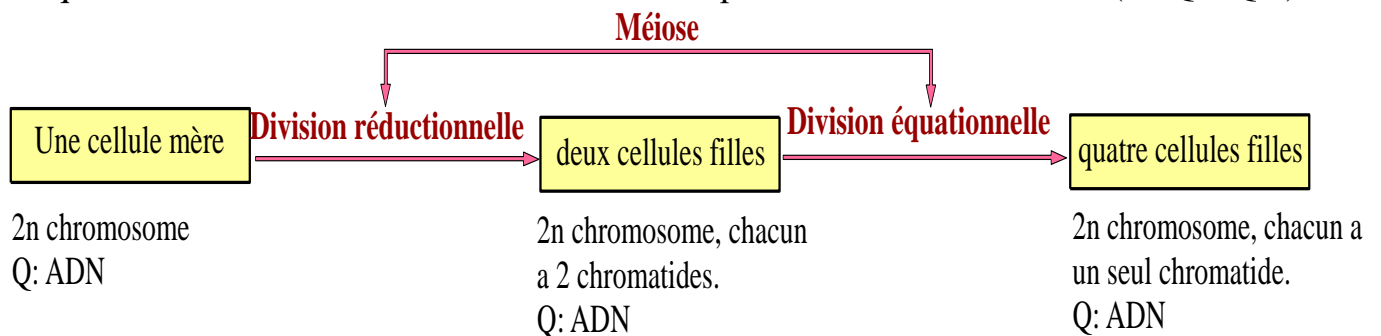
Conclusion :

- ❖ La méiose produit 4 cellules filles haploïdes à partir d'une cellule mère diploïde.
 - ❖ L'étape fondamentale assurant la réduction du nombre de chromosomes est l'anaphase de la division réductionnelle, les deux chromosomes homologues de chaque paire se disjoignent, sans division des centromères, puis s'éloignent l'un de l'autre, ils se retrouvent finalement chacun dans une cellule fille différente. Ainsi, chaque cellule provenant de cette première division ne recevant que l'un ou l'autre des deux chromosomes d'une même paire d'homologues, contient n chromosomes différents : elle est haploïde.
 - ❖ *Pendant l'anaphase I, les chromosomes homologues se séparent et implicitement la paire des chromosomes sexuels, de ce fait :*
 - *L'homme produit deux types de gamètes :*
 - + des spermatozoïdes contenant le chromosome sexuel X ($n = 22A + X$).
 - + des spermatozoïdes contenant le chromosome Y ($n = 22A + Y$).
 - *La femme produit un seul type de gamète ($n = 22A + X$).*
- On dit que la femme est homogamétique alors que l'homme est hétérogamétique.

II/ Variation de la quantité d'ADN au cours de la méiose :



- ★ La méiose est précédée par **la réplication de l'ADN pendant la phase S de l'interphase**, ce qui conduit à un dédoublement de sa quantité (de Q à 2Q) et la transformation des chromosomes monochromatidiens en chromosomes bichromatidiens.
- ★ Pendant l'anaphase de la division réductionnelle, les chromosomes homologues se séparent, ce qui entraîne la diminution de la quantité d'ADN de moitié (de 2Q à Q).
- ★ Pendant l'anaphase de la division équationnelle, les chromatides de chaque se séparent, ce qui entraîne une deuxième diminution de la quantité d'ADN de moitié (de Q à Q/2).



III/ Rôle de la méiose dans le brassage des chromosome et la diversité des gamètes

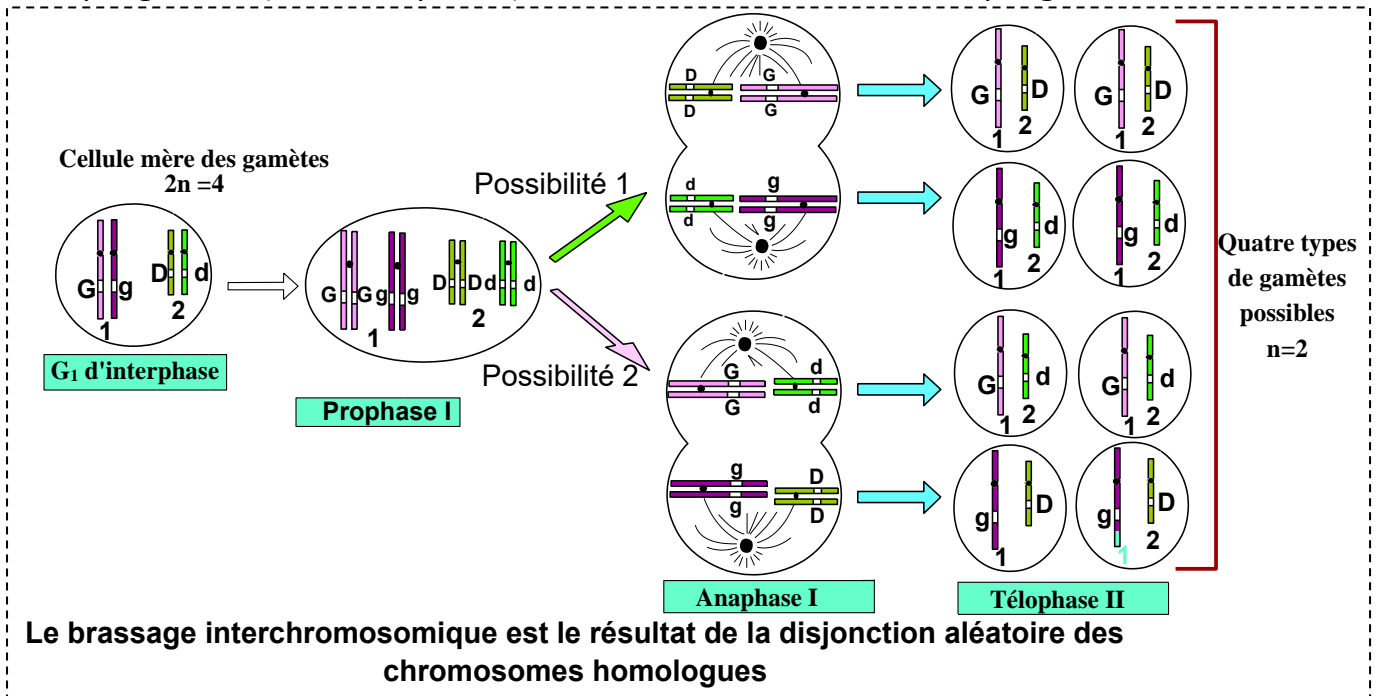
1/ Brassage interchromosomique et diversité des gamètes (voir schéma):

La méiose permet :

- ❖ **La réduction du nombre de chromosomes** : la méiose permet le passage de la diploidie (2n) à l'haploidie (n).
- ❖ **Le brassage interchromosomique** : lors de l'anaphase I de la division réductionnelle, les chromosomes homologues se répartissent au hasard, le chromosome d'une paire peut se mélanger avec l'un ou l'autre chromosome d'une deuxième paire, ceci est valable pour les n paires de la cellule mère diploïde. Cette disjonction aléatoire conduit à des multitudes de combinaisons possibles des chromosomes, on parle de.
- ❖ **La diversité des gamètes** : les chromosomes homologues peuvent porter des allèles

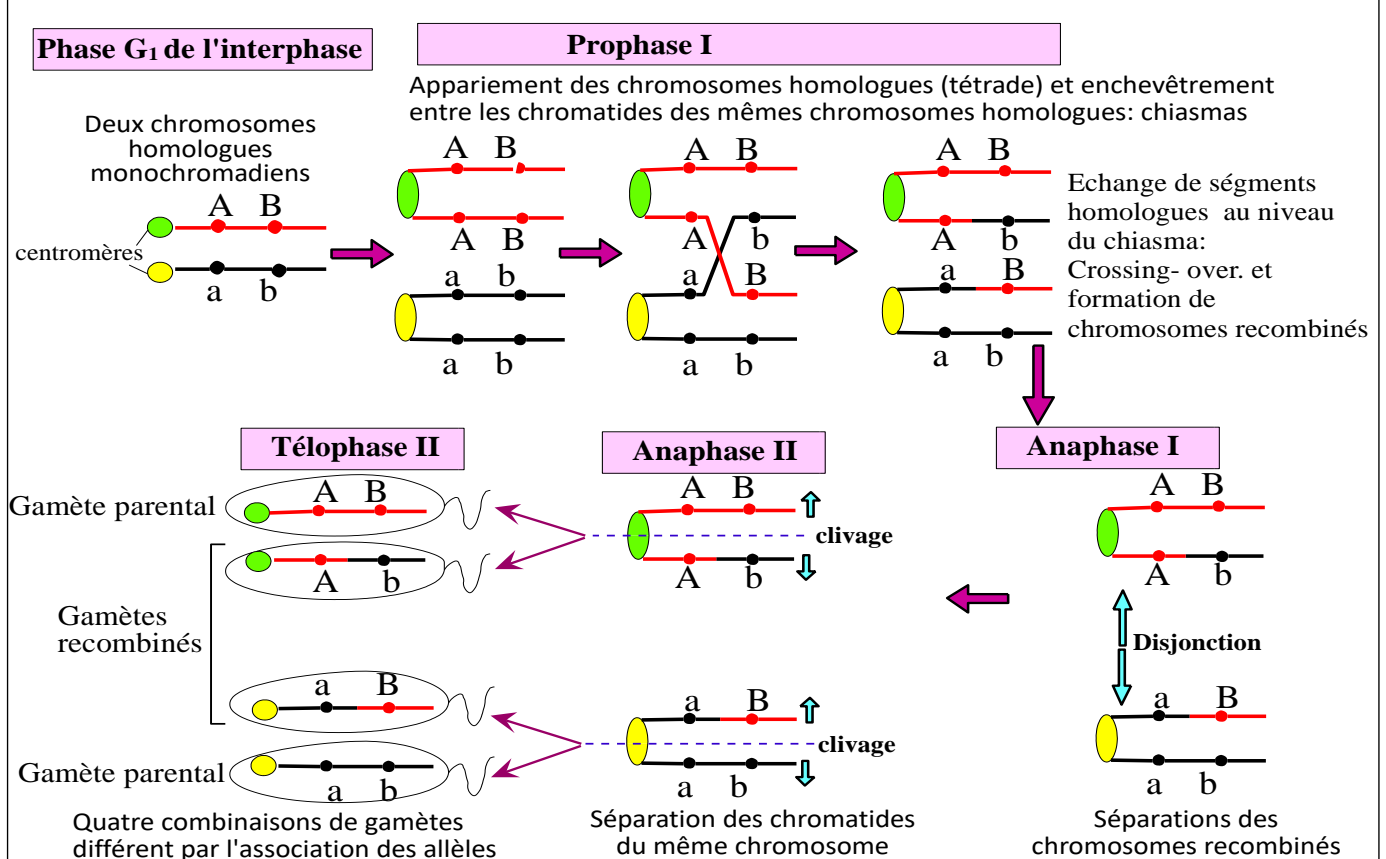
différents, leur répartition au hasard par le brassage interchromosomique entraîne un très grand nombre de combinaisons alléliques possibles dans les gamètes.

❖ **La disjonction des allèles du même gène** : la séparation des chromosomes homologues en anaphase I aboutit à la séparation des allèles du même gène, ainsi chaque gamète (cellule haploïde) contient un seul allèle de chaque gène.



2/ Brassage intrachromosomique et diversité des gamètes :

Fig (b): Le brassage intrachromosomique est le résultat du crossing-over (enjambement)



✿ Pendant chaque méiose, sauf cas exceptionnel, il peut se produire un échange réciproque de fragments de chromatides appartenant à deux chromosomes homologues : c'est le phénomène **d'enjambement = crossing-over** qui survient pendant la prophase I (donc avant la séparation anaphasique). Ainsi des allèles portés initialement par un chromosome, peuvent grâce aux crossing-over être « brassés » avec les allèles portés par le chromosome homologue. De nouvelles associations d'allèles sont ainsi créés donnant naissance à **des chromatides recombinés** différents génétiquement des **chromatides parentaux**. Ce brassage due aux crossing-over est appelé **brassage intrachromosomique**.

✿ Le brassage intrachromosomique permet **l'amplification de la diversité des gamètes** produites, le nombre de possibilité pour les gamètes devient gigantesque.

IV/ Rôle de la fécondation dans le brassage des chromosomes et la diversité des œufs :

❖ La fécondation, événement central de la reproduction sexuée, consiste en une fusion d'un gamète mâle haploïde et un gamète femelle haploïde, elle aboutit à la formation d'une cellule appelée œuf ou zygote diploïde. La fécondation permet donc le retour à la diploïdie (2n).

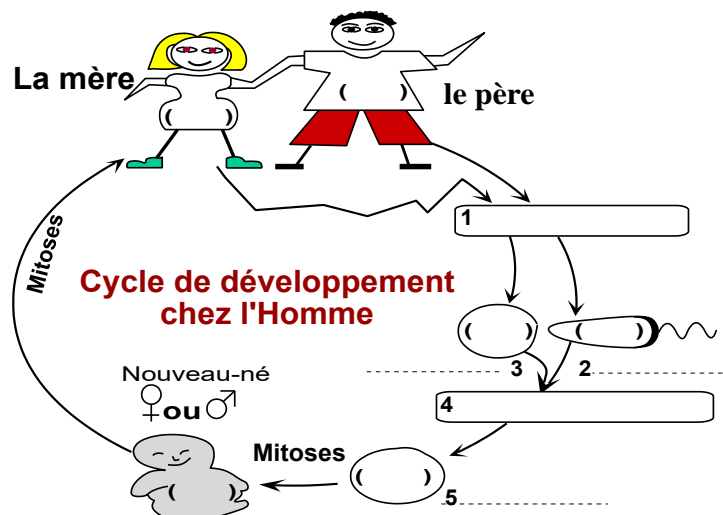
❖ La fécondation permet l'union des chromosomes homologues et le rassemblement des allèles du même gène. Le chromosome de chaque paire du caryotype d'un individu est d'origine paternel, son homologue est d'origine maternel.

❖ Lors de la fécondation, l'union des gamètes se fait au hasard. Comme chaque gamète apporte son propre groupe d'allèles, la fécondation entraîne de nouvelles combinaisons d'allèles. Le nombre de combinaisons génétiques différentes entre un ovule et un spermatozoïde est considérable. **La fécondation amplifie donc le brassage génétique ce qui approfondie la diversité génétique des individus.**

❖ Les gamètes femelles portant le chromosome sexuel X, peuvent au hasard rencontrer le spermatozoïde contenant le chromosome X ou le spermatozoïde portant le chromosome Y, c'est ce qui permet d'expliquer le sexe du nouveau-né. En général, il naît autant de garçons que de filles.

V/ Rôle de la méiose et la fécondation dans la stabilité du matériel héréditaire chez l'espèce.

- 1 = Méiose
- 2 = Gamète mâle (n)
- 3 = Gamète femelle (n)
- 4 = Fécondation
- 5 = Œuf (2n)



❖ L'alternance de la méiose et de la fécondation lors de la reproduction sexuée, assure donc le maintien du bagage chromosomique caractéristique de chaque espèce : la méiose produit des cellules haploïdes à partir des cellules germinales parentales diploïdes, alors que la fécondation fusionne les gamètes haploïdes et rétabli de nouveau l'état diploïde.

❖ La reproduction sexuée ne crée pas de nouveaux gènes mais elle invente un nouveau mélange génétique en créant de nouvelles combinaisons de gènes, c'est ce qui explique le fait que les descendants présentent des traits empruntés à l'un ou l'autre des parents, mais ils ne sont pas identiques ni à l'un des parents ni à leurs frères et sœurs. Chaque individu possède un génotype et un phénotype unique.

❖ **Le polymorphisme génétique** est dû aux mutations qui créent de nouveaux allèles et à la reproduction sexuée qui par le brassage inter et intra-chromosomique crée de nouvelles combinaisons d'allèles.

Les lois statistiques de la transmission des caractères héréditaires chez les diploïdes

❖ La génétique est une partie de la biologie qui étudie la transmission des caractères héréditaires et les propriétés des gènes.

I/ Quelques définitions :

Race ou lignée pure : lignée dont laquelle le patrimoine héréditaire est identique, et les croisements entre ses individus donnent des descendants semblables et identique aux parents pour ce caractère.

Individu homozygote = de race pure : se dit d'un individu dont les cellules contiennent deux allèles identiques d'un gène donné (exemple A//A ou Xb//Xb).

Individu hétérozygote = hybride : se dit d'un individu dont les cellules contiennent deux allèles différents d'un gène donné (exemple A//a ou XB//Xb).

Hybridation : Croisement entre deux individus de même espèce ayant des génotypes ou des phénotypes différents concernant le même caractère héréditaire. L'hybridation participe dans la diversité des phénotypes (polymorphisme).

Monohybridisme : le monohybridisme est l'étude de la transmission d'un seul caractère héréditaire présentant deux formes alléliques différentes (un seul gène = un couple d'allèles).

Dihybridisme : Etude de la transmission de deux caractères héréditaires présentant 4 formes alléliques différentes (deux gènes = deux couples d'allèles).

Allèle dominant est un allèle dont l'expression confère à la cellule et/ou à l'organisme son phénotype chez un hybride. Par convention l'allèle dominant est représenté par une lettre majuscule.

Allèle récessif est un allèle dont l'expression est masqué et non visible dans le phénotype de la cellule et/ ou de l'organisme chez un hybride. Par convention, l'allèle récessif est représenté par une lettre minuscule.

Codominance = dominance intermédiaire : c'est une expression phénotypique intermédiaire entre celle des deux parents chez un hétérozygote de la génération F1. Exemple si on croise deux lignées pures de plantes, l'une à fleurs rouge et l'autre à fleurs blanches, si on obtient des individus F1 portant des fleurs rose, on dirait qu'il s'agit d'une codominance. La codominance est un facteur de diversité des phénotypes (polymorphisme génétique).

Génération homogène : Génération dont tous les individus ont le même phénotype.

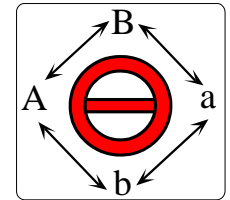
Génération hétérogène : Génération dont tous les individus n'ont pas le même phénotype.

II/ Démarche de la génétique Mendélienne:

- ❖ La génétique Mendélienne repose sur une démarche expérimentale qui consiste :
 - La sélection de lignées pures pour un caractère donné chez l'être choisi pour l'étude.
 - Réaliser des croisements d'hybridation entre les individus choisis, différents par un seul caractère ou plus.
 - Exploiter les résultats :
 - Etude statistique des différents phénotypes obtenus.
 - Analyse des statistiques : on utilise les statistiques de chaque croisement pour tirer des conclusions concernant le mode de transmission du caractère.
 - Interprétation génétique des statistiques : pour effectuer l'interprétation chromosomique des résultats d'un croisement, on doit
 - Déterminer les génotypes des parents croisés.
 - Présenter les deux phénomènes de la reproduction sexuée: la méiose, qui permet la disjonction des chromosomes homologues et donc la séparation des allèles de chaque gène et la fécondation, qui permet la rencontre des chromosomes homologues des parents et donc la rencontre des allèles du même gène.
- ❖ L'interprétation chromosomique des résultats d'un croisement repose sur des conventions d'écriture :
 - ◆ Le caractère est représenté le plus souvent par la première lettre de sa nomenclature latine.
 - ◆ L'allèle dominant est représenté par une lettre majuscule. L'allèle récessif est représenté par une lettre minuscule.
 - ◆ Dans le cas de la codominance on représente le plus souvent les deux allèles par des lettres majuscules.
 - ◆ Le phénotype s'écrit entre crochets [], en utilisant le plus souvent les mêmes symboles que les allèles qui le déterminent.
 - ◆ Le génotype s'écrit entre parenthèse, en utilisant des symboles pour chaque allèle considéré. Chaque chromosome est représenté par une barre horizontale (ou oblique)
 - ◆ Un croisement est symbolisé par une croix (x).

III/ Les lois de Mendel

- ❖ La génétique Mendélienne obéit aux lois de Mendel : La 1^{ère}, la deuxième et la troisième loi de Mendel.
- ❖ La première et la deuxième loi de Mendel s'appliquent dans le cas du monohybridisme et du dihybridisme, alors que la troisième loi de Mendel s'applique seulement au dihybridisme.
- ❖ **Première loi de Mendel = loi de l'uniformité des hybrides** : « Si l'on croise deux races pures distinctes par un seul caractère, tous les descendants de la première génération (F₁), sont identiques (même phénotype et même génotype) et hybrides (hétérozygotes) »
- ❖ **Deuxième loi de Mendel = loi de disjonction des allèles ou loi de pureté des gamètes** : « Les deux allèles d'un même gène se séparent lors de la formation des gamètes (méiose). Chaque gamète ne contient que l'un ou l'autre allèle. On dit que le gamète (cellule haploïde) est ***pur***. »
- ❖ **Troisième loi de Mendel : Loi d'indépendance des couples d'allèles** : « Lors de la formation des gamètes les paires d'allèles se séparent de façon indépendante, autrement dit la ségrégation du couple d'allèles (A, a) déterminant un caractère donné se fait de manière indépendante de la ségrégation du couple d'allèles (B, b) déterminant un autre caractère dont le gène est porté par une paire de chromosome différente au premier, le schéma ci-contre représente la séparation de ces allèles selon la 3^{ème} loi de Mendel. »



III/ Les types de croisements :

- ❖ **Croisement des parent P de race pure** : par exemple : P1 souris à pelage noir x P2 souris à pelage blanc. Ces croisements donnent une première génération de descendance symbolisée par F₁
- ❖ **Croisement des hybrides**: F₁ x F₁, ces croisements donnent une deuxième génération de descendance symbolisée par F₂
- ❖ **Croisement test = test cross = croisement de contrôle** : le croisement test a pour but de déterminer le génotype d'un individu qui présente un phénotype dominant. Cet individu peut être soit hétérozygote, soit homozygote pour l'allèle dominant. Le moyen le plus efficace de connaître son génotype est de le croiser avec un organisme testeur exprimant le phénotype récessif, et donc nécessairement homozygote et qui produit un seul type de gamètes. Les phénotypes de la génération suivante permettent de déterminer le génotype du parent testé ayant un phénotype dominant.
- ❖ **Croisement en retour = rétrocroisement = « back cross »** : est le croisement d'un hybride de F₁ avec l'un de ses parents portant le caractère récessif. Ce croisement permet de connaître les proportions et le génotype des gamètes produits par l'individu F₁ (le parent récessif produit un seul type de gamètes).
- ❖ **Les croisements réciproques = inverse** : le croisement entre individus de deux souches peut être réalisé de deux façons dites réciproques : l'un des caractères alternatifs peut

être apporté soit par un parent soit par l'autre. Par exemple, on peut croiser une femelle de phénotype récessif par un mâle de phénotype dominant ou une femelle de phénotype dominant par un mâle de phénotype récessif, ces deux croisements sont dit réciproques ou inverses.

IV/ Résultats statistiques des croisements de quelques cas de transmission des caractères :

1/ Cas de monhybridisme pour un gène non lié au sexe :

a – Cas de dominance de l'un des allèles

❖ les hybrides (F₁) présentent le phénotype de l'un des parents, on dit que le caractère de ce parent est dominant, et celui de l'autre est récessif.

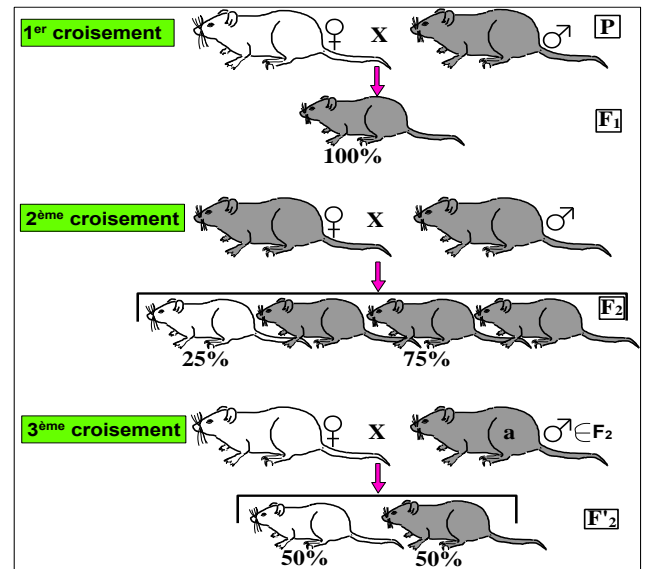
❖ Le croisement des hybrides (F₁x F₁) donne une génération F₂ constituée de :

- * 75% des individus [dominant].
- * 25% des individus [récessif]

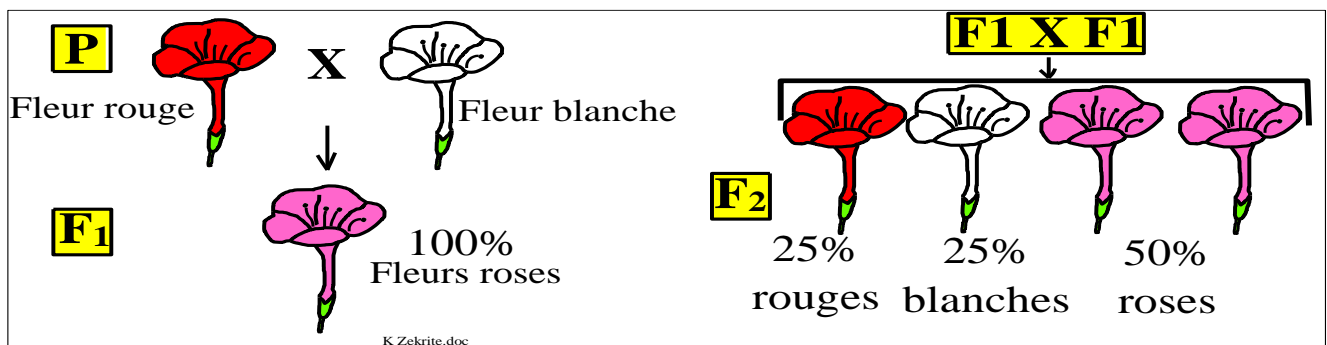
❖ Le croisement en retour (back cross) :

F₁ x P récessif donne :

- * 50% des individus [dominant].
- * 50% des individus [récessif]



b – Cas de codominance ou dominance intermédiaire



❖ Le croisement des lignées pures (P₁ x P₂) donne une génération F₁ hybride (hétérozygote), homogène présentant un phénotype intermédiaire entre celui des parents ou un mélange des phénotypes des parents.

❖ Le croisement des hybrides (F₁x F₁) donne une génération F₂ constituée de trois phénotypes qui se répartissent comme suit :

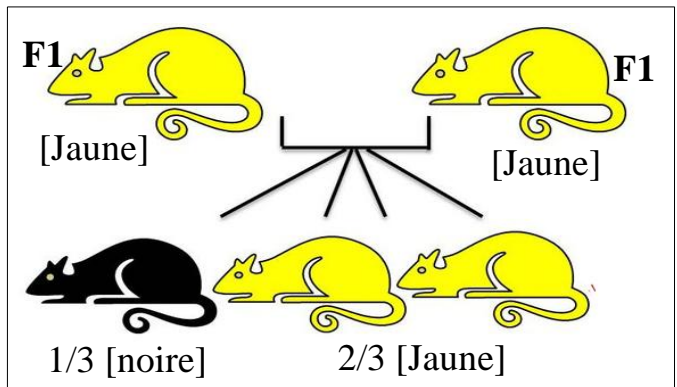
- * 25% = ¼ d'individus de lignée pure ressemblant à l'un des parents.
- * 25% = ¼ d'individus de lignée pure ressemblant à l'autre parent.
- * 50% = ½ d'individus hybrides ressemblant à F₁ (phénotype intermédiaire)

c – Cas de dominance absolue avec un gène létal :

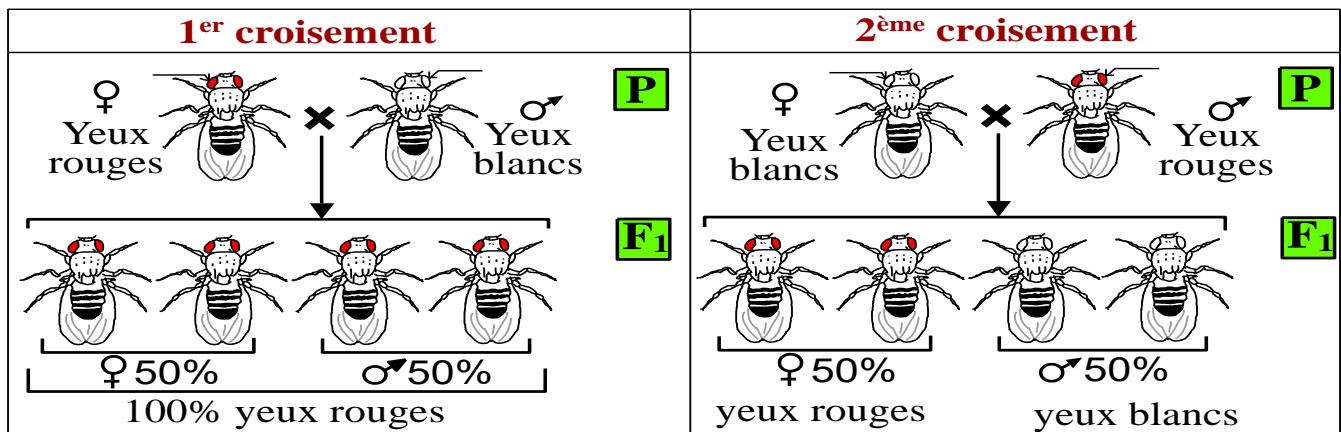
❖ Un allèle est dit létal lorsque les individus homozygotes pour le gène létal ne sont pas viables (ce génotype cause la mort des individus qui le portent).

❖ Le croisement des hybrides (F1xF1) donne une génération F2 constituée de deux phénotypes qui se répartissent comme suit :

- * 2/3 des individus à caractère [dominant]
- * 1/3 des individus à caractère [récessif]



2/ Cas de monybridisme pour un gène lié au sexe :

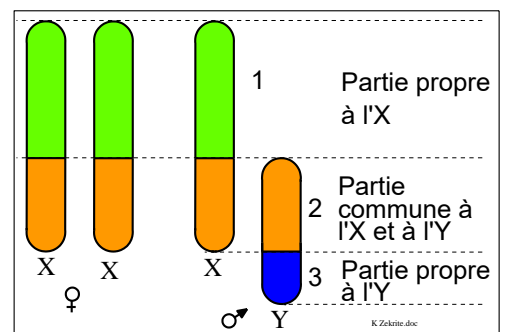


❁ On peut savoir qu'un gène est lié au sexe (porté par le gonosome sexuel X ou Y) par les critères suivants:

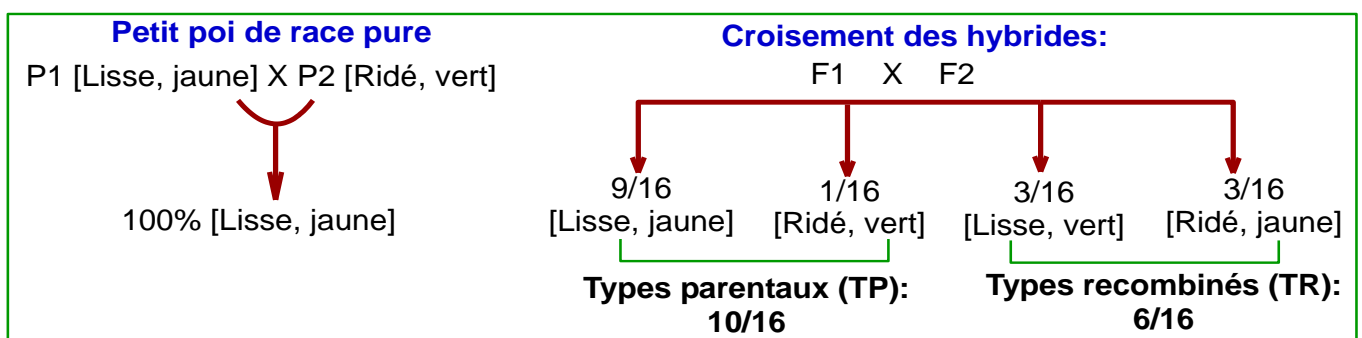
- L'exception de la 1^{ère} loi de Mendel : la génération F1 est hétérogène même si les parents sont de race pure : le phénotype des mâles diffère du phénotype des femelles.
- Les croisements réciproques donnent des résultats différents.

❁ Si les mâles ressemblent à leur mère et les femelles ressemblent à leur père : le gène est porté par le chromosome X (partie propre à X)

❁ Si les mâles ne ressemblent qu'à leur père : le gène est porté par le chromosome Y (partie propre à Y)



3/ Cas de dihybridisme pour deux gènes indépendants non liés au sexe avec dominance absolue des deux gènes



Lorsqu'il s'agit de deux caractères non liés au sexe avec une dominance absolue portés par deux chromosomes différents : gène indépendants :

- La génération F_1 obéit à la première loi de Mendel.
- Le croisement des individus F_1 entre eux donne une génération F_2 constituée de quatre phénotypes : **2 phénotypes parentaux ($9/16 + 1/16$) et 2 phénotypes recombinés ($3/16 + 3/16$).**
- **Le test cross** permet de vérifier l'indépendance des deux gènes. Lorsqu'on croise un hybride F_1 avec un double homozygote récessif on obtient dans le cas de deux gènes indépendants quatre phénotypes avec des proportions égales ($\frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$), **deux de ces phénotypes sont parentaux (50%) et les deux autres sont recombinés (50%).**

4/ Cas de dihybridisme pour deux gène indépendants autosomales avec double codominance :

Lorsqu'il s'agit de deux caractères non liés au sexe avec une double codominance portés par deux chromosomes différents : gène indépendants :

- La génération F_1 obéit à la première loi de Mendel.
- Le croisement des individus F_1 entre eux donne une génération F_2 constituée de 9 phénotypes dont les proportions :

$$4/16 + 2/16 + 2/16 + 2/16 + 2/16 + 1/16 + 1/16 + 1/16 + 1/16$$

5/ Cas de dihybridisme pour deux gène indépendants non liés au sexe avec dominance et codominance

Lorsqu'il s'agit de deux caractères non liés au sexe portés par deux chromosomes différents : gène indépendants avec dominance absolue pour l'un des gènes et codominance pour l'autre gène

- La génération F_1 obéit à la première loi de Mendel.
- Le croisement des individus F_1 entre eux donne une génération F_2 constituée de 6 phénotypes dont les proportions :

$$6/16 + 3/16 + 3/16 + 2/16 + 1/16 + 1/16$$

6/ Cas de dihybridisme pour deux gène liés autosomales avec une double dominance absolue :

Lorsqu'il s'agit de deux caractères non liés au sexe avec une dominance absolue pour les deux gènes et si les gènes sont portés par le même chromosome : gène liés :

- ❖ La génération F_1 obéit à la première loi de Mendel.
- ❖ Le back cross permet de vérifier le linkage des deux gènes : Lorsqu'on croise un hybride F_1 avec un double homozygote récessif on obtient :
 - Dans le cas du linkage absolu (absence du crossing-over lors de la formation des gamètes de F_1): on obtient deux phénotypes parentaux avec des proportions égales ($\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$) avec absence des types recombinés.
 - Dans le cas du linkage relatif (intervention du crossing-over.): on obtient quatre phénotypes avec des proportions non équiprobables : deux phénotypes parentaux

majoritaires (une proportion élevée) et deux phénotypes recombinés minoritaires.

V/ Etablissement de la carte factorielle :

↪ La carte factorielle = la carte génétique est une représentation de la disposition linéaire des loci (emplacements des gènes) sur un chromosome en respectant l'ordre dans lequel se succèdent les gènes et la distance relative entre eux.

↪ La réalisation de la carte factorielle se fait par :

- Le calcul de la distance entre les gènes portés par ce chromosome par deux à deux.
- La représentation de la carte factorielle : on représente le chromosome par un trait sur lequel on dispose les loci des gènes étudiés, en respectant les distances calculées.

↪ Le crossing-over chez un hybride permet d'obtenir des gamètes recombinés responsables de l'apparition des phénotypes recombinés (TR) qui permet de déterminer la distance entre deux gènes par la relation de Morgan :

Distance entre deux gènes en CMg = pourcentage des gamètes recombinés

Avec 1CMg = 1% des gamètes recombinés

فضلا لا تنسوني من صالح الدعاء



Testez vos connaissances

Nature de l'information génétique

I/ Pour chacune des propositions suivantes, il y a une seule suggestion correcte. Adresser à chaque proposition la suggestion correcte.

Q1- si on transplante (نزرع) un noyau d'une cellule d'amibe A dans une cellule d'amibe B dépourvu de noyau :

- A- La cellule B dégénère (meurt).
- C- La cellule B croit selon les caractères propres à l'amibe B.
- D- La cellule B croit selon les caractères propres à l'amibe A.
- C- La cellule B ne peut plus produire ses protéines.

Q2- La molécule d'ADN :

- A- est le support de l'information génétique.
- B- dans la cellule, elle est nue : non associée à des protéines histones.
- C- c'est une double hélice d'un diamètre de 2000nm.
- D- elle contient des liaisons hydrogènes entre les désoxyriboses.

Q3- La réplication de l'ADN a lieu :

- A- uniquement avant la mitose grâce à l'ARN polymérase qui copie l'ADN.
- B- uniquement avant la méiose grâce à l'ADN polymérase qui copie l'ADN.
- C- avant la première division de la méiose grâce à l'ARN polymérase qui copie l'ADN.
- D- grâce à l'ADN polymérase qui copie l'ADN pendant l'interphase.
- C- juste avant la deuxième division de la méiose grâce à l'ADN polymérase qui copie l'ADN.

Q4- Le centrosome:

- A- Est un endroit précis du chromosome ;
- B- Est un organite propre à la cellule végétale ;
- C- Se transforme en aster lors de la mitose ;
- D- Est un organite cytoplasmique nécessaire à la traduction.

Q5- Chaque nucléotide de l'ADN est formé de :

- A- Ribose + acide aminé + l'une des bases azotées (A,C G, T).
- B- Ribose + acide phosphorique + l'une des bases azotées (A,C G, T).
- C- Désoxyribose + acide phosphorique + l'une des bases azotées (A,C G, U).
- D- Désoxyribose + acide phosphorique + l'une des bases azotées (A,C G, T).

Q6- Le processus de réplication d'ADN :

- A- Se déroule dans le sens 5' → 3' pour le brin néoformé.
- B- Se déroule dans le sens 3' → 5' pour le brin néoformé.
- C- Se déroule pendant la phase G1 de l'interphase.
- D- Se déroule pendant l'anaphase de la mitose.

Q7- Les outils nécessaires à la réplication de l'ADN sont :

- A- les nucléotides, l'hélicase, l'ADN mère ;
- B- L'ADN polymérase, les nucléotides, l'hélicase, l'ADN mère ;
- C- Les acides aminés, l'ARNm, les nucléotides, les centrosomes ;
- D- L'ARN polymérase, les nucléotides, L'ATP synthase, l'ADN mère.

Q8- Les chromosomes :

- A- Sont constitués uniquement d'ADN ;
- B- Se trouvent uniquement dans les cellules en métaphase ;
- C- Sont le support de l'information génétique ;

D- Se dédoublent pendant la prophase de la mitose.

Q9- Lors de la prophase de la mitose :

A- il y'a appariement des chromosomes homologues formant des tétrades.

B- peut surgir le phénomène de crossing-over entre les chromosomes homologues.

C- les chromosomes s'individualisent et chacun apparait formé de deux chromatides homologues.

D- la cellule perd sa membrane cytoplasmique.

E- les chromosomes s'entourent par la membrane nucléaire.

Q10- Durant l'anaphase de la mitose d'une cellule animale :

A- Les deux chromatides sœurs migrent vers des sens opposés.

B- Les deux chromatides sœurs migrent vers les mêmes pôles.

C- Les deux chromosomes homologues migrent vers des sens opposés sans cassure du centromère.

D- Les chromosomes se regroupent dans la zone équatoriale de la cellule.

E- la membrane cytoplasmique se resserre et divise le cytoplasme en deux compartiments.

II/ Répondre par vrai ou faux aux suggestions suivantes :

1) Les bases azotées des deux brins d'ADN complémentaires sont liées entre elles par des liaisons peptidiques.

2) Au cours de la réplication d'ADN, le nombre de chromosomes double.

3) Lors de la télophase d'une mitose, l'enveloppe nucléaire se reforme et la chromatine réapparaît.

4) Une cellule diploïde à 6 chromosomes renferme 12 chromosomes durant la phase S de l'interphase.

III/ Le document ci-contre, représente un caryotype d'une cellule somatique du chimpanzé.

1/ la formule chromosomique globale de cette cellule est.

A- $2n = 46$.

D- $n = 18$.

B- $2n = 48$.

E- $2n = 36$.

C- $2n = 18$.

2/ Cette cellule peut être qualifiée par :

A- Une cellule haploïde ; C- Une cellule diploïde ;

B- Une cellule énucléée ; D- Une ce cellule interphasique.

3/ La réalisation du caryotype repose sur plusieurs techniques dont les principales sont les suivantes :

a) classer les chromosomes selon des critères déterminés ;

b) prise d'une photo des chromosomes fixés et colorés ;

c) Arrêter la mitose des cellules en métaphase ;

d) Placer les cellules dans un milieu moins concentré pour les faire éclater ;

e) Culture des cellules pour qu'elle se multiplient.

L'ordre chronologique exact de ces différentes techniques est :

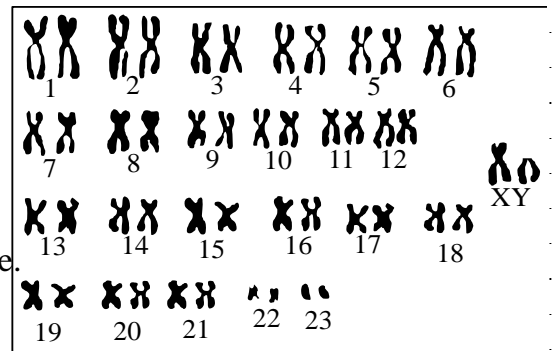
A/ $e \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$.

B/ $e \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow b \rightarrow a$.

C/ $e \rightarrow d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a$.

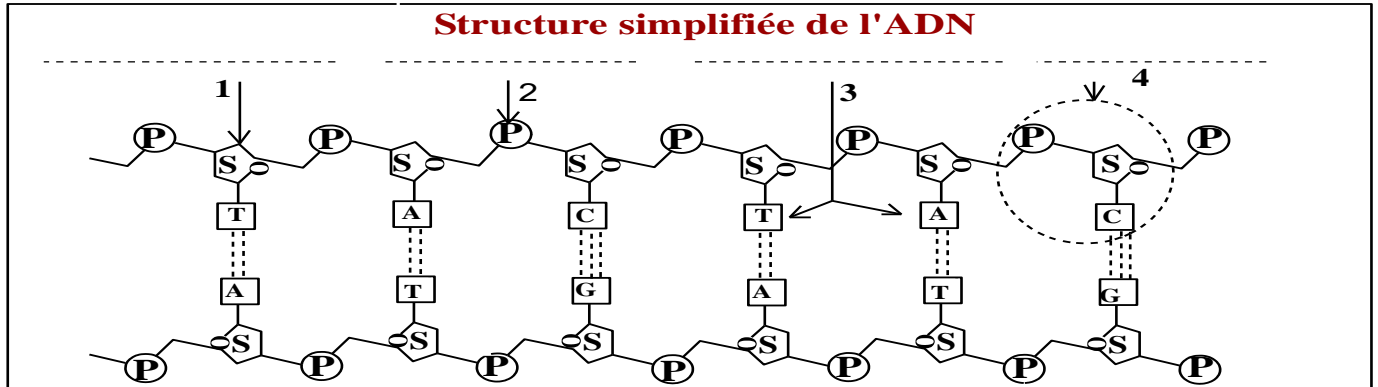
D/ $e \rightarrow a \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow b$.

IV/ Correspondre à chaque numéro de la colonne A, la lettre qui lui correspondent dans la colonne B :



Colonne A	Colonne B	Réponses
1/ Photo des chromosomes non classés de la cellule.	a/ Cycle cellulaire	(1, ---)
2/ Cellule ayant des paires de chromosomes.	b/ Diploïde	(2, ---)
3/ Les chromosomes y forment la plaque équatoriale	c/ Métaphase	(3, ---)
4/ Interphase + mitose	d/ Garniture chromosomique	(4, ---)

V/ Le schéma suivant résume la structure simplifiée de la molécule d'ADN :

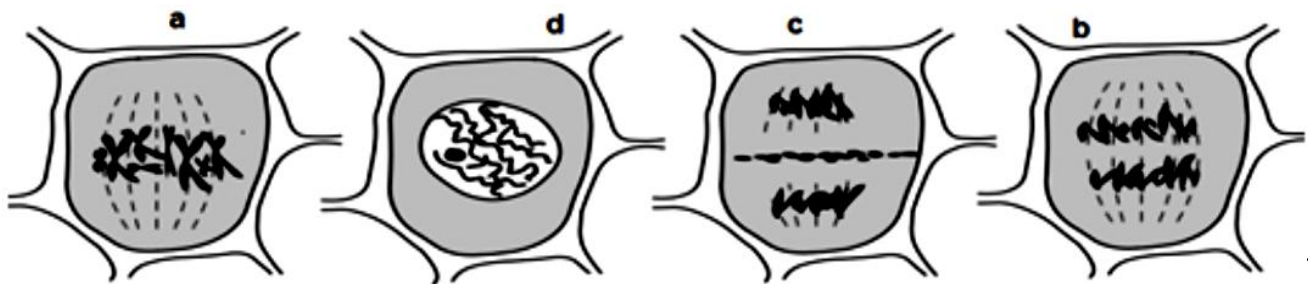


1/ Identifiez les éléments numérotés de 1 à 4.

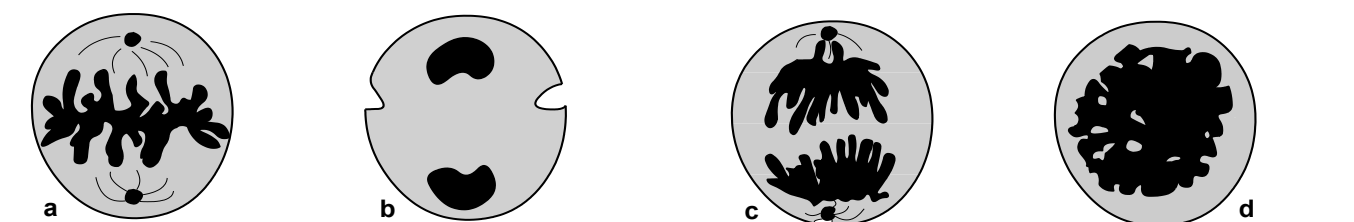
2/ Sachant que la double hélice de cette molécule d'ADN est composée de 8000 nucléotides avec une répétition de 1000 molécules de guanines, le nombre total de cytosines, de thymines et d'adénines dans cette double hélice est :

- A- 1000C + 2000T + 4000A.
- B- 3000T + 1000C + 3000A.
- C- 1000T + 3000C + 3000A.
- D- 2000A + 2000C + 2000T.

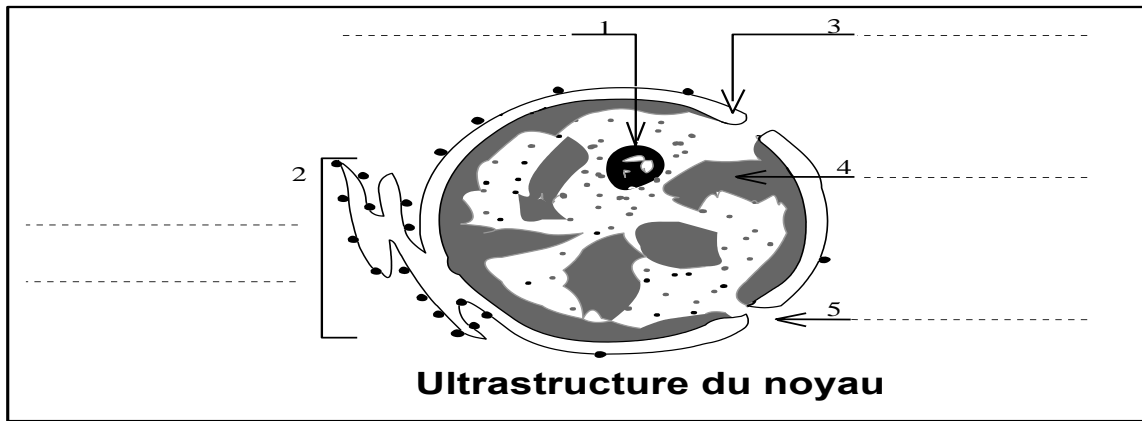
VI/ Les images suivantes présentent les étapes de la mitose chez une cellule végétale, identifiez le nom de ces étapes :



VII/ Les images suivantes présentent les étapes de la mitose chez une cellule animale, identifier chacune de ces étapes :



V/ Le schéma suivant représente l'ultrastructure du noyau, légendez le schéma



Expression de l'information génétique

I/ Pour chacune des propositions suivantes, il y a une seule suggestion correcte. Adresser à chaque proposition la suggestion correcte.

Q1- L'acide ribonucléique ARN:

- A- est formé de deux brins de nucléotides antiparallèles.
- B- constitue le support de l'information génétique chez toutes les cellules du vivant.
- C- est une séquence de quatre types différents de nucléotides.
- D- est une séquence de quatre types différents d'acides aminés.

Q2- Les outils nécessaires à la traduction de l'ARNm en une séquence d'acides aminés sont :

- A- L'ARNm, l'ADN polymérase, l'ARNt, Les ribosomes.
- B- L'ARNm, l'ARNt, les nucléotides, les ribosomes.
- C- L'ARNm, l'ARNt, les ribosomes, les acides aminés.
- D- L'ARNm, les acides aminés, l'ARN polymérase

Q3- Le code génétique :

- A- Est l'ensemble des gènes d'un individu.
- B- Permet le passage de l'ADN à l'ARNm.
- C- Est fondé sur la correspondance entre des triplets de nucléotides et des acides aminés bien définis.
- D- Est fondé sur la correspondance entre des triplets de nucléotides dans l'ADN et des codons précis dans l'ARNm.

Q4- Concernant la traduction :

- A- Elle a lieu dans le noyau.
- B- Un seul ribosome est suffisant pour la traduction d'une molécule d'ARNm.
- C- CAA est le codon d'initiation de la traduction.
- D- UAA, UGA et UAG représentent les codons stop.
- E- le site A du ribosome est impliqué dans l'élongation de la protéine en cours de synthèse.

Q5- Chaque nucléotide de l'ARNm est formé de :

- A- Ribose + acide aminé + l'une des bases azotées (A, C, G, T).
- B- Ribose + acide phosphorique + l'une des bases azotées (A, C, G, U).
- C- Désoxyribose + acide phosphorique + l'une des bases azotées (A, C, G, U).
- D- Désoxyribose + acide phosphorique + l'une des bases azotées (A, C, G, T).

Q6- La mutation de l'ADN est :

- A- Une version d'un gène déterminé.
- B- Un fragment d'ADN qui dirige un caractère héréditaire.
- C- Un changement brusque dans la séquence des nucléotides de l'ADN.
- D- Un changement spontané d'un caractère non héréditaire.

Q7- Le processus de la transcription:

- A- Se déroule dans le sens 5' → 3' pour le brin d'ARNm ;
- B- Se déroule pendant la phase S de l'interphase ;
- C- Nécessite une enzyme appelée ADN polymérase ;
- D- Se déroule au niveau des ribosomes dans le cytoplasme

Q8- La séquence suivante (3' ACG TTA GCA CTG GTC AGT 5') représente une partie du brin non transcrit de l'ADN, choisir parmi les réponses suivantes le brin d'ARNm correspondant :

- A- (5' ACG UUA GCA CUG GUC AGU 3') ;
- B- (5' UGC AAU CGU GAC CAG UCA 3') ;
- C- (3' ACG UUA GCA CUG GUC AGU 5') ;
- D- (5' TGC AAT CGT GAC CAG TCA 5') .

Q9- Indiquez le couple trinucleotide complémentaire en tenant compte des conventions d'écriture des séquences :

- A- 5' AAC 3' et 5' TTG 3'
- B- 5' CAT 3' et 3' GAT 5'
- C- 5' CAT 3' et 5' GTA 3'
- D- 5' AAC 3' et 3' TTG 5'

Q10- L'ARN de transfert (ARNt):

- A- S'associe par son anti-codon à l'ARNm pour assurer la traduction ;
- B- S'associe par son codon à l'ARNm pour assurer la transcription ;
- C- S'associe par son anti-codon à l'ARNm pour assurer la réplication ;
- D- S'associe par son anticodon à l'ARNm pour assurer la transcription ;
- E- S'associe par son codon à l'ARNm pour assurer la traduction ;

III/ Répondre par vrai ou faux aux suggestions suivantes :

- 1) Un caractère sauvage est une particularité irréversible (qui ne peut pas changer).
- 2) Un codon est un triplet de 3 nucléotides contenues dans l'ARNt et qui se traduit en un acide aminé déterminé.
- 3) Les ribosomes permettent convertir l'information génétique contenue dans l'ARN messager en une séquence de nucléotides.

III/ Relier chaque élément du groupe 1 à sa fonction correspondante du groupe 2.

Groupe 1	Groupe 2	Réponses
1/ ADN polymérase	a) Permet le positionnement des acides aminées devant les codons	(1, ---)
2/ Hélicase	b) Coupe les liaisons hydrogènes entre deux brins d'ADN et leur séparation	(2, ---)
3/ ARNt	c) Permet la polymérisation des nucléotides au cours de la réplication de l'ADN	(3, ---)
4/ ARN polymérase	d) Permet la transcription	(4, ---)

Transmission de l'information génétique par la reproduction sexuée

I/ Pour chacune des données suivantes, il y a une seule suggestion correcte, choisir la réponse juste :

Q1- Au cours de la phase G₁ de l'interphase précédant la méiose, chaque chromosome est formé:

- A - d'une chromatide spiralisée;
- B - d'une chromatide non spiralisée;
- C - de deux chromatides non spiralisés;
- D- de deux chromatides spiralisés.

Q2- Si une cellule mère des gamètes contient une quantité 2q d'ADN, au cours de l'anaphase I de la méiose, la quantité d'ADN passe :

- A - de 2q à q;
- B- de 4q à 2q;
- C- de 2q à 4q;
- D- de 4q à q.

Q3- La méiose :

- A- donne quatre cellules haploïdes identiques génétiquement.
- B- donne deux cellules haploïdes.
- C- est une sorte de division des cellules somatiques.
- D- permet la réduction du nombre de chromosomes de moitié.
- E- permet la stabilité de la quantité d'ADN de la cellule mère aux cellules filles.

Q4- Le brassage inter chromosomique lors de la méiose résulte de la répartition indépendante et aléatoire :

- A - des chromosomes homologues pendant l'anaphase I;
- B- des chromosomes homologues pendant l'anaphase II;
- C- des chromatides homologues pendant l'anaphase I;
- D- des chromatides homologues pendant l'anaphase II.

Q5- Le brassage intera chromosomique lors de la méiose :

- A- parvient après le brassage interchromosomique.
- B- est le résultat du crossing-over entre deux chromosomes de paires différentes.
- C- est le résultat du crossing-over entre deux chromosomes la même paire chromosomique.
- D- parvient pendant la prophase II.
- E- il en résulte des gamètes parentaux

Q6- Les deux phases de la méiose permettent le brassage de l'information génétique sont :

- A/ l'anaphase 2 et la métaphase 2.
- B/ la prophase 1 et l'anaphase 1.
- C/ la télophase 1 et la prophase 2.
- D/ l'anaphase 2 et la télophase 2.
- E/ Aucune des propositions précédentes.

Q7- La prophase de la division réductionnelle :

- A- est précédée d'une réplication de l'ADN.
- B- affecte deux cellules présentant des chromosomes à deux chromatides.
- C- affecte une seule cellule présentant des chromosomes à deux chromatides.
- D- affecte deux cellules présentant des chromosomes à seule une chromatide.
- E- Aucune des suggestions précédentes.

Q8 – Lors de la fécondation :

- A- la formation du zygote est accompagnée par un retour à l'haploïdie
- B- il y'a une réunion aléatoire des gamètes diploïdes.
- C- il y'a une réunion aléatoire des gamètes haploïdes.
- D- les allèles du même gène se séparent.
- E- Aucune des suggestions précédentes.

Q9- Le zygote formé par fécondation :

- A- contient une combinaison unique et nouvelle d'allèles.
- B- contient les mêmes combinaisons alléliques que ses parents.
- C- contient les mêmes combinaisons alléliques que l'un de ses parents.
- D- contient une combinaison allélique identique aux autres descendants du couple.
- E- Aucune des suggestions précédentes.

Q10 Les mâles de certains insectes qui ont la formule chromosomique $2n=11A+XY$ sont:

- A/ homogamétiques et produisent 100% de gamètes avec la formule $n=11A+X$;
- B/ hétérogamétiques et produisent 100% de gamètes avec la formule $n=11A+X$;
- C/ homogamétiques et produisent 50% de gamètes avec la formule $n=11A+X$;
- D/ hétérogamétiques et produisent 50% de gamètes avec la formule $n=11A+X$.

Q11 La cellule ayant la formule chromosomique $2n=10$, montre:

- A/ dix tétrades chromosomiques à la prophase I;
- B/ cinq tétrades chromosomiques à la prophase I ;
- C/ dix paires de chromosomes à l'anaphase II;
- D cinq paires de chromosomes à l'anaphase II.

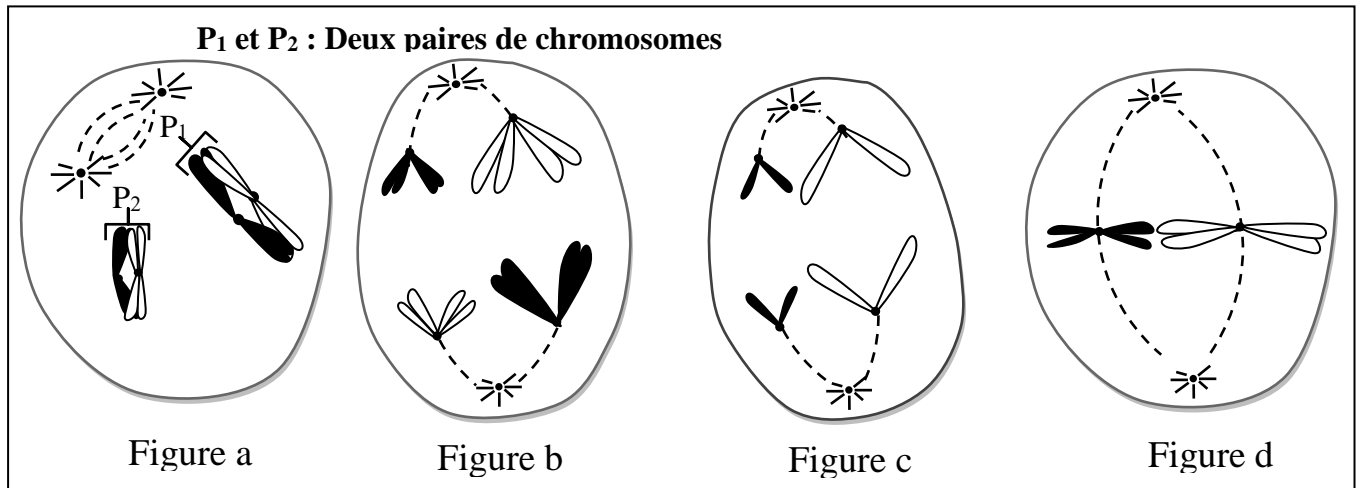
Q12 La division équationnelle suit directement :

- A/ la division réductionnelle et donne des cellules avec des chromosomes monochromatidiens ;
- B/ l'interphase et donne des cellules avec des chromosomes monochromatidiens;
- C/ la division réductionnelle et donne des cellules avec des chromosomes bichromatidiens ;
- D/ l'interphase et donne des cellules avec des chromosomes bichromatidiens.

II/ Le tableau ci-dessous comporte deux groupes: Le groupe 1 présente les modifications que connaissent le nombre et l'aspect des chromosomes, alors que le groupe 2 présente quelques phases au cours desquelles ont lieu ces modifications. adressez à chaque numéro du groupe 1, la lettre qui lui correspond du groupe 2.

Groupe 1	Groupe 2	Réponses
1) Des paires de chromosomes homologues individualisés sous forme de tétrades	a/ Métaphase I	(1, ---)
2) Les centromères des chromosomes homologues sont situés de part et d'autre de la plaque équatoriale	b/ Prophase I	(2, ---)
3) Des chromosomes non homologues à deux chromatides	c./ Télaphase II	(3, ---)
4) Des chromosomes non homologues à une seule chromatide	d/ Métaphase II	(4, ---)

III/ Les figures du document ci-dessous représentent certaines phases de la méiose, identifiez chacune des phases



Les lois statistiques de la transmission des caractères héréditaires chez les diploïdes

I/ Relier chaque élément du groupe 1 à sa signification correspondante du groupe 2.

Groupe 1	Groupe 2	Réponses
1/ 2 ^{ème} loi de Mendel	a) F1 x [récessif]	(1, ---)
2/ Individu hybride	b) ♂[N] x ♀ [n] et ♂[n] x ♀ [N]	(2, ---)
3/ Croisements réciproques	c) $\frac{B}{n}$	(3, ---)
4/ Rétrocroisement (back cross)	d) $\frac{B}{B} \times \frac{B}{n}$	(4, ---)
	e) Les gamètes sont purs	

II/ Pour chacune des propositions suivantes, une seule suggestion est correcte, désigner la réponse juste :

Q1- Dans le cas d'un test-cross, l'individu de phénotype dominant, dont on cherche connaître le génotype est croisé avec:

- A - un individu homozygote dominant;
- B - un individu homozygote récessif ;
- C - un individu hétérozygote dominant;
- D - un individu hétérozygote récessif

Q2- Dans le cas de deux gènes liés, et à l'issu d'un back-cross, on obtient une génération composée de:

- A - phénotypes parentaux et de phénotypes recombinés à proportions égales ;
- B - phénotypes recombinés en proportions supérieures à celles des phénotypes parentaux ;
- C - phénotypes recombinés en proportions inférieures à celles des phénotypes parentaux;
- D - 100 % de phénotypes recombinés

Q3- La distance séparant deux gènes liés

- a – est relative au pourcentage des gamètes parentaux.
- b- est relative au pourcentage des gamètes recombinés.
- c- plus elle est petite plus la probabilité des crossing over entre ces deux gènes devient grande.
- d- est mesurée par une unité nommée Armstrong..

Q4- La carte factorielle est représentée par une droite avec les loci (locus) et la distance séparant les loci de deux gènes :

- A- liés est exprimée en centimorgan (cMg) dont 1cMg correspond à 1% des types recombinés.
- B- indépendants est exprimée en centimorgan (cMg) dont 1cMg correspond à 1% des types recombinés.
- C- liés est exprimée en centimorgan (cMg) dont 1cMg correspond à 10% des types recombinés.
- D- liés est exprimée en centimorgan (cMg) dont 1cMg correspond à 1% des types parentaux.
- E- indépendants est exprimée en centimorgan (cMg) dont 1cMg correspond à 1% des types parentaux.

Q5- L'étude d'un croisement de deux individus qui diffèrent par deux caractères se nomme :

A- Codominance.

- B- gènes liés au sexe.
- C- monohybridisme.
- D- dominance absolue.
- E- dihybridisme.

Q6- Un individu double hybrides pour deux gènes indépendants :

- A- Donne 2 types de gamètes.
- B- Donne 4 types de gamètes.
- C- Contient 3 allèles différents.
- D- contient deux allèles différents.

Q7- Dans le cas du monohybridisme, le croisement entre un individu homozygote récessif et un individu hétérozygote dominant donne:

- A- 25% de phénotype récessif et 75% de phénotype dominant.
- B- 75% de phénotype récessif et 25% de phénotype dominant.
- C- 50% de phénotype récessif et 50% de phénotype dominant.
- D- 25% de phénotype récessif et 25% de phénotype dominant et 50% de phénotype intermédiaire.

Q8- Dans le cas de deux gènes liés, et à l'issue d'un back-cross, on obtient une génération composée de:

- A- Phénotypes parentaux et de phénotypes recombinés à proportions égales ;
- B- Phénotypes recombinés en proportions supérieures à celles des phénotypes parentaux ;
- C- Phénotypes recombinés en proportions inférieures à celles des phénotypes parentaux ;
- D- 100 % de phénotypes recombinés.

Q9- Dans le cas de deux gènes indépendants avec une dominance absolue des deux caractères, et si on croise les hybrides (F1x F1), on obtient une génération F2 composée de:

- A- seulement des types parentaux.
- B- seulement des types recombinés.
- C- $\frac{9}{16} + \frac{1}{16} + \frac{3}{16} + \frac{3}{16}$.
- D- $\frac{6}{16} + \frac{3}{16} + \frac{3}{16} + \frac{2}{16} + \frac{1}{16} + \frac{1}{16}$.
- E – des types recombinés majoritaires et des types parentaux minoritaires.

Q10- Les gamètes formés par une femelle de génotype $\underline{X_N} \underline{R}$ sont:
 $X_n r$

A/ $\underline{X_N}$ et $\underline{X_n}$ et \underline{R} et \underline{r} .

B/ $\underline{X_N} \underline{R}$ et $\underline{X_n} \underline{r}$

C/ $\underline{X_N} \underline{R}$ et $\underline{X_n} \underline{r}$ et $\underline{X_n} \underline{R}$ et $\underline{X_N} \underline{r}$

D/ $\underline{N} \underline{R}$ et $\underline{n} \underline{r}$ et $\underline{n} \underline{R}$ et $\underline{N} \underline{r}$

Q11- X, Y et Z sont 3 gènes de la drosophile. Les fréquences de recombinaison pour deux de ces trois gènes sont indiquées dans le tableau suivant :

Paire de gène	X-Y	X-Z	Y-Z
La fréquence de recombinaison	50%	25%	50%

La fréquence des recombinaisons signifie que:

A/ les gènes X, Y et Z sont portés par le même chromosome.

B/ les gènes X, Y et Z sont portés des chromosomes différents.

C/ les gènes X et Y sont portés par le même chromosome et Z est porté par un chromosome différent.

D/ les gènes Y et Z sont portés par le même chromosome et X est porté par un chromosome différent.

E/ les gènes X et Z sont portés par le même chromosome et Y est porté par un chromosome différent

Q12- On considère les croisements suivants :

Croisement 1 : entre une poule de race pure à crête rose et un coq à crête normale, on obtient une génération constituée d'individus à crête rose.

Croisement 2 : entre une poule et un coq à pattes courtes, ce croisement a donné une descendance constituée de : 2/3 des individus à pattes courtes + 1/3 des individus à pattes normales.

Croisement 3 : entre un coq à crête rose et à pattes courtes et une poule à crête normale et à pattes normales, ce croisement a donné une descendance constituée de : 50% des individus crête rose et à pattes courtes + 50% des individus à crête rose et à pattes normales.

A partir de ces résultats et sachant que les deux gènes étudiés sont indépendants, on peut écrire le génotype du coq du croisement 3 de la manière suivante : (Forme de la crête : R et r ; la forme des pattes : C et c) :

A- $R//r \ C//C$.

B- $R//r \ C//c$

C- $R//R \ C//c$

D- $R//R \ C//C$

E- $R//r \ c//c$

Q13- La fourrure du mutant yellow [Y] de la souris est jaune. Le type sauvage est dit agouti [+]. Afin de déterminer le mode de transmission de ce caractère, on propose les deux croisements suivants :

Croisement 1 : entre une souris [Y] et une souris [+], on obtient une descendance constituée de $\frac{1}{2}$ [Y] et $\frac{1}{2}$ [+].

Croisement 2 : entre deux souris [Y], on obtient une descendance constituée de 2/3 [Y] et 1/3 [+].

Si on croise un individu [Y] issu du croisement 2 avec une souris [+], la descendance sera constituée d'individus avec les rapports suivants :

A- 1/4 [Y] et 3/4 [+].

D- 1/2 [Y] et 1/2 [+].

B- 1/3 [Y] et 2/3 [+].

E- 2/3 [Y] et 1/3 [+].

C- 3/4 [Y] et 1/4 [+].

Q14- Chez les oiseaux, le sexe est déterminé par le couple chromosomique ZW. Les mâles sont ZZ et les femelles sont ZW. Un allèle récessif létal qui provoque la mort de l'embryon est parfois présent sur le chromosome Z chez les pigeons.

Quel serait le rapport des sexes dans la progéniture d'un croisement entre un mâle hétérozygote portant l'allèle létal et une femelle normale ?:

- A) 2 mâles/ une femelle ;
- B) Un mâle/ deux femelles ;
- C) Un mâle/ Une femelle ;
- D) Un mâle/ 4 femelles ;
- E) 3 mâles/ Une femelle.

Q15- L'emplacement relatif de 4 gènes sur un chromosome peut être cartographié à partir des données suivantes sur les fréquences de crossing-over :

Fréquence de crossing-over entre les gènes :

- B et C 5% ;
- B et A 30% ;
- A et D 15% .
- C et A 25%
- C et D 40%

Laquelle des propositions suivantes représentent les positions relatives de ces quatre gènes sur le chromosome ?:

- A) ABCD ;
- B) ADCB ;
- C) CABD ;
- D) BCAD ;
- E) DBAC.

Q16- L'explication la plus probable d'un taux élevé de crossing-over entre deux gènes est la suivante :

- A) Les deux gènes sont sur des chromosomes différents ;
- B) Les deux gènes sont tous deux situés près du centromère ;
- C) Les deux gènes sont liés au sexe ;
- D) Les deux gènes codent pour la même protéine ;
- E) Les deux gènes sont éloignés l'un de l'autre sur le même chromosome.

Q17- Il était important que Mendel examine non seulement la génération F1 dans ses expériences de reproduction, mais aussi la génération F2 car :

- A) Il a obtenu très peu de descendants F1, ce qui rendait l'analyse statistique difficile ;
- B) Les caractères parentaux qui n'ont pas été observés dans la F1 sont réapparus dans la F2, ce qui suggère que les facteurs héréditaires n'ont pas vraiment disparu dans la F1 ;
- C) L'analyse de la descendance F1 lui aurait permis de découvrir la loi de disjonction, mais pas la loi d'assortiment indépendant ;
- D) Les phénotypes dominants étaient visibles dans la génération F2, mais pas dans la F1 ;
- E) L'analyse de la descendance F1 lui aurait permis de découvrir la loi de disjonction, mais pas la loi de d'homogénéité des hybrides.

Q18- On a deux souches de drosophile : une souche sauvage avec des yeux rouges et des ailes longues et une souche mutante avec des yeux blancs et des ailes courtes. Le premier croisement entre une femelle sauvage et un mâle mutant donne en première génération F1 100% de drosophiles avec des yeux rouges et des ailes longues. Le deuxième croisement entre une femelle mutante et un mâle sauvage donne en première génération F1 toutes les femelles avec des yeux rouges et des ailes longues et tous les mâles avec des yeux blancs et des ailes longues :

- A) Le gène responsable de la dimension des ailes est lié au sexe ;
- B) Le gène responsable de la dimension des ailes n'est pas lié au sexe ;
- C) Le gène responsable de la couleur des yeux n'est pas lié au sexe ;
- D) Le gène responsable de la couleur des yeux est porté par le chromosome 21 ;

E) Le gène responsable de la dimension des ailes est porté par le chromosome 21.

Q 19- Le brassage intrachromosomique permet la combinaison entre les allèles :

- A) D'un même gène disposés sur deux locus (loci) différents d'un même chromosome ;
- B) D'un même gène disposés sur un même locus d'un chromosome déterminé ;
- C) De deux gènes disposés sur deux locus différents des chromosomes homologues ;
- D) De deux gènes disposés sur deux locus différents de deux chromosomes non homologues ;
- E) De deux gènes disposés sur un même locus d'un chromosome déterminé.

Q 20- Un horticulteur voudrait améliorer son jardin à fleurs, pour cela, il a croisé une plante P1 à fleurs blanches et à pied lisse avec une plante P2 à fleurs roses et à pied épineux. La première génération F1 est composée de plantes à fleurs rose et à pied épineux. Un croisement effectué entre des individus hybrides F1 donne une génération F1 constituée par :

- + 126 plantes à fleurs roses et à pied épineux ;**
- + 59 plantes à fleurs roses et à pied lisse ;**
- + 52 plantes à fleurs blanches et à pied épineux ;**
- + 21 plantes à fleurs blanches et à pied épineux.**

Les proportions des phénotypes obtenus à la génération F2 s'expliquent comme suit :

- A/ Les deux gènes étudiés sont liés et les nouveaux phénotypes résultent d'un brassage intrachromosomique lors de la formation des gamètes chez les hybrides F1 ;
- B/ Les deux gènes étudiés sont indépendants et les nouveaux phénotypes résultent d'un brassage intrachromosomique lors de la formation des gamètes chez les hybrides F1 ;
- C/ Les deux gènes étudiés sont liés et les nouveaux phénotypes résultent d'un brassage interchromosomique lors de la formation des gamètes chez les hybrides F1 ;
- D/ Les deux gènes étudiés sont indépendants et les nouveaux phénotypes résultent d'un brassage interchromosomique lors de la formation des gamètes chez les hybrides F1 ;
- E/ Les deux gènes étudiés sont indépendants et les nouveaux phénotypes résultent d'un brassage intrachromosomique suivi d'un brassage interchromosomique lors de la formation des gamètes chez les hybrides F1 ;

Q 21- La distance séparant deux gènes liés

- A/ est relative au pourcentage des gamètes parentaux.
- B/ est relative au pourcentage des gamètes recombinés.
- C/ plus elle est petite plus la probabilité des crossing over entre ces deux gènes devient grande.
- D/ est mesurée par une unité nommée Armstrong..